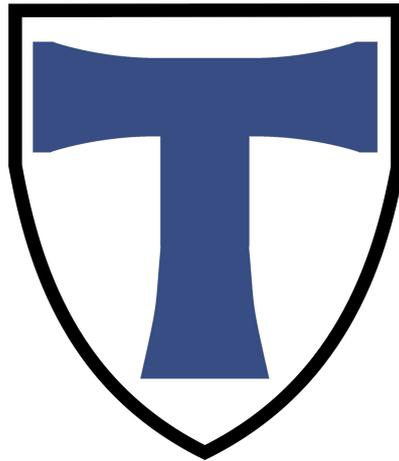


Justus-Liebig-Universität Gießen



**Trance-Induktion mit Musik und Visualisierungen
im MRT:
Einfluss der Absorptionsfähigkeit**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

der **Justus-Liebig-Universität Gießen**

vorgelegt von

Hannes Hempel

Gießen

November 2009

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Dieter Vaitl

Zweitgutachter: Herr Prof. Dr. Harald Schupp

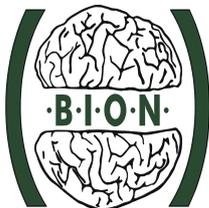
"A five-minute ASC experience can significantly alter the course of a person's life"

Charles T. Tart (1990)

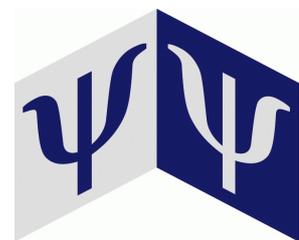
Danksagung

Mein Dank gilt meiner Freundin Andrea, die auch die schwierigen Phasen mit mir ausgehalten hat und meinen Eltern, die mich immer unterstützt haben. Außerdem fühle ich mich allen Doktoranden im BION verbunden, mit denen ich die Höhen und Tiefen des Dissertationsprozesses teilen konnte. Hier gilt mein besonderer Dank Helge, Matthias und Weyg. Auch die akademischen Freizeitkicker haben sehr dazu beigetragen, dass ich nicht am Schreibtisch verzweifelt bin.

Zum Erfolg meiner Arbeit haben Ulrich Ott und Prof. Vaitl maßgeblich beigetragen, wofür ich ihnen herzlich danke!



Bender Institute of Neuroimaging



Institut für Grenzgebiete der Psychologie und Psychohygiene e. V.

Die vorliegende Arbeit ist durch ein Dissertationsstipendium des Instituts für Grenzgebiete der Psychologie und Psychohygiene (IGPP) aus Freiburg im Breisgau gefördert worden. Durchgeführt wurde die Arbeit am Bender Institute of Neuroimaging (BION) an der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung.....	5.
2 Einleitung.....	8.
2.1 Bewußtsein.....	9.
2.1.1 Theoretische Ansätze.....	15
2.1.2 Neurobiologische Bewußtseinstheorien.....	22
2.2 Veränderte Bewußtseinszustände.....	26
2.2.1 Entstehen von veränderten Bewusstseinszuständen.....	27
2.2.2 Gemeinsamkeiten von veränderten Bewusstseinszuständen.....	29
2.2.3 Funktionen von veränderten Bewußtseinszuständen.....	31
2.2.4 Klassifikation von veränderten Bewußtseinszuständen.....	33
2.2.5 Physiologische Modelle veränderter Bewußtseinszustände.....	34
2.3 Trance.....	44
2.3.1 Merkmale von Trance.....	45
2.3.2 Messung von Trance.....	47
2.3.3 Induktion von Trance.....	50
2.4 Die Persönlichkeitseigenschaft der Absorptionsfähigkeit.....	57
2.4.1 Die Absorptionsskala und ihre Faktoren.....	60
2.4.2 Neurobiologische Korrelate der Absorptionsfähigkeit.....	62
2.5 Fragestellung und Hypothesen.....	67
3 Methode.....	72
3.1 Stichprobe.....	72
3.2 Versuchsmaterial.....	74
3.2.1 Fragebögen.....	74
3.2.2 Stimulation im Magnetresonanztomographen.....	78
3.3 Physiologische Messungen.....	79
3.3.1 Periphere Physiologie.....	79
3.3.2 Strukturelle und funktionelle Magnetresonanztomographie.....	81
3.4 Versuchsdurchführung.....	82
3.5 Versuchsdesign.....	86
3.6 Datenanalyse.....	87
3.6.1 Fragebogendaten.....	88
3.6.2 Physiologische Daten.....	90
3.6.3 Region of Interest (ROI) Analysen.....	95
3.7 Hypothesenprüfung.....	98
3.7.1 Hypothese I.....	98
3.7.2 Hypothese II.....	99
3.7.3 Hypothese III.....	99
3.7.4 Hypothese IV.....	100
3.7.5 Hypothese V.....	100
3.7.6 Hypothese VI.....	101
4 Ergebnisse.....	102
4.1 Stichprobe.....	102
4.2 Gruppeneinteilung.....	102
4.3 Fragebögen.....	105
4.3.1 Tellegen Absorption Scale.....	105
4.3.2 Phenomenology of Consciousness Inventory.....	108
4.3.3 Fragebogen zur Absorption.....	120

4.4 Periphere Physiologie.....	124
4.4.1 Hautleitfähigkeit.....	125
4.4.2 Fingerpuls.....	127
4.4.3 Atmung.....	128
4.4.4 Elektrokardiogramm.....	128
4.5 Hirnphysiologische Daten.....	129
4.5.1 Effekte der Stimulation.....	129
4.5.2 Effekte der Trance.....	140
4.5.3 Prüfung der Hypothesen.....	148
5 Diskussion.....	150
5.1 Interpretation der Ergebnisse.....	150
5.1.1 Effekte der Tranceinduktion.....	151
5.2 Kritik der Methode.....	163
5.2.1 Das Versuchsdesign.....	164
5.2.2 Das Trancekriterium.....	165
5.2.3 Die Datenanalyse.....	166
5.2.4 Die Induktionsmethode.....	168
5.3 Fazit und Ausblick.....	169
6 Literatur.....	172
7 Anhang.....	189
7.1 Fragebögen.....	189
7.1.1 Tellegen Absorption Scale (TAS).....	189
7.1.2 Phenomenology of Consciousness Inventory (PCI).....	190
7.1.3 Fragebogen zur Absorption (FABS).....	191
7.2 Probandenaufklärung.....	192
7.3 Eidesstattliche Erklärung.....	193

1 Zusammenfassung

Trance ist ein veränderter Bewußtseinszustand. D. h. Trance weicht wahrnehmbar vom normalen Wachbewußtsein ab. Die besonderen Merkmale der Trance sind eine vorübergehende Einengung der Wahrnehmung und eine Fokussierung der Aufmerksamkeit. Zusätzlich können Verhalten oder Bewegungen stereotyp sein. Vereinzelt tritt nach Trancezuständen eine Amnesie auf. Trancezustände lassen sich in drei Kategorien einteilen: die ekstatische, die schamanistische und die hypnotische Trance. Diese Arten unterscheiden sich bezüglich des Settings, in dem sie auftreten, der Induktionsmethode und ihrer spezifischen Merkmale. Die ekstatische Trance steht meistens in einem mystischen oder spirituellen Kontext. Die schamanistische Trance tritt als Teil eines Heilrituals auf. Bei der hypnotischen Trance werden Menschen durch einen Hypnotiseur oder eine spezielle Induktionsmethode in einen Trancezustand versetzt. Eine Induktionsmethode besteht in der Stimulation mit Musik und computergenerierten Visualisierungen. Diese Methode wurde in der vorliegenden Studie eingesetzt, denn sie erlaubt es dem Probanden völlig bewegungslos zu bleiben und eignet sich daher zur Verwendung während der funktionellen Magnetresonanztomographie.

Ob ein Mensch auf eine Tranceinduktion anspricht, unterliegt interindividuellen Unterschieden. Die Wahrscheinlichkeit auf eine Tranceinduktion anzusprechen, kann durch die Persönlichkeitseigenschaft der Absorptionsfähigkeit vorhergesagt werden. Die Absorptionsfähigkeit beschreibt die Disposition eines Menschen Zustände der Absorption, wie etwa Trance, zu erleben.

Auf neuronaler Ebene besagt die Theorie der transienten Hypofrontalität, dass veränderte Bewußtseinszustände mit einer verringerten Aktivierung im präfrontalen Kortex einhergehen. In dieser Struktur werden die Informationen aller neuronalen Systeme integriert. Eine Veränderung bei der Informationsverarbeitung zieht somit eine Variation des Bewußtseins nach sich. Mit zunehmender Trance kann also eine Deaktivierung präfrontaler Kortexareale erwartet werden. Darüber hinaus sind auf neuronaler Ebene

Aktivierungsunterschiede zwischen Personen, die durch die Stimulation in tiefe Trancezustände versetzt werden und solchen, die nur leichte Trancezustände erleben, zu erwarten. Befunde weisen auf einen Zusammenhang der Absorptionsfähigkeit mit den exekutiven Kontrollfunktionen der Aufmerksamkeit hin. Ebenso sind Unterschiede im emotionalen Erleben in Abhängigkeit der Absorptionsfähigkeit aufgetreten. So können Unterschiede bei der neuronalen Aktivierung in den Systemen der exekutiven Kontrolle (anteriorer cingulärer Kortex, Thalamus) und der Emotionsverarbeitung (Amygdala, insulärer Kortex) zwischen Personen, die tiefe und Personen die leichte Trancezustände erleben, erwartet werden.

Zur empirischen Prüfung dieser Hypothesen wurden 28 Probanden ausgewählt. Diese hatten an einer Voruntersuchung teilgenommen. Dabei waren 14 Probanden auf eine Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen in tiefe Trancezustände gefallen, während die übrigen Personen nur leichte Trance erlebten. Zur Erhebung der Bewußtseinszustände wurde die deutsche Version des *Phenomenology of Consciousness Inventory* verwendet. Mit diesem Fragebogeninstrument können retrospektiv Bewußtseinszustände erfasst werden. Außerdem lässt sich aus den Antworten ein Trancetiefe-Index bestimmen. Die Absorptionsfähigkeit wurde mit der *Tellegen Absorption Scale*, ebenfalls in ihrer deutschen Version, erhoben. Darüber hinaus wurde noch der *Fragebogen zur Absorption* verwendet. Dieses Instrument fragte positive und negative Erfahrungen während der Tranceinduktion ab und enthielt eine subjektive Verlaufszeichnung der Absorptionstiefe.

Die Probanden nahmen an einer fMRT-Messung teil. Zu Beginn und am Ende der Messung wurde ihnen als Kontrollbedingung ein Fixationskreuz präsentiert. Dazwischen erfolgte eine zwölf-minütige Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen.

Die Trancetiefe während der Induktion im MRT korrelierte mit den Werten der Voruntersuchung. Die Trancetiefe-Werte zeigten, dass ein Teil der Probanden auch unter MRT-Bedingungen Trancezustände bei der Stimulation mit Musik und Visualisierungen erlebte. Die Ausprägungen der Absorptionsfähigkeit korrelierten ebenfalls mit der Trancetiefe. Auf neuronaler Ebene zeigte eine

parametrische Modulation der Hirnaktivierung während der Tranceinduktion mit den Absorptionstiefeverläufen die erwartete Deaktivierung im präfrontalen Kortex. Darüber hinaus stieg die Aktivierung in den visuellen und auditiven Kortexarealen mit zunehmender Absorptionstiefe an. Ebenso nahm die Aktivierung in Teilen des Cerebellums zu. Die interindividuellen Unterschiede im Erleben spiegelten sich in Aktivierungsunterschieden im anterioren cingulären und im insulären Kortex wider. Die Aktivierung in diesen Arealen korrelierte mit der Trancetiefe.

Die Korrelation zwischen den Trancetiefe-Werten der beiden Induktionen zeigte, dass die Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen funktionierte. Die Reaktionen auf die Stimulation waren nicht willkürlich. Ebenso spricht die Korrelation zwischen Trancetiefe und Absorptionsfähigkeit dafür, dass das Erleben an die Disposition geknüpft war. Hinsichtlich der neuronalen Aktivierung ist die erwartete Hypofrontalität eingetreten. Dies konnte zum ersten Mal explizit gezeigt werden. Mit der Deaktivierung ging ein Anstieg in den visuellen und auditiven Kortexarealen einher. Über diese beiden Sinnesmodalitäten war die Stimulation erfolgt, so dass diese Veränderung plausibel ist. Die Aktivierungszunahme im Kleinhirn bei zunehmender Trance könnte mit der Aufgabe des Cerebellums zusammenhängen, Bewegungen von Objekten vorher zu sagen, um motorische Bewegungen zu koordinieren. Mit dem interindividuellen Unterschied der Aktivierung im anterioren cingulären und insulären Kortex, der mit den Unterschieden im Tranceerleben einhergeht, konnte ein neurophysiologischer Zusammenhang zur Absorptionsfähigkeit hergestellt werden. Insgesamt sind in dieser Studie einige theoretische Annahmen zu veränderten Bewußtseinszuständen und ihren neurophysiologischen Grundlagen erstmals direkt empirisch bestätigt worden.

2 Einleitung

Veränderte Bewußtseinszustände haben Menschen seit jeher fasziniert. Handlungen und Entscheidungen einzelner Individuen oder ganzer Gesellschaften wurden oft von solchen Zuständen abhängig gemacht. Schamanen, Propheten oder Orakel begaben sich in Trancezustände, um mit der Götter- oder Geisterwelt zu kommunizieren und so die Geschicke der Menschen zu lenken. In der Bibel wird erzählt, wie die Propheten mit Gott in ihren Träumen kommunizierten und ihr Volk so auf den rechten Weg leiten konnten. Auch das Orakel von Delphi im antiken Griechenland ist bis heute ein Begriff. Dort versetzten sich Priester und Priesterinnen, wahrscheinlich mit einem aus der Erde aufsteigenden Gas, in Trance, um ihren Anhängern bei ihren Entscheidungen zu helfen (Maaß, 1993). Auch über die Rolle der schamanistischen Trance in indigenen Kulturen ist viel berichtet und geforscht worden. Dort versetzen sich die Medizinmänner durch Tanzen, Trommeln, Fasten oder ähnliche Rituale in Trance, um mit Geistern und Dämonen zu kommunizieren und ihren Patienten Heilung zu verschaffen (Luczak, 1999).

In der modernen westlichen Zivilisation sind solche Methoden nicht mehr gebräuchlich. Die Handlungs- und Entscheidungsstrategien scheinen auf rationalem Verstehen und Pragmatismus zu beruhen. Allerdings sollte nicht vergessen werden, welche Rolle Rauschmittel wie Alkohol oder andere Drogen spielen. Wird das Ausmaß des Konsums von psychoaktiven Substanzen in der modernen Gesellschaft berücksichtigt, scheint die Faszination an veränderten Bewußtseinszuständen ungebrochen zu sein (Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V.; www.dhs.de). Zudem kann neben dem verbreiteten Alkohol- und Drogenkonsum ein zunehmendes Interesse an Phänomenen wie dem luziden Träumen, Yoga und Meditation, Hypnose, energetischen Heilmethoden und diversen schamanistischen Praktiken verzeichnet werden (z. B. Fuchs, 1990).

Alle aufgezählten Phänomene beruhen auf einer Manipulation des Bewußtseins und werden unter dem Begriff der „veränderten Bewußtseinszustände“ zusammengefasst. Dieser Bereich menschlichen Erlebens hat auch die Wissenschaft immer wieder beschäftigt (z. B. Tart, 1990;

Vaitl et al., 2005). In den Jahren 1998 bis 2002 hat sich unter Leitung von Professor Vaitl ein internationaler Forscherverbund der Untersuchung veränderter Bewußtseinszustände gewidmet. Dabei haben die beteiligten Forschergruppen sich mit jeweils einem speziellen Bewußtseinszustand auseinander gesetzt. Im Rahmen dieses Projektes hat sich die Arbeitsgruppe „Altered States of Consciousness“ an der Universität Giessen unter Leitung von Prof. Dr. Vaitl mit der Erforschung von Trancezuständen befasst. Aus den Arbeiten der Arbeitsgruppe ist das vorliegende Dissertationsprojekt entstanden, das zum Ziel hatte, neuronale Korrelate von Trancezuständen zu identifizieren und die Auswirkungen der Persönlichkeitseigenschaft der Absorptionsfähigkeit auf das Erleben solcher Zustände zu untersuchen. Aufgrund dieser Konzeption soll diese Arbeit mit einer Klärung des Bewußtseinsbegriffes beginnen. Anschließend wird das Konzept veränderter Bewußtseinszustände eingeführt, um darauf aufbauend Trancezustände zu definieren. Am Ende des Theorieteils wird die Absorptionsfähigkeit eingeführt und die Befundlage zu ihren neurobiologischen Korrelaten dargestellt. Auf dieser Grundlage werden am Schluss des Einleitungsteils die psychologischen Hypothesen hergeleitet, die in dieser Arbeit untersucht werden sollen.

2.1 Bewußtsein

Die Erörterung des Themas "Bewußtsein" ist schwierig, da es weder eine einheitliche, allgemein akzeptierte Definition von Bewußtsein, noch ein anerkanntes Erklärungsmodell für dieses Phänomen gibt. Dass keine Definition existiert, klingt zunächst erstaunlich, denn Bewußtsein ist etwas, das jedem Menschen eigen ist. So haben auch die meisten Menschen ein intuitives Verständnis von dem, was mit Bewußtsein gemeint ist. Eine nähere Betrachtung möglicher Definitionen zeigt jedoch für jede Möglichkeit Mängel auf (Grau, 1922; Graumann, 1966). Um einen Überblick über den gegenwärtigen Kenntnisstand zu geben, sollen kurz die historischen Wurzeln des Bewußtseinsbegriffes dargestellt werden.

In der deutschen Sprache geht der Begriff des Bewußtseins auf Christian Wolff zurück. Wolff lebte von 1679 bis 1754. Er war Philosoph, Mathematiker und

Logiker. Seit 1706 lehrte er an den Universitäten in Halle und Marburg. Einer seiner Verdienste bestand darin, die philosophischen Lehren, insbesondere von Leibnitz, Spinoza und Descartes, systematisiert und so besser vermittelbar gemacht zu haben (Grau, 1981). In seinem berühmten Aufsatz mit dem Titel „Vernünfftige Gedancken von Gott, der Welt und der Seele des Menschen, auch allen Dingen überhaupt“ aus dem Jahre 1719 schuf er den Begriff „das Bewußtsein“, um den berühmten Satz „cogito ergo sum“ von René Descartes ins Deutsche übertragen zu können (Grau, 1981; Wolff, 1983; in einer Neuauflage des Werkes von 1719). Auf seiner Suche nach gesicherter Erkenntnis hatte Descartes die Methode des Zweifelns zu dieser Aussage geführt, die für ihn eine unumstößliche Tatsache darstellte. Bis heute ist die gebräuchlichste Übertragung dieses Satzes ins Deutsche: "Ich denke, also bin ich". Aus den Schriften Descartes geht jedoch deutlich hervor, dass "cogito" weit mehr umfasst als einfaches Denken. Gemeint ist eine Metakognition des eigenen Denkens, Handelns und Fühlens. Deshalb ist die treffendere Übersetzung des „cogito ergo sum“ die von Christian Wolff gebrauchte „Ich habe Bewußtsein, also bin ich“ (Grau, 1981; Wolff, 1983). Besonders durch das Schaffen Wolffs verbreitete sich der Bewußtseinsbegriff im deutschen Sprachraum. Über die Philosophen Hume und Locke fanden Bewußtseinskonzepte ihren Weg in die englischsprachigen Gebiete (Grau, 1922).

Besonders Kurt Joachim Grau hat sich bemüht, die Geschichte und die Entwicklung des Bewußtseinsbegriffs seit Descartes aufzuarbeiten und darzustellen (Grau, 1922, 1981). Seine Arbeiten zu diesem Thema datieren aus der Zeit um den ersten Weltkrieg. Was die Definition von Bewußtsein betrifft, stellen sie auch heute noch den Stand der Forschung dar (Metzinger, 1996). Grau hat die verschiedenen Definitionsansätze klassifiziert und ihre Mängel herausgearbeitet (Grau, 1922). Diese verschiedenen Ansätze sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

Der attributive Bewußtseinsbegriff

Da der Bewußtseinsbegriff dem Schaffen Descartes entspringt, geht auch die erste Konzeption von Bewußtsein auf ihn zurück. Descartes nahm eine

dualistische Position ein, indem er annahm, dass es einen Geist gibt, der vom Körper getrennt ist. Dabei verstand er den Geist als etwas nicht-körperliches, ohne räumliche Ausdehnung, das die mentalen Prozesse, wie Gedanken oder Sinneseindrücke, hervorbrachte, deren Bewusstsein ihn zur Erkenntnis seiner Existenz brachte.

Nach Descartes Verständnis gehörte alles, was als unmittelbar wirklich erlebt wird, zum Bewußtsein. In seinem Konzept von Geist und Körper fasste er die räumliche Ausdehnung als Attribut des Körpers auf und folgerte, dass analog zu dieser Verbindung das Bewußtsein Attribut des Geistes sei (Grau, 1922 und 1981). Seiner Ansicht nach musste, so wie ein Körper permanent eine räumliche Ausdehnung hat, der Geist ununterbrochen Bewußtsein haben. Daher nennt Grau diesen Ansatz den attributiven Bewußtseinsbegriff.

Zuständen, bei denen dieses unmittelbare Erleben nicht wiedergegeben werden kann, wie beispielsweise bei einer Ohnmacht oder dem traumlosen Schlaf, schrieb Descartes auch Bewußtsein zu. Eine, scheinbare, Unterbrechung des Bewußtseins war für ihn ein Gedächtniseffekt: Die Bewußtseinsinhalte dieser Episoden können im Nachhinein nicht erinnert werden. Doch genau hier setzt die Kritik an diesem Konzept an und bildet die Grundlage für den folgenden Ansatz (Grau, 1922).

Der akzidentelle Bewußtseinsbegriff

Locke kritisierte Descartes Auffassung von Bewußtsein besonders bezüglich der Annahme eines kontinuierlichen Bewußtseins, folgte aber seiner dualistischen Auffassung. Er vertrat den Standpunkt, dass es durchaus Unterbrechungen des Bewußtseins geben könne. Dies leitete er aus der Alltagserfahrung ab. Descartes Vergleich aufgreifend, begriff er die Beziehung zwischen Geist und Bewußtsein als analog zur Beziehung zwischen Körper und Bewegung. Da ein Körper sich auch in Ruhe befinden kann, sei es plausibel, dass der Geist phasenweise ohne Bewußtsein ist.

Nach Ansicht von Locke war das Bewußtsein nicht ein untrennbares und wesensbestimmendes Attribut des Geistes, wie bei Descartes, sondern nur ein Merkmal des Geistigen. Das Erfahrbare, welches die Grundlage von Lockes Theorie war, zeigt nur Bewußtseinsinhalte. Diese Bewußtseinsinhalte bestehen

beispielsweise aus Vorstellungen, Gedanken, Gefühlen, Trieben oder Willensregungen. Bewußtsein sollte das gemeinsame Merkmal dieser Inhalte sein. In diesem Konzept von Locke ist ein geistiger Vorgang die Voraussetzung für Bewußtsein, deshalb kann hier von einem akzidentellen Bewußtseinsbegriff gesprochen werden. Das Problem dieses Bewußtseinsbegriffes besteht darin, dass er nicht festlegt, was allen geistigen Tatsachen gemein ist und somit Bewußtsein überhaupt nicht beschrieben wird. Auch fehlt die Begründung, warum Bewußtsein Merkmal aller seelischen Tatsachen sein muss, denn es könnte ebenso gut unbewußte geistige Lebensäußerungen geben (Grau, 1922).

Der apperzeptive Bewußtseinsbegriff

Einen anderen Ansatz entwickelte Leibnitz. Er unterschied in seiner Theorie zwischen "Perzeptionen" und "Apperzeptionen". Mit Perzeptionen sind Gedanken gemeint, die nicht gegenwärtig sind. Diese Art von Gedanken entsprechen einer unbewußten geistigen Tatsache und widersprechen daher dem akzidentellen Bewußtseinsbegriff. Apperzeptionen hingegen bezeichnen Gedanken, deren Existenz klar realisiert wird. In seiner Systematisierung von Leibnitz Lehre setzte Christian Wolff Apperzeptionen mit Bewußtsein gleich (Grau, 1922; Wolff, 1983). Die Kritik an diesem Ansatz überschneidet sich mit der Kritik am Ansatz des folgenden reflexiven Bewußtseinsbegriffes und wird im nächsten Absatz dargestellt.

Der reflexive Bewußtseinsbegriff

Der reflexive Bewußtseinsbegriff ist eine Weiterentwicklung des apperzeptiven Verständnisses von Bewußtsein. Im Sinne eines "spot light" Modells bezeichnet Bewußtsein hier diejenigen mentalen Prozesse, über die eine Metakognition existiert. Das Problem dieses Modells und des vorher dargestellten apperzeptiven Modells liegt darin, dass "unbewußtes" Erleben oder Perzeptionen im Sinne von Leibnitz nicht nachweisbar sind. Das Wissen um eine mentale Aktivität ordnet diese direkt dem Spektrum des Bewußtseins zu. Es wäre durchaus denkbar, dass, so wie bereits Locke annahm, Bewußtsein nur bei mentaler Aktivität entsteht. Diese Überlegung bildet die Grundlage für

den nächsten Definitionsversuch von Bewußtsein (Grau, 1922).

Der aktualisierende Bewußtseinsbegriff

Wilhelm Wundt vertrat die Ansicht, dass eine Unterscheidung zwischen einem bewußten und einem unbewußten Zustand geistiger Vorgänge unzulässig sei, da eine geistige Tatsache mit einer Bewußtseinstatsache inhaltlich zusammenfalle. Zu mentaler Aktivität kann es nur kommen, wenn Bewußtsein vorhanden ist. Wie bereits Hume sah er im menschlichen Geist eine zusammenhängende Kette von Wahrnehmungen. Wundt formulierte, dass eine Veränderung dieser Wahrnehmungen eine Voraussetzung für Bewußtsein sei. Denn ohne eine Veränderung gäbe es keine mentale Aktivität. In diesem Aktualitätskonzept wird Bewußtsein als Prozess verstanden. Allerdings wirft dieser Ansatz die Frage auf, woher Bewußtes kommt und was mit den Bewußtseinsinhalten geschieht, wenn ihnen das Bewußtsein entzogen wird. Antworten auf diese Frage sind nur in Form von Metaphern gegeben worden und können so nicht befriedigen (Grau, 1922).

Der generalisierende Bewußtseinsbegriff

Es gibt Ansätze, die versuchen, Bewußtsein als die Summe aller mentalen Prozesse aufzufassen. So wird beispielsweise Bewußtsein als die Gattung oder die Gesamtheit allen gegenwärtigen Erlebens beschrieben. Das Problem dieser Vorgehensweise besteht darin, dass es sich um eine Umfangsbeschreibung von Bewußtsein handelt. Diese Definitionsweise ermöglicht nicht die Beschreibung der Wesensmerkmale von Bewußtsein und erlaubt nicht, zwischen Bewußtem und Nicht-Bewußtem zu trennen (Grau, 1922).

Der relationale Bewußtseinsbegriff

Wenn das Phänomen des Bewußtseins einer Analyse unterzogen wird, so lassen sich drei Aspekte von Bewußtsein isolieren. Zunächst gibt es einen Bewußtseinsinhalt, ein Objekt, das die Grundlage eines mentalen Prozesses bildet. Zudem muss es ein Subjekt geben, einen Organismus, der den mentalen Prozess wahrnimmt. Schließlich gibt es eine Beziehung zwischen

dem Inhalt und dem Wahrnehmenden. Der Schwerpunkt des relationalen Ansatzes liegt in diesem dritten Element, der Relation zwischen Objekt und Subjekt. Bewußtsein enthält Erkennendes und Erkanntes und ist somit immer Bewußtsein-von-etwas (Grau, 1922; Graumann, 1966). Diese Überlegung ist eindrucksvoll von William James in seinem, bis heute bedeutsamen, Artikel „Does 'Consciousness' Exist?“ dargelegt worden. In dieser Schrift formuliert James den Gedanken, dass Bewusstsein keine Eigenschaft sei, sondern das Resultat eines Interaktionsprozesses von Objekten, geistiger oder physischer Natur, und einem Subjekt (James, 1904).

Gerade in diesem letzten Ansatz zur Definition von Bewußtsein zeigt sich der phänomenale Aspekt des Bewußtseins als Kernproblem. Seit den Veröffentlichungen von Grau zu Beginn des 20. Jahrhunderts ist noch keine neue erfolgversprechende Definition von Bewußtsein entwickelt worden (Graumann, 1966; Metzinger, 1996). Um sich der Thematik anzunähern, hat van Gulik (1996) herausgearbeitet, was eine Definition von Bewußtsein leisten und wie sie aufgebaut sein muss. Dabei unterscheidet er in klassischer Weise zwischen dem Explanandum, dem zu Erklärenden, dem Explanans, dem Erklärenden und der Beziehung zwischen Explanans und Explanandum. Demnach ist zunächst genau festzulegen, was erklärt werden soll: Welche Merkmale und Eigenschaften des Bewußtseins bedürfen der Erklärung? Nach Ansicht von Guliks (1996) müssen Unterscheidungen zwischen bewußten, nicht-bewußten und unbewußten mentalen Zuständen möglich sein. Darüber hinaus sollen Unterscheidungen zwischen Geschöpfen mit und ohne Bewußtsein getroffen werden können. Die phänomenale Struktur des Erlebens muss beschrieben werden können und damit verbunden soll die Subjektivität des Erlebens in Bezug auf Bewußtsein einbezogen werden. Ein weiterer Punkt, der in der Erklärung von Bewußtsein berücksichtigt werden soll, ist die Verfügbarkeit oder der Zugriff auf das Gedächtnis. Ist dieser Teil noch recht klar beschrieben, so zeigen sich beim Explanans und bei der Relation zwischen Explanans und Explanandum die Schwierigkeiten bereits in der Konzeption einer Definition. Hier wird offenkundig, dass dieser Bereich noch

eingehender Klärung durch eine wissenschaftsphilosophische Diskussion bedarf, bevor er von praktischer Relevanz ist (van Gulik, 1996). Die vier Möglichkeiten, die van Gulik (1996) für das Explanans aufzählt, nennt er die physikalische-materielle Variante, die funktionale Relation, die Variante der naturalistischen Begriffe und die Relationen zwischen nicht-bewußten mentalen Zuständen. Was die verbindende Relation zwischen zu Erklärendem und Erklärendem betrifft, so werden auch hier vier Möglichkeiten dargestellt (van Gulik, 1996): Die deduktive Ableitung des Explanandums aus dem Explanans, also eine logische Hinlänglichkeit, außerdem eine nomische Hinlänglichkeit, eine intuitive Hinlänglichkeit oder das pragmatische Modellieren.

Die klassische und oft einzig akzeptierte Variante ist das deduktive Ableiten aus den physikalisch-materiellen Gegebenheiten. Die Problematik, die mit diesem Standpunkt verbunden ist, wurde schon früh erkannt und bereits 1872 von Emile du Bois-Reymond (1886) in seinem Vortrag "Über die Grenzen des Naturerkennens" auf der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte formuliert. In seinem viel zitierten Aufsatz (u.a. Flohr, 2002; Metzinger, 1996; Graumann, 1966; Vaitl, 2003) kommt du Bois-Reymond zu dem Schluss, dass Bewußtsein sich nicht aus der Materie heraus erklären lässt und sich sogar dem menschlichen Verstehen gänzlich entzieht (du Bois-Reymond, 1886). Dieser Standpunkt wird gegenwärtig nicht mehr geteilt. Heute wird oft davon ausgegangen, dass das Phänomen des Bewußtseins aus Zuständen des zentralen Nervensystems erklärt werden kann (Flohr, 2002; Smith Churchland, 1996). Übereinstimmung zwischen verschiedenen Neurowissenschaftlern herrscht bezüglich der notwendigen Voraussetzungen, über die ein Organismus verfügen muss, um Bewußtsein haben zu können. Dabei handelt es sich um eine basale Aufmerksamkeit und eine ausreichend große Gedächtnisspanne, um die Veränderungen in den mentalen Prozessen zu erfassen (Crick & Koch, 1998; Dehane & Naccache, 2001; Frith & Dolan, 1996; Tassi & Muzet, 2001; Zeman, 2001).

2.1.1 Theoretische Ansätze

Die Theorien zum Bewußtsein, die im 17. und 18. Jahrhundert entwickelt

wurden, sind ebenfalls von Kurt Joachim Grau (1922 und 1982) aufgearbeitet worden. Die Ansätze von Descartes, Leibnitz, Wolff und ihren Zeitgenossen bezogen sich meist an einem Punkt in ihren Modellen auf eine göttliche Kraft, um das Phänomen des Bewußtseins erklären zu können (Grau, 1981). Aus diesem Grund sind diese Ansätze wissenschaftlich heute nicht mehr von Bedeutung und haben nur noch historischen Wert.

Zwar gab es mit Thomas Hobbes schon im 17. Jahrhundert einen Denker, der versuchte, auf einer rein materialistischen Grundlage eine Theorie zu entwerfen, die Bewußtsein erklärte, doch stand für Hobbes das Herz als Zentralorgan des gesamten geistigen Lebens im Mittelpunkt, so dass auch diese Theorie heute keinen Bestand mehr hat (Grau, 1981). Als sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Psychologie als empirische Wissenschaft entwickelte, war die Erforschung von Bewußtsein ein zentrales Thema (Graumann, 1966). Trotz der regen Aktivität im Bereich der Bewußtseinsforschung (siehe z.B. Grau, 1922; Metzinger, 1996; Natorp, 1912) gelang es nicht, eine befriedigende Bewußtseinstheorie zu entwickeln. Aus diesem Grund wird im Folgenden ein deskriptiver Ansatz dargestellt, der Bewußtsein nicht erklären, dafür aber beschreiben kann.

Der dimensionale Ansatz des Bewußtseins

Der dimensionale Ansatz zur Beschreibung von Bewußtsein wurde in den sechziger und siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts vom amerikanischen Wissenschaftler Charles Tart (1983) entwickelt. Tart (1983) schuf ein theoretisches Konzept, das auf der Annahme der Existenz verschiedener diskreter Bewußtseinszustände beruht. Diese Zustände wollte er durch ihre spezifischen Ausprägungsmuster auf bestimmten psychologischen Dimensionen beschreiben. Grundlage für dieses Konzept war die Überlegung, dass Menschen in der Lage sind, ihren gegenwärtigen Bewußtseinszustand festzustellen, indem sie in ihrem Innern bestimmte Merkmalsausprägungen überprüfen (Tart, 1983). Aus der empirischen Ausarbeitung dieses theoretischen Ansatzes entwickelte Ronald Pekala später ein Modell und ein Instrument, um Bewußtsein zu quantifizieren (Pekala, 1991).

Tart nahm die Frage nach der Funktionalität von Bewußtsein als

Ausgangspunkt seiner Überlegungen. Deshalb versuchte er sich dem Forschungsgegenstand über dessen Auswirkungen zu nähern (Tart, 1983). Aus der Erfahrung heraus schien offensichtlich, dass der menschliche Geist sich nicht immer in dem selben Funktionsmodus befindet, sondern verschiedene Modi besitzt, die sich voneinander abgrenzen lassen. So lässt sich die Annahme der Existenz verschiedener Bewußtseinszustände begründen. Tart (1980) versteht Bewußtseinszustände als komplexe Bewältigungsstrategien für gegebene Situationen. Da sich diese Zustände klar voneinander trennen lassen, können sie als diskrete Zustände aufgefasst werden (Tart, 1983). Ein einziger Zustand bietet nicht in allen Situationen die optimale Bewältigungsstrategie, deshalb ist ein Organismus in der Lage zwischen verschiedenen Bewußtseinszuständen zu wechseln (Tart, 1983).

Darüber hinaus trägt der dimensionale Ansatz dem Umstand Rechnung, dass individuelle Unterschiede bei Bewußtseinszuständen bestehen. Es ist nicht davon auszugehen, dass der gewöhnliche Bewußtseinszustand verschiedener Personen identisch ist. Beispielsweise müssen sich Menschen aus unterschiedlichen Kulturräumen verschiedenen Alltagssituationen anpassen (Tart, 1980).

Die psychologischen Dimensionen oder Subsysteme, anhand derer Bewußtseinszustände beschrieben werden können, hat Tart (1980) aus seinen theoretischen Überlegungen abgeleitet. Dabei kommt er auf zehn Subsysteme des Bewußtseins (Tart, 1983). Diese werden im Folgenden aufgezählt und kurz beschrieben:

1. Exterozeption

Unter dieses Subsystem fallen die klassischen sensorischen Systeme, wie die visuelle oder auditive Wahrnehmung. Diese Systeme dienen der Rezeption der physikalischen Umwelt. Die Exterozeption ist notwendig für einen Bewußtseinszustand, da die Umgebung und ihre Wahrnehmung den Zustand, in dem sich ein Individuum befindet, maßgeblich prägen. Dies lässt sich dadurch veranschaulichen, dass sensorische Deprivation oder sensorischer Überflutung Induktionsmethoden für veränderte Bewußtseinszustände sind (Dittrich, 1975; Haer, 1971; Ludwig, 1990;

Walach, 1998).

2. Interozeption

Im Gegensatz zur vorherigen Dimension der Exterozeption dient das System der Interozeption der Wahrnehmung von Informationen aus dem eigenen Körper. Darunter fallen beispielsweise die Körperhaltung, Muskelspannung, Wohlbefinden oder Schmerz. Zahlreiche Beispiele zeigen, dass die Manipulation von inneren Reizen zu einer Veränderung des Bewußtseinszustandes führen kann. Zu nennen sind hier die Körperhaltungen des Hatha-Yoga, Meditationstechniken, Immobilisation oder Schmerz (Tart, 1983). Der Einfluss von Körperempfindungen auf das Bewußtsein spielt in den Überlegungen von Damasio (2002) ebenfalls eine bedeutende Rolle, denn er hält sie für die Grundbausteine des Bewußtseins. In seiner Theorie der somatischen Marker formuliert Damasio die Existenz eines Erfahrungsgedächtnisses für Körperempfindungen. In Entscheidungssituationen spielen Informationen aus diesem Gedächtnis eine wichtige Rolle und werden „somatische Marker“ genannt.

3. Informationsverarbeitung

Kennzeichnend für einen Bewußtseinszustand ist das Ausmaß, in dem die Informationen aus den vorher beschriebenen Subsystemen integriert werden können. Aus der Masse der sensorischen Informationen muss das ausgewählt werden, was weiter verarbeitet wird. Dabei spielen angeborene und erlernte Strukturen, die Informationen von außerhalb und innerhalb des Organismus verarbeiten und integrieren, eine wichtige Rolle. Werden solche Strukturen pharmakologisch gehemmt, wie dies durch verschiedene Drogen geschieht, ist der daraus resultierende Informationsverlust ein zentrales Charakteristikum des veränderten Bewußtseinszustandes, der durch die Substanz induziert wurde (Tart, 1980 und 1983).

4. Gedächtnis

Charakteristisch für verschiedene Zustände des Bewußtseins ist das Ausmaß, in dem das Gedächtnis funktioniert. So ist bei einer Intoxikation mit Marijuana beispielsweise das Kurzzeitgedächtnis betroffen, während

das Langzeitgedächtnis weiterhin funktioniert (Tart, 1971). Darüber hinaus spielt das Gedächtnis beim Entstehen von Bewußtseinszuständen durch die Art, wie auf vergangene Erfahrungen zugegriffen werden kann, eine Rolle. Spezielle Zustände können beispielsweise durch konditionierte Reize ausgelöst werden, wie der Placeboeffekt zeigt (Tart, 1983). Ebenso konnten zustandsspezifische Gedächtnisleistungen nachgewiesen werden (Blaney, 1986; Bower, 1981). Eine Funktionsprüfung des Gedächtnisses kann so zur Identifikation eines Bewußtseinszustandes beitragen.

5. Identitätssinn

Für einige Zustände ist es bezeichnend, dass die handelnde Person sich nicht mehr getrennt von ihrer Umwelt wahrnimmt. In Bewußtseinszuständen, die als mystische Erfahrungen bezeichnet werden, kann es zu sogenannten Einheitserfahrungen mit dem Universum kommen (Richards, 2005; Shaw, 2005). Doch auch bei weniger spektakulären Veränderungen des Bewußtseinszustandes ist das Konzept der eigenen Person und entsprechend das Rollenverständnis verändert (Tart, 1983). So ist die Art der Wahrnehmung der eigenen Person eine wichtige Dimension zur Beschreibung von Bewußtseinszuständen.

6. Evaluation und Entscheiden

Wissen und logisches Verständnis ist keine konstante Fähigkeit, sondern kann sich zwischen verschiedenen Bewußtseinszuständen unterscheiden. Deshalb können die kognitiven Prozesse, die für die Bewertung gegebener Situationen und deren Vergleich mit früheren Ereignissen oder für das Treffen von Entscheidungen relevant sind, wichtige Merkmale für Bewußtseinszustände sein. Als Beispiel für einen Zustand, in dem das Evaluieren und Entscheiden sich von dem im normalen Wachen unterscheidet und so eine Grundlage für die Zustandsbestimmung bildet, sei der Zustand des Träumens genannt (Tart, 1983).

7. Unterbewußtsein

Viele Handlungen und kognitive Prozesse werden nicht bewußt wahrgenommen. Doch die Grenze zwischen Dingen, die realisiert

werden und solchen, die nicht realisiert werden, ist bei verschiedenen Zuständen unterschiedlich. In meditativen Zuständen ist z. B. der Zugang zu Bereichen leichter, die im normalen Bewußtseinszustand nicht wahrgenommen werden (Tart, 1983). Der Zustand der Hypnose wird zum Teil therapeutisch genutzt, um in diesen Bereich zu gelangen (Capafons, 2004).

8. Emotionen

Die Intensität des emotionalen Erlebens kann zwischen verschiedenen Bewußtseinszuständen sehr stark variieren. Die Qualität emotionalen Erlebens ist ebenfalls eine Dimension, die dazu beitragen kann, unterschiedliche Zustände voneinander abzugrenzen. Emotionen sind ein fundamentaler Bestandteil des Erlebens, zugleich sind sie eine grundlegende Beschreibungsdimension für Bewußtseinszustände. Wenn bestimmte Emotionen, wie beispielsweise Angst oder Wut, in großer Intensität erlebt werden, können sie einen Bewußtseinszustand verändern (Damasio, 2002; Tart, 1983).

9. Raum-Zeit Empfinden

In verschiedenen Bewußtseinszuständen kann sich das Zeitempfinden sehr stark unterscheiden. Exemplarisch für starke Verzerrungen in der Zeitwahrnehmung sind Zustände, die durch psychedelische Drogen, wie LSD oder Marijuana, hervorgerufen werden (Ornstein, 1972). Gleiches gilt für die räumliche Wahrnehmung. So verändert sich die räumliche Wahrnehmung in verschiedenen Bewußtseinszuständen, wie beispielsweise bei Depressionen oder bei Intoxikationen mit Alkohol oder LSD (Aaronson, 1990).

10. Motorischer Output

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal verschiedener Zustände ist die willentliche Kontrolle über motorische Handlungen. Ein charakteristisches Merkmal für Zustände extremer Trunkenheit oder anderer durch Drogen hervorgerufener Zustände ist die Abnahme der Kontrolle über motorische Handlungen. Ein weiteres Beispiel für den Verlust der Kontrolle über motorische Handlungen sind hypnotische Zustände, in denen Personen fremdgesteuerte Handlungen ausführen (Tart, 1983). Eine Quantifizierung

des Grades der Kontrolle über motorische Handlungen stellt somit eine Dimension dar, die einen Beitrag zur Beschreibung von Bewußtseinszuständen liefert.

Dieses dimensionale Konzept des Bewußtseins von Tart hat Pekala empirisch ausgearbeitet (Pekala, 1991). In mehreren Fragebogenstudien konnten durch cluster- und faktorenanalytische Verfahren 12 Haupt- und 14 Unterdimensionen zur Beschreibung von Bewußtseinszuständen gefunden werden (Pekala, 1985; Pekala & Levine, 1981 & 1982; Pekala & Wenger, 1983). Diese Dimensionen sind in Tabelle 2.1 aufgelistet.

Tabelle 2.1: Bewußtseinsdimensionen nach Pekala (1991)

Hauptdimensionen	Unterdimensionen
Positiver Affekt	Freude sexuelle Erregung Liebe
Negativer Affekt	Wut Trauer Furcht
Veränderte Erfahrung	verändertes Körperempfinden verändertes Zeitempfinden veränderte Wahrnehmung veränderte Bedeutung
Visuelle Vorstellung	Umfang Lebhaftigkeit
Aufmerksamkeit	Richtung (nach innen/außen) Absorption
Selbst-Bewußtheit Veränderter Bewußtseinszustand Innerer Dialog Rationalität Willentliche Kontrolle Gedächtnis Erregungsniveau	

Aus den Arbeiten von Pekala und seinen Mitarbeitern entstand das *Phenomenology of Consciousness Inventory*, ein Fragebogeninstrument, mit dessen Hilfe der Bewußtseinszustand in bestimmten Situationen mit der Technik des retrospektiven Selbstreports erfasst werden kann (Pekala 1991; Pekala & Wenger, 1983; siehe auch Abschnitt 2.2.1). Durch dieses Instrument ergibt sich

die Möglichkeit der Kartierung (mapping) von Bewußtseinszuständen, so wie es Tart (1980 & 1983) in seinem Konzept vorgesehen hatte. Damit können Zustände im „Erfahrungsraum“ anhand ihrer Ausprägungen auf den Bewußtseinsdimensionen beschrieben werden. Tart (1980) nennt diese Vorgehensweise „mapping“ und liefert damit eine operationale Definition für Bewußtseinszustände:

“... [mapping] is the operation for defining states for scientific work. States are temporal clusterings of the content and organization of consciousness. (...) the presence or absence of a given state of consciousness for a given individual must ultimately be ascertained by an experiential mapping of the dimensions of experience. (...) one of our main tasks is actually to carry out the necessary multidimensional mapping of these states to establish exactly how they are quantitatively and qualitatively different from one another and where they overlap on given dimensions. Initial selection of mapping will be crude and 'intuitive,' but techniques such as factor analysis will refine them.” (Tart, 1980, S. 251ff)

Mit diesem Ansatz der diskreten Bewußtseinszustände ist die Grundlage geschaffen, das Konzept veränderter Bewußtseinszustände einzuführen.

2.1.2 Neurobiologische Bewußtseinstheorien

Mit der stark zunehmenden neurowissenschaftlichen Forschung in den letzten zwanzig Jahren hat die Auseinandersetzung mit dem Bewußtsein einen neuen Aufschwung erfahren. Bei diesen neu entwickelten Konzepten steht die Rolle des zentralen Nervensystems im Mittelpunkt (Bennett & Hacker, 2003; Metzinger, 1996). Doch auch diese Ansätze vermögen das Problem des Bewußtseins bis jetzt nicht zu lösen. An dieser Stelle sollen zwei prominente neurobiologischen Theorien des Bewußtseins kurz vorgestellt werden: die Theorie der neuronalen Gruppenselektion von Edelman und Tononi (2004) und die Theorie der somatischen Marker von Antonio Damasio (2002).

Theorie der neuronalen Gruppenselektion

Die Theorie der neuronalen Gruppenselektion geht auf Gerald M. Edelman

zurück, den Nobelpreisträger in Medizin und Physiologie aus dem Jahr 1972. Edelman war der Nobelpreis für seine Arbeiten im Bereich der Immunbiologie verliehen worden. Er hatte gezeigt, dass Antikörper nach Selektionsprinzipien gebildet werden. Diesen evolutionstheoretischen Ansatz wandte er später auch auf neuronale Netze an, um Erklärungsansätze für Bewußtsein zu finden. So bekamen seine Bewußtseinstheorien das Label „Neuronaler Darwinismus“ (Edelman, 1987).

Die Theorie die Edelman mit seinem Kollegen, dem Neurobiologen Giulio Tononi, entworfen hat, stützt sich auf drei Kernaussagen (Edelman & Tononi, 2004). Die erste Aussage ist die Annahme einer somatischen Selektion: Die Neuroanatomie geht im Laufe der Hirnentwicklung durch die Bildung eines primären Repertoires an epigenetischen hochvarianten neuronalen Gruppen hervor. Die zweite Aussage besteht in der Annahme einer Erfahrungsselektion: Ein zweites Repertoire aus bevorzugt verwendeten neuronalen Schaltkreisen wird gebildet. Grundlage für dieses sind post-natale Erfahrungen, die Einfluss auf die Stärke synaptischer Verbindungen von verschiedenen neuronalen Zellverbänden haben. Die dritte Aussage postuliert die Existenz einer reentranten Signalübermittlung entlang reziproker Verknüpfungen innerhalb der Neuronenpopulation und zwischen weit auseinander liegenden Neuronengruppen. Dieser Mechanismus ermöglicht die räumlich-zeitliche Koordination selektionierender neuronaler Ereignisse. Der Begriff „reentrant“ ist der Informatik entlehnt und soll im neuronalen Kontext bedeuten, dass verschiedene (auch weit auseinander liegende) Neuronengruppen einen Stimulus parallel verarbeiten können und untereinander Informationen austauschen. Die ersten beiden Annahmen liefern die Basis für eine hohe Variabilität und Differenziertheit an neuronalen Zuständen, die mit Bewußtsein einhergehen. Die reentrante Interaktion ermöglicht die Integration von Zuständen.

Edelman und Tononi (2004) unterscheiden zwischen zwei Arten von Bewußtsein: dem primären Bewußtsein und dem höheren Bewußtsein. Das primäre Bewußtsein ermöglicht das Ausbilden eines phänomenalen Abbildes der Welt. Für diese Art von Bewußtsein ist ein Ich-Bewußtsein oder die Sprache

nicht notwendig. Primäres Bewußtsein schreiben sie allen Tieren mit einer menschenähnlichen Hirnstruktur zu. Diese Art von Bewußtsein verfügt jedoch nur über begrenzte semantische und symbolische Möglichkeiten. Neuroanatomisch sind für primäres Bewußtsein thalamo-kortikale Neuronennetze hinreichend. Für höheres Bewußtsein werden Gedächtnis- und Bewertungssysteme benötigt. Diese Systeme bestehen aus neuronalen Netzen die Zellverbände in Strukturen des Kleinhirns, der Basalganglien, des Hippokampus, des Hypothalamus und des Hirnstamms verbinden. Gedächtnis- und Bewertungssysteme sind parallel und reentrant, so dass ihre Information zusammengefügt werden kann.

Grundlage für bewußtes Erleben sind nach dieser Theorie neuronale Zustände. Bewußtsein ist eine simultan gegebene Eigenschaft der Aktivität hinreichend großer neuronaler Netze. Dabei bildet die Tatsache, dass das Gehirn ein degeneriertes System ist, eine wichtige Voraussetzung. Dabei bezeichnet das Attribut degeneriert ein System, dass in der Lage ist, den gleichen Output durch verschiedene Schaltkreise zu erzeugen. Denn Bewußtsein entsteht durch Unterscheidung, das heißt die Konkurrenz und Integration verschiedener Schaltkreise. Edelman und Tononi (2004) fassen Bewußtsein als eine unteilbare Einheit auf. Jeder Bewußtseinszustand ist ein einheitliches Ganzes mit einem hohen Informationsgehalt. Die Funktion des Bewußtseins liegt in der Kommunikation dieses Informationsgehaltes.

Theorie der somatischen Marker

Die Theorie der somatischen Marker geht auf den portugiesischen Neurologen Antonio Damasio (2002) zurück. Er entwickelte diese Theorie auf der Grundlage seiner klinischen Erfahrungen. Die Arbeit mit Patienten, bei denen es durch die Beschädigung bestimmter Hirnareale zu Persönlichkeitsveränderungen kommt, veranlasste Damasio (2002) zu der Annahme, dass körperliche Empfindungen bei der Entscheidungsfindung eine bedeutende Rolle spielen. Diese körperlichen Empfindungen bezeichnete er als somatische Marker. Somatische Marker bilden ein automatisches, körpereigenes System zur Bewertung von Ereignissen und Handlungsalternativen. Damasio (2002) kombinierte diese Beobachtungen

mit Überlegungen zur Natur des Bewußtseins und leitete daraus eine Theorie ab, die viele Ähnlichkeiten zur Theorie der neuronalen Gruppen aufweist. Auch er unterscheidet zwischen einem Kernbewußtsein (core consciousness) und einem erweiterten Bewußtsein (extended consciousness). Dabei ist das Kernbewußtsein, ähnlich dem primären Bewußtsein bei Edelman und Tononi (2004), die elementare, integrierte Repräsentation des gegenwärtigen Momentes und Ortes. Für diese Form des Bewußtseins sind Sprache, Denken oder Gedächtnis nicht nötig. Das erweiterte Bewußtsein, höheres Bewußtsein bei Edelman und Tononi (2004), benötigt eine individuelle Geschichte. Diese individuelle Geschichte ermöglicht die Integration der Lernerfahrung, des Erlebten und auf dieser Grundlage die Fähigkeit einen Möglichkeitsraum zu schaffen, der Handlungsalternativen eröffnet.

Kernbewußtsein entsteht aus der Interaktion des Organismus mit internen oder externen Objekten. Erweitertes Bewußtsein entsteht bei der Integration von Gedächtnisinhalten zur Bewertung und Entscheidung. Bewußtsein ist auch hier eine Begleiterscheinung bestimmter neuronaler Aktivität. So formuliert Damasio (2002), dass der Inhalt des Bewußtseins immer eine dynamische, transiente Relation ist. Diese Relation besteht zwischen einem wahrnehmenden Selbst und einem Gegenstand, zwischen einem Denker und einem Gedanken, oder zwischen einem Agenten und einem intern repräsentierten Zustand. Ein besonderer Aspekt der Theorie der somatischen Marker zur Erklärung von Bewußtsein liegt in der Bedeutung, die den Emotionen zugeschrieben wird. Damasio geht davon aus, dass Bewußtsein und Emotionen untrennbar sind. Emotionen setzen sich aus somatischen Markern zusammen und werden als Gefühl erlebt, das den gegenwärtigen Bewußtseinszustand durchdringt. Bei dieser Konzeption sind spezifische Hirnareale für das Entstehen von Bewußtsein, insbesondere von erweitertem Bewußtsein, erforderlich. Die erforderlichen Strukturen sind genau jene die an der Integration der Information aus Selbst-Repräsentation, Gefühl, Emotion und somatischen Markern beteiligt sind. Damasio (2002) nennt hier den cingulären, insbesondere den anterioren cingulären, Kortex, den Hypothalamus, Kerne im Hirnstamm und Strukturen im präfrontalen Kortex.

2.2 Veränderte Bewußtseinszustände

Der Begriff "veränderte Bewußtseinszustände" geht auf Arnold Ludwig zurück. Er veröffentlichte 1966 einen Übersichtsartikel mit dem Titel "Altered States of Consciousness", in dem verschiedene Bewußtseinsphänomene betrachtet und analysiert wurden. Dabei handelte es sich beispielsweise um Schlaf, hypnagoge Zustände, verschiedene meditative Zustände, mystische oder transzendente Erlebnisse, durch sensorische Deprivation hervorgerufene oder durch die Einnahme halluzinogener Substanzen verursachte Zustände (Ludwig, 1990). So geht auch die erste Definition veränderter Bewusstseinszustände auf Ludwig zurück. Seiner Auffassung nach sind veränderte Bewusstseinszustände:

"... alle mentalen Zustände, die durch verschiedene physiologische und psychologische Maßnahmen oder durch Pharmaka induziert werden. Wobei das Individuum selbst (oder ein objektiver Beobachter des Individuums) diese daran erkennt, dass sie eine *deutliche Abweichung in der subjektiven Erfahrung oder den psychologischen Funktionen* (Kursivsetzung durch den Verfasser) hinsichtlich bestimmter Normen, die für das Individuum während des normalen Wachbewusstseins gelten, darstellen." (Ludwig, 1990, Seite S. 18).

