

Diplomarbeit

Das Moralische Dilemma und die neuronalen Korrelate der moralischen Urteilsbildung: Ergebnisse einer EEG-Studie

Verfasst von:
Stephanie Deutsch

**Zur Erlangung des Magistergrades der
Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)**

Wien, im Januar 2010

Studienkennzahl: 298
Studienrichtung: Psychologie
Betreuer: Univ. Prof. Dr. Herbert Bauer

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich hiermit herzlich bei allen Menschen bedanken, die auf eine oder andere Art und Weise zur Entstehung und vor allem zur Vollendung dieser Arbeit beigetragen haben.

Zuallererst möchte ich mich herzlich beim gesamten Team der Biologischen Psychologie bedanken. Herrn Prof. Herbert Bauer für die Ermöglichung dieser Arbeit und für Rat und Geduld bei auftretenden Problemen bezüglich Fragestellung, Methodik und Auswertung, bei Herrn Florian Güldenpfennig für die Bereithaltung zahlreicher Scripts zur Datenaufarbeitung und immerzu motivierender Worte, sowie Herrn Jakob Leyrer, Frau Dr. Uta Sailer und Frau Mag. Johanna Alexopoulos für die hilfreichen Denkanstöße zur Auswertung.

Weiters danke ich meinen Freunden bzw. den insgesamt 38 Versuchspersonen, die freiwillig und ohne Aussicht auf eine Aufwandsentschädigung bereit waren, sich verlässlich und geduldig für die Realisierung der Untersuchungen zur Verfügung zu stellen.

Ganz besonders möchte ich meinem Freund Gerry danken für seinen durchgehend wohlwollenden und geduldigen Beistand, meiner Tochter Lilian für die Lebensfreude, die sie zu verbreiten weiß, meinem Vater für seine Unterstützung sowie den so bemühten Großmüttern für die Opferung von viel Zeit zum Babysitting.

Inhaltsverzeichnis

I. Theoretischer Teil	1
1. Einleitung	2
1.1. Rechtfertigung	2
1.2. Thematik und Preview	3
2. Moral in der Psychologie	5
2.1. Moralphysikologie und Philosophie	5
2.1.1. Geschichte	5
2.1.2. Moralische Entwicklung	7
2.1.3. Moralische Emotionen	7
2.2. Das Moralische Urteil	8
2.2.1. Definition	8
2.2.2. Verschiedene Methodologien	9
2.3. Das moralische Dilemma	11
2.3.1. Versuch einer Definition	11
2.3.2. Formale Unterschiede	13
3. Neurophysiologie der Moral	15
3.1. Der präfrontale Kortex	16
3.1.1. Der ventromediale präfrontale Kortex	16
3.1.2. Der orbitofrontale Kortex	17
3.1.3. Der dorsolaterale präfrontale Kortex	18
3.2. Der superiore temporale Sulcus	18
3.3. Der cinguläre Kortex	20
3.3.1. Der anteriore cinguläre Kortex (ACC)	20
3.3.2. Der posteriore cinguläre Kortex (PCC)	21
3.4. „Moral Dilemma“ Studien (Greene et al., 2004)	21
4. Die Elektroenzephalographie	26
4.1. Einführung	26
4.2. Physiologische Grundlagen hirnelektrischer Potentiale	27
4.2.1. Die Nervenzelle	27
4.2.2. Ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs)	28
4.2.3. Die Ableitung des EEG	28

II. Empirischer Teil	30
5. Fragestellung und Versuchsdesign	31
5.1. Ziele	31
5.2. Hypothesen	33
5.3. Zeitlicher Ablauf	33
6. Itemmaterial	34
6.1. Moralische Bedingung	35
6.2. Neutrale Bedingung	37
6.3. Bewertung und Anpassung	38
6.4. Itemdarbietung	39
7. Versuchspersonenselektion	40
8. Das Experiment	42
8.1. Vorbereitung	42
8.1.1. Probandeninformation	42
8.1.2. Elektrodenanordnung	43
8.1.3. Vermessung der Elektrodenpositionen	43
8.1.4. Elektrodenapplikation	44
8.1.5. Verschaltung der Elektroden	46
8.1.6. Einstellen des Potentiometers	47
8.2. Versuchsablauf	47
8.2.1. Instruktion	47
8.2.2. EOG Eichung	48
8.2.3. Übungsblock	48
8.2.4. Dilemmablöcke	49
8.2.5. Pause	49
8.2.6. Entfernen der Elektroden und Laborversorgung	49
9. Datenaufbereitung	50
9.1. Preprocessing	50
9.1.1. Bedingungen	51
9.2. Filterung	52
9.3. Artefaktkorrektur	52
9.3.1. Biologische Artefakte	53
9.3.2. Exogene Artefakte	53
9.3.3. Bestimmung der Elektrodenpositionen	54
9.4. Averaging	54
10. Ergebnisse	55
10.1. Verhaltensdaten	55
10.1.1. Reaktionszeiten (RT)	55
10.1.2. Antworten	56
10.1.3. Bewertungen durch die Vpn (Ratings)	57
10.2. EEG-Daten	59
10.2.1. Methodisches Vorgehen	59
10.2.2. StimLock	61
10.2.3. RespLock	71

11. Diskussion	78
11.1. StimLock	78
11.2. RespLock	83
12. Zusammenfassung	86
13. Appendix	88
13.1. Items Anhang	89
13.1.1. Beispieldarstellung in E-Prime 2.0	89
13.1.2. Materials: Non-moral items	90
13.1.3. Materials: Moral items	97
13.2. Erklärung	108
Literaturverzeichnis	112

Teil I.

Theoretischer Teil

1

Einleitung

1.1. Rechtfertigung

Mit dem Aufkommen der neurowissenschaftlichen Disziplinen und deren technischer Weiterentwicklung im Zuge der letzten Dekade haben sich für die psychologische Forschung neue Perspektiven zur zuverlässigen Beschreibung menschlichen Verhaltens und Erlebens erschlossen. In klinischen Anwendungen nicht mehr weg zu denken bieten physiologische Erhebungsmethoden allgemein gesehen wichtige Einblicke in die neurochemischen und neuroanatomischen Gegebenheiten der tierischen und menschlichen Informationsverarbeitung. Die Innovation dieses Zugangs liegt in der ganzheitlichen Betrachtung des Individuums, und nicht in der Fokussierung auf isolierte Verhaltenskomponenten. Angesichts der Plastizität und der enormen Kapazitäten des menschlichen Gehirns stellt dieses Interesse die Forscher vor neue Herausforderungen. In der psychologischen Forschung und Praxis bietet sich hier die Möglichkeit Empirie auf interdisziplinärer Ebene zu betreiben und die verschiedenen Informationsquellen zu schlüssigen Überlegungen zu integrieren. Dank des treibenden Forschergeistes zeigt sich mittlerweile ein erhöhtes Interesse an der Erforschung von recht komplexen Phänomenen und latenten Konstrukten, deren Abläufe normalerweise durch die Anwendung konventioneller Methoden im Detail kaum erschließbar sind. So haben mit Beginn des 21. Jahrhunderts Methoden zur Bildgebung neuroanatomischer Beschaffenheiten auch Einzug in die Moralforschung gefunden. Es geht darum, neue Ansätze zur Ergründung menschlichen Moralerlebens und -verhaltens zu untersuchen und mittels empirischer Forschungsmethoden an die ursprünglich eher philosophische Thematik anzuknüpfen.

1.2. Thematik und Preview

Das Hauptinteresse dieser Arbeit liegt darin, Personen im Rahmen einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe in einen Entscheidungskonflikt zu versetzen und weiters die Entdeckung bzw. Lösung dieses Konflikts seitens der Personen auf neuronaler Ebene mittels Aufzeichnung hirnelektrischer Potenziale zu erfassen. Der besondere Reiz dabei liegt in der Anforderung, höchst komplexe Entscheidungssituationen hervorzurufen, in denen es um Verarbeitung und Bewältigung moralischer Sachverhalte geht. Bei moralischen Urteilen handelt es sich hier um eine besondere Art von Entscheidungssituationen, in denen es um die Analyse und Evaluation bestimmter Sachverhalte und Sichtweisen geht, die in einer Bewertung münden, und für die sich die urteilende Person unter Mitwirkung vielfältiger persönlichkeitsmäßiger wie soziokultureller Einflüsse entschließt. Für die Umsetzung bietet sich hier an, Personen mit sog. moralischen Dilemmata zu konfrontieren, und deren Bewältigungswege mit der Bearbeitung nicht-moralischer Entscheidungsaufgaben zu vergleichen. Wesentlich ist die Herausforderung das moralische Dilemma Paradigma im Rahmen einer EEG-Studie sinnvoll umzusetzen, mit der Bestrebung die Prozesse der Konflikterdeckung und Konfliktlösung neben der Erhebung von Verhaltensdaten auch auf Komponentenebene auszumachen. Da es sich um höchst komplexe Entscheidungsaufgaben handelt, die sich nicht mit Hilfe eines simplen Reiz-Reaktions-Schemas erfassen lassen, gilt ein gewisser explorativer Aspekt als gegeben und erwünscht.

Basis der vorliegenden Studie bilden die Arbeiten rund um den Moralphilosophen Joshua D. Greene (University of Princeton, USA), dessen Versuche moralische Urteilsprozesse mittels bildgebender Verfahren auf neuroanatomischer Ebene zu durchleuchten weitreichend Anerkennung innerhalb der kognitiven Neurowissenschaften erlangten [22], [24]. Deren Befunde zur Beteiligung bestimmter Areale im Zuge moralischen Urteilens sowie neuartige Beobachtungen hinsichtlich der zugrundeliegenden elektrophysiologischen Korrelate sollen Inhalt dieser Arbeit sein. Dabei sprechen sich Greene und Kollegen dafür aus, dass unter anderem mediale präfrontale Areale sowie Bereiche im anterioren cingulären Kortex und im superioren temporalen Sulcus eine besondere Rolle bei der Beantwortung von moralisch behafteten Entscheidungssituationen spielen. Da die Bildgebung mittels fMRI lediglich Schlüsse hinsichtlich relevanter Aktivierungen innerhalb eines recht breiten Zeitfensters erlaubt, bietet sich hier die Möglichkeit mit Hilfe des elektroenzephalographischen Ansatzes auf Ebene ereigniskorrelierter Potenziale weitere Befunde zu sammeln. Die vorliegende Untersuchung soll mit Hilfe der elektrophysiologischen Ableitung von Hirnaktivitäten als Erweiterung zu den eben genannten Studien dienen, durch höhere zeitliche Auflösung die neuronalen Veränderungen auf

Ebene bekannter ereignis-korrelierter Potenziale und noch unbekannter Wellenformen zu dokumentieren.

Die Arbeit setzt sich aus einem theoretischen und einem empirischen Teilen zusammen. Während der theoretische Teil Einblicke in die wesentlichen Erkenntnisse der Moralforschung unter besonderer Berücksichtigung der bisherigen neuroanatomischen Befunde zu moralischen Urteilsprozessen bietet, gibt der empirische Teil die Details zu Planung, Ablauf und Auswertung des durchgeführten Experiments sowie die Interpretation der Ergebnisse wieder.

2

Moral in der Psychologie

2.1. Moralpsychologie und Philosophie

Der folgende Abschnitt befasst sich mit den aus der psychologischen wie philosophischen Literatur bekannten Ansätzen zur Beschreibung und Typisierung menschlichen Moralverhaltens, dessen intraindividuelle Entstehung und Entwicklung. Dominant erhält sich laufend dabei der duale Ansatz von der Unterscheidung zwischen kognitiv und emotional geprägten Einflüssen, welche dem moralischen Denken und Handeln zugrunde liegen. Definition und Erläuterung der mit der hier behandelten Fragestellung in Zusammenhang stehenden Begriffe erfolgen im zweiten und dritten Teil dieses Kapitels, welches schließlich mit der Beschreibung des moralischen Dilemma -Paradigmas abschließt.

2.1.1. Geschichte

Zur Ergründung des Moralkonstrukts bedienten sich frühere Forschungen den traditionellen Methoden der philosophischen Analyse (z.B. Introspektion). Entwicklungen im Rahmen der Experimentalpsychologie eröffneten schließlich neue Zugänge einer empirischen Sichtweise. Beispielsweise die gezielte Beobachtung menschlichen Verhaltens mittels systematischer Manipulation der Untersuchungssituation ermöglicht die genaue Sammlung und Einteilung verhaltensrelevanter Aspekte zur Beschreibung von Situationen, z.B. Entscheidungsszenarien. In Bezug auf die Frage, wie sich moralisches Urteilen definieren lässt bzw. durch welche Aspekte sich gewisse moralische Urteile von anderen unterscheiden, hat die Moralpsychologie wertvolle Erkenntnisse hervorgebracht.

Das Streben nach Verständnis und Einheit betreffend der Hintergründe moralischen Urteilens beansprucht seit jeher die Bemühungen der Moralforscher. Gerade die Suche nach einer schlüssigen Definition von Moralurteilen und -regeln stand dabei oft im Vordergrund, und wird auch in nächster Zukunft noch nicht abgeschlossen sein. Bedeutende Denker befassten sich intensiv mit Konzepten nach dem Ursprung moralischen Urteilens bzw. mit der Frage, ob Menschen Urteile fällen basierend auf rein kognitiven Überlegungen oder auf emotionalen Vorgängen. Immanuel Kant zum Beispiel betrachtete die Ursprünge moralischen Urteilens und Handelns ausschließlich auf Basis der Fähigkeit rationalistischen Denkens, wohingegen andere die Sichtweise vertraten, dass bei einem durch Gefühle getriebenen Menschen moralisches Urteilen sog. moralischen Emotionen zugrunde liegt [30]. Besondere Berücksichtigung der sozialen Faktoren findet man bei Albert Bandura, der eine sozial-kognitive Theorie moralischen Denkens und Handelns formulierte [3]. Die langwährende Dominanz des rein kognitivistischen Ansatzes wurde zweifellos durch die kognitive Wende der 1960er bestärkt. Neuere Betrachtungen sprechen mittlerweile für den Beitrag beider Dimensionen bei der Bildung von moralischen Urteilsaussagen. Auch außerhalb der Moralforschung wurde dieser Ansatz unterstützt und erforscht. Das Ultimatum Game Paradigma zum Beispiel ist ein viel behandeltes Paradigma in Zusammenhang mit Untersuchungen von Entscheidungen unter Risiko, in Bezug auf Fairness Vertrauen und Kooperation zwischen Bieter und Erhalter [53]. Einerseits wird hier angenommen, dass Entscheidungen auf kognitiven Prozessen basieren, und andererseits sprechen sich die Forscher auch hier für eine mögliche emotionale Beteiligung aus (zum Beispiel Angst vor Zurückweisung oder Freude an Fairness).

Angesichts dieser Annahme stellt sich unmittelbar die Frage nach dem Verhältnis der jeweiligen Einflüsse. Anders formuliert, zu welchen Anteilen sind emotionale und inwieweit sind kognitive Prozesse an der Generierung von moralischen Urteilen bzw. an Entscheidungen über moralische Sachverhalte beteiligt. Dieser duale Ansatz hat die Moralforschung ohne Zweifel um eine spannende Dimension erweitert und wird in der zeitgenössischen Literatur aus der Sicht verschiedener Disziplinen viel diskutiert. Schließlich stellt sich die Frage, ob eine bestimmte bzw. welche der beiden Instanzen das Urteil schließlich determiniert. Zur Beantwortung dieser und zahlreicher anderer Fragen beschäftigen sich heutzutage Philosophen, Psychologen, Neurowissenschaftler wie Verhaltensforscher zunehmend mit der Erforschung von hirnelementarischen Prozessen. Dabei dient die Ableitung und Verwertung der neuronalen Korrelate als mittlerweile unverzichtbare empirische Maßnahme zur Identifizierung und Erforschung von psychologischen Phänomenen, deren Zugang durch die üblichen experimentellen Ansätze begrenzt ist.

2.1.2. Moralische Entwicklung

Bedeutsam sind die Beiträge des Moralforschers Lawrence Kohlberg, der in den Sechziger Jahren Maßstäbe für eine Ontologie des moralischen Entwicklungsverhaltens setzte. Ausgehend von Jean Piaget's Stufen Modell der kindlichen Entwicklung [49] formulierte Kohlberg selbst eine Typologie der moralischen Entwicklungsstadien. Dabei postulierte er, dass sich das menschliche Moralverständnis und -wissen im Zuge der kindlichen Entwicklung in charakteristischen Schritten erschließt. Analog dazu nahm Kohlberg an, dass sich moralische Urteile bzw. die moralbezogene Informationsverarbeitung allgemein rein durch die Beteiligung abstrakter Denkprozesse („abstract reasoning“) ergeben. Obwohl nach wie vor kontrovers diskutiert und kritisiert [39], stellen die Kohlberg'schen Auseinandersetzungen mit moralischen Dilemmata und daraus abgeleitete Schlüsse die Basis der Moralforschung des zwanzigsten Jahrhunderts hinsichtlich Moralität in komplexen Entscheidungssituationen dar. Er eröffnete die Möglichkeit Moralität als ein System von sich verändernden sowie miteinander interagierenden kognitiven Konstrukten zu studieren [26]. Für die vorliegende Untersuchung sollen die erwähnten Ansätze um den Versuch einer Definition von moralischer Urteilsfähigkeit und Konflikte erweitert werden.

2.1.3. Moralische Emotionen

Als konkurrierender Ansatz gegen die Dominanz rationalistischer Modelle zur Erklärung moralischer Urteilsprozesse steht heute die Theorie der moralischen Emotionen im Mittelpunkt zahlreicher Untersuchungen. Ausgehend von älteren Ansichten zum Konstrukt Moralität formuliert der zeitgenössische Philosoph Jonathan Haidt eine Definition der moralischen Emotionen, als jene Emotionen, die durch das Interesse nach Wohlbefinden einer Gesellschaft oder einzelner Personen angesprochen werden [26]. In anderen Worten meint Haidt, wo Interessen sich nicht nur auf das Selbst beziehen sondern auf Veränderungen, Ereignisse oder Gefahren in der Welt allgemein, da entstehen moralische Emotionen. Je eher eine Emotion nicht nur durch einen rein selbstbezogenen Sachverhalt hervorgerufen werden kann, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um eine moralische Emotion handelt. Allein zu lesen oder zu hören, dass jemandem anderen Leid zugefügt wurde, kann eine Emotion auslösen, die nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem eigenen Erleben steht. Zu den potenziell moralischen Emotionen zählen unter anderem Formen von Ärger, Schuld, Ekel und Scham aber auch Dankbarkeit und Mitleid. Haidt postuliert zwei Kriterien nach welchen Emotionen als moralisch bedeutsam erachtet werden können: Zum einen das Phänomen der Uneigennützigkeit bzw. Selbstlosigkeit,

zum anderen die menschliche Tendenz für prosoziales Verhalten.

Haidt postuliert in diesem Zusammenhang ein Modell der sozialen Intuitionen [25] als Alternative zu den rationalistischen Ansätzen. Es handelt sich um ein soziales Modell, in welchem die Relevanz sozio-kultureller Einflüsse auf die Bildung von Urteilen betont wird. Darin behauptet Haidt, dass moralische Urteile das Ergebnis rascher, automatischer Evaluationen sind, die er selbst moralische Intuitionen nennt. Dabei verfolgt er die Annahme, dass sich die Denkprozesse auf den Moment nach dem getroffenen Urteil reduzieren, also post hoc im Sinne einer Rechtfertigung des getroffenen Urteils erfolgen und somit nicht das Urteil determinieren. Dies wirft die Frage nach der Natur der vorangehenden Prozesse neu auf. Laut Theorie passiert die Verarbeitung auf emotional intuitiver Ebene. Diese Sichtweise besagt nicht, dass moralische Urteile rein auf emotionaler Ebene ablaufen, aber spricht für die Beteiligung, für die Rolle von Emotionen als Wegweiser für rationales Denken, wodurch der gegebene Sachverhalt eingehend reflektiert wird. Das Konzept der moralischen Emotionen wurde mittlerweile von Forschern in den kognitiven Neurowissenschaften aufgegriffen und im Rahmen von fMRI Studien untersucht (siehe Kap. 3.).

2.2. Das Moralische Urteil

2.2.1. Definition

Gängige Definitionen beinhalten unter anderem Urteile über die Angemessenheit und Unangemessenheit von Handlungen, die offensichtlich Personen Schaden zufügen, nicht aber dem Ausführenden der Handlung selbst schaden. Kohlberg (1964) definiert moralische Urteilsfähigkeit als die Fähigkeit, das eigene Denken an moralischen Idealen oder Prinzipien auszurichten und auf der Grundlage dieses Denkens zu handeln, auch dann, wenn man unter dem Druck steht, sich anderen Zwängen zu unterwerfen. Solcher Druck kann von Mehrheitsmeinungen, Vorurteilen, missbräuchlich eingesetzter Autorität oder einfach aus Trägheit und mangelnder Stimmung ausgeübt werden. Er kann aber auch aus der Tatsache resultieren, dass in einer Situation mehrere moralische Anforderungen zu beachten sind, die miteinander in Konflikt geraten können. Ein reifes oder entwickeltes moralisches Urteil, so Kohlberg, muss daher beidem gerecht werden, a) den moralischen Prinzipien, denen sich eine Person verpflichtet hat, und b) der jeweiligen Situation. Es muss gleichzeitig konsistent (in Bezug auf die eigenen Moralprinzipien) und differenziert (in Bezug auf konkurrierende Moralprinzipien) sein. Zur Bedeutung sozio-kultureller Ein-

flüsse, Distanz, und moralischer Intuitionen auf moralische Entscheidungen sei nochmals auf die Arbeiten von Jonathan Haidt verwiesen [25].

2.2.2. Verschiedene Methodologien

Die Sammlung, Verwertung und Interpretation von Informationen zur Erfassung von menschlichen Moralvorstellungen und typischen Verhaltensweisen stellen ohne Zweifel eine große Herausforderung in der Moralforschung dar, nicht zuletzt weil es sich bei moralischen Urteilen um komplexe Verarbeitungsprozesse handelt. Zur Erfassung von Moralverständnis und -urteilen sowie zur Untersuchung der Hintergründe ethischer Entscheidungsparadigmen steht dennoch eine Vielzahl an Methodologien zur Verfügung, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen [59].

- Einen ersten Zugang bietet die qualitative Erhebung individueller moralischer Urteile einer Person in Bezug auf eine bestimmte Situation. Der Vorteil liegt in der Möglichkeit, die Situation beliebig zu manipulieren, um verschiedene Urteilsaspekte systematisch zu untersuchen, z.B. die gezielte Manipulation inhaltlicher bzw. äußerer Rahmenbedingungen, um die Auswirkungen auf das entsprechende moralische Urteil untersuchen zu können.
- Angelehnt an das Stufenmodell der Moralentwicklung konstruierten Colby und Kohlberg (1987) das *Moral Judgement Interview* (MJ) als halb strukturiertes Interview zur Feststellung des moralischen Entwicklungsstands. Anwendung findet dieses Verfahren für ausgewählte Fragestellungen in der Moralpsychologie, z.B. bei der Ergründung der Zusammenhänge zwischen moralischen Urteilen und moralischem Denken. Dabei werden den Befragten insgesamt drei unterschiedliche Dilemmata vorgegeben (z.B. *Heinz Dilemma*, siehe Anhang), welche sie mündlich beantworten und im Rahmen von 9 bis 12 standardisierten Fragen hinsichtlich Rechtfertigung der Auswahl und Kommentaren erläutern. Für die Durchführung des Verfahrens bedarf es vor allem eines sehr geübten Interviewers, wobei die Auswertungsobjektivität in jeder Hinsicht als nicht gegeben betrachtet werden kann. Trotz gängiger Kritiken an Kohlbergs Ansatz, gilt das MJ als nach wie vor als verbreitetes Instrument zur Erfassung moralisch kognitiver Prozesse.
- Ein weiteres Verfahren, das sich gegenüber dem MJ als vorteilhaft herausgestellt hat, ist der *Defining Issues Test* (DIT) von James Rest (1979), der sich als meist verwendetes Instrument zur Messung moralischen Urteilens durchgesetzt hat. Ausgehend von Kohlbergs Typologie der Moralentwicklung nimmt Rest an, dass

der moralische Entwicklungsstand eines Individuums nur über die Einbeziehung mehrerer Stadien auf einmal zu verstehen ist, d.h. eine Person muss sich nicht unbedingt in nur einem Stadium befinden. Der DIT erfasst quantitative Daten über einen Fragebogen, der mit insgesamt 72 Items und Fragen zu sechs Dilemmata enthält. Als Hauptkritikpunkt dieses Verfahrens ist anzumerken, dass es die Realität sehr schlecht widerspiegelt und sich daher nicht zur Vorhersage von Real Life Verhalten eignet.

- Ein anderer Ansatz ist die Verhaltensbeobachtung in „real-life“ Situationen, z.B. in militärischen Kontexten. Manche Forscher sind der Meinung, dass Moralverhalten als Erweiterung moralischen Denkens anzusehen ist, wohingegen andere genau hier eine Diskrepanz zwischen Gedanken und Verhalten sehen. Mittels Beobachtung kann auch das Verhalten bzgl. der Hilfestellung und Unterstützung anderer hinsichtlich des moralischen Aspekts untersucht werden. Dabei geht es oft um verschiedene Aspekte des Verantwortungsgefühls, jemandem anderen oder z.B. einem Tier in einem bestimmten Moment gewisse Hilfe zu leisten. Das zugrunde liegende Entscheidungsschema beinhaltet, dass die betroffene Person erst drauf kommen muss, dass Hilfe benötigt wird, um in weiterer Folge den Handlungsbedarf bzw. die Verantwortlichkeit zur Hilfestellung erkennen zu können. Im Rahmen dieses Ansatzes können verschiedene Aspekte des Hilfe stellenden Verhaltens berücksichtigt werden wie z.B. altruistisches Priming oder Einflüsse von Religiosität und andere äußere Bedingungsfaktoren.
- Ein anderer, daraus abgeleiteter Ansatz zur Untersuchung von moralbezogenen Verhaltensweisen ist die Simulation von sozialen Dilemma Situationen, wie z.B. das prominente *prisoner's dilemma*. Dabei werden Individuen üblicherweise in eine Situation versetzt, in welcher sie sich zwischen eigenen Interessen und den Interessen der ganzen Gruppe entscheiden müssen und somit der Konflikt in der Person verursacht wird. Auch hier können verschiedene Aspekte der Situation manipuliert und deren Auswirkungen auf die Entscheidung untersucht werden. Ausgegangen wird meist von einer Person, die sich mehr oder weniger kooperativ gegenüber einer Gruppe verhalten kann, und diese Kooperationsbereitschaft entweder belohnt oder auch bestraft wird, wenn z.B. andere Mitglieder der Gruppe nicht kooperieren. In Konflikt stehen also kollektive und persönliche Nutzenmaximierung. In der Forschung vielseitig angewandt, eignen sich soziale Dilemmata für Fragestellungen bzgl. Kooperation, Wettbewerb, Risikoverhalten, Altruismus etc. Der soziale Aspekt dieser Methodik erlaubt eine ökologisch validere Herangehensweise an die Erfassung von „real-life“ Situationen und Verhalten.

2.3. Das moralische Dilemma

Im Rahmen der Erforschung von Moral und moralischem Urteil erfahren verschiedene Varianten des moralischen Dilemma Paradigmas zunehmend an Verwendung und sollen deshalb im Folgenden genauer erläutert werden. Das moralische Dilemma, eine Entscheidungssituation, in der mindestens zwei moralische Prinzipien miteinander oder mit sich selbst in Konflikt stehen, soll dazu dienen, den Entscheidungskonflikt hervorzu-rufen. In der Vergangenheit konnten verschiedene Kriterien ausgemacht werden, nach welchen sich moralische Dilemmata unterscheiden lassen. Dabei spielen strukturelle Aspekte der Entscheidungssituation eine wesentliche Rolle, wie z.B. wie schwer der durch die Entscheidung hervorgerufene Schaden ist, wen der Schaden trifft, ob ein direkter Kontakt mit dem Opfer besteht, inwiefern die Handlung intendiert ist, welche Arten von Konsequenzen sich ergeben [55]. Die systematische Variation verschiedener Gestaltungsaspekte von moralischen Dilemma Szenarien gibt Aufschluss über das Antwortverhalten. Die im Rahmen dieser Arbeit relevanten Kriterien zur Einstufung eines Szenarios als moralisches Dilemma bzw. zur Auswahl des Stimulusmaterials sollen im Folgenden erläutert werden.

2.3.1. Versuch einer Definition

Unabhängig von tiefgründigen philosophischen Betrachtungen kann im Rahmen der gegebenen Fragestellung ein vorsichtiger Versuch unternommen werden, das moralische Dilemma allgemein definitorisch zu umschreiben. Folgendes kann dabei angenommen werden: Jeder Mensch befindet sich in sozialen Bezügen und damit im Einfluss verhaltenssteuernder Normen, die von diesen Bezugsgruppen aufgestellt werden bzw. für gültig erachtet werden. Widersprechen sich diese Normen, gerät das Individuum in einen Entscheidungskonflikt darüber, welches Normsystem von ihm als verbindlich definiert und welches übertreten werden kann. Wird der Konflikt zugunsten eines Bezugssystems entschieden, so muss das Individuum zugleich die entsprechend negativen Reaktionen aus dem anderen System erwarten und bewältigen. Der kognitive Abwägungsprozess und die Entscheidung selbst haben aber bestimmten theoretischen Annahmen zufolge auch eine emotionale Färbung, welche ihren Grund einerseits in der Qualität der Beziehung zwischen dem Individuum und den Personen der Bezugsgruppe haben, andererseits aus dem nur angedachten Handlungsentwurf des Individuums entspringen.

Ein moralisches Dilemma kann also einer Situation entsprechen, in der mindestens zwei moralische Prinzipien miteinander in Konflikt geraten, indem sie dem Betroffenen zwei

völlig entgegengesetzte Handlungsalternativen offerieren. Ein didaktisch gutes Dilemma sollte auf zwei bis drei konfligierende Moralprinzipien begrenzt sein und sich kurz auf etwa einer halben Seite beschreiben lassen. Längere Beschreibungen lenken oft vom Dilemma-Kern ab. Als klassisches moralisches Dilemma bezeichnet man also eine Szenario, aus welchem sich durch äußere, nicht dem Agierenden zugrunde liegende, Veränderungen eine Entscheidungssituation ergibt. Üblicherweise findet sich die agierende Person schließlich in eine Situation hineinversetzt, die sie zwar nicht zwingend hervorgerufen hat, welche ihr aber eine bestimmte Handlung abverlangt. Dabei werden häufig zwei Handlungsalternativen angeboten, um die Situation voranzutreiben. Die Situation ist dadurch charakterisiert, dass alle angebotenen Handlungsalternativen zu Verlust bzw. ernsthaften Schaden einer anderen Person führen, für den Agierenden jedoch Handlungszwang besteht. Der Konflikt besteht nun darin abzuwägen, welcher Schaden minderer ist, bzw. welche der möglichen Handlungskonsequenzen für den Handelnden am erträglichsten ist. Haidt argumentiert an diesem Punkt, dass ein moralisches Urteil getroffen wird, nachdem man sich dem gegebenen Dilemma bewusst ist, als Produkt von schnell ablaufenden, durch kulturelle und soziale Einflüsse erlernten Intuitionen. Seiner Ansicht nach besteht eine engere Verbindung zwischen dem Urteil und den aufkommenden moralischen Emotionen als zu den abstrakten Denkprozessen, die das Dilemma bewußt bewältigen. Ein Beispiel eines moralischen Dilemmas lautet wie folgt (siehe auch Anhang, Items):

Ein Dilemmabeispiel

„Du bist Nachtwächter in einem Krankenhaus. Durch einen Unfall im Gebäude nebenan strömen tödliche Rauchgase ins Belüftungssystem des Krankenhauses. In einem Zimmer liegen drei Patienten, in einem anderen Zimmer ein einzelner Patient. Du bist alleine und weißt, daß sich die Zimmer der Patienten in kürzester Zeit mit Rauchgas füllen werden. Die Patienten dürfen nicht bewegt werden, weshalb sie nicht in ein anderes Zimmer verlegt werden können.

Die einzige Möglichkeit, die drei Patienten vor dem Erstickungstod zu retten, ist es, die Belüftung so umzustellen, daß die Rauchgase in das Zimmer mit dem einzelnen Patienten umgeleitet werden, der dadurch ersticken wird. Wenn du nichts unternimmst, sterben die drei Patienten, der einzelne Patient bleibt verschont.“

2.3.2. Formale Unterschiede

Moralische Urteile können durch bestimmte Prinzipien charakterisiert und unterschieden werden [14] [55]. Dazu gehört das „Action“-Prinzip, welches dafür steht, dass der durch die Setzung einer Handlung hervorgerufene Schaden moralisch schwerwiegender ist, als der durch Unterlassung von Handlungen hervorgerufene Schaden. In der Literatur auch bekannt als der „omission-bias“ gilt das Action-Prinzip in der Philosophie als anerkannt (Baron und Ritov, 2004; Spranca et al., 2003). Das „Intention“-Prinzip besagt, dass explizit intendierter Schaden moralisch schwerwiegender erlebt wird als ein Übel, das als Nebeneffekt einer gesetzten Handlung entsteht. Diese Problematik wird in der Philosophie durch die „Doctrine of the Double Effect“ thematisiert (Foot, 1967; Nagel, 1986), bis dato aber psychologisch wenig hinterfragt bleibt. Dem gegenüber steht das ebenfalls deontologische Prinzip der „Doctrine of Doing and Allowing“ [58], in der es um die Unterscheidung geht, einerseits aktiv zu handeln, um etwas zu bewirken (z.B. einem Todkranken Sterbehilfe leisten) oder andererseits etwas ohne explizites Einschreiten passieren zu lassen (z.B. einen Todkranken ohne Einschreiten sterben lassen). Dieses Prinzip ist in zahlreichen Dilemma Varianten in unterschiedlicher Form wiederzufinden, und wird auch für das hier verwendete Itemmaterial herangezogen werden (siehe Kap. 6). Dem „Contact“-Prinzip zufolge wird ein Schaden, der durch direkten physischen Kontakt verursacht wird moralisch bzw. emotional schwerwiegender erlebt als ein Schaden, der sich durch indirekten Kontakt ergibt. Obwohl die Kontakt-Thematik bisher in der philosophischen und psychologischen Forschung weniger behandelt wurde, wurde sie von Greene und seinen Kollegen in deren Überlegungen zur Itemgenerierung mit einbezogen

„Ein Zug rast mit hoher Geschwindigkeit auf fünf sich auf den Gleisen befindenden Personen zu und droht diese zu überfahren. Diese fünf Personen können gerettet werden, indem die davor geschaltete Weiche auf ein anderes Gleis umgestellt wird, auf dem sich eine einzige Person befindet. Wird die Weiche nicht umgestellt, kommen also fünf Personen ums Leben, betätigt man jedoch den Hebel, nur eine. Die Befragten sollen folgende Frage beantworten: Ist es vertretbar, fünf Personen auf Kosten eines anderen Menschenlebens zu retten?“

Diese Entscheidungssituation wird als das *Trolley* Dilemma [21] bezeichnet. Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass die meisten Personen die Frage in wenigen Sekunden mit ja beantworten. Diesem Dilemma wird folgende Entscheidungssituation gegenübergestellt.