Eine neuere und erweiterte Definition stammt von Farthing (1992). Hier werden veränderte Bewusstseinszustände zunächst in Anlehnung an Ludwigs Definition als:

"... zeitweiliger Wechsel im Gesamtmuster subjektiven Erlebens, derart, dass das Individuum glaubt, dass seine psychischen Funktionen deutlich von bestimmten allgemeinen Normen seines normalen wachen Bewusstseinszustandes abweichen."

Darüber hinaus präzisiert Farthing die Definition mit weiteren Merkmalen (Farthing, 1992, Seite 205):

- Mit der "subjektiven Veränderung psychischer Funktionen" sind Veränderungen in der Wahrnehmung, im Denken, bei Gedächtnisleistungen und in der Verhaltenskontrolle gemeint.

- Ein "Wechsel im Gesamtmuster subjektiven Erlebens" darf, in Anlehnung an Tart (siehe Kapitel 2.1.1), nicht nur eine Dimension des Bewusstseins betreffen.
- Der veränderte Bewusstseinszustand kann von der Person selbst unbemerkt bleiben.
- Veränderte Bewusstseinszustände sind relativ kurze, zeitlich begrenzte, umkehrbare Bedingungen. Sie sind nicht-pathologisch, da es nach absehbarer Zeit zu einer Rückkehr in den normalen Bewusstseinszustand kommt.
- Die Identifikation veränderter Bewusstseinszustände erfolgt durch den Vergleich mit dem normalen Wachzustand.

Dieser Definitionsansatz ist relativ, denn zur Identifikation eines veränderten Bewusstseinszustandes ist der normale Bewusstseinszustand des untersuchten Subjekts als Referenzpunkt notwendig (Vaitl, 2003).

Das Ziel der Zusammenfassung der oben erwähnten Erfahrungen unter dem Oberbegriff der veränderten Bewusstseinszustände war, der Forschung neue Impulse zu geben. Denn oft kann durch die Untersuchung des „Abweichenden“ Erkenntnis über das „Normale“ erlangt werden, so wie das Verständnis mentaler Prozesse durch die Untersuchung psychopathologischer Phänomene gewachsen ist (Tart, 1990). Um dieses Vorgehen auf das Phänomen des Bewußtseins anzuwenden, stellen sich Fragen nach Gemeinsamkeiten, Einflussfaktoren und Funktionen veränderter Bewusstseinszustände.

2.2.1 Entstehen von veränderten Bewusstseinszuständen

Veränderte Bewusstseinszustände können prinzipiell in jeder Umgebung auftreten. Ludwig (1990) zählt verschiedene Faktoren auf, die für den Übertritt in einen solchen Zustand von Bedeutung sein können:

- **Veränderungen in der sensorischen Stimulation**

Das Auftreten veränderter Bewusstseinszustände kann durch eine Reduktion der sensorischen Information oder durch das genaue Gegenteil, eine sensorische Reizüberflutung herbeigeführt werden.

Grundsätzlich scheinen Veränderungen im Muster der sensorischen Information zu Veränderungen im Bewusstsein zu führen. Eine Technik, die diese Methode ausnutzt, ist beispielsweise das repetitive monotone Darbieten eines Stimulus. Auch ist bekannt, dass das Reisen durch monotone Landschaften zu veränderten Bewusstseinszuständen führen kann. Solche Phänomene konnten bei Seefahrern, Arktisforschern oder Wüstenreisenden festgestellt werden (Ludwig, 1990).

- **Veränderungen der motorischen Aktivität**

Auch bei der motorischen Aktivität kann eine Veränderung in beide Richtungen vom Normalniveau zu Zustandsveränderungen führen. Eine drastische Einschränkung der Bewegung verändert den Bewusstseinszustand ebenso, wie eine motorische Hyperaktivität. Beispiele für Techniken, die diesen Mechanismus ausnutzen, sind etwa ekstatisches Tanzen oder Rituale des lebendigen Begrabens, wie sie in einigen Kulturen praktiziert werden (Ludwig, 1990).

- **Erhöhte Aufmerksamkeit und mentale Involviertheit**

Fokussierte oder selektive Aufmerksamkeit führt zu Zuständen, die als "Flow-Erfahrungen" beschrieben worden sind (Csikszentmihalyi, 1991). Auch diverse Meditationstechniken arbeiten mit einer starken Fokussierung der Aufmerksamkeit, die zu veränderten Bewusstseinszuständen führt (Ott, 2004).

- **Verringerte Aufmerksamkeit und Entspannung**

Mystische oder transzendente Zustände, aber auch Träume zeichnen sich durch eine geringe Aufmerksamkeit auf externe Stimuli und körperliche Entspannung aus (Ludwig, 1990).

- **Somatopsychologische Faktoren**

Chemische oder neurophysiologische Veränderungen haben Einfluss auf das Bewusstsein. So können veränderte Bewusstseinszustände durch die Einnahme halluzinogener Substanzen hervorgerufen werden (Ludwig, 1990).

Diese von Ludwig (1990) aufgezählten Techniken zur Erzeugung veränderter

Bewusstseinszustände fügen sich gut in das Modell von Tart (1980 und 1983) ein. Wie oben beschrieben (Kapitel 2.1.2) geht Tart von einer Fülle von diskreten Bewusstseinszuständen aus. Dabei wird der aktuelle Zustand durch stabilisierende Mechanismen aufrecht erhalten. Um einen anderen, veränderten, Bewusstseinszustand zu induzieren, müssen diese Stabilisierungsmechanismen unterbrochen werden und neue Bewusstseinsmuster gebahnt werden. Dazu dienen die oben aufgezählten Methoden. Anzumerken bleibt, dass es nicht für alle veränderten Bewusstseinszustände geeignete Induktionsmethoden gibt, weil die Unterbrechung der stabilisierenden Mechanismen durch bestimmte Umgebungsbedingungen zufällig herbeigeführt wird. Dies ist beispielsweise bei mystischen Erfahrungen der Fall. Eine harte Trennung zwischen Induktionstechniken und dem Hervorrufen eines veränderten Bewusstseinszustandes durch situationsbezogene Einflüsse ist allerdings nicht sinnvoll, da beide Ansätze eng verbunden sind (Farthing, 1992).

2.2.2 Gemeinsamkeiten von veränderten Bewusstseinszuständen

In seinem Artikel von 1966, in dem er die Kategorie der veränderten Bewusstseinszustände einführte, beschreibt Ludwig (1990) auch ihre gemeinsamen Charakteristika. Diese sind:

- **Veränderungen im Denken**

Einige veränderte Bewusstseinszustände gehen mit einem Rückgang der selbstbezogenen Aufmerksamkeit einher (Ludwig, 1990). Oft wird die kognitive Aktivität von archaischen Gedankengängen dominiert. Damit sind elementare Denkprozesse gemeint, bei denen das Verständnis von Ursache und Wirkung ebenso wie die Wahrnehmung der Dualität von Subjekt und Umwelt verändert sind. Dabei können Störungen der Konzentration, der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses oder der Urteilsfähigkeit auftreten (Ludwig, 1990).

- **Veränderungen im Zeitgefühl**

Viele Erlebnisberichte über veränderte Bewusstseinszustände schildern Gefühle von Zeitlosigkeit oder eines "Stillstands" der Zeit. Neben dieser subjektiven Verlangsamung des Zeitflusses existieren auch Berichte über

Beschleunigungen des Zeiterlebens (Ludwig, 1990; Tart, 1983).

- **Kontrollverlust**

Off berichten Probanden von einem Verlust des Realitätsempfindens und der Selbstkontrolle. Dies führt unter Umständen zu starken Widerständen bei der Induktion von veränderten Bewusstseinszuständen (Ludwig, 1990).

- **Veränderter emotionaler Ausdruck**

Der emotionale Ausdruck kann sich in beide Richtungen verändern. So kann es, eventuell im Zusammenspiel mit einem Kontrollverlust, zu spontanen, intensiven Emotionsausbrüchen kommen. Diese Ausbrüche bewegen sich oft im Extrembereich und können sich als ekstatische oder orgiastische Erlebnisse oder als intensive Angst und Depression niederschlagen. Andererseits kann es auch zu einer Loslösung von der eigenen Person kommen, so dass selbst intensive Empfindungen ohne emotionale Regung wahrgenommen werden (Ludwig, 1990).

- **Veränderungen im Körperschema**

Die Wahrnehmung des eigenen Körpers verändert sich in verschiedenen Zuständen. So können Gliedmaße bezüglich ihrer Größe, ihres Gewichts, ihrer Lage oder ihrer Temperatur anders als im normalen Wachzustand wahrgenommen werden. Bei besonders starken Veränderungen des Bewusstseins, wie beispielsweise bei mystischen oder transzendenten Erlebnissen, können Phänomene auftreten, die als "out-of-body"-Erfahrungen, Einssein mit dem Kosmos oder Empfindungen der Bewusstseinsweiterung beschrieben werden. Unter diese Kategorie fallen auch Phänomene wie die Depersonalisation oder Derealisation (Ludwig, 1990).

- **Wahrnehmungsverzerrungen**

Häufig treten im Zusammenhang mit veränderten Bewusstseinszuständen Wahrnehmungsphänomene wie Illusionen, intensive Imaginationen oder Halluzinationen in verschiedenen Sinnesmodalitäten auf. Die Inhalte dieser Abweichungen sind oft kultur- oder gruppenspezifisch. Sie repräsentieren Phantasien der Wunscherfüllung, grundlegende Ängste oder Konflikte. Darüber hinaus können Synesthäsiephänomene auftreten,

bei denen Information aus einer Sinnesmodalität in eine andere transformiert wird. So kann beispielsweise Musik visuell wahrgenommen werden (Ludwig, 1990).

- **Veränderungen des Bedeutungserlebens**

In veränderten Bewußtseinszuständen können Dinge erlebt werden, denen der Erlebende große Bedeutung beimisst. In verschiedenen schamanistischen oder religiösen Traditionen, die mit Veränderungen des Bewußtseins arbeiten, wird dieses Phänomen genutzt, um Wissen zu vermitteln. Bei drogeninduzierten Bewußtseinszuständen hingegen kommt es dazu, dass Ereignissen eine große Bedeutung zugeschrieben wird, die diese objektiv nicht besitzen (Ludwig, 1990).

- **Gefühl des Unausprechlichen**

Viele Erlebnisse während eines veränderten Bewußtseinszustandes können von der betreffenden Person nicht adäquat verbal wiedergegeben werden (Ludwig, 1990).

- **Gefühle der Erneuerung und Wiedergeburt**

Offt empfinden Menschen nach dem Erleben eines veränderten Bewußtseinszustandes Gefühle neuer Hoffnung, der Verjüngung oder der Wiedergeburt (Ludwig, 1990). Im religiösen oder spirituellen Kontext ist dies ein wichtiger Aspekt bei der Arbeit mit veränderten Bewußtseinszuständen.

- **Hypersuggestibilität**

In vielen Settings spielt die Suggestibilität der Person, die sich in einem veränderten Bewußtseinszustand befindet, eine wichtige Rolle. Als Settings sind die Hypnose, diverse schamanistische Heilrituale oder Einschwörungszeremonien auf einen Führer, wie sie in religiösen oder politischen Kontexten auftreten können, zu nennen (Ludwig, 1990).

2.2.3 Funktionen von veränderten Bewußtseinszuständen

Nach Ludwigs (1990) Auffassung folgt aus der Existenz und Verbreitung veränderter Bewußtseinszustände ihre Bedeutung für den Menschen. Seiner Ansicht nach liegt der Nutzen dieser Zustände sowohl im biologischen, als auch im psychologischen und sozialen Bereich. Trotz seiner Überzeugung von

der Sinnhaftigkeit veränderter Bewußtseinszustände räumt Ludwig (1990) ein, dass es auch maladaptive Ausdrucksformen von veränderten Bewußtseinszuständen gibt. Hier unterscheidet er zwischen sieben verschiedenen Arten, die verschiedene Zustände beinhalten:

1. Unangemessene emotionale Konfliktlösung:

Fugue, Amnesie, Traumata, Depersonalisation und Dissoziation

2. Vermeidungsverhalten in bedrohenden Situationen:

durch Angst ausgelöste veränderte Bewußtseinszustände (etwa das Eintreten in einen hypnoidalen Zustand während der Therapie)

3. Ausleben verbotener Impulse:

Akute Psychosen, Panikreaktionen

4. Flucht vor Verantwortung oder innere Anspannung:

Drogenmissbrauch

5. Symbolisches Ausleben von unbewussten Konflikten:

Besessenheit

6. Organische Schäden oder neurophysiologische Störungen:

Läsionen in bestimmten Hirnregionen, Vergiftungen (z. B. Genuss von giftigen Pilzen)

7. Inadäquate Reaktion auf bedrohliche Stimuli:

Lang anhaltende Stimulation mit monotonen Reizen kann zu veränderten Bewußtseinszuständen führen, so dass bedrohliche Reize nicht mehr wahrgenommen werden. Beispiele hierfür sind die "highway hypnosis", bei der die eintönige Stimulation beim Autofahren zu einem veränderten Bewußtseinszustand führen kann. Ein ähnliches Phänomen können Fluglotsen erleben, wenn sie lange auf ihre Überwachungsmonitore schauen. Hier wird von "radar screen trance" gesprochen.

Neben diesen maladaptiven Ausdrucksformen veränderter Bewußtseinszustände gibt es auch adaptive Formen. Dazu zählt der Gebrauch von veränderten Bewußtseinszuständen bei der Heilung von Leiden und Krankheiten. Besonders spektakulär sind in diesem Zusammenhang die Techniken, die Schamanen oder Medizinmänner verwenden, um sich selbst

oder ihre Patienten in veränderte Bewußtseinszustände zu versetzen (Ludwig, 1990). Techniken, die veränderte Bewußtseinszustände hervorrufen, wie beispielsweise die Hypnose, Yoga oder Meditation, haben sich mittlerweile als Heilverfahren etabliert (Grawe, Donati & Bernauer, 1994). Ein weiteres Anwendungsfeld für veränderte Bewußtseinszustände ist die Vermittlung und der Erwerb von Wissen (Ludwig, 1990). Diese Verwendung findet sich oft in religiösen Kontexten. Die dritte nützliche Anwendung von veränderten Bewußtseinszuständen, die Ludwig (1990) aufzählt, betrifft soziale Aspekte. Offensichtlich wird dies bei der Betrachtung primitiver Kulturen mit ihren religiösen oder schamanistischen Ritualen, die eine wichtige Rolle für die Gruppenkohäsion darstellen (Ludwig, 1990).

2.2.4 Klassifikation von veränderten Bewußtseinszuständen

Die große Anzahl verschiedener veränderter Bewußtseinszustände macht es sinnvoll, ein Klassifikationssystem einzuführen. Ein Referenzsystem trägt zur Vereinfachung und Übersichtlichkeit bei der Betrachtung von veränderten Bewusstseinszuständen bei. Die Modelle, die von Farthing (1992) oder Pekala (1991) entwickelt wurden, sind mit 14 beziehungsweise 26 Dimensionen zur Beschreibung eines Bewußtseinszustandes zu komplex, um der Vereinfachung und der Übersichtlichkeit zu dienen. Ein System, das diesem Zweck gerecht wird, ist von Vaitl et al. (2005) vorgeschlagen worden. Mit diesem Modell lassen sich veränderte Bewußtseinszustände anhand von vier Dimensionen klassifizieren. Allerdings bezieht dieses Modell substanzinduzierte Zustände nicht mit ein. Die vier Dimensionen des Modells sind die Aktivierung, die Aufmerksamkeitsspanne, das Selbstbewußtsein und die sensorischen Veränderungen.

Dabei beschreibt die Dimension der *Aktivierung* die Bereitschaft eines Organismus, mit seiner physischen oder sozialen Umwelt zu interagieren. Das Kontinuum, welches durch diese Dimension aufgespannt wird, reicht von Zuständen höchster Erregung im physischen und psychischen Sinne bis zu Zuständen niedriger Erregung, wie Entspannung oder Trägheit. Das Verhalten eines Organismus kann auf dieser Dimension bezüglich der Wachsamkeit, der Wachheit, der Reagibilität und der Bereitschaft zu Agieren oder zu Reagieren

beschrieben werden (Vaitl et al., 2005). Auf der zweiten Dimension wird die Aufmerksamkeitsspanne beschrieben. Diese reicht von enger, fokussierter bis hin zu einer weiten, allumfassenden Aufmerksamkeit (Vaitl et al., 2005).

Bei dem Pol der engen, fokussierten *Aufmerksamkeit* können Zustände intensiver Konzentration auftreten, bei denen die Aufmerksamkeitsspanne von nur einem Objekt ausgefüllt wird, wie es in verschiedenen Meditationstechniken geübt wird (Ott, 2004). Am anderen Ende des Kontinuums können Zustände eingeordnet werden, bei denen die Wahrnehmung über die Grenzen des eigenen Körpers hinausgeht, wie es bei manchen mystischen oder transzendentalen Zuständen der Fall ist (Alvarado, 2000).

Die dritte Dimension der *Selbstbewußtheit* bezieht sich auf das Erleben der eigenen Person. Die Pole, die diese Dimension aufspannen, reichen von der Wahrnehmung der Einzigartigkeit bis hin zur völligen Auflösung der individuellen Existenz und einem Verschmelzen mit dem Universum (Vaitl et al., 2005).

Die vierte Dimension der *sensorischen Veränderungen* beschreibt das Ausmaß der Veränderung der Sinneseindrücke (Vaitl et al., 2005). Wie im Abschnitt 2.1.1 angesprochen wurde, ist die Veränderung der Wahrnehmung eine Voraussetzung für Bewußtsein (Grau, 1922). Wenn die Wahrnehmungsschwellen sich verschieben, so führt ein Anstieg der Schwelle zu Zuständen der Bewußtlosigkeit, während eine niedrigere Schwelle zu Phänomenen wie Agitation, Synästhesie, Träumen oder Halluzinationen führt (Vaitl et al., 2005).

2.2.5 Physiologische Modelle veränderter Bewußtseinszustände

Übergreifende physiologische Modelle für veränderte Bewußtseinszustände existieren bisher nur als theoretische Konzepte ohne empirische Prüfung. Modelle zu speziellen Bewußtseinszuständen hingegen sind bereits experimentell untersucht worden. Zunächst sollen in diesem Abschnitt zwei übergreifende physiologische Bewußtseinsmodelle vorgestellt werden. Anschließend werden zwei Modelle zu prominenteren veränderten Bewußtseinszuständen, der Hypnose und der Meditation dargestellt.

Die Hypofrontalitätshypothese

In vielen neurobiologischen Konzepten wird davon ausgegangen, dass kognitive Funktionen hierarchisch geordnet sind. Dies wird im Zusammenhang mit den evolutionären Notwendigkeiten gesehen, welche neurale Strukturen erforderten, die in der Lage waren, immer größere Mengen an komplexer Information zu integrieren (Markowitsch, 1995). Entsprechend gilt die evolutionär jüngste Struktur des Gehirns, der präfrontale Kortex, als die Struktur, die diese integrativen Aufgaben bewerkstelligt. Zu diesen Annahmen passen Befunde, die dem präfrontalen Kortex Funktionen zuschreiben, wie z.B. die Integration von Sinneswahrnehmungen, die Emotionsregulation oder die Handlungsplanung. In dieser Hirnregion werden die bereits vorverarbeiteten Informationen zu höheren kognitiven Funktionen, wie dem Selbstkonzept (Vogelely et al., 1999), dem Selbstbewußtsein (Vogelely et al., 2001), komplexen sozialen Funktionen (Damasio, 1999) oder vorsätzlichem Handeln (Frith & Dolan, 1996) integriert. Diese und weitere Funktionen des präfrontalen Kortex sind es, die als Attribute von Bewußtsein gelten. So wird der präfrontale Kortex in vielen Konzepten als die zentrale Struktur für Bewußtsein betrachtet (Dehaene & Naccache, 2001; Dietrich, 2003; Frith & Dolan, 1996; Fuster, 2000; Markowitsch, 1995). Hierbei wird der präfrontale Kortex nicht als alleinige bewußtseinsgenerierende Struktur angesehen, denn keine einzelne Hirnstruktur ist hinreichend und notwendig für Bewußtsein. Vielmehr wird ebenfalls von einer neuronalen Hierarchie des Bewußtseins ausgegangen (siehe Abbildung 2.1; Dietrich, 2003). Ausgehend von einem solchen hierarchischen Aufbau des Bewußtseins hat Dietrich (2003) ein Modell entwickelt, mit dem veränderte Bewußtseinszustände neurophysiologisch einer Erklärung nahe gebracht werden können. Er geht davon aus, dass veränderte Bewußtseinszustände auf eine transiente Hypofrontalität zurückzuführen sind. Dabei können veränderte Bewußtseinszustände durchaus durch Manipulationen in Hirnstrukturen, die sich unterhalb des präfrontalen Kortex befinden, hervorgerufen werden. Je tiefer die betroffene Struktur liegt, desto größer ist sogar die Zustandsveränderung, da ein kompletter Anteil vorverarbeiteter Information nicht mehr integriert werden kann. Je höher die beeinflusste Struktur liegt,

desto subtiler sind die Veränderungen, da die Manipulationen viel differenzierter sind (Dietrich, 2003).

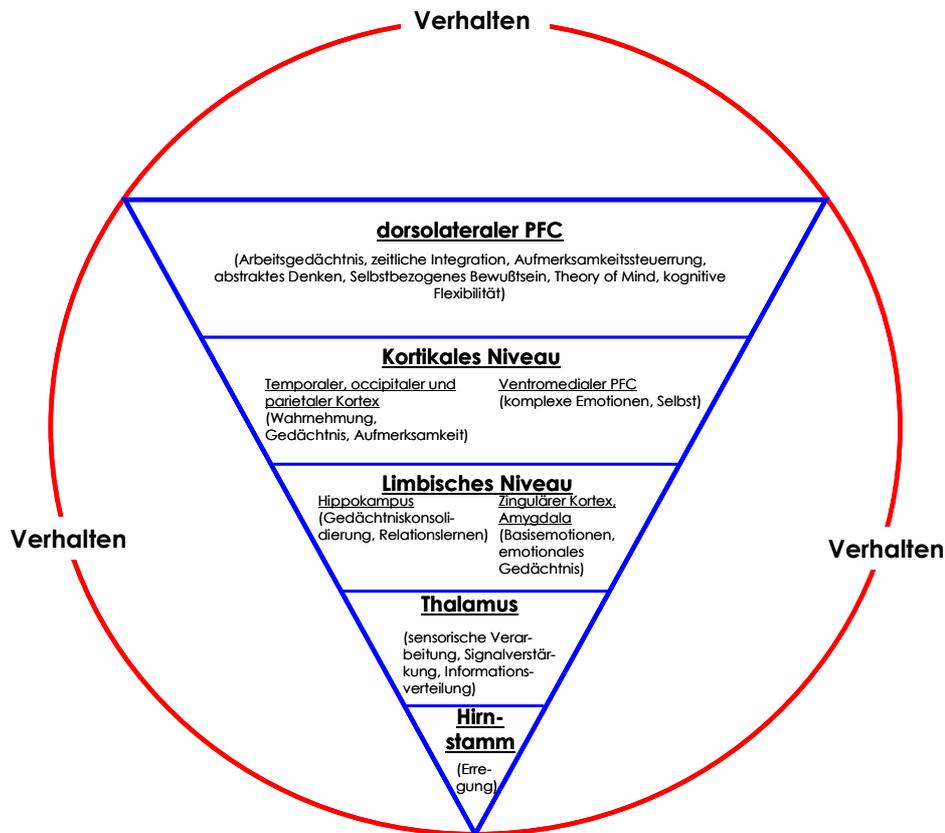


Abbildung 2.1: Hierarchie des Bewußtseins nach Dietrich (2003)

Dietrich (2003) hat Studien zu verschiedenen veränderten Bewußtseinszuständen gesichtet, um seine Hypothese zu stützen. Dabei konnte er Befunde zum Träumen, zum "runners high", zur Meditation, zur Hypnose, zum Tagträumen und zu drogeninduzierten Zuständen mit seinem Modell in Einklang bringen (Dietrich, 2003). Die Hypothese der transienten Hypofrontalität geht davon aus, dass sich im Allgemeinen alle Bewußtseinsveränderungen auf einen einzigen neuronalen Mechanismus zurückführen lassen. Dieser Mechanismus besteht in einer vorübergehenden Abnahme der Aktivität im präfrontalen Kortex. Doch gibt es auch Zustände, die von dieser Regel abweichen, wie beispielsweise Hypnose oder Meditation. Hier spricht die Befundlage eher für eine Hyperfrontalität, also eine Zunahme der Aktivierung des präfrontalen Kortex. Die verschiedenen Induktionsmethoden für veränderte Bewußtseinszustände zielen demnach alle auf die Manipulation spezifischer präfrontaler Schaltkreise ab, was bei der

Integration der Information im präfrontalen Kortex zu Veränderungen des Bewußtseinszustandes führt (Dietrich, 2003).

Die Rolle der NMDA-Rezeptoren für das Bewußtsein

Ausgehend von den pharmakologischen Wirkungen verschiedener Anästhetika hat Hans Flohr (1995, 2000, 2002) eine Theorie zur Veränderung von Bewußtseinszuständen entwickelt. Dabei geht Flohr davon aus, dass die für Bewußtsein charakteristischen phänomenalen Zustände durch Zustände des Nervensystems repräsentiert werden (Flohr, 1995, 2002). Bei den Zuständen des Nervensystems handelt es sich um höherstufige mentale Repräsentationen, die sensorische Repräsentationen und kognitive Prozesse in einem Arbeitsspeicher integrieren (Flohr, 2000, 2002). Die daraus entstehenden metakognitiven Kapazitäten sind der entscheidende Aspekt für das Entstehen von Bewußtsein (Flohr, 2002). Flohrs Beitrag besteht in der Beschreibung des physiologischen Systems, mit dessen Hilfe eine solche Bewußtseinstheorie realisiert wird (Flohr 1995, 2000, 2002). Die Grundlage für die repräsentationalen Zustände des Nervensystems sind Hebbsche Zellverbände (Flohr 1995, 2000, 2002). Solche Zellverbände bestehen aus Neuronen, die gleichzeitig feuern. Je öfter diese Zellen gemeinsam aktiv sind, desto stärker werden ihre synaptischen Verbindungen (Birbaumer & Schmidt, 1996). Für die Realisierung solcher Hebbschen Zellverbände hebt Flohr die Bedeutung des NMDA-Rezeptors (NMDA: N-Methyl-D-Aspartat) hervor. Durch seine Eigenschaften ist der Mechanismus, der diesem Rezeptortyp zugrunde liegt, in der Lage, die synaptischen Verbindungen von gleichzeitig feuernden Zellen, auch über große räumlicher Distanz, zu verstärken, (Birbaumer & Schmidt, 1996; Flohr 1995, 2000, 2002). Dass einige dieser Hebbschen Zellverbände die Repräsentationen mentaler Zustände sind, begründet Flohr mit dem Auftreten von veränderten Bewußtseinszuständen und Bewußtlosigkeit bei der Unterdrückung der Entstehung von Zellverbänden durch Blockade der NMDA-Synapse (Flohr, 1995, 2000, 2002). Grund für diese Annahme ist die Wirkungsweise verschiedener Anästhetika, welche alle an verschiedenen Punkten des Funktionsmechanismus des NMDA-Rezeptors ansetzen (Flohr, 1995, 2000, 2002). Die Effekte halluzinogener Substanzen erklärt Flohr (2000,

2002) ebenfalls mit deren Wirkung auf die NMDA-Rezeptoren. Dass diese Substanzen keine Bewußtlosigkeit hervorrufen, sondern veränderte Bewußtseinszustände sei auf die differenziertere Wirkung psychedelischer Drogen zurückzuführen. Sie ist an bestimmte Neurotransmittersysteme gebunden, was lediglich eine lokale Hemmung der NMDA-Synapse in dem jeweiligen Transmittersystem zur Folge hat (Flohr 2000, 2002; Vollenweider & Geyer, 2001). So sind die entstehenden repräsentationalen neuronalen Zustände ebenso wie die daraus entstehenden Metakognitionen abnorm (Flohr 2000, 2002). Konzeptuell ist dieser Ansatz dem vorher beschriebenen Modell von Dietrich vergleichbar. In Bezug auf veränderte Bewußtseinszustände legt dieses Modell seinen Schwerpunkt jedoch vorwiegend auf den pharmakologischen Aspekt. So ergeben sich Ansätze zur Erklärung von veränderten Bewußtseinszuständen, die durch spezielle Drogen hervorgerufen werden. Für Zustände, die psychologisch oder physiologisch ausgelöst werden können, bietet Flohr nur vereinzelte Erklärungsansätze, wie beim Traum oder bei Wahnzuständen von Schizophrenen (Flohr, 2000, 2002; Vollenweider & Geyer, 2001). Zur Beschreibung und Erklärung des großen Spektrums psychologisch hervorgerufener Zustände, wie Hypnose, Meditation, Trance oder dergleichen, ist dieses Modell jedoch nicht geeignet, solange die neurophysiologischen Prozesse, die durch diese bewußtseinsverändernden Techniken ausgelöst werden, nicht bekannt sind und sich in diese Theorie integrieren lassen.

Physiologische Modelle der Hypnose

Ob Hypnose zu den veränderten Bewußtseinszuständen gezählt werden kann, wird kontrovers diskutiert (Vaitl et al., 2005). Viele Probanden beschreiben ihren Hypnosezustand lediglich als einen Zustand fokussierter Aufmerksamkeit. Bei etwa 40 Prozent der Probanden treten jedoch Zustände auf, die als veränderte Bewußtseinszustände klassifiziert werden können (Kirsch & Lynn, 1998). Zentrale Merkmale dieser Zustände sind Veränderungen im Erleben, Verhalten und der willentlichen Kontrolle (Vaitl et al., 2005). Die interindividuellen Unterschiede in der Reaktion auf eine Hypnoseinduktion werden mit einer unterschiedlichen Disposition erklärt. In diesem

Zusammenhang sind die Persönlichkeitseigenschaften der Hypnotisierbarkeit und der Absorptionsfähigkeit entwickelt worden (Tellegen & Atkinson, 1974). Da Hypnose bei Menschen mit einer entsprechenden Disposition zum Erleben hypnotischer Zustände zuverlässig veränderte Bewußtseinszustände hervorruft, kann die Hypnose zu den veränderten Bewußtseinszuständen gezählt werden. Im wissenschaftlichen Kontext spielt die Hypnose seit über zweihundert Jahren eine Rolle. Dabei haben sich Verständnis und Definition im Laufe der Zeit gewandelt. Während anfänglich der Bewußtseinszustand des „Hypnotisiertseins“ im Vordergrund stand, hat sich gegenwärtig der Fokus auf die zugrundeliegenden neurophysiologischen Prozesse der Hypnose und der Voraussetzungen für hypnotische Empfänglichkeit gerichtet. So waren die ursprünglichen Merkmale eines Zustandes der Hypnose die Empfänglichkeit für Suggestionen und eine extrem fokussierte Aufmerksamkeit (Raz & Shapiro, 2002; Vaitl et al., 2005). Gegenwärtige Ansätze legen bei der Beschreibung von Hypnose den Schwerpunkt auf (a) Veränderungen des phänomenalen Erlebens, (b) das Eintreten oder Ausbleiben spezifischer neurokognitiver Prozesse und deren Einfluss auf Leistung und psychophysiologische Aktivität, (c) die kontextuellen Hinweisreize und sozialen Interaktionen zwischen Proband und Hypnotiseur, sowie (d) die individuellen Charakteristiken, welche die hypnotische Empfänglichkeit vorhersagen (Rainville et al., 2002).

Das Phänomen starker interindividueller Unterschiede im Ansprechen auf Hypnoseinduktionen ist schon lange bekannt. Zur Messung und Vorhersage der hypnotischen Empfänglichkeit sind verschiedene Fragebogeninstrumente entwickelt worden (Crawford, 1994; Tellegen & Atkinson, 1974). In verschiedenen Studien zeigte sich, dass Personen unterschiedlicher hypnotischer Empfänglichkeit auch unterschiedliche neurophysiologische Reaktionen auf hypnotische Induktionen zeigen und sich in ihrer Leistung bei der Ausführung verschiedener Aufgaben unter Hypnose unterscheiden (Crawford, 1994; Gruzelier, 1998, 2000; Sabourin, 1990). Sabourin (1990) führte eine EEG Untersuchung durch, bei der er leicht und schwer zu hypnotisierende Probanden während eines Versuchsablaufes studierte, der aus Baseline, Hypnoseinduktion, hypnotischem Zustand, Wachzustand und

Baseline bestand. Tendenziell waren die Energieverläufe¹ sowohl im Theta-, als auch im Beta- und Alphaband in beiden Gruppen gleich. Im Beta- besonders aber im Thetaband bestand jedoch ein signifikanter Niveauunterschied zwischen den Gruppen. Die Amplitude der jeweiligen Frequenzspektren war bei den leicht-hypnotisierbaren Probanden größer. Außerdem zeigten sich in dieser Studie auch Hemisphärenunterschiede zwischen den beiden Gruppen im EEG. Leicht-hypnotisierbare Versuchspersonen hatten höhere Amplituden im Betaband in der linken Hirnhälfte, während bei Probanden mit einem niedrigen Grad an Hypnotisierbarkeit nur eine sehr schwache Asymmetrie zu finden war. Als Grundmuster zeigte sich ein Anstieg im Thetaband während der Hypnoseinduktion und des anschließenden Hypnosezustandes gegenüber den anderen Versuchsbedingungen (Sabourin, 1990). Diese Befunde sprechen für eine erleichterte Verarbeitung von Suggestionen bei leicht zu hypnotisierenden Personen im Gegensatz zu schwer zu hypnotisierenden. Dies zeigt sich darin, dass leicht zu hypnotisierende Menschen besser loslassen können und empfänglich für die, durch die Suggestion ausgelösten, Imaginationen sind. Darüber hinaus sind sie in der Lage während der Hypnose einen Zustand innerer Ruhe länger aufrecht zu erhalten und weniger mentalen Stress zu erleben (Vaitl, 2003). Eine andere Herangehensweise bei der Erforschung der Hypnose besteht in der Untersuchung von Unterschieden in der Leistung und der physiologischen Aktivierung bei einer bestimmten Aufgabe im normalen Wachzustand und unter Hypnose. Ein solches Paradigma ist die Untersuchung der unterschiedlichen Reaktionen auf Schmerzreize (Crawford, 1994). Der Aufmerksamkeitsaspekt der Hypnose hat den Stroop-Test ebenfalls zu einem geeigneten und oft verwendeten Paradigma in der Hypnoseforschung gemacht (Egner, Jamieson & Gruzelier, 2005; Gruzelier, 1998). Auch in diesen Versuchsanordnungen zeigten sich unterschiedliche Aktivierungsmuster bei leicht- und schwer- hypnotisierbaren Versuchspersonen. Gut hypnotisierbare Probanden zeigten unter Hypnose eine stärkere Aktivierung im anterioren cingulären Kortex bei inkonsistenter Information. Diese Befunde wurden so interpretiert, dass mit guter

¹ Mit Energie ist der englische Begriff „Power“ übersetzt worden. Die Power in der Frequenzanalyse gibt die Stärke einer bestimmten Frequenz an. Sie berechnet sich aus dem Quadrat der Amplitude der entsprechenden Frequenz.

Hypnotisierbarkeit ein effizienteres frontales Aufmerksamkeitssystem einhergeht (Egner, Jamieson & Gruzelier, 2005). In Studien mit funktioneller Magnetresonanztomographie und Positronen Emissions Tomographie erwiesen sich der anteriore cinguläre Kortex und frontale Kortexregionen als relevant (Egner, Jamieson & Gruzelier, 2005; Rainville et al., 2002). Der anteriore cinguläre Kortex spielt bei Aufmerksamkeitsprozessen eine Rolle, insbesondere wenn es um die Verarbeitung von Information geht, die mit Störreizen verbunden ist (Raz & Shapiro, 2002). Andere Strukturen, die im Zusammenhang mit Hypnose noch eine Rolle spielen können, sind der Thalamus und Kerngebiete im Hirnstamm (Rainville et al., 2002). Ein Modell, das diese Befunde integrieren kann, stammt von Gruzelier (1998). Dabei handelt es sich um ein Drei-Stufen-Modell, das von einer Top-Down Regulation ausgeht. Zunächst spielen die Aufmerksamkeitsnetzwerke eine zentrale Rolle, deren zentrale Struktur der anteriore cinguläre Kortex ist. Dadurch wird der Fokus der Aufmerksamkeit auf die sensorische Wahrnehmung und die Hypnoseinduktion gelenkt. Hier ist der Befund von Egner und Kollegen (2005) zu erwähnen, dass Personen mit hoher hypnotischer Empfänglichkeit im Wachzustand über ein effizienter funktionierendes Aufmerksamkeitsnetzwerk verfügen, das es ihnen ermöglicht, Störreize besser auszublenden. So können sie die Induktion intensiver erleben. Auf der zweiten Stufe kommt es dann durch die Suggestion von Müdigkeit und Entspannung zu einer Hemmung der fronto-limbischen Inhibitionssysteme, was zu einem Aussetzen der anterioren exekutiven Funktionen führt, die daraufhin durch die Hypnoseinduktion gesteuert werden. Die suggerierten Traumreisen rufen während der dritten Stufe eine erhöhte Aktivierung in tempero-posterioren Arealen der rechten Hemisphäre hervor. Die Veränderung der Aktivität in diesen Hirnregionen wird für das Auftreten von Veränderungen der Wahrnehmung unter Hypnose verantwortlich gemacht (Gruzelier, 1998, Vaitl et al., 2005). Die Abnahme von neuronaler Aktivität im frontalen Bereich während der zweiten Phase hat dazu geführt, dass Hypnose auch als frontale Hemmung angesehen wird (Dietrich, 2003; Vaitl et al., 2005).

Physiologische Modelle der Meditation

Unter Meditation werden Praktiken zusammengefasst, die zur Selbstregulation von Körper und Geist dienen. Diese Techniken, die zum Teil sehr unterschiedlich sind, können in konzentrierte und achtsamkeitsbasierte unterteilt werden (Ott, 2004). Wobei diese beiden Pole ein Kontinuum aufspannen, auf dem die verschiedenen Methoden angeordnet werden können (Cahn & Polich, 2006). Bei Techniken, die den Schwerpunkt auf den konzentrativen Aspekt legen, soll der Fokus der Aufmerksamkeit mit einem einzigen Objekt ausgefüllt werden. Solche Meditationsobjekte können beispielsweise eine Silbe (Mantra), ein Bild (Mandala) oder körpereigene Objekte oder Vorgänge, wie der Atem sein (Ott, 2004). Bei den achtsamkeitsbasierten Methoden besteht das Ziel darin, alle Dinge, die in den Fokus der Aufmerksamkeit gelangen, mit einer bestimmten Geisteshaltung wahrzunehmen. Diese Geisteshaltung soll sich durch eine distanzierte, nicht-wertende Betrachtung auszeichnen und die emotionalen Verhaltensreaktion auf die wahrgenommenen Stimuli unterbrechen (Bishop, 2004). Viele Methoden vereinen sowohl konzentrierte als auch achtsamkeitsbasierte Elemente miteinander (Cahn & Polich, 2006; Hart, 1991). Die meisten Meditationstechniken entstammen dem östlichen Kulturraum und ihr Ziel ist die Erlangung von Erleuchtung. Dieses Ziel soll durch langes und ausdauerndes Üben erreicht werden. Bei der Praxis der Meditation kommt es immer wieder zum Auftreten von veränderten Bewußtseinszuständen. Daher erscheint die von Cahn und Polich (2006) getroffene Unterscheidung in die Zustands- (state) und Eigenschafts- (trait) Aspekte der Meditation sinnvoll. Das Auftreten von veränderten Bewußtseinszuständen während der Meditation hat diese schon früh als Forschungsgegenstand interessant gemacht. EEG Studien zur Meditation gibt es seit mittlerweile über fünfzig Jahren (Cahn & Polich, 2006). Dabei war das verstärkte Auftreten von 40 Hz Gammaaktivität während der Meditation ein interessanter Forschungsbefund (Lutz et al., 2004; Ott, 2001). Die EEG Befunde, vor allem der frühen Studien, sind jedoch nicht konsistent (Cahn & Polich, 2006). Gründe für diese Befundlage sind möglicherweise die methodischen Mängel der frühen Studien und die

Zusammensetzung der Stichproben. Es ist anzunehmen, dass unterschiedliche Meditationstechniken auch unterschiedliche Effekte hervorrufen, so dass die Untersuchung homogener Stichproben hinsichtlich der praktizierten Methode angeraten erscheint. Auch ist die Dauer der Meditationserfahrung von Bedeutung, da beispielsweise nicht davon ausgegangen werden kann, dass Novizen veränderte Bewußtseinszustände erleben, wie dies bei Meditierenden mit langer Erfahrung der Fall ist (Cahn & Polich, 2006).

Newberg und Iversen (2003) haben auf der Grundlage neuerer Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren ein neurophysiologisches Modell der Meditation entworfen. Zentrale Strukturen dieses Modells sind der präfrontale und der cinguläre Kortex. Der präfrontale Kortex, besonders in der rechten Hemisphäre, wird in Zusammenhang mit der Initiierung von intentionalen Handlungen gebracht, während der cinguläre Kortex den Aspekt der stark fokussierten Aufmerksamkeit widerspiegelt. Diese beiden Strukturen repräsentieren somit die volitionalen Aspekte der Meditation und auf neurologischer Ebene regulieren sie tiefere Strukturen. So sollen von dort die retikulären Kerne des Thalamus derart beeinflusst werden, dass sie den sensorischen Input in den posterior-superioren Parietallappen hemmen. Dieses Hirnareal ist ebenso an der höheren Verarbeitung von Sinnesreizen beteiligt, wie an der Repräsentation des Körpers im Raum. Außerdem ist es Bestandteil des Aufmerksamkeitsnetzwerkes. Eine Manipulation des Informationsflusses durch den Parietallappen kann zu einer veränderten Körperwahrnehmung führen und die Unterscheidung zwischen dem Selbst und der Außenwelt aufheben, was einer typischen meditativen Erfahrung entspricht. Zusätzlich zu dieser kortiko-thalamischen Aktivität scheinen limbische Strukturen bei der Meditation beteiligt zu sein, denn eine Aktivierung im Hippokampus und der Amygdala konnte bei Meditationsstudien nachgewiesen werden (Lazar et al., 2000). Ein mehrfach nachgewiesener Effekt der Meditation ist körperliche Entspannung (Grawe, Donati & Bernauer, 1994). Passend dazu konnte mehrfach gezeigt werden, dass Meditation Einfluss auf die vegetative Balance ausübt und den parasympathischen Tonus anhebt (Lehrer, Sasaki & Saito, 1999) Diese Befunde lassen eine Beteiligung limbischer Strukturen an der

Meditation plausibel erscheinen, da der Hypothalamus an der Steuerung des vegetativen Nervensystems beteiligt ist und eine Stimulation bestimmter limbischer Strukturen eine Entspannungsreaktion hervorruft (Jevning, Wallace & Beidebach, 1992; Newberg & Iversen, 2003).

Der Hippokampus ist eng mit dem präfrontalen Kortex verknüpft und beeinflusst das Niveau der kortikalen Aktivität. Zur Amygdala bestehen vom Hippokampus aus ebenfalls enge Verbindungen. Die Einbeziehung der Amygdala in das Meditationsmodell könnte die Effekte der Meditation auf emotionaler Ebene erklären. Über die Verbindungen vom Hippokampus zum Hypothalamus kann schließlich, über den Hirnstamm, das autonome Nervensystem erreicht werden, welches mit den entspannenden Aspekten der Meditation in Beziehung gesetzt werden kann. Bei der Darstellung ihres Modells weisen Newberg und Iversen (2003) explizit darauf hin, dass die verschiedenen Meditationsmethoden aufgrund der unterschiedlichen Techniken auch über andere Wirkmechanismen verfügen können. Sie gehen jedoch davon aus, dass sie auf der Endstrecke alle gegen die selben neurophysiologischen Mechanismen konvergieren, da ihre Zielsetzung identisch ist (Newberg & Iversen, 2003). Beschreibungen dieser Endstrecke sind bisher theoretischer Natur und empirisch nicht belegt. Künftige neurobiologische Meditationsstudien haben jedoch die Möglichkeit sich durch den Vergleich unterschiedlicher Meditationstechniken dem Phänomen zu nähern.

2.3 Trance

Der Trancezustand gehört zu den veränderten Bewußtseinszuständen. Diese sind im vorherigen Kapitel besprochen worden. Die Bedeutung, die dem Begriff zugeschrieben wird, ist jedoch sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, diesem Kapitel eine Definition von Trance voran zu stellen. Das methodische Vorgehen bei der Definition besteht in der Abstraktion auf die nächsthöhere Gattung (*genus proximum*) und der Benennung der artbildenden Unterschiede (*differentiae specifica*) (Westermann, 2000). Die spezifischen Merkmale von Trance werden im nächsten Abschnitt eingehend

behandelt.

2.3.1 Merkmale von Trance

Um einen Überblick über die verschiedenen Phänomene zu bekommen, die unter Trance zusammengefasst werden, wurde zunächst eine Stichwortsuche in der Encyclopedia Britannica durchgeführt (Buchmann, 2001; Vaitl, 2003). Diese Suche ergab 154 Treffer in 119 verschiedenen Artikeln. Bei der Sichtung der Zustände und Kontexte, in denen der Begriff der Trance verwendet wurde, kristallisierten sich drei verschiedene Kategorien heraus: die ekstatische Trance, die schamanistische Trance und die hypnotische Trance. Diese Kategorien wurden aus dem Verwendungskontext des Begriffes abgeleitet. Die verschiedenen Arten von Trance können bezüglich des Settings, in dem sie auftreten, der Induktionsmethode, ihrer spezifischen Merkmale und ihrer Varianten beschrieben werden.

Die *ekstatische Trance* tritt in eher unspezifischem Setting auf. Auch die Anzahl der beteiligten Personen kann stark variieren. Menschen können diese Art der Trance sowohl alleine als auch in Gruppen erleben. Hervorgerufen wird die ekstatische Trance durch Fasten, Meditation, sexuelle Aktivität, Musik, Tanz oder Drogen. Einheitserfahrungen, wie die Auflösung der Individualität, das Verschmelzen mit Gott, einem Partner oder der Musik sind Merkmale dieses Trancetypus. Die Varianten, in denen ekstatische Trance auftritt, sind mystische oder spirituelle Trance (Siikala & Mihály, 1998a und 1998b), sexuelle Trance (Vaitl et al., 2005) oder ekstatischer Tanz (Rouget, 1997; Salveses, 1998). Das Setting der *schamanistischen Trance* ist ein religiöses. Diese Form der Trance ist Teil eines Heilrituals (Luczak, 1999). Sie wird durch Musik, speziell durch Trommeln, Tanz und Gesang und oft in Verbindung mit Drogen ausgelöst. Im Mittelpunkt steht die Kommunikation mit anderen Wesenheiten, wie Geistern oder Toten. Durch diese Kommunikation sollen Informationen gewonnen werden, die zur Heilung oder zur Erlangung spezieller Kräfte genutzt werden können. Eine Variante der schamanistischen Trance, ist die *mediumistische Trance*, in der eine Person in Trance versetzt wird, um als Mittler zur Geisterwelt zu fungieren. Diese Person kann der Heiler selber sein (Luczak, 1999).

Bei der *hypnotischen Trance* werden eine oder mehrere Personen von einem Hypnotiseur in Trance versetzt. Dies geschieht mittels eines Rituals, welches sich Suggestionen von Schläfrigkeit und Entspannung bedient. Die Merkmale hypnotischer Trance sind automatisches Verhalten, Reaktionsverlangsamung, häufig auch Amnesie und durch Suggestionen hervorgerufene Empfindungslosigkeit, Lähmung oder das Ausführen posthypnotischer Aufträge. Die hypnotische Trance in ihrer spektakulärsten Form ist eine Jahrmarktsattraktion. In seriöserer Form wird sie in therapeutischem Kontext, beispielsweise in der Schmerzbehandlung eingesetzt (Jensen & Patterson, 2006).

Tabelle 2.2: Formen der Trance (nach Vaitl, 2003)

<i>Tranceform</i>	<i>Ekstatische Trance</i>	<i>Schamanistische Trance</i>	<i>Hypnotische Trance</i>
Setting	Alleine, zu zweit, in Gruppen	Religiöse Zeremonien oder Heilrituale	Hypnotiseur und Klient oder Gruppe
Induktion	Fasten, Meditation, sexuelle Aktivität, Musik, Tanz, Drogen	Musik (Trommeln); Tanz und Gesang; oft in Verbindung mit Drogen	Suggestion von Entspannung und Schläfrigkeit
Merkmale	Auflösung der Individualität; Verschmelzung mit Gott, dem Partner oder der Musik	Kommunikation mit Geistern, Informationsübermittlung	Automatisches Verhalten, Reaktionsverlangsamung, häufig Amnesie, erhöhte Suggestibilität, Empfindungslosigkeit, Lähmung, posthypnotische Aufträge
Varianten	Mystische, spirituelle Trance; sexuelle Trance; Tanz-Trance	Mediumistische Trance; Scéancen	Bühnenhypnose, Therapie

Die gemeinsamen Merkmale dieser drei Tranceformen liegen in der fokussierten Aufmerksamkeit und der reduzierten Selbstkontrolle. Die Aufmerksamkeit ist bei Personen, die sich in Trance befinden, auf ein Objekt oder eine Handlung gerichtet. Andere, konkurrierende Objekte werden ausgeblendet. Bei Trance handelt es sich um Zustände der Versunkenheit. Dieses Merkmal der fokussierten Aufmerksamkeit wird auch als der Absorptionsaspekt der Trance bezeichnet. Der Aspekt der reduzierten Selbstkontrolle umfasst Phänomene wie spontane, ungeplante Handlungen, die nicht kontrolliert werden, und das Ausblenden von reflexiven Bewußtseinsanteilen. Letzteres ruff für Trance typische Veränderungen im Ich-Gefühl und in der Selbstbewußtheit hervor.

Nachdem die Bedeutung des Begriffes „Trance“ abgeleitet worden ist, sollen ihm zwei Definitionen gegenübergestellt werden. Die erste stammt aus dem Wörterbuch der Psychologie (Dorsch, 1994):

„Trance [lat. transitus Übergang, frz. trance], ein mit Bewußtseinseinengung und Willensschwächung verbundener hypnoseähnlicher Zustand mit vielfach nachfolgender Erinnerungslosigkeit, bei dem aber zugleich nicht erwartete (bzw. nicht erwartbare) Aussagen oder Handlungen möglich sein können. Der Trancezustand zeigt Übergänge zur →Ekstase, →Hypnose und zum →Somnambulismus.“

Eine weitere Definition von Trance findet sich im DSM IV (Saß, Wittchen & Zaudig, 1996). Hier heißt es:

„Trance, d. h. eine zeitlich umschriebene erhebliche Veränderung des Bewußtseinszustandes (...) verbunden mit mindestens einem der folgenden Symptome: (a) Einengung der Wahrnehmung der unmittelbaren Umgebung oder ungewöhnlich eingeeengte und selektive Fokussierung auf Umgebungsreize. (b) Stereotype Verhaltensweisen oder Bewegungen, die als außerhalb der eigenen Kontrolle erlebt werden.“ (S. 818)

Diese beiden Definitionen weisen mit der erarbeiteten Definition große Gemeinsamkeiten auf. Beide betonen den Aspekt der Bewußtseinsveränderung und der reduzierten Selbstkontrolle. Im DSM IV wird zusätzlich die fokussierte Aufmerksamkeit genannt, die in dieser Untersuchung eine wichtige Rolle spielt. Somit können diese Definitionen als Grundlage für diese Studie dienen.

2.3.2 Messung von Trance

Da bisher keine physiologischen Marker für die Trancetiefe bekannt sind, müssen subjektive Daten herangezogen werden, um Rückschlüsse auf den Bewußtseinszustand ziehen zu können. Für Trancezustände, die durch Hypnose hervorgerufen wurden, sind im Rahmen der Hypnoseforschung verschiedene Fragebogeninstrumente entwickelt worden, die hypnotische Trance erfassen können. Die bekanntesten dieser Instrumente sind die *Harvard Group Scale of*

Hypnotic Susceptibility (Shore & Orne, 1962) und die *Stanford Hypnotic Susceptibility Scale* (Weitzhoffer & Hilgard, 1962). Einen allgemeineren Ansatz bietet Pekala (1991). Wie bereits weiter oben beschrieben (2.1.1 Theoretische Ansätze) hat Pekala den Ansatz von Tart (1983), Bewusstseinszustände anhand von Erlebnisdimensionen zu beschreiben, praktisch umgesetzt (Pekala, 1991). Empirisch sind 12 Haupt- und 14 Subdimensionen des Bewußtseins identifiziert worden (siehe Tabelle 2.1). Das *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) ist ein Fragebogeninstrument, mit dem Bewußtseinszustände in bestimmten Situationen abgefragt werden können (Pekala, 1991). Es bedient sich der Methode der retrospektiven Erlebnis-Erfassung (retrospective phenomenological assessment), d. h. die Erlebnisdimensionen des Bewußtseins werden nachträglich, auf eine bestimmte Situation bezogen, erfasst (Pekala, 1991). Aus den Werten des PCI kann ein hypnoidaler Wert berechnet werden. Ein niedriger Wert entspricht dem Erleben einer Person mit niedriger Hypnoseempfindlichkeit auf die Hypnoseinduktion der *Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility*. Daher wird der Wert auch pHGS-Wert genannt (predicted Harvard Group Scale Score). Die Prädiktionsgleichung ist in mehreren Studien, die Situationen mit unterschiedlichen Bewußtseinszuständen einschlossen, entwickelt worden (Pekala, 1991; Pekala & Kumar, 1999 und 2007). Die Dimensionen, die zur Vorhersage beitragen, sind in der folgenden Tabelle (Tabelle 2.3) mit ihren Regressionsgewichten und den direkten Korrelationen zur *Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility* aufgelistet.

Durch die Mehrdimensionalität des pHGS-Wertes besteht die Möglichkeit, hypnoidale Zustände besser voneinander abzugrenzen und interindividuelle Unterschiede herauszuarbeiten. So führen Pekala und Kumar (2007) verschiedene Arten der Trance auf, die über den pHGS-Wert unterschieden werden können. Bezüglich der hier vorgestellten Konzepte von veränderten Bewußtseinszuständen und von Trance ergibt sich eine Zuordnung der Dimensionen des pHGS zu den Zuständen (Tabelle 2.1). Neben den Aspekten, die veränderte Bewußtseinszustände allgemein auszeichnen, gibt es spezielle Merkmale für Trancezustände und für hypnotische Trance, die in dieser Studie

untersucht wurde. Besonders zu bemerken sind die Dimensionen der Rationalität und der willentlichen Kontrolle, die beide negative Korrelationen aufweisen. Ein Rückgang dieser beiden Komponenten wird typischerweise für Trance berichtet (siehe Kapitel 2.3.1). Auch die positive Korrelation der Absorption passt in das Konzept von Trance. Im folgenden Abschnitt (Kapitel 2.4) wird noch genauer auf die Rolle der Absorption eingegangen werden.

Tabelle 2.3: Bewußtseinsdimensionen des hypnoidalen Wertes (pHGS) und ihre Beziehung zur *Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility* (Pekala, 1991)

Merkmal	Hauptdimension	Unterdimension	Korrelation	Koeffizient
Veränderte Bewußtseinszustände	Veränderter Bewußtseinszustand		r = 0,55	$\beta = 0,31$
	Veränderte Erfahrung		r = 0,50	$\beta = 0,35$
		Körperempfinden	r = 0,38	$\beta = -0,07$
	Veränderte Erfahrung von	Bedeutung	r = 0,32	
		Zeitempfinden	r = 0,45	$\beta = 0,13$
		Wahrnehmung	r = 0,39	
Trance	Willentliche Kontrolle		r = -0,52	$\beta = -0,28$
	Selbst-Bewußtheit		r = -0,49	$\beta = -0,27$
	(Aufmerksamkeit)	Absorption	r = 0,32	$\beta = 0,19$
Hypnotische Trance	Gedächtnis		r = -0,36	$\beta = -0,14$
	Rationalität		r = -0,32	$\beta = 0,23$
	Innerer Dialog		r = -0,24	$\beta = -0,11$
Regressionskonstante				c = 4,51

Die Erfassung der einzelnen Erlebnisdimensionen ermöglicht die Bestimmung der Trancetiefe unabhängig von der Art der Induktion. Ursprünglich diente eine hypnotische Trance als Referenz, doch in verschiedenen Untersuchungen konnte die Verwendbarkeit des pHGS-Wertes auch für andere Induktionsmethoden von Trance nachgewiesen werden (Pekala, 1999; Pekala & Kumar, 1999; Rux, 2002). Der Wertebereich des hypnoidalen Wertes erstreckt sich von -0,71 bis 11,77. Ab pHGS-Werten von sieben kann von einem hypnoidalen Zustand gesprochen werden (Pekala, 1991). Da sich die Abfrage der Bewußtseinsdimensionen beim PCI immer auf das Erleben in bestimmten Situationen bezieht, kann der pHGS-Wert einer Tranceinduktion zu dem einer Referenzsituation in Beziehung gesetzt werden. Dieses Vorgehen ermöglicht eine Bestimmung des Ausmaßes der Bewußtseinsveränderung

durch eine bestimmte Induktionsmethode für ein Individuum.

2.3.3 Induktion von Trance

Bei der Betrachtung von Induktionsmethoden für Trance in diesem Abschnitt wird besonderes Augenmerk auf die systematische Herstellung eines Trancezustandes unter Laborbedingungen gelegt. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die experimentelle Untersuchung eines solchen Zustandes. Hierbei erweist sich als problematisch, dass die meisten Tranceinduktionen in ihrer natürlichen Umgebung keine ohne weiteres isolierbaren Techniken sind. Bei den Riten, die eine ekstatische oder schamanistische Trance hervorrufen, werden oft Drogen als Hilfsmittel verwendet. Solche Induktionstechniken sind für die wissenschaftliche Untersuchung von Trance problematisch. Zum einen wären sie ethisch schwer zu vertreten und zum anderen wäre die Berücksichtigung der pharmakologischen Prozesse schwierig und der hervorgerufene Zustand nicht klar von einem Drogenrausch zu unterscheiden. Für die Erforschung von Trancezuständen werden Induktionstechniken benötigt, die auf einem physiologischen oder psychologischen Mechanismus beruhen. Diese Techniken müssen von den Versuchspersonen durchgeführt werden und sie in einen definierten Zielzustand versetzen. Einige solcher Induktionsmethoden werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

Rhythmische Stimulation der Barorezeptoren

Die Barorezeptoren sind Dehnungsrezeptoren, die hauptsächlich in der Aortenwand am Karotissinus liegen. Über die Dehnung der Ader können diese Rezeptoren den Blutdruck registrieren. Sie sind die Messfühler eines homöostatischen Regelkreises, des Baroreflexes, dessen Aufgabe darin besteht, den mittleren arteriellen Blutdruck konstant zu halten. Dies wird durch die Regulation der Herzrate und des peripheren Widerstands erreicht (Birbaumer & Schmidt, 1996). Die Stimulation der Barorezeptoren hat jedoch nicht nur Auswirkungen auf den peripheren Widerstand und die Herzrate, sondern auch auf andere zentralnervös gesteuerte Funktionen (Elbert & Schandry, 1998). Dies zeigt sich beispielsweise in einer Zunahme an Theta-Aktivität im EEG nach Reizung der Barorezeptoren (Vaitl & Gruppe, 1992).

Andere zentralnervöse Effekte der Barorezeptorstimulation sind eine Verschiebung der Schmerzschwelle, Schlaf oder ein verringerter Muskeltonus. Diese Effekte legen die Vermutung nahe, dass die Stimulation der Barorezeptoren zu einer kortikalen Inhibition führt (Elbert & Schandry, 1998). Die große Ähnlichkeit dieser Effekte mit Merkmalen der Trance legt die Stimulation der Barorezeptoren als Induktionsmethode nahe (Dietrich, 2000). Gestützt wird diese Annahme durch die Hypofrontalitätshypothese von Dietrich (2003; siehe Kapitel 2.2.5), welche die kortikale Inhibition infolge der Barorezeptorenstimulation gut integrieren könnte. Bei Tranceinduktionstechniken wie dem Tanzen und Trommeln scheinen ebenfalls Veränderungen des Blutdrucks diesen Barorezeptor-Mechanismus anzustoßen (Vaitl, 2003). Auch Techniken, die mit der Atmung arbeiten, wie beispielsweise das Rebirthing oder das Pranayama im Yoga, stimulieren die Barorezeptoren. Der physiologische Mechanismus, der hier ausgenutzt wird, ist die respiratorische Sinusarrhythmie. Während der Einatmung steigt die Herzrate an, was einen Anstieg des Blutdrucks nach sich zieht und die Barorezeptoren werden stärker stimuliert. In der Ausatemphase wird über den Baroreflex die Herzrate gesenkt, in der Folge sinkt der Blutdruck wieder und die Erregung der Barorezeptoren nimmt ab (Piepoli et al., 1997). Neben diesem natürlichen Mechanismus gibt es im Humanbereich zwei weitere nicht-pharmakologische und nicht-invasive Methoden zur Stimulation der Barorezeptoren. Einmal kann mit einer Halsmanschette ein Über- oder Unterdruck erzeugt werden, so dass der Druck auf die Halsschlagader, und damit das Erregungsniveau der Barorezeptoren, manipuliert werden kann (Elbert & Schandry, 1998). Die zweite Methode besteht in einer Veränderung der Flüssigkeitsverteilung im Körper. Wenn ein Proband aus der Rückenlage mit dem Kopf leicht nach unten gekippt wird, fließt mehr Blut in den Kopf- und Halsbereich, so dass die Adern dort mehr gedehnt werden, was zu einem Anstieg der Feuerrate der Barorezeptoren führt. Wird der Kopf angehoben, strömt vermehrt Blut in die Beine und die Feuerrate der Barorezeptoren sinkt ab (Vaitl & Gruppe, 1992). Diese beiden Methoden können so verwendet werden, dass die Herzraten- und Blutdruckschwankungen, die durch die respiratorische Sinusarrhythmie

hervorgerufen werden, verstärkt oder gedämpft werden (Ott, Sammer & Vaitl, 2000; Piepoli et al., 1997). In der Arbeitsgruppe Altered States of Consciousness (ASC) an der Universität Giessen ist die Tauglichkeit der rhythmischen Stimulation der Barorezeptoren zur Trance-Induktion untersucht worden (Ott, 2003a; Vaitl & Ott, 2005). Mittels einer Kippliege konnten Probanden aus einer Ruhelage in eine Position mit dem Kopf nach unten (Winkel von -6°) und mit dem Kopf nach oben (Winkel von $+12^\circ$) gekippt werden. Zwischen diesen beiden Positionen wurden die Probanden mit einer Frequenz von 0,125 Hz hin und her geschaukelt. Gleichzeitig sollten die Probanden einer Atemführung mit der selben Frequenz folgen. Wenn dabei der Ausatemzyklus auf das Absenken des Kopfes fiel, wurde die Stimulation der Barorezeptoren verstärkt, da die Flüssigkeitsverschiebung durch das Kippen die respiratorische Sinusarrhythmie verstärkte. In einer anderen Versuchsbedingung erfolgte die Einatemphase mit dem Absenken des Kopfes, so dass der Kippeffekt die respiratorische Sinusarrhythmie hemmte. Messungen des hypnoidalen Wertes mit dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* (siehe Kapitel 2.3.2) wiesen in beiden Kippbedingungen Werte um $pHGS = 5$ auf, was einem leichten Trancezustand entspricht. Die Werte unterschieden sich jedoch nicht signifikant vom Baselinewert (1 Minute ruhiges, aufrechtes Sitzen). Für eine tranceinduzierende Wirkung dieser Methode spricht jedoch, dass in Interviews nach dem Versuch einige Probanden von außergewöhnlichen Erlebnissen berichteten. Diese Erlebnisse bezogen sich auf die, für veränderte Bewußtseinszustände maßgeblichen, Merkmale der Veränderungen im Zeiterleben, Körperschema, der Sinneswahrnehmung und der Emotionen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in drei Diplomarbeiten nachzulesen (Dietrich, 2000; Garmeister, 2000; Hülsmann, 2002).

Tanzen und Trommeln

Tanzen und Trommeln sind in vielen Kulturen fester Bestandteil von Tranceinduktionen (Neuhoff, 1995; Salvesen, 1998). Hierbei ist unklar, ob die Trance durch Tanzen oder Trommeln allein ausgelöst wird, oder ob sie aus dem Zusammenspiel dieser Tätigkeiten mit den Umgebungsbedingungen entsteht (Rouget, 1997). Für wissenschaftliche Untersuchungen ist es schwer,

den Kontext einer heilsamen oder religiösen Zeremonie im Labor herzustellen. Sollten die Interaktionen zwischen Induktionstechnik und Kontext mit erhoben werden, so ließe sich dies nur im Rahmen der Feldforschung realisieren. Im Giessener Projekt zur Untersuchung veränderter Bewußtseinszustände sind solche Ansätze verfolgt worden (Ott, 2003a). Zudem wurden Studien durchgeführt, welche die reinen Effekte von Tanzen und Trommeln untersucht haben. Ein Ansatz zur Erklärung, wie Trommeln neuronale Funktionen beeinflussen könnte, stammt von Neher (1961, 1962). Sein Modell beruht auf dem Prinzip des „auditory-driving“. Er geht davon aus, dass eine rhythmische akustische Stimulation eine neurophysiologische Reaktion auslöst. Konkret nimmt er an, dass sich die Feuerfrequenzen der Neurone im Zentralnervensystem mit dem Rhythmus der akustischen Stimulation synchronisieren. Diese Annahme testete Neher in einem Experiment, in dem er seine Probanden mit Trommelschlägen unterschiedlicher, konstanter Frequenz für jeweils 40 Sekunden beschallte und das EEG ableitete. Neher berichtet, dass der Driving-Effekt bei allen Probanden aufgetreten sei (Neher, 1961). Diese Studie wurde methodisch und inhaltlich mehrfach kritisiert (Jung, 2002; Rouget, 1997). Die Idee Nehers ist später von Melinda Maxfield (1994) aufgegriffen worden. Maxfield bezog in ihrer Untersuchung die Bedeutung von Kontexteffekten mit ein. Diesem Vorgehen liegt die Überlegung zugrunde, dass das Auftreten von Trancezuständen an gelernte, kulturell geprägte, Situationsbedingungen geknüpft sein kann. So wurde in dieser Studie Trommelmusik mit einem speziellen kulturellen Hintergrund zur Stimulation gewählt. In drei Versuchsbedingungen wurden Probanden mit schamanistischer Trommelmusik, Trommelrhythmen aus der „I Ching“ Tradition und freier Trommelmusik stimuliert. Dabei zeigte sich, dass Schlagfrequenzen von vier bis sieben Schlägen pro Sekunde, was dem Theta-Frequenzband im EEG entspricht, den Übergang in einen veränderten Bewußtseinszustand erleichtern (Maxfield, 1994).

In verschiedenen Untersuchungen ist der phänomenologische Aspekt der Tranceinduktion durch Trommeln mit Hilfe des *Phenomenology of Consciousness Inventory* von Pekala studiert worden (Jung, 2002; Kozyra, 2001;

Maurer et al., 1997; Wright, 1992). In den Studien von Jung (2002) und Maurer et al. (1997) wurde der pHGS-Wert des PCI verwendet, um Trance, welche durch das Trommeln ausgelöst wurde, zu messen. In beiden Studien lagen die pHGS-Werte der Trommelphase im Bereich eines milden Trancezustandes und der Unterschied zur Referenzsituation war signifikant (Jung, 2002; Maurer et al., 1997; Pekala, 1991).

Musik und Visualisierungen

Um Trancezustände mit modernen bildgebenden Verfahren, wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT), untersuchen zu können, ist es notwendig, Induktionstechniken zu finden, die mit diesen Untersuchungsmethoden kompatibel sind. Bei einer Messung im Magnetresonanztomographen müssen die Probanden ruhig liegen, so dass die zuvor beschriebenen Tranceinduktionstechniken nicht eingesetzt werden können. Vor diesem Hintergrund sind im Giessener ASC-Projekt Induktionsmethoden entwickelt worden, die eine körperliche Passivität des Untersuchungssubjektes erlauben. Aufbauend auf der Eignung von rhythmischer Musik zur Tranceinduktion, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, ist hier ein Ansatz entwickelt und erprobt worden, der auf computergenerierten Visualisierungen von Musikstücken basiert. Dabei handelt es sich um visuelle Animationen, die von Multimediaprogrammen generiert werden können. Die Parameter der Visualisierung, wie etwa die Farbgebung, Bewegung, Form oder Helligkeit verändern sich in Abhängigkeit der Parameter des Musikstücks, wie beispielsweise der Lautstärke oder Veränderungen im Frequenzspektrum. Aus dem frei verfügbaren Angebot von Visualisierungen im Internet wurden einige für das Giessener Projekt ausgewählt und auf ihre Tauglichkeit zur Tranceinduktion untersucht (Cramer, 2002; Föcker, 2002; Ott, 2003a). Die Auswahl geeigneter Musikstücke erfolgte in einer Studie, in der verschiedene Stücke von Probanden bezüglich der Dimensionen Valenz und Aktivierung bewertet wurden. Bei der Vorauswahl der Stücke war das Kriterium der Rhythmik grundlegend, da dies, wie oben beschrieben, eine Rolle für die Tranceinduktion spielt. So wurden den Probanden je vier Stücke aus den Kategorien Techno, afrikanisches und

schamanistisches Trommeln dargeboten (Föcker, 2002). In der folgenden Untersuchung wurden die Musikstücke zusammen mit verschiedenen Visualisierungen verwendet. Dabei konnten die Versuchspersonen unter den angebotenen Musikstücken und Visualisierungen nach ihren Präferenzen auswählen. Mit Hilfe des hypnoidalen Wertes aus dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* wurde die Tranceinduktion evaluiert. Die Unterschiede über die gesamte Gruppe (N = 21) zwischen der Referenzsituation (einminütiges, ruhiges Sitzen auf einem Stuhl) und der Induktionsphase waren statistisch signifikant. Im Gruppenmittel wurden pHGS-Werte von 6,19 gemessen, was nach Pekala in den Bereich einer leichten Trance fällt (Pekala, 1991). Bei der Einzelfallbetrachtung zeigte sich, dass ein Teil der Probanden bei der Induktion pHGS-Werte größer als sieben erreichte, was einem Trancezustand entspricht (Pekala, 1991). Andere Probanden reagierten hingegen nicht auf die Stimulation. Diese erreichten zwar höhere Werte als in der Referenzsituation, blieben jedoch mit ihrem pHGS-Wert unterhalb des Wertes für eine leichte Trance (Cramer, 2002). In einer weiterführenden Studie wurde diese Tranceinduktion unter simulierten MRT-Bedingungen getestet, d. h. der bei einer Messung im MRT entstehende Lärm wurde über die Musik gelegt und die Visualisierung wurde in einer Größe und Qualität dargeboten, die einer Betrachtung über den Spiegel an der Kopfspule im MRT entspricht. Dazu wurde eine Maske erstellt, welche die Sicht aus der Kopfspule des MRT über den Sichtspiegel simuliert. Im Gruppenmittel unterschieden sich die pHGS-Werte der Induktion immer noch signifikant von den Werten der Referenzsituation, lagen aber mit pHGS = 4,9 (N = 11) unter den Werten des vorherigen Versuchs, in dem die Stimulation unter optimalen Bedingungen erfolgt war. Trotzdem schien diese Art der Tranceinduktion für die MRT geeignet, da in dieser Untersuchung auch die Baselinewerte niedriger waren. Außerdem existierte eine Subgruppe die unter den simulierten MRT-Bedingungen Trancezustände erlebte (Kleinholdermann, 2002). In einer weiteren Untersuchung wurde die Stimulationsmethode an einer größeren Stichprobe (N = 52) unter optimalen Bedingungen getestet. Dabei kam nur noch ein Musikstück und eine Visualisierung zum Einsatz. Diese

hatten in den vorangehenden Untersuchungen die besten Ergebnisse erzielt. Auch hier war der Mittelwertsunterschied des hypnoidalen Wertes zwischen der Referenzbedingung und der Induktion signifikant. Der Mittlere pHGS-Wert der Induktion lag bei $pHGS = 5,59$ gegenüber $pHGS = 4,08$ bei der Referenzsituation. Der Wertebereich bei der Tranceinduktion zeigte wieder starke interindividuelle Unterschiede (Eckel, 2004). Es kann also davon ausgegangen werden, dass es Responder gibt, die auf diese Induktionsmethode reagieren und leichte bis tiefe Trancezustände erleben. Andere Probanden hingegen reagieren nicht auf diese Art der Stimulation und können als Non-Responder bezeichnet werden.

In der nachfolgenden Abbildung sind die hypnoidalen Werte der verschiedenen, am Giessener ASC-Projekt untersuchten, Tranceinduktionstechniken dargestellt. Ebenfalls abgetragen sind die hypnoidalen Werte der Referenzbedingung, die in allen Untersuchungen aus einer Minute stillen, aufrechten Sitzens mit geschlossenen Augen bestand.

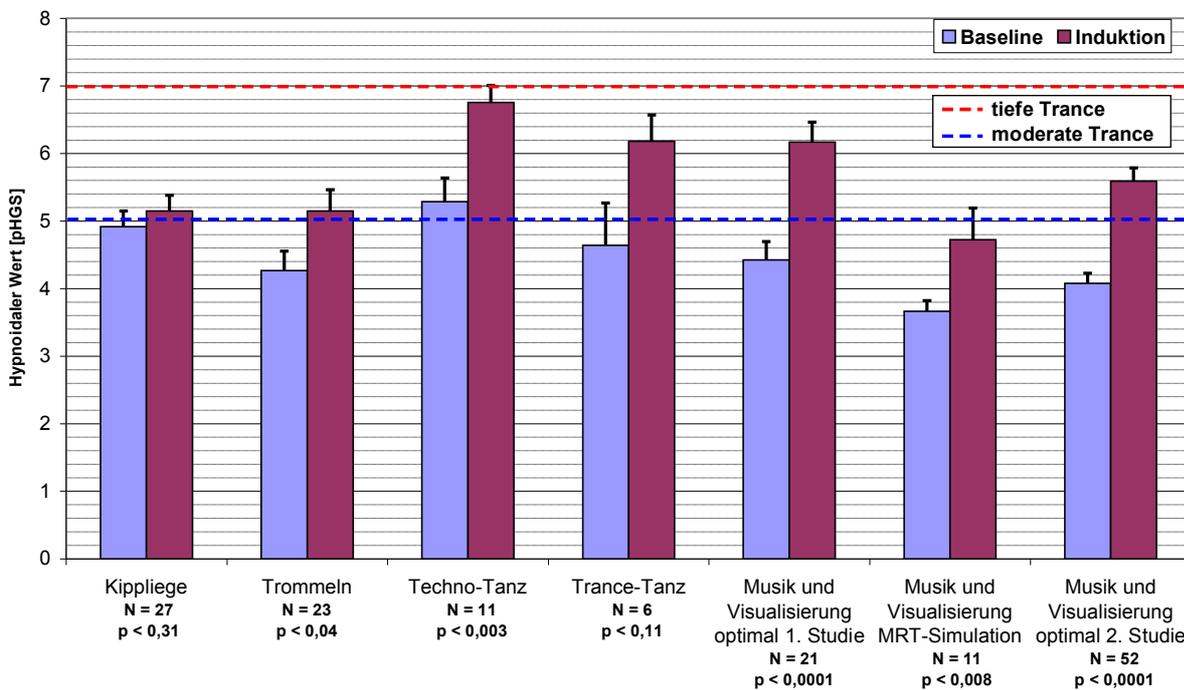


Abbildung 2.2: Trancetiefe bei verschiedenen Induktionsmethoden quantifiziert über den hypnoidalen Wert des Phenomenology of Consciousness Inventory. Angegeben sind die Mittelwerte mit der Standardabweichung und der Vergleich der Werte einer Referenzmessung mit der jeweiligen Induktion. Die Daten stammen aus verschiedenen Untersuchungen des Giessener ASC-Projektes (Ott, 2003a).

Aus den starken Unterschieden in dieser Referenzbedingung lässt sich folgern, dass die Erwartungshaltung und der Kontext einen großen Einfluss auf den Bewußtseinszustand haben. Denn die Werte der Baseline-Messung vor den Felduntersuchungen eines Technofestivals und einem Trance-Tanz Workshop waren signifikant größer als die im experimentellen Setting gemessenen Werte. Die Spanne der Werte, die der pHGS-Wert annehmen kann, reicht von $\text{pHGS}_{\text{Min}} = -0,71$ bis $\text{pHGS}_{\text{Max}} = 11,7$, wobei in der Praxis Werte zwischen 1 und 9 auftreten. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen vergleichbar gut wie die anderen Induktionsmethoden funktioniert. Die Passivität und Immobilität der Probanden während der Induktion machen diese Methode zu einem geeigneten Instrument für Untersuchungen im Magnetresonanztomographen.

2.4 Die Persönlichkeitseigenschaft der Absorptionsfähigkeit

Im vorherigen Abschnitte wurde erwähnt, dass Personen unterschiedlich auf Tranceinduktionen reagieren. Um diese individuellen Unterschiede abbilden zu können, wird im folgenden Abschnitt das Konstrukt der Absorptionsfähigkeit eingeführt.

Tellegen und Atkinson (1974) entwickelten das Konstrukt der Absorptionsfähigkeit. Sie versuchten Persönlichkeitsmerkmale zu identifizieren, die Vorhersagen über die Hypnotisierbarkeit eines Individuums ermöglichen. In einer Studie ließen sie ihre Probanden Persönlichkeitsfragebögen und Hypnotisierbarkeitsskalen ausfüllen. Mit faktorenanalytischen Methoden wurden aus diesen Daten drei Persönlichkeitsdimensionen extrahiert. Bei zwei dieser Dimensionen handelte es sich um die bereits bekannten Dimensionen Stabilität/Neurotizismus und Introversion/Extroversion. Der dritte, zu den vorherigen orthogonale, Faktor korrelierte als einziger mit der Hypnotisierbarkeit. Tellegen und Atkinson bezeichneten ihn als Absorptionsfähigkeit (engl. „absorption“). Diesen Faktor der Absorptionsfähigkeit definierten sie folgendermaßen:

„Absorption is interpreted as a disposition for having episodes of „total“ attention that fully engage one's representational (i. e.,

perceptual, enactive, imaginative, and ideational) resources“
(Tellegen & Atkinson, 1974, S. 268).

Absorptionsfähigkeit kann als die Fähigkeit aufgefasst werden, in einer Tätigkeit oder in der Betrachtung eines Objektes „auf zu gehen“, „vertieft zu sein“, „versunken zu sein“ oder „absorbiert zu sein“ (Ritz, Maß & Dahme, 1993). Oft gehen solche Aufmerksamkeitserlebnisse mit dem Fehlen von Metakognitionen, einer verminderten Ablenkbarkeit oder einer veränderten Wahrnehmung der äußeren Realität, zusammen mit einer unkonventionellen und idiosynkratischen Informationsverarbeitung, einher (Tellegen & Atkinson, 1974).

Seit 1974 hat das Konstrukt sich unter verschiedenen Einflüssen gewandelt. Nach dem anfänglich der „Zustand“ der Absorption im Vordergrund stand, wird heute von einer relativ stabilen Persönlichkeitseigenschaft, der Absorptionsfähigkeit, ausgegangen. Im Rahmen des „big-five“ Ansatzes in der Persönlichkeitspsychologie wird die Absorptionsfähigkeit der fünften Dimension zugeschrieben. Bei den „big-five“ handelt es sich um fünf Skalen, die durch psycholexikalische Extraktion ermittelt worden sind (Allport & Odbert, 1936). Diese Skalen beschreiben die Persönlichkeit eines Menschen umfassend. Der NEO-FFI (**N**eurotizismus **E**xtraversion **O**ffenheit **F**ünf-Faktoren **I**nventar; Borkenau & Ostendorf, 1993) ist der am meisten verwendete Fragebogen, dem dieser Ansatz zugrunde liegt. In der deutschen Version werden die ersten vier Dimensionen „Neurotizismus“, „Extraversion“, „Verträglichkeit“ und „Gewissenhaftigkeit“ genannt. Die fünfte Dimension wird als eine Art kreative Intelligenz angesehen und von verschiedenen Autoren als Intellekt, Offenheit für Erfahrungen oder Kultiviertheit bezeichnet (Ritz, Maß & Dahme, 1993).

Obwohl Absorptionsfähigkeit als Persönlichkeitseigenschaft betrachtet wird, muss berücksichtigt werden, dass eine Interaktion mit einer Situation notwendig ist, um in den Zustand der Absorbiertheit einzutreten (Tellegen, 1981). Dieser Zustand kann als „veränderter Bewusstseinszustand“ (Altered State of Consciousness, kurz ASC) bezeichnet werden, bei dem das Erleben einer „anderen Wirklichkeit“ gleicht. Dabei kann es zu einem Verlust der

Orientierung in Bezug auf Raum, Zeit und Situation kommen. Der Aspekt der Aufmerksamkeit, der solchen „absorbierten“ Zuständen innewohnt, zeichnet sich durch zwei besondere Merkmale aus, nämlich eine geringe Ablenkbarkeit und ein sehr intensives Erleben, Erfahren und Wahrnehmen. Die Aufmerksamkeit kann auf etwas Bestimmtes, ein Objekt, eine Handlung oder einen Gedanken fokussiert sein. Es ist jedoch auch möglich, dass sie sich auf einen sehr weiten Bereich ausdehnt, wie es oft im Zusammenhang mit mystischen Erfahrungen berichtet wird und in dem Item: „Manchmal habe ich das Gefühl, mein Geist könnte die ganze Welt umfassen.“ zum Ausdruck kommt. Ein weiterer bezeichnender Aspekt der Absorptionsfähigkeit besteht darin, dass sich der Zustand der Absorbiertheit ohne willentliche Anstrengung wie von selbst einstellt (Tellegen & Atkinson, 1974).

Die Absorptionsfähigkeit weist Ähnlichkeiten mit anderen psychologischen Konstrukten auf, wie der Erfahrungsoffenheit, der Hypnotisierbarkeit, der Synästhesieneigung, der imaginativen Involviertheit, der Imaginationsfähigkeit und der Fantasieneigung (Roche & McConkey, 1990).

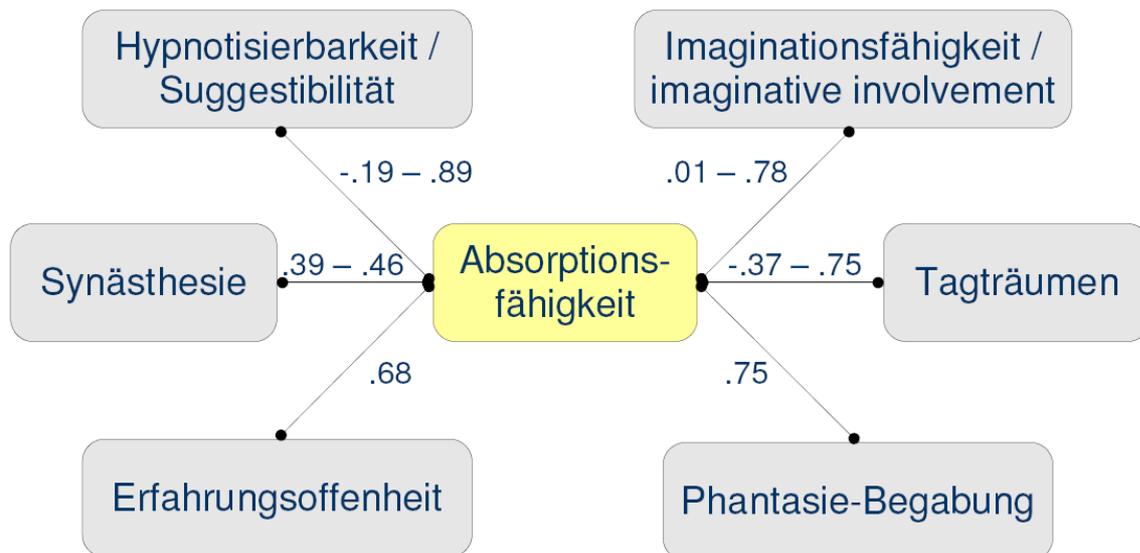


Abbildung 2.3: Verwandte Konstrukte der Absorptionsfähigkeit nach Roche und McConkey (1990). Die Zahlenwerte geben gefundene Korrelationen an (Abbildung nach Ott (2005b und 2007)).

Ein weiteres Konstrukt, welches der Absorptionsfähigkeit ähnelt, ist die Selbst-Transzendenz, eine Skala aus dem *Temperament and Character Inventory* von Cloninger (Ott, 2005b). In verschiedenen Untersuchungen korrelierte diese Skala hoch signifikant mit der TAS. Ott (2007) berichtet eine Korrelation von

$r = 0.66$ ($p < 0.001$; $N = 195$).

2.4.1 Die Absorptionsskala und ihre Faktoren

Absorptionsfähigkeit kann mit der *Tellegen Absorption Scale* (TAS) gemessen werden (Tellegen & Atkinson, 1974). Da das Konstrukt der Absorptionsfähigkeit aus faktorenanalytischen Untersuchungen hervorgegangen ist, entstand das Fragebogeninstrument zur Messung parallel. Die TAS besteht aus 34 Items, die als Selbstaussagen formuliert sind. In der ursprünglichen Version der TAS wurden die Items in einem dichotomen Format beantwortet. Die Probanden mussten angeben, ob eine Selbstaussage zutrifft oder nicht (Tellegen & Atkinson, 1974). Seit 1987 existiert jedoch eine überarbeitete Version, in der die Items auf einer fünf-stufigen Likert-Skala beantwortet werden. Auch die deutsche Übersetzung benutzt dieses fünfstufige Antwortformat (Ritz & Dahme, 1995). Die Items erfragen Erlebnisqualitäten und etwa ein Drittel der Items hat einen starken emotionalen Bezug (Hempel, 2003).

In einer Untersuchung mit einem Stichprobenumfang von $N = 2000$ Probanden analysierte Tellegen (1992) die Faktorenstruktur der Absorptionsfähigkeit. Mittels einer obliquen Rotation ließen sich sechs Faktoren extrahieren, die jedoch hoch miteinander korrelieren. Aus diesem Grund kann die Absorptionsfähigkeit als eindimensionales Konstrukt angesehen werden. Da die Faktoren in inhaltlich sinnvoller Weise die Items zusammenfassen, soll näher auf sie eingegangen werden, um die Facetten der Absorptionsfähigkeit zu beschreiben:

1. **Empfänglichkeit für ansprechende Reize** („Responsiveness to engaging stimuli“): Auf diesem Faktor laden Items, die ein intensives und emotionales Erleben von Natur oder Kunst beschreiben.
2. **Synästhesie** („Synesthesia“): Synästhesie bezeichnet das Phänomen modalitätsübergreifender Assoziationen von Sinneswahrnehmungen. Beispielsweise kann Musik als Farbmuster erlebt oder Gerüche mit Farben verbunden werden. Die Items dieses Faktors erfragen die Häufigkeit oder Intensität von synästhetischem Erleben.

3. **Erweiterte Wahrnehmung** („Enhanced cognition“): Dieser Faktor fasst Items zusammen, die Fragen zu außersinnlicher Wahrnehmung oder bildhaftem Denken beinhalten. Items zu außersinnlicher Wahrnehmung erfragen z. B. ob das Eintreffen einer Person schon vorher gespürt wird oder ob verbale Äußerungen schon vorher bekannt sind.
4. **Selbstvergessene Absorption** („Oblivious/dissociative involvement“): Hier werden speziell Zustände der Absorbiertheit abgefragt, wie sie beim Lesen eines Buches oder Betrachten eines Films auftreten können. Auch Items zum Tagträumen oder zur Selbstvergessenheit beim Musikhören laden auf diesem Faktor.
5. **Lebhaftes Erinnern** („Vivid reminiscence“): Die Lebhaftigkeit des Erinnerns steht im Zentrum der Fragen zu diesem Faktor. Beispielsweise wird erfragt, ob das Erinnern dem Wiedererleben von Szenen aus der Kindheit gleicht.
6. **Erweitertes Bewußtsein** („enhanced awareness“): Items dieses Faktors fragen, ob die Probanden mystische Erfahrungen gemacht oder veränderte Bewußtseinszustände erlebt haben.

In der Beschreibung der Faktoren zeigt sich bereits die Nähe der Absorptionsfähigkeit zu veränderten Bewußtseinszuständen. Die Faktoren decken ein großes Spektrum der charakteristischen Aspekte von veränderten Bewußtseinszuständen ab, so dass die inhaltliche Verbindung zu Trancezuständen offensichtlich ist (Ott, 2003b). Andere Untersuchungen sind zu sehr ähnlichen Ergebnissen gekommen. So konnte Jamieson (2005) in einer Faktorenanalyse mit obliquen Rotation fünf Faktoren isolieren. Diese Faktoren nannte er: „Synaesthesia“, „Altered States of Consciousness“, „Aesthetic Involvement in Nature“, „Imaginative Involvement“ und „Extra Sensory Perception“. Die Absorptionsfähigkeit lag diesen, aufgrund der obliquen Rotation wechselseitig korrelierenden, Faktoren als Primärfaktor zugrunde. Die Bezeichnungen der Faktoren in beiden Untersuchungen heben die Nähe des Konstruktes der Absorptionsfähigkeit zum Erleben veränderter Bewußtseinszustände deutlich heraus. So unterstreicht Jamieson (2005) die

Charakteristik der Absorptionsfähigkeit als Disposition zum Erleben von Zuständen der Absorbiertheit. Das „absorbiert sein“ ist ein Merkmal vieler veränderten Bewußtseinszustände, insbesondere von Trancezuständen (siehe Kapitel 2.3.1). So wurde der Zusammenhang zwischen der Absorptionsfähigkeit und dem pHGS-Wert des *Phenomenology of Consciousness Inventory* im Giessener ASC-Projekt mehrfach untersucht (Ott, 2003a, 2005a). Dabei zeigten sich jedoch keine einheitlichen Ergebnisse. Während sich in manchen Untersuchungen ein Zusammenhang nachweisen ließ (Hempel, 2003), trat er in anderen Studien nicht auf (Kozyra, 2002).

2.4.2 Neurobiologische Korrelate der Absorptionsfähigkeit

Seit der Entwicklung des Konstrukts im Jahre 1974 sind einige Studien durchgeführt worden, die den Zusammenhang der Absorptionsfähigkeit mit biologischen Merkmalen untersucht haben. Bereits in den Normierungsuntersuchungen zeigten sich Geschlechtsunterschiede in der Absorptionsfähigkeit. In der Untersuchung zur deutschen Version der TAS wurde ein Gesamtmittelwert von $M_{\text{ges}} = 60,05$ ($N_{\text{ges}} = 252$; $SD_{\text{ges}} = 19,98$) gemessen, wobei der Wert für Frauen bei $M_{\text{♀}} = 66,29$ ($N_{\text{♀}} = 121$; $SD_{\text{♀}} = 19,49$) und für Männer bei $M_{\text{♂}} = 55,37$ ($N_{\text{♂}} = 131$; $SD_{\text{♂}} = 19,91$) lag (Ritz & Dahme, 1995). Ein Geschlechtsunterschied fand sich auch in Studien zur Erbllichkeit. In einer Zwillingsstudie ($N = 4300$) konnten bei den männlichen Versuchspersonen 26% der Varianz durch genetische Einflüsse erklärt werden, bei den weiblichen Probanden sogar 44%. Dieser Unterschied in der Erbllichkeit war statistisch signifikant (Finkel & McGue, 1997). Für das verwandte Konstrukt der Selbst-Transzendenz, das häufig in molekulargenetischen Studien verwendet wird, zeigten sich mehrfach signifikante genetische Anteile in der Varianzaufklärung (Ott, 2007). Im Bereich der Molekulargenetik gibt es einen Befund, der zeigt, dass die Absorptionsfähigkeit mit dem Auftreten des T102C Polymorphismus korreliert. Dieser Polymorphismus beeinflusst die Bindungseigenschaften des 5-HT_{2a} Rezeptors, an dem unter anderem die halluzinogene Droge Lysergsäurediethylamid (LSD) ihre Wirkung entfaltet. Diese Droge löst intensive veränderte Bewußtseinszustände aus, die sich gut mit Eigenschaften der Absorptionsfähigkeit in Verbindung bringen lassen (Ott et al., 2005).

Einflüsse der Absorptionsfähigkeit finden sich auch in physiologischen Maßen. So ließen sich in verschiedenen Studien physiologische Maße der Stressreaktion durch die Absorptionsfähigkeit vorhersagen. In einer Studie von Zachariae und Kollegen (2000) trat ein Zusammenhang der Absorptionsfähigkeit mit der Veränderung der Herzraten-Variabilität, als physiologisches Maß für Stress, auf. Dieser Befund wurde in einer anderen Studie bestätigt, bei der die Veränderung des Cortisolniveaus als Maß für Stress diente (Ehrnrooth et al., 2002).

Die Verbindung zwischen der Absorptionsfähigkeit und der Reagibilität des kardiovaskulären Systems wurde im Giessener ASC-Projekt näher untersucht. In den bereits beschriebenen Untersuchungen zur Tranceinduktion mit einer Kippliege hatten die Probanden, deren Herzkreislaufsystem sensitiv auf die unterschiedlichen Versuchsbedingungen reagierte, eine höhere Absorptionsfähigkeit (Dietrich, 2000; Garmeister, 2000). Dieser Befund konnte in einer weiteren Studie repliziert werden, in der ein Maß für die Reagibilität des Herz-Kreislauf-Systems mit der Absorptionsfähigkeit korrelierte, welches sich aus der Korrelation der Power der Herzraten- und der Blutdruckvariabilität berechnete (Hülsmann, 2002). Ein weiteres Maß für die Reagibilität des kardiovaskulären Systems ist die Baroreflex-Sensitivität. Dieses Maß gibt an, wie gut der Baroreflex Blutdruckschwankungen über eine Veränderung der Herzrate ausgleicht. Da bei einer Senkung der Herzrate die Reflexschleife des Baroreflexes über den Nervus Vagus verläuft, ist die Baroreflex-Sensitivität ebenfalls ein Index für den vagalen Tonus (Hempel, 2003). Verschiedene Studien konnten zeigen, dass durch Hatha-Yoga Training der parasympathische Tonus angehoben wird (Bowman et al., 1997; Hempel, 2003). Ott (2003b) hat die Eignung des Konstruktes der Absorptionsfähigkeit zum Studium des Yoga herausgearbeitet, indem er zeigte, dass mit der Absorptionsfähigkeit viele Aspekte erfasst werden können, durch die sich veränderte Bewußtseinszustände auszeichnen, die mit Yoga hervorgerufen werden können. In einer Studie des Giessener ASC-Projektes sollte die Hypothese geprüft werden, ob durch Yoga Training gleichermaßen die Baroreflex-Sensitivität und die Absorptionsfähigkeit gesteigert werden. Diese

Annahme basierte auf Befunden, wonach eine Reizung der Barorezeptoren zu einer zentralnervösen Hemmung führt (Elbert & Schandry, 1998). Im Zusammenhang mit der Hypofrontalitätshypothese (Dietrich, 2003; siehe Kapitel 2.2.5) könnte eine solche Hemmung das Auftreten veränderter Bewußtseinszustände beim Yoga erklären. In der durchgeführten Studie zeigte sich ein statistisch signifikanter Anstieg der Baroreflex-Sensitivität, nicht jedoch der Absorptionsfähigkeit. Absorptionsfähigkeit und Baroreflex-Sensitivität korrelierten nach dem Training, signifikant miteinander, vor dem Training dagegen nicht. So liegt die Vermutung nah, dass Personen mit hoher Absorptionsfähigkeit stärker von einem Yoga Training profitieren, indem sich die vegetative Balance in Richtung des Parasympathikus verschiebt, was sich im Anstieg der Baroreflex-Sensitivität zeigt (Hempel, 2003).

Zustände der Absorption, wie etwa die Trance, zeichnen sich durch eine Veränderung in der Aufmerksamkeit aus. In einem Trancezustand ist die Aufmerksamkeit sehr stark fokussiert (siehe Kapitel 2.3.1). Um dieses Phänomen zu beschreiben kann das Konzept der Aufmerksamkeitsnetzwerke von Posner (1994, Posner & Petersen, 1990) zugrunde gelegt werden. In diesem Ansatz wird das Aufmerksamkeitssystem in drei unabhängige Subsysteme unterteilt. Diese Systeme sind funktionell unterschiedlich und repräsentieren verschiedene Arten von Aufmerksamkeitsprozessen, die Posner (1994) *Alerting*, *Orienting* und *Executive Control* nennt. *Alerting* bezeichnet die Art der Aufmerksamkeit, die benötigt wird, um bedeutsame Reize schnell zu erfassen und darauf zu reagieren. Dieses Netzwerk ist dafür zuständig einen Zustand der Wachsamkeit herzustellen und aufrechtzuerhalten. Das *Orienting*-Netzwerk dient der Orientierung. Es ist für die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf einen zu erwartenden Stimulus zuständig. Das dritte Netzwerk der exekutiven Kontrolle wird auch als *Conflict*-Netzwerk bezeichnet. Seine Funktion besteht in der Regulation von Gedanken, Emotionen und Verhalten (Posner & Rothbart, 1998). Die Aufgabe des *Conflict*-Netzwerkes besteht im Lösen von Konflikten, die zwischen gleichzeitig aktiven und miteinander konkurrierenden Prozessen im Gehirn bestehen. Diesen verschiedenen Aufmerksamkeits-Netzwerken werden verschiedene neuroanatomische

Strukturen zugeordnet (Posner & Rothbart, 2007). Während dem *Alerting*-Netz vorwiegend Strukturen im parietalen präfrontalen Kortex der rechten Hemisphäre zugerechnet werden, gehören zum *Orienting*-System Areale im parietalen Kortex, insbesondere werden der superiore Temporallappen und tempoparietale Verbindungen genannt. Dem *Conflict*-Netz wird vor allem der anteriore cinguläre Kortex zugeschrieben. Darüber hinaus gehören präfrontale Bereiche und der Thalamus zu diesem System. Das bei Zuständen der Absorption beanspruchte Aufmerksamkeitsnetzwerk ist das System der exekutiven Kontrolle. Denn Zustände wie die Trance zeichnen sich durch eine fokussierte Aufmerksamkeit aus, die es vermag, alle Störreize auszublenden.

In Zusammenhang mit dem Aufmerksamkeitsaspekt, der in der Absorptionsfähigkeit enthalten ist, gibt es eine Reihe interessanter Befunde. So konnte gezeigt werden, dass Probanden mit stark ausgeprägter Absorptionsfähigkeit besser in der Lage sind, kortikale Aktivierungs- und Hemmungsprozesse zu kontrollieren. In einer Untersuchung von Davidson, Schwartz und Rothman (1976) wurden Probanden sowohl visuell mit Lichtblitzen als auch taktil am Unterarm stimuliert. Ihre Aufgabe bestand darin, entweder die Lichtblitze oder die taktilen Stimulationen zu zählen. Mit zunehmender Schwierigkeit der Aufgabe differenzierten die EEG-Muster zwischen Probanden mit hoher und niedriger Ausprägung der Absorptionsfähigkeit. Bei der Aufmerksamkeitsaufgabe war der alpha-Anteil im EEG bei den Probanden mit hoher Ausprägung der Absorptionsfähigkeit stärker. Bei der kognitiven Aufgabe des Zählens lag der alpha-Anteil bei der einfachen Version unter dem der Gruppe mit niedriger Ausprägung und bei der schwierigen Aufgabe darüber. Diese Ergebnisse sprechen für eine flexiblere Nutzung der Aufmerksamkeitsressourcen bei Menschen mit stark ausgeprägter Absorptionsfähigkeit (Davidson, Schwartz & Rothman, 1976).

In einer weiteren EEG-Studie sollten sich Probanden emotionale Erlebnisse möglichst lebhaft ins Gedächtnis rufen. Das Auftreten von 40 Hz Aktivität über der linken oder rechten Hemisphäre wurde als erfolgreiches Imaginieren emotionaler Inhalte gewertet. Wobei davon ausgegangen wurde, dass eine Lateralisierung der Aktivität in Abhängigkeit von der Emotion auftritt. So sollen

negative Emotionen zu einer Aktivierung in der rechten Hemisphäre führen. Diese emotionsspezifische Lateralisierung trat nur bei Versuchspersonen mit hoher Absorptionsfähigkeit auf (De Pascalis, 1989; Ott, 2007).

In der Hypnoseforschung sind häufig Paradigmen aus der Aufmerksamkeitsforschung zur Anwendung gekommen, da auch hier die Veränderung der Aufmerksamkeit ein zentrales Charakteristikum ist (siehe Kapitel 2.2.5). Egner und Kollegen (2005) verwendeten in ihrer Studie den Stroop-Test zur Erforschung der Aufmerksamkeitseffekte bei der Hypnose. Hier zeigte sich, dass Probanden mit hoher Absorptionsfähigkeit die Aufgabe besser lösten als Probanden mit niedriger Absorptionsfähigkeit, wenn die Aufgabe nicht unter Hypnose zu lösen war. Unter Hypnose kam es zu keinen Gruppenunterschieden bezüglich der Leistung. Allerdings zeigten sich in diesem Fall Aktivierungsunterschiede im anterioren cingulären Kortex (ACC), der in der Konfliktbedingung des Stroop-Tests bei Probanden mit hoher hypnotischer Empfänglichkeit, einem der Absorptionsfähigkeit verwandten Konstrukt, stärker aktiviert war. Dies ist, nach dem Modell von Posner, die zentrale Struktur für die exekutive Kontrolle bei der Aufmerksamkeit (Raz & Shapiro, 2002). Die Rolle des ACC in der Absorption wird bestätigt durch eine Studie von Rainville und Kollegen (2002), die zwar nicht die Absorptionsfähigkeit erhoben haben, aber Zustände der Entspannung und der Absorption während Hypnose miteinander verglichen. In dieser Studie mit Positron-Emissions-Tomographie (PET), zeigte sich in der Absorptionsbedingung, in der Probanden nach einer Hypnoseinduktion angaben stark absorbiert zu sein, eine stärkere Aktivierung im ACC.

Zusammenfassend wird unter der Absorptionsfähigkeit eine Persönlichkeitseigenschaft verstanden, die die Disposition zum Erleben von Zuständen stark fokussierter Aufmerksamkeit beschreibt. Faktorenanalysen zeigten eine eindimensionale Struktur des Konstrukts. Dennoch lassen sich verschiedene Facetten isolieren, um die Absorptionsfähigkeit zu charakterisieren. Diese sind die Empfänglichkeit für ansprechende Reize, synästhetische Erfahrungen, erweiterte Wahrnehmung, selbstvergessene Absorption, lebhaftes Erinnern und erweitertes Bewußtsein. Diese Aspekte der

Absorptionsfähigkeit weisen eine inhaltliche Nähe zu den Merkmalen veränderter Bewußtseinszustände auf. Insbesondere zu den Phänomenen der fokussierten Aufmerksamkeit, wie sie bei der Trance eine Rolle spielen, gibt es zur Absorptionsfähigkeit empirische Befunde. Diese Befunde stützen die Annahme, dass Menschen mit einer starken Absorptionsfähigkeit ihre Aufmerksamkeit effizienter lenken können, als solche mit einer niedrigen Absorptionsfähigkeit. Bei Posners Modell der Aufmerksamkeitsnetzwerke lassen sich Verbindungen von der Absorptionsfähigkeit zu den exekutiven Kontrollsystemen ziehen. Für das exekutive Kontrollsystem existieren eine Reihe neurophysiologischer Befunde. Zentrale Struktur dieses Systems ist der ACC. Studien zu Aufmerksamkeit und Hypnose zeigten Aktivierungsunterschiede im ACC. Dies unterstreicht die Relevanz der Absorptionsfähigkeit bei der Induktion von veränderten Bewußtseinszuständen und bei der Formulierung von Hypothesen über die neurophysiologischen Grundlagen solcher Zustände.

2.5 Fragestellung und Hypothesen

Der gegenwärtige Stand der Forschung ermöglicht die Ableitung verschiedener Annahmen zum Erleben und den zugrunde liegenden neurophysiologischen Mechanismen von Trance. Diese Hypothesen werden im Folgenden formuliert und begründet.

Voraussetzung für die Untersuchung neurophysiologischer Mechanismen von Trance ist eine Induktionsmethode für diesen Bewußtseinszustand, die unter den gegebenen Laborbedingungen funktioniert. In der geplanten Studie soll die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) zur Anwendung kommen. Diese Methode erfordert von den Probanden während der Messung bewegungslos auf dem Rücken zu liegen. Außerdem wird während der Messung vom Kernspintomographen ein starker Lärm erzeugt. In den Voruntersuchungen des Giessener ASC-Projektes hatte sich gezeigt, dass Musik und Visualisierungen zur Trance-Induktion geeignet sind (Cramer, 2002; Föcker, 2002). Mit dieser Induktionsmethode steht eine Stimulation ohne körperliche Aktivität zur Verfügung. In einer Machbarkeitsstudie mit simulierten

Kernspin-Bedingungen in Bezug auf den Lärm und das Blickfeld konnte gezeigt werden, dass diese Induktionsmethode auch unter diesen Bedingungen funktioniert und für den Einsatz im Magnetresonanztomographen (MRT) geeignet erscheint (Kleinholdermann, 2002). So lautet die erste Hypothese:

I. Personen, die bei der Stimulation mit Musik und Visualisierungen Trancezustände erleben, erleben diese Trancezustände auch, wenn die Tranceinduktion während der funktionellen Messung im MRT erfolgt.

Wie im Kapitel 2.3.2 beschrieben wurde, steht mit dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) von Pekala (1991) ein Messinstrument zur Verfügung, um Bewußtseinszustände zu quantifizieren und obige Hypothese zu überprüfen.

Diese Hypothese ist erweiterbar. Die Vorstudien lieferten ebenfalls die Erkenntnis, dass nicht alle Probanden auf die Stimulation mit Musik und Visualisierungen ansprechen, sondern Gruppen von Respondern und Non-Respondern existieren. Aus der Beschreibung der Absorptionsfähigkeit in Kapitel 2.4 geht hervor, dass Personen mit einer hohen Ausprägung dieser Persönlichkeitseigenschaft in der Lage sind, sich dem Stimulationsmaterial in größerem Maße zu öffnen und dieses vermutlich intensiver wahrnehmen und verarbeiten. So kann in der zweiten Hypothese der Einflusses der Absorptionsfähigkeit festgehalten werden:

II. Personen mit hoher Absorptionsfähigkeit erleben intensivere Trancezustände bei der Stimulation mit Musik und Visualisierungen.

Es ist davon auszugehen, dass Musik und Visualisierungen einen stimulierenden Effekt haben. Um Musik als solche wahrzunehmen zu können, müssen die auditorischen Systeme im zentralen Nervensystem aktiviert werden. Ebenso sollten durch die Visualisierung die visuellen Systeme aktiviert sein. Als dritte Hypothese kann folglich formuliert werden:

III. Musik und Visualisierungen rufen eine sensorische Aktivierung in visuellen und auditorischen Kortexarealen hervor.

Sollen mit der dritten Hypothese die Effekte der Stimulation geprüft werden, so

wird nun auf die Effekte des veränderten Bewußtseinszustandes eingegangen. Dietrich (2003) hatte mit seiner Hypofrontalitätshypothese angenommen, dass die Informationsintegration im präfrontalen Kortex nicht mehr normal funktioniert. Dies äußert sich in einem Rückgang der Aktivierung in präfrontalen Arealen. Diese Annahme soll mit der vierten Hypothese in dieser Studie geprüft werden:

IV. Mit zunehmender Trancetiefe geht ein Aktivierungsrückgang in präfrontalen Kortexarealen, im Sinne einer transienten Hypofrontalität, einher.

Weiter bietet ein Gruppenvergleich zwischen den Respondern und den Non-Respondern die Möglichkeit, die neurophysiologischen Mechanismen noch genauer zu untersuchen, die bei einem Trancezustand aktiv werden. Ein wesentliches Merkmal der Trance ist die Veränderung der Aufmerksamkeit, die stark fokussiert wird (siehe Kapitel 2.3). Unterschiede in der Hirnaktivierung zwischen den beiden Gruppen sind also in Strukturen zu erwarten, die an der Aufmerksamkeitsregulation beteiligt sind. Eine wichtige Rolle spielt dabei der anteriore cinguläre Kortex (ACC) als zentrale Struktur des Aufmerksamkeitsnetzwerkes für die „exekutive Kontrolle“ (siehe Kapitel 2.4.3; Raz & Shapiro, 2002). Diesem Netzwerk obliegt die Steuerung der Aufmerksamkeit auf bestimmte Stimuli und das Ausblenden von Störreizen. Da der Aspekt der fokussierten Aufmerksamkeit Trancezuständen und Zuständen hypnotischer Trance gemein ist, können Befunde aus der Hypnoseforschung herangezogen werden, um diese Annahmen zu stützen. Egner und Kollegen (2005) konnten zeigen, dass bei hoch-hypnotisierbaren Probanden das Aufmerksamkeitsnetz für die exekutive Kontrolle unter Normalbedingungen effizienter funktioniert. Unter Hypnose zeigten hoch-hypnotisierbare Probanden eine stärkere Aktivierung des ACC, was auf den Widerspruch des Zustandes der hypnotischen Trance mit der Aufgabenanforderung zurückgeführt werden könnte. Eine Struktur, die an der Perzeption von Reizen beteiligt ist und die von höheren Strukturen, unter anderem den Aufmerksamkeitsnetzen, reguliert wird, ist der Thalamus. Auch hier zeigten Hypnosestudien, dass die Thalamusaktivität während hypnotischer Zustände zunimmt (Rainville et al., 2002; Raz & Shapiro, 2002). Aus diesen Überlegungen

lässt sich folgende Hypothese ableiten:

V. Responder auf die Tranceinduktion unterscheiden sich von Non-Respondern durch eine unterschiedliche Aktivierung der Strukturen, die an der Regulation der Aufmerksamkeit beteiligt sind. Insbesondere sind als Strukturen der ACC und der Thalamus zu nennen. Doch auch in Regionen des frontalen und parietalen Kortex, die zum Netzwerk der exekutiven Kontrolle gehören, kann es zu Unterschieden der Aktivierung während eines Trancezustandes kommen.

In der III. Hypothese ist die Annahme festgehalten, dass die Gruppe der Responder höhere Werte in der Absorptionfähigkeit aufweist als die Gruppe der Non-Responder. Ein anderer Aspekt der Absorptionfähigkeit ist die starke affektive Komponente des Erlebens (Tellegen, 1982). Entsprechend lässt sich die Erwartung formulieren:

VI. Responder auf die Tranceinduktion unterscheiden sich von Non-Respondern durch intensiveres und emotionaleres Erleben der Stimulation und zeigen daher eine stärkere Aktivität in den emotionsverarbeitenden Strukturen des limbischen Systems.