„Ein Zug rast mit hoher Geschwindigkeit auf fünf sich auf den Gleisen befindenden

Personen zu und droht diese zu überfahren. Anders als im Trolley Dilemma steht man nun auf einer Brücke über den Gleisen neben einer fremden Person, die das Geschehen ebenfalls beobachtet. Die einzige Möglichkeit die fünf Personen zu retten besteht darin, die Person neben einem von der Brücke auf die Gleise zu stoßen. Durch die Kollision stirbt der Fremde und der Zug kommt zum Stillstand, bevor er die fünf anderen Personen erreicht. Die zu beantwortende Frage lautet nun: Ist es vertretbar, eine Person in den Tod zu stürzen, um fünf andere Personen zu retten?“

Hierbei handelt es sich um das sogenannte *Footbridge* Dilemma [58], dessen Beurteilung bei den meisten befragten Personen in kürzester Zeit mit nein ausfällt. Die zentrale Frage hier ist, warum ist es legitim, in der einen Situation eine Person zugunsten fünf anderer zu opfern und in der anderen nicht? Dementsprechend wurden die moralischen Dilemmata zunächst in „persönlich“ und „unpersönlich“ unterteilt. Dabei galt: ein moralischer Verstoß ist persönlich, wenn 1) es wahrscheinlich ist, dass er ernsthaften körperlichen Schaden hervorruft (HURT), 2) er eine bestimmte, vom Verursacher wahrgenommene Person oder Personengruppe trifft (YOU), und 3) er nicht durch eine andere Bedrohung oder eine dritte Partei verursacht ist, sondern der Ursprung der gesetzten Handlung im Willen des Verursachers liegt (ME). Treffen alle drei Kriterien zu, also gilt „ME HURT YOU“, wird das Dilemma für die weitere Untersuchung als persönlich bezeichnet. Diese von Greene gewählten Kriterien sind analog zu einigen der bereits besprochenen Varianten von moralischen Dilemmata zu verstehen, da sie ebenfalls die Prinzipien Action und Kontakt berücksichtigen. Am Beispiel der *Trolley vs. Footbridge* Problematik gilt nun: Der Zug stellt eine ernsthafte Bedrohung dar, die, wenn sie nicht abgewendet wird, den Beteiligten das Leben kosten sollte. Beide Situationen sind so aufgebaut, dass sie vorstellungsmäßig eine Handlung verlangen. Jemanden eigenhändig von einer Brücke in den Tod zu stoßen, bezieht sich auf einen persönlichen moralischen Verstoß, die Handlung ist eigenständig initiiert und verursacht, wohingegen im *Trolley* Dilemma die Tatsache, dass der Zug sowieso eine ernsthafte Bedrohung darstellt, und das Übel aus eigenem Ermessen nicht vollständig abgewendet, sondern nur reduziert werden kann (ein Opfer statt fünf), für eine unpersönliche moralisch besetzte Entscheidungssituation spricht.

3

Neurophysiologie der Moral

Im letzten Jahrzehnt technologisch ausgereift, hat sich die Anwendung bildgebender Verfahren auch in der Moralforschung durchgesetzt. Mittlerweile summieren sich die Studien zu Moral und verfolgen dabei den Zweck, jene affektiven und andere relevanten neuronalen Systeme (z.B. „Theory of Mind“) zu identifizieren, die sich für die Verarbeitung von moralischen Emotionen als ausschlaggebend erweisen. Einen guten Überblick dafür bieten zum Beispiel Greene und Haidt (2002) [23]. Allgemeiner Konsens aus Untersuchungen mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) besteht bis dato darin, dass das menschliche Gehirn kein moralisches Zentrum aufweist bzw. keine für die Verarbeitung von ausschließlich moralischen Stimuli spezifischen Strukturen existieren. Alle bisher mit der Verarbeitung von moralischen Sachverhalten assoziierten Areale sind auch in andere mehr oder minder komplexe Verarbeitungsprozesse involviert. Dennoch geben die Befunde zu den bisher erfassten beteiligten Strukturen Aufschluss über die Organisation dieser hoch komplexen Verarbeitungsmechanismen, die im Zuge der Konfrontation mit einer moralischen Urteilsituation entstehen. Nichts desto Trotz sind die Auswirkungen der verschiedenen moralischen Stimuli auf die neuronale Verarbeitung weitgehend unbekannt und bedürfen weiteren einschlägigen Bemühungen einer interdisziplinär angesetzten Forschung. Als besonderer Anstoß für Bemühungen zur Feststellung neuronaler Beteiligungen hinsichtlich Moralverhalten dienten ursprünglich vor allem Beobachtungen von Patienten mit angeborenen Hirnverletzungen, mit erworbenen Läsionen oder Tumoren, sowie Untersuchungen an Personen mit psychischen Störungen (z.B. Psychose, Depression, Compulsion Disorder). Mittlerweile häufen sich auch Untersuchungen an Gesunden zur Erfassung emotionaler Mechanismen bei der Konfrontation mit moralischen bzw. nicht-moralischen Sachverhalten. Eingangs sollen in den folgenden Abschnitten wichtige Befunde aus Läsionsstudien und Untersuchungen an Gesunden in Zusammenhang mit kognitiver und emotionaler Verarbeitung erwähnt

werden, um schließlich auf die wichtigsten Ergebnisse der Forschergruppe rund um Joshua Greene [24] hinsichtlich moralischen Urteilens aus Neuroimaging Studien näher einzugehen.

3.1. Der präfrontale Kortex

Der Präfrontale Kortex (PFC), der die Region im vorderen Teil des Frontallappens im menschlichen Gehirn umfasst, nimmt eine wichtige Rolle in Zusammenhang mit Prozessen der Entscheidungsfindung ein [34]. Dabei wird dieser Region die Beteiligung in Prozessen zur Planung, Überwachung und Evaluation von Handlungen nachgesagt. Der PFC teilt sich in einige funktionell unterscheidbare Unterstrukturen, deren spezielle Beiträge zum Entscheidungsverhalten zu berücksichtigen sind.

3.1.1. Der ventromediale präfrontale Kortex

In Zusammenhang mit Moralverhalten leistete ein prominenter Einzelfall ohne Zweifel Pionierarbeit innerhalb der neurowissenschaftlichen Forschung. Es handelt sich dabei um den Fall des Phineas Gage, eines Minenarbeiters aus dem 19. Jahrhundert, der durch einen Unfall eine Schädelverletzung erlitt [19]. Durch das Trauma wurden Teile seines Frontallappens zerstört, was offenbar bezeichnende Auswirkungen auf sein Urteils- und Entscheidungsverhalten mit sich brachte. Es handelte sich um Läsionen des ventromedialen präfrontalen Kortex (VMPFC), die die Brodmann Areale (BA) 8, 9, 10, 11, 12, 24 und 32 betrafen [15]. Wie auch bei anderen hirngeschädigten Patienten betrafen die verhaltensmäßigen Veränderungen durch das Trauma Defizite in Gage's sozialen Entscheidungsprozessen. Zusätzlich zeigte er Verhaltensabweichungen wie u.a. apathische Züge oder emotional unangemessene, aggressive und impulsive unangemessene Reaktionen auf alltägliche Reize. Aus anderen Studien ist bekannt, dass Läsionen im Bereich des VMPFC auch dazu führen können, dass die Personen auf emotionale Reize nicht mehr angemessen reagieren können. Eine in der Literatur bekannte Aussage fasst die Problematik des erwähnten dysfunktionalen Verhaltens in einem Satz zusammen. Mit „To know, but not to feel“ wird die Unfähigkeit gemeint, emotionale Antworten in praktische Urteile zu integrieren [54]. Antonio Damasio und seinen Kollegen zufolge ist dies auf die Unfähigkeit zurückzuführen, sog. Somatische Marker adäquat zu generieren bzw. zu verwenden. Obwohl die kognitiven Funktionen grundsätzlich erhalten bleiben, hat die Art von Patienten erhebliche Schwierigkeiten im Entscheidungsverhalten bzw. Entscheidungen in ihrem alltäglichen Leben zu treffen. Studien an Patienten mit einer sehr früh erworbenen

präfrontalen Läsion zeigten, dass diese Personen als junge Erwachsene eine retardierte moralische Entwicklung aufweisen, die auf präkonventioneller Ebene zu stagnieren scheint [2]. Manche Forscher schliessen daraus, dass jene präfrontalen Regionen wichtig sind für die Aneignung sozialen Wissens und entsprechender Dispositionen, die ein normales Sozialverhalten und eine angemessene Moralentwicklung ermöglichen.

Weitere Klinische Befunde konnten zeigen, dass Menschen, die unter einer Psychose leiden und Defizite im Sozialverhalten aufweisen, auch Probleme haben, angemessene moralische Urteile zu fällen. Diese Menschen zeigen meist auch wesentliche Beeinträchtigungen in der Fähigkeit zum Erleben bestimmter moralischer Emotionen [7]. So ist bekannt, dass Personen mit einer antisozialen Persönlichkeitsstörung über eine verminderte Menge an grauer Substanz in den Bereichen des präfrontalen Kortex verfügen. Antisoziales Verhalten ist auch in der Psychopathie bekannt, wo Personen ohne erkennbare Hirnverletzung weniger neuronale emotionale Aktivitäten zeigen, z.B. bei der Reaktion auf emotional behaftete Wörter [8]. Insgesamt werden Erscheinungen von Psychopathie mit Dysfunktionen in Amygdalae und rostralen anterioren cingulären Kortex bzw. VMPFC in Verbindung gebracht.

Am interessantesten jedoch sind die Ergebnisse zu anormalen utilitaristischen Urteilmustern von Läsionspatienten (VMPFC) in Reaktion auf einige moralische Dilemmata [35]. Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen die Beteiligung des VMPFC an der Generierung von Emotionen, speziell auch von sozialen Emotionen. Bekannt ist diese Region auch in Assoziation mit Prozessen der Unterscheidung von Selbst- und Fremdbezug im Sinne der „Theory of Mind“ (ToM) [46]. Entsprechende Prozesse wurden bereits mit der Bildung von moralischen Urteilen in Zusammenhang gebracht und mittels fMRI untersucht [32]. Dabei zeigte sich, dass jene Szenarien eher die mit ToM assoziierten Areale aktivierten, in denen die handlungsausführende Person („Agent“) eine andere als der Beurteiler war. Grundsätzlich scheint der VMPFC sich an Prozessen der Integration von Informationen über sich selbst und andere zu beteiligen [1].

3.1.2. Der orbitofrontale Kortex

Unter der Bezeichnung orbitofrontaler Kortex (OFC) versteht man den Bereich der ventralen Oberfläche des Frontallappens. Als Teil des inferioren PFC umfasst er die BA 11, 12, 13 und 14, und wird in der Literatur oft mit dem VMPFC gleichgestellt. Da es keine absolute Einigkeit darüber gibt, ob diese zwei Regionen eigentlich das selbe sind oder nicht, werden sie hier getrennt angeführt.

Da Läsionen im Bereich des OFC in antisozialen Verhaltenstendenzen und einem Mangel an Empathieverhalten resultieren können, wird diese Region mit Prozessen der Wahrnehmung und Verarbeitung emotionaler Reize, die moralische Emotionen begünstigen, assoziiert [?]. Untersuchungen diesbezüglich zur Verarbeitung moralischer Bilder im Vergleich zu nicht-moralischen unangenehmen Bildern zeigten erhöhte Aktivierungen des rechten medialen OFC in Verbindung mit Aktivierungen des medialen frontalen Gyrus (MedFG) und des rechten posterior gelegenen superioren temporalen Kortex (STS).

3.1.3. Der dorsolaterale präfrontale Kortex

Neuere Untersuchungen an Patienten mit VMPFC Läsionen sprechen für eine Interaktion zwischen den Regionen des VMPFC und des dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC), der an der oberen Seite des Frontallappens angesiedelt ist und die BA 9 und 46 umfasst [38]. Außerdem bestehen Projektionen von und zu posterior-parietalen Regionen, zum superioren temporalen Sulcus (STS) und mit Teilen des cingulären Kortex.

Dem DLPFC wird eine wichtige Rolle bei der Verarbeitung und Organisation von Informationen im Arbeitsgedächtnis zugesprochen [13]. Seine Funktionen umfassen dabei die Bereithaltung und Manipulation von Information zur Weiterverarbeitung durch höhere kognitive Funktionen, wie zum Beispiel Sprache, Planung und Problemlösen. Des Weiteren werden dem DLPFC Funktionen zum induktiven Schließen und die Kategorisierung neuartiger Reize nachgesagt [38]. In Zusammenhang mit moralischen Stimuli steht der DLPFC grundsätzlich als Generator von abstrakten Denkprozessen [33] und kognitive Kontrollmechanismen in Frage [43].

Alle bisher genannten Befunde sprechen für den präfrontalen Beitrag zur Verarbeitung von entscheidungsmäßigen wie sozial-moralischen Sachverhalten. Insgesamt interessiert die Frage, inwiefern und innerhalb welcher räumlicher und zeitlicher Muster die verschiedenen Bereiche des PFC an der Bildung von moralischen Urteilen beteiligt sind.

3.2. Der superiore temporale Sulcus

Der superiore temporale Sulcus (STS) trennt die superioren von den mittleren temporalen Gyri in den beiden Temporallappen. Ergebnisse diverser fMRT Studien sprechen für eine räumliche Unterteilung des STS [29]. Der anteriore Bereich des STS ist hauptsächlich in

die Sprachverarbeitung involviert, während der posteriore Teil von zahlreichen kognitiven Phänomenen beansprucht wird, wie unter anderem Prozessen im Sinne der „Theory of Mind“, der audiovisuellen Integration, sowie der Stimm- und Gesichtsverarbeitung.

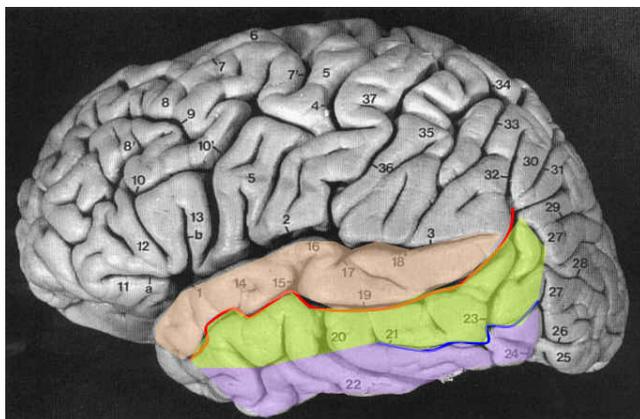


Abbildung 3.1.: Darstellung des linken superiores temporalen Sulcus, rote Linie ²

Bisherige Studien zur neuronalen Verarbeitung von Bildern und einfachen Sätzen mit moralischem Inhalt zeigten, dass es bei moralischen Reizen im Vergleich zu unangenehmen nicht-moralischen Reizen zu einer deutlich erhöhten Konnektivität zwischen dem medialen OFC bzw. VMPFC, dem rechten posterioren STS und dem Precuneus kommt [45], [?]. Der laterale STS spielt eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung sozialer Reize [?], Beteiligungen an Prozessen der Stimm- und Gesichtswahrnehmung sowie an der Sprachverarbeitung sind bekannt. Moll und Kollegen zeigten ihren Probanden moralische Bilder mit und ohne menschlichen Gesichter und zogen den Schluß, dass der STS bei sehr komplexen sozial-kognitiven Prozessen involviert ist. In den Studien von Greene konnten Aktivierungen bilateral im STS und in inferioren parietalen Regionen (BA 39) im Zuge der Beantwortung moralischer Dilemmata wiederholt beobachtet werden, was laut Autoren ebenfalls auf den Bedarf sozial kognitiver Verarbeitungsmechanismen schliessen läßt [22], [24].

Wachsendes Interesse in Zusammenhang mit der Verarbeitung kognitiver Prozesse bei der Generierung eines moralischen Urteils (wie zum Beispiel Überzeugungen) erlangte schließlich die rechte sog. temporo-parietale Verbindung [60].

3.3. Der cinguläre Kortex

3.3.1. Der anteriore cinguläre Kortex (ACC)

Nahe liegend scheint die Vermutung, dass jene Strukturen an der Verarbeitung moralischer Konflikte beteiligt sein könnten, deren Aktivierungsmuster auch mit Phänomenen der Konfliktlösung generell assoziiert werden. Diesbezüglich wurde im letzten Jahrzehnt eine bestimmte Hirnregion besonders untersucht: der anteriore cinguläre Kortex (ACC).

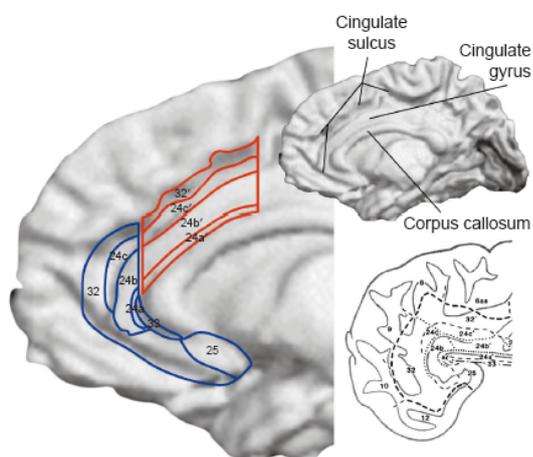


Abbildung 3.2.: Schematische Darstellung der dorsalen Anteile (rot gekennzeichnet) und die ventralen Anteile (blau gekennzeichnet) des anterioren cingulären Kortex (aus Bush et al., 2000)

Diesem Areal, das sich ventral vom präfrontalen Kortex bis hin zum medialen callosalen Korpus erstreckt (siehe Abb.3.2.) wird in Zusammenhang mit Konfliktverarbeitung und Konfliktlösung eine Schlüsselrolle zugeordnet, wobei mehrere Hypothesen und Theorien in Bezug auf seine Funktion in Diskussion stehen. Bekannt ist die Annahme, dass der ACC als Konfliktdetektor agiere, wenn zwei oder mehrere miteinander konfligierende Sachverhalte erfolgreich verarbeitet bzw. integriert werden sollen. Weiters wird dem ACC eine Kontrollfunktion in Rahmen der Konfliktverarbeitung zugesprochen [12]. Weiters bestehen Vermutungen für eine ACC Beteiligung in Prozessen der Ergebnisbewertung und Entscheidungsfindung. Einen recht aktuellen Überblick über die mit dem ACC in Verbindung stehenden kognitiven und neuronalen Prozesse bieten die Arbeiten von Botvinick und Kollegen [10]. Zahlreiche Studien unter Anwendung verschiedener experimenteller Paradigmen belegen, dass der ACC eine zentrale Rolle bei der Erarbeitung und Entdeckung von Konflikten im Zuge verschiedener Auswahl-Aufgaben zusteht, auch

bekannt als die sog. „conflict monitoring hypothesis“. Ein viel untersuchtes Paradigma sind die „go-no go-tasks“, wo auf bestimmte Reize reagiert werden soll (z.B. mittels Tastendruck), auf andere hingegen nicht, also die automatische Antwort unterdrückt wird. In Zusammenhang mit dem „STROOP -Task“ gilt der ACC als ausschlaggebende Instanz zur Unterdrückung einer präpotenten Antworttendenz, die es Menschen schließlich unter erhöhtem Zeitaufwand ermöglicht, die korrekte Antwort zu geben.

Als jene ereigniskorrelierten Potenziale, die in der Vergangenheit durch zahlreiche Studien mit der ACC Aktivität in Verbindung gebracht wurden, gehören die N2 Komponente und die ERN zu den meist untersuchten elektrophysiologische Komponenten. Bei der N2 handelt es sich um eine Negativierung im frontozentralen Bereich mit einem Höhepunkt zwischen 250 und 350 ms nach dem go-nogo Stimulus. Die N2 wird in der Literatur als Substrat für den kognitiven Hemmmechanismus angesehen, der verhindert, dass im Zuge der Antwortauswahl eine inkorrekte Antwort zugelassen wird. Morphologisch ähnlich der N2 gilt die sog. „error related negativity“ (ERN), eine ebenfalls negative Komponente, die in Antwort auf eine Fehlentscheidung (im Zuge von Aufgaben unter Zeitdruck) generiert wird. Sie tritt bekanntermaßen innerhalb oder in unmittelbarer Nähe des ACC auf. In diesem Sinne nehmen Forscher an, dass die ERN möglicherweise die elektrophysiologische Manifestation eines Antwortkonfliktes widerspiegelt [10].

3.3.2. Der posteriore cinguläre Kortex (PCC)

Untersuchungen an Gesunden zeigten unterschiedliche neuronale Reaktionen auf das passive Betrachten moralischer und nicht-moralischer Bilder in sozialen Kontexten [27]. In beiden Bedingungen ergaben sich Aktivierungen im MPFC (BA 9/ 10), im superioren frontalen Gyrus (BA 6) und in der Amygdala. Daraus schliessen die Autoren, dass allgemein emotional negative Reize ähnliche Aktivierungsmuster bewirken unabhängig vom moralischen Gehalt. Dafür waren in der moralischen Bedingung der posteriore STS (BA 39) sowie der posteriore cinguläre Kortex (BA 31) aktiver als in der nicht-moralischen.

3.4. „Moral Dilemma“ Studien (Greene et al., 2004)

Da für die Realisierung dieser Arbeit von wesentlicher Bedeutung sollen Zielsetzung und Ergebnisse der Versuche der Forschergruppe rund um den Philosophen und Neuro-

wissenschaftler Joshua D. Greene ³ näher beschrieben werden. Mittels fMRT konnten Anfang dieses Jahrzehnts erste Einblicke in die neurobiologischen Ursprünge moralischen Urteilens gewonnen werden, die bis heute anerkannt sind. Eine erste Untersuchung [22] stützte ihre Annahmen auf die aus der Literatur bekannte *Trolley* Dilemma versus *Footbridge* Dilemma Problematik (siehe 2.3.2) und auf die Frage, warum Menschen in der einen Situation unterschiedlich reagieren als in der anderen. Laut Greene und seine Kollegen liegt der wesentliche Unterschied hinsichtlich der Beantwortung dieser Frage in der Annahme, dass die Auseinandersetzung mit dem *Footbridge* Dilemma im Vergleich zum *Trolley* Dilemma mit erhöhter emotionaler Beteiligung einhergeht. Dies lässt sich einfach mit dem Gedanken nachvollziehen, dass es von größerer persönlicher und emotionaler Tragweite ist, jemanden durch eigene Hand in den Tod zu stoßen, als einen Hebel zu drücken, der die Weiche umstellt. Sieht man sich im *Trolley* Dilemma in einer Situation mit geringer Handlungsmöglichkeit wieder, verlangt das *Footbridge* Dilemma noch höhere persönliche Beteiligung. Anhand dieser angenommenen Unterscheidung führten die Forscher eine Operationalisierung der Dilemmata durch und entwickelten Kriterien zu deren Einteilung in „persönlich“ bzw. in „unpersönlich“ (siehe 6.1). Laut Hypothese sollte sich in Antwort auf ein persönliches Dilemma (vgl., *Footbridge*) eine erhöhte Aktivierung sozial-emotionaler Verarbeitungsareale abzeichnen, und in Antwort auf ein unpersönliches (vgl. *Trolley*) eher Aktivierungen in jenen Arealen, die mit anderen als „kognitiv“ bezeichneten Prozessen assoziiert werden. Die Ergebnisse zeigten, dass Teile des medialen frontalen Gyrus, den medialen Anteilen der Brodmann Areale BA 9/ 10 entsprechend, des posterioren cingulären Gyrus und des Precuneus (BA 31/ 7), bilateral des angularen Gyrus (BA 39), sowie bilateral des superioren temporalen Sulcus (STS) und des inferioren Parietallappens (BA 39) in der persönlichen Bedingung verstärkt aktiv. Aktivierungen des rechten dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC) (BA 46) und bilateral des inferioren Parietallappens (BA 40), als jene Areale, die bekanntlich mit dem Arbeitsgedächtnis und anderen bei Greene als „kognitiv“ bezeichneten Prozessen assoziiert werden, waren stärker an der Lösung des unpersönlichen moralischen Dilemmas beteiligt.

Die Ergebnisse der ersten Greene'schen Studie bekräftigen die Annahme einer emotionalen Beteiligung in Entscheidungssituationen mit persönlich moralischem Gehalt. Ein vergleichsweise kleiner Unterschied zwischen den Aktivierungen in den unpersönlichen moralischen und nicht-moralischen Bedingungen wurde von den Autoren so erklärt, dass unpersönliche moralische Urteile weniger gemeinsam hätten mit persönlichen moralischen Urteilen als mit bestimmten Formen von nicht moralbezogenen Beurteilungen.

3 <http://www.wjh.harvard.edu/jgreene>

Da im Zuge des Experiments die von den Teilnehmern benötigten Reaktionszeiten (RT) zur Beantwortung eines moralischen Dilemmas mit erhoben wurden, trafen die Autoren eine weitere Annahme. Aus diesen RT - Daten ging hervor, dass die Befragten durchschnittlich mehr Zeit benötigten, um der Rechtfertigung eines persönlichen moralischen Verstoßes zuzustimmen, dafür nur relativ kurze Zeit aufwenden mussten, um diesen abzulehnen. Eine mögliche Annahme aus dieser Beobachtung bestand für die Autoren darin, dass zur Zustimmung eines persönlichen moralischen Verstoßes im Vergleich zu weniger emotional behafteten Situationen eine automatische negative emotionale Reaktion bewältigt werden muss, wodurch sich die Antwort zeitlich verzögert. Greene und Kollegen verglichen dieses Phänomen mit Prozessen der kognitiven Kontrolle, die im Zuge der Bearbeitung der aus der Literatur bekannten „STROOP Aufgabe“ ebenfalls zu verzögerten Reaktionen führen. Dabei handelt es sich um ein bekanntes Paradigma, welches das Lesen und Aussprechen eines geschriebenen Farbwortes erfordert, das in einer anderen Farbe dargestellt ist [10]. Daraus folgerten die Forscher, dass persönliche moralische Entscheidungssituationen (vgl. *Footbridge*) negative sozial-emotionale Antworten begünstigen, die den Menschen üblicherweise dazu bringen, derlei Aktionen aus moralischer Sicht abzulehnen. Dabei könnte es sich um jene automatische bzw. intuitive Regungen handeln, welchen in Haidt's Modell [25] vorrangige Bedeutung in der Bildung von moralischen Urteilen beigemessen wird (siehe Kap. 2.1.3). Die Befürwortung einer solch unbehaglich erlebten Aktion verlangt folglich das Bezwingen der sich intuitiv aufdrängenden negativen sozial-emotionalen Aktivierung, das, wie im STROOP Beispiel angenommen, über kognitive Kontrollprozesse erfolgt.

Die Befürwortung eines persönlichen moralischen Verstoßes findet in einer gewissen Zweckdienlichkeit bzw. Kosten-Nutzen Abwägung ihre Begründung, die einen Schaden zugunsten eines subjektiv größeren Nutzens tolerierbar werden lässt. Bezogen auf die im *Footbridge* Dilemma geschilderte Situation entspricht der Verlust eines Menschenlebens dem tolerierbaren Schaden angesichts der Möglichkeit dadurch fünf andere Menschen zu retten.

Die darauf folgende Studie [24] sollte Aufschluss über zusätzliche Annahmen im Hinblick auf Aktivierungen und korrespondierende Verarbeitungsprozesse in der persönlichen moralischen Bedingung geben. Aufgrund der eindeutig unterschiedlichen Reaktionszeiten zwischen den Bedingungen hielten es die Forscher für sinnvoll, die verschiedenen persönlichen moralischen Dilemmata nach Schwierigkeit in die Kategorien „schwierig“ und „einfach“ einzuteilen. Sie erklärten sich die verlängerte Reaktionszeit für die Urteilsfindung in diesen „schwierigen“ Szenarien wie folgt. Der emotionalen Reaktion auf das Dilemma wirken zusätzliche kognitive Prozesse entgegen, die angesichts der konflikthafte Situation den Weg des geringsten Übels abzuwägen versuchen (zum Beispiel fünf

Menschen auf Kosten eines einzigen Menschenlebens zu retten).

So wurde angenommen, dass diese zeitliche Verzögerung durch die Bewältigung des inneren Konflikts zwischen den vorherrschenden emotionalen Anteilen und den aus kognitiven Kontrollprozessen resultierenden abstrakten Überlegungen bedingt ist. Daraus ergibt sich die Annahme, dass bei erhöhter Reaktionszeit im Zuge der Beurteilung eines persönlichen moralischen Dilemmas im Vergleich zu niedriger Reaktionszeit eine verstärkte Aktivierung jener Regionen im Gehirn zu erwarten ist, die mit Prozessen der kognitiven Kontrolle in Zusammenhang stehen. Erkenntnissen aus der Literatur (STROOP Aufgabe) zufolge entspricht der anteriore cinguläre Kortex (ACC) dieser Region (siehe Kap. 3.3). Als Hinweis auf das Vorherrschen abstrakter Denkprozesse und kognitiver Kontrolle sollte außerdem bei verlängerter im Vergleich zu kurzer Reaktionszeit eine erhöhte Aktivierung in Bereichen des dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC) zu beobachten sein [43].

Die Annahme bleibt also interessant, dass negative emotionale Reaktionen die Ablehnung einer persönlichen moralischen Handlung begünstigen, jedoch durch kompensierende und Kosten-Nutzen abwägende kognitive Prozesse (DLPFC) auch aufgehoben werden können. Weiters wurde postuliert, dass die mit den emotionalen Aktivierungen im Zuge eines schwierigen persönlichen Dilemmas konkurrierenden Prozesse auf die Beteiligung schlussfolgernden Denkens und kognitiver Kontrolle zurückzuführen sind. Auch fanden Greene et al. bilateral erhöhte Aktivierungen im anterioren dorsolateralen präfrontalen Kortex (BA 10/ 46) sowie im inferioren Parietallappens (BA 40/ 39).

Zur Überprüfung der Hypothese, dass nutzenorientierte persönliche moralische Urteile jene Hirnregionen stärker aktivieren, die klassischerweise mit „kognitiven“ Verarbeitungsprozessen assoziiert werden, wurden die neuronalen Aktivierungen bei nutzenorientierten Entscheidungen mit jenen bei nicht-nutzenorientierten Entscheidungen verglichen. Die Auswertung der Daten zeigte Aktivierungsmaxima bei nutzenorientierter Entscheidung im Vergleich zu nicht-nutzenorientierter Entscheidung bilateral in Bereichen des anterioren dorsolateralen präfrontalen Kortex (BA 10), des rechten inferioren Parietallappens (BA 40) sowie in der anterioren Region des posterioren Gyrus cinguli (BA 23/ 31).

Etwa zur gleichen Zeit wie Greene unternahmen auch Moll und seine Kollegen [45] entsprechende Studien zum moralischen Urteilen unter Berücksichtigung der Beteiligung der moralischen Emotionen. Sie gaben ihren Probanden einfache Sätze mit (z.B. „they hung an innocent“) bzw. ohne moralischen Gehalt (z.B. „Stones are made of water“) vor. Dieses Design unter Einbezug einer emotionalen (unangenehmen) nicht moralischen Bedingung bot die Möglichkeit, moralische Verarbeitung von einer emotional aversiven getrennt betrachten zu können. Dabei waren bei den moralisch besetzten Sätze Teile

des frontalen Pols und des medialen frontalen Gyrus aktiver, sowie erhöhte Aktivitäten unter anderem im rechten Zerebellum, im rechten temporalen Pol, im superioren temporalen Sulcus und im linken orbitofrontalen Kortex zu beobachten. Eine weitere Studie verglich die Aktivierungen beim passiven Betrachten von Bildern mit bzw. ohne moralischen Gehalt, von angenehmen und unangenehmen nicht moralischen, sowie neutralen Bildern [44]. Die Ergebnisse zeigen, dass moralische und grundsätzlich unangenehme Emotionen ähnlichen neuronalen Ursprung haben. Aktivierungen in Bezug auf die Verarbeitung der moralischen Sachverhalte in Vergleich zu neutralen Stimuli zeigten Erhöhungen in Bereichen des rechten medialen OFC (BA 11), des rechten medialen frontalen Gyrus (medFG) (BA 10), sowie in Teilen des Kortex um den rechten anterioren superioren temporalen Sulcus (STS) (BA 21/ 38) und bilateral des posterioren mittleren temporalen Gyrus (BA 22/ 19). Weitere Aktivierungen betrafen den rechten Precuneus (BA 7), bilateral den Gyrus Fusiformis (BA 19), sowie den linken inferioren okzipitalen Gyrus (BA 18).

Mittlerweile gibt es einige Studien, deren Vorgehensweise auf Greene's Ergebnissen basieren. Einige fanden ähnliche Areale im Vergleich von moralischen und nicht moralischen Szenarien aktiviert [55]: der mediale frontale Gyrus (BA 10), die frontopolare Region der linken Hemisphäre (BA 10), bilateral der posteriore STS/ inferiore parietale Lobulus (BA 19/ 39) sowie Regionen des linken rostralen DLPFC (BA 9/ 46). Dass im Rahmen ihres Versuchs im posterioren cingulären Kortex (BA 31) keinerlei Aktivierung zu verzeichnen war, erklären Borg et al. mit der Annahme, dass es im Gegensatz zu ihrem Design in Greene's Szenarien oft um nahe stehende bzw. bekannte Personen ging.

4

Die Elektroenzephalographie

4.1. Einführung

In den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts konnte der Liverpoolsche Physiologe Richard Caton im Tierversuch elektrische Aktivitäten zwischen zwei Elektroden an der Hirnrinde feststellen. Die ersten Registrierungen beim Menschen erfolgten durch den Jenaer Psychiater Hans Berger ab 1929 in Zusammenarbeit mit Neurochirurgen bei Patienten mit entfernter Schädeldecke. Als EEG-Pionier in Wien galt Fleischl von Marxov [11]. Das EEG als nicht-invasives Verfahren zur Aufzeichnung und Interpretation neuronaler Prozesse ist nach wie vor eine stabile und kostengünstige Alternative zu den sog. bildgebenden Verfahren zu sehen. Als Nachteil elektroenzephalographischer Methoden ist die relative örtliche Ungenauigkeit über den anatomischen Ursprung einer Spannungsschwankung zu berücksichtigen, die sich nur mittels Einsatz von komplexen statistischen Verfahren zur Quellenlokalisierung kompensieren lässt. Nichts desto Trotz zeigt sich die Elektroenzephalographie weitgehend beständig gegenüber den bildgebenden Verfahren wie PET, fMRT, deren resultierende Abbilder neuronaler Aktivitäten aus der heutigen Forschung nicht mehr wegzudenken sind. Es kann zwar aus EEG zunächst kein eindeutiger Schluss auf Lage und Stärke der Quellen der neuronalen Aktivität gezogen werden. Doch unter bestimmten physiologischen Annahmen, gegebenenfalls unter Hinzunahme struktureller Information (z.B. aus MRT oder CT), lassen sich eindeutige Lösungen ermitteln [?]. Hinsichtlich der guten zeitlichen Auflösung gilt das EEG auch heute noch vergleichsweise als unverzichtbares Instrument, um neurophysiologische Prozesse zu erforschen.