Der hierarchische Aufbau der Hypothesen, sowie die Zusammenhänge untereinander sollen in der Abbildung 2.4 noch einmal optisch veranschaulicht werden.

Die Ableitung der empirischen und statistischen Hypothesen aus den hier formulierten theoretischen Hypothesen erfolgt gemeinsam mit der Versuchsplanung im Methodenteil.

3 Methode

Im Methodenteil dieser Arbeit wird zunächst die Stichprobe beschrieben. Anschließend folgt eine Beschreibung des verwendeten Versuchsmaterials. Danach wird auf die peripher- und neurophysiologischen Messungen eingegangen. Worauf eine detaillierte Darlegung der Versuchsdurchführung erfolgt. Weiter wird das Versuchsdesign erläutert und auf die Strategie der Datenauswertung eingegangen. Schließlich werden aus den theoretischen Hypothesen empirische und statistische Hypothesen abgeleitet.

3.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen $N = 30$ Probanden teil. Die Zahl der weiblichen Versuchsteilnehmer betrug $N_{\text{♀}} = 25$ ($N_{\text{♂}} = 5$). Das durchschnittliche Alter lag bei $M_{\text{Alter}} = 23,5$ Jahren, die Spanne erstreckte sich von 20 bis 44 Jahren und die Standardabweichung betrug $SD_{\text{Alter}} = 5,8$ Jahre. Bei den Teilnehmern handelte es sich um Studierende der Psychologie der Universität Gießen. Ausgewählt wurden die Probanden nach festgelegten Kriterien aus den Teilnehmern zweier vorangegangener Untersuchungen (siehe Tabelle 3.1). In der ersten Studie wurde der Zusammenhang zwischen der Absorptionsfähigkeit und verschiedenen Aufmerksamkeitsleistungen untersucht. An dieser Untersuchung nahmen $N = 97$ Studenten der Universität Gießen teil ($N_{\text{♀}} = 80$; $N_{\text{♂}} = 17$). Das Durchschnittsalter der Probanden lag bei $M_{\text{Alter}} = 23,6$ Jahren ($SD_{\text{Alter}} = 4,8$ Jahre; Spanne: 17-43 Jahre). Im Rahmen dieser Untersuchung wurde der *Brief Symptom Inventory* (BSI) erhoben (Dietrich, 2004). Der Index diente als Auswahlkriterium für eine weitere Studie, in der Zusammenhänge zwischen der Absorptionsfähigkeit, der Baroreflex-Sensitivität und der Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen untersucht wurden. Probanden, die anhand der BSI-Werte als stark psychisch belastet eingestuft worden waren, wurden zu dieser zweiten Studie nicht eingeladen. So konnten für die zweite Studie $N = 52$ Probanden gewonnen werden ($N_{\text{♀}} = 44$; $N_{\text{♂}} = 8$). Das mittlere Alter betrug hier $M_{\text{Alter}} = 22,6$ Jahre ($SD_{\text{Alter}} = 5,1$ Jahre; Spanne: 18-43 Jahre) (Eckel, 2004). Aus dieser Stichprobe wurden die Probanden für die vorliegende Studie rekrutiert. Als Auswahlkriterium diente das Erleben der

Probanden während der Tranceinduktion. Die Tranceinduktion in der zweiten Studie erfolgte mit den gleichen Stimuli wie in der vorliegenden Studie. Die Stimuli wurden allerdings unter optimalen Bedingungen dargeboten und waren nicht durch den Lärm und das eingeschränkte Sichtfeld des MRT gestört. Anhand der Daten aus dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) wurde je eine Gruppe von Respondern ($N_{\text{res}}=15$) und Non-Respondern ($N_{\text{non}}=15$) auf die Tranceinduktion ausgewählt. Als Kriterium für die Zuordnung zu den Gruppen diente der *predicted Harvard Group Scale* (pHGS) Wert aus dem PCI als Maß für die erreichte Trancetiefe (siehe Kapitel 2.3.2). Ursprünglich war als Kriterium für die Non-Respondergruppe ein pHGS-Wert kleiner als fünf vorgesehen. Da nicht alle Probanden aus der vorherigen Untersuchung bereit oder in der Lage waren an diesem Experiment teilzunehmen, wurde der cut-off Wert für den pHGS auf $\text{pHGS} < 5,2$ angehoben. Die für diese Studie in Frage kommenden Responder mussten einen pHGS-Wert von größer als sechs aufweisen. Zusätzlich mussten ihre Absorptions-Verlaufszeichnungen im FABS Schwankungen von mindestens 40% zeigen, da Phasen tiefer und Phasen leichter Trance miteinander kontrastiert werden sollten.

Tabelle 3.1: Stichprobenkennwerte

Stufe	Stichproben- umfang	weiblich/ männlich		Alter	Standard- abweichung
		$N_{\text{♀}}$	$N_{\text{♂}}$		
1. Stufe	N = 97	$N_{\text{♀}}=80$	$N_{\text{♂}}=17$	M = 23,6	SD = 4,8
2. Stufe	N = 52	$N_{\text{♀}}=44$	$N_{\text{♂}}=8$	M = 22,6	SD = 5,1
3. Stufe	N = 30	$N_{\text{♀}}=25$	$N_{\text{♂}}=5$	M = 23,5	SD = 5,8

Als Teilnahmeanreiz für diese Studie konnten die Probanden zwischen € 10, einer CD mit den strukturellen Aufnahmen ihres Gehirns und 2 Versuchspersonenstunden wählen.

Vor dem Beginn des Experiments bekamen die Teilnehmer ein Informationsblatt vorgelegt, in dem über die Magnetresonanztomographie aufgeklärt und alle Kontraindikationen für eine Messung abgefragt wurden. Dieses Informationsblatt wurde von den Probanden unterschrieben, die damit die Richtigkeit ihrer Angaben und die Aufklärung über die Magnetresonanztomographie bestätigten (siehe Anhang).

3.2 Versuchsmaterial

Die benötigten Versuchsmaterialien lassen sich in die verwendeten Fragebögen und das Stimulusmaterial des Experiments unterteilen. Diese Materialien werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

3.2.1 Fragebögen

An dieser Stelle werden alle Fragebögen, die im Rahmen der Untersuchung eingesetzt wurden, näher beschrieben Fragebögen (siehe Anhang).

Tellegen Absorption Scale

Zur Bestimmung der Absorptionsfähigkeit wurde die deutsche Version der *Tellegen Absorption Scale* (TAS) von Ritz und Dahme (1995) verwendet. Dieser Fragebogen ist eng an das Original angelehnt und umfasst 34 Items. Die Items sind als Selbstaussagen formuliert und werden auf einer 5-stufigen Skala beantwortet. Die Quantifizierung der Absorptionsfähigkeit erfolgt durch die Addition der Itemwerte. Den Items sind aufsteigend die Werte null bis vier zugeordnet.

Für die deutsche Version des Fragebogens sind die psychometrischen Kennwerte von Ritz, Maß, Dahme und Richter (1993) bestimmt worden. Der Umfang der Normierungstichprobe betrug $N = 252$ Personen. Der TAS-Mittelwert dieser Stichprobe erreichte $M = 60,05$ ($SD = 19,98$). Bei der deutschen Version bestätigten sich die systematischen Geschlechtsunterschiede der Originalversion. Der Mittelwert der Frauen lag mit $M_{\text{♀}} = 66,29$ ($SD_{\text{♀}} = 19,98$; $N_{\text{♀}} = 121$) deutlich über dem der Männer $M_{\text{♂}} = 55,37$ ($SD_{\text{♂}} = 19,91$; $N_{\text{♂}} = 131$). Zur Bestimmung der Reliabilität und Validität wurden die Interne Konsistenz, die Split-Half Reliabilität, die Iteminterkorrelation und die Retestrelabilität berechnet. Die Interne Konsistenz betrug $\alpha = 0,89$ ($\alpha_{\text{♀}} = 0,88$; $\alpha_{\text{♂}} = 0,89$). Für die gesamte Stichprobe erreichten die Werte der Split-Half Reliabilität $r_{\text{SH}} = 0,88$ ($r_{\text{SH;♂}} = 0,87$ für Männer und $r_{\text{SH;♀}} = 0,86$ für Frauen). Die mittlere Iteminterkorrelation lag konsistent bei $r_{\text{Item}} = 0,20$. Bei einem Intervall von etwa einem Jahr zwischen den Messzeitpunkten betrug die Retestreliabilität $r_{\text{tt}} = 0,64$.

Tellegen (1992) hat die Faktorenstruktur der Absorptionsfähigkeit untersucht und dabei sechs miteinander korrelierende Faktoren gefunden (siehe Kapitel 2.4.1). Aufgrund der hohen Korrelationen der Faktoren untereinander kann bei der Absorptionsfähigkeit von einem eindimensionalen Konstrukt ausgegangen werden. Die Faktorenstruktur konnten in Untersuchungen mit der deutschen Version der TAS bestätigt werden (Herbst, 2007).

Phenomenology of Consciousness Inventory

Die deutsche Version des *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) wurde von Ott entwickelt (Rux, 2002). Beim PCI handelt es sich um ein Fragebogeninstrument, das im englischen Original von Pekala (1991) entwickelt wurde, um Bewußtseinszustände zu quantifizieren. Dabei lehnte sich Pekala an das dimensionale Modell des Bewußtseins von Tart an (Tart, 1980 und 1983; siehe Kapitel 2.1.1 und 2.3.2). Pekala hatte empirisch 26 Dimensionen zur Beschreibung von Bewußtsein bestimmt (Pekala, 1991, siehe Tabelle 2.1). Mit dem PCI werden diese Bewußtseinsdimensionen anhand von 53 Items abgefragt. Die Items beschreiben die beiden Pole eines Erlebniskontinuums. Auf einer sieben-stufigen Ratingskala gibt der Proband seine Position zwischen den beiden Polen an. Der PCI wird stets im Bezug auf eine definierte, vorangegangene Situation beantwortet. Die Methode, die dabei angewendet wird, ist die retrospektive Erlebnis-Erfassung (*retrospective phenomenological assessment*; Pekala, 1991). Auf diese Weise lässt sich der Bewußtseinszustand in einer bestimmten Situation messen. Außerdem besteht die Möglichkeit Vergleiche mit dem Bewußtseinszustand in einer Referenz- oder Baselinesituation vorzunehmen. Als eine solche Baselinesituation ist in dieser Untersuchung, in Anlehnung an andere Untersuchungen (Pekala, 1991; Rux, 2002), das einminütige, aufrechte, Sitzen mit geschlossenen Augen auf einem Stuhl verwendet worden.

Das Instrument beinhaltet einen Reliabilitätsindex, mit dessen Hilfe Probanden ausgeschlossen werden können, die nicht konsistent antworten. Dieser Index berechnet sich aus zehn Items, die paarweise nahezu identische Erfahrungen abfragen und unterschiedlich gepolt sind (Pekala, 1991; Rux, 2002).

Für diese Untersuchung ist der hypnoidale Punktwert, der aus den Antworten

des PCI bestimmt werden kann, von besonderem Interesse. Mit diesem Wert kann die Trancetiefe quantifiziert werden (siehe Kapitel 2.3.2). Der hypnoidale Wert sagt das Ergebnis für die *Harvard Group Scale of Hypnotic Suceptibility* aus den Dimensionen des PCI vorher. Aus diesem Grund wird der hypnoidale Wert auch als predicted Harvard Group Scale Score (kurz: pHGS-Wert) bezeichnet. Die Prediktionsgleichung ist von Pekala (1991) während seiner Normierungsuntersuchungen an einer Stichprobe von N = 375 Subjekten bestimmt worden. Auch in den Untersuchungen mit der deutschen Fassung des Fragebogens konnte gezeigt werden, dass anhand des pHGS-Wertes klar zwischen verschiedenen Situationen unterschieden werden konnte (Rux, 2002).

Was die Reliabilität des Instruments betrifft, so berichtet Pekala (1991) eine Interne Konsistenz von $\alpha = 0,82$ (Cronbachs Alpha). Bei der deutschen Version lagen die Werte hingegen deutlich niedriger ($\alpha = 0,69$). Dieser Unterschied wurde der mangelnden Motivation der Versuchsteilnehmer zugeschrieben. Beide Versionen zeichnen sich jedoch durch eine sehr gute diskriminante Validität aus. Somit verfügt das Messinstrument über eine gute Sensitivität für unterschiedlichen Bewußtseinszuständen (Rux, 2002).

Fragebogen zur Absorption

Der Fragebogen zur Absorption (FABS) ist im Laufe der Giessener ASC-Studien entwickelt worden. Die Intention bestand darin den Zustandsaspekt (stait) der Absorptionfähigkeit zu erfassen, die selbst eine Persönlichkeitseigenschaft (trait) ist. Die Absorptionfähigkeit beschreibt die Disposition Zustände des „absorbiert seins“ zu erleben (siehe Kapitel 2.4). Der FABS soll das „absorbiert sein“ in spezifischen Situationen, beispielsweise während einer Tranceinduktion oder einer Meditation, beschreiben.

Dazu ist der FABS in mehrere Abschnitte unterteilt. Zu Beginn wird der Zustand der Absorption kurz beschrieben, damit die Probanden nachvollziehen können, was abgefragt wird. Im ersten Teil des Fragebogens sollen die Versuchspersonen eine Verlaufszeichnung der von Ihnen erlebten Absorption anfertigen. Dafür steht ein vorgefertigtes Koordinatensystem mit Hilfslinien für die Absorptionstiefe zur Verfügung (siehe Abbildung 3.1).

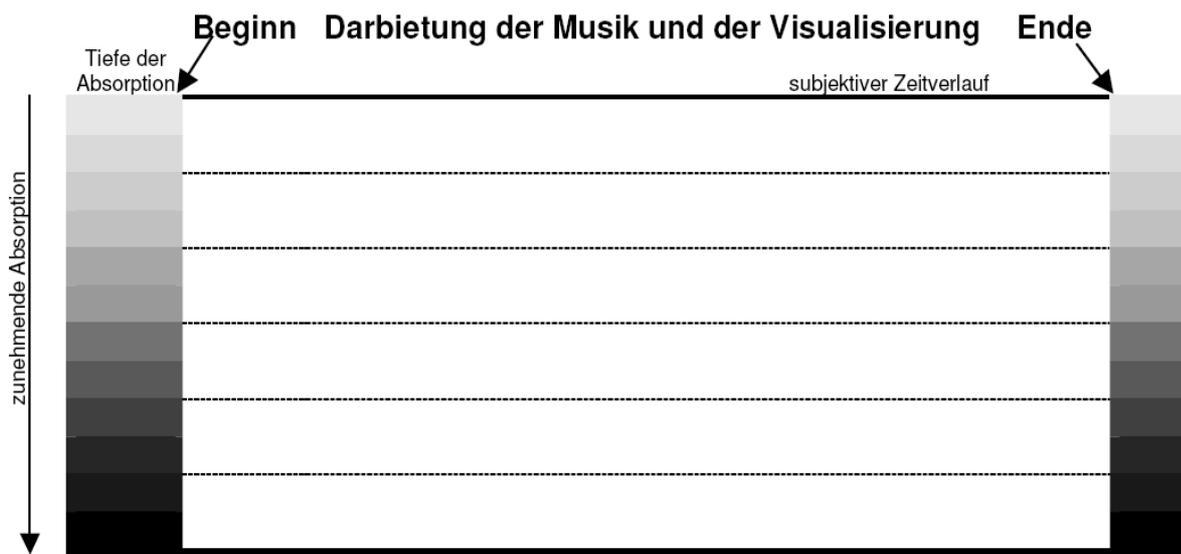


Abbildung 3.1: Vorgegebenes Koordinatensystem im FABS zur Erfassung der Trancetiefe anhand einer Verlaufszeichnung.

Die übrigen Abschnitte des FABS erfragen das Erleben während der Stimulation. Im ersten Block werden Fragen zu positiven Erfahrungen gestellt, die sich auf die Selbstwahrnehmung und das Erleben während der Stimulation beziehen. Dieser Abschnitt des Fragebogen beinhaltet zehn Items. Der zweite Block erfasst entsprechend die negativen Erfahrungen. Dabei wird Bezug auf körperliche Aspekte, Aufmerksamkeitseffekte und den Einfluss von Störreizen genommen. Dieser Abschnitt wird durch sechs Items abgedeckt. Alle Items dieser beiden Abschnitte sind als Selbstaussagen formuliert und auf einer fünfstufigen Skala mit den Ankerpunkten „gar nicht“ und „sehr gut“ zu beantworten. Es folgen vier Items zur Qualität der Darbietung und zwei Items zur Kontrollbedingung. Das Antwortformat für diese Items besteht ebenfalls in einer fünfstufigen Skala mit den Ankerpunkten „sehr schlecht“ und „sehr gut“. Abschließend gibt es im FABS noch die Möglichkeit individuelle Erfahrungen frei zu schildern.

Dieses Instrument ist bei mehreren Untersuchungen im ASC-Projekt verwendet worden und hat wichtige Hinweise für die Verbesserung der Stimulation geliefert. Außerdem ermöglicht es eine nähere Beschreibung des Absorptionsaspektes im Erleben während der Stimulation (Ott, 2003a und 2005a).

3.2.2 Stimulation im Magnetresonanztomographen

Da die Probanden sich im Magnetresonanztomographen (MRT) nicht bewegen können, musste eine dieser Bedingung angemessene Stimulation zur Tranceinduktion gefunden werden. In Voruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass bestimmte Musikstücke, gekoppelt mit optischen Visualisierungen, zur Tranceinduktion geeignet sind (siehe Kapitel 2.3.3; Cramer, 2002; Eckel, 2004; Föcker, 2002; Ott, 2003a). Bei dieser Vorgehensweise bleiben die Versuchspersonen passiv im MRT liegen und werden akustisch und visuell stimuliert. Die in dieser Studie verwendeten Stimuli haben sich in Voruntersuchungen als die am besten geeignetsten erwiesen (Cramer, 2002; Föcker, 2002). Bei der Musik handelte es sich um afrikanische Trommelmusik. Das gewählte Stück trug den Titel „Mama Bata“ und wurde einer CD entnommen (Frauen Trommeln; Sphinx, 1999; Heinrich Hugendubel Verlag; ISBN 3-89631-282-0). Die Visualisierungen wurden mit einer frei erhältlichen Software, dem Winamp Player, Version 2.74, generiert (www.winamp.com). Ausgewählt wurde eine Visualisierung mit dem Namen „Justin New Dynamics“. Diese ist über die genannte Internetseite frei erhältlich.

Um die 12 Minuten Stimulationsdauer zu erreichen, ist das Musikstück, das eine Dauer von 5:13 Minuten hat, in einer Schleife abgespielt worden. Da die generierten Visualisierungen bei jedem Abspielen leicht variieren, wurde ein Video angefertigt, damit alle Probanden identisch stimuliert werden konnten. Dieses Video wurde mit der Stimulationssoftware „Presentation“ (Neurobehavioral Systems, 2002) dargeboten. Das Programm konnte die Volumentrigger des MRT empfangen, so dass die Stimulation mit der Messequenz synchronisiert werden konnte. Die visuellen Stimuli wurden von einem Beamer auf eine durchlässige Projektionsfläche im MRT-Raum projiziert. Diese Fläche konnte der Proband über einen Spiegel sehen, der an der Kopfspule des MRT angebracht war (Abbildung 3.2). Die akustische Stimulation erfolgte über einen HiFi-Kopfhörer des Magdeburger Systems (Baumgart et al., 1998), der für die Verwendung im MRT präpariert war, indem die Permanentmagneten entfernt worden waren.

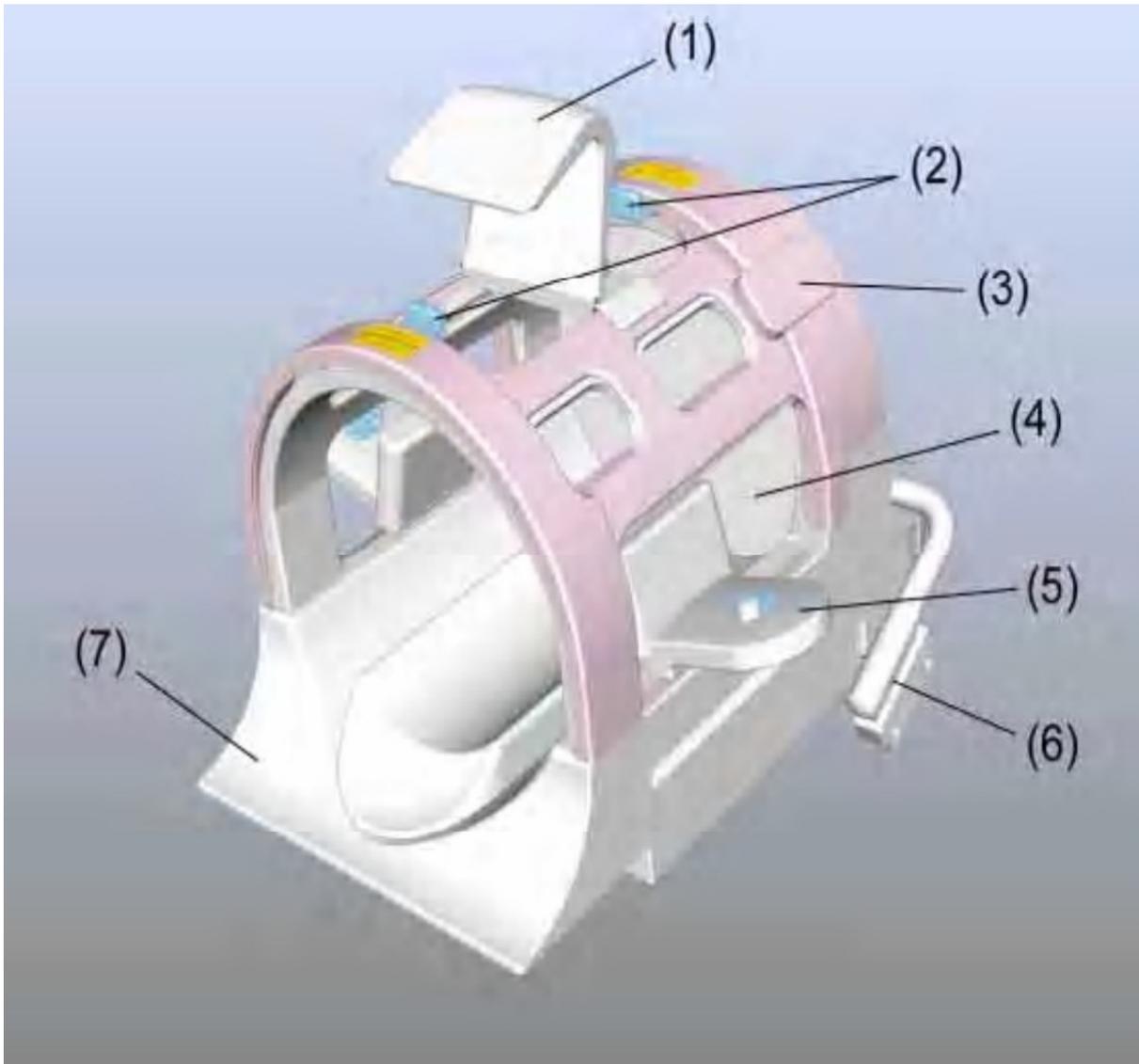


Abbildung 3.2: Kopfspule mit (1) Doppelspiegel, (2) Entriegelung, (3) CP Head-Array Oberteil, (4) HF Signalverstärker, (5) Abnehmbare Klemmbacken, (6) Spulenstecker und (7) CP Head-Array Unterteil

3.3 Physiologische Messungen

Abgesehen von der funktionellen Messung im MRT wurden peripherphysiologische Messungen während des Experiments durchgeführt. In diesem Abschnitt werden zunächst die peripherphysiologischen und anschließend die fMRT Messungen beschrieben.

3.3.1 Periphere Physiologie

Während der funktionellen Messung im MRT wurden verschiedene peripherphysiologische Maße erhoben: die elektrodermale Aktivität (EDA), die

Atmung, das Elektrokardiogramm (EKG) und der Fingerpuls.

Die Erhebung dieser Maße hatte explorativen Charakter. Es waren keine Hypothesen formuliert worden, die über diese Kennwerte geprüft werden könnten. Die Aufnahme dieser Signale basierte auf der Überlegung anhand der peripheren Physiologie nach einem objektiven Kriterium für Trancezustände zu suchen.

Sollte sich ein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Erleben und den peripheren Maßen finden, so kann die Zeitachse der subjektiven Verlaufszeichnungen aus dem FABS angepasst werden. Ein Merkmal veränderter Bewußtseinszustände ist eine verzerrte Zeitwahrnehmung (Farthing, 1992; Ludwig, 1990). Aus diesem Grund wurde angenommen, dass die geschätzte Dauer der Phasen tiefer oder leichter Absorption von den Probanden retrospektiv nicht richtig wiedergegeben wurde. Um die Phasen tiefer Absorption besser bestimmen zu können, sollen die Zeitintervalle mit Hilfe der EDA bestimmt werden. Dieses Vorgehen leitet sich aus Befunden ab, die zeigten, dass bei Zuständen der Absorbiertheit, wie etwa meditativen Zuständen, der Körper entspannt ist. Diese Entspannung lässt sich auf die Reduktion des sympatho-adrenergen Niveaus zurückführen (Ott, 2000). Die EDA wurde mit zwei Elektroden auf dem linken Handballen gemessen. Das System zur Messung der EDA wurde von Blecker und Kollegen (2001) am Bender Institute of Neuroimaging in Giessen für EDA Messungen während funktionellen MRT Messungen entwickelt. Die Daten wurden von einem Rechner aufgezeichnet, der die Volumentrigger des MRT empfangen konnte und so mit der Stimulation synchron war.

Der verwendete Magnetresonanztomograph (Siemens Symphony mit 1,5 T) bietet die Möglichkeit, die Atmung, das EKG und den Fingerpuls zu messen. Diese Maße wurden erhoben, um die Daten explorativ auswerten zu können. Die Atmung wurde mit einem Brustgurt erfasst, der über dem Rippenbogen angelegt wurde. Zur Messung des EKGs wurden vier Einwegelektroden auf der Brust der Probanden befestigt. Als Ableitungsposition wurden die 2. Ableitung nach Einthoven (Handbuch Siemens Symphony) gewählt, um die Kabel kurz zu halten und die Störungen des EKG-Signals durch das MRT zu minimieren. Zur

Messung des Fingerpulses wurde ein Infrarot-Clip am Mittelfinger der linken Hand angebracht.

Atmung, Fingerpuls und EKG wurden über den Konsolenrechner des MRT aufgezeichnet. Bei der Aufzeichnung der Daten wurde eine Datei erzeugt, die Trigger des Stimulationsrechners protokollierte. Mit der Hilfe dieser Datei können die physiologischen Signale den Phasen der Stimulation zugeordnet werden.

3.3.2 Strukturelle und funktionelle Magnetresonanztomographie

Die Messungen im MRT begannen mit einer „Localizer“ genannten Sequenz. Diese dauerte etwa 10 Sekunden. Sie bestand aus einer coronaren, einer sagitalen und einer transversalen Schichtführung. Anhand dieser Schichten kann die Lage des Probanden im MRT bestimmt werden und so die Schichtführung der nachfolgenden Sequenzen festgelegt werden.

Bei der strukturellen Messung, die routinemäßig vor dem eigentlichen Experiment durchgeführt wurde, handelte es sich um eine *magnetisation-prepared-rapid-gradient-echo-imaging* (mprage) Sequenz. Aus den Daten dieser Messung kann eine anatomische Abbildung des Gehirns erstellt werden. Die Parametereinstellungen für diese Messung waren folgende: Mit sagitaler Schichtführung wurden 160 Schichten gemessen. Die Dicke der Schichten betrug einen Millimeter und benachbarte Schichten überlappten sich um jeweils 10 Prozent. Das Sichtfeld (field of view, FoV) umfasste somit 100% des Gehirns. Der Kippwinkel (*flip angle*) betrug 15 Grad. Die Auflösung der einzelnen Schichten betrug 256 x 256 Voxel.

Für die funktionelle Messung während des Experiments wurde eine *echo-planar-imaging* (epi) Sequenz benutzt, bei der in einem Messvolumen 30 Schichten gemessen wurden. Die Messdauer für ein Volumen (*time of repetition*, TR) betrug 3000 Millisekunden. Die Schichtführung erfolgte transversal und absteigend. Es wurde ein Kippwinkel von 90 Grad verwendet. Die Dicke einer gemessenen Schicht betrug 4 Millimeter. Zwischen den Schichten bestand ein Abstand von einem Millimeter. Bei dieser Anordnung betrug das Sichtfeld 100% des Gehirns. Die Auflösung der Schichtbilder belief sich auf 64 x 64 Voxel.

3.4 Versuchsdurchführung

Aus der Probandengruppe der vorhergehenden Versuche wurden Probanden nach den oben beschriebenen Kriterien (siehe Kapitel 3.1) ausgewählt und telefonisch zur Teilnahme an dieser Studie eingeladen. In dem Telefongespräch wurde ein Termin für die Messung vereinbart. Zu der verabredeten Zeit kamen die Probanden ins Bender Institute of Neuroimaging (BION). Nach einer Begrüßung füllten sie zunächst ein Informationsblatt aus, in dem zum einen über die funktionelle Magnetresonanztomographie aufgeklärt wurde und zum anderen Kontraindikationen für eine Messung abgefragt wurden (das Informationsblatt ist im Anhang der Arbeit zu finden). Danach wurden die Probanden auf die Messung im MRT vorbereitet, indem der Versuchsleiter sicher stellte, dass sich keine losen Metallgegenstände mehr am Körper des Probanden befanden. Außerdem wurde den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben, vor der Messung noch einmal auf die Toilette zu gehen. Falls die Probanden eine Brille benötigten, um die visuelle Stimulation sehen zu können, wurden die passenden Linsen für ein kernspintaugliches Plexiglasgestell herausgesucht. Die Linsen können durch einen Klettverschluss an dem Gestell fixiert werden. Danach wurde den Versuchspersonen der genaue Ablauf der Messung, mit allen Vormessungen, erklärt. Anschließend erfolgte die Instruktion: Die Probanden wurden aufgefordert, möglichst entspannt im MRT zu liegen, der Musik zuzuhören und dabei die visuelle Stimulation zu betrachten. In der Kontrollbedingung sollte das dargebotene Fixationskreuz betrachtet werden.

Im Anschluss erfolgte die Positionierung der Probanden auf der Scannerliege. Zuerst wurden Einwegelektroden zur Ableitung des EKG angebracht. Um die Störungen des EKG-Signals gering zu halten, werden im MRT möglichst kurze Kabel verwendet, so dass die Elektroden auf dem Brustkorb angebracht werden müssen. Da die Versuchsteilnehmer vorwiegend weiblich waren, wurde das Experiment von einer weiblichen studentischen Hilfskraft begleitet, die diese Aufgabe übernahm. Danach wurde den Probanden ein Atemgurt zur Erfassung der Atemfrequenz und ein Infrarot-Finger-Clip zum Messen der Pulswelle angelegt. Die Vorrichtung zur Erhebung dieser

peripherphysiologischen Maße ist Teil der Ausstattung des verwendeten MRT. Der Atemgurt wurde über dem Rippenbogen angebracht, damit das Heben und Senken des Brustkorbes erfasst werden konnte. Die Übermittlung des Signals erfolgte über einen Luftleitungsschlauch. Der Finger-Clip zur Messung der Pulswelle wurde am Mittelfinger der linken Hand befestigt und mit Klebeband fixiert. Alle peripheren Messgeräte mussten an Steckern in der Fußleiste der Liege des MRT angeschlossen werden. Zusätzlich zu diesen, im MRT integrierten, peripheren Maßen wurde die elektrodermale Aktivität (EDA) erfasst. Dazu wurden zwei Elektroden an die linke Handfläche der Teilnehmer geklebt und mit dem EDA-Koppler, der sich ebenfalls in der Fußleiste der Liege befand, verbunden. Der EDA-Koppler ist an einen Aufzeichnungsrechner im Steuerraum angeschlossen. Nachdem alle peripherphysiologischen Messabnehmer angebracht waren, konnte der Proband auf die Liege des MRT gelegt werden. Dabei wurde darauf geachtet, dass der Kopf des Probanden im Erfassungsbereich der Kopfspule lag. Die Versuchsperson bekam einen Signalball für Notfälle auf den Bauch gelegt. Die Funktionsweise des Balles wurde erläutert und es wurde sichergestellt, dass der Ball von der Person leicht erreicht werden konnte. Anschließend wurde die Versuchsperson mit einer Wolldecke zugedeckt, damit sie nicht fror und das EDA-Signal stabil blieb. Um die akustische Stimulation und die Kommunikation mit dem Versuchsteilnehmer von der Steuerkonsole aus zu ermöglichen, wurden die Kopfhörerschalen des Magdeburger Lautsprechersystems über die Ohrmuscheln gelegt. Die Lautsprecherschalen wurden zudem leicht gegen den Kopf gepresst, um besser gegen den Lärm zu schützen und Bewegungsartefakte zu minimieren. Falls der Proband eine Brille benötigte, wurde an dieser Stelle die vorbereitete Ersatzbrille über den Augen platziert. Danach erfolgte die Anbringung der Kopfspule. Im Anschluss musste der Proband „eingemessen“ werden. Dazu wurde die Liege in eine Position gefahren, bei der die Position eines Lichtkreuzes genau auf dem Nasion der Versuchsperson war. Dadurch wird festgelegt, wie weit der Teilnehmer in die Röhre des MRT gefahren werden muss, um im Zentrum des Magneten zu liegen. Anschließend wurde der Spiegelaufsatz auf der Kopfspule

angebracht, der es dem Probanden ermöglicht über zwei Spiegel auf die Projektionsleinwand hinter dem MRT zu sehen (Abbildung 3.2). Nach diesen Vorbereitungen konnte die Liege in den MRT gefahren werden. Der Versuchsleiter verließ anschließend den Scannerraum, um über die Sprechanlage mit dem Probanden Kontakt aufzunehmen.

Bevor die Messungen begannen, wurde die Lautstärke für die akustische Stimulation den individuellen Bedürfnissen des Probanden angepasst. Dies geschah, indem der Lautstärkeregler der Stereoanlage, an die die Kopfhörer angeschlossen waren, entsprechend eingestellt wurde und der Proband über die Sprechanlage eine Rückmeldung geben konnte.

Während der Proband das Informationsblatt ausgefüllt hatte, waren die Aufzeichnungs- und Stimulationsrechner für die Messung vorbereitet worden. Die MRT-Messungen sowie die peripherphysiologischen Messungen wurden über den Konsolenrechner gesteuert. Über einen weiteren Rechner wurde die visuelle und akustische Stimulation abgespielt. Ein dritter Rechner wurde für die Aufzeichnung der EDA verwendet. Alle Rechner sind miteinander vernetzt, um Stimulation und Datenaufzeichnung synchron zu halten (Abbildung 3.3).

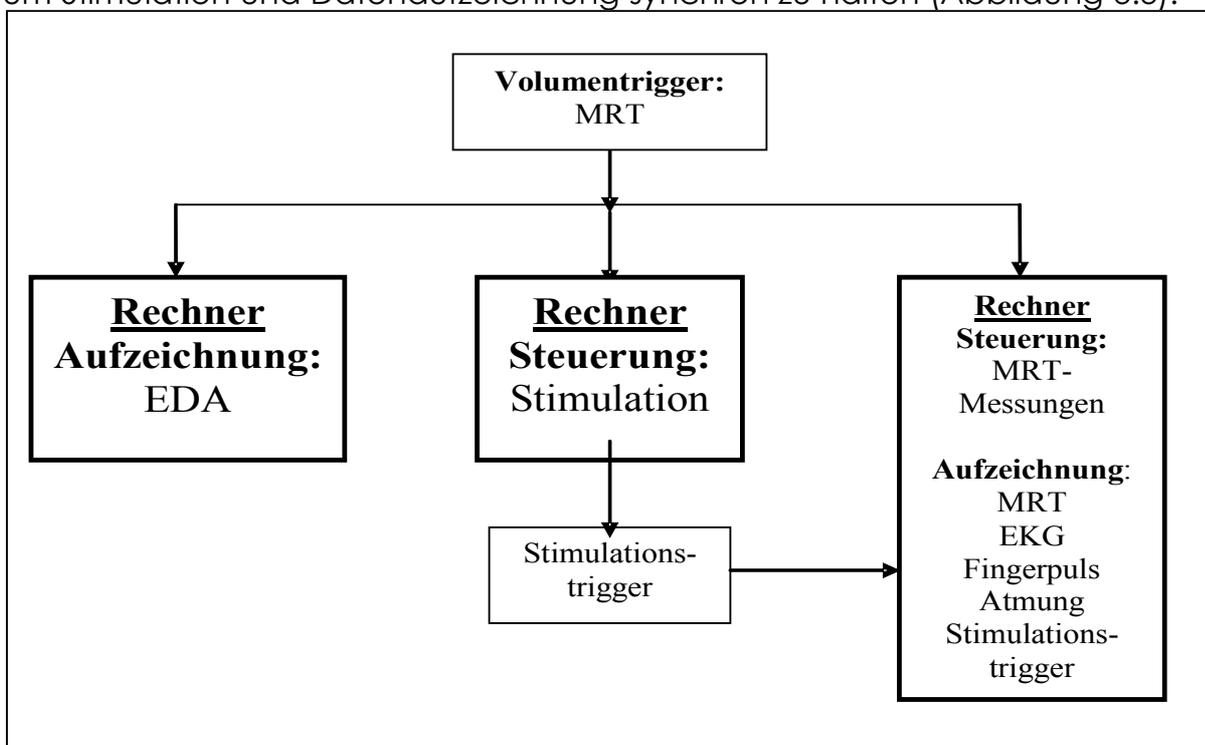


Abbildung 3.3: Schematische Darstellung der Verbindungen unter den Computern.

Vor Beginn des eigentlichen Experiments ist die Durchführung weiterer MRT-Messungen notwendig. Diese liefern Informationen für die Einstellung der anatomischen und der funktionellen Messsequenzen. Zunächst muss eine Lokalisierungsmessung durchgeführt werden. Diese Messung dauerte ungefähr 10 Sekunden. Dabei wird je eine Schicht des Kopfes in axialer, koronarer und sagitaler Orientierung aufgenommen, anhand derer die Schichtführung für die folgenden Messsequenzen feinjustiert wird. Im Anschluss folgte die anatomische Messung. Diese Messung dauerte etwa sechs Minuten. Während dieser Zeit wurde dem Probanden ein Film mit ansprechenden Unterwasseraufnahmen gezeigt, der mit Musik unterlegt war. Vor dem Experiment muss das Magnetfeld noch homogenisiert werden. Dies geschieht durch eine etwa 30 Sekunden lange Sequenz, dem sogenannten „shimming“. Vor dem Start der funktionellen Messung wurden der Stimulationsrechner und der EDA-Rechner vorbereitet und die Aufzeichnung der peripherphysiologischen Daten auf der Konsole gestartet. Zwischen diesen Vormessungen wurde immer wieder Kontakt mit dem Probanden aufgenommen und sich nach seinem Wohlbefinden erkundigt. Bevor das Experiment begann, wurde der Proband noch einmal gefragt, ob er die Instruktionen verstanden habe. Schließlich wurde die funktionelle Messung gestartet. Die Stimulation und die Aufzeichnung der EDA-Daten wurden programmgesteuert durch die Triggersignale des MRT ausgelöst. Die funktionelle Messung dauerte 18 Minuten und 30 Sekunden.

Nach der Messung wurde wieder über die Sprechanlage Kontakt aufgenommen und der Teilnehmer wurde darauf vorbereitet, dass der Versuchsleiter in den Scannerraum kam, um ihn aus dem MRT zu holen. Nachdem der Proband aus der Röhre gefahren worden war, wurden die Messgeräte abgenommen. Die Versuchsperson bekam Gelegenheit, sich mit Hygienetüchern die Körperstellen zu reinigen, an denen Elektroden angebracht waren.

Nach dem Experiment wurden erst der FABS und dann der PCI in Bezug auf die Tranceinduktion ausgefüllt. Danach befragte der Versuchsleiter die Probanden noch zu ihren Eindrücken während des Versuchs und klärte mit

ihnen die Art der Vergütung für ihre Versuchsteilnahme.

Nachdem der Versuchsteilnehmer gegangen war, wurden die Messdaten gesichert.

3.5 Versuchsdesign

Die formulierten Hypothesen stellen verschiedene Anforderungen an die Auswahl der Probanden. Um zeigen zu können, dass die Stimulation trotz der funktionellen Messung und des damit verbundenen Lärms im MRT funktioniert, mussten die Teilnehmer vorher bereits an einer Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen teilgenommen haben. So konnte das Erleben beider Induktionen miteinander verglichen werden. Damit die trancespezifischen Hirnareale isoliert werden konnten, war es notwendig, eine Gruppe von Personen, die auf die Induktion ansprachen (Responder), mit einer Gruppe von Personen, bei denen die Induktion keine Bewußtseinsveränderung herbeiführte (Non-Responder), zu vergleichen. Aus diesem Grund sind die Versuchsteilnehmer in dem oben beschriebenen Verfahren aus den Probanden der vorhergehenden Studien ausgewählt worden (siehe Kapitel 3.1).

Damit die Effekte der Stimulation aufgezeigt werden können, ist eine Kontrollbedingung notwendig, die nicht tranceinduzierend sein darf. Diese Kontrollbedingung muss der Experimentalbedingung physisch, d. h. im Bezug auf die Sinnesstimulation, möglichst ähnlich sein. So wurde als Kontrollbedingung ein Fixationskreuz gewählt, das von einem Kreis umgeben wurde (Abbildung 3.4). Der Radius des Kreises wurde über einen Zeitraum von drei Minuten linear kleiner. Diese Konstruktion schaffte eine visuelle Ähnlichkeit zur Experimentalbedingung. Bezüglich der akustischen Stimulation mussten bei der Kontrollbedingung keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, da der Lärm der funktionalen Messung auch in der Experimentalbedingung vorhanden war.

Das Experiment war so aufgebaut, dass während der funktionellen Messung zunächst für drei Minuten die Kontrollbedingung präsentiert wurde. Danach

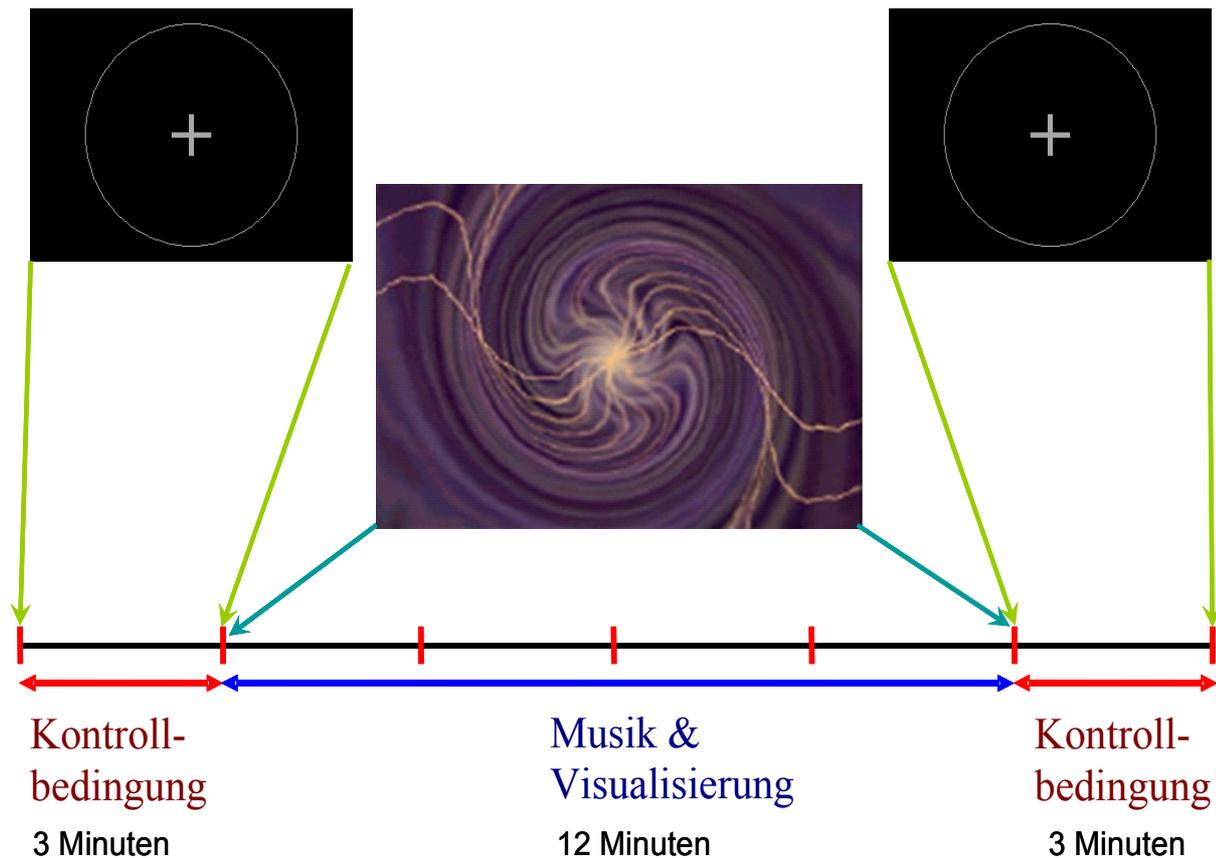


Abbildung 3.4: Versuchsablaufplan und Stimuli

erfolgte über zwölf Minuten die Tranceinduktion. Anschließend wurde die Kontrollbedingung ein weiteres Mal für drei Minuten dargeboten (Abbildung 3.4). Diese Abfolge wurde gewählt, da sich der Trancezustand langsam aufbaut und nicht plötzlich auftritt. So war die lange Stimulationsdauer für die Induktion notwendig. Die Kontrollbedingung wurde sowohl vor, als auch nach der Tranceinduktion dargeboten, um eventuelle Nachwirkungen der Trance isolieren zu können.

Durch die Einbeziehung von zwei Probandengruppen, den Respondern und den Non-Respondern, können weitere trancespezifische Informationen gewonnen werden. Die beiden Gruppen sind bezüglich ihrer Persönlichkeitseigenschaften und ihrer Aktivierungsunterschiede beim Tranceerleben vergleichbar.

3.6 Datenanalyse

In die Datenanalyse gingen nur reliable und vollständige Datensätze ein. Deshalb müssen vor der Datenanalyse alle Datensätze ausgeschlossen

werden, die unvollständig sind oder bei denen die funktionelle Messung fehlerhaft ist.

3.6.1 Fragebogendaten

Tellegen Absorption Scale (TAS)

Die Auswertung der TAS erfolgt durch Addition der Antwortwerte. Wobei den Antwortstufen auf der Skala Werte von Null, für „gar nicht“, bis 4, für „sehr gut“, zugeordnet werden.

Um die Werte zu bestimmen, wurden die Rohdaten in ein Tabellenkalkulations-Programm, wie etwa Excel aus der Microsoft Office Serie, eingegeben werden. Zur Auswertung wird der Summenwert über alle Items ausgegeben. Zur Berechnung der Ladungen auf den Faktoren der TAS werden die jeweiligen Items addiert und an ihrer Anzahl normiert.

Phenomenology of Consciousness Inventory (PCI)

Die Antworten des PCI werden auf einer siebenstufigen Skala gegeben. Jedes Ende der Skala wird durch einen Pol der jeweiligen Dimension festgelegt und die Versuchspersonen geben auf der Skala an, wo sie ihr Erleben zwischen den beiden Polen einordnen. Die Antworten auf der Skala werden von Null für den linken Pol bis sechs für den rechten Pol kodiert. Diese Rohdaten müssen zunächst in eine Tabelle übertragen werden. Der erste Schritt der Datenauswertung besteht darin, die Polungsrichtung der Items anzugleichen; denn 28 der 53 Items sind negativ gepolt. Die Umpolung erfolgt, indem der Itemwert von dem Maximalwert der Skala, sechs, abgezogen wird. Aus diesen umgewandelten Itemwerten können der Reliabilitätsindex, die Ausprägungen auf den Bewußtseinsdimensionen und der pHGS-Wert berechnet werden.

Zur Bestimmung des Reliabilitätsindex enthält der Fragebogen fünf Itempaare, die identisch, aber entgegengesetzt orientiert sind. Der Reliabilitätsindex prüft, wie stark die Antworten sich innerhalb der Itempaare unterscheiden. Dies geschieht, indem die Absolutbeträge der Differenzen der Antworten der Itempaare aufsummiert und an der Anzahl der Itempaare normiert werden. Ist dieser Wert größer als 2 gelten die Antworten als inkonsistent und es wird

empfohlen, die Probanden aus der Untersuchung auszuschließen (Pekala, 1991).

Die Ausprägungen der einzelnen Bewußtseinsdimensionen werden durch die Addition der richtig orientierten Itemwerte, normiert an der Anzahl der Items für die jeweilige Dimension, bestimmt. Dabei können Items durchaus mehreren Dimensionen zugehören, da Haupt- und Unterdimensionen existieren.

Der pHGS kann durch das Einsetzen der entsprechenden Dimensionsausprägungen in die Prädiktionsgleichung (siehe Kapitel 2.3.2) bestimmt werden.

Für die Auswertung des PCI liegt ein SPSS-Skript vor, mit dem die Berechnung der einzelnen Werte, nachdem die Daten in eine Tabelle eingegeben worden sind, vollständig automatisiert werden kann.

Fragebogen zur Absorption (FABS)

Beim FABS werden die verschiedenen Subskalen unabhängig voneinander ausgewertet, so dass es keinen Gesamtwert gibt. Die Items werden in allen Subskalen auf einer fünfstufigen Skala dargeboten. Den Stufen werden die Werte Null bis vier zugewiesen. Der Wert für die jeweilige Subskala ist der Mittelwert der Items der Subskala. Diese Werte können einfach mit einem Tabellen-Kalkulations-Programm bestimmt werden.

Aufwendiger ist die Parametrisierung der Verlaufszeichnungen. Um die Daten in eine digitale Form zu bringen, müssen mehrere Arbeitsschritte durchgeführt werden. Zunächst muss die Verlaufskurve auf eine weiße Fläche übertragen werden, da auf der Originalzeichnung Hilfslinien sind. Diese Hilfslinien können bei der Verarbeitung nicht von der Verlaufslinie unterschieden werden. Die bereinigte Verlaufskurve muss eingescannt werden. Mit dem Programm Tracer (Version 1.5) können die Verlaufszeichnungen parametrisiert werden. Dabei wird jeder Achse eine lineare Skala von 0 bis 100 zugrundegelegt. Die Ausgabe des Programms besteht in einer zweispaltigen Tabelle, die die Koordinaten von Punkten der Kurve enthält.

3.6.2 Physiologische Daten

An physiologischen Daten sind die peripherphysiologischen und die neurophysiologischen Daten während der Stimulation erhoben worden. Zentral für diese Arbeit ist die Auswertung der neurophysiologischen Daten. Die peripherphysiologischen Daten werden vornehmlich explorativ ausgewertet, um möglicherweise Hinweise über Zusammenhänge mit der Trancetiefe zu gewinnen.

Peripherphysiologische Daten

Bei der Messung der elektrodermalen Aktivität (EDA) ist allein das Niveau der Aktivierung von Interesse (*Skin Conductance Level*; SCL). Elektrodermale Reaktionen sind nicht von Bedeutung, da sie nicht spezifisch durch die Stimulation hervorgerufen werden. Die Auswertung der Spontanfluktationen zur Bestimmung der tonischen EDA-Reaktion ist für eine MRT-Messung nicht geeignet, da die Geräusche und Vibrationen der Messung eine eindeutige Identifikation der Spontanfluktationen nicht zulassen. Da in diesem Fall nur die Niveauveränderung des Signals von Interesse ist und nicht der Absolutwert wird mit dem unkorrigierten Messwert gearbeitet. Eventuell besteht die Möglichkeit, anhand der Niveauveränderungen der EDA die Absorptionsverläufe aus dem FABS zeitlich zu validieren. Dieser Idee liegt die Annahme zugrunde, dass mit der Trancetiefe auch die Entspannung zunimmt. Über den EDA-Level wird die sympathische Aktivität bestimmt, so dass eine niedrige Aktivierung mit größerer Entspannung in Verbindung gebracht werden kann, da das Erregungsniveau abgenommen hat.

Das EDA-Niveau wird kontinuierlich während der funktionellen Messung aufgezeichnet, wobei die Messung durch den ersten Volumen-Trigger des MRT gestartet wird. Die Abtastfrequenz des EDA-Signals beträgt 50 Hz. So lassen sich die EDA-Daten problemlos mit dem Versuchsablauf synchronisieren. Eine Weiterverarbeitung ist nicht nötig, da mit dem Niveau bereits das relevante Maß aufgezeichnet worden ist.

Die Messung der folgenden drei Signale erfolgt über im Scanner (Siemens Symphonie) vorgesehene Anschlüsse. Die Messung wird von Hand vor dem

Beginn der funktionellen Messung gestartet. Dabei werden vier Dateien angelegt. Je eine Datei für jedes Signal und eine Triggerdatei, die zum Synchronisieren der Aufzeichnungen mit der Stimulation dient. In dieser Datei werden mit einer Abtastrate von 200 Hz die eingehenden Trigger-Signale des Stimulationsrechners aufgezeichnet. Das Elektrokardiogramm (EKG) wird ebenfalls mit 200 Hz aufgezeichnet. Über einen integrierten Algorithmus erfolgt eine Identifikation der EKG-R-Zacken. Sobald eine R-Zacke erkannt wird, wird zusätzlich der Wert 5000 in die Protokolldatei des EKG geschrieben. Ähnlich wird bei der Aufzeichnung von Atmung und Fingerpuls verfahren. Hier beträgt die Abtastfrequenz der Signale jedoch nur 50 Hz. Nach jedem lokalen Maximum wird zusätzlich zum Signal der Wert 5000 in die Datei geschrieben, um das Ende der Einatmung oder das Maximum der Pulswelle zu markieren. Mit Algorithmen, die in der Programmiersprache Matlab (Mathwork Inc. Sherborn MA, USA) realisiert wurden, kann die Periodendauer jedes Atemzuges und jeder Pulswelle bestimmt werden. Aus dem EKG-Signal kann das Interbeat-Intervall der Herzschläge berechnet werden. Diese Informationen können vom Algorithmus aus der Anzahl der Abtastpunkte zwischen den Werten 5000 und der Abtastfrequenz gewonnen werden. Die Verläufe der Interbeat-Intervalle, der Puls- und Atmungsperiodendauern können graphisch dargestellt werden und, ebenso wie die EDA-Verläufe, mit den Absorptionsverläufen verglichen werden.

Neurophysiologische Daten

Die Auswertung der fMRT-Daten ist das Kernstück dieser Arbeit. Die Daten müssen zunächst aufbereitet werden (Preprocessing), um anschließend statistisch ausgewertet werden zu können. Die Bearbeitung der Daten erfolgt mit dem Softwarepaket SPM2 (Statistical Parametric Mapping 2; Wellcome Department of Cognitive Neurology). Mit diesem Programmpaket, das auf der Programmiersprache Matlab (Mathwork Inc. Sherborn MA, USA) beruht, kann sowohl das Preprocessing, als auch die statistische Analyse der Daten durchgeführt werden.

Die Aufbereitung der fMRT-Daten durch das so genannte Preprocessing dient der Verbesserung des Signal-Rauschen Verhältnisses. Beim Preprocessing soll

Varianz aus den Daten entfernt werden, die nicht durch die experimentelle Variation verursacht worden ist (Huettel, Song & McCarthy, 2004). Quellen solcher Varianz können Bewegungen des Probanden oder physikalische Phänomene während der Messung sein.

Die lange Induktionsphase und der erwartete kontinuierliche Aufbau des Trancezustandes haben verschiedene Implikationen, die eine spezielle Strategie des Preprocessings erfordern. Das gewählte Versuchsdesign und die charakteristischen Merkmale der Tranceinduktion müssen bereits bei der Vorverarbeitung der Daten berücksichtigt werden. Sonst würde Varianz, die auf die experimentelle Variation zurückzuführen wäre durch korrelierende Modellregressoren erklärt.

Da eine EPI-Sequenz mit absteigender Schichtführung verwendet wurde (nicht interleaved), ist beim Preprocessing zunächst die Bewegungskorrektur (spatial realignment) durchgeführt worden. Beim Realignment wurden die Schichten durch eine Interpolation (b-spline 3. Ordnung) ohne Fehleradjustierung korrigiert. Um die Suszeptibilitäts-Bewegungs-Interaktion ebenfalls zu korrigieren, wurde nach dem Realignment ein „Unwarping“ durchgeführt. Bei dieser Prozedur wird aus der Restvarianz nach dem Realignment und den während des Realignments geschätzten Bewegungen ein Deformationsfeld berechnet. Dieses Deformationsfeld erlaubt die Bereinigung der Daten um die Varianz der Suszeptibilitäts-Bewegungs-Interaktion. Die mit diesen beiden Rechenschritten um die Bewegungsvarianz bereinigten Rohdaten wurden zunächst abgespeichert, um als Datenbasis für den nächsten Vorverarbeitungsschritt zu dienen. Dieser Schritt ist die Erhebungszeitkorrektur (slicetiming). Da die Aufnahme eines gesamten Hirnvolumens $TR = 3$ Sekunden dauert, besteht zwischen den Aufnahmezeitpunkten der einzelnen Datenpunkte eine erhebliche Differenz. In dem der Auswertung zugrundeliegenden mathematischen Modell wird jedoch angenommen, dass ein Volumen zu einem einzigen Zeitpunkt aufgenommen wurde. Der aus dieser Ungenauigkeit resultierende Zeitfehler soll durch das slicetiming minimiert werden. Dazu werden Korrekturberechnungen durchgeführt, bei denen die mittlere (15.)

Messschicht als Referenzzeitpunkt gewählt wurde. An dieser Stelle erfolgte wieder eine Zwischenspeicherung der Daten. Als nächstes musste das individuelle Gehirn in einen Standardraum transformiert werden, um in nachfolgenden Analysen Gruppenvergleiche zu ermöglichen. Als Standard diente das Template des Montreal Neurological Institute (MNI-Standard Brain). Dieses Standardhirn ist aus 304 Gehirnen gemittelt worden. Die Größe und Ausdehnung des einzelnen Gehirns wurde mit nicht-linearen Basisfunktionen an das standardisierte Gehirn angepasst. Dieser Verarbeitungsschritt ist die räumliche Normalisierung. Zum Abschluss des Preprocessings wurden die Bilder zur Verbesserung des Signal/Rauschen-Verhältnisses mit einem Gauss-Filter von 8 mm FWHM (full width at half maximum) geglättet (smoothing). Durch das Glätten der Bilder soll die individuelle Variabilität, die nach der Normalisierung immer noch vorhanden ist, ausgeglichen werden. Damit die Voraussetzung der Normalverteilung für die späteren statistischen Analysen gewährleistet ist.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte ebenfalls mit dem Softwarepaket SPM 2. Die Grundlage der Datenanalyse bildet das allgemeine lineare Modell (ALM). Dabei wird zunächst ein ALM auf den Einzelfall jedes Teilnehmers angepasst. Das ALM bietet verschiedene Möglichkeiten weitere Varianz, die nicht auf die experimentelle Variation zurückzuführen ist, zu eliminieren. So kann die nach dem Realignment noch in den Daten verbliebene restliche Bewegungsvarianz durch die Aufnahme der, während des Realignment geschätzten, Bewegungsregressoren weiter vermindert werden. Bei den Bewegungsregressoren handelt es sich um sechs Vektoren, die die Bewegungen des Probanden während des Experiments beschreiben. Je drei dieser Vektoren repräsentieren Bewegungen entlang der Raumachsen und Rotationen um die drei Raumachsen. In dieser Studie ist jedoch auf die Aufnahme dieser Bewegungsregressoren verzichtet worden. Denn die Absorptionstiefeverläufe korrelieren massiv mit allen Bewegungsregressoren. Würden diese in das ALM aufgenommen, würde die experimentelle Variation in den Daten eliminiert.

Eine weitere Methode Fehlervarianz zu verringern, besteht darin, langsame

Drifts aus den Daten heraus zu filtern. Solche Drifts können beispielsweise durch den Magnetresonanztomographen selbst verursacht werden. Der empfohlene Wert für einen solchen Hochpassfilter beträgt die doppelte Länge des kürzesten Wiederholungsintervalls einer Bedingung. Im Fall der vorliegenden Studie müsste ein Wert für den Hochpassfilter gewählt werden (1440 Sekunden), der die Dauer des Experimentes weit übersteigt (1080 Sekunden). So besteht erneut das Risiko einer Korrelation mit den Trancetiefeverlauf. Deshalb wurde der Hochpassfilter nicht verwendet.

Um die hämodynamische Reaktion auf eine Stimulus besser zu modulieren und so leichter identifizieren zu können, kann eine Basisfunktion verwendet werden. In den meisten Fällen ist dies die *hemodynamic response function* (hrf), die den idealtypischen Durchblutungsverlauf nach neuronaler Aktivität repräsentiert. Im vorliegenden Design ist nur an zwei Stellen eine solche hämodynamische Reaktion zu erwarten: Beim Wechsel der ersten Kontrollphase auf die Tranceinduktion und beim Wechsel nach der Induktion auf die zweite Kontrollphase. Zwischen einzelnen Abschnitten der Tranceinduktion erfolgt kein Wechsel in der Stimulation, so dass keine hämodynamische Reaktion zu erwarten ist. Aus diesem Grund sind für jeden Probanden zwei Modelle erstellt worden. In dem ersten Modell (Modell 1) ist die hrf als Basisfunktion verwendet worden. So konnten die Kontraste zwischen der Induktionsbedingung und den Kontrollbedingungen geschätzt werden. Während in diesem Modell nur sehr grob die Aktivierungsunterschiede zwischen der Induktion und der Kontrollbedingung isoliert werden können, sollten im zweiten Modell (Modell 2) die spezifischen Aktivierungsänderungen, die mit der Veränderung des Bewußtseinszustandes einhergehen, identifiziert werden. Dazu wird im Modell 2 nur die Phase der Tranceinduktion verwendet. Die einzelnen Meßvolumina werden mit den Absorptionstiefe-Werten aus der Verlaufszeichnung des FABS korreliert. Dieses Vorgehen wird parametrische Modulation genannt. Dazu sind die Absorptionstiefewerte entsprechend der TR parametrisiert worden. Falls die explorative Analyse der peripheren Maße zu Ergebnissen führt, sind diese anstelle der subjektiven Absorptionstiefe verwendbar. Mit dem Modell 2 sind so die Strukturen identifizierbar, deren

neuronale Aktivität mit dem Absorptionsverlauf korreliert. Hier ergeben sich zwei relevante Kontraste. Die positive Korrelation zwischen Aktivierung und Absorptionstiefe und die negative Korrelation der beiden Größen miteinander. Bei der positiven Korrelation werden jene Areale identifiziert, deren Aktivierungsniveau mit zunehmender Absorption ansteigt. Entsprechend isoliert die negative Korrelation Strukturen, in denen die Aktivierung mit zunehmender Absorption abnimmt. Diese Modellierung erlaubt es, auf eine Modellierung der BOLD-Response mittels einer hrf zu verzichten.

Die durch diese Modelle geschätzten Kontraste wurden individuell für jeden Probanden berechnet. Deshalb wird hier von First-Level-Analyse und einem Fixed-Effect-Modell gesprochen. Um eine Gruppenstatistik (Second Level Analyse und Random-Effekt-Modell) zu berechnen, werden die Kontrastbilder der einzelnen Personen aus der First-Level-Analyse in einer Random-Effekt-Analyse zu Kontrastbildern für Gruppen verrechnet. Diese Analyse kann ebenfalls mit SPM 2 durchgeführt werden. Grundlage für diese Analyse ist die Random-Field-Theorie, bei der die verwendeten t-Tests an der räumlichen Autokorrelation eines Gauß'schen Zufallfeldes angepasst werden (Frackowiak et al., 1991). So kann die Korrektur der Signifikanzgrenze für multiples Testen über die Resolution Elements (RESEL) der Random Field Theorie vorgenommen werden. Dieses Vorgehen ist besser geeignet als die in diesem Fall viel zu strenge Bonferroni-Korrektur.

Für die statistischen Analysen wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ bei *Family Wise Error* (FWE) korrigierten p-Werten festgelegt. In der Ganzkopfanalyse wird auch die *False Discovery Rate* (FDR) Korrektur auf Voxel Ebene zugelassen. Die kleinste zugelassene Clustergröße wurde auf $k = 5$ festgelegt. Die hypothesengeleitete Prüfung von Aktivierungsunterschieden in spezifischen Arealen (*Region of Interest*, ROI) erfolgte im Anschluss an die explorative Ganzkopfanalyse, indem eine Maske mit der entsprechenden Hirnregion benutzt wurde und die statistische Analyse in diesem eingeschränkten Datenraum durchgeführt wurde.

3.6.3 Region of Interest (ROI) Analysen

Um die Teststärke zu erhöhen, kann mit den *Region of Interest* (ROI) Analysen

der Suchraum der gemessenen fMRT Volumen eingeschränkt werden. Voraussetzung hierfür ist ein hypothesengeleitetes Vorgehen. Eingeschränkt wird der Suchraum mittels einer Maske, in welcher jene Voxel kodiert werden, die den Suchraum ausmachen. Eine Software mit deren Hilfe Masken erstellt werden können, ist MARINA (Masks for Regions of Interest Analysis; Walter et al., 2003). Dieses Programm enthält vorgefertigte Masken für viele anatomische Strukturen. Zur Auswertung der Daten wird festgestellt, in welcher MARINA-Maske die intendierten Strukturen liegen und diese Maske wird dann für die ROI Analyse verwendet. Hypothesen bestehen hinsichtlich des visuellen und auditiven Systems, sowie für die Areale der emotionalen Verarbeitung, der exekutiven Kontrolle und des präfrontalen Kortex.

Das visuelle System

Das visuelle System erstreckt sich von der Retina über den Sehnerv und das Chiasma opticum zu den Nuclei des geniculatum laterale im Thalamus. Von dort ziehen die Bahnen in den primären und sekundären visuellen Kortex (Zilles, 1993). An dieser Stelle sind nur die sensorischen Kortexareale von Interesse. Der visuelle Kortex macht etwa ein Drittel des menschlichen Kortexes aus (Watson, 2000). Diese Areale liegen im okzipitalen Bereich. Für die genaue Beschreibung gibt es verschiedene Bezugssysteme. Eine grobe Einteilung unterscheidet in den primären visuellen Kortex, der in den anatomischen Regionen des striatalenen oder calcarinen Kortex liegt. Der sekundäre visuelle Kortex (auch visueller assoziations Kortex) befindet sich im extrastriaten Kortex. Eine genauere funktionelle Einteilung unterteilt in die visuellen Areale V1 bis V5. Für die Erstellung von Masken ist es notwendig festzustellen in welcher der angebotenen Masken von MARINA diese Areale liegen. Die MARINA-Masken sollen dann für die ROI-Analysen verwendet werden. In der mit Gyrus occipitalis superior bezeichneten Maske liegen Teile des sekundären visuellen Kortex. Gleiches gilt für die Maske Gyrus occipitalis medialis. Wohingegen der Bereich Gyrus occipitalis inferior eher dem primären visuellen Kortex zuzurechnen ist. Weitere Teile des primären visuellen Kortex erstrecken sich über Teile der Masken des Gyrus fusiformis und des Gyrus lingualis. Die Maske des Cuneus erstreckt sich über den primären und

sekundären visuellen Kortex (Afifi & Bergman, 1998; Watson, 2000). Die Masken sind für beide Hemisphären getrennt, da Masken über nicht zusammenhängende Gebiete die statistische Auswertung beeinträchtigen. So gibt es insgesamt zwölf Masken für den visuellen Kortex.

Das auditive System

Das auditive System lässt sich in den primären auditiven Kortex und den auditiven Assoziationskortex unterteilen (Zatorre & Binder, 2000). Diese Areale befinden sich entlang des Gyrus temporalis transversalis oder des Heschelschen Gyri (Afifi & Bergman, 1998). Für diese Struktur existiert eine MARINA-Maske. Mit den Masken Gyrus temporalis superior, medialis und inferior, sowie dem temporalen Pol aus MARINA werden die weiteren primären und assoziations-Areale abgedeckt. Dort fallen die Brodmann Areale 22, 24 und das Wernicke-Areal hinein (Afifi & Bergman, 1998 ; Zatorre & Binder, 2000; Zilles, 1993). Damit gibt es für die auditiven Areale zehn Masken, da die Auswertung für beide Hemisphären getrennt durchgeführt werden muss.

Das Emotionssystem

Das Emotionssystem ist sehr komplex. Für die vorliegende Untersuchung sind aus diesem System nur die Strukturen von Bedeutung, an denen die Intensität emotionalen Erlebens abgelesen werden kann. Dies sind die Amygdala und der insuläre Kortex. Der Amygdala wird eine Rolle bei der Relevanzbewertung zugeschrieben. Die Insula wird mit der Erlebensintensität in Verbindung gebracht. Zu beiden Strukturen existieren spezielle MARINA-Masken.

Exekutive Kontrollstrukturen

Die Hypothese zur exekutiven Kontrolle bezieht sich auf die Aufmerksamkeitsnetzwerke nach Posner (Posner, 1994; Posner et al., 2006). Für das Netzwerk der exekutiven Kontrolle werden die Strukturen des anterioren cingulären Kortex und des Thalamus als zentral angegeben. Für beide Strukturen gibt es MARINA-Masken, die in dieser Studie Verwendung finden.

Der präfrontale Kortex

Masken für den präfrontalen Kortex werden gebraucht, um die Hypofrontalitätshypothese (Hypothese IV) zu prüfen. Diese Hypothese geht auf ein Konzept von Dietrich (2003) zurück. Allerdings macht Dietrich keine präzisen Angaben über relevante Areale für sein Modell. Er bezieht sich auf den gesamten präfrontalen Kortex und nennt dazu alle Regionen vor der Zentralfurche. Eine grobe Unterscheidung wird in die Bereiche dorsolateraler und ventromedialer Präfrontalkortex gemacht. Aber auch hier sind seine Angaben vage (Dietrich, 2003). Aus diesem Grund werden zunächst alle Masken für den präfrontalen Kortex verwendet, die in MARINA angeboten werden. Wegen der Größe des präfrontalen Kortex gibt es so dreizehn Masken pro Hemisphäre.

Drei dieser Masken bilden den Bereich des inferioren präfrontalen Gyrus ab. Diese Masken sind nach ihrer Lage als Gyrus inferior opercular, Gyrus inferior orbitalis und Gyrus inferior triangularis benannt. Der mediale Bereich wird durch die Masken Gyrus frontalis medialis und Gyrus frontalis medio-orbitalis abgedeckt. Entsprechend repräsentieren die Masken Gyrus frontalis superior, Gyrus frontalis superior-medial, gyrus frontalis superior-medial-orbital und Gyrus frontalis superior-orbitalis den superioren Bereich. Darüber hinaus gibt es Masken für den Gyrus rectus, den olfaktorischen Kortex, die Lobuli paracentrali und das supplementäre motorische Areal.

3.7 Hypothesenprüfung

Zum Abschluss des Einleitungsteils dieser Arbeit (Kapitel 2.5) sind sechs Hypothesen aus den theoretischen Grundlagen und empirischen Befunden der bisherigen Forschung abgeleitet worden. Aus diesen Hypothesen sollen nun empirische und statistische Aussagen abgeleitet werden, mit denen die Annahmen überprüft werden können.

3.7.1 Hypothese I

In der ersten Hypothese wird die Annahme formuliert, dass Trancezustände auch während einer funktionellen Messung im MRT erlebt werden können.

Speziell gilt die Annahme für Personen, die auf eine Induktion mit Musik und Visualisierungen ansprechen. Alle Probanden, die an der Messung im Magnetresonanztomographen teilgenommen haben, waren bereits Teilnehmer an einem früheren Experiment, bei dem die Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen durchgeführt wurde (siehe Kapitel 3.1). Zur Quantifizierung der Trancetiefe wird der pHGS-Wert aus dem PCI verwendet (siehe Kapitel 2.3.2). Laut Pekala (1991) kann bei pHGS-Werten größer als fünf von einem moderaten und bei Werten ab sieben von einem starken Trancezustand gesprochen werden.

Als empirische Annahme ergibt sich folglich, dass bei Versuchsteilnehmern, die unter optimalen Bedingungen pHGS-Werte größer oder gleich fünf erreicht haben, pHGS-Werte größer oder gleich fünf auch nach der Induktion im MRT auftreten. Zur statistischen Prüfung wird die Korrelation der pHGS-Werte von der Induktion unter optimalen Bedingungen und der Induktion im MRT berechnet.

3.7.2 Hypothese II

In der zweiten Hypothese soll geprüft werden, ob Personen mit hoher Absorptionsfähigkeit intensivere Trancezustände erleben. Die Absorptionsfähigkeit wird über die TAS und die Trancetiefe über den pHGS-Wert des PCI erfasst. Zur statistischen Bestätigung der Hypothese muss die Korrelation zwischen den beiden Werten signifikant sein.

3.7.3 Hypothese III

In der dritten theoretischen Hypothese wird angenommen, dass die Stimulation mit Musik und Visualisierungen eine sensorische Aktivierung in visuellen und auditorischen Kortextarealen hervorruft. Empirisch bedeutet dies, dass die Aktivierung in diesen Arealen während der Induktionsphase stärker ist, als während der Kontrollphasen. Der Aktivierungsunterschied zwischen diesen Phasen ist als Kontrast *stimulationGRfixation* im Modell 1 berechnet worden. Ob die Aktivierungsunterschiede statistisch signifikant sind, kann über einen Einstichproben t-Test geprüft werden. Anhand der Talairach-Koordinaten der Voxel, die Aktivierungsunterschiede zwischen den

Bedingungen aufweisen, kann die entsprechende Hirnstruktur identifiziert werden. Hypothesengeleitet werden bei dem beschriebenen second Level Kontrast ROI-Analysen mit den Masken für die sensorischen Areale des visuellen und auditiven Systems durchgeführt.

3.7.4 Hypothese IV

In dieser Hypothese wird das Modell von Dietrich (2003) geprüft. Dieser hatte in seiner „Hypofrontalitätshypothese“ angenommen, dass die Aktivierung in den höheren Verarbeitungsarealen des präfrontalen Kortex während eines veränderten Bewußtseinszustandes abnimmt. Auf der intraindividuellen Ebene des first Level sind die Strukturen identifiziert worden, deren Aktivierung mit der Abnahme der Absorptionstiefe zunahm. Im Modell 2 besorgt dies der Kontrast `negKorr_Aktivierung_Absorptionstiefe`. In diesem Kontrast wird geprüft welche Regionen negativ mit dem Absorptionstiefeverlauf korrelieren. Diese first Level Kontraste werden zunächst über einen Einstichproben t-Test zusammengefasst. So lassen sich generelle Aussagen über die Tranceinduktion treffen, wie sie in der Hypothese zunächst formuliert wurden. Ob sich Gruppenunterschiede bezüglich des Tranceerlebens zeigen soll durch eine Regressionsanalyse der Kontraste mit den pHGS-Werten untersucht werden.

Zur Prüfung der Hypothese werden mit den Second Level Kontrasten Region of Interest Analysen mit den Masken der interessierenden Strukturen des präfrontalen Kortex durchgeführt.

3.7.5 Hypothese V

In der fünften Hypothese wurde ein Gruppenunterschied zwischen den Respondern und den Non-Respondern auf die Tranceinduktion bezüglich der Hirnaktivierung formuliert. Insbesondere sollten sich Unterschiede in Strukturen zeigen, die an der Regulation der Aufmerksamkeit und der exekutiven Kontrolle beteiligt sind.

Um diese Hypothese zu prüfen, müssen zunächst die Aktivierungen während eines Trancezustandes identifiziert werden. Dies kann über die Kontraste auf dem First Level geschehen, die im Modell 2 spezifiziert wurden. Die Phasen

tiefer und leichter Trance können individuell anhand der Verlaufszeichnungen des FABS bestimmt werden. Die entsprechenden Kontraste werden dann auf dem Second Level mit den Trancetiefewerten des *Phenomenologie of Consciousness Inventory* regressionsanalytisch ausgewertet. Mit diesem Kontrast des Modell 2 werden die Regionen isoliert, deren Aktivierung mit der Absorptionstiefe positiv korreliert. Durch die Regression der Kontraste auf den pHGS-Wert lassen sich dann die Unterschiede für die interindividuelle Ebene feststellen. Für Strukturen der exekutiven Kontrolle, in denen Unterschiede erwartet wurden, sind ROI-Analysen durchgeführt worden.

3.7.6 Hypothese VI

Wie in der V. Hypothese werden in der VI. Hypothese Gruppenunterschiede zwischen den Respondern und den Non-Respondern erwartet. Dieses Mal jedoch hinsichtlich der emotionsverarbeiteten Strukturen. Die Prüfung dieser Hypothese wird analog zur Prüfung der V. Hypothese durchgeführt. Anschließend werden ROI-Analysen mit den Masken der Strukturen des emotionalen Systems durchgeführt.

4 Ergebnisse

Im Ergebnisteil werden zunächst die Eckdaten der Stichprobe aktualisiert, da zwei Probanden nicht in die Auswertung einbezogen werden konnten. Im Anschluss wird die Gruppeneinteilung in Responder und Non-Responder auf die Tranceinduktion behandelt. In diesem Kontext wird die erste Hypothese statistische geprüft. Danach werden die Fragebogendaten dargestellt. Die Ergebnisse aller Fragebögen sind deskriptiv für die Gesamtgruppe und die beiden Subgruppen aufbereitet. Gruppenunterschiede werden dort, wo keine expliziten Hypothesen formuliert worden sind, als Effektstärken berichtet. Die Auswertungsergebnisse der peripherphysiologischen Daten werden in Hinsicht auf ein externes Absorptionstiefe-Mass berichtet. Nachfolgend werden die Ergebnisse der verschiedenen Second Level Kontraste aus den Daten der fMRT Messung präsentiert. An den entsprechenden Stellen werden die statistische Hypothesen geprüft. Zum Abschluss des Ergebnisteils der Arbeit werden die Befunde zu den neurophysiologischen Hypothesen kurz zusammengefasst.

4.1 Stichprobe

Von den ursprünglichen 30 Probanden mussten zwei Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen werden. Eine Versuchsteilnehmerin brach die Messung im MRT ab, da sie in der engen Röhre eine Panikattacke bekam. Bei einer weiteren Person gab es Probleme bei der visuellen Stimulation, so dass die funktionellen Daten nicht zu verwenden waren. Die aktuelle Stichprobe bestand somit aus $N = 28$ Probanden. Das mittlere Alter der Stichprobe lag bei $M_{\text{Alter}} = 23,6$ Jahren, die Spanne erstreckte sich von 20 bis 44 Jahren und die Standardabweichung betrug $SD_{\text{Alter}} = 5,9$ Jahre. Von diesen 28 Probanden waren fünf männlichen Geschlechts.

4.2 Gruppeneinteilung

Im Methodenteil dieser Arbeit (Kapitel 3.1) wurde beschrieben, wie die Probanden für diese Studie ausgewählt worden sind. Anhand des *predicted Harvard Group Scale Scores* (pHGS-Wert) aus dem *Phenomenology of*

Consciousness Inventory (PCI) bei einer Voruntersuchung, in der die Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen durchgeführt wurde, war je eine Gruppe von Respondern und Non-Respondern auf die Induktion bestimmt worden. So sollte die Wahrscheinlichkeit erhöht werden bei der MRT-Untersuchung über Personen zu verfügen, die Trance erleben und solche, die dies nicht tun. Da davon auszugehen ist, dass sich das Erleben im MRT von dem unter optimalen Bedingungen unterscheidet, sind die Gruppen anhand der pHGS-Werte aus der Induktion im MRT neu eingeteilt worden. Dazu wurde ein Mediansplit der pHGS-Werte durchgeführt.

In Abbildung 4.1 sind die pHGS-Werte zu beiden Messzeitpunkten gegeneinander abgetragen. Auf der x-Achse der Abbildung stehen die pHGS-Werte der Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen (pHGS-Optimal), während sich auf der y-Achse die pHGS-Werte während der Induktionsphase im MRT (pHGS-MRT) befinden. Daraus ist ersichtlich, dass das Erleben unter den verschiedenen Umgebungen zwar hoch miteinander korreliert (siehe nächsten Abschnitt), jedoch keineswegs vollständig konsistent ist. Der Median liegt bei $M_{\text{pHGS-MRT}} = 4,81$. Die so entstandene Responder-Gruppe ist in Abbildung 4.1 im rot unterlegten Bereich und die Non-Responder-Gruppe im blau unterlegten zu finden. Diejenigen Versuchsteilnehmer, die bei der Induktion unter optimalen Bedingungen der Responder-Gruppe angehörten, sind als rote Datenpunkte gekennzeichnet. Die Farbe der Non-Responder zu diesem Messzeitpunkt ist blau. Grün umkreist sind die Probanden, die durch diese Neueinteilung einer anderen Gruppe zugeordnet wurden. Der niedrigste pHGS-Wert der Responder-Gruppe belief sich auf $\text{pHGS}_{\text{Min/Res}} = 5,01$ und liegt so über dem Kriteriumswert für einen leichten Trancezustand von $\text{pHGS} = 5$ (Pekala, 1991). Mit $\text{pHGS}_{\text{Max/Non}} = 4,62$ liegt der höchste Wert der Non-Responder-Gruppe unterhalb des Kriteriums.

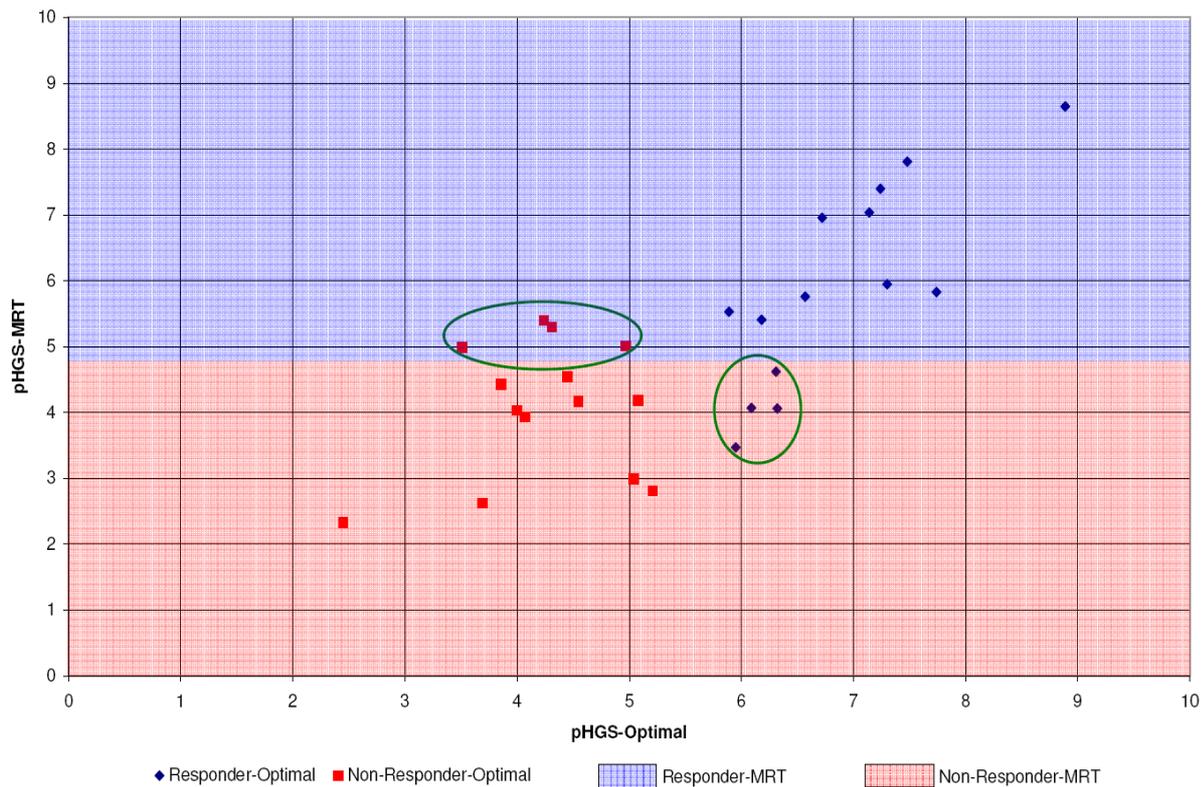


Abbildung 4.1: Gruppeneinteilung in Responder und Non-Responder auf die Tranceinduktion anhand der pHGS-Werte unter optimalen Bedingungen und während der MRT-Messung.

Prüfung der Hypothese I

Der Versuchsplan sieht vor, die neuronale Aktivität von Personen, die Trancezustände durch die Stimulation erleben, mit der von Personen, die dies nicht tun, zu vergleichen. Um sicherzustellen, dass Personen beider Typen in ausreichender Anzahl in der Stichprobe vorhanden sind, wurde die Stichprobe anhand der Werte einer Voruntersuchung ausgewählt. Grundlage für das Auswahlverfahren der Probanden war die Annahme, dass die Tranceinduktionsmethode bei einem Individuum jedes Mal eine ähnliche Veränderung des Bewußtseinszustandes hervorruft. Diese Annahme sollte durch die erste Hypothese überprüft werden.

Die erste Hypothese besagt, dass Personen, die Trancezustände bei der Stimulation mit Musik und Visualisierungen erleben, auch während einer Induktion im MRT Trancezustände erreichen. Um diese Hypothese zu prüfen, wurde die Korrelation der pHGS-Werte der Induktion unter optimalen Bedingungen und im MRT berechnet. Im Sinne der Retest-Reliabilität kann so auf die Ähnlichkeit des Erlebens zu beiden Messzeitpunkten geschlossen

werden.

Die Korrelation der beiden Werte beträgt $r_{tt} = 0,71$ und ist signifikant ($p < 0,0005$, einseitig; $N = 28$). Darüber hinaus sind die statistischen Kennwerte des pHGS-Wertes zu beiden Messzeitpunkten vergleichbar (Tabelle 4.1) und der Mittelwertsunterschied zwischen den Zeitpunkten ist nicht signifikant. Aufgrund dieser Ergebnisse kann Hypothese I angenommen werden.

Tabelle 4.1: Stichprobenkennwerte des pHGS-Wertes nach einer Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen unter optimalen- und unter MRT-Bedingungen.

<i>Messzeitpunkt</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>
Optimal	3,51	8,89	5,64	1,42
MRT	2,62	8,65	5,08	1,50

4.3 Fragebögen

Zunächst sollen die Fragebogenergebnisse berichtet werden. Dabei werden jeweils im ersten Abschnitt die Daten deskriptiv dargestellt. Im zweiten Abschnitt werden Gruppenvergleiche vorgenommen oder Hypothesen geprüft.

4.3.1 Tellegen Absorption Scale

Aus der *Tellegen Absorption Scale* (TAS) wird zunächst der Gesamtwert berichtet. Darüber hinaus werden die Daten noch hinsichtlich der verschiedenen Faktoren der TAS dargestellt. Dies wird zuerst deskriptiv geschehen. Im zweiten Abschnitt werden die Gruppen hinsichtlich ihrer Unterschiede im Gesamtwert und in den Faktorwerten untersucht.

Deskriptiv

Der Wertebereich für den Gesamtwert der TAS erstreckt sich von Null bis 136, da es sich um einen Summenwert über alle Items handelt. Die Wertebereiche der Faktoren umfassen jeweils nur das Intervall von Null bis vier, weil die Zahl der Items zwischen den Faktoren variiert und sie an der Anzahl der Items eines Faktors normiert werden, um die Werte vergleichbar zu machen.

Der TAS-Mittelwert der Gesamtstichprobe liegt mit $M = 68,82$ deutlich über

dem Normwert von Ritz und Dahme (1995). Diese gaben einen Mittelwert von $M_{\text{Norm}} = 60,05$ ($N = 252$; $SD = 19,98$) für eine deutschsprachige Stichprobe an. Ursache hierfür ist zum einen der große Frauenanteil in der Stichprobe ($N_{\text{♀}} = 23$; $N_{\text{♂}} = 5$), denn der Mittelwert für Frauen liegt deutlich über dem der Männer (Ritz & Dahme, 1995; Kapitel 3.2.1). Zum anderen ist die Stichprobe nach ihrem Tranceerleben ausgewählt worden und dieses ist mit der Absorptionsfähigkeit verknüpft. Die Werte der Non-Responder-Gruppe sind den Werten der Normstichprobe vergleichbar, während die der Responder-Gruppe deutlich höher liegen (siehe Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Statistische Kennwerte für den Gesamtwert und die Faktorenwerte der TAS ($N = 28$). In Klammern stehen die Werte für die Subgruppen der Responder und der Non-Responder (Responder/Non-Responder) mit je $N_{\text{sub}} = 14$.

<i>Faktoren</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>
TAS-Gesamtwert	36 (36/41)	129 (129/86)	68,9 (76,3/61,4)	21,8 (24,6/16,1)
Empfänglichkeit für ansprechende Reize	1,0 (1,0/1,6)	3,9 (3,9/3,0)	2,4 (2,6/2,2)	0,7 (0,8/0,5)
Synästhesie	0,57 (1,0/0,57)	4,0 (4,0/3,43)	2,13 (2,45/1,82)	0,9 (1,0/0,8)
Erweiterte Wahrnehmung	0,7 (0,7/0,7)	4,0 (4,0/2,4)	1,8 (2,0/1,5)	0,8 (0,9/0,5)
Selbstvergessene Absorption	1,0 (1,2/1,0)	3,5 (3,5/3,5)	2,2 (2,3/2,0)	0,8 (0,7/0,8)
Lebhaftes Erinnern	1,3 (1,3/1,3)	3,3 (3,3/3,0)	2,2 (2,3/2,0)	0,7 (0,6/0,7)
Erweitertes Bewußtsein	0 (0,5/0)	3,8 (3,8/2,3)	1,3 (1,6/1,1)	0,8 (0,9/0,7)

Die Faktoren der TAS sind von Tellegen (1992) zwar an einer großen Stichprobe ($N = 2000$) ermittelt worden, doch Normwerte für die Faktoren wurden nicht berichtet. So können die vorliegenden Daten zu keiner Normstichprobe in Beziehung gesetzt werden. Konsistent ist über alle Faktoren, dass die Responder-Gruppe im Mittel höhere Merkmalsausprägungen aufweist. Den Faktor mit den höchsten Ausprägungen bildet die „Empfänglichkeit für ansprechende Reize“. Etwas geringere Werte werden auf den Faktoren der „Selbstvergessenen Absorption“, des „Lebhaften Erinnerns“ und der Synästhesie erreicht. Deutlich niedrigere Ausprägungen liegen bei den

Faktoren „Erweiterte Wahrnehmung“ und „Erweitertes Bewußtsein“ vor, wobei der letztgenannte Faktor die, mit Abstand, niedrigsten Werte aufweist (Tabelle 4.2). Dies ist insofern bemerkenswert, da diese beiden Aspekte unter den Faktoren der TAS diejenigen sind, welche bei der Beschreibung veränderter Bewußtseinszustände die größte Rolle spielen (siehe Kapitel 2.2).

Gruppenvergleich

Da die Absorptionsfähigkeit die Disposition zum Erleben von Absorptionszuständen, wie etwa von Trance, darstellt ist der Vergleich der Responder-Gruppe mit den Non-Respondern bezüglich der TAS-Werte von Interesse. Um diese Unterschiede deskriptiv beschreiben zu können, wurden die Effektstärken zwischen den Gruppen nach Cohen (1988) berechnet. Die zugrundeliegende Formel lautet:

$$d = \frac{(M_2 - M_1)}{\sqrt{\frac{(s_1^2 + s_2^2)}{2}}} \quad (\text{Formel 1}).$$

M_1 und M_2 sind die Gruppenmittelwerte und s_1 und s_2 sind die Streuungen der jeweiligen Stichprobe. Dabei können Effektstärken deren Absolutwert im Intervall von $d = 0,2$ bis $d < 0,5$ als klein, im Intervall von $d = 0,5$ bis $d < 0,8$ als mittel und ab $d = 0,8$ als groß angesehen werden (Cohen, 1992).

Tabelle 4.3: Effektstärken zwischen der Responder- ($N_{\text{Res}} = 14$) und der Non-Responder-Gruppe ($N_{\text{Non}} = 14$) bezüglich des Gesamtwertes und der Faktorenwerte der Tellegen Absorption Scale (TAS). Negative Effektstärken zeigen eine höhere Merkmalsausprägung in der Responder-Gruppe an.

<i>Faktor der TAS</i>	<i>Cohen's d</i>
TAS-Gesamtwert	-0,72
Empfänglichkeit für ansprechende Reize	-0,66
Synästhesie	-0,72
Erweiterte Wahrnehmung	-0,59
Selbstvergessene Absorption	-0,35
Lebhaftes Erinnern	-0,40
Erweitertes Bewußtsein	-0,64

Die Betrachtung der Gruppenunterschiede dient der Beschreibung der phänomenologischen Aspekte von Trancezuständen. Auf dieser Grundlage zeigen sich die deutlichsten Unterschiede zwischen den Gruppen im TAS-

Gesamtwert und bei der Synästhesie ($d = -0,72$). Danach unterscheiden die Faktoren „Empfänglichkeit für Ansprechende Reize“ ($d = -0,66$), „Erweitertes Bewußtsein“ ($d = -0,64$) und „Erweiterte Wahrnehmung“ ($d = -0,59$) am besten. Die geringste Diskrimination erfolgt auf den Faktoren „Lebhafte Erinnerung“ ($d = -0,40$) und „Selbstvergessene Absorption“ ($d = -0,35$). Alle Effekte sind kleiner oder mittlerer Stärke. Folglich bestehen hinsichtlich der Absorptionsfähigkeit deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen. Diese Unterschiede müssen im Zusammenhang mit den Ausprägungen der Erlebnisdimensionen des *Phenomenology of Consciousness Inventory* betrachtet werden, um die Charakteristika der Trancezustände und ihre Interaktion mit Persönlichkeitsmerkmalen zu erfassen.

4.3.2 Phenomenology of Consciousness Inventory

Das *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) ist ein Fragebogeninstrument, das retrospektiv den Bewußtseinszustand einer Person in einer bestimmten Situation erfasst. Der Beschreibung des Bewußtseinszustandes liegen verschiedene Erlebnisdimensionen zugrunde. Darüber hinaus kann über den *predicted Harvard Group Scale Score* (pHGS-Wert) ein Maß für die Trancetiefe berechnet werden (siehe Kapitel 2.1.1; 2.3.2 und 3.2.1). Hier sollen zunächst die Ausprägungen auf den Bewußtseinsdimensionen betrachtet werden, um den induzierten Trancezustand beschreiben zu können. Außerdem werden die pHGS-Werte dargestellt und die Gruppen der Responder und der Non-Responder bezüglich ihres Erlebens miteinander verglichen. Abschließend wird die Hypothese II, die einen Zusammenhang des Tranceerlebens mit der Absorptionsfähigkeit postulierte, statistisch geprüft.

Deskriptiv

Der PCI erlaubt es, Bewußtseinszustände im Bezug zu einer Referenz- oder Baselinesituation zu beschreiben, indem die Ausprägungen der Dimensionen nach der Induktion mit jenen der Baseline verglichen werden. Als Referenzsituation wurde in Anlehnung an Pekala (1991) für die Studien des Giessener ASC-Projektes ein einminütiges, aufrechtes Sitzen auf einem Stuhl

mit geschlossenen Augen verwendet. Im Folgenden werden die Werte des PCI für die Baseline und die Tranceinduktion im MRT berichtet. So können die Erlebnisdimensionen isoliert werden, die spezifisch für die verwendete Induktionsmethode sind. Diese Dimensionen sind dann in Verbindung mit dem zugrunde liegenden Konzept von Trance zu bringen. Zunächst werden die Hauptdimensionen dargestellt und anschließend wird auf die Unterdimensionen eingegangen.

Abbildung 4.2 zeigt die Ausprägungen der Gesamtgruppe auf den Hauptdimensionen für die Baseline und die Tranceinduktion im MRT. Die Streuungsindikatoren geben dabei die Standardabweichung an.

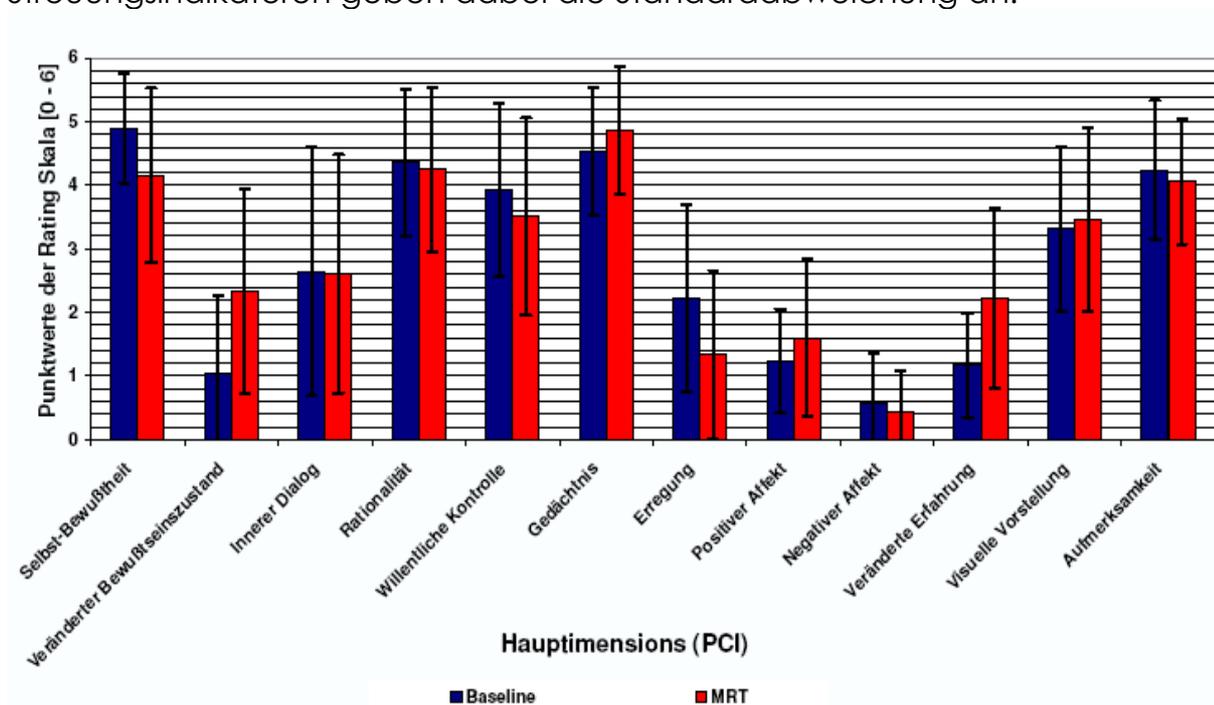


Abbildung 4.2: Ausprägungen der 12 Hauptdimensionen des PCI für die Gesamtgruppe zur Baseline und bei den Tranceinduktionen im MRT. Die Streuungsindikatoren geben die Standardabweichung an.

Um die unterschiedlichen Dimensionsausprägungen der verschiedenen Messungen beschreiben zu können, sollen die Effektstärken betrachtet werden. Dazu werden die weiter oben festgelegten Kriterien zugrunde gelegt (siehe Formel 1). Betrachtet wird der Unterschied der Tranceinduktion gegenüber der Baseline. So können die charakteristischen Aspekte der Trance identifiziert werden. In Abbildung 4.3 sind die Effektstärken für die interessierenden Vergleiche dargestellt.

Die Bewußtseinsdimensionen, auf denen es große Unterschiede zwischen den

beiden Bedingungen gibt, sind „Veränderter Bewußtseinszustand“ und „Veränderte Erfahrung“. Die Effektstärken für diese Dimensionen zwischen den beiden Messzeitpunkten sind als stark zu klassifizieren. Die Ausprägung ist während der Tranceinduktion deutlich größer. Damit bestehen die größten Unterschiede auf den Dimensionen, die für veränderte Bewußtseinszustände zentral sind. Auf den vier Unterdimensionen der „Veränderten Erfahrung“ zeigen sich mittlere bis starke Effekte in Richtung der Tranceinduktion (siehe Tabelle 4.4). Der größte Unterschied findet sich auf der Unterdimension „Verändertes Zeitempfinden“. Mittlere Effekte sind auf den Dimensionen „Selbst-Bewußtheit“ und „Erregung“. Auf diesen beiden Dimensionen sind die Ausprägungen in der Baseline höher.

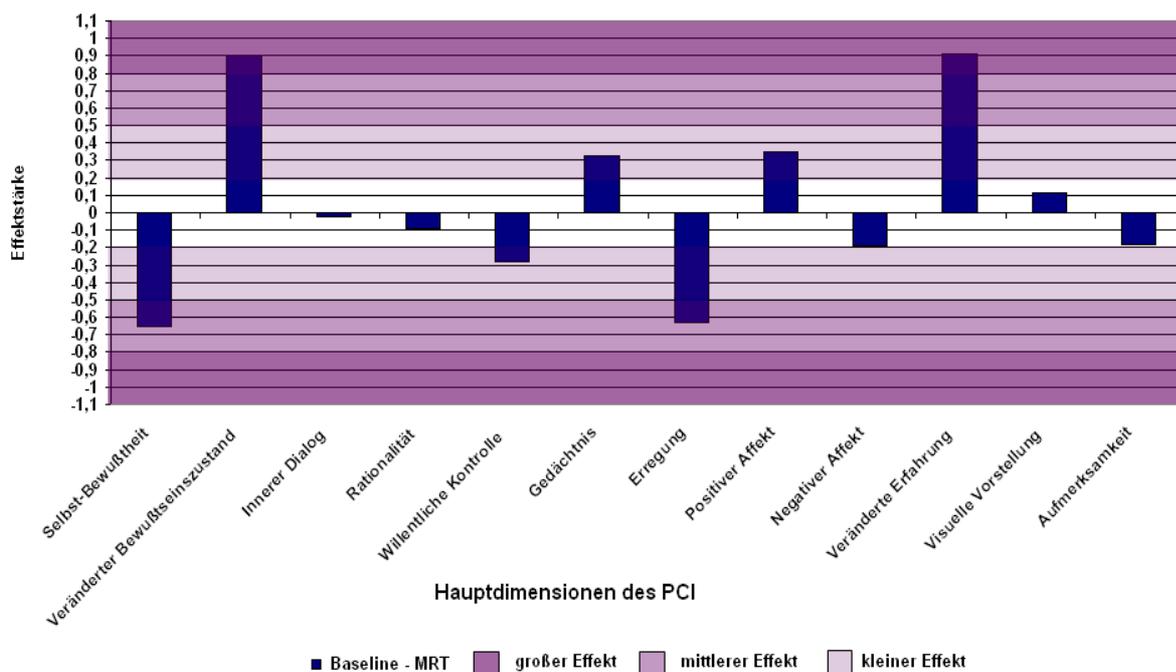


Abbildung 4.3: Effektstärken der Unterschiede auf den Hauptdimensionen des PCI zwischen der Baseline und der Tranceinduktion im MRT. Ein positiver Wert der Effektstärke zeigt eine größere Merkmalsausprägung während der Tranceinduktion an.

Der Rückgang an Selbst-Bewußtheit und das Absinken des Erregungsniveaus sind Spezifika der hypnotischen Trance, wie sie beispielsweise durch die verwendete Induktionsmethode hervorgerufen wird. Ebenso passt zur hypnotischen Trance ein Absinken auf der Dimension der „Willentlichen Kontrolle“. Dort zeigte sich ein als klein einzustufender Effekt. Kleine Effekte sind

auch von den Dimensionen „Gedächtnis“ und „positiver Affekt“ zu berichten. Wobei der Anstieg der Erinnerung bei der Tranceinduktion seine Ursache in der deutlich längeren Dauer im Vergleich zur Baselinebedingung und in der Laborsituation im MRT haben könnte. Der Effekt des positiven Affektes kommt aus den Unterdimensionen „Freude“ und „Sexuelle Erregung“. Dies könnte an der visuell und akustisch ansprechenden Stimulation liegen. Keine Effekte sind von den Dimensionen „Innerer Dialog“, „Negativer Affekt“, „Visuelle Vorstellung“ und „Aufmerksamkeit“ zu berichten, wobei auf einigen Unterdimensionen dieser Dimensionen kleine Effekte vorlagen. Bei der Unterdimension des negativen Affektes „Trauer“ waren die Werte in der Baseline höher. Dies könnte am Fokus der Aufmerksamkeit gelegen haben, der bei der Induktion auf der Stimulation lag, in der Baseline jedoch in Ermangelung einer Stimulation nach innen gerichtet war. Diese Annahme wird durch den kleinen Effekt auf der Unterdimension der Aufmerksamkeit „Richtung der Aufmerksamkeit“ unterstützt. Die andere Unterdimension, die „Absorption“ weist keine Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten auf. Da das Konzept der Absorption zentral in den dieser Studie zugrundeliegenden Überlegungen zu hypnotischen Trancezuständen ist, ist dieser Befund von Bedeutung. Dass die Absorption während der Tranceinduktion nicht ansteigt, widerspricht den Erwartungen. Allerdings hatte es einen starken Anstieg der Absorption bei der Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen gegeben (Eckel, 2004). Vermutlicherweise ist der Mangel an Absorption auf die Bedingungen im MRT zurückzuführen. Hier ist jedoch die Betrachtung des Gruppenunterschiedes abzuwarten. Ein weiterer kleiner Effekt auf einer Unterdimension der „visuellen Vorstellung“, des „Umfang der visuellen Vorstellung“ ist noch zu berichten. Dieser Effekt liegt mit $d = 0,2$ an der Untergrenze der Bedeutsamkeit und steht wahrscheinlich mit der visuellen Stimulation im Zusammenhang. Insgesamt passen die gemessenen Veränderungen auf den Bewußtseinsdimensionen gut zu den theoretischen Konzeptionen veränderter Bewußtseinszustände, insbesondere der hypnotischen Trance, so dass von einer erfolgreichen Induktion ausgegangen werden kann.

Tabelle 4.4: Mittelwerte der Unterdimensionen für die Baseline und die Tranceinduktion, sowie die Effektstärke für den Unterschied zwischen den Messzeitpunkten für die Gesamtstichprobe (N = 28). Kleine Effekte sind hellgrau, mittlere Effekte mittelgrau und große Effekte dunkelgrau hinterlegt.

<i>Hauptdimension</i>	<i>Unterdimension</i>	<i>Mittelwert</i>		<i>Effektstärke</i>
		<i>Baseline</i>	<i>MRT-Induktion</i>	<i>Baseline-Induktion</i>
Positiver Affekt	Freude	1,57	2,36	0,58
	Sexuelle Erregung	0,27	0,52	0,22
	Liebe	1,89	1,93	0,03
Negativer Affekt	Wut	0,38	0,27	-0,14
	Trauer	0,75	0,41	-0,36
	Furcht	0,59	0,63	0,03
Veränderte Erfahrung	Verändertes Körperempfinden	1,51	2,20	0,5
	Verändertes Zeitempfinden	1,70	3,39	1,09
	Veränderte Wahrnehmung	0,90	2,37	0,67
	Veränderte Bedeutung	0,71	1,24	0,49
Visuelle Vorstellung	Umfang	3,09	3,45	0,2
	Lebhaftigkeit	3,54	3,48	-0,04
Aufmerksamkeit	Richtung	4,33	4,05	-0,23
	Absorption	4,11	4,07	-0,03

Als Maß für die Trancetiefe ist der *predicted-Harvard Group Scale Score* (pHGS-Wert) des PCI verwendet worden. Dieser ist mittels einer Prädiktionsgleichung aus den Bewußtseinsdimensionen des PCI berechnet worden (siehe Kapitel 2.3.2 und Pekala, 1991). Die pHGS-Werte sind zum Teil schon im Abschnitt 4.2 berichtet worden, da sie die Grundlage für die Gruppeneinteilung bildeten. In Tabelle 4.5 sind die statistischen Kennwerte des pHGS-Wertes für die Gesamtstichprobe dargestellt.

Tabelle 4.5: Statistische Kennwerte für den pHGS-Wert zu den beiden Messzeitpunkten für die Gesamtstichprobe (N = 28).

<i>Messzeitpunkt</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Baseline	3,80	1,01	1,96	7,23
MRT	4,98	1,58	2,33	8,65

Im Vergleich zur Baseline steigt das pHGS-Mittel bei der Induktion an. In der

MRT-Induktion kommt der Wert dem Kriterium für leichte Trancezustände ($pHGS = 5$; Pekala, 1991) mit $pHGS_{MRT} = 4,98$ sehr nah. Bereits die Betrachtung der Ausprägungen der PCI-Dimensionen hat gezeigt, dass der induzierte Zustand die Merkmale einer hypnotischen Trance aufweist. Das wird durch die $pHGS$ -Werte als Maß für die Trancetiefe bestätigt. Darüber hinaus erlaubt der $pHGS$ -Wert eine Quantifizierung der Trance, die für die Gruppeneinteilung in Responder und Non-Responder relevant ist und im nächsten Abschnitt dargestellt wird.

Gruppenvergleich

Die Gruppenunterschiede auf den einzelnen Erlebnisdimensionen des PCI sollen anhand der Effektstärken und der Mittelwerte der Gruppen beschrieben werden. Dazu sind die Effektstärken zwischen den Gruppen für jede Dimension zu jedem Messzeitpunkt berechnet worden (Formel 1; Cohen, 1988).

Die Gruppeneinteilung ist nach den $pHGS$ -Werten bei der Tranceinduktion im MRT vorgenommen worden. Da der $pHGS$ -Wert aus einigen Dimensionen des PCI (siehe Kapitel 2.3.2) berechnet wird, sind Gruppenunterschiede auf den Dimensionen des PCI für die MRT-Messung zu erwarten. Auch in der Baseline muss mit Gruppenunterschieden gerechnet werden, weil das Erleben einer Person in verschiedenen Situationen nicht unabhängig ist. Informationsgewinn bringt die Betrachtung der Veränderung der Effektstärken zwischen den Gruppen von der Baseline zur Tranceinduktion unter Berücksichtigung der Veränderung der Gruppenmittelwerte zu den beiden Messzeitpunkten. Die Effektstärken zwischen den Gruppen und die Gruppenmittelwerte zu beiden Messzeitpunkten sind in Tabelle 4.6 aufgelistet.

Zunächst werden die Dimensionen betrachtet, auf denen eine Veränderung charakteristisch für Trancezustände, insbesondere hypnotische Trancezustände ist.

Charakteristisch für Trance ist die Fokussierung der Aufmerksamkeit und eine Reduktion der Selbstkontrolle (siehe Kapitel 2.3.1). Deshalb sollen zunächst die Bewußtseinsdimensionen der „Aufmerksamkeit“, insbesondere deren Unterdimension „Absorption“ und der „Willentlichen Kontrolle“ betrachtet

werden. Nachfolgend werden die Bewußteinsdimensionen, die allgemeiner mit veränderten Bewußteinszuständen in Verbindung gebracht werden können, dargestellt.

Tabelle 4.6: Darstellung der Unterschiede auf den Dimensionen des PCI und des pHGS-Wertes zwischen der Non-Responder und der Responder-Gruppe für alle Messzeitpunkte. Negative Vorzeichen bei der Effektstärke weisen auf eine höhere Merkmalsausprägung in der Responder-Gruppe hin.