Zum EEG zählen nicht nur die elektrischen Spannungsschwankungen der Großhirnrinde, sondern auch die subkortikalen elektrischen Potenziale, die aus den phylogenetisch

älteren Hirnstrukturen bis zum Kortex weitergeleitet werden können. Als spontane EEG Aktivität sind folgende Wellenformen prominent: der vor allem okzipito-parietal auftretende sinusförmige Alpha-Rhythmus (8-13 Hz) bei geringer visueller Aufmerksamkeit im Wachzustand; der höher frequente Beta-Rhythmus (13-30 Hz) bei visueller Konzentration oder Aufmerksamkeit; Delta - sowie Theta Wellen; Gamma Wellen (über 30 Hz). Weitere Rhythmen treten im Schlaf oder unter pathologischen Bedingungen auf. Die an der Schädeloberfläche abzuleitenden Signale summieren sich aus einer Vielzahl elektrischer Prozesse, die in verschiedenen kortikalen Regionen gleichzeitig ablaufen. Trotz dieser Vielfalt an nicht eindeutig nachvollziehbaren Prozessen hat man in jahrelanger Forschung gewisse Muster elektrischer Potenziale ausmachen können, die charakteristisch mit psychischen Vorgängen zusammenhängen.

4.2. Physiologische Grundlagen hirnelektrischer Potentiale

4.2.1. Die Nervenzelle

Das Gehirn enthält an die 100 Milliarden Nervenzellen, die als Neuronen je nach Ort und Funktion in verschiedenen Formen, Größen vorkommen. Ihre Hauptaufgabe liegt in der Aufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung von Informationen in Form von elektrischen und chemischen Signalen [6]. Die Informationsaufnahme einer Nervenzelle geschieht durch die Leitung elektrischer Impulse von anderen Nervenzellen und dies meist chemisch über Synapsen an die Dendriten oder das Soma (Zellkörper). Die Informationsweiterleitung erfolgt an der Synapse durch EPSP und IPSP. Dementsprechend ergeben sich die EEG-Signale großteils aus der vielfältigen Überlagerung von postsynaptischen Potenzialen, die sich schließlich als Quelle im EEG registrieren lassen. Der Neokortex ist in mehreren Schichten aufgebaut. Als Ursprung der Quelle werden die sog. Pyramidenzellen gesehen, deren Dendriten bis in die oberen Schichten des Neokortex nahe der Schädeloberfläche reichen und deren Zellkörper in den tieferen Schichten liegen. Für die Entstehung von elektrischen Spannungsschwankungen im Spontan-EEG und bei den evozierten Potenzialen spielen die apikalen Dendriten und die unspezifischen Afferenzen eine zentrale Rolle. Auch jene Soma und Dendriten umgebenden Gliazellen bewirken neben vielen anderen Funktionen eine Verstärkung und Ausbreitung der extrazellulären negativen Potenziale. Für eine genauere Beschreibung sei auf [56] verwiesen.

4.2.2. Ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs)

Die Informationsverarbeitung passiert im Neuron selbst, welches wiederum über ein Axon ein verarbeitetes elektrisches Signal zu den Rezeptoren bzw. Synapsen einer oder mehrerer entsprechenden Zielzellen weitergibt. Jene Potenzienschwankungen, die durch eine kurzzeitige Reizung von Rezeptoren oder elektrische Reizung von Nervenbahnen und -zentren auftreten, nennt man evozierte Potenziale (EPs). Verschiedene Formen von EPs beziehen sich auf die Qualität der einströmenden sensorischen Reize, so die Bezeichnungen akustisch, visuell oder somatosensorisch evozierte Potenziale. Dabei werden einerseits neuronale Korrelate der sensorischen Verarbeitung von jenen der später einsetzenden kognitiven Verarbeitung unterschieden. Einige, den sensorischen EPs (2 bis 200 ms) folgenden spätere Wellenformen können charakteristisch je nach Reizqualität und -beschaffenheit unterschieden werden.

Zur Analyse von EPs werden charakteristische Kenngrößen herangezogen. Als Kriterien zur Quantifizierung und weiterführenden Interpretation hirnelektrischer Aktivitäten dienen hauptsächlich Frequenz, Amplitude und Geordnetheit des EEG-Signals innerhalb eines eigens ausgewählten Interessensbereichs. Üblicherweise werden Signale an ein bestimmtes Ereignis geknüpft betrachtet, weshalb sie als sog. ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs) bezeichnet werden, so zum Beispiel nach einem visuellen Stimulus oder auch der Zeitbereich um einen Tastendruck herum. So unterscheidet man spezielle Hirnstromwellen zum Beispiel nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens. Als prominente Komponente kann die sog. P300 genannt werden. Die P300 ist eine positive Welle, die ungefähr zwischen 250 und 400 ms nach Reizpräsentation auftritt. Die Latenz der P300 dient als Maß für den Zeitpunkt der kognitiven Reizbewertung bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, während ihre Amplitude als neuronales Korrelat aufmerksamkeits- sowie gedächtnisbezogener Prozesse gilt. Weitere bekannte Wellenformen sind zum Beispiel die N200 (Negativierung um 150 bis 300 ms nach Reizpräsentation), die in Zusammenhang mit Reizdiskriminations- und Wiedererkennungsaufgaben steht, oder auch die N400 (Negativierung um 200 bis 600 ms nach Reizpräsentation), die mit Prozessen der Sprachverarbeitung assoziiert wird [56].

4.2.3. Die Ableitung des EEG

Das Elektroenzephalogramm dient also der Aufzeichnung von hirnelektrischen Potenzienschwankungen. Der Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass die durch die Kumulierung exzitatorischer postsynaptischer Potenziale (EPSP) entstehende Aktivität direkt an der

Kopfoberfläche gemessen werden kann. Dabei müssen mindestens an die 10 000 Nervenzellen gleichzeitig aktiviert sein, um ein messbares Signal ermitteln zu können, wobei auch deren geometrische Anordnung und Entfernung zueinander günstig liegen müssen. Die Distanz zur Kopfoberfläche darf nicht zu groß sein. Die Aktivität subkortikaler Potenzialschwankungen kann durch die größere Distanz zur Kopfoberfläche nicht direkt abgeleitet werden, sondern lediglich über die Aktivierungen jener kortikaler Strukturen vorsichtig erschlossen werden, die Projektionen zu den tieferen Strukturen unterhalten. Die für die durchgeführte Ableitung verwendete Abtastrate liegt bei 250Hz, was der Aufzeichnung des Signals je 4 ms entspricht.

Teil II.

Empirischer Teil

5

Fragestellung und Versuchsdesign

5.1. Ziele

Ziel der Untersuchung ist die Auslösung moralischer Urteilsprozesse und deren Beobachtung auf neuronaler Ebene mit Hilfe elektrophysiologischer Verfahren. Als Beitrag zur neurowissenschaftlichen Forschung zu diesem Thema zielt die vorliegende Studie darauf ab, erstens vorhandene Ergebnisse zur neuronalen Aktivität aus früheren fMRT Studien mittels EEG zu replizieren [24], und weiters etwaige wertvolle Einblicke in die dem moralischem Urteilen zugrunde liegenden Potenzialschwankungen im EEG zu erlangen. Es wird erwartet, dass im Zuge der Beantwortung moralischer Szenarien im Vergleich zu nicht-moralischen Szenarien erhöhte Aktivitäten in Bereichen des medialen PFC, des ACC sowie des STS zu verzeichnen sind. Der Vorteil des hier angewandten Verfahrens besteht in der besseren zeitlichen Auflösung bei der Datenaufzeichnung, womit sich die Forderung nach dem Erlangen von zeitlich genaueren Informationen über die Aktivität der zugrunde liegenden neuronalen Prozesse erhebt.

Es soll der Frage nachgegangen werden, inwiefern kognitive und emotionale Prozesse beim Fällen von moralischen Urteilen beteiligt sind. Für die Festlegung des Versuchsdesigns stellt sich das Problem der zeitlichen Einschränkung, wann genau ein Urteil denn gefällt wird. Die Dauer eines Konflikts wie auch der genaue Zeitpunkt einer Entscheidung variieren inter- wie intraindividuell maßgeblich, sodass ein schlüssiges standardisiertes Design hierzu nicht existieren kann. Das vorliegende Versuchsdesign stellt also in gewisser Weise eine Kombination aus mehreren unterschiedlichen Ansätzen dar, wobei die experimentalpsychologische Operationalisierung mit elektrophysiologischen Messmethoden vereint wird. Einerseits erfolgt die Vorgabe ausgewählter Szenarien in Textform, wie

sie oft in moralpsychologischen Untersuchungen vorgegeben werden. Die Textdarbietung ist so gestaltet, dass die entgültige Entscheidung erst ab einem bestimmten Zeitpunkt stattfinden kann. Den Reiz stellt hierbei die Frage dar, die nach Zustimmung bzw. Ablehnung eines moralischen Verstoßes fragt. Dieser Zeitpunkt des Darbietungsbeginns der Frage soll als Auslöser jener ereigniskorrelierten Potenziale (EKPs) dienen, die im Zuge einer textbasierten Entscheidungsaufgabe auftreten und soll auf Charakteristika der sensorischen Verarbeitung hin untersucht werden. Die Untersuchung von Veränderungen spezieller Kennwerte bekannter EKPs wird Teil der Auswertung sein, wobei ein explorativer Schwerpunkt auf der Lokalisation beteiligter kortikaler Generatorverbände liegt. Beobachtete Wellenformen und ermittelte Lokalisationen sollen schließlich hinsichtlich ihrer Beschaffenheit in den beiden Hauptbedingungen moralisch versus neutral untersucht werden. Laut Erkenntnissen aus der Moralforschung (siehe 2.3.2) stellt die Formulierung der Frage einen wesentlichen Einflussfaktor für die entgültige Entscheidung dar. Dementsprechend teilen sich die moralischen Szenarien in solche Dilemmata auf, in denen einerseits nach Zustimmung bzw. Ablehnung einer Handlung (Action) gefragt wird (A-Frage) und in solche, in denen nach Zustimmung bzw. Ablehnung einer Unterlassung der Handlung (Omission) gefragt wird (O-Frage). Es soll geklärt werden, ob sich die neuronalen Muster hinsichtlich der unterschiedlichen Formulierung der Entscheidungsfrage („Action“ vs. „Omission“, siehe 6.1) unterscheiden. Die Einteilung in die jeweiligen Versuchsbedingungen ist in Abbildung 5.1. ersichtlich. Für die spätere Interpretation ist der Outcome so operationalisiert, dass bei den moralischen Items die Beantwortung einer A-Frage mit „richtig“ der Zustimmung eines moralischen Verstoßes entspricht, und dessen Ablehnung durch die Antwort „falsch“ gegeben werden kann. Genau umgekehrt verhält es sich dann mit der Beantwortung einer O-Frage (vgl. Abb. 5.1).

Bedingung	Formulierung der Frage	Antwort	Outcome	Itemanzahl	Kodierung
moralisch	Action	Richtig	Zustimmung	15	A1
	"Den Mann stoßen ist ..."				A2
	Omission	Falsch	Ablehnung	15	O1
	"Nichts tun ist ..."				O2
neutral	A	Richtig	A	15	R1
	"Firma A wählen ist ..."				R2
	B	Falsch	B	15	F1
	"Firma B wählen ist ..."				F2

Abbildung 5.1.: Versuchsbedingungen

5.2. Hypothesen

In Anlehnung an die Greene'schen Ergebnisse wird eine erhöhte Aktivierung in Bereichen des medialen frontalen Kortex im Zuge der Bearbeitung moralischer Dilemmata im Vergleich zu neutralen Entscheidungssituationen erwartet. Entsprechende Brodmann'sche Areale, die an diesen Prozessen beteiligt sein sollen, sind vor allem BA 9 und 10.

Weiters soll die Bearbeitung moralischer Dilemmata im Vergleich zu neutralen Entscheidungssituationen eine erhöhte Aktivierung in Bereichen des posterioren cingulären Kortex (PCC) (BA 31) bewirken. Außerdem wird eine erhöhte Aktivierung in Bereichen des posterioren superioren temporalen Sulcus (STS), BA 39 im Zuge der Bearbeitung moralischer Dilemmata im Vergleich zu neutralen Entscheidungssituationen erwartet.

Im weiteren Sinn stellt sich die Frage, inwiefern ein moralisches Dilemma Szenario einen Entscheidungskonflikt hervorruft bzw. durch welche neuronalen Veränderungen sich dessen Lösung bemerkbar macht. Es wird angenommen, dass es im Zuge der Bearbeitung moralischer Dilemmata im Vergleich zu neutralen Entscheidungssituationen zu erhöhter Aktivierung in Bereichen des anterioren cingulären Kortex (ACC), BA 24 kommt.

Hinsichtlich relevanter Verhaltensdaten wird schließlich die Hypothese formuliert, dass Personen für die Beantwortung von moralischen Dilemmata mehr Zeit als zur Beantwortung von neutralen Entscheidungssituationen benötigen, und vor allem die Zustimmung zu einem moralischen Verstoß mehr Zeit benötigt, da die vorauslaufende emotional aversive Reaktion durch den Einfluss kognitiver Kontrollprozesse übergangen werden muß. Es werden also verlängerte Reaktionszeiten für die Zustimmung moralischer Verstöße erwartet als für deren Ablehnung.

5.3. Zeitlicher Ablauf

Die Vortestung zur Bewertung und Vorauswahl des Itemmaterials fand zwischen Dezember 2008 und Jänner 2009 am Institut für Biologische Psychologie der Universität Wien statt. Die Dauer der Vortestung betrug ungefähr eine Stunde pro Vpn. Die Hauptuntersuchung mit Erhebung der EEG Daten und Ratingangaben fand für alle Vpn stets im Rahmen einer einzigen Sitzung im Zeitraum von Jänner bis Juni 2009 statt. Die Sitzungen dauerten je zwischen zwei und drei Stunden.

6

Itemmaterial

Wie bereits beschrieben (siehe Abschnitt 2.2.3) existieren in der Praxis verschiedene Paradigmen zum Festhalten individueller moralischer Standpunkte. Die Annahme, dass in „real life“ Situationen die Verarbeitung von moralisch besetzten Inputs unter Beteiligung höchster kognitiver sowie emotionaler Prozesse abläuft, kann als Hinweis für die Komplexität des zugrunde liegenden moralischen Sachverhalts gesehen werden. In anderen Worten moralisches Urteilen findet meist in komplexen Kontexten statt, in denen viele Faktoren das endgültige Urteil beeinflussen (z.B. soziale Rahmenbedingungen, Handlungskonsequenzen, etc.). Probanden früherer Studien berichteten, dass ihnen das vorgegebene bildhafte Reizmaterial nicht real genug vorkam, und somit keine Identifizierung mit der Situation erfolgt war [27].

Die Konfrontation mit einer Situation, die im Dilemma mündet bietet hier eine ganzheitlichere Vermittlung eines realen Ausschnitts aus einer möglichen Wirklichkeit. Da die wichtigsten Rahmenbedingungen beschrieben werden, ist es den Personen möglich, sich bewusst ein konkreteres Bild von einem gegebenen Sachverhalt zu machen, als zum Beispiel bei der Vorgabe von kurzen, isolierten moralisch besetzten Aussagen [45]. Die Verwendung von solcherlei Szenarien soll dazu führen, dass sich die Personen eher in die beschriebene Situation einleben können, was sich zugunsten der ökologischen Validität der Items auswirken soll. In Anlehnung an die Studien von Joshua Greene und Kollegen werden den Versuchspersonen ausgewählte Szenarien moralischer Dilemmata dargeboten [24]. Im Gegensatz zu der von Greene realisierten Operationalisierung der Dilemmata in moralisch persönlich, moralisch unpersönlich und nicht moralisch bzw. neutral werden die hier verwendeten Items mittels Vortestung zunächst nur in die Bedingungen moralisch und neutral eingeteilt. Eine weitere Unterteilung innerhalb der moralischen Bedingung betrifft den Fragesatz, auf welchen die Vpn entweder mit „richtig“ oder mit

„falsch“ antworten kann und somit das Urteil per Tastendruck gegeben wird. Dabei kommt es darauf an, wie die Frage formuliert ist. Nach dem „Action“-Prinzip (siehe Kap. 2.3.) und daraus folgenden Überlegungen wird ein moralischer Verstoß schwerwiegender empfunden, wenn dafür eine aktive Handlung auszuführen ist, als wenn dieselbe Konsequenz durch Unterlassung einer Handlung herbeigeführt wird. Dementsprechend sind die Fragesätze, die dem Stimulus vor Tastendruck entsprechen, unterschiedlich formuliert. Die A-Fragen („Action“) fragen danach, ob es richtig bzw. falsch ist, eine bestimmte Handlung auszuführen, während die O-Fragen („Omission“) als Alternative anbieten, nichts zu unternehmen und den Dingen ihren Lauf zu lassen.

6.1. Moralische Bedingung

Zur Gewinnung des Reizmaterials in der moralischen Versuchsbedingung wurden verschiedene der im Theorieteil erwähnten Ansätze zur Variation von dilemmaartigen Entscheidungsszenarien nun zur Generierung des Itemmaterials umgesetzt. Die formale Struktur der Szenarien ist weitgehend einheitlich, sodass sie sich nur inhaltlich voneinander unterscheiden. Anders gesagt handelt es sich bei allen dreißig Szenarien um Texte mit folgenden Eigenschaften:

- In jedem Szenario es geht um das Schicksal von Menschen, das heißt der Kontext ist stets ein sozialer. Inhalte wie der Diebstahl von Objekten sind nicht Teil der moralischen Bedingung. Die Konsequenzen aller Handlungsalternativen betreffen hauptsächlich das Leid anderer Personen, wobei in einigen Szenarien zusätzlich der Urteiler selbst davon betroffen ist.
- Die potenziellen Opfer sind dem Entscheider vorzugsweise unbekannt [55]. Insgesamt 24 von 30 Dilemmata schließen nur dem Uteiler anonyme Personen als Opfer mit ein.
- In allen Situationen geht es um die Herbeiführung bzw. Vermeidung von ernstem körperlichem Schaden meist mit Todesfolge. Dieses Kriterium entspricht dem „HURT“ in Greene´s Operationalisierung [22].
- Alle Szenarien beziehen sich auf Situationen in der Gegenwart, um zusätzliche Annahmen und Planungsverhalten über zukünftige Ereignisse reduziert zu halten und den Echtzeitsbezug zu untermalen.
- Die Versuchspersonen werden direkt angesprochen. Die direkte Anrede soll den

Ich-Bezug herstellen und somit ermöglichen, dass die Versuchspersonen die Situationen bzw. die Handlungen auf sich selbst beziehen. Damit soll die Identifizierung mit der jeweiligen Situation begünstigt werden, die eine erhöhte emotionale Beteiligung der Personen am Geschehen bewirken kann.

- Jede Entscheidung kann nur durch die Wahl der Antworten „richtig“ oder „falsch“ getroffen werden. Die Wortwahl entspringt der Annahme, dass die Bezeichnungen „richtig“ oder „falsch“ als verbindliche Urteile aufgefasst werden, und die Teilnehmerinnen gewissenhafter reagieren, als zum Beispiel bei dem Gegensatzpaar „verwerflich“ oder „nicht verwerflich“. Wichtig ist, dass die Kategorien die jeweiligen Haltungen der Vpn klar voneinander trennen, um zu unterstreichen, dass die Wahl einer Kategorie die andere wirklich ausschließt. Moll und Kollegen [45] argumentieren außerdem, dass die Vorgabe von nur zwei Antwortkategorien den kognitiven Aufwand gering hält, und somit nicht vom eigentlichen Dilemmakern ablenkt.

Anhand der vorangegangenen Überlegungen und Befunde (siehe Kapitel 3.4.) werden die Antworten der Vpn in die Outcomes „Zustimmung“ und „Ablehnung“ eingeteilt. Die Vpn können einem moralischen Verstoß zustimmen oder sie können diesen ablehnen. Als moralischer Verstoß gilt jene Handlung die getätigt werden muss, um im Sinne einer Kosten-Nutzen-Erwägung den „besten“ Ausgang der Situation zu bewirken. Entschließt sich die Vpn eine Person durch eine aktive Handlung zu „opfern“, um damit mehreren anderen Menschen das Leben zu retten, wird laut Hinweisen aus der Literatur diese Handlung im Allgemeinen verwerflicher empfunden als wenn man die mehreren Menschen durch Unterlassung der Handlung sterben läßt [58]. Im Sinne des Konstrukts „Killing or letting die“ wird die Handlung schlimmer empfunden als die Unterlassung der Handlung.

Anhand eines Beispiels soll die Einteilung verdeutlicht werden. Die Zustimmung eines moralischen Verstoßes entspricht zum Beispiel der Entscheidung 1 Person zu opfern, um 5 andere Personen in Gefahr zu retten. Als Zustimmung werden folgende Antwortkombinationen verwertet. Ein moralischer Verstoß gilt als vertretbar,

- wenn auf eine A-Frage mit „richtig“ geantwortet wird (*„Das Gelände zerbrechen ist richtig“*)
- wenn auf eine O-Frage mit „falsch“ geantwortet wird (*„Nichts zu unternehmen ist falsch“*)

Die Ablehnung eines moralischen Verstoßes entspricht der Entscheidung nichts zu tun, wodurch die 5 Personen sterben, die einzelne Person aber bleibt verschont. Als Ab-

lehnung werden folgende Kombinationen verwertet. Ein moralischer Verstoß gilt als unvertretbar,

- wenn auf eine A-Frage mit „falsch“ geantwortet wird (*„Das Gelände zerbrechen ist falsch“*)
- wenn auf eine O-Frage mit „richtig“ geantwortet wird (*„Nichts zu unternehmen ist richtig“*)

6.2. Neutrale Bedingung

Die insgesamt 30 Szenarien, die als neutrale Bedingung den moralischen Items gegenüberstehen, stellen Entscheidungssituationen dar, aus welchen sich ebenfalls zwei Handlungsalternativen ergeben. Von der strukturellen Gestaltung entsprechenden die neutralen Items jenen der moralischen Bedingung. Das heißt, jedes Item setzt sich aus drei aufeinander folgenden Textteilen zusammen. Der erste Teil umfasst die Rahmenbedingung der Entscheidungssituation, der zweite gibt die zwei Entscheidungsmöglichkeiten wieder und der dritte Teil enthält die Frage, auf die mittels Tastendruck geantwortet werden soll. Die Antwortmöglichkeiten entsprechen den Tasten 1 für die Antwort „richtig“ und 5 für „falsch“. Zum Teil an die neutralen Szenarien von Greene [24] angelehnt, entspringen die Items inhaltlich meist mehr oder weniger vertrauten Situationen aus dem Alltag, wie zum Beispiel ein Brieflos zu kaufen oder joggen zu gehen. Insgesamt geht es also um sachliche oder terminliche Entscheidungen, manchmal in einen sozialen Kontext eingebettet. Wichtig für die Generierung der Items ist die Überlegung, dass es im Vergleich zu den moralischen Items zwar notwendig ist, dass eine Entscheidung getroffen wird, aber nicht unbedingt relevant ist, welche von beiden. Aus diesem Grund sind die Alternativen so gewählt, dass sie einander recht ähnlich sind, und dabei einen gewissen Entscheidungskonflikt ermöglichen. Folgendes Szenario ist Teil der neutralen Items:

„Du musst von Wien nach Hamburg reisen, um an einer Sitzung teilzunehmen, die um 14 Uhr anfängt. Du kannst entweder den Bus oder den Zug nehmen.

Der Bus benötigt laut Fahrplan um eine Stunde weniger, kann sich wegen möglichen Staus aber um eine Stunde verspäten. Der Zug wird dich gerade rechtzeitig zum Beginn der Sitzung nach Hamburg bringen. Es würde dir gut passen, vor der Sitzung noch eine Stunde Zeit zu haben, andererseits kannst du dir keine Verspätung bei der Sitzung erlauben.

Den Bus nehmen ist...

Analog zu den moralischen Items werden die neutralen kodiert. Da es in der neutralen Bedingung keine Unterteilung in „Zustimmung“ oder „Ablehnung“ gibt, werden die Antworten je nach Wahl der Taste kodiert. „R“ steht für die Antwort „Richtig“, wenn die Vpn die Taste 1 gedrückt hat, und „F“ steht für die Antwort „Falsch“, wenn sie die Taste 5 gedrückt hat.

6.3. Bewertung und Anpassung

Vortestung

Im Rahmen einer im Vorfeld der Hauptuntersuchung angelegten Vortestung wurden die Items von insgesamt 7 unabhängigen Bewerterinnen nach bestimmten Kriterien eingestuft, um sie nach entsprechenden Anpassungen in die Versuchsbedingungen einteilen zu können. 30 moralische und 30 nicht moralische Szenarien gingen in die Bewertung ein. Im Sinne einer Validierung sollte überprüft werden, ob die Items entsprechend ihrer ursprünglichen Einteilung auch von den Bewerterinnen in die Bedingungen moralisch vs. neutral eingestuft werden. Wurden moralische Items als nicht moralisch bzw. emotional nicht bedeutsam empfunden, wurden sie überarbeitet oder aus der Bedingungskategorie entfernt. Analoges galt für die Szenarien der neutralen Bedingung, die als moralisch bzw. emotional bedeutsam eingestuft werden. Außerdem sollten die Teilnehmerinnen angeben, wie schwer sie sich bei den einzelnen Urteilen taten. Die Vpn hatten die Aufgabe, alle Szenarien zu lesen, und sich dann für eine der beiden Handlungsalternativen zu entscheiden. Dies geschah per Knopfdruck (siehe Kap.8.2.). Insgesamt wurde darauf geachtet, dass das allgemeine Setting der Vortestung jener der späteren Hauptuntersuchung entspricht, um etwaige externe Variablen/ Einflussfaktoren konstant zu halten. Die Bewerterinnen beantworteten drei Fragen zu jedem der 60 Szenarien. Für jede Frage konnten sie eine Antwort aus fünf möglichen Möglichkeiten wählen, welche von „gar nicht wichtig“ (Taste 1) bis „sehr wichtig“ (Taste 5) reichten. Folgende Fragen wurden zu jedem Item beantwortet:

- „Inwieweit waren moralische Aspekte in dieser Situation wichtig?“
- „Inwieweit waren emotionale Aspekte in dieser Situation wichtig?“
- „Wie schwer ist dir diese Entscheidung gefallen?“

Für die Hauptuntersuchung stand schließlich die endgültige Auswahl des Itemmaterials von 30 moralischen Items, darunter 15 mit A-Fragen und 15 mit O-Fragen, sowie 30 neutralen Items zur Verfügung (siehe Appendix 13.1.)

6.4. Itemdarbietung

Alle Szenarien sind in drei Textteile gegliedert (siehe Appendix 13.1.). Der erste Teil beschreibt den situativen Rahmen und die Ausgangssituation. Nachdem die Versuchsperson den Teil gelesen hat, betätigt sie das Fußpedal mit dem rechten Fuß und es erscheint unterhalb des ersten Teils der zweite Textteil. Aus diesem Text gehen die zwei Handlungsalternativen hervor, welche der Versuchsperson zur Auswahl angeboten werden. Die Versuchsperson soll sich für eine der beiden Antwortalternativen entscheiden, indem sie auf der Antwort Box entweder die Taste „1“ („richtig“) oder die Taste „5“ („falsch“) drückt. Unterhalb der Frage werden stets die Antwortmöglichkeiten aufgezeigt, die Tasten auf der Antwortbox sind entsprechend numeriert.

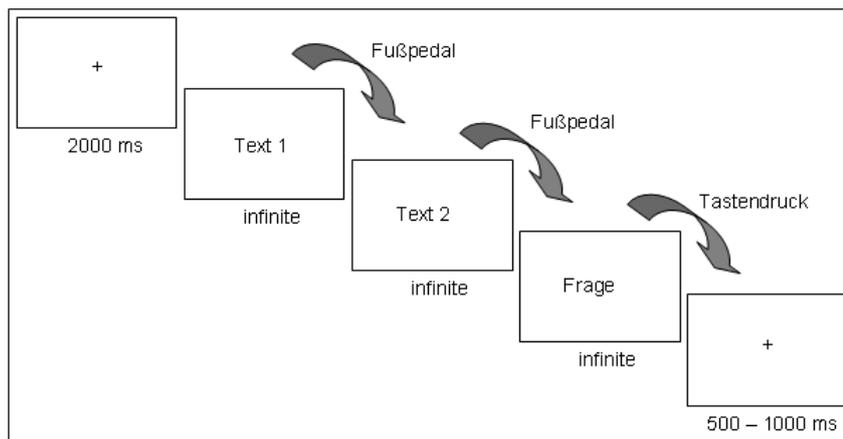


Abbildung 6.1.: Schematische Darstellung eines Durchgangs

Versuchspersonenselektion

Als Versuchspersonen (Vpn) wurden ausschließlich weibliche Teilnehmerinnen für Vor-
testung und Ableitung angesprochen. Die Frage nach typischen geschlechtsspezifischen
Unterschieden in der Verarbeitung von moralisch bedeutsamen Sachverhalten ist bis
heute kontrovers diskutiert. Obwohl zahlreiche Verhaltensstudien zu unterschiedlichen
Ergebnissen kommen, sprechen aktuelle Befunde aus der Neuroimaging Literatur für
charakteristische Reaktionsmuster für Männern und Frauen in Bezug auf moralische
Sensitivität und Moralhaltungen [28]. Dabei wird angenommen, dass Frauen in ihren
Überlegungen eher Kriterien der Fürsorge und Umsicht berücksichtigen und Männer
eher gerechtigkeitsbezogene Kriterien für eine Entscheidung heranziehen. Die entspre-
chenden Areale wie der posteriore und anteriore cinguläre Kortex, sowie die anteriore
Insula sind bei Frauen stärker aktiviert als bei Männern (v.a. superiorer temporaler Sul-
cus, STS) im Zuge der Bearbeitung moralischer Stimuli. Da die Untersuchungen von
Geschlechtsunterschieden nicht Hauptaugenmerk dieser Studie ist, wurde zugunsten
einer homogenen Stichprobe auf die Rekrutierung von männlichen Teilnehmern ver-
zichtet. Grundsätzlich gilt, dass die Vpn keine neurologische Vorgeschichte aufweisen,
sei es aufgrund erlebter psychischer Störungen bzw. Hirn-Traumata jeglicher Art. Dabei
sollte bei allen Vpn eine längerfristige Einnahme von Psychopharmaka ausgeschlossen
werden können, da sich dies unter Umständen auf das Erregungsniveau im Gehirn und
die Signalbeschaffenheit auswirken könnte. Als weiteres Ausschlusskriterium werden
konkrete Vorkenntnisse in Moralpsychologie wie -Philosophie, sowie fundiertes juristi-
sches Vorwissen genannt, da anzunehmen ist, dass dieses Wissen möglicherweise auf
Kosten der intuitiven Herangehensweise an die Auseinandersetzung mit den Dilemmata
geht. So wird ein Jurist möglicherweise nicht nach Gefühl antworten, sondern eher den
ihm vertrauten Richtlinien des Norm- bzw. Rechtssystem folgen.

Die Wahl der Stichprobengröße kann durch die Berechnung mittels der Freeware Software G-Power (Version 3.0) als gerechtfertigt angesehen werden. Weiters können mit Hilfe einer Stichprobengröße von $n=26$ mittlere bis größere Effekte erfassbar gemacht werden. Weit größere Stichproben könnten unökonomisch sein [9, S. 628]. Aufgrund der eher geringeren Itemanzahl im Rahmen dieser Untersuchung wird die Stichprobengröße auf 30 Vpn aufgestockt, um somit unter Berücksichtigung der Signal-to-Noise-Ratio mehr Daten für die spätere Verrechnung erheben zu können. Die Auswahl der Vpn erfolgte über Aushänge an der Haupt- und Medizinuniversität Wien. Das durchschnittliche Alter der Vpn beträgt 28,27 (Standardabweichung von 2,924).

8

Das Experiment

8.1. Vorbereitung

Um die hirnelektrischen Ströme einer Person aufzeichnen zu können, müssen an der Schädeloberfläche Elektroden platziert werden. Für die Richtlinien der Elektrodenanordnung wird auf die folgenden Abschnitte verwiesen. Vor dem Eintreffen der Teilnehmerinnen wurden die für die Ableitung benötigten Utensilien bereitgestellt. Dazu gehörten 2 große Spritzen mit evakuierter Elektrodenpaste und dicken abgefeilten Spritzenadeln. Insgesamt werden 7 mit Washers beklebte Elektrodensockel für EOG (4 Stück), Masse (1 Stück), und die Referenzelektroden (2 Stück) hergerichtet. Ein Maßband dient zur Vermessung der Elektrodenpositionen bzw. des Kopfumfanges. Außerdem steht hochprozentiger Alkohol zur Desinfektion der beteiligten Hautpartien der Teilnehmerinnen bereit. Aus Gründen der Hygiene erfolgt die Elektrodenapplikation mit Latex- Handschuhen.

8.1.1. Probandeninformation

Die Vpn werden im Vorbereitungsraum in Empfang genommen und vorweg mit einer kurzen Einführung über die bevorstehenden Arbeitsschritte in Kenntnis gesetzt. Noch vor der Anpassung der Elektrodenhaube am Kopf der Probandinnen erhalten sie das Informationsblatt zu Gegenstand und gängiger Methodik von hirnelektrischen Ableitungsverfahren im Brain Research Lab der Universität Wien (BRL). Mit ihrer Unterschrift geben die Teilnehmerinnen ihr Einverständnis bei der Untersuchung mitzumachen bzw. die sich daraus abgeleiteten Daten für weitere Analysen zur Verfügung zu stellen. Zur glei-

chen Zeit werden die Teilnehmerinnen gebeten einen Fragebogen zur Feststellung der Händigkeit auszufüllen, das Edinburgh Händigkeits-Inventar [48].

8.1.2. Elektrodenanordnung

Durch die Elektroden wird die Verbindung zwischen dem leitenden Gewebe und dem Verstärker hergestellt. Genauer, die Elektroden sind auf der Haube in Sockel eingebettet, welche mit einem speziellen Elektrodengel aufgefüllt werden, und somit der Kontakt zwischen Kopfhaut und Elektroden für die spätere Ableitung der kortikalen Spannungsschwankungen ermöglicht wird. Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Elektroden nach einem erweiterten Modell des sog. 10-20-System auf der Kopfoberfläche angebracht [31]. Ursprünglich werden dabei die Elektroden netzartig über der Kopfoberfläche verteilt, indem der Schädel jeder Person in Längs- und Querrichtung mit Bezug auf bestimmte markante Punkte wie Nasion, Inion und die präaurikulären Punkte vermessen wird. Der jeweilige Abstand und die Position der einzelnen Elektroden werden dann in 10% bzw. 20% Schritten bestimmt. Insgesamt verfügt die verwendete „EasyCap“¹ Haube über 59 Skalpelektroden. Vier weitere Elektroden werden im Gesicht zur Ableitung des vertikalen und horizontalen Elektroofokulogramms platziert (VEOG und HEOG). Eine Elektrode auf der Stirn dient der Erdung und zwei weitere als Referenzpunkte.