<i>Hauptdimension</i>	<i>Unterdimension</i>	<i>Effektstärken</i>		<i>Mittelwerte</i>			
		<i>Baseline</i>	<i>MRT</i>	<i>Baseline</i>		<i>MRT</i>	
				<i>Responder</i>	<i>Non-Responder</i>	<i>Responder</i>	<i>Non-Responder</i>
Positiver Affekt	Freude	-0,33	-1,19	1,75	1,39	3,18	1,54
	Sex	0,37	-0,86	0,07	0,46	1,00	0,04
	Liebe	-0,25	-0,79	2,08	1,71	2,57	1,29
	Gesamtwert	-0,11	-1,22	1,28	1,19	2,25	0,95
Negativer Affekt	Wut	0,04	0,05	0,36	0,39	0,25	0,29
	Trauer	0,13	0,33	0,68	0,82	0,29	0,54
	Angst	-0,14	0,14	0,68	0,50	0,54	0,71
	Gesamtwert	0	0,24	0,57	0,57	0,36	0,51
Veränderte Erfahrung	Körperempfinden	-0,22	-1,69	1,64	1,38	3,21	1,19
	Zeitempfinden	-0,67	-0,68	2,19	1,21	3,90	2,88
	Wahrnehmung	-0,13	-1,19	0,98	0,83	3,86	0,88
	Bedeutung	0,20	-0,93	0,63	0,79	1,80	0,68
	Gesamtwert	-0,33	-1,53	1,30	1,03	3,09	1,35
Visuelle Vorstellung	Umfang	-0,40	-0,43	3,46	2,71	3,82	3,07
	Lebhaftigkeit	-0,87	-0,47	4,00	3,07	3,79	3,18
	Gesamtwert	-0,68	-0,47	3,73	2,89	3,80	3,13
Aufmerksamkeit	Richtung	-0,24	-0,75	4,48	4,19	4,50	3,60
	Absorption	-0,18	-0,81	4,21	4,00	4,46	3,68
	Gesamtwert	-0,23	-0,95	4,37	4,11	4,49	3,63
Selbst-Bewußtheit		-0,54	0,93	5,12	4,67	3,57	4,74
Veränderter Bewußteinszustand		-0,23	-2,32	1,19	0,90	3,55	1,12
Innerer Dialog		0,40	0,81	2,25	3,04	1,89	3,32
Rationalität		0,00	0,54	4,36	4,36	3,91	4,60
Willentliche Kontrolle		0,42	1,72	3,64	4,21	2,50	4,52
Gedächtnis		0,56	0,79	4,26	4,81	4,50	5,24
Erregung		0,44	0,64	1,89	2,54	0,93	1,75
Trancetiefe	pHGS	-0,54	-2,56	4,06	3,53	6,22	3,73

Auf der Dimension „Aufmerksamkeit“ besteht in der Baselinebedingung ein geringer Unterschied zugunsten der Responder-Gruppe, der sich in einem

kleinen Effekt ($d = -0,23$) niederschlägt. Bei der Tranceinduktion im MRT ist der Mittelwertsunterschied zwischen den Gruppen stärker ausgeprägt und die Effektstärke beträgt $d = -0,95$. Der Effekt beruht auf einem starken Absinken der Werte in der Non-Responder-Gruppe. Dieses Bild zeigt sich auch in beiden Unterdimensionen der Aufmerksamkeit, der „Richtung der Aufmerksamkeit“ und der „Absorption“. In der Baseline bestehen keine oder nur geringe Unterschiede zwischen den Gruppen. Bei der Induktion kommt es jedoch zu starken Gruppenunterschieden. Dies liegt daran, dass die Werte der Non-Responder fallen, die Werte der Responder hingegen steigen minimal. Auf der Dimension „Willentliche Kontrolle“ besteht zu beiden Zeitpunkten ein Unterschied zwischen den Gruppen. Die willentliche Kontrolle ist in der Responder-Gruppe geringer ausgeprägt. Zur Baseline hat der Unterschied eine Effektstärke von $d = 0,42$, bei der Induktion im MRT beträgt $d = 1,72$ und kann als sehr groß angesehen werden. In der Gruppe der Non-Responder steigt das Maß an willentlicher Kontrolle während der Induktion im MRT verglichen zur Baseline wohingegen in der Responder-Gruppe eine starke Abnahme zu verzeichnen ist.

Auf allen Hauptdimensionen finden sich, gemessen an den Effektstärken, bei der Tranceinduktion im MRT bedeutsame Unterschiede zwischen den Gruppen. Diese Unterschiede bestanden oft schon in der Baseline jedoch in einem deutlich geringeren Ausmaß. Nachdem die spezifischen Merkmale hypnotischer Trancezustände besprochen worden sind, sollen nun diejenigen Dimensionen näher betrachtet werden, die allgemeine Merkmale veränderter Bewußtseinszustände repräsentieren (siehe Kapitel 2.2.2). Mit dem Merkmal „Veränderungen im Denken“ lassen sich die Dimensionen „Rationalität“ und „Selbst-Bewußtheit“ des PCI in Verbindung bringen. In der Baseline unterschieden sich die beiden Gruppen hinsichtlich dieser Dimension gar nicht. Bei der Tranceinduktion zeigte sich mit $d = 0,54$ ein mittlerer Effekt. Dieser ist auf einen Anstieg des Rationalitätsscores der Non-Responder- und ein Absinken in der Responder-Gruppe während der Induktion zurückzuführen. Dies stimmt mit den Erwartungen überein. Mit den Erwartungen konform ist ebenfalls der Werteverlauf auf der PCI-Dimension

„Selbst-Bewußtheit“. Hier gibt es in der Baseline einen mittleren Effekt von $d = -0,54$ der auf der größeren Selbst-Bewußtheit der Responder beruht. Während der Tranceinduktion nimmt die Selbst-Bewußtheit der Responder stark ab und die der Non-Responder steigt leicht an. „Veränderungen im Zeitempfinden“ sind ein weiteres Merkmal veränderter Bewußtseinszustände. Dieses Merkmal wird direkt durch die PCI-Dimension „Verändertes Zeitempfinden“ wiedergegeben. Sowohl in der Baseline, als auch in der Induktionsbedingung besteht ein mittlerer Effekt zwischen den Gruppen. Die Mittelwerte steigen während der Tranceinduktion in beiden Gruppen gleichermaßen an. Das Merkmal „Kontrollverlust“ von veränderten Bewußtseinszuständen ist durch die Dimension der „Willentlichen Kontrolle“ repräsentiert und als spezifisches Merkmal hypnotischer Trance oben bereits dargestellt worden. Zwei PCI-Dimensionen decken das Merkmal „Veränderter emotionaler Ausdruck“ ab. Diese sind der positive- und der negative Affekt. Beide Dimensionen setzen sich aus je drei Unterdimensionen zusammen. Effekte gibt es beim positiven Affekt auf allen Unterdimensionen. Bei „Freude“ und „Liebe“ bestehen in der Baseline kleine Effekte zugunsten der Responder-Gruppe. Diese Effekte nehmen in der Tranceinduktion stark zu, was auf einen Anstieg des positiven Affekts in der Responder-Gruppe zurückzuführen ist. Beim negativen Affekt gibt es zu keinem Zeitpunkt nennenswerte Gruppenunterschiede. Für beide Messzeitpunkte war diese Dimension nur wenig ausgeprägt. Der Aspekt „Veränderungen im Körperschema“ bei veränderten Bewußtseinszuständen wird durch die PCI-Dimension „verändertes Körperempfinden“, eine Unterdimension der Hauptdimension „Veränderte Erfahrung“ repräsentiert. Hier zeigte sich ein kleiner Effekt ($d = -0,22$) in der Baseline, der bei der Tranceinduktion auf $d = -1,69$ anstieg. Dieser Anstieg geht auf eine starke Zunahme der veränderten Körperempfindungen in Form einer Auflösung der körperlichen Grenzen in der Responder-Gruppe zurück. „Wahrnehmungsverzerrungen“ sind ebenfalls Merkmal von veränderten Bewußtseinszuständen. Im PCI wird dieser Aspekt durch eine weitere Unterdimension der „veränderten Erfahrung“, nämlich der „veränderten Wahrnehmung“ abgedeckt. Auf dieser Dimension bestehen in

der Baseline keine nennenswerten Gruppenunterschiede. Bei der Tranceinduktion gibt es hingegen einen sehr großen Effekt von $d = -1,19$ der von einem starken Anstieg in der Responder-Gruppe herrührt. Das nächste Merkmal „verändertes Bedeutungserleben“ wird durch die letzte verbliebene Unterdimension der veränderten Erfahrung, der „veränderten Bedeutung“ beschrieben. Auf dieser Dimension sind die Werte der Non-Responder zur Baseline etwas höher ($d = 0,20$). Bei der Tranceinduktion steigen die Werte der Responder jedoch so stark an, dass der Effekt $d = -0,93$ beträgt.

Über die bis jetzt behandelten Merkmale veränderter Bewußtseinszustände hinaus gibt es weitere Merkmale, die nicht direkt mit Dimensionen des PCI in Verbindung stehen. Dabei handelt es sich um: „Gefühl des Unausprechlichen“, „Gefühle der Erneuerung und Wiedergeburt“ und „Hypersuggestibilität“. Auch sind nicht alle Dimensionen des PCI einzelnen Merkmalen veränderter Bewußtseinszustände zuzuordnen, obwohl ein klarer Bezug dieser Dimensionen zu veränderten Bewußtseinszuständen besteht. Zunächst ist hier die Dimension „veränderter Bewußtseinszustand“ zu nennen, die diesen Aspekt direkt erfasst. Zur Baseline sind die Werte der Responder-Gruppe etwas größer als jene der Non-Responder, was sich in einem kleinen Effekt ($d = -0,23$) äussert. Im MRT steigen die Werte beider Gruppen an. Der Anstieg in der Responder-Gruppe ist so drastisch, dass es zu einem Effekt von $d = -2,32$ zwischen den Gruppen zu diesem Messzeitpunkt kommt. Der Unterschied zwischen den Gruppen auf der Dimension „Innerer Dialog“ hat zur Baseline eine Effektstärke von $d = 0,40$. Diese steigt bei der Tranceinduktion auf $d = 0,81$ an. Dieser Anstieg resultiert aus einem Fallen der Werte bei den Respondern und einem Steigen bei den Non-Respondern. Erklärt werden kann diese Veränderung mit der Absorbiertheit der Responder. Auf der Dimension „Gedächtnis“ bestehen zu beiden Messzeitpunkten mittlere Effekte zwischen den Gruppen. Im MRT ist der Effekt mit $d = 0,79$ größer als in der Baseline ($d = 0,56$). Die Erinnerung ist in beiden Gruppen im MRT größer, stieg in der Non-Responder-Gruppe aber stärker an. Eine größere Erinnerung kann mit der längeren Dauer der Tranceinduktion (12 Minuten) gegenüber der Baseline (1 Minute) erklärt werden. Auf der Dimension "Erregungsniveau"

fallen die Werte in beiden Gruppen von der Baseline zur Tranceinduktion im MRT. Das Erregungsniveau ist in der Non-Responder-Gruppe zu beiden Messzeitpunkten höher, so dass die Effekte zwischen den Gruppen für die Baseline $d = 0,44$ und für das MRT $d = 0,64$ betragen. Als letztes bleibt noch die Dimension „visuelle Vorstellung“ übrig, die sich aus den Unterdimensionen „Umfang“ und „Lebhaftigkeit“ zusammensetzt. Auf der Hauptdimension besteht in der Baseline-Bedingung ein Effekt zwischen den Gruppen von $d = -0,68$, der bei der Induktion auf $d = -0,47$ absinkt. Dies ist auf den stärkeren Anstieg der Werte in der Non-Responder-Gruppe zurück zu führen. Auf der Unterdimension „Umfang“ ist der Effekt zu beiden Messzeitpunkten ähnlich ($d_{\text{Baseline}} = -0,40$; $d_{\text{MRT}} = -0,43$). Die Werte beider Gruppen sind beim zweiten Messzeitpunkt angestiegen. Bei der „Lebhaftigkeit“ sinkt der Effekt von $d_{\text{Baseline}} = -0,87$ auf $d_{\text{MRT}} = -0,47$, da die Werte in der Responder-Gruppe leicht fallen und in der Non-Responder-Gruppe zunehmen.

Für die Interpretation der Veränderungen ist zu berücksichtigen, dass neben der Tranceinduktion der zeitliche Unterschied von einer Minute in der Baseline zu zwölf Minuten in der Induktion und die MRT-Messung bei der Tranceinduktion die Veränderung des Bewußtseinszustandes beeinflusst haben. Auch der Einfluss, den die Messung im MRT auf die Tranceinduktion ausgeübt hat, ist massiv. Dies zeigen die Differenzen der Werte der beiden Tranceinduktionen unter optimalen Bedingungen und im MRT. Trotzdem ist zu erkennen, dass der gewünschte Zustand hypnotischer Trance bei den Personen der Responder-Gruppe induziert werden konnte.

Die Gruppeneinteilung war anhand eines Mediansplits der pHGS-Werte bei der Tranceinduktion im MRT vorgenommen worden. So ist ein Effekt zwischen den Gruppen für die MRT-Bedingung zu erwarten. Mit $d = -2,56$ fällt dieser extrem groß aus. Der Effekt zwischen den Gruppen bei der Baseline betrug $d = -0,54$. Während der Baseline überschritt keine der Gruppen den Kriteriumswert $\text{pHGS} = 5$ für eine leichte Trance. In beiden Gruppen stieg der Wert während der Tranceinduktion. In der Non-Responder-Gruppe war der Anstieg mit $\delta = 0,2$ gering und lag mit $\text{pHGS} = 3,73$ immer noch unter dem Kriteriumswert. In der Responder-Gruppe stieg der Wert um $\delta = 2,16$ auf

pHGS = 6,22 und deutete auf das Erleben von Trancezuständen hin. Dieser um den Faktor 10 stärkere Anstieg des pHGS-Wertes in der Responder-Gruppe im Gegensatz zur Non-Responder-Gruppe rechtfertigt die Gruppeneinteilung.

Prüfung der Hypothese II

In der zweiten Hypothese wurde die Annahme formuliert, dass Personen mit hoher Absorptionsfähigkeit intensivere Trancezustände während der Induktion erleben (siehe Kapitel 2.5). Wie im Methodenteil (siehe Kapitel 3.6.3) festgelegt, wird zur statistischen Prüfung dieser Hypothese die Korrelation der TAS-Werte mit dem pHGS-Wert der Tranceinduktion im MRT betrachtet. Explorativ sind noch die Zusammenhänge zwischen den TAS-Werten und den pHGS-Werten der Induktion unter optimalen Bedingungen und der Baseline berechnet worden.

Tabelle 4.7: Pearson-Korrelation zwischen den TAS-Werten und den pHGS-Werten der Baseline und der Tranceinduktion im MRT. Das Signifikanzniveau ist für gerichtete Hypothesen einseitig angegeben.

<i>Messzeitpunkt</i>	<i>Korrelation</i>	<i>Signifikanz</i>	<i>Stichprobenumfang</i>
Baseline	0,409	$p < 0,015$	N = 28
Optimal	0,557	$p < 0,001$	N = 28
MRT	0,454	$p < 0,008$	N = 28

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Werten für die Absorptionsfähigkeit und den Trancetiefewerten der Induktion im MRT. Die Hypothese kann daher angenommen werden. Dies spricht dafür, dass ein Zusammenhang zwischen dem Persönlichkeitsmerkmal der Absorptionsfähigkeit und der Intensität im Erleben von hypnotischen Trancezuständen besteht.

Für die Tranceinduktion unter optimalen Bedingungen fällt dieser Zusammenhang zwischen Absorptionsfähigkeit und Tranceerleben noch deutlicher aus. Die Korrelation zwischen den TAS-Werten und den pHGS-Werten beträgt für diesen Messzeitpunkt $r_{opt} = 0,557$ und ist mit $p < 0,001$ ebenfalls hochsignifikant. Bei der Analyse der Daten des PCI hatte sich bereits gezeigt, dass die Tranceinduktion bei der Anwendung im MRT Qualitätseinbußen erlitt.

Explorativ wird ebenfalls die Korrelation zwischen den TAS-Werten und den pHGS-Werten der Baseline berichtet. Diese Korrelation ist signifikant. Dies deutet darauf hin, dass die Absorptionfähigkeit auch das Erleben in anderen Situationen, wie dem normalen Wachbewußtsein, beeinflusst.

4.3.3 Fragebogen zur Absorption

Der *Fragebogen zur Absorption* (FABS) ist ein Instrument zur Erfassung der Absorptionsaspekte des Erlebens in vorgegebenen Situationen. Er ist im Rahmen der Giessener ASC-Projekte entwickelt und in verschiedenen Experimenten eingesetzt worden (Ott, 2003a und 2005a). Abgefragt wurden in diesem Experiment Aspekte des Erlebens während der Tranceinduktion im MRT. Der Fragebogen setzt sich aus fünf Abschnitten zusammen. Zunächst sollen die Probanden eine Verlaufsskizze ihres Absorptionserlebens anfertigen, dann werden anhand von zehn Items die positiven Erfahrungen während der Induktion erfragt. Anschließend erfassen sechs Items die negativen Erfahrungen. Darüber hinaus werden noch vier Fragen zur Darbietungsqualität der Stimuli und zwei Fragen zur Kontrollbedingung gestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieses Fragebogens deskriptiv dargestellt. Zunächst erfolgt eine Darstellung für die Gesamtstichprobe und anschließend ein Vergleich der beiden Gruppen (Non-Responder, Responder).

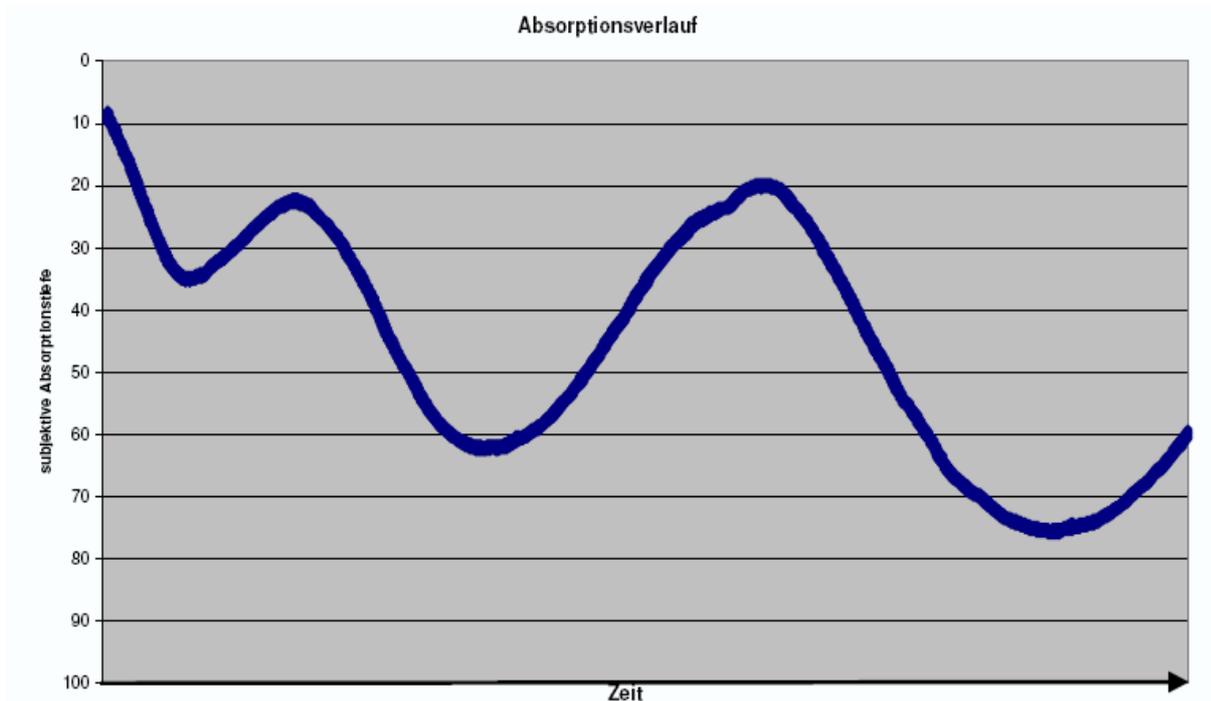


Abbildung 4.4: Beispieldarstellung der Verlaufszeichnung der Absorptionstiefe.

Deskriptiv

Eine besondere Bedeutung kommt der Verlaufszeichnung (Abbildung 4.4) des FABS zu, da sie für die Analyse der fMRT-Daten verwendet wurde. Dort sollte überprüft werden, ob die Aktivität bestimmter Hirnregionen mit dem angegebenen Absorptionsverlauf korreliert. Aus diesem Grund war es wichtig, dass die Absorptionsverläufe Variationen in der Absorptionstiefe aufweisen. Statistische Kennwerte, wie die mittlere Absorptionstiefe waren also von untergeordnetem Interesse. Deshalb wird zunächst die Spanne der Werte berichtet. Mit Hinblick auf die fMRT-Auswertung sind die Verlaufszeichnungen so aufbereitet worden, dass die Abtastrate drei Sekunden beträgt (ein Wert pro Volumen der fMRT-Messung). Der Wertebereich der Absorptionstiefe erstreckt sich von Null (nicht absorbiert) bis 100 (total absorbiert).

In Tabelle 4.8 sind die statistischen Kennwerte für die Wertespannen der einzelnen Probanden eingetragen.

Tabelle 4.8: Statistische Kennwerte für die Spanne der Werte der Absorptionstiefeverläufe für die gesamte Stichprobe (N = 28).

<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
41,74	100,00	78,44	77,46	19,42

Die Versuchsteilnehmer mit den geringsten Schwankungen bei der Absorptionstiefe schöpfte über 41 Prozent des Wertebereiches der Skala aus. Sechs der 28 Probanden nutzten den vollen Wertebereich. Im Mittel betrug die angegebene Spanne $SP = 78,44$ Prozent der Skala ($SD = 19,42$). Folglich wiesen alle Probanden Veränderungen in der Absorption über die Induktion auf. 27 von 28 Teilnehmern gaben zu einem Zeitpunkt der Induktion an, überhaupt nicht absorbiert zu sein. Sechs Probanden waren, ihren Verlaufszeichnung zur Folge, zu einem Zeitpunkt maximal absorbiert. Die durchschnittliche mittlere Absorptionstiefe lag bei $A = 53,06$ ($SD = 18,83$).

Tabelle 4.9: Statistische Kennwerte der FABS-Skalen positive Erfahrung, negative Erfahrung, Darbietungsqualität, Aufmerksamkeit in der Kontrollbedingung für die Gesamtstichprobe (N = 28).

	<i>Positive Erfahrungen</i>	<i>Negative Erfahrungen</i>	<i>Stimulusdarbietung</i>	<i>Kontrollbedingung</i>
Mittelwert	2,55	1,01	2,54	2,21
Standardabweichung	0,71	0,62	0,43	0,90

Von den Itemskalen des FABS haben die beiden Skalen positive- und negative Erfahrungen hervorgehobene Bedeutung, da sie Informationen über das Absorptionserleben während der Tranceinduktion enthalten. Alle Items wurden mit einer fünfstufigen Antwortskala erfasst. Die Antworten sind mit den Werten Null bis vier kodiert worden. Mit einem Mittelwert von $M = 2,55$ können die positiven Erfahrungen in der Mitte des Wertebereichs angesiedelt werden. Die negativen Erfahrungen erreichen einen Mittelwert von $M = 1,01$ und befinden sich am unteren Ende der Skala. Die Darbietung der Stimuli ist mit einem Mittel von $M = 2,54$ zufriedenstellend. Den Versuchsteilnehmern scheint es ebenfalls gut gelungen zu sein sich auf das Fixationskreuz in der Kontrollbedingung zu konzentrieren ($M = 2,21$), wobei keine nennenswerten Unterschiede zwischen der Kontrollbedingung vor der Induktion und nach der Induktion bestanden.

Anhand der FABS-Werte kann davon ausgegangen werden, dass die Stimulation im MRT funktioniert hat.

Gruppenvergleich

Die Gruppen der Responder und der Non-Responder auf die Tranceinduktion können bezüglich ihrer Verlaufszeichnungen und der Fragebogenskalen verglichen werden. Als erstes erfolgt ein Vergleich der Verlaufszeichnungen der Absorptionstiefe. Dabei wird zunächst die Spanne der Werte betrachtet, um eine Aussage darüber machen zu können, wie stark die erlebte Absorption über die Induktion hinweg variierte.

Tabelle 4.10: Statistische Kennwerte für die Wertespanne der Absorptionstiefeverläufe getrennt nach den Gruppen der Responder (N = 14) und der Non-Responder (N = 14) auf die Tranceinduktion.

<i>Gruppe</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Standardabweichung</i>
Responder	56,32	100	87,81	14,49
Non-Responder	41,74	100	69,07	19,61

Aus den Werten in Tabelle 4.10 ist ersichtlich, dass die Responder den Wertebereich der Absorptionstiefe weiter ausschöpften, als die Non-Responder. Die Effektstärke für die mittlere Spanne zwischen den beiden Gruppen liegt bei $d = -1,09$ (nach Formel 1) und ist als sehr hoch zu bewerten (Cohen, 1992). Dies wird noch dadurch unterstrichen, dass der größte Absorptionstiefewert bei der Responder-Gruppe im Mittel $M_{\text{Max}} = 87,81$ beträgt. Die Non-Responder-Gruppe hingegen erreicht einen Wert von $M_{\text{Max}} = 69,07$. Der Effekt zwischen diesen beiden Werten ist mit $d = -0,98$ wieder als hoch zu klassifizieren (Cohen, 1992). Die mittlere Absorptionstiefe betrug bei den Respondern $M_{\text{Res}} = 60,67$ und bei den Non-Respondern $M_{\text{Non}} = 45,44$, was wiederum einem großen Effekt von $d = -0,87$ entspricht. Somit werden die Daten des PCI bezüglich des Trancetiefewertes pHGS durch den FABS bestätigt.

Auf den vier Fragebogenskalen ergaben sich die in Tabelle 4.11 dargestellten Gruppenunterschiede. Außerdem sind in der Tabelle die Effektstärken zwischen den Gruppen abgetragen, um die Unterschiede bewerten zu können. Die Items des Fragebogens sind auf einer fünfstufigen Ratingskala

beantwortet worden, die mit den Werten Null bis vier kodiert wurden.

Tabelle 4.11: Skalenwerte der vier Fragebogenskalen des FABS aufgeteilt nach der Gruppenzugehörigkeit. Die Effektstärke (Cohens d) drückt den Unterschied zwischen den Gruppen aus. Negative Werte geben eine stärkere Merkmalsausprägung in der Responder-Gruppe an.

<i>Gruppe</i>	<i>Positive Erfahrungen</i>	<i>Negative Erfahrungen</i>	<i>Stimulusdarbietung</i>	<i>Kontrollbedingung</i>
Responder	3,01	0,76	2,50	2,71
Non-Responder	2,09	1,26	2,59	2,21
Effektstärke	-1,69	0,86	0,20	-0,57

Die Responder berichteten deutlich mehr positive Erfahrungen ($PE_{Res} = 3,01$) als die Non-Responder ($PE_{Non} = 2,09$), was sich in einem sehr großen Effekt von $d = -1,69$ niederschlägt. Wohingegen die Non-Responder mehr negative Erfahrungen berichteten ($NE_{Non} = 1,26$; $NE_{Res} = 0,76$). Der Effekt für diesen Unterschied ist ebenfalls als hoch einzustufen ($d = 0,86$). Die Stimulusdarbietung wurde von den Non-Respondern leicht besser eingeschätzt ($d = 0,20$), wobei die Darbietung mit Werten von $Stim_{Non} = 2,59$ und $Stim_{Res} = 2,50$ als akzeptabel eingestuft wurde. Den Respondern gelang es besser, ihre Aufmerksamkeit auf das Fixationskreuz in den Kontrollbedingungen zu lenken. Mit Mittelwerten von $A_{Res} = 2,71$ und $A_{Non} = 2,21$ ist die Aufmerksamkeitsfokussierung in der Kontrollbedingung in beiden Gruppen zufriedenstellend. Zwischen den beiden Kontrollbedingungen vor und nach der Induktion bestanden in beiden Gruppen keine nennenswerten Unterschiede, wobei der Unterschied zwischen den Gruppen mit einem Effekt von $d = -0,57$ als mittelstark gilt.

Abschließend ist festzustellen, dass die Gruppenunterschiede durchweg erwartungskonform ausfielen und die PCI-Ergebnisse stützen.

4.4 Periphere Physiologie

Problematisch bei dieser Untersuchung war die externe Validierung der Trancezustände. Die subjektiven Absorptionsverläufe sind über den FABS in Form einer Verlaufszeichnung erhoben worden. Diese Daten sind jedoch kein externes Kriterium für die Tiefe von Trancezuständen und deren Auftretenszeitpunkt. Insbesondere, weil ein verändertes Zeiterleben ein

Merkmal der Trance ist. Eindeutige peripherphysiologische externe Marker für Trancezustände stehen nicht zur Verfügung. In verschiedenen Untersuchungen ist versucht worden, die Zustände durch peripherphysiologische Maße abzubilden. Allerdings ist aus diesen Versuchen kein valider Marker hervorgegangen.

Um die subjektiven Daten eventuell durch peripherphysiologische Maße stützen zu können, sind die Hautleitfähigkeit, der Fingerpuls, die Atmung und das EKG während der Tranceinduktion im MRT miterhoben worden. Diese Maße werden im Folgenden zu den subjektiven Verlaufszeichnungen in Beziehung gesetzt, um zu prüfen, ob sie Gemeinsamkeiten mit dem subjektiven Erleben aufweisen. In diesem Fall könnten die peripheren Maße zur Auswertung der fMRT-Daten beitragen.

4.4.1 Hautleitfähigkeit

Die Hautleitfähigkeit (EDA) ist während der gesamten fMRT-Messung aufgezeichnet worden. Um sie mit dem gezeichneten Absorptionsverlauf in Zusammenhang zu bringen, wurden die Daten, die während der Tranceinduktion aufgezeichnet worden sind, in die Analyse einbezogen. Da die EDA eventuell mit in die Auswertungen der fMRT-Daten eingehen sollte, wurden die Werte auf die Abtastrate der verwendeten MRT-Sequenz von 3 Sekunden gebracht, indem für jedes drei Sekunden Intervall die Werte gemittelt wurden. Wie bereits beschrieben (Siehe Kapitel 4.3.3) haben die Absorptionsverläufe die gleiche Zeitbasis.

Auf dieser identischen Zeitbasis konnten die EDA- und die Absorptionsverläufe auf individueller Ebene miteinander korreliert werden. Darüber hinaus sind die Korrelationen über die Stichprobe zusammengefasst worden und es wurde geprüft, ob die mittlere Korrelation signifikant von einer Nullkorrelation abweicht. Da Korrelationen nicht normalverteilt sind, mussten die Werte dafür einer Fisher-z' Transformation unterzogen werden (Bortz, 1999):

$$z' = \frac{1}{2} \cdot \left(\ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right) \right) \quad (\text{Formel 2}).$$

Um die subjektiven Zeitverzerrungen im Absorptionsverlauf auszugleichen, ist ebenfalls eine Kreuzkorrelation zwischen den Datenreihen berechnet worden.

Die höchsten Kreuzkorrelationen auf der Einzelsubjekt-Ebene sind analog zu den Korrelationen mit einer Fisher-z' Transformation über die gesamte Stichprobe zusammengefasst worden. Auf dem $\alpha = 0,05$ Niveau ist ein Konfidenzintervall um $\varphi = 0$ bestimmt worden. Grundlage für die Berechnung des Konfidenzintervalls war (Bortz, 1999):

$$I = \left[1,96 \cdot \frac{1}{\sqrt{N-3}}; -1,96 \cdot \frac{1}{\sqrt{N-3}} \right] \text{ (Formel 3).}$$

Bei einer Stichprobengröße von $N = 28$ ergab sich ein Konfidenzintervall von $[0,392; -0,392]$ um $\varphi = 0$.

Tabelle 4.12: Anzahl der signifikant von $\varphi = 0$ abweichenden Korrelationen, sowie die mittlere Korrelation zwischen den Absorptionsverläufen und der EDA für $N = 28$.

<i>Anzahl</i>	<i>Korrelation</i>	<i>Kreuzkorrelation</i>
$z' > 0,392$	16	23
$z' < -0,392$	2	5
Mittleres z'	0,427	0,448

Ein z'-Wert von $z' = 0,427$ entspricht einer Korrelation von $r = 0,403$. Die Werte der Kreuzkorrelation liegen nicht signifikant höher als die der Korrelation. Da es bei den Kreuzkorrelationen zum Teil zu erheblichen Verschiebungen der Datenreihen gekommen ist, die nicht mehr durch eine verzerrte Zeitwahrnehmung zu erklären sind, wird die Kreuzkorrelation nicht weiter analysiert. Die signifikante Korrelation weist jedoch bereits auf einen Zusammenhang zwischen der EDA und den Absorptionsverläufen hin. Eine abnehmende EDA geht also häufig mit einer zunehmenden Absorptionstiefe einher.

Gruppenvergleich

Der mittlere z'-Wert der Responder-Gruppe beträgt $z'_{Res} = 0,6282$. In der Non-Responder-Gruppe beläuft sich der Wert auf $z'_{Non} = 0,2257$. Um festzustellen, ob die beiden Werte sich signifikant voneinander unterscheiden, wird ein Konfidenzintervall um einen der beiden Werte gebildet (Bortz, 1999). Das Konfidenzintervall um z'_{Non} umfasst $I = [0,6177; -0,1633]$. Da z'_{Res} nicht innerhalb von I liegt, unterscheiden sich die Korrelationen signifikant voneinander. Der Zusammenhang zwischen dem Absorptionsverlauf und der EDA ist in der

Responder-Gruppe stärker als in der Non-Responder-Gruppe.

4.4.2 Fingerpuls

Aus den Fingerpulsdaten sind die Herzperioden berechnet worden. Die Verläufe der Herzrate sollen ebenfalls mit den Absorptionsverläufen verglichen werden, um festzustellen, ob die Herzrate zur Vorhersage von Absorptionszuständen geeignet ist.

Bei einem Probanden ist die Aufzeichnung des Triggersignals fehlgeschlagen. Die Daten dieser Versuchsperson mussten von den Analysen ausgeschlossen werden. Die Auswertung der Herzrate basiert auf einem Stichprobenumfang von $N = 27$.

Die Herzraten-Werte sind auf eine Abtastrate von drei Sekunden gebracht worden, was der TR der fMRT-Messung entsprach. Auf dieser Basis konnten die Herzratenverläufe individuell mit den Absorptionsverläufen korreliert werden. Gemäß des Vorgehens in Abschnitt 4.4.1 für den Zusammenhang zwischen Absorptionsverlauf und EDA wurden die Korrelationen zwischen dem Absorptionsverlauf und der Herzrate einer Fisher-z'-Transformation unterzogen (Formel 2). Die z'-Werte sind normalverteilt und können über die Gruppe gemittelt werden. Anhand von Formel 3 beträgt das Konfidenzintervall um die Nullkorrelation $\varphi = 0$ auf dem $\alpha = 0,05$ Niveau für $N = 27$ $I = [0,400; -0,400]$.

Tabelle 4.13: Anzahl der signifikant von $\varphi = 0$ abweichenden Korrelationen, sowie die mittlere Korrelation zwischen den Absorptionsverläufen und der Herzrate für $N = 27$.

<i>Anzahl</i>	<i>Korrelation</i>	<i>Kreuzkorrelation</i>
$z' > 0,400$	1	2
$z' < -0,400$	1	5
Mittleres z'	0,027	-0,020

In dieses Intervall fallen sowohl der mittlere z'-Wert der Korrelation, als auch der Wert der Kreuzkorrelation. Somit besteht kein Zusammenhang zwischen dem Absorptionsverlauf und der Herzrate über die gesamte Stichprobe.

Gruppenvergleich

Der mittlere z'-Wert der Non-Responder-Gruppe beträgt $z'_{\text{Non}} = 0,0344$. Der Wert

der Responder-Gruppe muss, um $\text{diff} = 0,400$ vom Wert der Non-Respondergruppe abweichen, damit von einem signifikanten Unterschied ausgegangen werden kann. Mit $z'_{\text{Res}} = 0,0221$ ist die Differenz zu klein und der Zusammenhang zwischen den Absorptionsverläufen und der Herzrate unterscheidet sich zwischen beiden Gruppen nicht. Dies gilt auch für die z' -Werte der Kreuzkorrelation ($z'_{\text{Res}} = 0,0346$; $z'_{\text{Non}} = -0,0797$).

4.4.3 Atmung

Neben dem Fingerpuls ist die Atmung das zweite periphere Maß, welches über die Ausrüstung des MRT aufgezeichnet wurde. Deshalb ist die Auswertung analog zu den Fingerpulsdaten erfolgt. Da die Stichprobengröße ebenfalls $N = 27$ betrug, ist hier auch das Konfidenzintervall identisch $I = [0,400; -0,400]$.

Tabelle 4.14: Anzahl der signifikant von $\phi = 0$ abweichenden Korrelationen, sowie die mittlere Korrelation zwischen den Absorptionsverläufen und der Atmung für $N = 27$.

<i>Anzahl</i>	<i>Korrelation</i>	<i>Kreuzkorrelation</i>
$z' > 0,400$	1	2
$z' < -0,400$	0	0
Mittleres z'	0,055	-0,056

Anhand dieser Daten besteht kein Zusammenhang zwischen der Atmung und den Absorptionsverläufen annehmen.

Gruppenvergleich

Aufgrund der Stichprobengröße muss die Differenz der mittleren z' -Werte der Gruppen mindestens $\text{diff} = 0,400$ betragen, um mit $\alpha = 0,05$ Wahrscheinlichkeit von einem bedeutsamen Unterschied ausgehen zu können. Weder für die Korrelation, noch für die Kreuzkorrelation wurde diese Differenz überschritten (Korrelation: $z'_{\text{Res}} = 0,109$; $z'_{\text{Non}} = 0,001$ und Kreuzkorrelation: $z'_{\text{Res}} = 0,019$; $z'_{\text{Non}} = -0,142$).

4.4.4 Elektrokardiogramm

Die elektrokardiographischen Daten konnten nicht verwertet werden, da die Störungen durch die Echoplanarsequenz des MRT so stark waren, dass die

Daten nicht aufbereitet werden konnten. Die Herzfrequenz konnte jedoch aus den Fingerpulsdaten bestimmt werden.

4.5 Hirnphysiologische Daten

Die Auswertung der hirnphysiologischen Daten ist das Kernstück dieser Arbeit. Dabei sollen die bisher berichteten Ergebnisse aus den Fragebogendaten mit in die Auswertung der fMRT-Daten einfließen. Zunächst werden die Effekte der Stimulation untersucht, wozu die Tranceinduktion mit der Kontrollbedingung verglichen wird. Danach wird der Kernfrage nach den Effekten der Trance nachgegangen. Die Ergebnisse werden für jeden untersuchten Kontrast zuerst für die gesamte Stichprobe dargestellt. Anschließend soll untersucht werden, was die Responder auf die Tranceinduktion von den Non-Respondern auf neurophysiologischer Ebene unterscheidet. Dieser Gruppenvergleich soll nicht über eine Einteilung der Gruppen durch einen Mediansplit anhand der pHGS-Werte als Maß für die Trancetiefe erfolgen. Eine größere Teststärke ist gegeben, wenn die Kontraste direkt mit den pHGS-Werten korreliert werden, um zu identifizieren, in welchen Hirnarealen die Aktivität mit den pHGS-Werten kovariiert. Diese Befunde werden bei den jeweiligen Kontrasten unter der Überschrift „Gruppenunterschiede“ dargestellt.

Bei allen berichteten Kontrasten werden zuerst die Daten der Ganzkopf-Analyse und nachfolgend die Daten der spezifischen „Region of Interest“ (ROI) Analysen berichtet.

Die Ergebnisse resultieren aus „Second Level“ Analysen der fMRT-Daten. Grundlage dafür sind die auf Einzelsubjekt-Ebene geschätzten „First Level“ Kontraste. Diese Kontraste wurden aus den vorverarbeiteten (Preprocessing) Daten der fMRT-Messung berechnet. Diese Prozedur ist ausführlich im Methodenteil der Arbeit beschrieben worden (siehe Kapitel 3.6.2).

4.5.1 Effekte der Stimulation

Um die Effekte der Stimulation zu untersuchen, sind die fMRT-Daten entsprechend dem Modell 1 ausgewertet worden (siehe Kapitel 3.6.2). In

diesem Modell sind die Kontrollbedingungen und die Stimulation definiert worden. So konnten die Aktivierungen während der Stimulation mit denen während der Kontrollbedingung verglichen werden. Zunächst wird dargestellt, welche Strukturen während der Stimulation stärker aktiviert waren, um anschließend umgekehrt nach stärkeren Aktivierungen in der Kontrollbedingung zu suchen.

Stimulation gegen Kontrollbedingung

Im Kontrast Stimulation gegen Kontrollbedingung (stimulationGRfixation) sollen Strukturen identifiziert werden, deren Aktivierung während der Stimulation höher ist, als während der Kontrollbedingung. Zu Beginn werden Unterschiede über den gesamten Suchraum (Ganzkopf-Analyse) identifiziert. Danach werden spezifische Suchräume betrachtet, in denen Unterschiede aufgrund ihrer Funktionalität erwartet werden (ROI-Analysen).

Bei der Ganzkopf-Analyse werden, explorativ, Aktivierungsunterschiede über das gesamte Messvolumen gesucht. Wegen der großen Anzahl von Voxeln, die in die Analyse eingehen, ist die Teststärke gering, so dass nur starke Unterschiede signifikant werden. Dabei kann zwischen Unterschieden auf Voxel- und auf Clusterniveau differenziert werden. Veränderungen auf dem Clusterniveau deuten auf eine Veränderung der räumlichen Ausdehnung der Aktivierung hin, wohingegen Veränderungen auf dem Voxelniveau Veränderungen der Intensität der Aktivierung abbilden.

In Abbildung 4.5 sind die Aktivierungsunterschiede für diesen Kontrast (stimulationGRfixation) für die Gesamtgruppe dargestellt. Dort sind starke Unterschiede im Bereich des okzipitalen Kortex zu erkennen, in dem sich die visuellen Areale befinden. Für diese Areale war eine stärkere Aktivierung während der Stimulation vorhergesagt worden (Hypothese III).

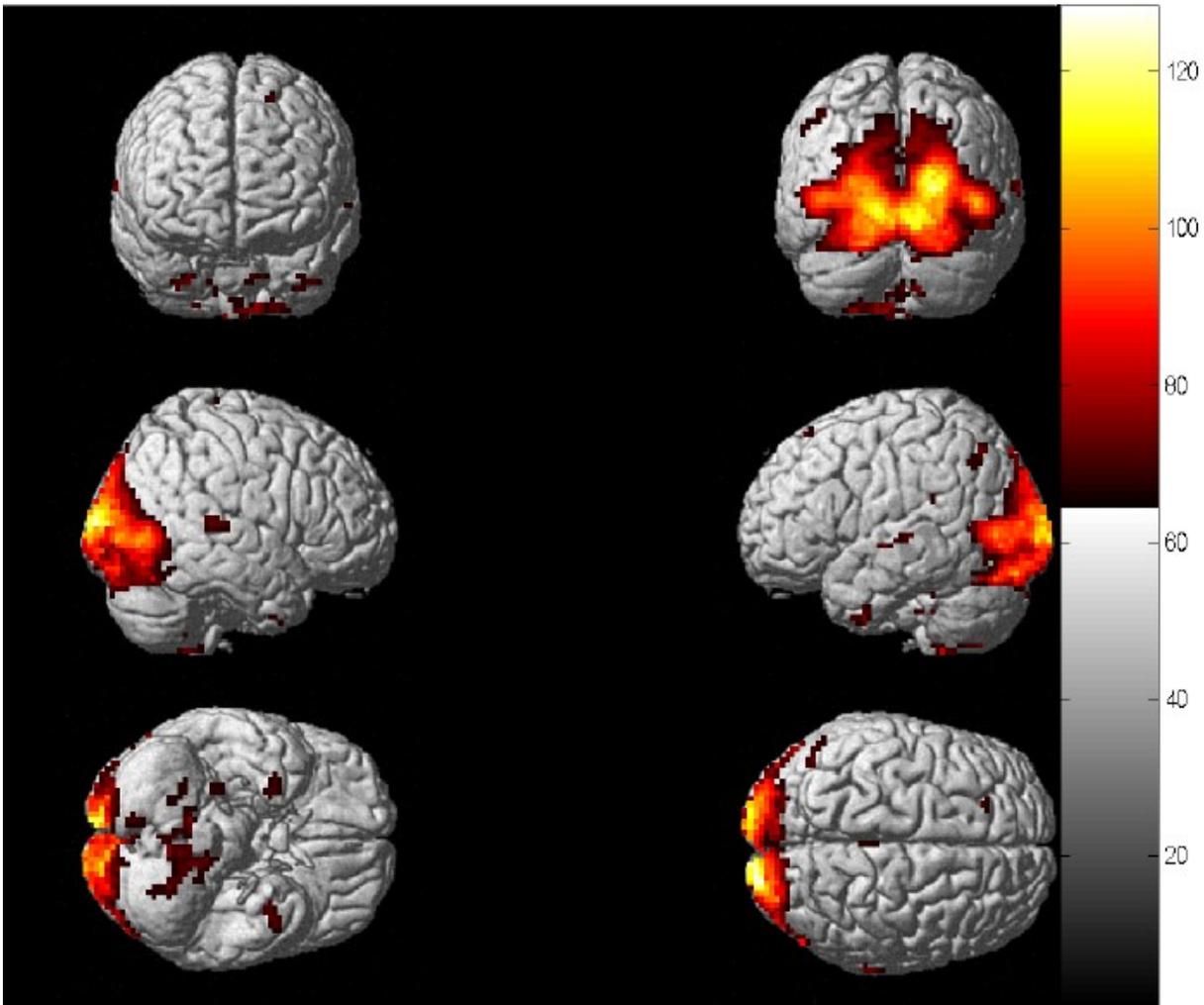


Abbildung 4.5: Darstellung der Aktivierungsunterschiede im Kontrast *stimulationGRfixation* für die Gesamtstichprobe.

Ob die in der obigen Abbildung zu sehenden Unterschiede von statistischer Bedeutung sind, wird im Folgenden überprüft. Darüber hinaus werden die Strukturen, in denen die Aktivierungsunterschiede lokalisiert sind, genauer benannt. In Tabelle 4.15 sind die bedeutsamen Cluster des Kontrasts *stimulationGRfixation* mit der in ihnen liegenden Anzahl signifikanter Voxel abgetragen.

Tabelle 4.15: Areale die im Kontrast Stimulation gegen Kontrollbedingng (stimulationGRfixation) Unterschiede von $p < 0.1$ (korrigiert) aufweisen. Die MNI-Koordinaten beziehen sich auf das Peak-Voxel des Clusters.

Cluster	Clustergröße	p-Wert (korrigiert)	MNI-Koordinaten			Signifikante Voxel	
			x	y	z	FWE	FDR
Cluster 1	5061	$p < 0.000$	21	-96	9	3	3
Cluster 2	133	$p < 0.000$	-12	-45	-57	0	3
Cluster 3	31	$p < 0.051$	-6	-45	-33	0	2
Cluster 4	28	$p < 0.076$	-42	3	-45	0	3

Die Strukturen, über die sich die Cluster erstrecken sind in Tabelle 4.16 aufgeführt. Das größte dieser Cluster, Cluster 1, erstreckt sich über beide Hirnhälften vom okzipitalen zum temporalen Kortex und schließt Teile des Cerebellums mit ein. Damit sind große Teile des visuellen und auditorischen Systems schon in der Ganzkopf-Analyse signifikant stärker während der Stimulation aktiviert. Dieses Verhalten war erwartet worden und wurde in der dritten Hypothese formuliert. Insgesamt sind in der Ganzkopf-Analyse drei Voxel mit einer family wise error (FWE)-Korrektur und 20 Voxel mit einer false discovery rate (FDR)-Korrektur signifikant stärker während der Stimulation aktiviert. Die drei Voxel, die sogar bei der FWE-Korrektur signifikant werden, liegen alle in der rechten Hemisphäre. Zwei Voxel liegen im Nucleus cuneus und einer im Gyrus fusiformis. Viele der restlichen Voxel sind im Cerebellum zu finden. Darüber hinaus finden sich Voxel im okzipitalen, im temporalen und im parietalen Kortex, sowie im Frontallappen.

Tabelle 4.16: Aufzählung der in den Clustern enthaltenen Strukturen. In Klammer wird der Prozentwert der Struktur am gesamten Clusters angegeben. Die Zusätze L (links) oder R (rechts) beziehen sich auf die Hemisphäre in der die Struktur liegt. Die Identifikation der Strukturen erfolgte über die automatic anatomic labeling (aal)-Toolbox mit SPM 2.

Cluster	Strukturen
Cluster 1	Occipital_Mid_L (10.85%), Lingual_R (7.71%), Occipital_Mid_R (6.40%), Fusiform_R (6.13%), Lingual_L (5.93%), Calcarine_L (5.14%), Occipital_Sup_R (4.82%), Occipital_Sup_L (4.29%), Cerebellum_6_R (4.23%), Fusiform_L (3.81%), Calcarine_R (3.77%), Cerebellum_6_L (3.18%), Occipital_Inf_L (2.79%), Occipital_Inf_R (2.63%), Temporal_Mid_R (2.61%), Cuneus_R (2.39%), Cerebellum_Crus1_L (1.98%), Cerebellum_Crus1_R (1.48%), Temporal_Inf_R (1.48%), Cuneus_L (1.44%) und OUTSIDE (14.25%)
Cluster 2	Cerebellum_9_L (34.59%), Cerebellum_8_L (18.05%), Cerebellum_9_R (6.77%), Vermis_9 (1.50%) und Outside (39.10%)
Cluster 3	Cerebellum_9_L (3.23%) und Outside (96.77%)
Cluster 4	Temporal_Inf_L (53.57%), Temporal_Pole_Mid_L (17.86%) und Outside(28.57%)

Damit liegen auf der Ganzkopf-Ebene schon viele signifikante Voxel in Hirnregionen, die dem auditorischen und visuellen System zuzurechnen sind.

Dieser Befund wird in den ROI-Analysen noch deutlicher (Tabelle 4.17). Alle Masken zeigen sowohl signifikante Cluster, als auch signifikante Voxel (FWE-Korrigiert).

Tabelle 4.17: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen. Die verwendeten Masken bilden die primären und sekundären visuellen Areale des Kortex ab.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Gyrus fusiformis (links)	1	193	p < 0.001	-30	-69	-9	9
Gyrus fusiformis (rechts)	2	310	p < 0.001	-69	27	-9	5
		7	p < 0.036	27	0	-42	1
Gyrus lingualis (links)	1	300	p < 0.001	-9	-87	-9	7
Gyrus lingualis (rechts)	1	390	p < 0.001	15	-96	-9	7
Gyrus occipitalis inferior (links)	1	141	p < 0.001	-24	-90	-12	5
Gyrus occipitalis inferior (rechts)	1	133	p < 0.001	21	-93	-6	7
Gyrus occipitalis medial (links)	1	546	p < 0.003	-12	-96	0	11
Gyrus occipitalis medial (rechts)	1	324	p < 0.001	27	-87	15	6
Gyrus occipitalis superior (links)	1	216	p < 0.001	-15	105	9	6
Gyrus occipitalis superior (rechts)	1	244	p < 0.001	21	-99	9	5

Damit sind in allen ROI-Analysen für die sensorischen Areale des visuellen und auditiven Kortex signifikante Aktivierungsunterschiede, sowohl auf Cluster- als auch auf Voxel Ebene, zu finden.

Tabelle 4.18: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen. Die verwendeten Masken bilden die auditiven Areale des Kortex ab.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Gyrus temporalis inferior (links)	1	15	p < 0.009	-36	0	-42	0
Gyrus temporalis inferior (rechts)	1	75	p < 0.001	48	-66	-6	3
		6	p < 0.040	-54	-12	-3	1
Gyrus temporalis superior (links)	3	6	p < 0.040	-60	-24	3	0
		5	p < 0.050	-39	-39	18	0
Gyrus temporalis superior (rechts)	1	132	p < 0.001	48	-75	0	3
Temporal Pole (links)	1	5	P < 0.045	-39	3	-45	1

Von den 10 Masken für die auditiven Kortexareale fanden sich in fünf signifikante Cluster oder Voxel bei den ROI-Analysen. Die akustische

sensorische Stimulation war während der Tranceinduktion nicht so stark ausgeprägt, wie die visuelle sensorische Stimulation.

Gruppenvergleich

Wie oben dargelegt, wird der Kontrast stimulationGRfixation an dieser Stelle mit den pHGS-Werten aus der fMRT-Messung korreliert. So sollen Strukturen isoliert werden, die mit der Intensität der Veränderung des Bewußtseinszustandes zusammenhängen.

Tabelle 4.19: Ergebnisse der Analysen für die Korrelation zwischen dem pHGS-Wert und dem Kontrast stimulationGRfixation sowohl für den gesamten Suchraum als auch für die Regions of Interest (ROI). Die Peak Voxel sind in MNI-Koordinaten angegeben.

Maske	Cluster	Cluster- größe	p-Wert (korrigiert)	Peak Voxel			Signifikante Voxel (FWE)
				x	y	z	
Ganzkopf	4	48	p < 0.005	30	21	6	0 (0 FDR)
		51	p < 0.004	33	-57	39	0 (0 FDR)
		52	p < 0.003	-6	-36	-51	0 (0 FDR)
		35	p < 0.027	9	21	66	0 (0 FDR)
Gyrus occipitalis inferior (links, visuell)	1	6	p < 0.017	-36	-87	-6	1
Gyrus occipitalis superior (rechts, visuell)	1	12	p < 0.008	21	-66	36	1
Insula (rechts, Emotionale Verarbeitung)	1	17	p < 0.004	30	21	6	0
ACC (rechts, exekutive Kontrolle)	1	14	p < 0.005	12	36	27	1
Gyrus frontalis inferior opercular (rechts, PFC)	2	4	p < 0.041	54	15	33	1
		7	p < 0.020	39	15	12	0
Gyrus frontalis inferior triangular (rechts, PFC)	1	7	p < 0.028	36	24	9	0
Lobus paracentralis (links, PFC)	1	3	p < 0.050	-3	-33	72	1
Supp motorarea (links, PFC)	1	12	p < 0.010	-6	6	48	1
Supp motorarea (rechts, PFC)	1	29	p < 0.001	9	21	66	2

Bereits in der Ganzkopf-Analyse zeigen sich vier signifikante Cluster. Im ersten Cluster liegen Teile des rechten superioren und medialen okzipitalen Kortex. Das zweite Cluster befindet sich im Cerebellum. Die supplementären motorischen Areale des präfrontalen Kortex beider Hemisphären bilden das dritte Cluster. Der rechte insuläre Kortex und Teile des rechtseitigen inferior-triangularen und inferior-operkularen frontalen Kortex liegen im vierten Cluster. Mit Ausnahme des Cerebellums befinden sich alle diese Strukturen in Arealen

die bezüglich der Hypothesen relevant sind. So zeigen sich auch in den ROI-Analysen signifikante Cluster und Voxel in diesen Strukturen (Tabelle 4.19). Weitere signifikante Befunde der ROI-Analysen finden sich in Masken, die zum auditiven System gehören: dem frontalen rechten Operculum, dem linken Gyrus paracentralis. Für die Masken des exekutiven Kontrollsystems gibt es ein signifikantes Cluster und Voxel im rechten anterioren cingulären Kortex.

Kontrollbedingung gegen Stimulation

Dieser Kontrast ist die Umkehrung des vorher dargestellten Kontrastes *stimulation*GR*fixation*. Hier werden Strukturen gesucht, in denen die Aktivierungen während der Kontrollbedingung höher sind als während der Stimulation. Entsprechend soll der Kontrast als *fixation*GR*stimulation* abgekürzt werden. Analog zur Darstellung des vorherigen Kontrasts wird zunächst die Ganzkopf-Analyse präsentiert. Danach soll der Suchraum auf die verschiedenen ROIs eingeschränkt werden. Abschließend erfolgt ein Vergleich der Responder- und der Non-Responder-Gruppe.

In Abbildung 4.6 ist zu erkennen, dass die Areale in denen Aktivierungsunterschiede existieren, vorwiegend in der rechten Hirnhälfte liegen. In Tabelle 4.20 sind die signifikanten Cluster und Voxel mit den zugehörigen statistischen Kennwerten und den MNI-Koordinaten aufgelistet. Eine Benennung der entsprechenden Hirnregionen wird in Tabelle 4.21 vorgenommen. Grundlage für diese Zuweisung bildet die, in SPM 2 integrierte, *aal*-Funktion (*automatic anatomical labeling*). Die Anzahl der Cluster und die Menge der signifikanten Voxel deuten auf deutliche Unterschiede in der Aktivierungsausbreitung und der Aktivierungsstärke hin. Die Anzahl der signifikanten Voxel in der Ganzkopf-Analyse beträgt etwa sieben bei der konservativeren FWE-Korrektur ($\alpha = 0,05$). Für die liberalere FDR, die bei der Ganzkopf-Analyse verwendet werden kann, finden sich mehr als 50 signifikante Voxel ($\alpha = 0,05$).

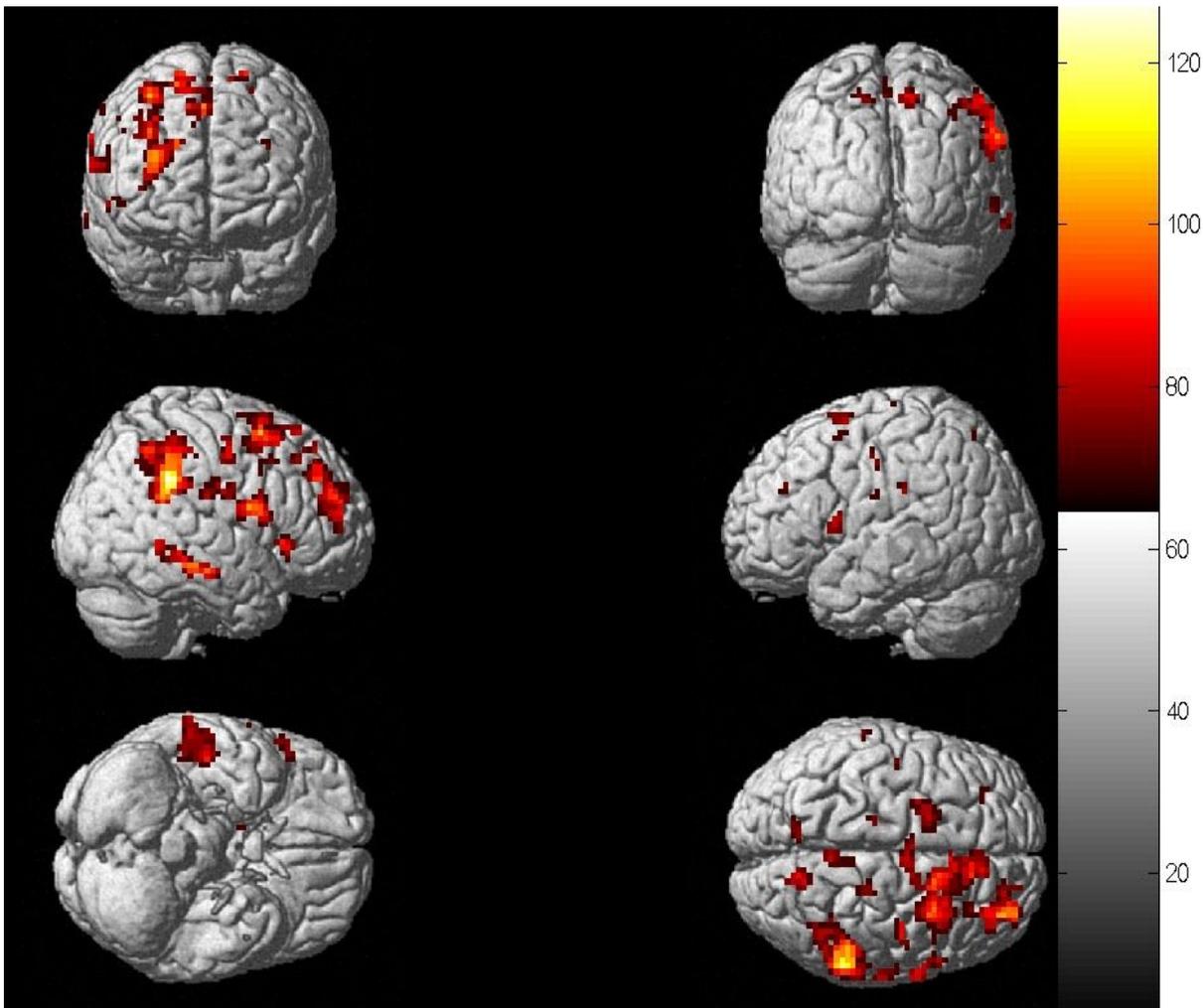


Abbildung 4.6: Darstellung der Aktivierungsunterschiede im Kontrast *fixationGRstimulation* für die Gesamtstichprobe.

Tabelle 4.20: Areale die im Kontrast Kontrollbedingung gegen Stimulation (*fixationGRstimulation*) Unterschiede von $p < 0.1$ (korrigiert) aufweisen. Die MNI-Koordinaten beziehen sich auf das Peak-Voxel des Clusters.

Cluster	Clustergröße	p-Wert (korrigiert)	MNI-Koordinaten			Signifikante Voxel	
			x	y	z	FWE	FDR
Cluster 1	411	$p < 0.000$	57	-42	33	2	3
Cluster 2	35	$p < 0.031$	12	-63	54	1	1
Cluster 3	136	$p < 0.000$	51	-21	-15	1	3
Cluster 4	398	$p < 0.000$	15	9	63	1	3
Cluster 5	175	$p < 0.000$	3	-36	48	1	3
Cluster 6	175	$p < 0.000$	30	51	24	1	3
Cluster 7	46	$p < 0.008$	39	-12	42	0	2
Cluster 8	139	$p < 0.000$	24	-9	18	0	3
Cluster 9	95	$p < 0.000$	57	6	18	0	3
Cluster 10	32	$p < 0.045$	-24	-3	48	0	2
Cluster 11	29	$p < 0.066$	51	24	0	0	1
Cluster 12	26	$p < 0.099$	45	-12	27	0	1

Die Strukturen, in denen die signifikanten Cluster und Voxel liegen, sind Bereiche für die im Anschluß noch ROI-Analysen durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um Areale im präfrontalen Kortex, im Thalamus und im anterioren cingulären Kortex. Diese Bereiche sind für die Fragestellung bezüglich des Bewußtseinszustandes von Bedeutung. Erstaunlicher ist die stärkere Aktivierung in Teilen des temporalen Kortex, die zum auditiven System gehören. Hier waren Aktivierungsunterschiede für den Kontrast stimulationGRfixation erwartet und gefunden worden. Die ROI-Analysen (Tabelle 4.21) für die auditiven Kortexareale zeigen jedoch, dass die Masken, die im Kontrast fixationGRstimulation signifikante Cluster und Voxel aufweisen, nicht identisch mit den Masken des Kontrastes stimulationGRfixation sind (Tabelle 4.18).

Tabelle 4.21: Aufzählung der in den Clustern enthaltenen Strukturen. Mit der Angabe wieviel Prozent des Clusters die jeweilige Struktur ausmacht. Die Zusätze L (links) oder R (rechts) beziehen sich auf die Hemisphäre in der die Struktur liegt. Die Identifikation der Strukturen erfolgte über die aal-Toolbox mit SPM 2.

<i>Cluster</i>	<i>Strukturen</i>
Cluster 1	SupraMarginal_R (46.23), Parietal_Inf_R (32.85), Angular_R (7.30), Temporal_Sup_R (2.68) und Outside (10.71)
Cluster 2	Precuneus_R (51.43) und Parietal_Sup_R (48.57)
Cluster 3	Temporal_Mid_R (81.62), Temporal_Inf_R (4.41) und Outside (13.97)
Cluster 4	Supp_Motor_Area_R (28.14), Frontal_Mid_R (27.64), Frontal_Sup_Medial_R (17.09), Frontal_Sup_R (16.33), Supp_Motor_Area_L (4.27), Cingulum_Mid_R (2.51), Frontal_Sup_Medial_L (1.26) und Outside (2.76)
Cluster 5	Cingulum_Mid_R (48.57), Precuneus_R (26.29), Paracentral_Lobule_R (12.00), Cingulum_Mid_L (5.71), Precuneus_L (3.43), Supp_Motor_Area_R (1.71) und Outside (2.29)
Cluster 6	Frontal_Mid_R (78.29), Frontal_Sup_R (16.00) und Outside (5.71)
Cluster 7	Precentral_R (56.52), Frontal_Mid_R (4.35) und Outside (39.13)
Cluster 8	Caudate_R (19.42), Thalamus_R (10.79) und Outside(69.78)
Cluster 9	Frontal_Inf_Oper_R (49.47), Precentral_R (24.21), Postcentral_R (13.68), Rolandic_Oper_R (9.47) und Outside (3.16)
Cluster 10	Frontal_Mid_L (68.75), Frontal_Sup_L (21.88) und Outside (9.38)
Cluster 11	Frontal_Inf_Tri_R (75.86), Frontal_Inf_Orb_R (17.24) und Frontal_Inf_Oper_R (6.90)
Cluster 12	Postcentral_R (23.08), Precentral_R 11.54) und Outside(65.38)

In den Arealen, von denen ein Aktivierungsunterschied aufgrund des veränderten Bewußtseinszustandes angenommen wurde, wiesen die ROI-Analysen zahlreiche Unterschiede auf. Diese beziehen sich auf die drei postulierten funktionalen Bereiche: die Emotion, die exekutive Kontrolle und den regulierenden Strukturen des präfrontalen Kortex (Tabelle 4.22).

Tabelle 4.22: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen für den Kontrast fixationGRstimulation. Die verwendeten Masken bilden die emotionalen, exekutiven und präfrontalen Areale des Kortex ab.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Insula (links)	2	7	p < 0.027	-36	-18	-3	0
		10	p < 0.015	-27	18	3	0
		6	p < 0.033	39	-18	12	1
		7	p < 0.026	42	-9	-9	0
Insula (rechts)	5	6	p < 0.033	42	3	6	0
		5	p < 0.041	45	-9	6	0
		7	p < 0.026	36	21	0	0
Anteriorer Cingulärer Kortex (links)	1	10	p < 0.011	0	21	24	1
Anteriorer Cingulärer Kortex (rechts)	1	6	p < 0.024	3	15	27	0
Thalamus (rechts)	2	15	p < 0.003	18	-24	15	1
		4	p < 0.030	9	-18	-3	0
Gyrus frontalis inferior opercular (links)	1	19	p < 0.002	-51	9	9	1
Gyrus frontalis inferior opercular (rechts)	1	47	p < 0.001	54	9	15	2
Gyrus frontalis inferior orbital (rechts)	1	4	p < 0.048	51	24	-6	0
Gyrus frontalis inferior triangular (rechts)	1	22	p < 0.002	51	24	0	1
Gyrus frontalis medial (links)	1	22	p < 0.005	-24	-3	48	1
Gyrus frontalis medial (rechts)	2	137	p < 0.001	30	51	24	5
		110	p < 0.001	36	12	57	3
Gyrus frontalis superior (links)	1	16	p < 0.010	-18	6	63	1
		55	p < 0.001	18	9	60	2
Gyrus frontalis superior (rechts)	3	23	p < 0.004	24	51	21	0
		9	p < 0.037	15	15	45	0
Gyrus frontalis superior medial (rechts)	2	62	p < 0.001	9	27	42	2
		6	p < 0.037	9	30	57	1
Lobus paracentralis (links)	1	5	p < 0.030	-15	-24	69	0
Lobus paracentralis (rechts)	2	11	p < 0.005	3	-36	51	3
		10	p < 0.007	6	-42	60	1
Supp motor area (links)	2	6	p < 0.036	-15	6	63	1
		14	p < 0.007	0	-6	60	0
Supp motor area (rechts)	2	83	p < 0.001	15	9	63	3
		29	p < 0.001	6	-6	60	2

Für diesen Kontrast gab es keine explizite Hypothese bezüglich der Aktivierung. Tendenziell wäre jedoch eine Aktivierung im Sinne der

Hypofrontalität zu erwarten, da in diesem Kontrast Regionen identifiziert werden, deren Aktivierung während der Kontrollbedingung stärker ist, als während der Tranceinduktion. Da sich signifikante Aktivierungsunterschiede in den präfrontalen Arealen bereits in der Ganzkopf-Analyse zeigten, sind die ROI-Analysen für die Gebiete der emotionalen Verarbeitung, der exekutiven Kontrolle und des präfrontalen Kortex explorativ durchgeführt worden. Wie die Resultate in Tabelle 4.3 zeigen finden sich in diesen Strukturen viele signifikante Aktivierungsunterschiede.

Gruppenunterschiede

Hier werden die Strukturen aufgezählt, welche positiv mit dem pHGS-Wert des *Phenomenology of Consciousness Inventory* korrelieren. Für das unkorrigierte gesamte Hirnvolumen zeigen sich weder auf Cluster-, noch auf Voxel Ebene signifikante Zusammenhänge. Bei der Einschränkung des Suchraums auf die postulierten ROIs finden sich nur in einigen Masken, die zum präfrontalen Kortex gehören, Unterschiede (Tabelle 4.23). Weder für die sensorischen Areale noch für die Areale der Emotionsverarbeitung oder der exekutiven Kontrolle konnte ein Zusammenhang mit der Trancetiefe gezeigt werden.

Tabelle 4.23: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen für die positive Korrelation zwischen dem pHGS-Wert und dem Kontrast fixationGRstimulation.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Gyrus frontalis superior medial-orbital (links)	1	6	p < 0.013	-6	57	-39	1
Gyrus frontalis superior medial (links)	1	6	p < 0.049	-6	57	0	0
Gyrus frontalis superior orbital (rechts)	1	3	p < 0.042	30	63	-3	1
Gyrus rectus (rechts)	2	6	p < 0.014	6	30	-21	0
		3	p < 0.030	15	24	-12	1

Der Kontrast fixationGRstimulation hat die Regionen identifiziert, deren Aktivierung während der Kontrollbedingung stärker ist. Bei der Korrelation dieses Kontrastes mit den pHGS-Werten zeigen die signifikanten Cluster und Voxel die Strukturen an, die bei den Respondern auf die Induktion signifikant stärkere Aktivierungsunterschiede zwischen den Bedingungen aufweisen.

Diese liegen im linken superioren medial-orbitalen und medialen Gyrus frontalis, im rechten superioren orbitalen Gyrus frontalis und im rechten Gyrus rectus.

4.5.2 Effekte der Trance

Da die Untersuchung der peripherphysiologischen Maße kein objektives Kriterium zur Messung von Trancetiefe aufgezeigt hat, ist die Verlaufszeichnung der Absorptionstiefe aus dem *Fragebogen zur Absorption* (FABS) verwendet worden, um diejenigen Hirnareale zu identifizieren deren Aktivierungen mit der Veränderung des Bewußtseinszustandes einhergehen. Wie im Methodenteil ausgeführt (siehe Kapitel 3.6.2), wurden die Messvolumina der Stimulationsphase mit den Werten der Verlaufszeichnung für den entsprechenden Zeitabschnitt und der jeweiligen Versuchsperson gewichtet. Auf diese Art liessen sich Strukturen identifizieren, deren Aktivierungen mit der Absorptionstiefe korrelieren. Entsprechend konnten positive und negative Zusammenhänge zwischen Aktivierungs- und Absorptionsverläufen untersucht werden. Die Ergebnisse dieser Analysen werden im Folgenden dargestellt. Dabei beginnt die Darstellung jeweils mit den Ergebnissen für die Gesamtstichprobe. Anschließend werden die Ergebnisse des Gruppenvergleiches berichtet. Zu Anfang eines jeden dargestellten Kontrastes wird die explorativen Analyse des gesamten Messvolumens berichtet. Danach werden die hypothesengeleiteten ROI-Analysen dargestellt.

Positive Korrelation zwischen Aktivierung und Absorptionstiefe

In diesem Kontrast (Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe) werden Strukturen isoliert, deren Aktivierung positiv mit den Absorptionsverläufen korreliert. D. h. die Aktivierung in diesen Hirnregionen steigt mit zunehmender Absorptionstiefe an.

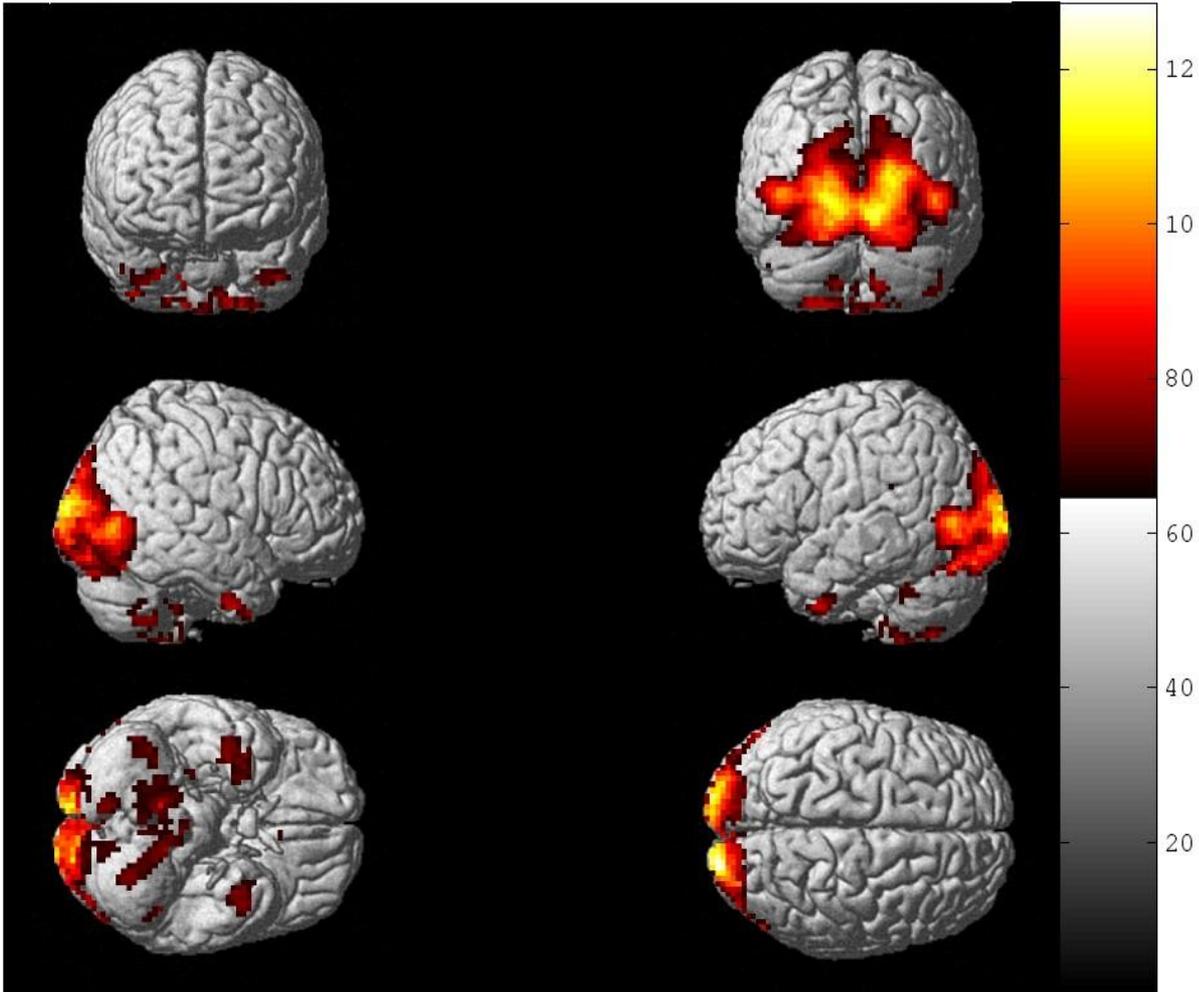


Abbildung 4.7: Darstellung der Hirnareale, deren Aktivierung positiv mit der Absorptionstiefe für die Gesamtstichprobe korreliert.

Ähnlich wie in Abbildung 4.5, die den Kontrast stimulationGRfixation zeigt, ist in Abbildung 4.7 eine starke Aktivierung im okzipitalen Kortex zu sehen. In Tabelle 4.24 sind die signifikanten Cluster und Voxel für den gesamten Suchraum aufgezählt. Daran lässt sich die Ähnlichkeit der beiden Kontraste verifizieren.

Tabelle 4.24: Cluster, deren Aktivierung positiv mit den Absorptionstiefeverläufen für die Gesamtstichprobe korreliert. Aufgezählt sind Cluster bei denen die Unterschiede ein Niveau von $p < 0.1$ (korrigiert) erreichen. Voxel werden angegeben, wenn sie auf dem 5%-Niveau signifikant sind. Die MNI-Koordinaten beziehen sich auf das Peak-Voxel des Clusters.

Cluster	Clustergröße	p-Wert (korrigiert)	MNI-Koordinaten			Signifikante Voxel	
			x	y	z	FWE	FDR
Cluster 1	4161	$p < 0.000$	15	-102	12	3	3
Cluster 2	86	$p < 0.001$	27	0	-42	0	3
Cluster 3	61	$p < 0.008$	-42	3	-45	0	2
Cluster 4	245	$p < 0.000$	0	-33	-60	0	3
Cluster 5	42	$p < 0.045$	42	-51	-51	0	2
Cluster 6	90	$p < 0.001$	15	-51	-36	0	3
Cluster 7	34	$p < 0.097$	12	-78	-48	0	1

Es gibt sechs signifikante Cluster, von denen eines mit über 4000 Voxeln sehr groß ist. Insgesamt sind nach der Korrektur mittels der False-Discovery-Rate (FDR) 25 Voxel signifikant. Drei Voxel unterschreiten die Signifikanzschwelle sogar nach einer *Family-Wise-Error* (FWE) Korrektur. Die Strukturen, die in den Clustern liegen, werden in Tabelle 4.25 aufgeführt.

Tabelle 4.25: Aufzählung der in den Clustern enthaltenen Strukturen. Mit der Angabe wieviel Prozent des Clusters die jeweilige Struktur ausmacht. Die Zusätze L (links) oder R (rechts) beziehen sich auf die Hemisphäre in der die Struktur liegt. Die Identifikation der Strukturen erfolgte über die aal-Toolbox mit SPM 2.

Cluster	Strukturen
Cluster 1	Occipital_Mid_L (11.73), Lingual_R (8.65), Fusiform_R (6.54), Occipital_Mid_R (6.15), Calcarine_L (5.94), Lingual_L (5.72), Occipital_Sup_R (4.95), Occipital_Sup_L (4.59), Calcarine_R (4.28), Cerebelum_6_R (4.04), Fusiform_L (3.85), Occipital_Inf_L (3.34), Temporal_Mid_R (2.67), Occipital_Inf_R (2.67), Cerebelum_6_L (2.62), Cuneus_R (2.26), Cerebelum_Crus1_R (1.51), Cerebelum_Crus1_L (1.47), Cuneus_L (1.37), Temporal_Inf_R (1.20), Temporal_Mid_L (1.01) und Outside(12.62)
Cluster 2	Temporal_Inf_R (60.47), Fusiform_R (26.74), Temporal_Pole_Mid_R (6.98), ParaHippocampal_R (2.33) und Outside (3.49)
Cluster 3	Temporal_Inf_L (62.30), Temporal_Pole_Mid_L (18.03) und Outside (19.67)
Cluster 4	Cerebelum_8_L (17.96), Cerebelum_9_L (15.10), Cerebelum_9_R (8.57), Cerebelum_8_R (6.53) und Outside (51.84)
Cluster 5	Cerebelum_8_R (42.86), Cerebelum_Crus2_R (30.95), Cerebelum_7b_R (21.43) und Cerebelum_Crus1_R (4.76)
Cluster 6	Cerebelum_9_R (28.89), Cerebelum_10_R (10.00) und Outside (61.11)
Cluster 7	Cerebelum_8_R (50.00), Cerebelum_7b_R (32.35) und Cerebelum_Crus2_R (17.65)

Die signifikanten Voxel, die nicht innerhalb der Cluster liegen, befinden sich in beiden Seiten des olfaktorischen Kortex, in beiden Seiten des anterioren cingulären Kortex, sowie im Cerebellum.

Da bereits in der Ganzkopf-Analyse weite Teile der visuellen und auditorischen Areale signifikante Aktivierungsunterschiede aufzeigen, sollen nachfolgend

Region of Interest Analysen für die relevanten Regionen berichtet werden. Hypothesen für diese Strukturen gab es für den Kontrast stimulationGRfixation.

Tabelle 4.26: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen des Kontrastes Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe für die visuellen Areale. Angegeben sind Cluster und Voxel, die auf dem 5%-Niveau signifikant sind.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Gyrus Fusiformis (links)	1	160	p < 0.000	-27	-75	-6	6
Gyrus Fusiformis (rechts)	2	272	p < 0.000	24	-84	-15	4
		23	p < 0.005	27	0	-42	1
Gyrus Lingualis (links)	1	238	p < 0.000	-12	-90	-9	7
Gyrus Lingualis (rechts)	1	360	p < 0.000	-12	-93	-6	5
Gyrus Occipitalis inferior (links)	1	138	p < 0.000	-18	-93	-9	4
Gyrus Occipitalis inferior (rechts)	1	111	p < 0.000	21	-93	-3	7
Gyrus Occipitalis medial (links)	1	485	p < 0.000	-15	-90	-6	9
Gyrus Occipitalis medial (rechts)	1	252	p < 0.000	42	-75	0	4
Gyrus Occipitalis superior (links)	1	190	p < 0.000	-15	-102	12	5
Gyrus Occipitalis superior (rechts)	1	206	p < 0.000	21	-99	12	5

Damit finden sich in allen Masken für das visuelle System signifikante Cluster und Voxel. Wobei die Größe der Cluster und die Anzahl der Voxel beachtlich ist, was sich in den niedrigen p-Werten zeigt. Die gilt auch für die p-Werte der Voxel, die in Tabelle 4.27 nicht berichtet sind.

Tabelle 4.27: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen des Kontrastes Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe für die auditorischen Areale. Angegeben sind Cluster und Voxel, die auf dem 5%-Niveau signifikant sind.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Gyrus temporalis inferior (links)	1	38	p < 0.004	-42	0	-42	1
Gyrus temporalis inferior (rechts)	2	50	p < 0.000	45	-89	-6	1
		52	p < 0.000	42	-6	39	3
Gyrus temporalis medial (links)	1	42	p < 0.001	-51	-72	6	1
Gyrus temporalis medial (rechts)	1	111	p < 0.000	42	-72	0	1
Gyrus temporalis superior (rechts)	1	111	p < 0.000	42	-72	0	1
Temporal Pole (links)	1	11	p < 0.019	-39	3	-45	1
Temporal Pole (rechts)	1	6	p < 0.050	27	3	-39	1

Von den zehn Masken, die für das auditorische System angefertigt wurden, zeigten sich in sieben signifikante Cluster und Voxel. Die Regionen, in denen sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Absorptionstiefe und der neurophysiologischen Aktivierung finden, liegen in den Temporallappen.

Gruppenvergleich

Bei der Korrelation des Kontrastes *Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe* mit den pHGS-Werten ergibt sich in der Ganzkopf-Analyse kein signifikanter Befund. Bei der Betrachtung der ROI-Analysen aus der Korrelation mit dem pHGS-Wert ergeben sich hingegen bedeutsame Befunde bezüglich der Hypothesen. Unterschiede waren für Areale der emotionalen Verarbeitung und der exekutiven Kontrolle vorhergesagt worden.

Tabelle 4.28: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen der Korrelation des Kontrastes *Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe* mit dem pHGS-Wert des Phenomenology of Consciousness Inventory. Angegeben sind Cluster und Voxel, die auf dem 5%-Niveau signifikant sind.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>	<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x y z</i>	
Insula (rechts, emotionale Verarbeitung)	1	5	p < 0.046	36 24 6	0
Anteriorer cingulärer Kortex (rechts, exekutive Kontrolle)	1	13	p < 0.009	12 36 27	1

In der rechten Hemisphäre zeigten sich diese Unterschiede in zentralen Strukturen dieser Systeme. Nämlich im rechten Insulären Kortex, dem eine Rolle bei der emotionalen Verarbeitung zugeschrieben wird und im rechten anterioren cingulären Kortex der an der Aufmerksamkeitssteuerung beteiligt ist.

Negative Korrelation zwischen Aktivierung und Absorptionstiefe

In diesem Kontrast (*negKorr_Aktivierung_Absorptionstiefe*) werden die Strukturen abgebildet, deren Aktivierungsverläufe negativ mit den Absorptionsverläufen korrelieren. Die isolierten Hirnregionen weisen eine stärkere Aktivierung bei abnehmender Trancetiefe auf.

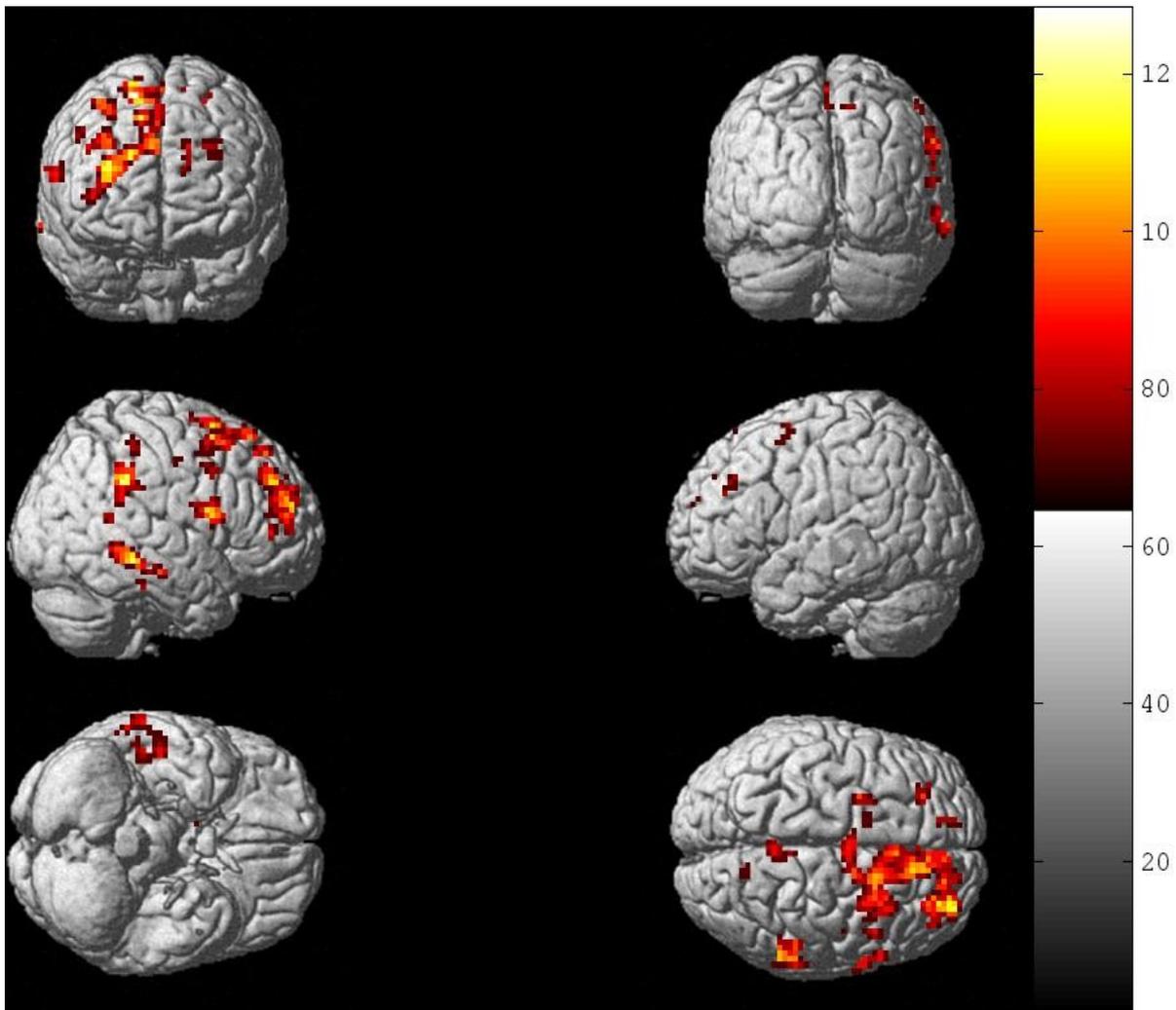


Abbildung 4.8: Darstellung der Hirnareale deren Aktivierung negativ mit der Absorptionstiefe für die Gesamtstichprobe korreliert.

Die Regionen sind in Abbildung 4.8 sichtbar gemacht worden. Diese Abbildung zeigt eine große Ähnlichkeit mit dem Kontrast fixationGRstimulation (Abbildung 4.6). Dass die selben Strukturen wie im Kontrast fixationGRstimulation signifikante Aktivierungsunterschiede aufweisen, ist in Tabelle 4.30 zu sehen. In Tabelle 4.29 werden zunächst die statistisch signifikanten Cluster mit den enthaltenen signifikanten Voxeln aufgeführt. Bei der vorliegenden Ganzkopf-Analyse werden auch die Voxel berichtet, die nach einer Fehlerkorrektur mittels der *False-Discovery-Rate* (FDR) signifikante Unterschiede aufweisen. Insgesamt gibt es nach der *Family-Wise-Error* (FWE) Korrektur zwei Voxel, die auf dem 5%-Niveau signifikant sind. Bei der FDR-Korrektur sind es 33 Voxel.

Tabelle 4.29: Cluster deren Aktivierung negativ mit den Absorptionstiefeverläufen für die Gesamtstichprobe korreliert. Aufgezählt sind Cluster bei denen die Unterschiede ein Niveau von $p < 0.1$ (korrigiert) erreichen. Voxel werden angegeben, wenn sie auf dem 5%-Niveau signifikant sind. Die MNI-Koordinaten beziehen sich auf das Peak-Voxel des Clusters.

Cluster	Clustergröße	p-Wert (korrigiert)	MNI-Koordinaten			Signifikante Voxel	
			x	y	z	FWE	FDR
Cluster 1	819	$p < 0.000$	30	51	24	2	3
Cluster 2	102	$p < 0.000$	60	-36	-6	0	2
Cluster 3	86	$p < 0.001$	0	-39	48	0	3
Cluster 4	92	$p < 0.001$	54	-42	36	0	3
Cluster 5	67	$p < 0.005$	54	9	15	0	3

In Tabelle 4.30 sind die Strukturen aufgeführt, die in diesen Clustern liegen. Diese Strukturen befinden sich zum großen Teil im präfrontalen Kortex. Hinzu kommen temporale und cinguläre Areale. So sind bereits bei der statistischen Analyse des gesamten Messvolumens die Aktivierungsunterschiede in den postulierten Regionen.

Tabelle 4.30: Aufzählung der in den Clustern enthaltenen Strukturen. Mit der Angabe wieviel Prozent des Clusters die jeweilige Struktur ausmacht. Die Zusätze L (links) oder R (rechts) beziehen sich auf die Hemisphäre in der die Struktur liegt. Die Identifikation der Strukturen erfolgte über die aal-Toolbox mit SPM 2.

Cluster	Strukturen
Cluster 1	Frontal_Mid_R (26.98), Frontal_Sup_Medial_R (16.24), Frontal_Sup_R (15.26), Supp_Motor_Area_R (14.53), Cingulum_Ant_R (6.59), Cingulum_Mid_R (5.86), Cingulum_Ant_L (5.37), Supp_Motor_Area_L (3.54) und Outside (3.66)
Cluster 2	Temporal_Mid_R (92.16), Temporal_Inf_R (1.96) und Outside (5.88)
Cluster 3	Cingulum_Mid_R (30.23), Precuneus_R (26.74), Paracentral_Lobule_R (20.93), Cingulum_Mid_L (11.63) und Precuneus_L (10.47)
Cluster 4	SupraMarginal_R (92.39), Temporal_Sup_R 2.17 und Outside (5.43)
Cluster 5	Frontal_Inf_Oper_R (61.19), Precentral_R (20.90), Postcentral_R (8.96), Rolandic_Oper_R (5.97) und Outside (2.99)

Voxel, die signifikante Unterschiede aufweisen und nicht in einem der signifikanten Cluster liegen, befinden sich im präfrontalen Kortex und im Temporallappen.

Anhand dieses Kontrastes sollte die Hypothese zur Hypofrontalität (Hypothese IV) geprüft werden. Deshalb werden im Folgenden die ROI-Analysen der präfrontalen Areale berichtet. Da sich in der Ganzkopf-Analyse signifikante Unterschiede im exekutiven Kontrollsystem gezeigt hatten

(anteriöer cingulärer Kortex) sind die ROI-Analysen für dieses System explorativ durchgeführt worden. Die Strukturen der exekutiven Kontrolle zeigen deutlich mit der Absorptionstiefe negativ korrelierende Aktivierungen auf (Tabelle 4.31). Dort fanden sich signifikante Cluster und Voxel im anterioren cingulären Kortex beider Hemisphären. Auch im rechten Thalamus gab es ein signifikantes Voxel.

Tabelle 4.31: Ergebnisse der Region of Interest (ROI) Analysen des Kontrastes negKorr_Aktivierung_Absorptionstiefe für die Areale der emotionalen Verarbeitung, der exekutiven Kontrolle und des präfrontalen Kortex. Angegeben sind Cluster und Voxel, die auf dem 5%-Niveau signifikant sind.

<i>Maske</i>	<i>Cluster</i>	<i>Cluster- größe</i>	<i>p-Wert (korrigiert)</i>	<i>Peak Voxel</i>			<i>Signifikante Voxel (FWE)</i>
				<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
Anteriorer cingulärer Kortex (links)	1	44	p < 0.000	0	21	24	1
Anteriorer cingulärer Kortex (rechts)	1	53	p < 0.000	3	21	15	2
Thalamus (rechts)	0	3	p < 0.039	18	-21	15	1
Gyrus frontalis inferior-opercular (rechts)	1	41	p < 0.000	54	9	15	2
Gyrus frontalis medial (links)	2	20	p < 0.013	-24	0	51	0
		20	p < 0.013	-24	33	30	0
Gyrus frontalis medial (rechts)	2	145	p < 0.000	30	51	24	4
		76	p < 0.000	36	12	57	3
Gyrus frontalis superior (links)	1	16	p < 0.017	-15	45	33	2
		61	p < 0.000	15	30	16	3
Gyrus frontalis superior (rechts)	3	50	p < 0.001	19	48	30	1
		14	p < 0.025	15	27	45	0
Gyrus frontalis superior-medial (rechts)	2	13	p < 0.015	9	30	57	1
		120	p < 0.000	9	39	48	3
Paracentral lobule (rechts)	1	18	p < 0.003	3	-36	51	2
Supplementary Motor Area (links)	2	21	p < 0.005	0	-6	60	1
		7	p < 0.035	0	18	51	1
Supplementary Motor Area (rechts)	1	119	p < 0.000	15	9	63	6

In vielen Regionen des präfrontalen Kortex konnten negative Aktivierungskorrelationen mit dem Absorptionstiefeverlauf nachgewiesen werden. In einigen Masken zeigten sich mehrere und große signifikante Cluster. Die Zahl der signifikanten Voxel ist ebenfalls erheblich (Tabelle 4.31).

Gruppenunterschiede

Der Kontrast negKorr_Aktivierung_Absorptionstiefe ergab in der Korrelation mit den pHGS-Werten keine signifikanten Cluster oder Voxel. Dieses gilt sowohl für die Region of Interest Analysen, als auch für das gesamte Volumen.

4.5.3 Prüfung der Hypothesen

Die Hypothesen eins und zwei bezogen sich auf Fragebogendaten. Aus diesem Grund sind sie bereits an entsprechender Stelle abgehandelt worden. Nachfolgend werden die Hypothesen bezüglich der neurophysiologischen Aktivierungen besprochen.

Hypothese III

Der Kontrast stimulationGRfixation, welcher die Induktionsphase gegen die Kontrollbedingung abbildet, dient der Prüfung der 3. Hypothese. Diese postulierte eine stärkere sensorische Aktivierung in den visuellen und auditiven Kortexarealen. Die dritte Hypothese kann, aufgrund der oben dargestellten Daten, angenommen werden. Die Stimulation mit Musik und Visualisierungen ruft eine starke sensorische Aktivierung in visuellen und auditorischen Kortexarealen hervor.

Hypothese IV

Mit dieser Annahme sollte die Hypofrontalitätshypothese geprüft werden (Dietrich, 2003). Der Kontrast negKorr_Aktivierung_Absorptionstiefe bei dem Hirnareale identifiziert werden, die negativ mit der Absorptionstiefe korrelieren, bestätigt diese Hypothese. Wenn die Absorptionstiefe steigt, nimmt die Aktivierung präfrontaler Kortexareale ab.

Hypothese V

Vermutet wurde, dass Responder auf die Induktion besser in der Lage sind, Störreize auszublenken und sich so besser absorbieren lassen. Strukturen, die diese Regulation vornehmen, gehören zum exekutiven Kontrollsystem. Bei der Korrelation des Kontrastes Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe mit den pHGS-Werten als Maß für die Veränderung des Bewußtseinszustandes zeigten sich

signifikante Ergebnisse im anterioren cingulären Kortex, der zum exekutiven Kontrollsystem gehört. Somit kann diese Hypothese angenommen werden.

Hypothese VI

Es wurde angenommen, dass Menschen, die zum Erleben tiefer Absorptionszustände neigen, ein intensiveres emotionales Erleben während solcher Zustände haben. Deshalb wurden stärkere Aktivierungen in den emotionsverarbeitenden Strukturen bei den Respondern auf die Tranceinduktion erwartet. Die Korrelation des pHGS-Wertes mit dem Kontrast `Korr_Aktivierung_Absorptionstiefe` zeigt signifikante Unterschiede im rechten insulären Kortex, so dass auch diese Hypothese angenommen werden kann.

5 Diskussion

In der Diskussion werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchung interpretiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den neurophysiologischen Befunden. Diese werden auf der Grundlage der Befunde aktueller Studien zu veränderten Bewußtseinszuständen diskutiert. Danach werden die Einschränkungen der Studie einer kritischen Betrachtung unterzogen und Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Arbeit schließt mit einem Fazit und Ausblick ab.

5.1 Interpretation der Ergebnisse

Die Interpretation der Ergebnisse orientiert sich an den eingangs formulierten Hypothesen. Darüber hinaus werden auch explorative Befunde erörtert, die nicht in direktem Bezug zu diesen stehen.

Die verwendete Induktionsmethode war unter optimalen Bedingungen und unter simulierten fMRT Bedingungen getestet worden und hatte dort ihre Tauglichkeit erwiesen. Da der Einsatz während einer funktionellen Messung ein Novum war, ist eine Überprüfung des Erfolgs der Tranceinduktion für eine sinnvolle Interpretation der Ergebnisse Voraussetzung. Als Maß für die Trancetiefe ist der *predicted Harvard Group Scale* (pHGS) Wert aus dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) von Pekala (1991) verwendet worden. Die pHGS-Werte der Tranceinduktion im MRT korrelierten mit den Werten der Induktion unter optimalen Bedingungen. Daher ist davon auszugehen, dass die Reaktion auf die Induktion relativ stabil ist. Wie geplant rief die Induktion bei der Hälfte der Probanden Trancezustände hervor (Responder), während bei den übrigen Probanden nur eine minimale Veränderung des Bewußtseinszustandes stattfand (Non-Responder). Die Erlebnisdimensionen des PCI zeigten, dass der durch die Stimulation hervorgerufene Zustand die Merkmale eines hypnotischen Trancezustandes aufwies. Auch der Anstieg der neuronalen Aktivierung in den sensorischen Arealen der visuellen und auditorischen Sinnesmodalitäten beim Vergleich der Stimulationsphase mit der Kontrollbedingung bestätigte den Erfolg der Tranceinduktion im MRT. Somit ist die Voraussetzung für eine Interpretation der

funktionellen Daten erfüllt.

5.1.1 Effekte der Tranceinduktion

Ein Anliegen dieser Studie bestand darin, die Hypofrontalitätshypothese Dietrichs (2003) zu prüfen. Dietrich (2003) nahm an, dass veränderte Bewußteinszustände durch eine transiente Hypofrontalität hervorgerufen werden. Die erhobenen Daten bestätigten diese Hypothese deutlich. Nicht nur der Kontrast der neuronalen Aktivierung zwischen der Kontrollbedingung und der Tranceinduktion zeigte eine stärkere Aktivierung von weiten Teilen des präfrontalen Kortex. Auch eine parametrische Modulation der subjektiven Trancetiefeverläufe während der Induktion offenbarte eine negative Korrelation mit Arealen des präfrontalen Kortex. Die signifikanten Cluster und Voxel lagen hauptsächlich im dorsolateralen und medialen Bereich des präfrontalen Kortex und der Zusammenhang war so stark, dass sich die Unterschiede oft schon in der Analyse des gesamten Messvolumens zeigten. Die Hypofrontalitätshypothese ist bisher noch nicht explizit untersucht worden. Um zu belegen, dass die vorliegenden Ergebnisse kein Einzelbefund sind, werden zunächst Befunde von Studien diskutiert, die die Hypofrontalitätshypothese stützen. Für eine funktionale Einordnung der Ergebnisse wird zunächst die integrative Theorie des präfrontalen Kortex (Miller & Cohen, 2001) mit Überlegungen zu den neuronalen Grundlagen des Bewußtseins in Verbindung gebracht.

Tart (1980) hatte den Nutzen der evolutionären Entwicklung von Bewußteinszuständen in einer Strategie zur Bewältigung spezifischer Situationen gesehen. Bewußteinszustände dienen der komplexen Verarbeitung großer Mengen von Informationen. Müsste ein Organismus diese Informationen sequentiell verarbeiten und adäquat reagieren, wäre er nicht überlebensfähig. Auf neurophysiologischer Ebene wird der präfrontale Kortex als zentrale Struktur für die Integration von Informationen und deshalb als zentrale Struktur für höheres Bewußtsein angesehen (Crick & Koch, 1998; Damasio, 1999 und 2002; Dehaene & Naccache, 2001; Markowitsch, 1995). Ein Argument für diese Annahme ist ebenfalls ein evolutionstheoretisches. Im Laufe der Evolution geht die Entwicklung des präfrontalen Kortex mit der

Zunahme an Bewußtsein bei den entstehenden Lebensformen einher (Markowitsch, 1995). Ein anderes Argument liegt in der Funktionalität der Struktur. Dehaene und Naccache (2001) geben verschiedene neurologische Fähigkeiten als notwendige Voraussetzung für Bewußtsein an. Dazu gehören die Aufmerksamkeit (siehe auch Crick & Koch, 1998) und bestimmte kognitive Fähigkeiten. Zu diesen kognitiven Fähigkeiten zählen sie einen Arbeitsspeicher, der Information aktiv halten kann, die Fähigkeit verschiedene mentale Operationen zu kombinieren und willentliches Verhalten zu initiieren. Für diese Prozesse ist der präfrontale Kortex von zentraler Bedeutung (Dehaene & Naccache, 2001). Miller und Cohen (2001) gehen davon aus, dass der präfrontale Kortex auf der Grundlage interner und externer Informationen Verhalten steuert. Externe Informationen sind dabei die sensorischen Wahrnehmungen. Unter internen Informationen werden Affekte und Emotionen, aber auch Ziele und Selbstrepräsentationen verstanden. Diese Informationen stammen aus verschiedenen Hirnregionen, die möglicherweise auf die Verarbeitung oder Repräsentation spezifischer Information spezialisiert sind. Im präfrontalen Kortex werden die Informationen integriert, was physisch in der Verknüpfung von Teilnetzen zu einem großen Netzwerk geschieht. In ihrer „integrativen Theorie des präfrontalen Kortex“ gehen Miller und Cohen (2001) von einem kompetitiven Prinzip aus. Unter verschiedenen Alternativen wählt der präfrontale Kortex eine mögliche. Daher sehen sie inhibitorische Prozesse als wichtige Fähigkeit des präfrontalen Kortex an. In dieser Konzeption erstrecken sich die Netzwerke über weite Teile des gesamten Gehirns. Durch die Vielzahl von Informationen, die integriert werden, sind auch viele Teile des präfrontalen Kortex in einem Netz eingeschlossen. Daher ist nicht anzunehmen, dass beim präfrontalen Kortex eine strenge funktionale Trennung verschiedener Funktionen vorliegt (Miller & Cohen, 2001). Die Rolle des präfrontalen Kortex als verknüpfende Instanz von Informationen ist der Schlüssel zur Erklärung der Entstehung von veränderten Bewußtseinszuständen in der Theorie von Dietrich (2003). Dietrich nimmt eine transiente Hypofrontalität bei veränderten Bewußtseinszuständen an. Er geht davon aus, dass die Aktivität des präfrontalen Kortex abnimmt und die Zusammenführung

von Informationen aus den verschiedenen Hirnregionen dadurch verändert wird. Der veränderte Bewußtseinszustand ist somit eine Konsequenz der veränderten Informationsgrundlage. Zur Begründung seiner These hat Dietrich (2003) die Befundlage zu verschiedenen veränderten Bewußtseinszuständen analysiert. Dabei schließt er einmal indirekt aufgrund der Phänomenologie verschiedener Zustände, wie dem Träumen, dem „Runner's high“, einem stark euphorischen Zustand bei extremen Ausdauerleistungen, der Meditation, der Hypnose, dem Tagträumen und verschiedenen Drogen induzierten Zustände auf eine Beteiligung des präfrontalen Kortex bei der Generierung dieser Zustände. Zum anderen bezieht er sich, soweit vorhanden, auf neurophysiologische Befunde. Aktuelle Untersuchungen liefern weitere Unterstützung für diese Annahme. Vor allem zur Hypnose und zur Meditation sind in den letzten Jahren etliche Untersuchungen durchgeführt worden. Deren Befunde sollen nun in Bezug auf die Hypofrontalitätshypothese dargestellt werden. Beginnend werden die Befunde zur Hypnose aufgezählt. Farvolden und Woody (2004) konnten mit kognitiven Tests zeigen, dass leicht hypnotisierbare Personen, im Vergleich zu Personen mit einer geringen Ausprägung dieser Eigenschaft, schlechtere Ergebnisse in Tests zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des frontalen Kortex aufwiesen. Dieser Unterschied zeigte sich sowohl unter Hypnose, als auch in einer Baseline-Bedingung. Bei kognitiven Tests, die die Funktionsfähigkeit anderer Hirnareale diagnostizierten, zeigten sich keine Gruppenunterschiede. Übersichtsarbeiten über die Befunde bildgebender Verfahren zur Hypnose gehen von Aktivierungsänderungen im rechten medialen, sowie im linken dorsolateralen präfrontalen Kortex aus (Gruzelier, 2005 und 2006; Jamieson & Sheehan, 2004; Vermetten & Bremner, 2004). Die dort zugrunde liegenden Befunde hatte Dietrich (2003) bereits als Beleg für seine Hypothese der Hypofrontalität herangezogen. Bei der Betrachtung neuerer bildgebender Studien fällt auf, dass der Zustand der Hypnose nicht direkt untersucht wird. In diesen Studien werden neuronale Reaktionen auf ein Ereignis, etwa einen Schreck- oder Schmerzreiz oder eine kognitive Aufgabe, unter Hypnose und Baseline-Bedingungen verglichen. Die Wahl dieser Paradigmen hat methodische Gründe, auf die später noch

ausführlicher eingegangen wird. Auch in diesen Untersuchungen zeigen sich unter Hypnose Aktivierungsveränderungen im rechten medialen und im linken dorsolateralen präfrontalen Kortex. Egner und Kollegen (2005) hatten das „stroop“-Paradigma verwendet und einen Gruppenvergleich zwischen leicht und schwer hypnotisierbaren Personen unter normalen Bedingungen, leichter und tiefer Hypnose durchgeführt. Bei der Analyse der Fehler-Ereignisse des Stroop-Tests zeigten die leicht hypnotisierbaren Probanden unter tiefer Hypnose im Vergleich zur Baseline einen stärkeren Aktivierungsanstieg im rechten medialen präfrontalen Kortex als die schwer hypnotisierbaren. Dieser Befund trat auch bei der Verwendung eines Schmerzreizes auf (Faymonville et al., 2003; Röder et al., 2007). In einer weiteren Studie von Faymonville und Kollegen (2006) wurden auch Aktivierungsanstiege auf einen Schmerzreiz im dorsolateralen präfrontalen Kortex gefunden. Im Sinne von Tarts Modell der Aufrechterhaltung von Bewußtseinszuständen sind offensichtliche Fehler bei einer kognitiven Aufgabe und Schmerzreize Ereignisse, die dem Aufrechterhalten eines veränderten Bewußtseinszustandes abträglich sind (Tart, 1980, 1983). Daher kann vermutet werden, dass der Aktivierungsanstieg in den präfrontalen Arealen für eine Hypofrontalität während der Hypnose spricht. Allerdings wird in keiner der Studien eine Deaktivierung während der Hypnose berichtet, da die Untersuchungen nicht entsprechend konzipiert waren. Zustandsvergleiche sind bei EEG Messungen gemacht worden. Allerdings geben EEG-Parameter nicht das Aktivierungsniveau neuronaler Strukturen wieder. Der Vergleich eines normalen Wachzustandes mit einer hypnotischen Trance wurde in einer Einzelfallstudie gemacht (Fingelkurts et al., 2007). Die Ergebnisse einer Messung, die beide Zustände miteinander verglich, konnten nach einem Jahr in allen Frequenzbändern repliziert werden. Die Ergebnisse zeigten eine Veränderung der funktionellen Konnektivität im präfrontalen Kortex. Aus ihren Daten schließen die Autoren auf eine transiente Hypofrontalität und eine Hemmung der linken Hirnhemisphäre während der Hypnose. Diese Daten sprechen für die Hypofrontalitätshypothese.