8.1.3. Vermessung der Elektrodenpositionen

Obwohl sich das 10-20-System weitgehend in der Elektroenzephalographie als Standard behauptet hat [31], bleibt trotzdem die Tatsache bestehen, dass jeder Kopf unterschiedlich geformt ist, und es durch den Einsatz einer Einheitselektrodenhaube zu erheblichen Abweichungen der resultierenden Lokalisationen kommen kann. Um die anatomischen Eigenheiten aller Personen berücksichtigen zu können und somit genauer zu arbeiten, existiert ein Verfahren zur Feststellung der individuellen Schädelbeschaffenheit. Mit Hilfe des Photogrammetric Head Digitizers (PHD) können die individuellen Elektrodenkoordinaten erfasst werden, um für die topographische Darstellung der EEG-Daten verwendet werden zu können [5]. Dazu wird die exakte Position jeder einzelnen Elektrode am Kopf des Probanden vermessen und gespeichert. Die so vom entsprechenden Programm erzeugten bzw. errechneten Elektrodenkoordinaten werden anschließend automatisch als kartesische und sphärische Koordinaten in entsprechenden Dateien abgelegt und für

1 <http://www.easycap.de/easycap>

die spätere Verwendung (z.B. für die Visualisierung der Daten in Form von Mappings) bereitgestellt. Nachdem der Vpn eine passende Haube angelegt worden ist, werden an speziellen Positionen kleine fluoreszierende Stößel in die Elektrodensockel platziert. Die Kameras unter der sog. „Dome“-Haube sind dazu ausgerichtet ultraviolettes Licht zu erfassen, und somit die Stößel zu abzulichten. Gemäß dem 13+4 Schema werden insgesamt 17 Koordinatenpunkte registriert. Nasion, L1, R3, A1 und A2 (Präaurikuläre Punkte), L5, L8, R8, L16, L20, L18, R20, R22, L26, L28, R30 und Inion. Werden alle Elektrodenpositionen von den Kameras identifiziert, werden die Punkte in genau dieser Reihenfolge markiert, um sie dem festgelegten Schema entsprechend zueinander in Beziehung zu setzen. Neben 12 Bilddateien werden bei diesem Vorgang die nötigen .car-files generiert, die für die spätere Verarbeitung der EEG-Daten relevant sind, wenn die Daten jeder Vpn mit den entsprechenden Koordinaten analysiert werden und somit die Datenaufbereitung korrekter verläuft.

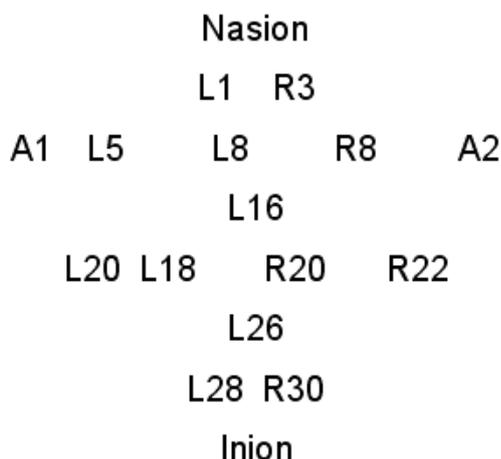


Abbildung 8.1.: 2D Darstellung der Elektrodenpositionen (PhD)

8.1.4. Elektrodenapplikation

Um eine passende Haube verwenden zu können, muss zunächst der Kopf der Vpn vermessen werden. Die Haubengröße wird anhand der Abmessung des Kopfumfangs ausgewählt. Üblicherweise wurde eine um zwei Zentimeter kleinere Haube gewählt, um zu gewährleisten, dass die Haube am Kopf so wenig wie möglich hin und her rutscht. Dazu werden mittels Gummiband und hautverträglichem Markierstift (Kajalstift) bestimmte Punkte (v.a. Cz) vom Nasion, der Einbuchtung zwischen Stirn und Nasenrücken auf Höhe der Augen, über die Kopfoberfläche zum Inion, dem am Hinterkopf ertastbaren „Knochenbuckel“ markiert. Nach dem Aufsetzen der passenden Haube anhand der Cz

Position werden die seitlichen Bänder zur Fixierung am Brustgurt angebracht. Als Richtwerte für die Platzierung der Haube gelten hier: vorne sollte der Rahmen auf Höhe der Augenbrauen und hinten im Nacken liegen. Erst danach kann ein Fixieren aller Gummibänder und die Kontrolle der Lage der Haube sowie deren Adjustierung erfolgen (dabei sollten die Kreuzungspunkte für die vermessene Cz Position über eben dieser Elektrode liegen). An der Stirn wird die Haube mit drei Washern an den Elektrodenpositionen Fp1, Fpz und Fp2 fixiert, um ein weiteres Verrutschen der Haube zu verhindern. Sobald die Haube am Kopf der Vpn fixiert ist, können mittels PhD Verfahren die individuellen Elektrodenpositionen gemessen werden (siehe vorheriger Abschnitt). Nach der Ermittlung der Elektrodenpositionen kann mit der Applikation begonnen werden, die durchschnittlich um die 60 Minuten Zeit in Anspruch nimmt. Dafür werden die Aufsätze, die für die Phd-Messung angebracht wurden, wieder entfernt. Um die Kopfhaut erreichen zu können, werden in einem ersten Schritt die Haare an den Stellen der Elektroden mit einem abgeschnittenen Wattestäbchen auf die Seite geschoben. Ist die Kopfhaut an den benötigten Stellen halbwegs frei, wird sie mittels Wattestäbchen mit Alkohol desinfiziert. Da das EEG-Signal maßgeblich an Stärke durch die Hirnhäute, Schädelknochen und Kopfhaut verliert, bedient man sich der sog. „skin-scratching“-Methode, um zumindest den Widerstand der Kopfhaut zu verringern. Das skin-scratching selbst erfolgt durch leichtes Anritzen der Haut mit einer sterilen Nadel (0.4x22 mm Kanüle) bis leichter und sichtbarer Blutaustritt erfolgt, wobei von den Versuchsleitern dafür Handschuhe getragen werden. Schließlich wird durch das Einfüllen der evakuierten Elektrodenpaste in die Elektrodensockel an allen Positionen (außer den präaurikulären Punkten) der Kontakt zwischen Elektroden und Kopfhaut hergestellt. Dieser Vorgang wird für alle 57 Elektroden wiederholt. Für den gesamten Ablauf gilt ein umsichtiges Hantieren mit den Elektroden und Kabeln, die nicht geknickt werden sollten, da es sonst zu Beschädigungen kommen kann.

Für die Aufzeichnung des vertikalen Elektrokulogramms (VEOG) wird oberhalb und unterhalb des linken Auges jeweils eine Elektrode angebracht. Dabei werden die Vpn angewiesen geradeaus zu schauen, um die Elektroden gemäß der Blickrichtung zu platzieren. Dafür sollte die Pupillenmitte genau zwischen dem oberen und unteren VEOG liegen und es wird darauf geachtet, dass die Vpn während des Applizierens nicht schielen. Für das horizontale Elektrokulogramm (HEOG) wird jeweils eine Elektrode im Schläfenbereich neben dem linken und dem rechten Auge auf selber Höhe angebracht (siehe Abb.8.2.). Die Masse-Elektrode wird auf der Stirn angebracht, am besten in der Mitte, um Interferenzen mit den Augenbewegungen zu vermeiden. Die Position der beiden Referenzelektroden ist einmal das sternale Ende der rechten Clavicula für die vordere Referenz und der „Vertebra Prominens“ des siebten Halswirbels für die hintere Referenz. Dieser anteriore Referenzpunkt liegt entlang des Schlüsselbeins knapp vor

dem Brustbein, also fast auf dem Sternoclaviculargelenk. Die Suche nach dem „Vertebra Prominens“ kann man dadurch erleichtern, indem man die Vpn bittet, das Kinn auf die Brust zu legen. Der erste markante Punkt entlang der Halswirbelsäule ist der Dornfortsatz des siebten Halswirbels.

Nach der Elektrodenapplikation werden die Kontakte bzw. die Elektrodenleitfähigkeit mittels eines Impedanzmessgeräts überprüft und gegebenenfalls fehlerhafte Elektroden sofort ausgetauscht. Liegt die Impedanz zwischen 1 und 3 Kilo Ω gilt die Elektrode als leitend und intakt. Nun kann die Vpn in den Versuchsraum begleitet werden, wo dann alle Elektroden gemäß Nummerierung an der Brause verschaltet werden.

8.1.5. Verschaltung der Elektroden

Auf der rechten Seite der Brause werden zunächst die Augenelektroden gesteckt, wobei das VEOG oben in Kanal 1 rot, das VEOG unten in den Steckplatz 1 blau, das HEOG links in Steckplatz 2 rot, das HEOG rechts in Steckplatz 2 blau gesteckt werden. Nachdem die beiden Referenzelektroden und die Masse richtig platziert sind, können die restlichen Elektroden gemäß ihrer Nummerierung mit der Brause verbunden werden.

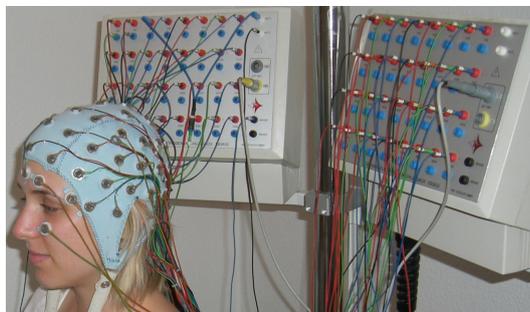


Abbildung 8.2.: Verschaltung der Elektroden

Die Vpn hat im Versuchsraum Platz genommen und sitzt vor einem Tisch, auf dem sich die Response-Box, ein Monitor und eine Kontrollkamera befinden. Um Reflexionen auf dem Monitor bzw. unsystematische Lichteinwirkungen auf das Auge der Vpn zu vermeiden, ist der Raum nur schwach beleuchtet, was die Konzentration auf den Monitor begünstigen soll. Die Doppeltür zum Raum wird für den Zeitraum der Ableitung geschlossen, und eine Videokamera überträgt zur Überwachung ein Bildsignal in den Kontrollraum. Ist die Vpn im Versuchsraum gut versorgt, kann das Registrierprogramm am Ableitcomputer gestartet werden. Die Verbindung wird hergestellt und das EEG-Signal kontrolliert. Laut Richtlinien liegen die Bestandspotenziale jedes Kanals unter $6000 \mu\text{V}$, um die Signale adäquat ableiten zu können.

8.1.6. Einstellen des Potentiometers

Vor Beginn der eigentlichen Registrierung wird mittels Einstellen des sog. Potentiometers versucht, die durch die beiden Referenzelektroden mitregistrierten Signale der Herzaktivität aus dem interessierenden Signal zu isolieren. Die EKG-Signale stellen ein unerwünschtes zusätzliches Artefakt dar, das zwar beim „Averaging“ (siehe Kap. 9.4.) minimiert, aber im Vorfeld auch leicht vermieden werden kann. Über das in der Elektrodenbrause installierte Motorpotentiometer wird die Gewichtung der beiden Referenzelektroden eingestellt und dadurch eine annähernd komplette Löschung der EKG-Zacken ermöglicht.

8.2. Versuchsablauf

Nachdem die Vpn über den bevorstehenden Ablauf informiert sind und das EEG-Signal kontrolliert ist, kann mit der Aufzeichnung begonnen werden. Der Ablauf der Untersuchung findet für alle Vpn in gleicher Reihenfolge wie folgt statt:

- Instruktion
- EOG Eichung
- Übungsblock
- Dilemma Block 1 (30 Dilemmata)
- Pause (5 Min.)
- Dilemma Block 2 (30 Dilemmata)
- Ende der Ableitung

8.2.1. Instruktion

Während der Verschaltung der Elektrodenkabel an der Elektrodenhaube im Versuchsraum erfolgt eine erste Instruktion der Vpn in Bezug auf die Vermeidung von Artefakten (siehe 9.3). Sie werden gebeten, sich während der interessierenden Zeiträume so wenig

wie möglich zu bewegen, ihre Augen ausschließlich auf den Bildschirm zu richten (z.B. beim Denken nicht nach oben schauen) und so wenig wie möglich mit den Augenlidern zu blinzeln. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass sie sich auch nicht verkrampfen bzw. zu viel Aufmerksamkeit auf ihre Bewegungen richten sollen, da dies von der eigentlichen Aufgabe ablenken würde. Insgesamt sollen die Vpn in dieser Phase der Vorbereitung eine Sitzlage finden, in der sie so bequem wie möglich über die Dauer der Untersuchung verharren können.

8.2.2. EOG Eichung

Die Eichung des Elektrookulogramms (EOG) dient der Berechnung der sog. EOG-Koeffizienten, die für die EOG-Korrektur des EEG-Signals benötigt werden. Die Vpn sitzen vor einem schwarzen Bildschirm, auf dem ein roter Punkt abwechselnd am oberen und unteren Bildrand erscheint. Die Vpn werden instruiert, dem Punkt nur mit den Augen für die Dauer von ca. einer Minute zu folgen. Ergibt sich für diesen Zeitbereich ein EOG Koeffizient unterhalb eines bestimmten Wertes, kann zum horizontalen EOG übergegangen werden. Es wird das vertikale EOG vor dem horizontalen EOG aufgezeichnet und verrechnet.

8.2.3. Übungsblock

Anschließend wird vom Kontrollraum aus das Hauptprogramm geladen, das eine schriftliche Begrüßung und Instruktion für die Vpn enthält. Weiters haben die Vpn hier die Möglichkeit zwei Übungsbeispiele zu bearbeiten, um sich mit dem Ablauf vertraut zu machen. Die Übungsbeispiele sind graphisch genauso konzipiert, wie die später zu bearbeitenden Versuchsdurchgänge. Sobald der Beispielblock abgeschlossen ist, erscheint der Versuchsleiter im Versuchsraum, um den Ablauf nochmal zu besprechen und etwaige Unklarheiten zu bereinigen. Dabei werden den Vpn die Bedeutungen der Antwortalternativen erläutert: bei den Alternativen „Richtig“ und „Falsch“ ginge es nicht um den rechtlichen Hintergrund, das heißt die Vpn sollten nicht dahingehend antworten, ob eine Handlung rechtlich moralisch „richtig“ bzw. angemessen wäre, sondern sie wurden gebeten, wie sie in der jeweiligen Situation selbst handeln würden, oder glauben würden zu handeln. Um im Vorfeld den Items mehr Gehalt zu verleihen, wurden sie darauf aufmerksam gemacht, dass es sich größtenteils zwar um hypothetische Szenarien handle, dass einige dieser Situationen aber tatsächlich passiert wären. Zu guter Letzt werden die Vpn erneut darauf hingewiesen, sich so wenig wie möglich zu bewegen, vor

allem innerhalb eines bestimmten Zeitpunkts zwischen Aufscheinen des Fragesatzes und dem Tastendruck.

8.2.4. Dilemmablöcke

Sobald die Vpn das Fußpedal betätigen erscheint der erste Textteil des ersten Items. Die Darstellung der einzelnen Items ist durch ein Beispiel im Appendix illustriert (siehe Kap. ??). Die Hälfte der Items (30 Szenarien) werden in jedem Block bearbeitet, wobei die Reihenfolge durch eine in der E-Prime Programmierung festgelegte Einstellung über die Blöcke randomisiert erfolgt. Damit wird gewährleistet, dass dieselben Items nicht stets aufeinander folgen und somit systematische Positionseffekte vermieden werden können.

8.2.5. Pause

Um das individuelle Lesetempo und -verständnis der Vpn berücksichtigen zu können, ist für die Bearbeitung der Texte keine zeitliche Begrenzung vorgesehen. Nach Beendigung des ersten Dilemma Blocks betritt der Versuchsleiter den Raum und erkundigt sich nach dem Befinden der Vpn. Zur Stärkung werden Wasser und Süßspeisen angeboten. Die Signale werden überprüft und gegebenenfalls wird veronnenes Elektrodengel wieder in die Sockel gefüllt.

8.2.6. Entfernen der Elektroden und Laborversorgung

Nachdem die Verbindung zum Verstärker getrennt wird, werden die Elektrodenkabel wieder aus der Brause gezogen und die Vpn aus dem Versuchsraum geführt. Die Haube wird vom Kopf gezogen, die Gesichtselektroden vorsichtig entfernt. Jene Stellen im Gesicht, Schlüsselbein und Nacken an denen geritzt worden war, werden noch einmal mit Alkohol desinfiziert. Während die Vpn die Möglichkeit in Anspruch nimmt, sich das Elektrodengel aus den Haaren zu waschen, erfolgt die Reinigung der Utensilien. Das Programm und der Verstärker sind mittlerweile heruntergefahren und die Daten am Server als Record-Files gespeichert. Haube, Elektroden, Sockel, Brustgurt, Spritzen und Aufsätze werden zuerst mit warmem Wasser gereinigt und schließlich in eine Desinfektionslösung eingelegt. Nach ungefähr 15 Minuten werden die Utensilien wieder mit warmem Wasser ausgewaschen und zum Trocknen an der Luft bereitgelegt.

Datenaufbereitung

9.1. Preprocessing

Bevor die Rohdaten für die Analyse aufbereitet werden können, müssen sie im Preprocessing einigen BereinigungsSchritten unterzogen werden. Der Versuchsablauf und die Darbietungszeiten der visuellen Stimuli werden mittels E-prime programmiert. Dabei werden Markierungspunkte, die sog. Trigger an jenen Stellen bzw. Zeitpunkten innerhalb der Durchgänge gesetzt, die für die spätere Aufbereitung der Daten relevant sind. Gegebenenfalls ist zuerst eine Triggerkorrektur notwendig, wenn die Trigger von Verstärkerprogramm fehlerhaft in die Records geschrieben wurden. Diese erfolgt automatisch über ein Skript im Preprocessing unter Linux. Vor Beginn jeder Ableitung wird das Elektrookulogramm (EOG) aufgezeichnet, womit Richtwerte für die individuellen Augenbewegungen erfasst werden. Mit den Daten aus dem EOG kann in weiterer Folge mit dem Programm „rblink.pl“ eine automatisierte Blinkkorrektur durchgeführt werden, wobei vor allem sog. Augenzwinkern der Vpn aus den EEG-Daten gefiltert werden. Vor allem bei Personen mit Kontaktlinsen werden durch diesen Schritt recht viele Blinks herausgefiltert, da die Augen beim längeren Betrachten des Bildschirms austrocknen und durch wiederholten Lidschluss wieder benetzt werden können. Im Rahmen desselben Arbeitsschritts erfolgt das Filtern der Daten im eigentlichen Sinne durch die Anwendung eines Tiefpass Filters, mittels dessen Frequenzen in den Rohsignalen oberhalb 30Hz ausgefiltert werden [4]. Anschließend erfolgt die Zuteilung der einzelnen Buffer zu den interessierenden Triggerkombinationen, die den im Versuchsdesign festgelegten Bedingungen entsprechen.

9.1.1. Bedingungen

Insgesamt sollen zwei Zeitbereiche aus den Daten extrahiert werden und gesondert aufbereitet und analysiert werden. Während ein stimulusbezogener Zeitbereich (Stimlock) Aufschluß über die sensorische und kognitive Verarbeitung in Reaktion auf die Präsentation des Fragesatzes (z.B. „Das Gelände zerbrechen ist...“) geben kann, soll der zweite Zeitbereich (RespLock) die Potenzialschwankungen an den abgeleiteten Elektroden zum Zeitpunkt des Tastendrucks erfassen.

Zeitbereich 1 (StimLock)

Der stimulus-bezogene Interessensbereich, der das zeitliche Intervall von Darbietungsbeginn des Fragesatzes bis 3000ms danach umfasst, wird für jede Bedingung festgesetzt und wie folgt kodiert: in der moralischen Bedingung steht „A“ für ein Szenario mit einer „Action-Frage“ und „O“ für eines mit einer „Omission“-Frage. Für neutrale Items stehen „R“ für die mit „richtig“ beantworteten Items und „F“ für eine „Falsch“ Antwort. Diese reiz-gebundene Bedingung soll die sensorische Verarbeitung erfassen und wird mit einer Baseline von 100ms vor Darbietungsbeginn der Frage versehen.

Zeitbereich 2 (RespLock)

Für den laut Design festgesetzten Antwort-bezogenen Interessensbereich vom Zeitpunkt des Tastendrucks minus 1000ms gelten dieselben Einteilungen. Daraus ergeben sich je Interessensbereich insgesamt vier Bedingungen, anhand derer die insgesamt 1800 Buffer für weitere Analyse eingeteilt werden. Für jede Vpn wird schließlich pro Bedingung eine preprocessed Datei erstellt. Die Baseline für diese Bedingung ist die Gleiche wie in der stimulus-bezogenen, und entspricht ebenfalls dem Zeitbereich von 100ms vor Darbietungsbeginn der Urteilsfrage. Durch das Preprocessing werden entsprechend der gewählten Interessensbereiche Epochen aus den Rohdaten extrahiert.

Schließlich bleibt zu erwähnen, dass eine allgemeine „moralische“ Bedingung einer allgemein „neutralen“ gegenübergestellt werden soll. Zur Verrechnung der moralischen Bedingungen werden alle Epochen aus den Bedingungen „A“ und „O“ gemeinsam betrachtet. Analog passiert dies für die neutralen Bedingungen „F“ und „R“, deren Epochen gemeinsam die neutrale Bedingung bilden (Siehe dazu Abb.5.1.).

9.2. Filterung

Die weitere Verarbeitung der EEG Daten erfolgt über EEGLAB, eine auf Matlab basierende Toolbox zur Visualisierung, Artefaktkodierung, sowie zur Ermittlung und Darstellung evozierter Potenziale [16]. Über ein spezielles Skript werden die preprocessing Daten in das Tool eingespielt. Zu den wichtigsten Funktionen in EEGLAB zählen die Visualisierung von ERP-Bildern, eine Methode zu Visualisierung zeitlich gekoppelter Potenzienschwankungen, gegebenenfalls auch über Zeitfrequenzanalysen. Als besondere Innovation gegenüber älteren Tools ermöglicht EEGLAB die semi-automatische Artefaktkontrolle, die mittels spezieller Darstellungsform der Signale, visueller Inspektion sowie bestimmten Hilfsfunktionen die Ermittlung störrhaltiger Signale ermöglicht. Die Autoren zeigen die Vorteile der Anwendung von EEGLAB Programms in mehreren Arbeiten, indem sie die Kombinationsmöglichkeit verschiedener Verfahren wie die Anwendungen von Komponentenanalysen (ICA), Zeit/ Frequenzanalysen und multi trial visualisation betonen. Durch ein spezielles Script werden die preprocessing Dateien in die für die Weiterverarbeitung in EEGlab entsprechenden Dateien umgewandelt. Pro Vpn und Bedingung steht nun eine Datei zur Verfügung, die alle entsprechenden Buffer enthält. Standard ist die Verwendung eines Tiefpassfilters, was den Ausschluss hoher bzw. über einem bestimmten Grenzwert verlaufenden Komponenten bewirkt. Dadurch wird das Durchlassen niedriger relevanter Komponenten begünstigt. Der Frequenzbereich erstreckt sich nach der Filterung von DC bis 16Hz. Zu diesem Zeitpunkt ist es wichtig, dass nicht mit der Artefaktkorrektur begonnen wird, solange noch nicht gefiltert wurde, da sonst Signale als fehlerhaft betrachtet werden könnten, die nach einer Tiefpassfilterung weniger artefaktbeladen wären.

9.3. Artefaktkorrektur

Obwohl die Vpn stets dazu angehalten werden, sich während der Aufzeichnungen nicht zu bewegen und wenig zu blinzeln, lassen sich physiologische Artefakte aus EEG-Signalen nicht wegdenken. Ein Artefakt ist ein durch äußere/ exogen oder innere/ endogen Ereignisse hervorgerufenen Störsignal, das sich negativ auf die Signalqualität auslöst. Artefakte können die interessierenden hirnelektrophysiologischen Wellenanteile und -komponenten überlagern. Dabei existieren verschiedene Arten von Artefakten, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen [17]:

9.3.1. Biologische Artefakte

Neben der mit geöffneten Augen einhergehenden Spontanaktivität im EEG haben Bewegungen der Augen wie auch Lidschlag Auswirkungen auf die meisten Kanäle. Vor allem an den frontalen und temporalen Elektroden beobachtbar machen Augenartefakte (zum Beispiel auf die Tastatur schauen) im Bereich des interessierenden Zeitintervalls den Buffer unbrauchbar und er wird aus dem Datenpool entfernt. Weiters gehören Muskelpotenziale, Hautpotenziale sowie Einstreuungen des Elektrokardiogramms (EKG) zu den biologisch bedingten Artefakten. Um solcherlei Artefakte zu verringern hilft es meist, die Vpn entsprechend zu instruieren.

9.3.2. Exogene Artefakte

Eine weitere Störquelle sind sog. Elektrodenartefakte. Falls der Kontakt zu einer Elektrode nicht stabil oder die Elektrode defekt ist, kann es zu Verzerrungen in einzelnen Kanälen kommen. Die dauernde Überwachung der Bestandpotenziale über die Dauer der Ableitung kann das verhindern. Zudem kann der Kontakt zwischen Kopfhaut und Elektrode durch erneutes Skin-scratching und Auffüllen mit Elektrodengel verbessert, bzw. eine defekte Elektrode während der Pause ausgetauscht werden. Schließlich kann es innerhalb des Signals zu Diskontinuitäten kommen, die durch elektrische Verlagerungen entstehen und sich verzerrend auf den Wellenverlauf auswirken.

Um letztendlich die interessierenden Komponenten aus dem verrauschten Signal extrahieren zu können, bedarf es einer gründlichen Inspizierung der einzelnen Buffer auf Artefakte, die in EEGLAB semi-automatisiert möglich ist. Dabei werden alle Kanäle pro Buffer angezeigt, und auf Unregelmäßigkeiten im Verlauf geprüft. Buffer, deren Amplituden innerhalb des interessierenden Zeitbereichs oberhalb der Werte von 75 bzw. unterhalb $-75 \mu\text{V}$ liegen, können markiert werden. Weiters können abnormale Trends (Drifts) in den Daten mittels Eingabe eines maximalen Steigungswertes von $50 \mu\text{V}$ pro Epoche ermittelt werden. Am Ende der Artefaktkorrektur werden die Daten von insgesamt 7 Vpn ausgeschlossen aufgrund nicht kontrollierbarer Augen- und Bewegungsartefakte in den interessierenden Zeitbereichen.

9.3.3. Bestimmung der Elektrodenpositionen

Die mittels PHD aufgezeichneten individuellen Elektrodenpositionen werden in EEGLAB für jede Vpn eingespielt. Für jene Vpn, bei denen keine Elektrodenpositionen aufgezeichnet wurden, erfolgte die Anpassung der Kanäle mit Hilfe eines eigens dafür erstellten Templates für 59 Kanäle.

Die beiden präaurikulären Punkte (A1 und A2), die den Kanälen L7 und R10 entsprechen, wurden bei der Ableitung nicht berücksichtigt. Da bei den meisten Köpfen der Kontakt mit jener Stelle vor dem Ohr oft nur schwer hergestellt werden kann, wurde auf die Ableitung der präaurikulären Punkte verzichtet, sodass sie im Rahmen der Datenbereinigung entfernt wurden.

9.4. Averaging

Nach der Baseline-Korrektur und nachdem die EEG Daten in gleich große Epochen entsprechend der interessierenden Zeitbereiche umgewandelt worden sind, erfolgt ihre Mittelung (Averaging). Dadurch wird das Signal-Rauschen-Verhältnis verbessert, und das Hintergrundrauschen vermindert. Die Daten werden pro Bedingung für den interessierenden Zeitabschnitt gemittelt und ein entsprechendes Average erstellt. Mit Hilfe visueller Inspektion der Einzelaverages werden abnormale Trends und artefaktreiche Epochen von zwei weiteren Vpn aus den Gesamtdaten ausgeschlossen, sodass für die endgültige Analyse die EEG-Daten von 23 Vpn zur Verfügung stehen. Als Maßnahme zur visuellen Beurteilung der Signaleigenschaften werden schließlich Grand Averages für jede Bedingung über alle Vpn topographisch erstellt.

Die verwendete Abtastrate betrug 250 Hz (250 Punkte/ Sekunde, was einem Wert alle 4 ms entspricht).

10

Ergebnisse

10.1. Verhaltensdaten

Die Verhaltensdaten werden mittels der statistischen Software SPSS (Version 16.0.1) auf signifikante Unterschiede überprüft. Für das gewählte Signifikanzniveau von 5% entspricht Alpha stets dem Wert von .05 [20].

10.1.1. Reaktionszeiten (RT)

Aufgrund von ungewöhnlich langen RT müssen die Daten einer Vpn für die Verrechnung der RT ausgeschlossen werden, um Verzerrungen zu verringern. Die durchschnittlichen RT für den Zeitraum von Präsentation der Frage weg bis zum Tastendruck durch die Vpn wurden für jede Bedingung errechnet. Insgesamt benötigten die Vpn für die Beantwortung der moralischen Items durchschnittlich 2963.62 ms und für die Beantwortung der neutralen Items durchschnittlich 2713.95 ms (vgl. Abb.10.1.).

Die RT für die Beantwortung der O-Frage fallen durchschnittlich länger aus, als jene für die Beantwortung von A-Fragen. So benötigten die Vpn bei A-Fragen durchschnittlich 2860.72 ms bis zum Tastendruck und bei O-Fragen durchschnittlich 3066.51 ms.

Die RT weisen eine links steile bzw. rechts schiefe Verteilung auf. Aufgrund der Verletzung der Normalverteilungsannahme für den Mittelwertsvergleich werden die RT logarithmisch transformiert [20]. Für die Hauptbedingungen „moralisch“ verglichen mit „neutral“ ergibt

Bedingungen		N	Mean	SD
neutral		29	2713,95	888,68
moralisch	Gesamt	29	2963,62	737,60
	A-Frage	29	2860,72	918,35
	O-Frage	29	3066,51	734,76

Abbildung 10.1.: Durchschnittliche Reaktionszeiten (in ms), Anzahl der Vpn und Standardabweichungen (SD) für die Bedingungen neutral, moralisch/ Gesamt, moralisch/ A-Frage, moralisch/ O-Frage

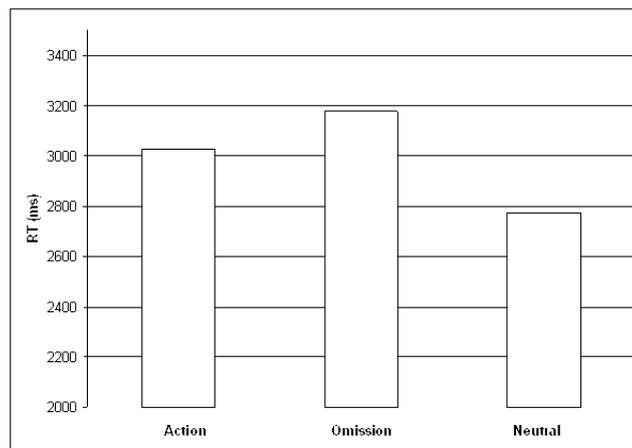


Abbildung 10.2.: Durchschnittliche Reaktionszeiten (RT) für die Beantwortung der moralischen (aufgeteilt in Action-Frage und Omission-Frage) und neutralen Items

sich ein signifikanter Unterschied in den RT ($T(28) = 2.64$; $p = .014$). Auch die Überprüfung mittels nicht parametrischen Verfahrens ergibt einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der RT zwischen der moralischen und der neutralen Bedingung ($Z = -2.37$; $p = .018$). Die RT für die Vergabe der Urteile unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Beantwortung von moralischen Items im Vergleich zu neutralen Items.

10.1.2. Antworten

Aus der Verrechnung der Verhaltensdaten ergeben sich hinsichtlich der "Richtig" und „Falsch“ Urteile die Angaben zu den Häufigkeiten (siehe Abb.10.3.). Erläuterungen zur Operationalisierung der Antworten können im Kapitel 6.1. nachgelesen werden. Zu sehen ist, dass mehr Zustimmungen bei O-Fragen erfolgten, als bei A-Fragen. Außerdem wurde häufiger eine A-Frage abgelehnt im Vergleich zu einer O-Frage. Bei insgesamt 450 Items mit A-Fragen wurde 179 mal zugestimmt und 271 mal abgelehnt. Für die O-Fragen

ergibt sich das Gegenteil, von insgesamt 450 O-Fragen wurden 271 zugestimmt und 179 Fragen abgelehnt.

Die statistische Analyse ergibt einen nicht signifikanten Zusammenhang ($R = .30$; $p = .102$), die Formulierungen sind voneinander unabhängig. Der Mittelwertvergleich ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen der Formulierung der Frage in „A-Fragen“ im Vergleich zu „O-Fragen“ hinsichtlich der Häufigkeit der Zustimmung eines moralischen Verstoßes ($T(29) = -6.75$; $p < .001$). Auch der parameterfreie Test von Wilcoxon ergibt einen signifikanten Unterschied ($Z = -4.30$; $p < .001$). Bei Fragen mit der Formulierung nach „Omission“ (O-Frage) wird einem moralischen Verstoß signifikant häufiger zugestimmt als bei Fragen mit einer „Action“ Formulierung (A-Frage).

	Zustimmung			Ablehnung		
	Gesamt	A-Frage	O-Frage	Gesamt	A-Frage	O-Frage
Mittelwert (SD)	15,00 (3,40)	5,97 (2,22)	9,03 (2,00)	15,00 (3,40)	9,03 (2,22)	5,97 (2,00)
Summe	450	179	271	450	271	179

Abbildung 10.3.: Durchschnittliche Häufigkeiten und absolute Anzahl der Zustimmungen bzw. Ablehnungen (inkl. Standardabweichungen (SD)) von moralischen Verstößen

10.1.3. Bewertungen durch die Vpn (Ratings)

Nachdem sie zu einem Item ein Urteil getroffen hatten, bewerteten die Vpn jedes Item auf einer 5-stufigen Skala nach drei Kriterien (siehe 6.3).

- Die erste Frage bezieht sich auf den emotionalen Gehalt der eben bearbeiteten Situation. Die Antwortmöglichkeiten gehen von Taste 1 für „gar nicht“ bis Taste 5 für „sehr wichtig“. Insgesamt wurden die moralischen Items beinahe doppelt so emotional behaftet eingestuft als die neutralen, was bedeutet, dass der emotionale Gehalt innerhalb der moralischen Szenarien als bedeutender erlebt wurde als jener in den neutralen Items.
- Die zweite Frage bezieht sich auf den moralischen Gehalt der eben bearbeiteten Situation. Die Antwortmöglichkeiten reichen von Taste 1 für „gar nicht“ bis Taste 5 für „sehr wichtig“. Wieder wurden moralische Items durchschnittlich doppelt so hoch eingestuft als die neutralen, was bedeutet, dass der moralische Gehalt innerhalb der moralischen Szenarien als bedeutender erlebt wurde als jener in den neutralen Items.
- Die dritte Frage bezieht sich darauf, wie schwierig den Vpn ihre Entscheidung

gefallen ist. Die Antwortmöglichkeiten reichen von Taste 1 für „sehr einfach“ bis Taste 5 für „sehr schwierig“. Moralische Items wurden durchschnittlich doppelt so schwierig eingestuft wie neutrale.

	Neutrale Items			Moralische Items		
	Emotion	Moral	Schwierigkeit	Emotion	Moral	Schwierigkeit
Mittelwert (SD)	66,07 (21,64)	53,57 (15,07)	46,97 (10,16)	114,13 (20,54)	120,87 (19,85)	95,00 (24,24)
Summe	1982	1607	1409	3424	3626	2850

Abbildung 10.4.: Durchschnittliche Bewertungen inklusive Standardabweichungen (SD) und Summenwerten über die Vpn (N=20) zu den Fragen nach emotionalem und moralischem Gehalt und Schwierigkeit der Entscheidungssituationen

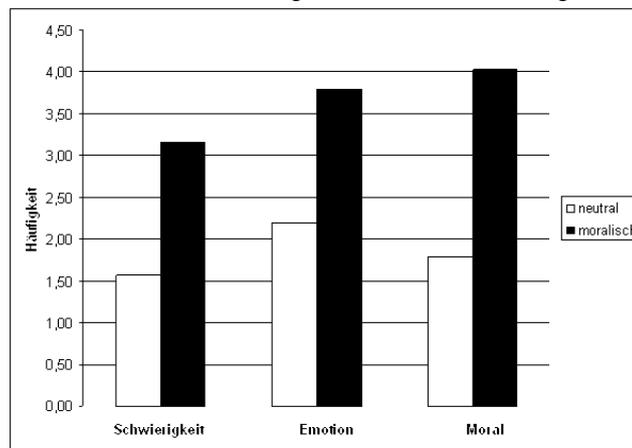


Abbildung 10.5.: Itembewertungen durch Vpn (N=30), durchschnittliche Häufigkeit

Mit Ausnahme der Ratings zur Schwierigkeit ($r = .60$; $p < .001$) korrelieren die Angaben der Bewertungen von Items aus der moralischen und neutralen Bedingung nicht miteinander. Die Angaben zu den moralischen Items unterscheiden sich hinsichtlich der Fragen zu Emotion ($T(29) = -10.78$; $p < .001$), Moral ($T(29) = -15.68$; $p < .001$) und Schwierigkeit ($T(29) = -13.23$; $p < .001$) signifikant von den Angaben zu den neutralen Items. Hinsichtlich der Ratings ist zu erkennen, dass den moralischen Items von den Vpn ein höherer moralischer und emotionaler Gehalt zugeschrieben wurde als den neutralen Items, und die Entscheidung über das moralische Urteil den Vpn in der moralischen Bedingung auch schwerer fiel als in der neutralen. Ferner korrelieren die Antworten zur Frage nach dem emotionalen Gehalt mit jenen zur Frage nach der Schwierigkeit ($R(30) = .586$; $p = .001$) und jenen zur Frage nach dem moralischen Gehalt ($R(30) = .460$; $p = .010$). Die Schwierigkeit Fragen korrelieren nicht mit den Moral Fragen ($R(30) = .305$; $p = .102$).

10.2. EEG-Daten

10.2.1. Methodisches Vorgehen

Nachdem über alle Vpn für jede Bedingung ein Grand Average erstellt sind, werden diese gemittelten Signalverläufe zunächst mittels visueller Inspektion aller Kanäle mit Hilfe einer topographischen Darstellung verglichen. Dies geschieht für jeden der beiden Zeitbereiche getrennt. StimLock umfasst den Zeitbereich von Darbietungsbeginn des Fragesatzes bis 3 Sekunden danach und RespLock den Zeitbereich um 1,5 Sekunden vor dem Tastendruck. Schließlich werden die Daten zur tomographischen und statistischen Analyse mittels sLORETA umgewandelt. Das Softwarepaket sLORETA („Standardized Low Resolution Electromagnetic Tomography“ Version „zero-error“, [51]) bietet eine Methode zur besseren Handhabung des inversen Problems und ermöglicht die quantitative Lokalisation von einzelnen Quellen aus EEG-Daten mit Hilfe der Messung der Stromdichte in der grauen Substanz. Das Einspielen der Daten in sLORETA und SPSS erfolgt durch die Berechnung von Mittelwerten pro Vpn und Bedingung und ergibt somit spezifische Werte, die den gemittelten Datenpunkten aus den gewählten Zeitfenstern entsprechen (siehe Abb. 10.6.).

StimLock	Zeit (in ms)	RespLock	Zeit (in ms)
TF 1	(BL) - 100 bis 0	TF 1	- 1500 bis - 1000
	0 bis 200	TF 2	- 1000 bis - 500
TF 2	200 bis 500	TF 3	- 500 bis Tastendruck
TF 3	500 bis 800		
TF 4	800 bis 1100		
TF 5	1100 bis 1400		
TF 6	1400 bis 1700		
TF 7	1700 bis 2000		
TF 8	2000 bis 2300		
TF 9	2300 bis 2600		
TF 10	2600 bis 2900		

Abbildung 10.6.: Verwendete Zeitfenster für den stimulusbezogenen (StimLock) und den antwortbezogenen Zeitbereich (RespLock). Zeitpunkt 0 entspricht der Stimuluspräsentation (TF= Timeframe, BL= Baseline)

Um die Genauigkeit der Berechnungen zu erhöhen werden die von jeder Vpn mit dem PhD Verfahren vermessenen Elektrodenkoordinaten (siehe 8.1) in Talairach-Koordinaten umgewandelt [57]. Anschließend wird mit Hilfe der umgewandelten Elektrodenkoordinaten eine Transformationsmatrix aus den epochierten Daten erstellt, welche deren Wiedergabe in Form einer tomographischen Bilddarstellung ermöglicht. Für die visuelle Inspektion der einzelnen Lokalisationen in Zusammenhang mit den Kurvenverläufen je Versuchsbedingung werden aus den eingespielten Daten Grand Means errechnet.

Zur genauen Überprüfung der Ergebnisse bietet sLORETA in weiterer Folge die Statistical Nonparametric Mapping Methode (SnPM, [47]), die ermöglicht, signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen zu errechnen und darzustellen. Dabei werden die Bedingungen voxelweise verglichen und für jedes Voxel ein Mittelwertvergleich gerechnet. Ob ein Unterschied zwischen den Bedingungen signifikant ist, wird durch die Vergabe eines Grenzwertes festgelegt, der sich aus dem maximalen t-Wert weiterer t-Tests über alle Bedingungen ergibt. Liegt der maximale t-Wert über dem kritischen t-Wert, das heißt innerhalb der 5 Prozent der gewonnenen t-Werte Verteilung, gilt ein Unterschied als signifikant.

Die statistische Überprüfung der Ergebnisse erfolgt mit Hilfe des Softwarepakets SPSS für Windows (Version 16.0.1). Dafür werden die EEG-Daten pro Vpn und Bedingung gemittelt in Schritten von je 300 ms eingespielt (siehe Abb. 10.6.). Dies resultiert für die StimLock Bedingung (von 0 bis 3000 ms nach Stimuluspräsentation) in insgesamt 10 Zeitbereichen (TF1 bis TF10). Die für die Auswertung relevant erscheinenden Elektrodenpositionen sind die an und nahe der Sagittal-Linie Fz, FCz, Cz, CPz und Pz sowie F3 und F4. Weiters werden die Daten von sechs temporal bzw. temporo-parietal gelegenen Elektrodenpositionen für beide Seiten eingespielt. Mittels Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung werden die Amplitudenwerte der Elektroden je Vpn und Bedingung schließlich für alle Zeitbereiche analysiert, was einer 19 (Elektrodenlokalisationen) x 4 (Bedingungen: A/ F/ O/ R) x 10 (Zeit: TF1 - TF10) ANOVA entspricht. Etwaige Unterschiede zwischen der moralischen Bedingung mit A-Frage und der moralischen Bedingung mit O-Frage werden in einer 19 (Elektrodenpositionen) x 2 (A/ O) ANOVA errechnet.

Die Voraussetzung für die Durchführbarkeit solcher Verfahren ist neben der Gewährleistung multivariater Normalverteilung und Unabhängigkeit der Daten vor allem die Voraussetzung der gegebenen Sphärizität [18], die bei elektrophysiologischen Daten meist nicht erfüllt ist [50]. Sie verlangt, dass die Varianzen aller paarweise Differenzen zwischen den Messwiederholungsvarianzen bis auf zufällige Abweichungen konstant sind. Ist Sphärizität nicht gegeben, erfolgt eine Anpassung der Freiheitsgrade für den kritischen F-Wert des F-Tests nach Greenhouse und Geisser [20].

10.2.2. StimLock

Deskriptive Analyse

Die in EEGlab pro Bedingung errechneten Averages werden graphisch veranschaulicht und verglichen. Allgemein ist nach dem Abklingen der sensorischen Verarbeitungskomponenten zunächst ein starker negativer Anstieg um 400 ms nach Stimuluspräsentation zu verzeichnen. Nach insgesamt 900 bis 1200 ms positivieren die Signale wieder über eine Dauer von ungefähr 2 Sekunden. Abbildung 9.6. stellt den Verlauf der Wellenformen am Beispiel der Elektrode Cz graphisch dar. Über die gesamte Kopfoberfläche gesehen erhebt sich der stark negative Anstieg vor allem fronto-zentral und seitlich links abfallend.

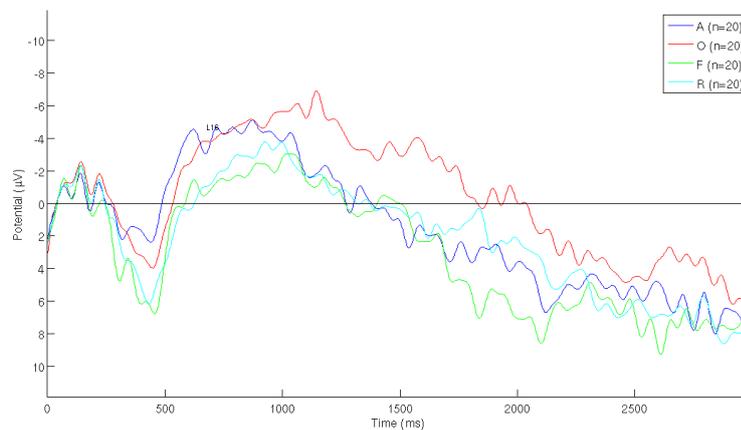


Abbildung 10.7.: StimLock: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.

Wenn man die beiden moralischen (A und O) mit den beiden neutralen (F und R) Bedingungen vergleicht, fällt auf, dass sich die Signalverläufe ab einem Zeitpunkt von ungefähr 200ms nach Darbietung des Fragesatzes trennen, wobei die beiden moralischen Wellenformen in ihrer Amplitude allgemein negativer bleiben als die beiden neutralen (vgl. Abb. 9.7). Dabei ist anzumerken, dass die moralische A-Bedingung nach ungefähr 800 ms in ihrer Amplitude um ca. 2 μ Volt steigt und sich dem Verlauf der neutralen Signale anschließt. Die moralische O-Bedingung mit verzögerter Latenz bleibt dabei in ihrer Amplitude weitgehend unverändert und positiviert schließlich 300 ms später auch. Der Unterschied läßt sich am besten an den Elektrodenpositionen Fz, F3, F5, FCz, FC3, FC5 und C1 erkennen.

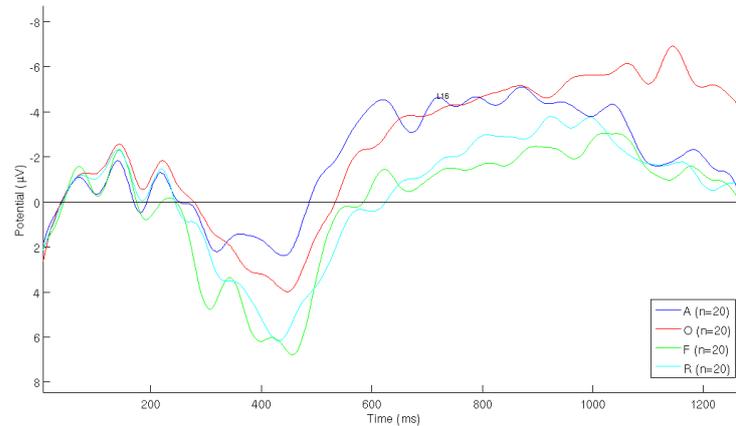


Abbildung 10.8.: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.

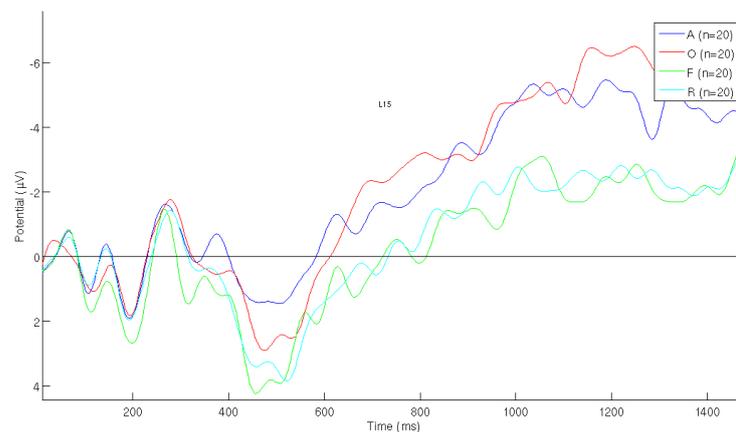


Abbildung 10.9.: Darstellung der Bedingungsaverages an der temporalen Elektrode T7(L15)-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.

Tomographie Erstellung und statistische Analyse

Für den Zeitbereich von der Stimuluspräsentation bis 3000 ms danach (StimLock) wurde eine Schrittgröße von 300 ms gewählt, was der Berechnung von 10 Mittelwerten entspricht, die als 10 Zeitpunkte in sLORETA tomographisch darstellbar sind (vgl. Abb.10.6.). Die Inspektion der Grand Means in sLORETA zeigt für die moralische Bedingung allgemein Aktivierungen in Bereichen des linken medialen bzw. superioren frontalen/ präzentralen Gyrus (BA 6/ 4), des rechten inferioren und mittleren temporalen Gyrus (BA 37/ 21) und mittleren okzipitalen Gyrus (BA 19). In der neutralen Bedingung sind ausschließlich Teile des rechten mittleren temporalen Gyrus (BA 21/ 37) und des linken medialen

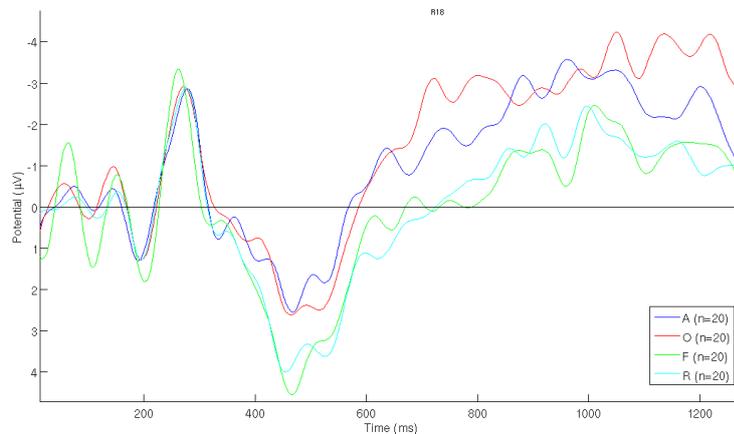


Abbildung 10.10.: Darstellung der Bedingungsaverages an der temporalen Elektrode T8 (R18)-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.

frontalen Gyrus/ präzentralen Gyrus (BA 6/ 4) aktiviert.

Die Betrachtung der Grand Means für die Bedingungen A versus O-Frage zeigt in der A-Bedingung zwischen TF 7 und 10 vor allem Aktivierungen im linken medialen und superioren frontalen Gyrus/ präzentralen Gyrus (BA 6/ 4), sowie vor allem im rechten mittleren temporalen Gyrus (BA 21/ 37), während in der O-Frage Bedingung ab TF 5 ausschließlich die BA 6 und BA 4 aktiviert sind. Verglichen zur A-Bedingung ergibt sich in der O-Bedingung in den TF 3 und 4 neben dem linken superioren frontalen Gyrus eine Aktivität („second best match“) im linken cingulären Kortex (BA 6/ 24).

Die Analyse mittels SnPM ergibt keinerlei signifikante Unterschiede in der Aktivierung bestimmter Areale im Vergleich zwischen moralischer und neutraler Bedingung (siehe Abb.10.9.). Insgesamt waren jedoch in den ersten 1500 ms vor allem Aktivitäten in Bereichen des superioren frontalen Gyrus (BA 6/ 8) und des Cuneus (BA 18/ 17), und ab 2000 ms ausschließlich Aktivierungen innerhalb des linken inferioren Parietallappens (BA 40) zu verzeichnen. Trotz nicht signifikanter Ergebnisse zeigen sich unter anderem Aktivitäten im linken posterioren cingulären Gyrus (BA 23/ 31) innerhalb des Zeitfensters von 500 und 800 ms nach Stimuluspräsentation.

Auch für die statistische Berechnung der Bedingungen A versus O-Frage ergeben sich keine signifikanten Unterschiede durch SnPM. Aktivierungen zeigen Maxima für die O-Bedingung hauptsächlich im linken parahippocampalen Gyrus (BA 36/ 35), im inferioren Parietallappen (BA 40) und rechten superioren temporalen Gyrus (BA 22), sowie in der Insula/ präzentralen Gyrus (BA 13/ 44). Ein Areal, das stärker in der O-Bedingung aktiv ist als in der A-Bedingung, ist die sub-gyrale Region und der cinguläre Gyrus (BA 8/ 6).

Außerdem zeigen sich Bereiche im rechten superioren temporalen Gyrus (BA 22) in der moralischen A-Bedingung stärker aktiviert als in der moralischen O-Bedingung zwischen 800 und 1100 ms nach Stimuluspräsentation. Allgemein ist zu sehen, dass der Vergleich hauptsächlich stärkere Aktivierungen für die O-Frage zeigt.

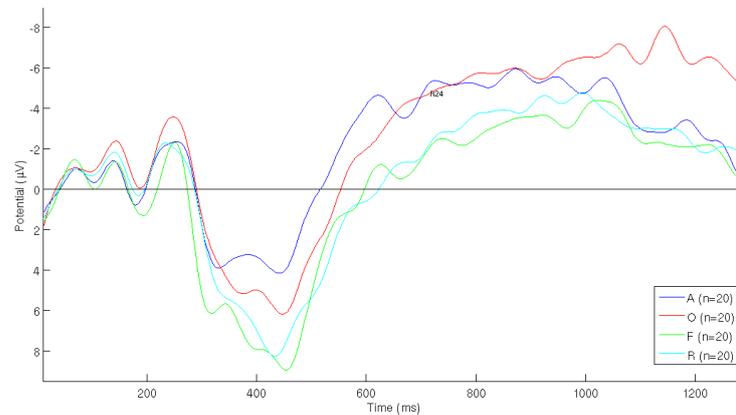


Abbildung 10.11.: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode CPz-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.

Die statistische Analyse mittels dreifacher ANOVA mit Messwiederholung ergibt für das StimLock Zeitfenster signifikante Haupteffekte für die Faktoren Elektrodenposition ($F(3.03) = 40.048$; $p < .001$) und Bedingung ($F(2.86) = 22.217$; $p < .001$), sowie einen signifikanten Wechselwirkungseffekt Elektrodenposition \times Bedingung ($F(8.87) = 9.317$; $p < .001$). Die Berechnung der geplanten Kontraste zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen A und F ($F(1) = 14.27$; $p < .001$), zwischen F und O ($F(1) = 49.27$; $p < .001$), zwischen O und R ($F(1) = 43.75$; $p < .001$). Das heißt die moralische O-Bedingung unterscheidet sich signifikant von beiden neutralen Bedingungen, die moralische A-Bedingung hingegen nur von der neutralen F-Bedingung.

StimLock: Vergleich moralisch - neutral ($P_{krit} = 4.902$)						
TF= 1						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-35	2	41	3.05205	6 9 (7)	Middle frontal G., L. Precentral G., L.
TF= 2						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-15	22	59	2.0000	6 8 (12)	Superior frontal G., L. Superior frontal G., L.
TF= 3						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-5	-28	24	2.536076	23 31 (11)	Posterior Cing. G., B. Cing. G., B.
TF= 4						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-20	-82	9	1.85069	17 19 (7)	Cuneus, L. Middle occipital G., L.
TF= 5						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-59	-42	39	1.78228	40 2 (15)	Inferior parietal G., L. Postcentral G., L.
TF= 6						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-5	-92	9	2.22187	18 17	Cuneus, L. Cuneus, L.
TF= 7 - 8						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-45	-21	61	-2.70479	3 1 (5)	Postcentral G., L. Postcentral G., L.
TF= 9 - 10						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-50	-31	57	-3.524539	40 2 (5)	Inferior parietal G., L. Postcentral G., L.

Abbildung 10.12.: Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich StimLock beim Vergleich der Bedingungen moralisch und neutral. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)

StimLock: Vergleich A - O ($P_{krit} = 5.799$)						
TF= 1						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-30	-25	-24	-4.64132	36	Parahippocampal G., L.
					35 (5)	Parahippocampal G., L.
TF= 2						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-54	29	-6	2.167801	47	Inferior parietal G., L.
					45 (10)	Inferior parietal G., L.
TF= 3						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-59	-37	-39	1.89226	40	Inferior parietal G., L.
					2 (10)	Postcentral G., L.
TF= 4						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	64	-38	25	-2.26376	40	Inferior parietal G., R.
					22 (5)	Superior temporal G., R.
TF= 5 - 7						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-35	6	14	-3.065970	13	Insula, L.
					44 (11)	Precentral G., L.
TF= 8						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	15	26	40	-2.57740	8	Sub-Gyral, R.
					6 (5)	Cing. G., R.
TF= 9						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-35	16	31	-2.97395	9	Middle frontal G., L.
					8 (11)	Middle frontal G., L.
TF= 10						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-35	2	37	-2.589118	6	Middle frontal G., L.
					9 (5)	Precentral G., L.

Abbildung 10.13.: Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich StimLock beim Vergleich der Bedingungen A und O. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)

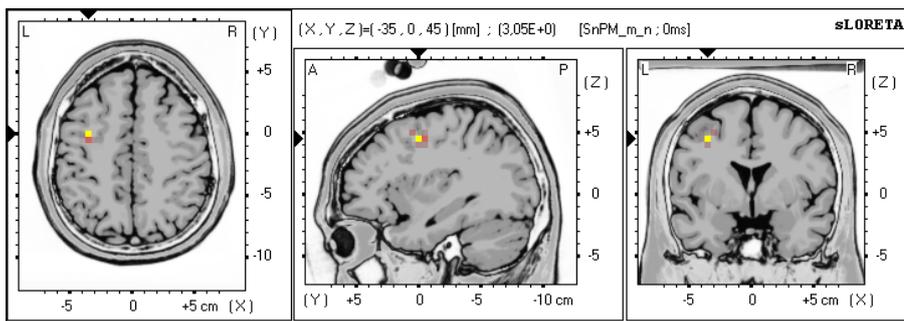


Abbildung 10.14.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 1

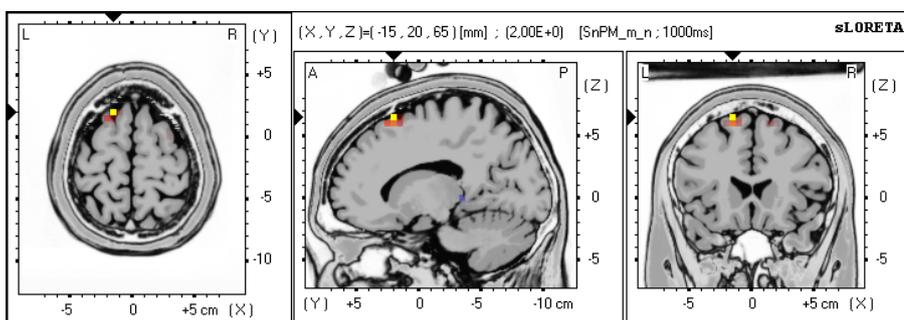


Abbildung 10.15.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 2

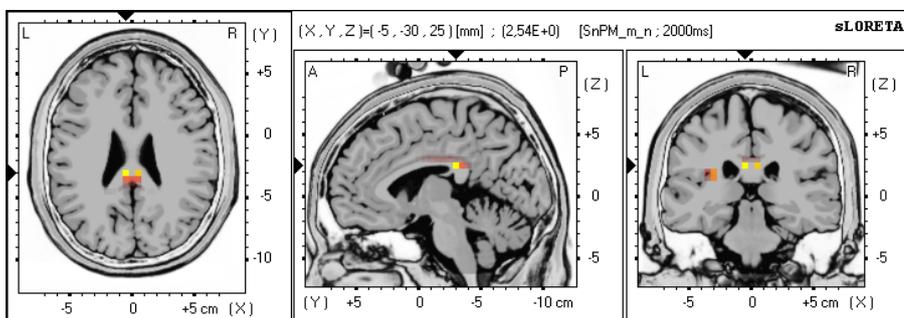


Abbildung 10.16.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 3

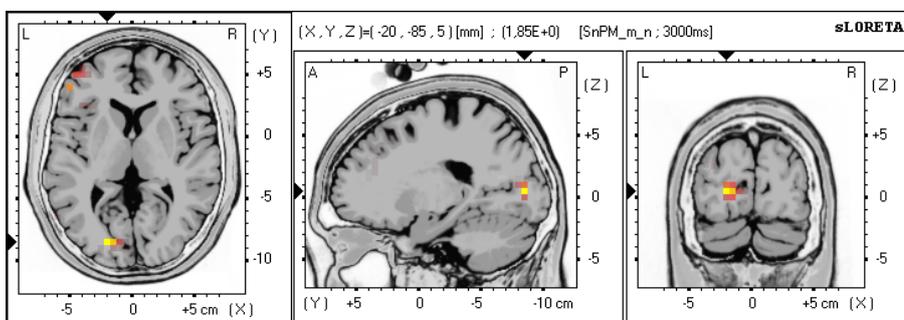


Abbildung 10.17.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 4

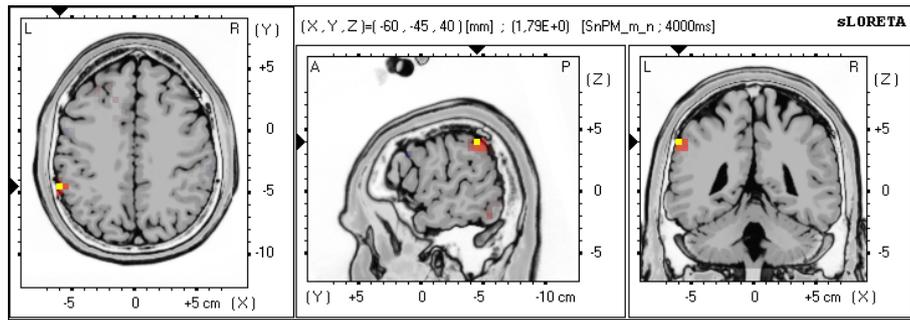


Abbildung 10.18.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 5

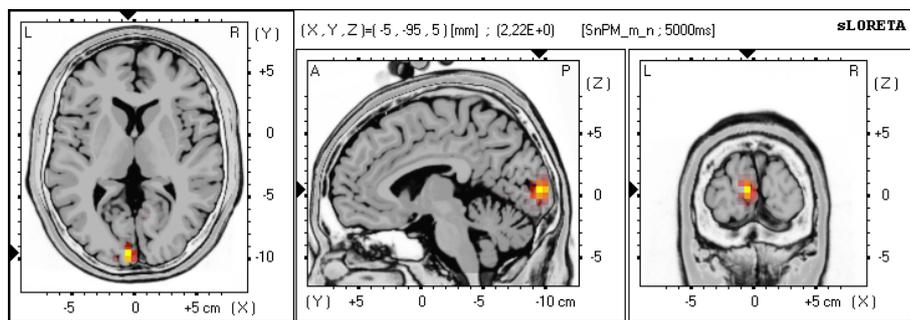


Abbildung 10.19.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 6

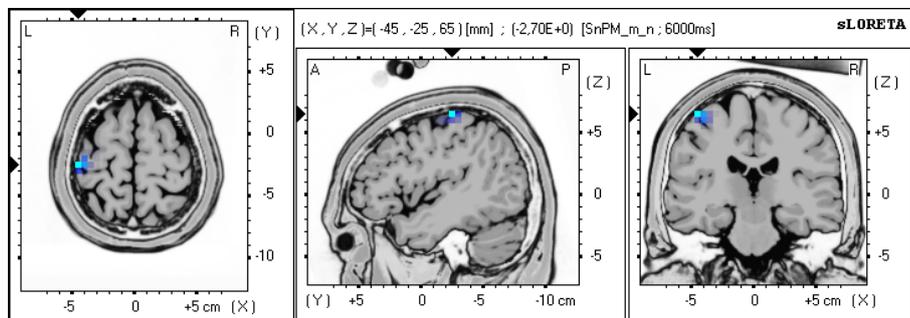


Abbildung 10.20.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 7

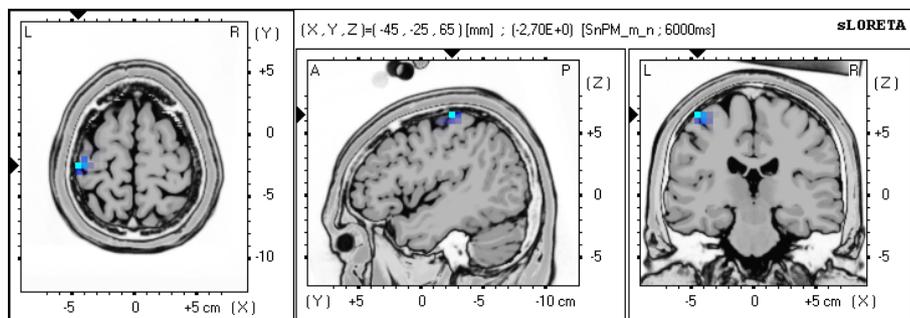


Abbildung 10.21.: StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 8 bis 10

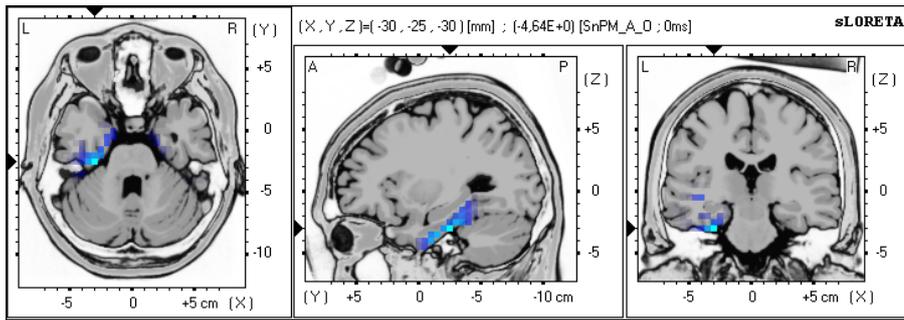


Abbildung 10.22.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 1

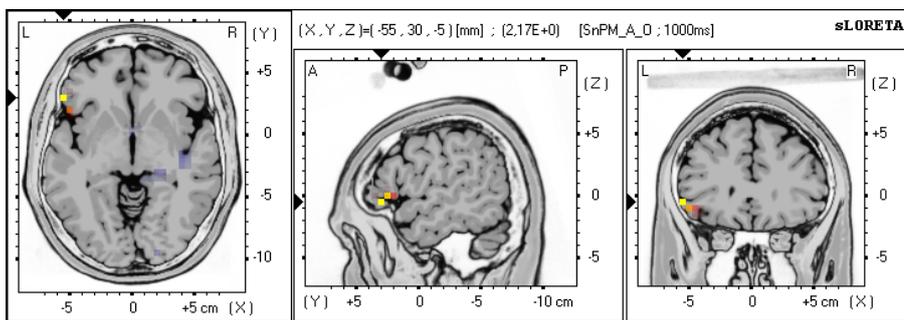


Abbildung 10.23.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 2

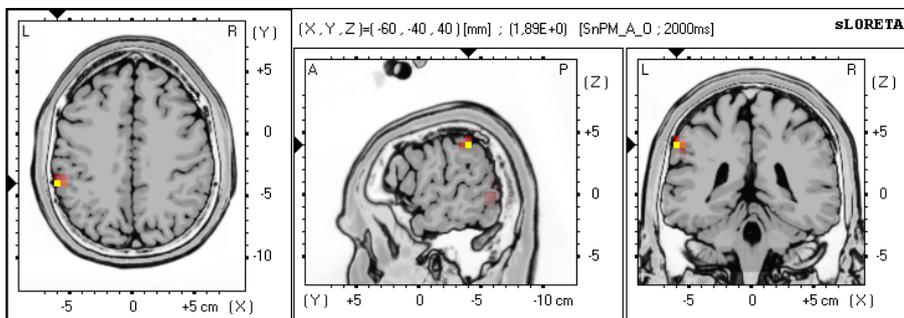


Abbildung 10.24.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 3

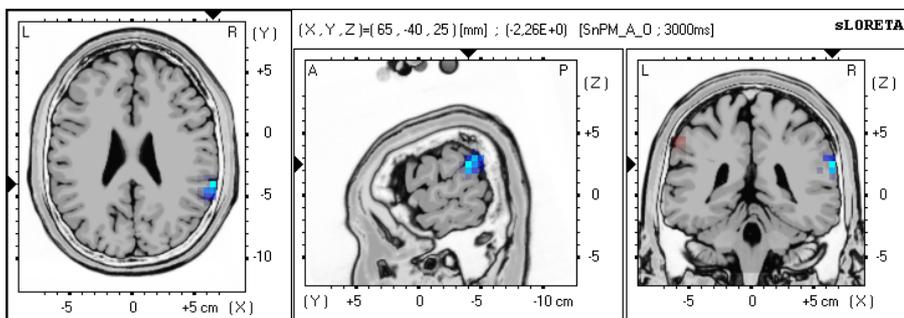


Abbildung 10.25.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 4

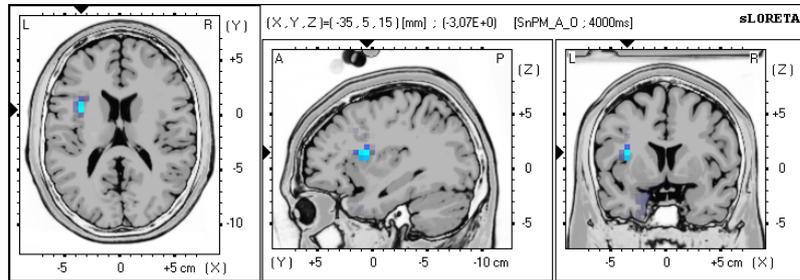


Abbildung 10.26.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF=5 bis TF= 7

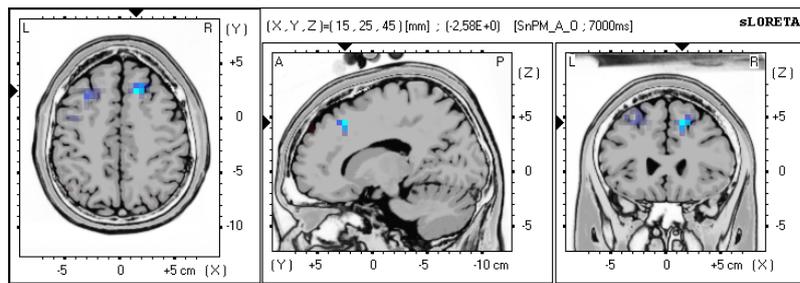


Abbildung 10.27.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 8

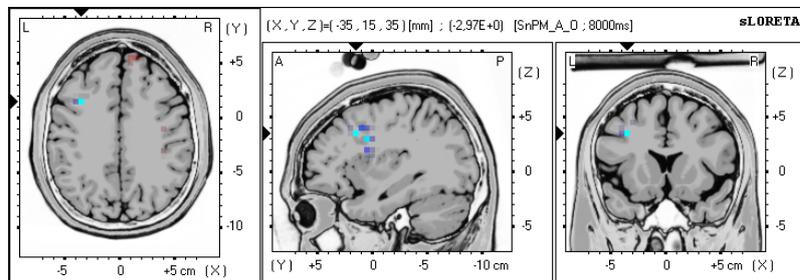


Abbildung 10.28.: StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 9

10.2.3. RespLock

Deskriptive Analyse

Die in EEGLAB pro Bedingung errechneten Averages werden graphisch veranschaulicht und verglichen. Allgemein ist zu bemerken, dass die Amplituden vor allem links frontal bis fronto-zentral einen negativen Anstieg aufwiesen. Dabei weist die moralische O-Bedingung die negativsten Amplitudenwerte auf, die neutrale F-Bedingung dagegen die positivsten Werte. Interessant ist an allen Elektrodenpositionen eine leichte Positivierung der durchwegs negativen Signale mit einer Latenz bei rund 200 ms vor Tastendruck. Links fronto-zentral erreicht die Negativierung um 400 bis 300 ms vor Tastendruck ihr Maximum, um daraufhin leicht zu positiveren und schließlich in den letzten 200 ms vor Tastendruck wieder zu negativieren. Dieses Erscheinungsbild ist vor allem in der moralischen O-Bedingung an der Elektrode FC3 zu beobachten sowie an den Positionen F5, FC5, C3 und C5. Abbildung 10.30. stellt den Verlauf der Wellenformen am Beispiel der Elektrode Cz graphisch dar.

Insgesamt sind die Signale aller Bedingungen zunächst im negativen Amplitudenbereich. Rechtshemisphärisch beginnen sie schließlich um rund 400 ms vor Tastendruck zu positiveren. Links hemisphärisch vor allem fronto-zentral bleiben die Verläufe durchwegs negativ, was vor allem an der Elektrodenposition FC3 (siehe Abb.10.31), aber auch an C3 und CP3 zu sehen ist. Zu sehen an den temporalen Elektroden ist ein Unterschied der Amplitudenverläufe für die verschiedenen Bedingungen. Während sich links temporal (T7) die Signale der moralischen A-Bedingung und O-Bedingung eindeutig um rund

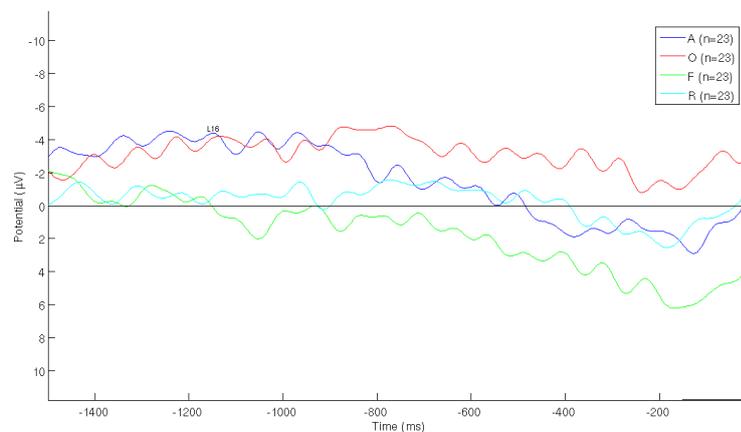


Abbildung 10.30.: RespLock: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz (moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)

2 μ Volt von jenen der neutralen Bedingungen (F, R) unterscheiden, folgen sie rechts temporal (T8) einem ähnlicheren Verlauf. Die Verläufe der moralischen Bedingungen (A, O) sind durchwegs um 1 bis 2 μ Volt negativer als die neutralen bis ungefähr 950 ms vor Tastendruck. Um diesen Zeitpunkt herum trennt sich die moralische O-Bedingung von der A-Bedingung im Amplitudenverlauf. Hinsichtlich der Betrachtung der gesamten Topographie ist festzuhalten, dass die Potenzialschwankungen in der moralischen O-Bedingung sich ca. eine Sekunde vor Tastendruck von den anderen Signalen trennen und in ihrer Amplitude stets am negativsten bleiben.

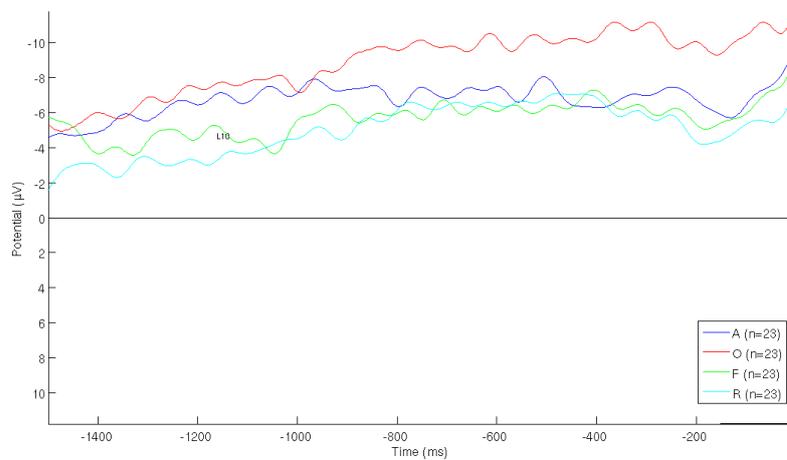


Abbildung 10.31.: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode FC3 (L10) (moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)

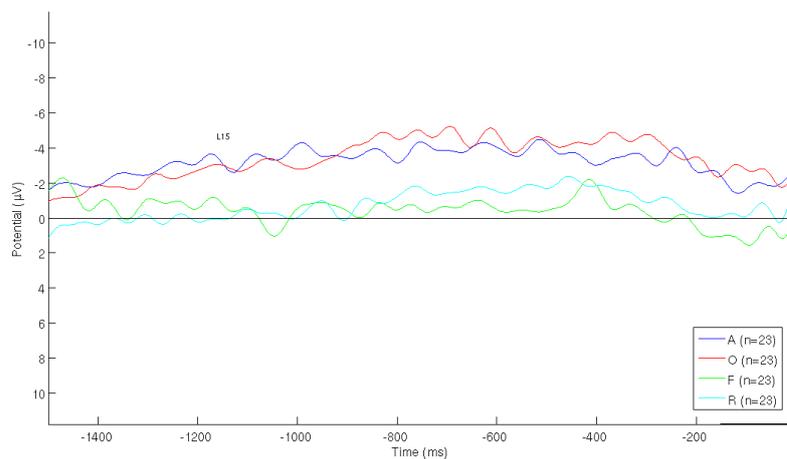


Abbildung 10.32.: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode T7 (L15)(moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)

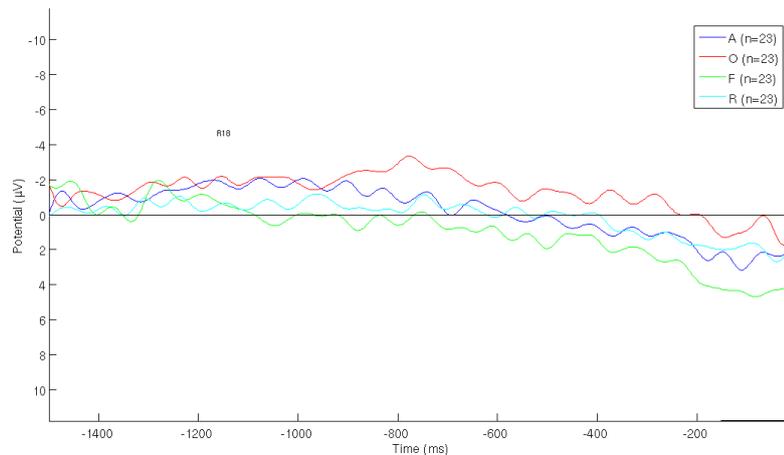


Abbildung 10.33.: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode T8 (R18)(moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)

Tomographie Erstellung und statistische Analyse

Für den Zeitbereich um 1500 ms vor dem Tastendruck (RespLock) wurde eine Schrittgröße von 500 ms gewählt, was der Berechnung von 3 Mittelwerten entspricht, die als 3 Zeitpunkte in sLORETA tomographisch darstellbar sind (vgl. Abb.10.6.). Die Inspektion der Grand Means in sLORETA zeigt für die moralische Bedingung allgemein Aktivierungen in Bereichen des linken postzentralen Gyrus (BA 3/ 5), des linken superioren frontalen und präzentralen Gyrus (BA 6/ 4), für die neutrale Bedingung hauptsächlich Aktivierungen im präzentralen Gyrus (BA 6/ 4).

Die Betrachtung der Grand Means für die Bedingungen A versus O-Frage zeigen sich in der A-Bedingung ausschließlich Aktivitäten im superioren frontalen Gyrus und präzentralen Gyrus (BA 6/ 4), während in der moralischen O-Bedingung zusätzlich Teile des mittleren und superioren frontalen Gyrus aktiv sind (BA 6/ 8).

Die Analyse mittels SnPM ergibt keinerlei signifikante Unterschiede in der Aktivierung bestimmter Areale im Vergleich zwischen moralischer und neutraler Bedingung. Insgesamt zeigen sich erhöhte Aktivitäten in Bereichen des mittleren bzw. superioren (BA 8/ 9), des inferioren (BA 47) und des medialen frontalen Gyrus (BA 6) in der moralischen Bedingung gegenüber der neutralen (siehe Abb.10.34). Weitere Maxima sind innerhalb TF= 2 (1000 bis 500 ms vor Tastendruck) in der linken sub-lobaren Region (BA 13/ 47) zu verzeichnen.

Für die statistische Berechnung der Bedingungen A- versus O-Frage ergeben sich keine signifikanten Unterschiede durch SnPM. Aktivierungsminima zeigen sich fast

ausschließlich im linken mittleren frontalen Gyrus (BA 8/ 9). Dies weist auf eine insgesamt erhöhte neuronale Aktivität des mittleren frontalen Kortex im Zuge der Bearbeitung von O-Fragen hin.

RespLock: Vergleich moralisch - neutral ($P_{krit} = 4.560$)						
TF= 1						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-30	36	40	3.522683	8	Middle frontal G., L.
					9 (5)	Middle frontal G., L.
TF= 2						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-25	19	-9	2.812767	13	Extra-Nuclear/ Sub Lobar, L.
					47 (5)	Inferior frontal G., L.
TF= 3						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Max	-5	46	44	3.361434	8	Superior frontal G., L.
					6 (10)	Medial frontal G., L.

Abbildung 10.34.: Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich RespLock beim Vergleich der Bedingungen moralisch und neutral. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)

RespLock: Vergleich A - O ($P_{krit} = 5.262$)						
TF= 1						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-40	17	50	-4.145710	8	Superior frontal G., L.
					6 (5)	Middle frontal G., L.
TF= 2						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-50	7	41	-2.858208	8	Middle frontal G., L.
					9 (5)	Middle frontal G., L.
TF= 3						
Min/ Max	Tx	Ty	Tz	t	BA	Areal
Min	-50	12	41	-3.322407	8	Middle frontal G., L.
					9 (5)	Middle frontal G., L.

Abbildung 10.35.: Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich RespLock beim Vergleich der Bedingungen A und O. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)

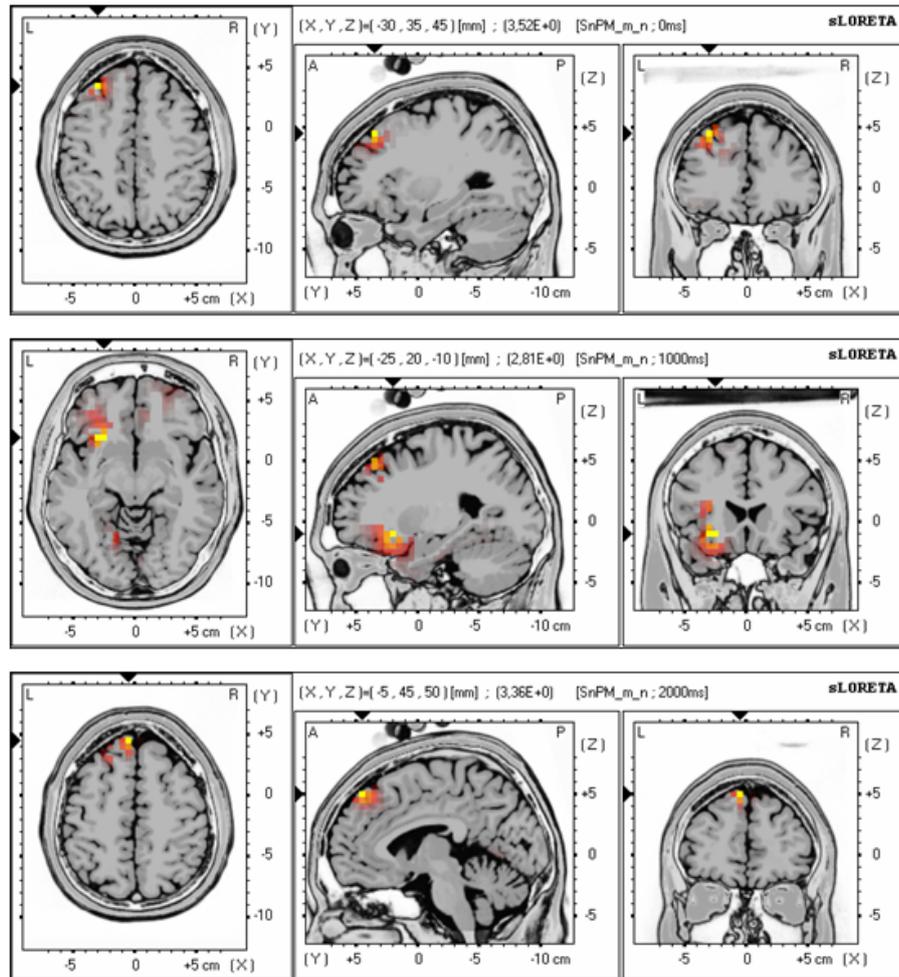


Abbildung 10.36.: RespLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima für TF= 1 bis TF= 3 (von oben nach unten)

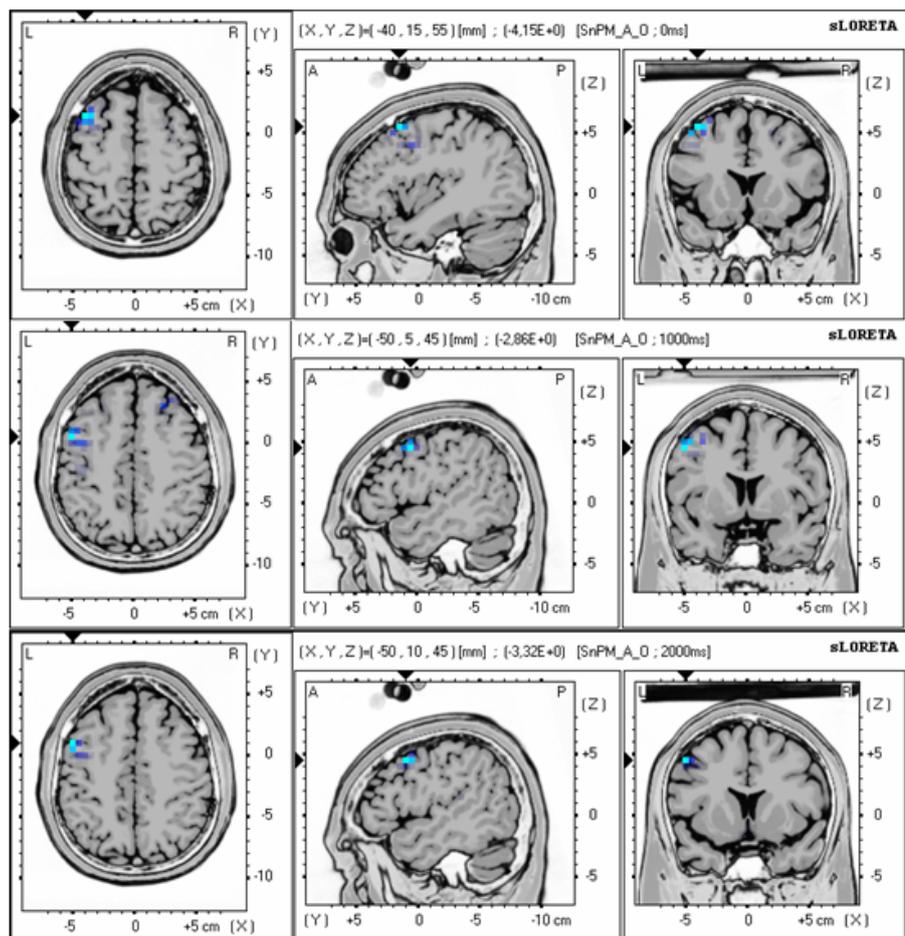


Abbildung 10.37.: RespLock: Vergleich A-/ O- Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima für TF= 1 bis TF= 3 (von oben nach unten)

Diskussion

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Replikation früherer Ergebnisse zu den neuronalen Korrelaten der moralischen Urteilsbildung. Weiters war die Identifizierung charakteristischer kortikaler Potenzialschwankungen in Verbindung mit der Bearbeitung von moralischen Dilemma Szenarien im Vergleich zu nicht moralischen Entscheidungssituationen angestrebt.

11.1. StimLock

In Bezug auf die Verhaltensdaten wurde wie bei Greene [24] erwartet, dass die Vpn grundsätzlich mehr Zeit für die Bearbeitung von moralischen als für neutrale Szenarien benötigen. Außerdem wurde erwartet, dass die Zustimmung eines moralischen Verstoßes mit verlängerter Reaktionszeit einhergeht als für dessen Ablehnung. Angelehnt an Erkenntnisse zur STROOP-Aufgabe wurde angenommen, dass für eine Zustimmung eine dem bewußten Schlußfolgern vorangehende emotionale Antwort übergangen werden muß, aufgrund dessen sich die Antwort zeitlich verzögert (siehe 3.4). Aus den vorliegenden Ergebnissen geht hervor, dass die Vpn bei den moralischen Items durchschnittlich mehr Zeit für ihr Urteil benötigen, als bei den neutralen. Obwohl nicht signifikant unterschiedlich benötigen die Vpn für die Bearbeitung der Szenarien bei O-Fragen durchschnittlich mehr Zeit als bei A-Fragen. Dies kann in Zusammenhang mit den Antworten im Sinne von Zustimmung bzw. Ablehnung gesehen werden, da von insgesamt 900 Antworten 271 Zustimmungen auf eine O-Frage erfolgten und nur 179 auf eine A-Frage (vgl. Abb. 10.3.). Daraus kann abgeleitet werden, dass die verlängerten RT bei der Beantwortung der O-Fragen Szenarien in Verbindung mit der größeren Anzahl an Zustimmungen

stehen. Das deckt sich mit den bisherigen Ergebnissen, dass ein Urteil zugunsten eines moralischen Verstoßes ein höheres Ausmass an Verarbeitungskapazitäten abverlangt, als eine Entscheidung gegen die moralisch verwerfliche Handlung, und deshalb mehr Zeit für die Beantwortung beansprucht wird. Ebenfalls konform mit Befunden aus der Literatur ist die Beobachtung, dass es scheinbar leichter fällt, eine Aufforderung nach Unterlassung einer Handlung abzulehnen (Zustimmung), als eine Aufforderung nach Setzen derselben Handlung anzunehmen, obwohl die Konsequenzen in beiden Fällen dieselben sind. Diesbezüglich ist festzuhalten, dass sich die Formulierung der Frage nach einer Handlung bzw. nach Unterlassung derselben maßgeblich auf das engültige Urteil auswirkt, angesichts der doppelten Anzahl an Zustimmungen bei O-Fragen Item als bei A-Fragen Items.

Hinsichtlich der subjektiven Ratings seitens der Vpn stellte sich heraus, dass die moralischen Items als moralisch wie auch emotional bedeutsamer eingestuft wurden als die neutralen Items, weshalb ein Zusammenhang zwischen den Hintergründen moralischer und emotionaler Verarbeitung auf Verhaltensebene denkbar erscheint. Aus den Bewertungen geht schließlich hervor, daß emotional behaftete Situationen auch schwieriger zu beantworten waren.

Aus der Deskriptivanalyse geht hervor, dass sich die Amplitudenverläufe der insgesamt vier Bedingungen charakteristisch unterscheiden. Die Signalverläufe trennen sich nach den ersten 200 ms nach Stimuluspräsentation in die jeweils moralischen und neutralen Bedingungen auf (10.2.2). Im Zeitbereich von ca. 200 bis 350 ms zeigen die Averages der neutralen Bedingungen (F, R) deutlich positivere Werte als jene der moralischen (A, O). Dieser Zeitpunkt entspricht üblicherweise dem Auftreten der P300 Komponente [40], die unter anderem an der zentro-parietalen Zentralelektrode gemessen werden kann. Die P3 wird oft als Indikator für Aktivitäten des Arbeitsgedächtnis und für Evaluation und Kategorisierung von Reizen gesehen [41], wobei die Betrachtung von Latenz und Amplitude Hinweise auf Stimuluskomplexität bzw. Reizdiskrimination zulassen. Auffallend ist, dass die P300 in der moralischen A Bedingung mit einer Amplitude von etwa $4 \mu\text{V}$ (Microvolt) am geringsten ausgeprägt ist, gefolgt von der moralischen O Bedingung mit rund $6 \mu\text{V}$. In den neutralen F und R Bedingungen ist die P300 bei 350 ms nach Stimuluspräsentation maximal mit $8 \mu\text{V}$ bzw. $9 \mu\text{V}$. Hinsichtlich Latenz lassen sich keine nennenswerten Unterschiede feststellen.

Interessant ist auch der weitere Signalverlauf der vier Bedingungsaverages, der in Folge auf die Positivierung um 350 ms recht abrupt negativiert und innerhalb von 150 ms alle Signalverläufe negativ werden läßt (vgl., Abb. 10.8.). An diesem Punkt ist zu erwähnen, dass es sich im Rahmen dieses Experiments um äußerst komplexes, lexikalisch wie semantisch bedeutsames Stimulusmaterial handelte. Mit Abklingen der sensorischen

Komponenten und wachsendem zeitlichen Abstand zur Reizdarbietung wird das Wissen und die Nachvollziehbarkeit darauffolgender kognitiver Prozesse immer diffuser. In diesem Sinn muss zum Beispiel die Wichtigkeit des Einflusses des sprachbezogenen Reizmaterials bzw. der entsprechenden Sprachverarbeitung bei der Analyse der Signale berücksichtigt werden. Hierfür sind einige Komponenten aus weniger komplexen Paradigmen bekannt, die die Verarbeitung von sprachlichen Inputs und deren Bedeutungen widerspiegeln. Zum einen zeigt sich die sog. N400 (Negativierung 300-600ms nach Reizpräsentation) ausgeprägt bei semantischen Inkongruenzen in kurzen Sätzen (Kutas und Hillyard, 1980, 1984), wird aber auch als Maß für lexikalische Verarbeitungsprozesse gesehen, bzw. als Korrelat des benötigten Aufwands zur semantischen Integration und zur Bildung von Diskurs Repräsentationen höherer Ordnung [37]. Syntaxfehler in Texten führen schließlich zu EKP Komponenten wie der P600 („late posterior positive wave“) oder der LAN („left anterior negativity“). Da in den vorliegenden Daten die stärkste Negativierung an den linken frontalen Elektroden abzulesen sind, würde die LAN am ehesten im Gespräch bleiben dürfen, da ihr Auftreten auch im Zusammenhang mit Fragesätzen bekannt ist. Wie aber bereits angedeutet, schließt die Komplexität der hier behandelten Urteilsprozesse weitere Zuweisungen zu einzelnen Komponenten aus, da nicht eindeutig nachvollzogen werden kann, ob und in welchem Ausmaß die kognitiven Prozesse und Prozessphasen den Verlauf der EKPs beeinflussen [36]. Gerade in Zusammenhang mit Prozessen zur Bildung von Urteilen folgt die Informationsverarbeitung zahlreichen Schritten, die Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Entscheidungsfindung, Gedächtnisfunktionen, Ausführung mit einschließen. Dies resultiert in einem Konglomerat zahlreicher Komponenten, die zeitlich gleich wie überlagert den verschiedenen kognitiven, emotionalen wie sprachlichen Verarbeitungsmechanismen zugrunde liegen.

Schließlich besteht die Möglichkeit, dass es sich um ein breites langsames negatives Potenzial (LP) handelt, dessen Maximum in der O Bedingung bei rund 1100 ms erreicht ist, bei den anderen Bedingungen um 200 ms früher, und dann wieder in Richtung Positivierung abklingt. Langsame Potenziale werden als Indikatoren kortikaler Aktivierung vor und während komplexer Informationsverarbeitungsprozesse angesehen. Sie werden auch als „slow cortical potentials“ (SCPs) oder Gleichspannungs-(DC)-Potenziale bezeichnet und haben eine zeitliche Ausdehnung von mehreren hundert Millisekunden bis zu einigen Sekunden. Ihr Erscheinungsbild ist rampen- und plateauförmig ohne klare Gipfelstruktur wie die EKP-Komponenten. Bezogen auf die Überlegungen zur Verarbeitung von Sprachaufgaben kann diese Erscheinungsform Prozessen der semantischen Integration des Dilemma Inhalts zugeschrieben werden, die sich in einem LP niederschlägt.

In Anlehnung an die Ergebnisse von Greene [24] wurde angenommen, dass die zeitliche Verzögerung (bei Zustimmung) durch die Bewältigung des inneren Konflikts zwischen

den vorherrschenden emotionalen Anteilen und den aus kognitiven Kontrollprozessen resultierenden abstrakten Überlegungen bedingt ist. Daraus ergibt sich die Annahme, dass bei verlängerter Reaktionszeit im Zuge der Beurteilung eines persönlichen moralischen Dilemmas im Vergleich zu niedriger Reaktionszeit eine verstärkte Aktivierung jener Regionen im Gehirn zu erwarten ist, die mit Prozessen der kognitiven Kontrolle in Zusammenhang stehen. Erkenntnissen aus der Literatur (STROOP Aufgabe) zufolge entspricht der anteriore cinguläre Kortex (ACC) dieser Region. Als Hinweis für das Vorherrschen abstrakter Denkprozesse und kognitiver Kontrolle sollte außerdem bei verlängerter im Vergleich zu kurzer Reaktionszeit eine erhöhte Aktivierung in Bereichen des dorsolateralen präfrontalen Kortex (DLPFC) zu beobachten sein [43]. Weiters wurden Aktivierungen in Bereichen des medialen PFC (BA 9/ 10), des posterioren cingulären Gyrus (BA 31)/ Precuneus (BA 7), sowie bilateral im STS/ inferioren Parietallappens (BA 39) erwartet. Anhand der vorliegenden Ergebnisse können diese Befunde nur teilweise bestätigt werden. Die tomographische und statistischen Analyse der EEG-Daten hat in Bezug auf die Bearbeitung der moralischen Szenarien im Vergleich zu den neutralen folgende neuronale Aktivitäten hervorgebracht. Im Zuge der Bearbeitung von moralischen Szenarien verglichen zu den neutralen zeigten sich im Zeitraum von 500 bis 800 ms nach Stimuluspräsentation (TF= 3) Teile des posterioren cingulären Kortex (BA 23/ 31) aktiviert. Die diesem Areal entsprechende Hypothese kann also angenommen werden. Im Zuge der Bearbeitung von Dilemmata mit O-Fragen verglichen zu A-Fragen zeigten sich zwischen 2000 und 2300 ms (TF= 8) die sub-gyrale Region und Teile des cingulären Kortex (BA 6) aktiviert (siehe Abb. 10.13.). Angesichts der Tatsache, dass bei O-Fragen mehr Zustimmungen zu Moralverstößen erfolgt waren, deckt sich dieses Ergebnis mit jenen früherer Studien zur cingulären Beteiligung im Zuge der Urteilsfindung.

Eine der stärksten Aktivierungen, die die sLoreta Analyse mittels SnPM hervorbrachte, zeigte sich im moralisch/ neutral Vergleich in Bereichen des Cuneus (BA 17/ 18/ 19), einem Areal, das mit Abläufen im Arbeitsgedächtnis assoziiert wird [42]. Dazu gehören Aufrechterhaltung der aufmerksamkeit - und gedächtnisbezogenen Kapazitäten zur erfolgreichen Bewältigung einer komplexen Aufgabe. Die Tomographie zeigt Aktivierungsmaxima in der Zeit von 800 bis 1100 ms nach Stimuluspräsentation in den BA 17 und 19, sowie zwischen 1400 und 1700 ms in den BA 17 und 18. Im selben Zeitfenster ergab die Analyse der Fragebedingungen (A/ O) in Anlehnung an die Ergebnisse von Greene [24] Aktivierungen in Bereichen des superioren temporalen Sulcus (STS). Der rechte STS (BA 22) zeigte sich zwischen 800 und 1100 ms (TF=4) bei O-Fragen stärker aktiviert als bei A-Fragen, was sich wiederum dadurch erklären lassen kann, dass mehr Zustimmungen bei O-Fragen erfolgten als bei A-Fragen. Das würde heissen, dass die Ablehnung der passiven Haltung („Nichts zu unternehmen ist...“) und somit die Zustimmung der moralisch verwerflichen Handlung mit Abläufen im STS assoziierbar ist.

Die Beteiligung von kortikalen Strukturen des sog. sozialen Netzwerks, die üblicherweise auch in Verbindung mit kognitiven Prozessen zur Theory of Mind, wertbezogenen und eben moralischen Urteilen gesehen werden, konnte teilweise beobachtet werden: der rechte STS (BA 22), die linke anteriore Insula (BA 13), der linke mediale und superiore frontale Kortex (BA 6/ 8) sowie der posteriore cinguläre Gyrus (23/ 31). Die Verarbeitung sozialer Kognitionen beinhaltet auch das Denken über den Gemütszustand und die Situation Anderer. Damit assoziierte Strukturen sind der mediale präfrontale Kortex und die temporo-parietale Verbindung (TPJ), die keine Aktivierungsmaxima in den vorliegenden Daten aufwies. Auch der anteriore cinguläre Kortex (ACC), sowie die anteriore Insula (AI) werden mit Prozessen sozialer Kognitionen in Verbindung gebracht. Obwohl vorhanden zeigten sich jedoch keine maximalen Aktivierungen in Bereichen des ACC, wie sie in anderen Studien auftraten [24]; [45]. In der neurophysiologischen Forschung gelten die Annahmen zu den verschiedenen Funktionen des ACC als Fehlerentdecker und Konfliktverarbeiter als allgemein anerkannt [10]. Da im Rahmen dieser Untersuchung keine signifikanten Aktivierungen dieser Regionen zu beobachten waren, bleibt zu vermuten, dass ein moralisches Dilemma nicht als Fehler verarbeitet wird. Da es weder in der Instruktion noch in den Items selbst darum ging, Fehler zu entdecken oder zu beheben, bestand auch kein Anlaß für entsprechende Prozesse. Jedoch stehen die Ergebnisse aus den EEG-Daten im Widerspruch zu den Verhaltensdaten und Berichten der Vpn, sowie zu den Befunden aus der Literatur über den ACC als Konfliktverarbeiter [24]. Die Vpn gaben an, dass sie die Bearbeitung der meisten Dilemmata als schwierig und problematisch empfunden hätten, was auf einen Konflikt hindeuten würde. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass der Konflikt und dessen Verarbeitung schon früher in der Zeit stattfinden, als erst nach Präsentation der Entscheidungsfrage. Dabei ist es möglich, dass die Vpn bereits vor der Kenntnis und Richtung der Frage den Kern des Dilemmas erfasst haben. d.h. vorstellungsmäßig die möglichen Konsequenzen der jeweiligen Situation im Vorfeld antizipieren konnten und die eigentliche Lösung der Aufgabe schließlich über Aktivierungen in Bereichen des mittleren und superioren frontalen Kortex erfolgte.

In Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen [24] war im Zuge der Beantwortung eines moralischen Dilemmas im Vergleich zur Beantwortung einer nicht moralischen Entscheidungssituation die anteriore Region des posterioren cingulären Kortex (BA 23/ 31) im Zeitraum zwischen 0.5 und 0.8 Sekunden nach Stimuluspräsentation aktiviert. Bei Greene war dieses Areal stärker im Zuge utilitaristischer Urteile aktiv, was mit der Analyse von Kosten und Nutzen im Rahmen des vorliegenden sozialen Kontextes in Zusammenhang gebracht werden kann. Utilitaristisch gilt ein Urteil, welches ein Opfer zugunsten der Rettung mehrerer Anderer fordern sollte, das heißt, wenn es der Zustimmung eines moralischen Verstoßes entspricht. In diesem Sinne wäre eine PCC

Aktivität im A- vs. O-Fragen Vergleich denkbar, die aber hier nicht beobachtet wurde (vgl.10.13.).

11.2. RespLock

Die Topographie der Bedingungsaverages zeigt für den RespLock Zeitbereich vor allem an den linken fronto-zentralen Elektrodenpositionen Unterschiede zwischen den Versuchsbedingungen (siehe 10.2.3). Verbindet man dieses Erscheinungsbild mit den Ergebnissen der Verhaltensdaten wird ersichtlich, dass die Signale dann stärker negativieren, wenn einem moralischen Verstoß zugestimmt wurde (O-Bedingung), was insgesamt auf ein höheres Ausmaß an Konfliktverarbeitung hindeuten könnte.

Die allgemein links hemisphärisch dominierende Negativierung bis zu $-10 \mu\text{Volt}$ an den zentralen Elektroden deutet auf bewegungsvorbereitende Prozesse kontralateral zur rechten Hand hin, mit welcher im Falle einer Ablehnung bei A-Fragen sowie einer Zustimmung bei O-Fragen der Tastendruck erfolgte.

Die Betrachtung der Signale zum Tastendruck hin bringt weiters folgendes hervor. Das Bereitschaftspotenzial (BP) ist als charakteristische Komponente im EEG bekannt, die einer selbstinitiierten Bewegung vorausgeht. Es beginnt rund 1 bis 1.5 Sekunden vor Tastendruck und spiegelt vor allem die Aktivierung im primären motorischen und supplementär motorischen Kortex wider. Latenz und Amplitude sind abhängig von den physikalischen Parametern der bevorstehenden Bewegung [52].

Im RespLock Zeitbereich zeigt die tomographische Analyse erwartungsgemäß die stärksten Aktivierungen in frontalen Bereichen. So spiegelt die Aktivierung im frontalen Gyrus (BA 6, 8 und 9) zusammen mit den primären und supplementär motorischen Arealen die Prozesse der Bewegungsvorbereitung wider. Als Teil des präfrontalen Kortex werden dem inferioren (BA 47) wie dem mittleren frontalen Gyrus (BA 8/ 9) kognitive Funktionen zugeschrieben, die sich mit der Bewältigung der Dilemma-Szenarien in Verbindung bringen lassen. Die verstärkte Aktivierung der frontalen Areale im Zuge der Bearbeitung von O-Fragen beim A- und O-Fragen Vergleich zeigt wiederum die erhöhte neuronale Aktivität für die Bewältigung der Dilemmata, bzw. für die Zustimmung eines moralischen Verstoßes.

Zum Abschluß bietet sich noch eine kurze Reflexion zur Wahl und Konzeption des gewählten Itemmaterials an. Einerseits bietet die Vorgabe kompletter Szenarien die Möglichkeit, den Vpn eine Vorstellung von einer bestimmten Situation zu verschaffen. Dabei sollte ein

höheres Maß an Einfühlung seitens der Vpn in die Situation begünstigt werden. Doch die Konfrontation mit solch komplexen Szenarien erfordert bei den Vpn die bewußte Auseinandersetzung mit dem Sachverhalt, was in der Erwägung zusätzlicher Annahmen mündet, basierend auf persönlichen Erfahrungen und Überzeugungen. Obwohl sie zu Beginn des Experiments dazu angehalten worden waren in Bezug auf die gegebenen Situationen keine weiteren Annahmen zu machen, gaben mehrere Vpn an, genau dies getan zu haben. So wurde beispielsweise über möglicherweise einsetzende Ereignisse spekuliert, die den Ausgang der Situation unabhängig von der Wahl zwischen den zwei Handlungsalternativen beeinflussen bzw. völlig verändern würden. Einige Vpn gaben an, dass sie die angebotenen Handlungskonsequenzen nicht als gegeben annehmen konnten bzw. wollten. So kann in diesem Fall eine Vpn selbstständig die Tragweite ihres Urteils abschwächen, indem sie angibt, selbst nicht aktiv in die Situation zu eingreifen, um nichts moralisch Verwerfliches tun zu müssen, und gleichzeitig annimmt, dass sich andere, äußere Umstände wohlwollend auf den Ausgang der Situation auswirken werden (z.B. der Bergsteiger rutscht nicht wie vorgegeben in die Tiefe, sondern kann sich gerade noch festhalten).

Die Szenarien sind strukturell zwar gleich gestaltet gewesen, aber inhaltlich unterschiedlich. Danach gefragt, ob sie zur Bewältigung der Dilemmata bestimmte Entscheidungsstrategien angewandt hätten, antworteten die meisten Vpn, keine spezielle Strategie benutzt zu haben. Dabei fügten sie hinzu, dass sie ihr Urteil stets abhängig von der jeweiligen Situation gefällt hätten. Einige Vpn waren deshalb überrascht zu bemerken, dass sie in den verschiedenen Situationen völlig unterschiedlich urteilten. Faktum ist, dass die meisten Teilnehmerinnen stärker von einem Dilemma beansprucht waren, in dem es um Kinder als potenzielle Opfer ging. Ging es darum Kinder aus einer Gefahrenlage zu retten, waren die Vpn eher bereit eine moralisch verwerfliche Handlung in Kauf zu nehmen. Der Konflikt also zwischen diesen zwei konfligierenden moralischen Prinzipien lief meist zugunsten der Sorge um das Wohl der Kinder, was die Antworten charakteristisch verzerrt haben könnte. Andererseits sind die gewählten neutralen Items zwar inhaltlich nicht so anspruchsvoll, aber auch konflikthaft, da zwischen zwei Konsequenzen entschieden werden muss, die einen ähnlichen bzw. sogar denselben Outcome mit sich bringen. Daher kann den neutralen Szenarien durchaus ein gewisser Konfliktaspekt zugesprochen werden, wodurch die Möglichkeit besteht, daß sich etwaige ACC Aktivitäten durch die Berechnung von Unterschieden ausgeglichen haben.

Zuletzt im Sinne der Einwände von Borg und Kollegen [55] soll die berechtigte Frage angesprochen werden, inwieweit der Vergleich zwischen einer sozialen moralischen und einer nicht sozialen nicht-moralischen Bedingung tatsächlich die moralische Verarbeitung erfasst, anstatt nur soziale Verarbeitung. Es besteht jedoch mittlerweile die verbreite-

te Annahme, daß im Rahmen der Bearbeitung eines moralischen Dilemmas wie hier vorgegeben die moralische Verarbeitung durch die Verarbeitung sozialer und affektiver Sachverhalte widergespiegelt werden kann [27].

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchung wertvolle Hinweise zur Beteiligung der mehrheitlich frontalen Areale als jene neuronale Korrelate der kognitiven Verarbeitung zur Bildung eines moralischen Urteils im Zuge der Beantwortung hypothetischer Dilemma Szenarien. Weiters zeigen sich Verbindungen zu parietal gelegenen Strukturen (z.B. des Cuneus) als Indikatoren der komplexen Aufgabenbewältigung, sowie zu temporalen Arealen als Hinweis zur maßgeblichen Beteiligung sozialer Verarbeitungsprozesse. Was die Lokalisation von beteiligten Hirnstrukturen betrifft konnten einige der bisherigen Ergebnisse aus früheren fMRI-Studien mit Hilfe der Anwendung elektroenzephalographischer Erhebungsmethoden erneut beobachtet werden, während die Aktivität anderer relevanter Strukturen wie dem anterioren cingulären Kortex im Zuge der hier angewandten Designs nicht nachgewiesen werden konnte.

Zusammenfassung

Das Streben nach dem Wissen um die Hintergründe moralischen Verhaltens beschäftigt Philosophie und Forschung seit Anbeginn frühester Kulturen. Aber vor allem im letzten Jahrzehnt haben jene Bestrebungen der kognitiven Neurowissenschaften wertvolle Erkenntnisse hervorgebracht, die sich mit den neuronalen Prozessen der moralischen Urteilsfähigkeit befassen. Mit dem Aufkommen der bildgebenden Verfahren ist die Annahme immer prominenter geworden, dass Entscheidungsverhalten in Zusammenhang mit moralischen Sachverhalten nicht nur mit Aktivierungen in jenen Arealen einhergeht, die mit kognitiven Denkprozessen assoziiert werden, sondern auch von Aktivierungen in solchen Arealen begleitet wird, die an Prozessen emotionaler Verarbeitung beteiligt sind.

Heute werden zur Erforschung der Interaktion von Emotionen und Kognitionen in moralischen Entscheidungssituationen behaviorale Messmethoden mit Neuroimaging Verfahren (z.B. fMRT) kombiniert. Demgegenüber wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit versucht, die neuronalen Hintergründe moralischen Urteilens auf Ebene der hirnelektrischen Potenzialschwankungen, die mit Prozessen in den entsprechenden Hirnarealen einhergehen, zu durchleuchten. Hauptaugenmerk lag darin, Zusammenhänge zwischen einem gezielt hervorgerufenen Moralverhalten und Veränderungen im Erscheinungsbild aufkommender Wellenformen beobachten zu können. Den Anstoß dafür bot die Herausforderung, die von Greene und Kollegen ermittelten Ergebnisse unter Anwendung eines unterschiedlichen methodischen Ansatzes zu replizieren [24]. Dabei stand vor allem der deskriptive Zugang im Vordergrund, das von Greene angewandte Paradigma erstmals in einer EEG-Untersuchung umzusetzen. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden.

In Bezug auf die Verhaltensdaten konnte die Annahme bestätigt werden, dass die Bearbeitung von moralischen Sachverhalten in Vergleich zu nicht moralischen Entscheidungssituationen mit längeren Reaktionszeiten einhergeht. Im Speziellen benötigten die Teilnehmerinnen mehr Zeit zur Zustimmung eines moralischen Verstoßes, was sich mit den aus der Literatur bekannten Erkenntnissen hinsichtlich erhöhtem kognitiven und emotionalen Aufwands deckt. Da die Teilnehmerinnen eher bereit waren, einem Moralverstoß zuzustimmen, wenn sie nach Unterlassung der verwerflichen Handlung gefragt wurden (O-Frage), als wenn sie nach der aktiven Durchführung der Handlung gefragt wurden (A-Frage), kann von einem Einfluß der Formulierung der Entscheidungsfrage auf die Urteilsgebung ausgegangen werden.

Hinsichtlich der beteiligten Areale bei Darbietung moralischer Dilemmata wurden erhöhte Aktivierungen in Bereichen des medialen frontalen Gyrus (BA 9/ 10), des posterioren cingulären Gyrus (BA 31), bilateral des superioren temporalen Sulcus (STS) und inferioren parietalen Lobus (BA 39) erwartet. In Zusammenhang mit der Zustimmung zur Durchführung von moralischen Verstößen konnten erhöhte Aktivierungen bilateral in Bereichen des ACC (BA 32) und des posterioren cingulären Kortex (BA 23/31) statistisch nicht bestätigt werden [24], [55]. Obwohl sich in der tomographischen Analyse Aktivierungen in manchen der erwarteten Strukturen (u.a. im mittleren und superioren frontalen Gyrus, im posterioren cingulären Gyrus, sowie im rechten STS) zeigten, können die Hypothesen in Bezug auf die Fragestellung nicht bestätigt werden. Für keinen der gewählten Zeitbereiche (StimLock, RespLock) ergaben sich in der statistischen Analyse der EEG-Daten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Aktivierungen der unterschiedlichen Bedingungen (moralisch vs. neutral; Action vs. Omission). Insgesamt sprechen die durchwegs negativeren Signalverläufe in der moralischen Bedingung sowie in der moralischen O-Bedingung im Zuge der Zustimmung eines Moralverstoßes für einen erhöhten Denkaufwand im Zuge der Bewältigung von moralischen Dilemmata.

13

Appendix

13.1. Itemmaterial

13.1.1. Beispieldarstellung in E-Prime 2.0

Du genießt den Aufenthalt auf einer Schiffskreuzfahrt, als plötzlich auf See Feuer an Board ausbricht und das Schiff evakuiert werden muß. Du kommst in ein Rettungsboot, das durch die Last der Passagiere gefährlich tief im Wasser liegt. Der Wellengang ist hoch und das Boot beginnt sich mit Wasser zu füllen.

Abbildung 13.1.: Darstellungsform des ersten Textteils

Du genießt den Aufenthalt auf einer Schiffskreuzfahrt, als plötzlich auf See Feuer an Board ausbricht und das Schiff evakuiert werden muß. Du kommst in ein Rettungsboot, das durch die Last der Passagiere gefährlich tief im Wasser liegt. Der Wellengang ist hoch und das Boot beginnt sich mit Wasser zu füllen.

Am Boot befindet sich eine schwer verletzte Person, die sowieso nicht überleben wird. Die einzige Möglichkeit zu verhindern, dass das Boot untergeht, ist den Verletzten ins Wasser zu stossen. Wenn du nichts tust, wird das Boot kentern, du und alle anderen Passagiere werdet im eiskalten Meer erfrieren.

Abbildung 13.2.: Darstellungsform des zweiten Textteils

Nichts zu tun ist

richtig falsch

1 5

Abbildung 13.3.: Darstellungsform des Fragesatzes

13.1.2. Materials: Non-moral items

1) Rübenernte - Greene et al. (2001) - var.

Du bist Bauer und wartest auf die Rübenernte. Leider sind die Essensvorräte der Familie schon knapp und du musst aufs Feld fahren, um vorzeitig ein paar Rüben zur Versorgung der Familie abzuernten. Du bist mit der Erntemaschine im Rübenfeld unterwegs, als du an eine Weggabelung kommst.

Wenn du den linken Pfad nimmst, wirst du 10 Körbe Rüben ernten können. Wenn du auf den rechten Pfad lenkst, wirst du 20 Körbe ernten können. Nach links lenken ist...

2) Markenmedikament - Greene et al. (2001) - var.

Du hast schlimme Kopfschmerzen. Du willst in der Apotheke ein spezielles Markenmedikament besorgen. Leider hat die Apotheke dieses Produkt nicht lagernd.

Der Apotheker, den du schon sehr lange kennst, sagt dir, dass er im Lager ein anderes Produkt hat, das - in seinen Worten - „genau dasselbe“ ist, wie das Markenprodukt, welches du ursprünglich kaufen wolltest. Wenn du das Medikament nicht jetzt kaufst, werden deine Kopfschmerzen weiter anhalten. Jetzt kaufen ist...

3) Kekse - Greene et al. (2001) - var.

Du willst Kekse backen. Du öffnest dein Rezept-Buch und findest ein Rezept für Nußkekse.

Laut Rezept benötigst du eine Tasse gehackter Walnüsse. Du magst keine Walnüsse, aber du magst Macadamia Nüsse. Zufälligerweise hast du beide Arten von Nüssen zu Hause. Keine Walnüsse nehmen ist...

4) Zug oder Bus - Greene et al. (2001) - var.

Du musst von Wien nach Hamburg reisen, um an einer Sitzung teilzunehmen, die um 14 Uhr anfängt. Du kannst entweder den Bus oder den Zug nehmen.

Der Bus benötigt laut Fahrplan um eine Stunde weniger, kann sich wegen möglichen Staus aber um eine Stunde verspäten. Der Zug wird dich gerade rechtzeitig zum Beginn der Sitzung nach Hamburg bringen. Es würde dir gut passen, vor der Sitzung noch eine Stunde Zeit zu haben, andererseits kannst du dir keine Verspätung bei der Sitzung

erlauben. Den Bus nehmen ist...

5) Buchgutscheine - Greene et al. (2001) - var.

Du gehst in eine Buchhandlung, um Wert von 40,- Euro Bücher zu kaufen. Du hast zwei Gutscheine.

Gutschein A gibt dir 30 Prozent Rabatt auf deinen Kaufpreis. Gutschein B gibt dir 25 Prozent Rabatt auf den Kaufpreis. Beide Gutscheine sind noch ein Jahr gültig. Gutschein A einlösen ist..

6) Sommerhaus - Greene et al. (2001) - var.

Ein alter Freund hat dich eingeladen, das Wochenende mit ihm in seinem Sommerhaus etwas weiter unten die Küste entlang zu verbringen. Du hast vor mit dem Auto zu fahren und es gibt zwei Wege, die du nehmen kannst: die Autobahn und die Küstenstraße.

Die Autobahn wird dich in ungefähr drei Stunden zum Haus deines Freundes bringen, aber die Landschaft entlang der Autobahn ist sehr langweilig. Die Küstenstraße wird dich in ungefähr drei Stunden und fünfzehn Minuten zum Haus des Freunds führen, und die Landschaft entlang der Küstenstraße ist atemberaubend schön. Die Küstenstraße nehmen ist...

7) Investmentfond - Greene et al. (2001) - var.

Eines Tages erhältst du einen Brief von einer achtbaren Vereinigung, die Finanzdienstleistungen anbietet. Du bist eingeladen, mit einem anfänglichen Betrag von 800,- Euro in einen Investmentfond zu investieren.

Zufälligerweise bist du mit diesem Investmentfond besonders vertraut. Er hat in den letzten paar Jahren als leistungsschwach erwiesen, und deines Wissens nach gibt es keinen Grund zu glauben, dass es in Zukunft besser wird. Den Betrag investieren ist...

8) Videorecorder - Greene et al. (2001) - var.

Du hast deinen kaputten Videorecorder zum lokalen Elektronikgeschäft gebracht. Die Dame im Geschäft sagt dir, dass es ungefähr 80,- Euro kosten wird, das Gerät reparieren zu lassen. Danach wäre es wieder wie neu.

An diesem Morgen siehst du in der Zeitung, dass der Elektro-Fachhandel nebenan einen neuen Videorecorder für 80,- Euro in Aktion hat, der genauso gut ist wie als dein altes

Gerät. Ein neues Gerät kaufen ist...

9) Kurswahl - Greene et al. (2001) - var.

Du beginnst dein Abschlußjahr an der Universität. Laut Studienplan mußt du bis Ende des Jahres einen Geschichts- und einen Methodikkurs besuchen.

Der Geschichtskurs findet im Wintersemester zur gleichen Zeit wie der Methodikkurs statt. Im Sommersemester wird der gleiche Geschichtskurs angeboten, aber der Methodikkurs nicht. Du überlegst, welchen Kurs du im kommenden Wintersemester besuchen sollst. Den Methodikkurs besuchen ist...

10) Tombola Los - Greene et al. (2001) - var.

Du willst ein Tombola-Los kaufen, um einen Wohltätigkeitsverein zu unterstützen. Es sollen zwei verschiedene Autos verlost werden: Auto A und Auto B. Du als Autokenner denkst, dass die zwei Autos gleich gut sind.

In letzter Zeit wurde Auto B sehr stark in den Medien beworben, was dazu geführt hat, dass viele Leute ein Los für Auto B gekauft haben. Andererseits gilt Auto A bei Liebhabern als Klassiker, weshalb damit zu rechnen ist, dass auch viele Lose für Auto A von den Teilnehmern der Tombola gekauft werden. Auto B wählen ist...

11) Jogging - Greene et al. (2001) - var.

An diesem Nachmittag hast du dir zwei Dinge vorgenommen: joggen gehen und Schreibarbeit erledigen. Normalerweise ziehst du es vor, die Schreibarbeit vor dem Joggen zu erledigen.

Im Moment ist das Wetter schön, aber laut Wetterbericht soll es in ein paar Stunden regnen. Jogging bei Regen magst du nicht, beim Schreiben aber stört er dich nicht. Zuerst joggen gehen ist...

12) Gartenarbeit - Greene et al. (2001) - var.

Du bist an diesem Nachmittag zu einer Jause eingeladen und bevor du hingehst, möchtest du noch duschen. Es steht Gartenarbeit an, die du vorher gerne erledigen würdest und die dich ziemlich ins Schwitzen bringen wird.

Wenn du gleich duschst, bevor die Gartenarbeit erledigt ist, wirst du vor der Jause noch eine Dusche brauchen. Du würdest sehr gerne jetzt duschen, hast dir aber vorgenommen

nur einmal täglich zu duschen, um den Wasserverbrauch zu reduzieren. Gleich duschen ist...

13) Jobangebote 1 - Greene et al. (2001) - var.

Du bist auf Jobsuche. Du hast Stellenangebote von zwei verschiedenen Firmen erhalten und versuchst dich zu entscheiden, welches du annehmen wirst.

Unternehmen A hat dir ein jährliches Gehalt von 40.000,- Euro und vierzehn Urlaubstage pro Jahr angeboten. Unternehmen B hat dir ein jährliches Gehalt von 30.000,- Euro und sechzehn Urlaubstage pro Jahr angeboten. Die zwei Firmen und die zwei Stellen sind sonst sehr ähnlich. Firma A wählen ist...

14) Punschstand - neu

Einmal im Jahr triffst du dich mit Freunden zu Weihnachten zum Punsch trinken. Auf dem Markt stehen zwei Punschstände, Stand A und B, die beide die gleichen Getränke zu den gleichen Preisen anbieten.

Der Erlös des Punschstands A kommt verwaisten Kindern zugute, der von Punschstand B wird für Kinder mit einer seltenen Krankheit gesammelt. Stand B wählen ist...

15) Spende 1 - neu

Deine Firma hat zu Werbezwecken eine Wohltätigkeitsgala veranstaltet. Du bist nun dafür verantwortlich zu entscheiden, welcher Hilfsorganisation der Spendenerlös zugute kommen soll.

Hilfsorganisation A hilft bei der Erhaltung gefährdeter Tierarten. Organisation B unterstützt die artgerechte Haltung in der Hühnerzucht. Beide Organisationen sind gleichermaßen bemüht, Spendengelder so gut wie möglich zu verwerten. Firma B spenden ist...

16) Hasen - neu

Du hast zu Weihnachten zwei Hasen geschenkt bekommen. Alle freuen sich sehr über den tierischen Familienzuwachs, als sich eines Tages herausstellt, daß es sich um ein Pärchen handelt.

Wenn du nichts unternimmst, wirst du in den nächsten Wochen mehr Hasen haben, als dir lieb ist. Langfristig gesehen würdest du es gern bei zwei Hasen im Haus belassen. Die einzige Möglichkeit, eine Vermehrung der Tiere zu verhindern, ist entweder das

Weibchen oder das Männchen kastrieren zu lassen. Kosten, Aufwand und Risiken sind bei beiden Eingriffen gleich. Das Männchen kastrieren ist...

17) Skandal - neu

Du machst ein Praktikum bei einer politischen Vereinigung. Mit der Zeit erlangst Einblick in die Unterlagen des Vereins. Eines Tages entdeckst du Daten, die eindeutig auf die Veruntreuung von Spendengeldern hinweisen. Du bist entschlossen mit deiner Entdeckung an die Medien zu gehen und holst Angebote verschiedener Zeitschriftenverlage ein.

Zeitschrift A bietet dir für die Preisgabe deiner Information 1.000,- Euro sofort und 2.000,- Euro nach Veröffentlichung des Artikels. Zeitschrift B bietet dir 3.000,- Euro auf einmal sobald der Artikel gedruckt ist. In jedem Fall erhältst du verlässlich das Geld für die brisante Information. Verlag A wählen ist...

18) Altkleider - neu

Du willst ausmisten und die Kleider aussortieren, die du nicht mehr trägst. Nach getaner Arbeit möchtest du die aussortierte Kleidung zur Altkleidersammlung bringen. In der Nähe deiner Wohnung befindet sich eine Annahmestelle der Caritas.

Gleich gegenüber am Straßenrand steht eine Humana Box, wo Leute ihre Altkleider für andere hinterlegen können. Zur Caritas gehen ist...

19) Lottogewinn - neu

Du kaufst hin und wieder ein Lotterie-Los und eines Tages landest du wirklich den Hauptgewinn. Die Lotteriegesellschaft bietet laut Bestimmung an, dir das gewonnene Geld in mehreren kleinen Beträgen auszuzahlen, und zwar in den zwei Varianten A und B.

Wenn du Variante A wählst, erhaltest du ein monatliches Fixum von 1.000,- Euro. Bei Variante B wird dir vierteljährlich einen Betrag von 3.000,- Euro überwiesen. In jedem Fall bekommst du deinen Gewinn in voller Höhe ausbezahlt. Variante B wählen ist...

20) Brieflos 1 - neu

Eines Morgens gehst du in die Trafik, um ein Brieflos zu kaufen. Als du im Geschäft in der Warteschlange stehst, tritt ein fremder Mann an dich heran und bietet dir sein eben gekauftes Brieflos um den normalen Kaufpreis an. Das Los ist ungeöffnet und einwandfrei.

Wenn du dem Mann das Los für 1.- Euro abkaufst, mußt du nicht länger in der Warteschlange stehen. Du kannst aber auch warten, bis du an die Kassa kommst und ein neues Los kaufen. Ein neues Los kaufen ist...

21) Maisernte - Greene et al. (2001) - var.

Du bist Bauer und wartest auf die Maisernte. Leider sind die Essensvorräte der Familie schon knapp und du mußt aufs Feld fahren, um vorzeitig Mais zur Versorgung der Familie abzuernsten. Du bist mit der Erntemaschine im Maisfeld unterwegs, als du an eine Weggabelung kommst.

Wenn du den linken Pfad nimmst, wirst du 10 Körbe voll Mais ernten können. Wenn du auf den rechten Pfad lenkst, wirst du 20 Körbe ernten können. Tust du nichts, wird die Erntemaschine den linken Pfad einschlagen. Nach rechts lenken ist...

22) Urlaub - neu

Du hast deinen Sommerurlaub schon Monate im voraus gebucht. Kurz vor deinem Reiseantritt erhältst du die Nachricht, dass das Hotel, indem du wohnen wolltest, vollständig abgebrannt ist.

Das Reisebüro bietet an, dich in einem benachbarten Hotel unterzubringen, damit du doch noch in Urlaub fahren kannst. Du kannst dir aber auch einen Hotelgutschein ausstellen lassen, der ein Jahr gültig bleibt. Den Gutschein nehmen ist...

23) Buch - neu

Während eines Einkaufsbummels bleibst du vor einem Buchgeschäft stehen und entdeckst in der Auslage ein Buch, das du schon immer lesen wolltest. Ein spezielles Angebot bietet das Werk als Taschenbuch inklusive der Hörbuchfassung besonders günstig an.

Wenn du das Buch in gebundener Form bevorzugst, kostet dich das ohne Hörbuchfassung dazu dasselbe. Das Taschenbuch kaufen ist...

24) Tennis - neu

Ein Bekannter schenkt dir Karten für das Tennisfinale am Wochenende, weil er selbst nicht hingehen kann. In diesem Spiel werden sich zwei Profitennisspieler gegenüberstehen. Spieler A ist jung und gilt als vielversprechender Favorit. Spieler B ist ein bekanntes Tennisass. Die Chancen auf den Gewinn sind ziemlich ausgeglichen.

Da sich dein Bekannter das Spiel selbst nicht ansehen kann, fordert er dich auf, mit ihm zu wetten, wer das Finale gewinnen wird. Wenn du verlierst, mußt du zwei Monate lang seinen Rasen mähen. Auf Spieler A setzen ist...

25) Job 2 - Greene et al. (2001) - var.

Du bist auf Jobsuche. Du hast Stellenangebote von zwei Firmen erhalten und versuchst dich zu entscheiden, welches du annehmen wirst.

Unternehmen A hat dir ein jährliches Gehalt von 25.000,- Euro und fünfzehn Urlaubstage pro Jahr angeboten. Unternehmen B hat dir ein jährliches Gehalt von 45.000,- Euro und dreizehn Urlaubstage pro Jahr angeboten. Die zwei Firmen und die zwei Stellen sind sonst sehr ähnlich. Firma B wählen ist...

26) Auktion - neu

Du hast bei einer online-Auktion günstig ein Gemälde erstanden. Ein anonymes Interessent bietet dir eine beträchtliche Summe Geld für das Bild. Gleichzeitig meldet sich der Vertreter eines großen Auktionshauses bei dir und bietet denselben Betrag für das Gemälde.

Du persönlich hast keinen besonderen Bezug zu dem Gemälde und könntest das Geld, das du für den Verkauf erhalten würdest, sehr gut gebrauchen. Dem Auktionshaus verkaufen ist...

27) Bausparen - neu

Du hast dich entschlossen einen Bausparvertrag abzuschließen und sollst dich nun zwischen den Vertragsangeboten zweier Bankanstalten entscheiden. Die A-Bank bietet dir einen Vertrag auf 27 Jahre und als Extra wirst du auf ein Wochenende in ein Thermenhotel eingeladen.

Die B-Bank schlägt den gleichen Vertrag vor in Verbindung mit einer Gratis - Woche Urlaub am Bauernhof". Die B-Bank wählen ist...

28) Spende 2 - neu

Deine Firma hat zu Werbezwecken eine Wohltätigkeitgala veranstaltet. Du bist nun dafür verantwortlich zu entscheiden, welcher Hilfsorganisation der Spendenerlös der Gala zugute kommen soll.

Hilfsorganisation A hilft bei der Grünflächensanierung, Organisation B unterstützt den Denkmalschutz. Beide Organisationen sind gleichermaßen bemüht, Spendengelder so gut wie möglich zu verwerten. Organisation A wählen ist...

29) Lottogewinn 2 - neu

Du kaufst hin und wieder ein Lotterie-Los und eines Tages landest du wirklich den Hauptgewinn. Die Lotteriegesellschaft bietet laut Bestimmung an, dir das gewonnene Geld in mehreren kleinen Beträgen auszuzahlen, und zwar in den zwei Varianten A und B.

Wenn du Variante A wählst, erhaltest du ein monatliches Fixum bis der Gewinn zur Gänze ausgezahlt ist. Bei Variante B wird dir vierteljährlich einen entsprechender Teilbetrag überwiesen. In jedem Fall bekommst du deinen Gewinn in voller Höhe ausbezahlt. Variante A wählen ist...

30) Kamera - Greene et al. (2001) - var.

Du hast deine kaputte Fotokamera zum lokalen Fotofachgeschäft gebracht. Die Dame im Geschäft meint, dass es ungefähr 200,- Euro kosten wird, das Gerät reparieren zu lassen. Danach würde es wieder wie neu sein.

An diesem Morgen siehst du in der Zeitung, dass der Foto-Fachhandel nebenan einen neuen Fotoapparat für 200,- Euro in Aktion hat, der genauso gut ist wie dein altes Gerät. Das alte Gerät reparieren ist...

13.1.3. Materials: Moral items

31) Footbridge (Aus Greene et al. (2001) moral-personal n°2)

Du bist am Bahnhof, als du einen führerlosen Güterwaggon bemerkst, der auf fünf Personen zurast, die auf den Gleisen arbeiten. Du stehst auf einer Brücke über den Gleisen, die sich genau zwischen dem anrollenden Güterwaggon und den fünf Arbeitern befindet. Neben dir auf der Brücke steht ein fremder Mann.

Die einzige Möglichkeit die fünf Gleisarbeiter zu retten besteht darin, den Mann von der Brücke zu stoßen. Wenn du den Mann stößt, wird er auf die Gleise stürzen und vom Güterwaggon gerammt werden. Der Mann wird den Aufprall nicht überleben, die fünf Gleisarbeiter aber bleiben verschont. Wenn du nichts tust, werden die fünf Arbeiter vom

Güterwaggon überrollt werden, dem Unbekannten auf der Brücke passiert nichts. Den Mann stoßen ist..

32) Landstraße (Aus Greene et al. (2001) moral-personal n°3)

Du fährst mit dem Auto auf einer Landstraße, als du plötzlich Hilferufe vom Straßenrand hörst. Du hältst an und findest einen Mann im Gebüsch liegen, dessen Beine mit Blut überströmt sind. Der Mann hatte einen Unfall und bittet dich, ihn ins nächste Krankenhaus zu bringen.

Dein erster Gedanke ist dem Mann zu helfen, der ohne baldige medizinische Hilfe sein Bein verlieren wird. Wenn du ihn transportieren, wird sein Blut deines ledernen Polsterbezug im Auto ruinieren. Ohne den Verletzten weiterfahren ist...

33) Lifeboat 1 (Aus Greene et al. (2001) moral-personal n°4)

Du genießt den Aufenthalt auf einer Schiffskreuzfahrt, als plötzlich auf See Feuer an Board ausbricht und das Schiff evakuiert werden muß. Du kommst in ein Rettungsboot, das durch die Last der Passagiere gefährlich tief im Wasser liegt. Der Wellengang ist hoch und das Boot beginnt sich mit Wasser zu füllen.

Die einzige Möglichkeit zu verhindern, dass das Boot untergeht, ist einige Passagiere vom Boot zu stoßen, beginnend mit den Alten und Schwachen, deren Überlebenschance sehr gering ist. Wenn du nichts unternimmst, wird das Boot kentern, du und alle anderen Passagiere werden im eiskalten Meer erfrieren. Andere vom Boot stoßen ist...

34) Lifeboat 2 (Aus Greene et al. (2001) m-p)

Du genießt den Aufenthalt auf einer Schiffskreuzfahrt, als plötzlich auf See Feuer an Board ausbricht und das Schiff evakuiert werden muß. Du kommst in ein Rettungsboot, das durch die Last der Passagiere gefährlich tief im Wasser liegt. Der Wellengang ist hoch und das Boot beginnt sich mit Wasser zu füllen.

Am Boot befindet sich eine schwer verletzte Person, die sowieso nicht überleben wird. Die einzige Möglichkeit zu verhindern, dass das Boot untergeht, ist den Verletzten ins Wasser zu stoßen. Wenn du nichts tust, wird das Boot kentern, du und alle anderen Passagiere werden im eiskalten Meer erfrieren. Nichts zu tun ist...

35) Hard Times (aus Greene et al (2001) m-p n°6)

Du lebst mit deiner Familie in ärmlichen Verhältnissen in einem Entwicklungsland. Nach-

dem die letzten Ernten schlecht waren, siehst du, daß du die Familie im kommenden Jahr nicht ernähren kannst. Deine Söhne sind zu jung, um in der Stadt Geld zu verdienen, deine Tochter aber wäre schon eher dafür geeignet.

Du weißt keinen Ausweg mehr, als dich ein Mann anspricht, der in der Stadt pornographische Filme mit Jugendlichen produziert. Er versichert dir, dass, wenn deine Tochter ein Jahr lang in seinem Studio arbeiten würde, sie soviel Geld verdienen könnte, um die Familie mehrere Jahre versorgen zu können. Das Kind nicht fortschicken ist...

36) Safari (Aus Greene et al. (2001) m-p n°8)

Du bist auf einer ökologischen Expedition im Dschungel, als dein Forscherteam eines Tages von Terroristen als Geiseln gefangen genommen wird. Einer der Terroristen mag dich und verrät dir, daß sein Anführer vorhat, alle Geiseln am kommenden Morgen zu töten.

Er ist bereit, dir zur Flucht zu verhelfen, aber er braucht eine Art Versicherung, damit du nicht zur Polizei gehst. Bevor du flüchtest, will er dich dabei filmen, wie du einen Mitgefangenen im Schlaf mit eigenen Händen erwürgst. Die Aufnahme wird ihm dein Schweigen sichern und dein Leben retten. Wenn du das Angebot ablehnst, wirst du mit den anderen Geiseln am kommenden Morgen hingerichtet. Das Angebot ablehnen ist...

37) Crying Baby (Aus Greene et al. (2001) m-p n°9)

Du befindest dich im Kriegsgebiet. Feindliche Soldaten haben dein Dorf eingenommen mit dem Befehl, alle Zivilisten zu töten. Du und einige Dorfbewohner habt es geschafft, euch im Keller eines großen Hauses zu verschanzen, als Soldaten sich nähern. Dein Baby fängt plötzlich an laut zu weinen und du haltest ihm schnell mit der Hand den Mund zu, um nicht entdeckt zu werden.

Wenn du die Hand wegnimmst, wird das Babygeschrei die Soldaten zum Versteck führen, und du, dein Baby und alle Dorfbewohner werden getötet. Wenn du deinem Baby weiterhin den Mund zuhältst bis die Soldaten wieder weg sind, wird es ersticken, du selbst und die anderen Dorfbewohner aber werden überleben. Das Baby ersticken ist...

38) Plane (Aus Greene et al. (2001) m-p n°10)

Du bist Opfer eines Flugzeugabsturzes in den Bergen des Himalaya. Ein Mann, ein

junger Bub und du selbst sind die einzigen Überlebenden. Auf der Suche nach dem nächsten Dorf marschierst ihr Tage und müsst beschwerlich gegen Hunger, Kälte und Sturm ankämpfen. Der Bub hat ein gebrochenes Bein und kommt nur schwer vorwärts. Seine Überlebenschancen sind sehr gering und ohne Nahrung werden du und der andere Überlebende bald verhungern.

Wenn du den verletzten Buben opferst, kannst du dich in nächster Zeit von seinen Überresten ernähren. Wenn du nichts tust, werdet ihr alle drei verhungern. Nichts tun ist...

39) Infanticide (Aus Greene et al. (2001) m-p n°13)

Du bist ein fünfzehnjähriges Mädchen und ungewollt schwanger. Indem du weite Kleider trägst, schaffst du es, deine Schwangerschaft vor deiner Umgebung zu verheimlichen. Eines Tages in der Schule platzt die Fruchtblase, du beeilst dich in den Umkleideraum und verschanzt dich dort für mehrere Stunden, um dein Baby auf die Welt zu bringen.

Du bist überzeugt, daß du nicht in der Lage bist, dich angemessen um dieses Baby zu kümmern. Du denkst mit Erleichterung an die Möglichkeit, im Umkleideraum alles zu reinigen, das Baby in Handtücher gewickelt in den Müllcontainer hinter der Schule zu werfen und so zu tun, als wäre nichts gewesen. Das Baby wegwerfen ist...

40) Preventing Spread (Greene et al. (2001) variiert m-p n°16)

Du kellnerst in einem Lokal. Eines Tages hörst du zufällig mit, wie ein Stammgast jemandem erzählt, daß er in 48 Stunden für lange Zeit ins Gefängnis muß und plant, davor noch soviel Menschen wie möglich mit HIV zu infizieren. Du kennst den Mann gut genug, um zu wissen, daß es ihm ernst ist und, daß er zahlreiche potenzielle Opfer hat.

Zufälligerweise weißt du, daß dieser Gast stark allergisch auf Mohnsamen reagiert. Wenn du ihm ein paar Samen in sein Essen mischst, wird sein Körper anschwellen und er muß für mindestens 48 Stunden im Krankenhaus versorgt werden. Wenn du nichts tust, wird der Gast bis zu seinem Haftantritt andere Menschen mit HIV infizieren. Nichts tun ist...

41) Sophie's Choice (Aus Greene et al. (2001) m-p N°21)

Du befindest dich im Kriegsgebiet. Du wurdest mit deiner achtjährigen Tochter und deinem fünfjährigen Sohn von feindlichen Truppen gefangen. Im Hautquartier führt ein Arzt tödliche Experimente an Menschen durch. Der Arzt hat vor, eines der Kinder für ein

Experiment zu benützen, läßt dir frei, mit welchem deiner Kinder experimentiert werden soll.

Du hast 12 Stunden Zeit, eines deiner Kinder für Versuchszwecke herzugeben. Wenn du nichts unternimmst, werden beide Kinder sterben. Den Sohn hergeben ist...

42) Vaccine Test (Aus Greene et al. (2001) m-p)

Ein tödlicher Virus breitet sich über den Globus aus und forderte bereits Tausende Opfer. Du arbeitest in einem Labor auf der Suche nach einem Gegenmittel, das Millionen Menschenleben retten könnte. Du hast soeben zwei potenzielle Substanzen entdeckt, die getestet werden müssen. Du weißt, daß eine der beiden Substanzen den gesuchten Antivirus enthält, du weißt aber nicht welche der beiden. Die Einnahme der anderen Substanz wirkt tödlich.

Du kennst zwei Personen, die bereit sind, die Substanzen an sich testen zu lassen. Die einzige Möglichkeit den Antivirus zu finden, ist den Testpersonen jeweils eine Substanz zu verabreichen. Eine Person wird überleben, die andere wird mit Sicherheit sterben. Wenn du nichts tust, wird sich der Virus weiter ausbreiten. Nichts tun ist...

43) Unterwasserpark 1 (Hauser - CfAqutext)

Du bist bei der Eröffnung eines Unterwasserparks, als du mit ansiehst, wie ein Besucher am feuchten Fußboden ausrutscht, fällt und sich schwer am Genick verletzt. Der Besucher wird nur überleben, wenn man ihn nicht bewegt, bis der Notarzt eingetroffen ist. Der Körper des Verletzten drückt auf den Schlauch für die Sauerstoffversorgung einer mit fünf Besuchern besetzten Unterwassergondel, wodurch die Luftzufuhr unterbrochen wird. Ohne sofortigen Sauerstoff werden die fünf Besucher ersticken.

Wenn du den Verletzten von dem Versorgungsschlauch weg bewegst, wird er sterben. Wenn du nichts unternimmst, wird der Verletzte sicher geborgen werden, die fünf Besucher in der Gondel aber werden in der Zwischenzeit erstickt sein. Den Verletzten bewegen ist...

44) Unterwasserpark 2 (Hauser - fkAqutext)

Du bist bei der Eröffnung eines Unterwasserparks, als du Zeuge wirst, wie ein Besucher am feuchten Fußboden ausrutscht, fällt und sich schwer am Genick verletzt. Der Besucher wird nur überleben, wenn man ihn nicht bewegt, bis der Notarzt eingetroffen ist. Der Körper des Verletzten drückt auf den Schlauch für die Sauerstoffversorgung einer mit

fünf Besuchern besetzten Unterwassergondel, wodurch die Luftzufuhr unterbrochen wird. Ohne sofortigen Sauerstoff werden die fünf Besucher ersticken.

Wenn du den Schlauch unter dem Körper des verletzten Besuchers herausziehst, wird er durch die Erschütterung sterben. Wenn du nichts tust, wird der Verletzte sicher geborgen werden, die fünf Besucher in der Gondel aber werden ersticken. Am Schlauch ziehen ist...

45) Motorboot 1 (Hauser -)

Du fährst mit dem Motorboot, als du am Ende eines schmalen Kanalarms fünf Menschen im Wasser bemerkst. Die Schwimmer wurden von einem Strudel erfasst und sind kurz vorm Ertrinken. Zwischen dir und den ertrinkenden Schwimmern befindet sich ein anderer Schwimmer im Wasser.

Wenn du das Boot beschleunigst, um die fünf Schwimmer zu retten, wird der einzelne Schwimmer durch die von deinem Boot ausgelöste Welle überwältigt werden und ertrinken. Wenn du nichts unternimmst, ertrinken die fünf Schwimmer in Not und der einzelne Schwimmer dazwischen bleibt verschont. Nichts unternommen ist...

46) Motorboot 2 (Hauser - modified) Du fährst mit dem Motorboot, als du am Ende eines schmalen Kanalarms fünf Menschen im Wasser siehst. Die Schwimmer wurden von einem Strudel erfasst und sind kurz vorm Ertrinken. Zwischen dir und den ertrinkenden Schwimmern befindet sich ein anderer Schwimmer im Wasser.

Wenn du das Boot beschleunigst, um die fünf Schwimmer zu retten, wird das Boot den einzelnen Schwimmer rammen und er wird ertrinken. Wenn du nichts unternimmst, ertrinken die fünf Schwimmer in Not, der einzelne Schwimmer bleibt verschont. Den Schwimmer überfahren ist...

47) Feuer 1 (Hauser - IkBurttext)

Du bist Feuerwehrmann und bei der Rettung von fünf Kinder aus einem brennenden Haus im Einsatz. Das einzige Fenster, aus dem die Kinder gerettet werden können, ist versperrt. Du mußt es schnellstmöglich mit einem harten Gegenstand einschlagen oder die fünf Kinder müssen sterben. Neben dir an der Treppe wartet ein anderer Hausbewohner darauf, evakuiert zu werden und hält sich am Geländer fest.

Die einzige Möglichkeit die Kinder zu retten, ist ein Stück aus dem Geländer heraus zu brechen, um damit das Fenster einzuschlagen. Wenn du das Geländer zerschlägst,

wird der Hausbewohner den Halt verlieren und in den Tod stürzen. Wenn du nichts tust, kann der Mann sicher evakuiert werden, die fünf Kinder werden sterben. Das Gelände zerbrechen ist...

48) Transport 1 (Hauser - FkCartext)

Du sollst fünf verletzte Personen mit dem Auto ins Krankenhaus bringen. Jede Verzögerung durch einen Zwischenstopp kann für die Verletzten tödlich sein. In der Eile hast du beim Einsteigen ein Stück Kabel in der Autotür eingeklemmt, das jetzt seitlich herabhängt. Du nimmst den kürzesten Weg ins Krankenhaus, eine enge ungepflasterte Bergstraße, als du vor dir an der Bergwand einen Bergsteiger hängen siehst.

Wenn du vorbeifährst, wird das baumelnde Kabel an der Autotür den Bergsteiger treffen und zum Absturz bringen. Wenn du anhaltest, um den Bergsteiger zu warnen, wird es zu spät sein, die fünf Personen im Auto zu retten. Weiterfahren ist...

49) Transport 2 (Hauser - FICarText)

Du sollst fünf verletzte Personen mit dem Auto ins Krankenhaus bringen. Jede Verzögerung durch einen Zwischenstopp kann für die Verletzten tödlich sein. Du nimmst den kürzesten Weg ins Krankenhaus, eine enge ungepflasterte Bergstraße, als du vor dir am Berghang einen Bergsteiger hängen siehst, der in Schwierigkeiten ist.

Wenn du vorbeifährst, wird der Bergsteiger den Halt verlieren und in den Tod stürzen. Wenn du stehen bleibst, um dem Bergsteiger zu helfen, wird es zu spät sein, die fünf Personen rechtzeitig ins Krankenhaus zu bringen. Stehen bleiben ist...

50) Krankenhaus 1 (Hauser - FIChetext)

Du arbeitest im Krankenhaus und bist verantwortlich für die medizinische Versorgung von Patienten. Alle Patienten sind an eine einzige Maschine angeschlossen, die Infusionen verabreicht. Es ist lebenswichtig, dass bei jedem die richtige Dosierung eingehalten wird, zu viel oder zu wenig bedeutet den sicheren Tod eines Patienten. Plötzlich bemerkst du, dass die Maschine eine extrem hohe Dosis des Medikaments ins Blut eines Patienten pumpt.

Wenn du die Maschine sofort abschaltest, wird der Patient überleben. In diesem Fall werden fünf andere Patienten sterben, die ebenfalls über die Maschine versorgt werden. Wenn du nichts unternimmst, stirbt dieser einzelne Patient, die anderen fünf Menschen aber überleben. Nichts zu tun ist...

51) Baustelle 1 (Hauser - nfRubtext)

Du stehst im obersten Stockwerk einer Baustelle als du siehst, dass am anderen Ende der Plattform das Getriebe für den Lastenaufzug klemmt. Wenn das Getriebe aussetzt, wird der Aufzug mit fünf Fahrgästen darin abstürzen. Zwischen dir und der Notbremse des Aufzugs am anderen Ende des Stahlträgers steht ein Arbeiter. Wegen des Lärms auf der Baustelle kannst du den Arbeiter nicht durch Zurufe warnen.

Wenn du sofort losrennst und die Notbremse ziehst, stürzt der Aufzug nicht ab und die fünf Fahrgäste sind gerettet. Dabei wirst du den Arbeiter zwangsweise von der Plattform drängen und in den Tod stürzen. Wenn du nichts tust, werden die fünf Menschen in den Tod stürzen, der einzelne Arbeiter aber bleibt verschont. Nichts tun ist...

52) Familienfest 1 (neu)

Du bist zum alljährlichen Familienfest im Haus einer Tante. Da die untere Toilette ständig besetzt ist, gehst du in den ersten Stock, um dort das Bad zu benutzen. Im Gang bemerkst du durch den Spalt einer angelehnten Zimmertür, wie dein Onkel mit der Nachbarstochter auf dem Bett sitzt. Du siehst, wie dein Onkel das kleine Mädchen dazu ermuntert, seine Genitalien zu berühren.

Wenn du deinen Onkel wegen Kindesmissbrauchs anzeigst, wird er verurteilt werden und die gehbehinderte Tante muss ins Pflegeheim. Wenn du nichts unternimmst, wird sich dein Onkel weiterhin an jungen Mädchen vergehen, der Familienfrieden aber bleibt erhalten. Den Onkel anzeigen ist...

53) Heinz 1-neu (Kohlberg (1995) variiert)

Dein Partner ist an einer seltenen Krebsart erkrankt und liegt im Sterben. Als Medizin gibt es eine eigene Form von Radium, die ein Apotheker in deiner Stadt erst kürzlich entdeckt hat. Die Herstellung der Arznei ist sehr aufwendig und dauert mehrere Monate. Gleichzeitig wie du hat noch eine andere Familie nach dem Medikament für einen ebenfalls schwerkranken Angehörigen angefragt.

Der Apotheker beschließt, an den Meistbietenden zu verkaufen. Du hast nicht soviel Geld und überlegst nun, am Abend vor der Versteigerung in die Apotheke einzubrechen und das Mittel zu stehlen. Wenn du nichts tust, wird dein Partner das lebensrettende Medikament nicht bekommen und die andere Familie wird das Medikament für ihren Angehörigen kaufen. Nichts tun ist...

54) Familienfest 2 (neu)

Du bist beim Familienfest im Haus deiner reichen Erbtante. Das Fest ist voll im Gang und es wird viel getrunken. Da die untere Toilette ständig besetzt ist, gehst du in den ersten Stock, um dort das Bad zu benutzen. Am Gang bemerkst du durch den Spalt einer angelehnten Zimmertür, wie dein Onkel mit der Nachbarstochter auf dem Bett sitzt. Du siehst, wie dein Onkel das kleine Mädchen dazu ermuntert, seine Genitalien zu berühren.

Wenn du deinen Onkel anzeigst, wird er verurteilt werden und deine Tante wird dich enterben. Wenn du nichts tust, wird sich dein Onkel weiterhin an jungen Mädchen vergehen, deine Erbschaft aber ist dir sicher. Nichts zu tun ist...

55) Motorboot 3 (Hauser -fkSpetext)

Du fährst mit dem Motorboot, als du am Ende eines schmalen Kanalarms fünf Schwimmer bemerkst. Die Schwimmer wurden von einem Strudel erfasst und sind kurz vor dem Ertrinken. Um rechtzeitig bei den Schwimmern anzukommen, mußt du das Tempo steigern. Durch die Beschleunigung verliert einer der Mitfahrer auf dem Boot das Gleichgewicht und stürzt ins Wasser. Er ist Nichtschwimmer und wird ertrinken.

Wenn du das Boot beschleunigst, um den fünf Schwimmern zu retten, wird dein Mitfahrer ertrinken. Wenn du nichts unternimmst, ertrinken die fünf Schwimmer in Not, aber der Person auf Ihrem Boot passiert nichts. Nichts unternehmen ist...

56) Feuer 2 (Hauser - lkBurttext)

Du bist Feuerwehrmann und bei der Rettung von fünf Kinder aus einem brennenden Haus im Einsatz. Das einzige Fenster, aus dem die Kinder gerettet werden können, ist versperrt. Du mußt es schnellstmöglich mit einem harten Gegenstand einschlagen oder die fünf Kinder müssen sterben. In der Umgebung ist kein brauchbarer Gegenstand zu finden.

Neben dir an der Treppe wartet ein anderer Hausbewohner darauf evakuiert zu werden. Die einzige Möglichkeit die Kinder zu retten, ist den Mann gegen das Fenster zu stoßen. Durch den Aufprall wird das Fenster zerspringen, der Hausbewohner aber wird von den Scheiben getötet werden. Wenn du nichts unternimmst, kann der Mann sicher evakuiert werden, die fünf Kinder aber werden sterben. Nichts unternehmen ist...

57) Transport 3 (Hauser - FkCartext- variiert)

Du sollst fünf kranke Personen mit dem Auto ins Krankenhaus bringen. Alle fünf sind in sehr schlechter gesundheitlicher Verfassung und würden jede weitere Verzögerung durch einen Zwischenstopp nicht überleben. Du nimmst den kürzesten Weg ins Krankenhaus, eine enge ungepflasterte Bergstraße, als du eine verwundete Person vor dir mitten auf der Straße liegen siehst.

Wenn du weiterfährst, wird die Person auf der Straße von deinem Auto erfasst werden und sterben. Wenn du das Auto stoppst, um der verwundeten Person zu helfen, wird es zu spät sein, die fünf kranken Menschen im Auto zu retten. Weiterfahren ist...

58) Heinz-Dilemma 2 (Kohlberg (1995) variiert)

Dein Partner ist an einer sehr seltenen Krebsart erkrankt und liegt im Sterben. Zur Rettung benötigst du eine spezielle Form von Radium, die ein Konzern in der Stadt sehr teuer verkauft. Du kannst dir das Medikament nicht leisten und besuchst deshalb deine entfernte Erbtante, um sie um Geld zu bitten. Da ihr beide in keinem guten Verhältnis zueinander steht, lehnt sie die Unterstützung einfach ab.

Als du dich von ihr verabschiedest, kommt deine Tante ins Taumeln und fällt zu Boden. Sie hat einen Herzanfall und ringt um Luft. Wenn du nichts tust, wird die Tante sterben und du wirst das Geld für das Medikament erben. Wenn du sie rettetest, wird sie überleben und du bekommst nichts. Nichts tun ist...

59) Höhlenforscher real

Du begleitest ein Höhlenforscherteam durch eine antike Ausgrabungsstätte. Plötzlich stürzt Eingang zum Schacht ein. Die Rettungs-mannschaft kann das Geröll nicht wegräumen, da immer wieder Steine nachrutschen. Fast zwei Wochen vergehen, die Vorräte sind aufgebraucht und die Lage scheint aussichtslos. In der Verzweiflung schlägt jemand vor, dass sich einer von euch opfern solle, um das Überleben der anderen zu sichern. Das Opfer wird durch ein Los gezogen, es fällt auf einen der anderen Männer.

Der Mann wehrt sich und fleht um sein Leben. Die anderen einigen sich darauf, dass der Mann nur getötet werden soll, wenn alle für seine Opferung sind. Wenn du zustimmst, den Mann zu töten, wirst du und die anderen Verschütteten überleben können. Wenn du gegen die Opferung bist, werdet ihr alle verhungern. Gegen die Opferung sein ist...

60) Gase

Du bist Nachtwächter in einem Krankenhaus. Durch einen Unfall im Gebäude nebenan

strömen tödliche Rauchgase ins Belüftungssystem des Krankenhauses. In einem Zimmer liegen drei Patienten, in einem anderen Zimmer ein einzelner Patient. Du bist alleine und weißt, daß sich die Zimmer der Patienten in kürzester Zeit mit Rauchgas füllen werden. Die Patienten dürfen nicht bewegt werden, weshalb sie nicht in ein anderes Zimmer verlegt werden können.

Die einzige Möglichkeit, die drei Patienten vor dem Erstickungstod zu retten, ist es, die Belüftung so umzustellen, daß die Rauchgase in das Zimmer mit dem einzelnen Patienten umgeleitet werden, der dadurch ersticken wird. Wenn du nichts unternimmst, sterben die drei Patienten, der einzelne Patient bleibt verschont. Nichts zu unternehmen ist...

13.2. Erklärung

Ich versichere, dass ich die Diplomarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen angefertigt habe und, dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Wien, den 9. Jänner 2010

Abbildungsverzeichnis

3.1. Darstellung des linken superioren temporalen Sulcus, rote Linie	19
3.2. Schematische Darstellung der dorsalen Anteile (rot gekennzeichnet) und die ventralen Anteile (blau gekennzeichnet) des anterioren cingulären Kortex (aus Bush et al., 2000)	20
5.1. Versuchsbedingungen	32
6.1. Schematische Darstellung eines Durchgangs	39
8.1. 2D Darstellung der Elektrodenpositionen (PhD)	44
8.2. Verschaltung der Elektroden	46
10.1. Durchschnittliche Reaktionszeiten (in ms), Anzahl der Vpn und Standardabweichungen (SD) für die Bedingungen neutral, moralisch/ Gesamt, moralisch/ A-Frage, moralisch/ O-Frage	56
10.2. Durchschnittliche Reaktionszeiten (RT) für die Beantwortung der moralischen (aufgeteilt in Action-Frage und Omission-Frage) und neutralen Items	56
10.3. Durchschnittliche Häufigkeiten und absolute Anzahl der Zustimmungen bzw. Ablehnungen (inkl. Standardabweichungen (SD)) von moralischen Verstößen	57
10.4. Durchschnittliche Bewertungen inklusive Standardabweichungen (SD) und Summenwerten über die Vpn (N=20) zu den Fragen nach emotionalem und moralischem Gehalt und Schwierigkeit der Entscheidungssituationen	58
10.5. Itembewertungen durch Vpn (N=30), durchschnittliche Häufigkeit	58
10.6. Verwendete Zeitfenster für den stimulusbezogenen (StimLock) und den antwortbezogenen Zeitbereich (RespLock). Zeitpunkt 0 entspricht der Stimuluspräsentation (TF= Timeframe, BL= Baseline)	59
10.7. StimLock: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.	61

10.8. Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.	62
10.9. Darstellung der Bedingungsaverages an der temporalen Elektrode T7(L15)-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.	62
10.10 Darstellung der Bedingungsaverages an der temporalen Elektrode T8 (R18)-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.	63
10.11 Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode CPz-Detailansicht. Für den tatsächlichen Zeitverlauf sind 100ms (Baseline) von den angegebenen Skalenwerten auf der Abszisse abzuziehen.	64
10.12 Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich StimLock beim Vergleich der Bedingungen moralisch und neutral. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)	65
10.13 Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich StimLock beim Vergleich der Bedingungen A und O. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)	66
10.14 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 1	67
10.15 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 2	67
10.16 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 3	67
10.17 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 4	67
10.18 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 5	68
10.19 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 6	68
10.20 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 7	68
10.21 StimLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima bei TF= 8 bis 10	68
10.22 StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 1	69

10.23	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 2	69
10.24	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 3	69
10.25	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 4	69
10.26	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF=5 bis TF= 7	70
10.27	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 8	70
10.28	StimLock: Vergleich A/ O Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ Minima bei TF= 9	70
10.30	RespLock: Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode Cz (moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)	71
10.31	Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode FC3 (L10) (mora- lisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)	72
10.32	Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode T7 (L15)(moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)	72
10.33	Darstellung der Bedingungsaverages an der Elektrode T8 (R18)(moralisch: A=Action, O=Omission; neutral: F=Falsch, R=Richtig)	73
10.34	Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich RespLock beim Vergleich der Bedingungen moralisch und neutral. Talairachkoordi- naten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entspre- chender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)	75
10.35	Aktivierungsminima und Maxima (Min/ Max) für den Zeitbereich RespLock beim Vergleich der Bedingungen A und O. Talairachkoordinaten (Tx, Ty, Tz), sLORETA Wert (t), Brodmannareal (BA) und entsprechender „second best match“(in mm), anatomische Bezeichnung (Areal)	75
10.36	RespLock: Vergleich moralisch/ neutral (SnPM, sLoreta), Aktivierungsma- xima/ minima für TF= 1 bis TF= 3 (von oben nach unten)	76
10.37	RespLock: Vergleich A-/ O- Frage (SnPM, sLoreta), Aktivierungsmaxima/ minima für TF= 1 bis TF= 3 (von oben nach unten)	77
13.1.	Darstellungsform des ersten Textteils	89
13.2.	Darstellungsform des zweiten Textteils	89
13.3.	Darstellungsform des Fragesatzes	89

Literaturverzeichnis

- [1] Adolphs, R.: Cognitive neuroscience of human social behavior. *Nature reviews. Neuroscience* (2003), Bd. 4(3):S. 165–178 (Zitiert auf Seite 17)
- [2] Anderson, S.W.; Bechara, A.; Damasio, H.; Tranel, D. und Damasio, A.R.: Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience* (1999), Bd. 2(11):S. 1032–1037 (Zitiert auf Seite 17)
- [3] Bandura, A.: *Social cognitive theory of moral thought and action*. In W. M. Kurtines and J. L. Gewirtz (Eds.), *Handbook of moral behavior and development (Vol. 1, pp. 45-103)*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1. Aufl. (1991) (Zitiert auf Seite 6)
- [4] Bauer, H.: *Experimentelle Elektroenzephalographie*, Verlag Hans Huber, Bern (1984) (Zitiert auf Seite 50)
- [5] Bauer, H.; Lamm, C.; Holzreiter, I.; Hollaender, U.; Leodolter, M. und Leodolter, U.: Measurement of 3D electrode coordinates by means of a 3D photogrammetric head digitizer. *Neuroimage* (2000), Bd. 11:S. 461 (Zitiert auf Seite 43)
- [6] Birbaumer, N.: *Biologische Psychologie*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 4. Aufl. (1999) (Zitiert auf Seite 27)
- [7] Blair, R.J.R.: A cognitive developmental approach to morality: investigating the psychopath. *Cognition* (1995), Bd. 57:S. 1–29 (Zitiert auf Seite 17)
- [8] Blair, R.J.R.: The amygdala and ventromedial prefrontal cortex in morality and psychopathy. *Trends in Cognitive Sciences* (2007), Bd. 11(9):S. 387–392 (Zitiert auf Seite 17)

-
- [9] Bortz, J. und Döring, N.: *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, Heidelberg: Springer (2002) (Zitiert auf Seite 41)
- [10] Botvinick, M.; Braver, T.; Barch, C., D. Carter und Cohen, J.: Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review* (2001), Bd. 103(3):S. 624–652 (Zitiert auf Seiten 20, 21, 23 und 82)
- [11] Brazier, M.A.B.: *A history of the electrical activity of the brain*, London, Pitman (1961) (Zitiert auf Seite 26)
- [12] Bush, G.; Luu, Ph. und Posner, M.I.: Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences* (2000), Bd. 4(6):S. 215–222 (Zitiert auf Seite 20)
- [13] Cohen, J.D.; Perlstein, W.M.; Braver, T.S.; Nystrom, L.E.; Noll, D.C.; Jonides, J. und Smith, E.E.: Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature* (1997), Bd. 386:S. 604–608 (Zitiert auf Seite 18)
- [14] Cushman, F.; Young, L. und Hauser, M.: The Role of Conscious Reasoning and Intuition in Moral Judgments: Testing three principles of harm. *Psychological Science* (2006), Bd. 17(12):S. 1082–1089 (Zitiert auf Seite 13)
- [15] Damasio, H.; Grabowski, T.; Frank, R.; Galaburda, A.M. und Damasio, A.R.: The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science* (1994), Bd. 264(5162):S. 1102–1105 (Zitiert auf Seite 16)
- [16] Delorme, A. und Makeig, S.: EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods* (2004), Bd. 134:S. 9–21 (Zitiert auf Seite 52)
- [17] Delorme, A.; Sejnowski, T. und Makeig, S.: Enhanced detection of artifacts in EEG data using higher-order statistics and independent component analysis. *Neuroimage* (2007), Bd. 34:S. 1443–1449 (Zitiert auf Seite 52)
- [18] Dien, J. und Santuzzi, A.M.: *Application of repeated measures ANOVA to high-density ERP data-sets: a review and tutorial. In: Handy TC (ed) Event-related potentials: a methods handbook*, The MIT Press, Cambridge (2005) (Zitiert auf Seite 60)
- [19] Dolan, R.J.: On the neurology of morals. *Nature Neuroscience* (1999), Bd. 2(11):S. 927–929 (Zitiert auf Seite 16)

- [20] Field, A.: *Discovering statistics using SPSS*, London, Sage, 2 Aufl. (2005)
(Zitiert auf Seiten 55 und 60)
- [21] Foot, Ph.: *moral dilemmas*, Oxford Press, New York (2002)
(Zitiert auf Seite 13)
- [22] Greene, J. D.; Sommerville, R. B.; Nystrom, L. E.; Darley, J. M. und Cohen, J. D.: An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science* (2001), Bd. 293:S. 2105–2108 (Zitiert auf Seiten 3, 19, 22 und 35)
- [23] Greene, J. und Haidt, J.: How (and where) does moral judgment work? *Trends in Cognitive Sciences* (2002), Bd. 6:S. 517–523 (Zitiert auf Seite 15)
- [24] Greene, J. D.; Nystrom, L. E.; Engell, A. D.; Darley, J. M. und Cohen, J. D.: The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron* (2004), Bd. 44:S. 389–400
(Zitiert auf Seiten 3, 16, 19, 23, 31, 34, 37, 78, 80, 81, 82, 86 und 87)
- [25] Haidt, J.: The emotional dog and its rational tail: A social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review* (2001), Bd. 108:S. 814–834
(Zitiert auf Seiten 8, 9 und 23)
- [26] Haidt, J.: *The moral emotions*. In R. J. Davidson, K. Scherer, H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*, Oxford: Oxford University Press, 1 Aufl. (2003) (Zitiert auf Seite 7)
- [27] Harenski, C.L. und Hamann, St.: Neural correlates of regulating negative emotions related to moral violations. *Neuroimage* (2005), Bd. 30:S. 313–324
(Zitiert auf Seiten 21, 34 und 85)
- [28] Harenski, C.L.; Antonenko, O.; Shane, M.S. und Kiehl, K.A.: Gender differences in neural mechanisms underlying moral sensitivity. *Social Cognition and Affective Neuroscience* (2008), Bd. 3(4):S. 313–321 (Zitiert auf Seite 40)
- [29] Hein, G. und Knight, R.T.: Superior Temporal Sulcus's My Area: Or Is It? *Journal of Cognitive Neuroscience* (2008), Bd. 20(12):S. 2125–2136
(Zitiert auf Seite 18)
- [30] Hume, David: *Essays Moral, Political, and Literacy*, Miller, Eugene, Indianapolis: Liberty Fund, 1 Aufl. (1985) (Zitiert auf Seite 6)

- [31] Jasper, H.H.: The ten-twenty electrode system of the International Federation, Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* (1958), Bd. 10(2):S. 371–375 (Zitiert auf Seite 43)
- [32] Kedia, G.; Berthoz, S.; Wessa, M.; Hilton, D. und Martinot, J-L: An Agent Harms a Victim: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study on Specific Moral Emotions. *Journal of Cognitive Neuroscience* (2008), Bd. 20(10):S. 1788–1798 (Zitiert auf Seite 17)
- [33] Koechlin, E.; Ody, Ch. und Kouneiher, F.: The Architecture of Cognitive Control in the Human Prefrontal Cortex. *Science* (2003), Bd. 302:S. 1181–1185 (Zitiert auf Seite 18)
- [34] Koechlin, E. und Hyafil, A.: Anterior Prefrontal Function and the Limits of Human Decision-Making. *Science* (2007), Bd. 318:S. 594–598 (Zitiert auf Seite 16)
- [35] Koenigs, M.; Young, L.; Adolphs, R.; Tranel, D.; Cushman, F.; Hauser, M. und Damasio, A.: Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements. *Nature* (2007), Bd. 446:S. 908–911 (Zitiert auf Seite 17)
- [36] Kotchoubey, B.: Do event-related brain potentials reflect mental (cognitive) operations? *Journal of Psychophysiology* (2002), Bd. 16(3):S. 129–149 (Zitiert auf Seite 80)
- [37] Kotchoubey, B.: Event-related potentials, cognition, and behavior: a biological approach. *Neuroscience and biobehavioral reviews* (2006), Bd. 30(1):S. 42–65 (Zitiert auf Seite 80)
- [38] Krawczyk, D.C.: Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision making. *Neuroscience and Behavioral Reviews* (2002), Bd. 26:S. 631–664 (Zitiert auf Seite 18)
- [39] Krebs, Dennis L. und Denton, Kathy: Toward a More Pragmatic Approach to Morality: A Critical Evaluation of Kohlberg's Model. *Psychological Review* (2005), Bd. 112(3):S. 629–649 (Zitiert auf Seite 7)
- [40] McCarty, G. und Donchin, E.: A metric for thought: A comparison of P300 latency and reaction time. *Science* (1981), Bd. 211:S. 22–80 (Zitiert auf Seite 79)
- [41] McCarthy, G.; Luby, M.; Gore, J. und Goldman-Rakic, P.: Infrequent events

transiently activate human prefrontal and parietal cortex as measured by functional MRI. *Journal of Neurophysiology* (1997), Bd. 77:S. 1630–1634 (Zitiert auf Seite 79)

- [42] Michels, L.; Moazami-Goudarzi, M.; Jeanmonod, D. und Sarnthein, J.: EEG alpha distinguishes between cuneal and precuneal activation in working memory. *Neuroimage* (2008), Bd. 40(3):S. 1296–1310 (Zitiert auf Seite 81)
- [43] Miller, E.K. und Cohen, J.D.: An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience* (2001), Bd. 24(9):S. 167–202 (Zitiert auf Seiten 18, 24 und 81)
- [44] Moll, J.; de Oliveira-Souza, Paul J., R.; Eslinger, P.J.; Ivanei, E.; Bramati, I.E.; Mourao-Miranda, Andreiuolo P.A., J. und Pessoahe, L.: Neural Correlates of Moral Sensitivity: A Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation of Basic and Moral Emotions. *The Journal of Neuroscience* (2002), Bd. 22(7):S. 2730–2736 (Zitiert auf Seite 25)
- [45] Moll, J.; de Oliveira-Souza, R.; Bramati, I. E. und Grafman, J.: Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. *Neuroimage* (2002), Bd. 16:S. 696–703 (Zitiert auf Seiten 19, 24, 34, 36 und 82)
- [46] Moll, J.; Zahn, R.; de Oliveira-Souza, Krueger F., R. und Grafman, J.: The neural basis of human moral cognition. *Nature Reviews Neuroscience* (2005), Bd. 6:S. 799–809 (Zitiert auf Seite 17)
- [47] Nichols, T.E. und Holmes, A.P.: Nonparametric Permutation Tests for Functional Neuroimaging: A Primer with Examples. *Human Brain Mapping* (2002), Bd. 15:S. 1–25 (Zitiert auf Seite 60)
- [48] Oldfield, R.C.: The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* (1971), Bd. 9:S. 97–113 (Zitiert auf Seite 43)
- [49] Piaget, J.: *The moral judgment of the child*, Glencoe, IL: Free Press, 1 Aufl. (1948) (Zitiert auf Seite 7)
- [50] Picton, T.W.; Bentin, S.; Berg, P.; Donchin, E.; Hillyard, S.A.; Johnson, R., JR.; Miller, G.A.; Ritter, W.; Ruchkin, D.S.; Rugg, M.D. und Taylor, M.J.: Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording stan-

- dards and publication criteria. *Psychophysiology* (2000), Bd. 37:S. 127–152 (Zitiert auf Seite 60)
- [51] Pascual-Marqui, R.D.: Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology* (2002), Bd. 24:S. 5–12 (Zitiert auf Seite 59)
- [52] Rockstroh, B.; Elbert, T.; Canavan, A.; Lutzenberger, W. und Birbaumer, N.: *Slow Cortical Potentials and Behaviour*, Urban und Schwarzenberg, 2. Aufl. (1989) (Zitiert auf Seite 83)
- [53] Sanfey, A.G.; Hastie, R.; Colvin, M.K. und Grafman, J.: Phineas Gauged: Decision-making and the Human Prefrontal Cortex. *Neuropsychologia* (2003), Bd. 41(9):S. 1218–1229 (Zitiert auf Seite 6)
- [54] Saver, J.L. und A.R., Damasio: Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. *Neuropsychologia* (1991), Bd. 29:S. 1241–1249 (Zitiert auf Seite 16)
- [55] Schaich Borg, J.; Hynes, C.; Van Horn, J.; Grafton, S. und Sinnott-Armstrong, W.: Consequences, Action, and Intention as Factors in Moral Judgments: An fMRI Investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience* (2006), Bd. 18(5):S. 803–817 (Zitiert auf Seiten 11, 13, 25, 35, 84 und 87)
- [56] Seifert, J.: *Ereigniskorrelierte EEG-Aktivität*, Pabst Science Publishers, Lengerich (2005) (Zitiert auf Seiten 27 und 28)
- [57] Talairach, P., J. and Tournoux: *Co-planar stereotaxic atlas of the human brain*, New York: Theme Medical Publishers, Inc. (1988) (Zitiert auf Seite 59)
- [58] Thomson, J.J. und Parent, W.A.: *Rights, Restitution and Risk: Essays In Moral Theory*, Harvard University Press (1986) (Zitiert auf Seiten 13, 14 und 36)
- [59] Young, S. und Baranski, J.: Research in moral and ethical judgement: A methodological review, technical memorandum TM 2003-136, DRDC Toronto (2003), unlimited distribution (Zitiert auf Seite 9)
- [60] Young, L.; Cushman, F.; Hauser, M. und Saxe, R.: The neural basis of the interaction between theory of mind and moral judgment. *PNAS* (2007), Bd. 104(20):S. 8235–8240 (Zitiert auf Seite 19)

Lebenslauf

Name: Stephanie Deutsch

Geburtsdatum: 7. April 1978

Geburtsort: Wien, Österreich

1984 - 1997: Lycée Francais de Vienne, Wien, Österreich

Juni 1997: Französisches Baccalauréat, Österreichische Matura, großes Latinum

1997 - 1998: Studium des Wirtschaftsingenieurwesens für Maschinenbau,
Technische Universität Wien, Österreich

1998: Praktikum zur Restauration und Denkmalpflege im Auftrag des Bundesdenkmalamts, Kartause Mauerbach, Niederösterreich, Österreich

Seit 1998: Studium der Psychologie an der Universität Wien, Österreich

Seit 2002: Studium der Wirtschaftsinformatik an der Universität Wien, Österreich

1998 - 2007: Einsatzleitung, Auslandskorrespondenz,
call us Assistance International GmbH, Wien, Österreich

Seit 2007: Forschungsmitarbeiterin, HCI Researcher,
CURE - Center for Usability Research and Engineering,
Wien, Österreich