In den letzten Jahren hat die achtsamkeitsbasierte Psychotherapie große

Aufmerksamkeit erfahren. Zentrales Element dieser Therapie sind Meditationstechniken (Heidenreich & Michalak, 2004). Diese Entwicklung hat der Meditationsforschung zu einem Schub verholfen, der sich auch in vielen Studien zu neurophysiologischen Prozessen bei der Meditation niedergeschlagen hat. Dietrich (2003) hatte bei den Ausführungen seiner Hypofrontalitätshypothese bei der Meditation darauf hingewiesen, dass dort durch die starke Aufmerksamkeitsfokussierung, die einige Meditationstechniken ausmacht, mit einer Aktivierungssteigerung im präfrontalen Kortex zu rechnen sei. Diesen Befund zeigen auch viele der aktuellen Studien. Eher als bei den Studien zur Hypnose ist bei der Meditation versucht worden, die Aktivierung während des Zustandes selbst zu erfassen. Daneben gibt es aber einige Studien, die analog zu den Hypnosestudien die neuronale Reaktion auf einen Schmerzreiz unter Meditation und einer Kontrollbedingung vergleichen. Bei einer Studie, die die neuronale Reaktion auf einen Schmerzreiz gemessen hat, zeigte sich in der Meditationsbedingung eine stärkere Aktivierung im medialen präfrontalen Kortex (Gard et al., 2008 und 2009). Eine ähnliche Studie zeigte den Aktivierungsanstieg unspezifischer für den gesamten präfrontalen Kortex (Orme-Johnson et al., 2006). Studien, die die Hirnaktivierung während der Meditation sichtbar machten, zeigten einen Aktivierungsanstieg im präfrontalen Kortex (Creswell et al., 2007; Farb et al., 2007; Hölzel et al., 2007; Ritskes et al., 2003; Yamamoto et al., 2006). In einigen dieser Studien wird der Aktivierungsanstieg im präfrontalen Kortex genauer lokalisiert. Hölzel und Kollegen (2007a) geben den dorsolateralen präfrontalen Kortex an. Bei zwei weiteren Studien zeigte sich der Aktivierungsanstieg im medialen präfrontalen Kortex (Farb et al., 2007; Yamamoto et al., 2006). Ein Grund für diese räumliche Ungenauigkeit könnte in den unterschiedlichen Meditationstechniken liegen. Konzentrierte Techniken, wie Vipassana- oder Zenmeditation, unterscheiden sich von Techniken der Mantra Meditation oder dem Verwenden von Visualisierungen in ihrer Anwendung und deshalb wahrscheinlich auch in der Hirnaktivierung. Weiter fand sich in morphometrischen Untersuchungen bei Meditierenden im Vergleich zu nicht-meditierenden Kontrollpersonen ein dickerer präfrontaler

Kortex (Hölzel et al., 2007b; Lazar et al., 2005). Diese Befunde bestätigen die Annahme Dietrichs (2003) im Sinne einer Hyperfrontalität bei der Meditation. Zu den weiteren veränderten Bewußtseinszuständen, die Dietrich (2003) zur Belegung seiner These angeführt hatte, sind in den letzten Jahren nicht so viele Untersuchungen durchgeführt worden wie zur Hypnose. In der Traumforschung wird aktuell von einer Abnahme der Aktivierung im dorsolateralen präfrontalen Kortex während der REM-Schlafphasen im Vergleich zu anderen Schlafphasen ausgegangen (Dang-Vu et al., 2005; Mancina, 2005; Schwartz et al., 2005). Tagträumen ist in einer aktuellen Studie als Kontrollbedingung zur Erforschung der Bildung von Intentionen eingesetzt worden (Achtziger et al., 2009). Dabei zeigte sich, dass Tagträumen im Vergleich zu anderen Strategien weniger Aktivierung im präfrontalen Kortex aufwies. Zum Ausdauerlaufen, das bei der Studie von veränderten Bewußtseinszuständen auf einen Trancezustand abzielt, der als „runner's high“ bezeichnet wird, liegen zwei Studien vor. Einmal haben Dietrich und Sparling (2004) mittels neurophysiologischer Testverfahren die Hypofrontalitätshypothese bestätigen können. Aus neurophysiologischer Sicht konnten Boecker und Kollegen (2008) in einer PET-Studie zeigen, dass nach einer zweistündigen Ausdauerbelastung eine Reduktion der Verfügbarkeit von Opioidrezeptoren im dorsolateralen präfrontalen Kortex eintritt. Darüber hinaus fanden sie eine negative Korrelation zwischen der gemessenen Euphorie und der Opioidbindung im dorsolateralen präfrontalen Kortex. Untersuchungen, bei denen ein veränderter Bewußtseinszustand durch Drogen herbeigeführt wurde, wurden vornehmlich durchgeführt, um die neurochemischen Prozesse zu untersuchen. In Tierversuchen mit LSD zeigte sich, dass der mediale präfrontale Kortex eine zentrale Region für die drogeninduzierten Prozesse ist. Dort verringert sich die Verfügbarkeit bestimmter relevanter Rezeptoren (Garcia et al., 2007; Gresch et al., 2005). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch aktuelle Studien im Zusammenhang mit veränderten Bewußtseinszuständen Evidenz für die Hypofrontalitätshypothese liefern. Wie oben erwähnt, stützten auch die Ergebnisse dieser Studie in deutlicher Weise die Hypofrontalitätshypothese.

Wie Miller und Cohen (2001) ausgeführt haben, ist es aufgrund des Aufbaus und der Aufgabe des präfrontalen Kortex nicht möglich, eine detaillierte funktionelle Neuroanatomie für diese Struktur zu erstellen. Trotzdem lassen sich grobe funktionelle Spezialisierungen für bestimmte Teile des präfrontalen Kortex zeigen. So werden dem dorsomedialen Teil Aufgaben bei der Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf innere oder äußere Reize zugeschrieben (Faw, 2003; Phan et al. 2002). Faw (2003) verortet in dieser Region noch die spatio-temporale Repräsentation des Selbst und der Außenwelt, während Phan und Kollegen (2002) neben den Aufmerksamkeitsprozessen dem dorsomedialen PFC Funktionen des Monitorings, des Arbeitsgedächtnisses und der Identifikation und Bewertung von Emotionen zuschreiben. Prozesse des Arbeitsgedächtnisses sieht Faw (2003) eher im dorsolateralen Bereich des PFC. Ebenso lokalisiert er dort Funktionen der willentlichen Kontrolle und der „Hand-Körper“ Koordination. Die mit dem PCI erhobenen Daten zum subjektiven Erleben während der Tranceinduktion, sprechen für Veränderungen der Wahrnehmung eben dieser Aspekte. Auf der Grundlage der Theorie von Miller und Cohen (2001) kann vermutet werden, dass die Deaktivierung verschiedener Areale des präfrontalen Kortex dazu führt, dass durch fehlende Inhibition die Selektion und Integration verschiedenener Prozesse verändert wird. Dies äußert sich durch eine stärkere Dominanz dieser Prozesse in der Wahrnehmung und ist Merkmal des veränderten Bewußtseinszustandes. Neben der intensiveren Pezeption von positiven Affekten und des eigenen Körpers war in dieser Studie die sensorische Wahrnehmung der visuellen und auditorischen Sinnesmodalität dominanter. Dies ist auf die gewählte Induktionsmethode von Musik und Visualisierungen zurück zu führen. Diese Interpretation wird durch einen explorativen Befund bei der Auswertung der funktionellen Daten zur Hypofrontalität gestützt. Während Areale des präfrontalen Kortex in ihren Aktivierungsverläufen im Laufe der Tranceinduktion negativ mit den Trancetiefeverläufen korrelieren, besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Trancetiefeverlauf und der Aktivierung in den sensorischen Arealen des okzipitalen und temporalen Kortex. Auch dieses Muster trat bei verschiedenen Studien zu veränderten

Bewußtseinszuständen auf. Untersuchungen zur Hirnaktivierung beim Träumen hatten Aktivierungsanstiege im tempero-okzipitalen Bereich beim Vergleich von REM mit Non-REM Phasen des Schlafes aufgedeckt (Dabg-Vu et al., 2005; Marcia, 2005). Diese Aktivierungen werden vor allem mit der visuellen Qualität der Träume in Verbindung gebracht (Dang-Vu et al., 2005). Personen, die in diesen Hirnarealen Läsionen aufweisen, haben Träume mit geringerem visuellen Erleben (Schwartz et al., 2005). In einigen Studien zur Meditation konnten ebenfalls Aktivierungsveränderungen im okzipitalen Kortex nachgewiesen werden (Cahn & Polich, 2006). Allerdings waren die Befunde nicht einheitlich. Einige Befunde beinhalteten eine Abnahme der Aktivierung im okzipitalen Kortex gegenüber der Kontrollbedingung (Baerntson et al., 2001; Hölzel et al., 2007a; Ritskes et al., 2003). In anderen Studien nahm die Aktivierung jedoch zu (Jevning et al., 1996; Lou et al., 1999). Dieser Unterschied könnte auf die untersuchte Meditationstechnik zurückzuführen sein. In den Untersuchungen, die eine Abnahme der Aktivierung in den visuellen Arealen zeigten, wurden achtsamkeitsbasierte Techniken verwendet, welche mit einer Aufmerksamkeitsfokussierung auf die Atmung arbeiten, während in den anderen Untersuchungen Techniken verwendet wurden, die mit Mantras und Visualisierungen arbeiten, also enger an die visuellen und auditorischen Sinnesmodalitäten gekoppelt sind. So ließe sich die unterschiedliche Aktivierung im okzipitalen Kortex erklären. Bei der in dieser Studie verwendeten Induktionstechnik spielt die visuelle und auditorische Wahrnehmung eine entscheidende Rolle. So ist der Aktivierungsanstieg in den visuellen und auditorischen Kortexarealen mit zunehmender Trancetiefe plausibel und auf die Stimulation zurück zu führen.

Ein weiterer explorativer Befund betraf den anterioren cingulären Kortex. In dieser Struktur hatte sich ein negativer Zusammenhang der Aktivierung mit dem Trancetiefeverlauf für die Gesamtgruppe gezeigt. Bei der Sichtung der Literatur fanden sich ähnliche Befunde auch in anderen Studien zu veränderten Bewußtseinszuständen. Die Studie von Boeker und Kollegen (2008) zum „runner's high“ wies eine Abnahme der Ansprechbarkeit der Opioidrezeptoren im anterioren cingulären Kortex auf. Einige Studien zur

Meditation zeigten eine Veränderung der Aktivierung im anterioren cingulären Kortex beim Vergleich der Meditationsbedingung mit der Kontrollbedingung. Wie schon bei den Befunden zu den sensorischen Kortexarealen ist die Befundlage auch hier nicht eindeutig. In den Studien, die Meditationstechniken verwendeten, welche eine Aufmerksamkeitsfokussierung beinhalten (Zen, Vipassana), stieg die Aktivierung im anterioren cingulären Kortex an (Baerntson et al., 2001; Lazar et al., 2000 und 2003). Bei Studien, die die transzendente Meditation untersuchten, fiel die Aktivierung im anterioren cingulären Kortex unter der Meditationsbedingung ab. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass diese Technik mit der mentalen Wiederholung eines Mantras arbeitet und so eher über eine monotone Stimulation funktioniert, die der verwendeten Tranceinduktion ähnelt. Die Stimulation fordert von den Probanden keine willentliche Fokussierung. Die Deaktivierung des anterioren cingulären Kortex kann folglich die benötigten Aufmerksamkeitsressourcen der verwendeten Induktionsmethode widerspiegeln. Bei der Tranceinduktion mit Musik und Visualisierungen wird dem Probanden keinerlei willentliche Anstrengung abverlangt. So liesse sich der Aktivierungsabfall im anterioren cingulären Kortex bei zunehmender Trancetiefe erklären.

Ein weiterer explorativer Befund dieser Untersuchung, der Beachtung verdient, betrifft das Kleinhirn. Während der Tranceinduktion stieg das Aktivierungsniveau in weiten Teilen des Kleinhirns mit zunehmender Trancetiefe an. Befunde über Aktivierungen im Kleinhirn traten auch in anderen Untersuchungen zu veränderten Bewußtseinszuständen auf. Diesen Befunden wurde jedoch nie großes Gewicht verliehen (Azari et al., 2001; Boeker et al., 2008; Hölzel et al., 2007a; Röder et al., 2007). Da die gefundene Aktivierung in dieser Studie so stark und ausgebreitet war, soll anhand der Befunde zur Funktionalität des Kleinhirns ein Erklärungsansatz entwickelt werden. Neuere Arbeiten gehen davon aus, dass das Kleinhirn in Prozesse der Aufmerksamkeit, der Wahrnehmungsvorhersage, der Kognition, des Verhaltens, der Verarbeitung auditiver Reize und des visuellen Feedbacks eingebunden ist (Allen et al., 1997; Miller et al., 2008; Petacchi et al., 2005;

Rapoport, van Reekum & Mayberg, 2000; Vaillancourt, Mayka & Corcos, 2006). Der gefundene Aktivierungsverlauf im Kleinhirn entspricht dem Verlauf der sensorischen Areale im temporalen und okzipitalen Kortex. Daher ist anzunehmen, dass die Aktivierung im Kleinhirn, wie die Aktivierung der sensorischen Areale, durch die Stimulation mit Musik und Visualisierung hervorgerufen wird. Die Visualisierung besteht aus geometrischen Mustern, die sich gleichförmig bewegen. Die Gleichförmigkeit der Bewegung wird jedoch immer wieder durch Merkmale der Musik durchbrochen. Die Ergebnisse verschiedener Studien legen nahe, dass das Kleinhirn zur Koordination der Motorik räumliche und zeitliche Informationen verarbeitet (D'Angelo & De Zeeuw, 2009). Insbesondere ist das Kleinhirn an der Vorhersage von Bewegungen externer Objekte beteiligt. Solche Vorhersagen sind für die Motorik von großer Bedeutung (Miller et al., 2008; O'Reilly, Mesulam & Nobre, 2008). So ist eine mögliche Erklärung der Kleinhirnaktivität die Vorhersage der Visualisierungsmuster. Diese Annahme kann noch dadurch gestützt werden, dass das Kleinhirn an der Verarbeitung von akustischen Signalen beteiligt ist. Denn auch akustische Signale geben Aufschluss über die Veränderung der räumlichen Lage des Organismus relativ zu anderen Objekten und sind somit ebenfalls für die Motorik von Bedeutung (Petacchi et al., 2005). Die Areale des Kleinhirns, die mit der Verarbeitung dieser Prozesse in Zusammenhang gebracht werden, stimmen mit den aktivierten Arealen dieser Untersuchung überein (Miller et al., 2008; O'Reilly, Mesulam & Nobre, 2008; Petacchi et al., 2005; Vaillancourt et al., 2008).

Gruppenunterschiede

Bei der Untersuchung von veränderten Bewußtseinszuständen hat sich schon früh gezeigt, dass sich Menschen in ihrem Erleben unterscheiden. So hat sich im Rahmen der Hypnoseforschung das Konstrukt der hypnotischen Empfänglichkeit (Suszeptibilität) gebildet. Anhand dieser Persönlichkeitseigenschaft kann vorhergesagt werden, wie gut eine Person auf eine Hypnoseinduktion anspricht (Gruzelier, 2000). Ein umfassenderes Konstrukt, das sich auf alle veränderten Bewußtseinszustände anwenden lässt, ist die Absorptionsfähigkeit (Tellegen & Atkinson, 1974; Ott, 2003b; Roche &

McConkey, 1990). Bereits frühere Studien zeigten, dass die Absorptionsfähigkeit Tranceerleben vorhersagt (Dietrich, 2000; Eckel, 2004; Garmeister, 2000; Hempel, 2003). Auch in dieser Studie konnte der Zusammenhang zwischen der Absorptionsfähigkeit und der Trancetiefe bestätigt werden. Die Absorptionsfähigkeit sagte die Trancetiefe vorher, so dass die Probandengruppen der Responder und der Non-Responder sich auch hinsichtlich der Absorptionsfähigkeit unterschieden. Es gibt Befunde, die belegen, dass die Absorptionsfähigkeit auch mit Aufmerksamkeitsprozessen zusammenhängt. So fand eine Stressstudie, dass bei Personen mit stark ausgeprägter Absorptionsfähigkeit die Reaktion auf einen Schmerzreiz in peripher-physiologischen Maßen geringer ausfällt und der parasymphatische Tonus höher ist (Zachariae et al., 2000). In einer Arbeit der Giessener ASC-Gruppe konnte ebenfalls ein Zusammenhang der Absorptionsfähigkeit mit der Leistung im *Attention Network Test* für das *conflict*-Netzwerk nachgewiesen werden (Dietrich, 2004). Der anteriore cinguläre Kortex ist die zentrale Struktur dieses Aufmerksamkeitsnetzes (Posner & Rothbart, 1998, 2007; Posner et al., 2006; Raz & Buhle, 2006). Die Hypothese, dass sich Responder und Non-Responder bezüglich der Aktivierung im anterioren cingulären Kortex unterscheiden, konnte bestätigt werden. Auf neuronaler Ebene haben sich nämlich Unterschiede zwischen Respondern und Non-Respondern während der Tranceinduktion gezeigt. Im rechten anterioren cingulären Kortex korrelierte die Aktivierung mit dem *predicted Harvard Group Scale* (pHGS)-Wert aus dem *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) von Pekala (1991), der als Maß für die Trancetiefe diente. Studien zu veränderten Bewußtseinszuständen, insbesondere zu Meditation und Hypnose, berichteten ebenfalls von interindividuellen Unterschieden der neuronalen Aktivität im anterioren cingulären Kortex. Egner und Kollegen (2005) fanden einen Gruppenunterschied in der Aktivierung dieser Struktur. Sie hatten mit dem „Stroop“-Paradigma gearbeitet und die Aufgabe unter leichter und tiefer Hypnose, sowie im Normalzustand durchführen lassen. Dabei wurden die Probanden nach der Ausprägung ihrer hypnotischen Empfänglichkeit („*hypnotic susceptibility*“) in Gruppen eingeteilt. In der Konflikt-Bedingung des

Stroop-Tests war die Aktivierung im anterioren cingulären Kortex der Gruppe mit hoher hypnotischer Empfänglichkeit stärker. In mehreren Studien zur Meditation wurde bei erfahrenen Meditierenden ebenfalls eine stärkere Aktivierung im anterioren cingulären Kortex gefunden. In diesen Studien wurde der Zustand der Meditation direkt untersucht und nicht die Reaktion auf einen spezifischen Stimulus unter verschiedenen Bewußtseinszuständen (Brefczynski-Jones et al., 2007; Hölzel et al., 2007a). In einer anderen Studie wurde die neuronale Reaktion auf einen Schmerzreiz gemessen. Auch hier war die Aktivierung des anterioren cingulären Kortex bei Meditierenden stärker, obwohl die Schmerzeinstufung niedriger ausfiel als bei den Kontrollpersonen (Gard et al., 2009). In einer Studie zum „runner's high“ korrelierte die Abnahme der Verfügbarkeit von Opioidrezeptoren im anterioren cingulären Kortex negativ mit Euphoriewerten bei einer Messung, die nach einer Ausdauerleistung stattfand (Boecker et al., 2008). Dieser Befund spricht auch dafür, dass Personen, die intensive veränderte Bewußtseinszustände als Reaktion auf eine spezifische Stimulation erfahren, eine stärkere Aktivierung im anterioren cingulären Kortex aufweisen. Die beibehaltene Fokussierung der Aufmerksamkeit, die sich in der Aktivierung des anterioren cingulären Kortex widerspiegelt, ist von Jamieson und Sheehan (2004) für die Hypnose mit dem Konstrukt der Absorptionfähigkeit (Tellegen & Atkinson, 1974) in Verbindung gebracht worden. Die Daten dieser Untersuchung zeigen, dass die Aktivierung in dieser Struktur bei den Respondern während der Tranceinduktion nicht so stark abfällt, wie bei den Non-Respondern. Die Aufmerksamkeit wird bei den Respondern ohne Anstrengung („effortless“) aufrecht erhalten und auf die Stimulation gerichtet. Ein weiterer Unterschied auf neurophysiologischer Ebene zwischen den Gruppen fand sich im rechten insulären Kortex. Auch für diese Struktur sind in anderen Studien interpersonelle Unterschiede im Zusammenhang mit der Untersuchung von veränderten Bewußtseinszuständen aufgetreten. Diese Unterschiede bezogen sich nicht nur auf die neuronale Aktivierung in diesem Areal, sondern auch auf die Morphometrie. Beim Vergleich des Volumens der grauen Substanz von Gehirnen Meditierender mit den Gehirnen von

nichtmeditierenden Kontrollpersonen zeigte sich, dass der rechte anteriore Insuläre Kortex der Meditierenden ein größeres Volumen aufwies (Hölzel et al., 2007b; Lazar et al., 2005). In der Studie von Boeker und Kollegen (2008) korrelierte die Verfügbarkeit der Opioidrezeptoren im insulären Kortex negativ mit einem Erlebnismaß, der Euphorie, nach einer Ausdauerleistung („runner's high“). Ursprünglich war die Hypothese für den Aktivierungsunterschied im insulären Kortex aufgrund von dessen Beteiligung an der Emotionsverarbeitung abgeleitet worden. In den Erlebensmaßen des *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI; Pekala, 1991) konnten auch Unterschiede im Emotionserleben der beiden Gruppen nachgewiesen werden. Doch gibt es für diesen Unterschied auch einen anderen Erklärungsansatz. Denn dem rechten anterioren insulären Kortex werden auch andere Funktionen zugeordnet. So wird dieser Region die Metarepräsentation der primären interozeptiven Aktivität zugeschrieben. Dies bedeutet, dass in dieser Struktur ein subjektives Bild des materiellen Selbst als fühlende Entität angelegt ist. Diese Funktion ist eng mit der Verarbeitung von Emotionen verknüpft, denn der hier angelegte Prozess beinhaltet letztlich die emotionale Bewußtheit (Craig, 2003). In dieser Funktion spielt der rechte insuläre Kortex auch eine wichtige Rolle in Damasio's Theorie der somatischen Marker (Damasio, 1999 und 2002). Dieser neuronale Aktivierungsunterschied könnte also nicht nur einen Bezug zu dem stärkeren Erleben positiver Affekte unter den Respondern während der Tranceinduktion aufzeigen, sondern auch zu den veränderten Erfahrungen, insbesondere dem veränderten Körperempfinden, wie sie mit dem PCI gemessen worden sind.

5.2 Kritik der Methode

Die Fragestellungen konnten anhand der erhobenen Daten beantwortet werden. Insgesamt kann die Konzeption der Studie somit als gelungen angesehen werden. In der praktischen Umsetzung der Studie sind jedoch unerwartete Probleme aufgetreten. Die dadurch verursachten Einschränkungen der Studie werden nachfolgend dargestellt und Lösungsansätze werden aufgezeigt.

5.2.1 Das Versuchsdesign

Das in dieser Untersuchung gewählte Design ist durch die zur Verfügung stehende Tranceinduktion Einschränkungen unterworfen gewesen. Zur Herbeiführung und Aufrechterhaltung des Trancezustandes war eine permanente Stimulation mit Musik und Visualisierungen notwendig. Aus der Erfahrung der Vorversuche war bekannt, dass die Trancetiefe über die Zeit der Stimulation stark variiert (Eckel, 2004). Daher musste die Tranceinduktion über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, damit das Auftreten ausreichender Trancephasen sichergestellt war. Die Tranceinduktion musste an einem Stück erfolgen, denn die Vorversuche hatten ebenfalls gezeigt, dass tiefe Trancephasen nicht plötzlich auftraten, sondern sich im Laufe der Induktion aufbauten (Eckel, 2004). So bestand der Versuchsablauf aus einem Induktionsblock von 12 Minuten Dauer, welcher von zwei je dreiminütigen Kontrollbedingungen eingeschlossen wurde. Im ersten Modell, welches die beiden Versuchsbedingungen verglich, war ein Blockdesign gewählt worden. Studien über die Teststärke von Blockdesigns empfehlen eine Blocklänge von maximal 60 Sekunden und eine Wiederholungsfrequenz von weniger als $FR < 0,01$ Hz (Aguirre, Zarahan & Alsop, 2002; Friston, 2000). Grund für diese Empfehlung ist der Einfluß von langsamen Artefakten, wie technischen- und physiologischen Drifts. Erschwerend kam hinzu, dass bei der Datenauswertung kein Highpass-Filter verwendet werden konnte, um die Daten von solchen langsamen Drifts zu bereinigen. Dort bestand das Risiko einer Korrelation mit dem Absorptionstiefe-Verlauf. Denn, wie oben erwähnt, musste davon ausgegangen werden, dass der Trancezustand sich über einen längeren Zeitraum aufbaut. Um diesen Teststärkeverlusten entgegen zu wirken, war für die Identifikation der trancebezogenen Aktivierungsunterschiede ein parametrisches Design gewählt worden.

Neben der parametrischen Modulation gibt es eine weitere Strategie, um dem Problem der Drifts in einem langen Blockdesign zu begegnen. Dieser Ansatz besteht in der Verwendung einer anderen Messtechnik: dem *Arterial Spin Labeling* (ASL). Bei der ASL Messtechnik handelt es sich um eine Perfusionmessung. Mit dieser Methode wird das arterielle Blut z.B. im

Halsbereich des Patienten magnetisch etikettiert (gelabelt). Wenn sich das markierte Blut im Gehirn verteilt hat, wird ein Bild aufgenommen. Durch Subtraktion zweier Bilder, mit und ohne markiertem Blut, lässt sich die Blutversorgung in jeder beliebigen Region des Gehirns berechnen. Die ASL Technik kann dazu verwendet werden, Aktivierungen abzubilden. Sie ermöglicht ebenfalls eine Aufdeckung von Veränderungen im Blutfluß. Mit ASL können auch höhere kognitive Prozesse abgebildet werden. Außerdem ist es möglich, kontinuierliche ASL Messungen im MRT durchzuführen. Der Vorteil des ASL liegt in der Robustheit gegenüber den Drifts und bietet sich so für die Untersuchung langsamer neurophysiologischer Prozesse an, denn es ermöglicht Designs mit Blocklängen von Zeitdauern von deutlich über sechs Minuten Länge. Dabei ist die räumliche Auflösung von großer Genauigkeit (Aguirre, Zarahan & Alsop, 2002; Detre & Wang, 2002; Kim et al., 2006 ; Wang et al., 2003).

5.2.2 Das Trancekriterium

In dieser Studie ist kein externes Kriterium für die kontinuierliche Bestimmung des Bewußtseinszustandes verwendet worden. Dies lag daran, dass kein solches Kriterium bekannt war. Explorativ waren die elektrodermale Aktivität (EDA), das Elektrokardiogramm (EKG), der Fingerpuls und die Atmung erhoben worden. Diese Daten ließen sich aber nicht sinnvoll zu den subjektiven Absorptionstiefeverläufen in Verbindung setzen. Für die EDA gab es zwar eine statistisch signifikante Korrelation, doch schien diese mit der zunehmenden Entspannung der Probanden und nicht mit dem Bewußtseinszustand selbst zusammen zu hängen. Die peripherphysiologischen Maße waren nicht sensibel genug, um den Bewußtseinszustand abzubilden. Für die objektive Messung von Bewußtseinszuständen muss die Hirnaktivität herangezogen werden. Ein Ansatz, mit dem bereits versucht wurde, Bewußtseinszustände zu erfassen, sind die EEG-Microstates (Faber et al., 2005; Katayama et al., 2007). Bei der Konzeption von Microstates wird davon ausgegangen, dass die Aktivität von neuronalen Netzen sich in spezifischen topographischen Mustern des EEG widerspiegelt. Diese Muster bleiben meist nur für Millisekunden stabil und werden daher Microstates genannt. Mittels

mathematischer Verfahren können verschiedene Klassen von Microstates unterschieden werden (Koenig et al., 2002). Mit diesem Ansatz besteht die Möglichkeit, Bewußtseinszustände zu quantifizieren (John, 2001; Singer, 2001; Koenig et al., 2002). In diesem Zusammenhang gibt es bereits Studien zu Hypnose und Meditation (Faber et al., 2005; Katayama et al., 2007). Wenn es gelingt, diese Microstates auch während einer kombinierten fMRT/EEG-Messung zu erfassen, wäre eine Möglichkeit vorhanden den Bewußtseinszustand objektiv und kontinuierlich zu bestimmen. Dies wäre eine bahnbrechende Methode für die Bewußtseinsforschung, da die neuronalen Aktivierungsveränderungen an den Übergängen von klar definierten Bewußtseinszuständen sichtbar gemacht werden könnten. Aber gerade im Bereich der kombinierten Messung wäre hier noch methodische Vorarbeit zu leisten.

5.2.3 Die Datenanalyse

Vor der Auswertung von fMRT-Daten ist eine Aufbereitung der Daten, das Preprocessing, unerlässlich. Dabei ist die räumliche Korrektur (Realignment) von großer Bedeutung. Diese Korrektur soll sicherstellen, dass die neuroanatomischen Strukturen über die gesamte Messdauer im gleichen Voxel angenommen werden können. Dazu werden im Verarbeitungsschritt des Realignments die gemessenen Bilder anhand des ersten gemessenen Bildes abgeglichen und entsprechend verschoben. Mit diesem Verfahren ist die Bewegung des Probanden entlang der drei Raumachsen rekonstruierbar. Der Auswertungsalgorithmus der SPM-Software extrahiert Volumenweise die Translationen entlang und die Rotationen um die Raumachsen. Bei vielen Untersuchungen werden diese Bewegungsparameter als Regressoren in das statistische Modell zur Auswertung der fMRT-Daten aufgenommen, um bewegungsbedingte Varianz zu eliminieren.

Auf diesen Schritt musste bei der vorliegenden Studie verzichtet werden. Bereits im Vorfeld war eine Korrelation zwischen dem Absorptionstiefeverlauf und der Bewegung vermutet worden. Diese Vermutung wurde durch die Daten bestätigt. Bei fast allen Probanden korrelierte der Absorptionstiefeverlauf mit den Bewegungsparametern. Bei der Suche nach

einem objektiven Kriterium für die Absorptionstiefe hatte bereits der Verlauf der elektrodermalen Aktivität (EDA) während der Tranceinduktion mit den subjektiven Absorptionstiefeverläufen korreliert. Trotz dieser Korrelation war die EDA als objektives Kriterium verworfen worden, da davon auszugehen ist, dass mit diesem Maß der Aspekt der Entspannung wiedergegeben wird. Es ist anzunehmen, dass diese Entspannung sich auch auf körperlicher Ebene niederschlägt. Diese Vermutung wird durch eine sehr starke Korrelationen auf der Einzelsubjektebene zwischen den EDA-Verläufen und allen sechs Bewegungsregressoren gestützt.

Diese Daten bestätigen die Annahme eines Zusammenhangs zwischen Bewegung und den Absorptionstiefeverläufen, der wahrscheinlich durch den Entspannungsaspekt der Trance zustande kommt. Dies schränkte die Möglichkeiten einer Bewegungskorrektur ein. Bewegungsregressoren können nicht in das statistische Modell aufgenommen werden, da sie in hohem Maße merkmalsbezogene Varianz erklären. Um Fehler, die durch Bewegungen entstehen, zu minimieren, muss die gesamte Bewegungskorrektur beim Preprocessing durchgeführt werden. In dieser Untersuchung ist dabei die Vorverarbeitungsprozedur des „unwarping“ zweckentfremdet worden. Üblicherweise dient sie dazu, Magnetfeldinhomogenitäten zu korrigieren. Hier sollten damit Bewegungsartefakte durch die Suszeptibilitäts-Bewegungs-Interaktion korrigiert werden. Allerdings ist davon auszugehen, dass der Effekt dieser zusätzlichen Korrektur minimal ist.

Anregungen zur Verbesserung der Datenauswertung im Bezug auf die Korrektur von Bewegungsartefakten können über das zusätzliche „unwarping“ hinaus an dieser Stelle nicht gegeben werden. Doch ist es weiterhin von Bedeutung, dieses Problemfeld bei der Untersuchung von veränderten Bewußtseinszuständen zu beachten. Denn ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Bewußtseinsveränderung und der Bewegung darf auch für andere veränderte Bewußtseinszustände angenommen werden. Insbesondere zu berücksichtigen sind Zustände, die einen Zusammenhang zur Entspannung aufweisen. Dies sind z. B. Zustände, die durch Meditation, Yoga, Hypnose oder ähnliches herbeigeführt werden.

5.2.4 Die Induktionsmethode

Das Studium von neuronalen Korrelaten veränderter Bewußtseinszustände ist ein relativ junger und umgrenzter Forschungszweig. Die Annäherung an das Phänomen des Bewußtseins über die Erforschung veränderter Bewußtseinszustände scheint ein gangbarer Weg. Doch bisher gibt es vorwiegend theoretische Konzeptionen, deren empirische Basis noch dürrig ist (Damasio, 1999 und 2002; Dietrich, 2003; Edelman, 1987, 2004).

Das heißt, während der Messung müssen deutliche Veränderungen des Bewußtseinszustandes eintreten, damit bei dieser ersten und groben Annäherung Effekte überhaupt sichtbar gemacht werden können. Um die neurophysiologischen Grundlagen unter Verwendung bildgebender Verfahren zu untersuchen, ist eine elementare Voraussetzung die Entwicklung guter Induktionsmethoden für veränderte Bewußtseinszustände. Insbesondere da Messungen mit bildgebenden Technologien besonderen Bedingungen unterliegen. Die Verwendung von Musik und Visualisierungen trägt den Bedingungen der körperlichen Passivität und Immobilität besonders gut Rechnung. Es zeigte sich aber auch, dass die Induktion unter optimalen Bedingungen besser funktionierte, als während der funktionellen Messung im MRT.

Aus den Daten und den Erfahrungen lassen sich weitere Verbesserungsmöglichkeiten für die Tranceinduktion im MRT ableiten. So kann die visuelle Darbietung durch die Verwendung einer MRT-tauglichen Videobrille stark verbessert werden. Durch die verwendete Spiegeltechnik ist die Sichtfläche stark eingeschränkt, so dass die Visualisierung nicht optimal zur Geltung kam. Die Wahl der Visualisierung kann zukünftig individuellen Vorlieben angepasst werden. Bei der verwendeten Visualisierung handelte es sich um einen Algorithmus aus dem Jahr 2002. Seit dem hat es auf diesem Gebiet eine Entwicklung gegeben, die Visualisierungen von neuen Qualitäten hervorgebracht hat, deren Trancepotential höher liegen dürfte.

Darüber hinaus sollten gänzlich andere Induktionstechniken in Betracht gezogen werden. Zum einen könnten andere Techniken stärkere Bewußtseinsveränderungen hervorrufen und zum anderen könnten die

neuronalen Aktivitäten verschiedenen Zustände miteinander verglichen werden. Als Induktionsmethoden bieten sich Techniken wie Meditation, Hyperventilation, Hypnose oder ähnliche Verfahren an, welche Veränderungen des Bewußtseinszustandes hervorrufen können.

5.3 Fazit und Ausblick

Abschließend kann für diese Studie ein positives Fazit gezogen werden. Unter Berücksichtigung des explorativen Charakters der Studie sind eine Reihe relevanter Ergebnisse erzielt worden. Zunächst ist fest zu halten, dass es gelungen ist, im MRT während einer funktionellen Messung moderate Trancezustände zu induzieren. Diese Zustände konnten in den subjektiven Erlebensaspekten durch das *Phenomenology of Consciousness Inventory* (PCI) beschrieben werden. Dabei zeigte sich, dass die theoretischen Konzeptionen von veränderten Bewußtseinszuständen, insbesondere der Trance, sich experimentell bestätigten. Die Probanden schilderten ihr Erleben während der Induktion, so wie es angenommen worden war. Besonders die Unterschiede zwischen den Personen, die Trancezustände erlebten und jenen, die dies nicht taten, stellten sich so wie erwartet dar.

Doch konnte durch die praktischen Erfahrungen auch ein breites Spektrum an Optimierungsmöglichkeiten für die Tranceinduktion aufgezeigt werden, das in künftigen Studien genutzt werden kann. Bei den gegenwärtigen technischen Möglichkeiten bildgebender Verfahren ist es vorteilhaft bei den Respondern auf die Induktion möglichst starke Zustandsveränderungen herbeizuführen. Dann können die neurophysiologischen Mechanismen besser identifiziert werden. An dieser Stelle bietet sich ein Vergleich der neuronalen Aktivierung bei unterschiedlichen veränderten Bewußtseinszuständen an. Induktionsmethoden, die eventuell für den Einsatz im MRT geeignet sind, können Hyperventilation (Joas, 2007), Out-of-Body Erfahrungen (Blanke & Metzinger, 2009; Lenggenhager et al., 2007), meditative Zustände (Hölzel et al., 2007a) oder Hypnose (Gruzelier, 1998 und 2000) sein. Über diese Vorgehensweise besteht die Möglichkeit einer Annäherung an die empirische Prüfung der neurobiologischen Theorien für Bewußtsein oder für veränderte

Bewußtseinszustände. Tart (1980, 1983, 1990) hatte postuliert, dass Bewußtsein sich anhand verschiedener Erlebnisdimensionen beschreiben lässt. Seine Überlegungen stammen aus dem Zeitraum der sechziger und siebziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts und er erwartete, dass nachkommende Forschung in der Lage wäre, die neuronalen Grundlagen dieser Erlebnisdimensionen zu finden. Dieser Ansatz lässt sich gut mit den Konzepten neuerer Bewußtseinstheorien verknüpfen. Tart (1980, 1983 und 1990) sah den Zweck eines Bewußtseinszustandes in der Informationsintegration, die es dem Organismus ermöglicht sich komplexen Situationen anzupassen. Damasio (1999 und 2002) Theorie der somatischen Marker behandelt die Integration von Informationen auf neuronaler Ebene. Das ist auch der zentrale Aspekt der Hypofrontalitätshypothese Dietrichs (2003). Hier werden veränderte Bewußtseinszustände durch Einschränkungen in der neuronalen Informationsintegration durch den präfrontalen Kortex erklärt. Die Ansätze von Flohr (1995, 2000 und 2002) oder Edelman und Tononi (2004) beschäftigen sich primär mit der Bildung von neuronalen Zellverbänden als Grundlage des Bewußtseins und erklären Bewußtseinszustände durch die Aktivität unterschiedlicher neuronaler Netze. Diese beiden Ansätze stehen nicht im Widerspruch zueinander, sondern würden sich durch die Erforschung der neuronalen Grundlagen unterschiedlicher veränderter Bewußtseinszustände verbinden lassen, wobei die Aktivität verschiedener neuronaler Netze durch EEG Microstates abgebildet werden könnte, so dass die kombinierte Messung von fMRT und EEG in der Bewußtseinsforschung einen viel versprechenden Ansatz darstellt, zumal die neurophysiologischen Befunde dieser Studie die genannten theoretischen Konzepte durchaus stützen. Die Hypofrontalitätshypothese konnte durch die Daten gestützt werden. Allerdings ist an dieser Stelle anzumerken, dass die funktionale Kartographierung des präfrontalen Kortex noch sehr grob ist. Besonders in Anbetracht der Tatsache wie groß der präfrontale Kortex ist. Doch auch hier kann die Erforschung der neuronalen Grundlagen veränderter Bewußtseinszustände wichtige Beiträge leisten.

Zu den Informationsintegrationstheorien und insbesondere zur

Hypofrontalitätshypothese passt auch die stärkere Aktivierung der visuellen und auditiven Kortexareale bei zunehmender Trancetiefe. Die Modalitäten der Tranceinduktion werden dominant. Auch die Strukturen, die eine Differenzierung zwischen den Respondern und den Non-Respondern auf die Tranceinduktion erlauben, lassen sich mit den Informationstheorien des Bewußtseins in Verbindung bringen. Die rechte anteriore Insula spielt in der Theorie der somatischen Marker eine wichtige Rolle (Damasio, 1999 und 2002), da ihr die Metarepräsentation des empfindenden Körpers zugeschrieben wird (Craig, 2003). Dem anterioren cingulären Kortex werden wichtige Funktionen bei der Ausrichtung der Aufmerksamkeit zugeschrieben (Posner et al., 2006). Aufmerksamkeitsfokussierung ist besonders bei der hypnotischen Trance ein zentraler Aspekt und steht im Bezug zur Absorptionsfähigkeit. Auch durch diese Persönlichkeitseigenschaft ließen sich die Responder von den Non-Respondern unterscheiden.

Abschließend kann anhand der klaren Datenlage und der positiven Erfahrungen mit der Induktion eines veränderten Bewußtseinszustandes während einer fMRT-Messung festgehalten werden, dass die Studie erfolgreich war und viel versprechende Möglichkeiten für nachfolgende Untersuchungen aufzeigt.

6 Literatur

- Aaronson, B. S. (1990). Hypnosis, Depth Perception, and Psychedelic Experience. In C. T. Tart (Ed.), *Altered States of Consciousness* (3. ed., pp. 315-323). New York: Harper Collins.
- Achtziger, A., Fehr, T., Oettingen, G., Gollwitzer, P. M., & Rockstroh, B. (2009). Strategies of intention formation are reflected in continuous MEG activity. *Social Neuroscience*, 4(1), 11-27.
- Afifi, A. K., & Bergman, R. A. (1998). *Functional Neuroanatomy: Text and Atlas*. New York: McGraw-Hill.
- Aguirre, G. K., Detre, J. A., Zarahan, E., & Alsop, D. C. (2002). Experimental Design and the relative Sensitivity of BOLD and Perfusion fMRI. *NeuroImage*, 15, 488-500.
- Allen, G., Buxton, R. B., Wong, E. C., & Courchesne, E. (1997). Attentional Activation of the Cerebellum Independent of Motor Involvement. *Science*, 275, 1940-1943.
- Allport, G., & Odbert, H. (1936). *Trait-Names: A Psycho-Lexical Study*.
- Alvarado, C. S. (2000). out-of-body experiences. In E. Cardena, S. J. Lynn & S. krippner (Eds.), *Varieties of Anomalous Experience: Examining the Scientific Evidence*. Washington, DC: APA.
- Azari, N. P., Nickel, J., Wunderlich, G., Niedeggen, M., Hefter, H., Tellmann, L., Herzog, H., Stoerig, P., Birnbacher, D., & Seitz, R. J. (2001). Neural Correlates of Religious Experience. *European Journal of Neuroscience*, 13(8), 1649-1652.
- Baerentsen, K., Hartvig, N. V., Stodkilde-Jorgensen, H., & Mammen, J. (2001). Onset of Meditation Explored with fMRI. *NeuroImage*, 13(6).
- Baruss, I. (2001). the Art of Science: Science of the Future in Light of Alterations of Consciousness. *Journal of Scientific Exploration*, 15 (1), 57-68.
- Baumgart, F., Kaulisch, T., Tempelmann, C., Gascher-Markefski, B., Tegeler, C., Schindler, F., Stiller, D., & Scheich, H. (1998). Electrodynamic headphones and woofers for application in magnetic resonance imaging scanners. *Medical Physics*, 25 (10), 2068-2070.
- Bennett, M. R., & Hacker, P. M. S. (2003). *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (1996). *Biologische Psychologie* (3 ed.). Berlin: Springer.
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J.,

- Segal, Z. V., Abbey, S., Specia, M., Velting, D., & Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed Operational Definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11 (3), 230-241.
- Blaney. (1986). affect and memory: a review. *Psychological Bulletin*, 99(2), 229-246.
- Blanke, O., & Metzinger, T. (2009). Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(1), 7-13.
- Blecker, C. R., Kirsch, P., Schäfer, A., & Vaitl, D. (2001). Skin conductance response measurement during fmri scans: A methodology study. *Psychophysiology*, 38, 27.
- Boecker, H., Sprenger, T., Spilker, M. E., Henriksen, G., Koppenhoefer, M., Wagner, K. J., Valet, M., Berthele, A., & Tolle, T. R. (2008). The Runner's High: Opioidergic Mechanisms in the Human Brain. *Cerebral Cortex*, 18, 2523-2531.
- Borkenau, P., & Ostendorf, F. (1993). *NEO-Fünf-Faktoren-Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae*. Göttingen: Hogrefe.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5. ed.). Berlin: Springer.
- Bower. (1981). mood and memory. *The american Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bowman, A. J., Clayton, R. H., Murray, A., Reed, J. W., Subhan, M. M. F., & Ford, G. A. (1997). Effects of aerobic exercise training and yoga on the baroreflex in healthy elderly persons. *European Journal of Clinical Investigation*, 27, 443-449.
- Brefczynski-Lewis, J. A., Lutz, A., Schaefer, H. S., Levinson, D. B., & Davidson, R. J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proceedings for the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(27), 11483-11488.
- Buchmann, J. (2001). *Trancezustände: Zentrale Merkmale, Varianten, Messung mit Hilfe von Fragebögen*. Unpublished Semesterarbeit, University of Giessen, Giessen.
- Cahn, R. B., & Polich, J. (2006). Meditation States and Traits: EEG, ERP, and Neuroimaging Studies. *Psychological Bulletin*, 132 (6), 180-211.
- Capafons, A. (2004). Clinical Applications of 'waking' Hypnosis from a Cognitive-Behavioral Perspective: From Efficacy to Efficiency. *Contemporary Hypnosis*, 21(4), 187-201.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2 ed.). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.

- Craig, A. D. (2003). Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 500-505.
- Cramer, Z. (2002). *Visualisierung rhythmischer Klänge zur Trance-Induktion: Varianten und Wirksamkeitsprüfung*. Unpublished Semesterarbeit, University of Giessen, Giessen.
- Crawford, H. J. (1994). Brain Dynamics and Hypnosis: Attentional and Disattentional Processes. *The international Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 42 (3), 204-232.
- Creswell, J. D., Way, B. M., Eisenberger, N. I., & Lieberman, M. D. (2007). Neural Correlates of Dispositional Mindfulness During Affect Labeling. *Psychosomatic Medicine*, 69, 560-565.
- Crick, F., & Koch, C. (1998). Consciousness and Neuroscience. *Cerebral Cortex*, 8 (2), 97-107.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Die Aussergewöhnliche Erfahrung im Alltag: die Psychologie des Flow-Erlebnisses*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- D'Angelo, E., & De Zeeuw, C. I. (2009). Timing and plasticity in the cerebellum: focus on the granular layer. *Trends in Neurosciences*, 32(1).
- Damasio, A. R. (1999). *Descartes' Irrtum: Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn* (4 ed.). München: dtv.
- Damasio, A. R. (2002). *Ich fühle, also bin ich*. München: Ullstein.
- Dang-Vu, T. T., Desseilles, M., Albouy, G., Darsaud, A., Gais, S., Rauchs, G., Schabus, M., Sterpenich, V., Vandewalle, G., Schwartz, S., & Maquet, P. (2005). Dreaming: a neuroimaging view. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie*, 156(8), 415-425.
- Davidson, R. J., Schwartz, G. E., & Rothman, L. P. (1976). Attentional style and self-regulation of mode-specific attention: An electroencephalographic study. *Journal for Abnormal Psychology*, 85, 611-621.
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79, 1-37.
- Detre, J. A., & Wang, J. (2002). Technical Aspects and Utility of fMRI using BOLD and ASL. *Clinical Neurophysiology*, 113, 621-634.
- Dietrich, A. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: The transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 12, 231-256.
- Dietrich, A., & Sparling, P. B. (2004). Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and Cognition*, 55, 516-524.

- Dietrich, J. C. (2004). *Neurobiologische Grundlagen der Absorptionsfähigkeit: Zusammenhänge mit Aufmerksamkeitsnetzwerken*. Unpublished Diplomarbeit, Justus-Liebig Universität, Giessen.
- Dietrich, S. (2000). *Trance-Induktion durch rhythmische Stimulation der Barorezeptoren: Subjektives Erleben, Aufmerksamkeit und Gehirnaktivität*. Unpublished Diploma Thesis, University of Giessen, Giessen.
- Dittrich, A. (1975). Vergleich veränderter Bewußtseinszustände induziert durch kurzdauernden Reizentzug und -delta9-trans-Tetrahydrocannabinol. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 22(4), 547-560.
- Dorsch, F. (1994). *Psychologisches Wörterbuch* (12 ed.). Bern: Hans-Huber Verlag.
- du Bois-Reymond, E. (1886). Ueber die Grenzen des Naturerkennens. In *Reden von Emile du Bois-Reymond* (Vol. 1). Leipzig: Veit & Comp.
- Eckel, M. (2004). *Absorptionsfähigkeit und Baroreflex-Sensitivität: Zusammenhänge mit der Trance-Induktion*. Unpublished Diploma thesis, University of Giessen, Giessen.
- Edelman, G. M. (1987). *Neural Darwinism: The Theory of Neural Group Selection*. New York: Basic Books.
- Edelman, G. M., & Tononi, G. (2004). *Gehirn und Geist. Wie aus Materie Bewußtsein entsteht*. München: DTV.
- Egner, T., Jamieson, G. A., & Gruzelier, J. (2005). Hypnosis decouples cognitive control from conflict monitoring processes of the frontal lobe. *NeuroImage*, 27, 969-978.
- Ehrnrooth, E., Zachariae, R., Svendsen, G., Jorgensen, M. M., Yishay, M., Sorensen, B. S., Poulsen, J. H., & von der Maase, H. (2002). Increased thymidylate synthase mRNA concentration in blood leukocytes following an experimental stressor. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 71, 97-103.
- Elbert, T., & Schandry, R. (1998). Herz und Hirn: Physiologische Wechselwirkungen. In *Enzyklopädie der Psychologie: Biologische Psychologie* (pp. 427-477).
- Faber, P. L., Lehmann, D., Barendregt, H., Kaelin, M., & Gianotti, L. R. (2005). Increased duration of EEG microstates during meditation. *Brain Topography*, 18(2), 131.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of*

Cognitive Neuroscience, 14(3), 340-347.

Farb, N. A. S., Segal, Z. V., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., Fatima, Z., & Anderson, A. K. (2007). Attending to the present: mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference. *SCAN*, 2, 313-322.

Farthing, G. W. (1992). Altered States of Consciousness. In *The Psychology of Consciousness*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Farvolden, P., & Woody, E. Z. (2004). Hypnosis, Memory, and Frontal Executive Functioning. *The international Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 52(1), 3-26.

Faw, B. (2003). Pre-frontal executive committee for perception, working memory, attention, long-term memory, motor control, and thinking: A tutorial review. *Consciousness and Cognition*, 12, 83-139.

Faymonville, M.-E., Boly, M., & Laureys, S. (2006). Functional neuroanatomy of the hypnotic state. *Journal of Physiology*, 99, 463-469.

Faymonville, M.-E., Roediger, L., Del Fiore, G., Delgueldre, C., Phillips, C., Lamy, M., Luxen, A., Maquet, P., & Laureys, S. (2003). Increased cerebral functional connectivity underlying the antinociceptive effects of hypnosis. *Cognitive Brain Research*, 17, 255-262.

Fingelkurts, A. A., Fingelkurts, A. A., Kallio, S., & Revonsuo, A. (2007). Cortex functional connectivity as a neurophysiological correlate of hypnosis: An EEG case study. *Neuropsychologia*, 45, 1452-1462.

Finkel, D., & McGue, M. (1997). Sex Differences and Nonadditivity in Heritability of the Multidimensional Personality Questionnaire Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72 (4), 929-938.

Flohr, H. (1995). An Information Processing Theory of Anaesthesia. *Neuropsychologia*, 33 (9), 1169-1180.

Flohr, H. (2000). NMDA Receptor-Mediated Computational Processes and Phenomenal Consciousness. In T. Metzinger (Ed.), *Neural Correlates of Consciousness* (pp. 245-258). Cambridge: MIT Press.

Flohr, H. (2002). Die physiologischen Grundlagen des Bewußtseins. In T. Elbert & N. Birbaumer (Eds.), *Enzyklopädie der Psychologie: Biologische Grundlagen der Psychologie* (Vol. Themenbereich C, Serie I, Band 6, pp. 35-86). Göttingen: Hogrefe.

Föcker, J. (2002). *Rhythmische Klänge zur Trance-Induktion: Varianten und Wirksamkeitsprüfung*. Unpublished Semesterarbeit, University of Giessen, Giessen.

Friston, K. J. (2000). Experimental Design and statistical Issues. In J. C. Mazziotta, A. W. Toga & R. S. J. Frackowiak (Eds.), *Brain Mapping: the Disorders* (pp.

- 33-58). New York: Academic Press.
- Frith, C., & Dolan, R. (1996a). The role of prefrontal cortex in higher cognitive functions. *Cognitive Brain Research*, 5, 175-181.
- Frith, C., & Dolan, R. (1996b). The Role of the prefrontal cortex in higher cognitive functions. *Cognitive Brain Research*, 5, 175-181.
- Fuchs, C. (1990). *Yoga in Deutschland: Rezeption, Organisation, Typologie*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Garcia, E. E., Smith, R. L., & Sanders-Bush, E. (2007). Role of Gq proteins in behavioral effects of the hallucinogenic drug 1-(2,5-dimethoxy-4-iodophenyl)-2-aminopropane. *Neuropharmacology*, 52, 1671-1677.
- Gard, T., Ott, U., Hölzel, B., Hempel, H., Sack, A. T., & Vaitl, D. (2008). *Altered Pain Processing due to mindfulness: an fmri study*. Paper presented at the 12th world congress on pain, Glasgow.
- Gard, T., Ott, U., Hölzel, B., Hempel, H., Sack, A. T., & Vaitl, D. (2009). *Mindfulness in the context of pain: an fMRI study*. Paper presented at the Mind and Life Summer Research Institute, Garrison, New York.
- Garmeister, K. (2000). *Rhythmische Stimulation der karotiden Barorezeptoren als Methode zur Veränderung des Bewußtseinszustandes: Spontan-EEG, Lidschlagkonditionierung und subjektives Erleben*. Unpublished Diploma Thesis, University of Giessen, Giessen.
- Gersch, P. J., Smith, R. L., Barrett, R. J., & Sanders-Bush, E. (2005). Behavioral Tolerance to Lysergic Acid Diethylamide is Associated with Reduced Serotonin-2A Receptor Signaling in Rat Cortex. *Neuropsychopharmacology*, 30, 1693-1702.
- Grant, J. A., & Rainville, P. (2009). Pain Sensitivity and Analgesic Effects of Mindful States in Zen Meditators: A Cross-Sectional Study. *Psychosomatic Medicine*, 71, 106-114.
- Grau, K. J. (1922). *Bewusstsein, Unbewusstes, Unterbewusstes*. München: Rösl & Cie.
- Grau, K. J. (1981). *Die Entwicklung des Bewußtseinsbegriffes im XVII. und XVIII. Jahrhundert*. Hildesheim: Olms.
- Graumann, C.-F. (1966). Bewußtsein und Bewußtheit: Probleme und Befunde der psychologischen Bewußtseinsforschung. In W. Metzger (Ed.), *Allgemeine Psychologie: Handbuch der Psychologie* (pp. 79-127). Göttingen: Verlag für Psychologie.
- Grawe, K., Donati, R., & Bernauer, F. (1994). *Psychotherapie im Wandel: Von der Konfession zur Profession* (3. ed.). Göttingen: Hogrefe.

- Gruzelier, J. (1998). A working Model of the Neurophysiology of Hypnosis: A Review of Evidence. *Contemporary Hypnosis*, 15 (1), 3-21.
- Gruzelier, J. (2000). Redefining Hypnosis: Theory, Methods and Integration. *Contemporary Hypnosis*, 17 (2), 51-70.
- Gruzelier, J. (2005). Altered states of consciousness and hypnosis in the twenty-first century: Comment. *Contemporary Hypnosis*, 22(1), 1-7.
- Gruzelier, J. (2006). Frontal Functions, Connectivity and Neural Efficiency underpinning Hypnosis and Hypnotic Susceptibility. *Contemporary Hypnosis*, 23(1), 15-32.
- Haer, J. L. (1971). Field dependency in relation to altered states of consciousness produced by sensory overload. *Perceptual and motor skills*, 33(1), 192-194.
- Hart, W. (1991). *The Art of Living: Vipassana Meditation* (2 ed.). Igatpuri, Indien: Vipassana Research Institute.
- Heidenreich, T., & Michalak, J. (2004). *Achtsamkeit und Akzeptanz in der Psychotherapie: Ein Handbuch* (2. ed.). Tübingen: Dgvt-Verlag.
- Hempel, H. (2003). *Effekte eines zehnwöchigen Yoga-Kurses: autonome Regulation, Absorptionsfähigkeit und Gesundheit*. Unpublished Diploma Thesis, University of Greifswald, Greifswald.
- Hempel, H. (2007). Neurowissenschaften und Meditation – Anknüpfungspunkte zwischen neurowissenschaftlichen Bewusstseinstheorien und der Vipassana-Meditation. In M. Dresler (Ed.), *Wissenschaft an den Grenzen des Verstandes. Beiträge aus den Natur- und Lebenswissenschaften*. Stuttgart: Hirzel.
- Herbst, N. (2007). *Faktoren von Absorption und Selbsttranszendenz: Zusammenhänge mit Aufmerksamkeitsnetzwerken*. Unpublished master thesis, Justus-Liebig Universität, Giessen.
- Hölzel, B., Ott, U., Gard, T., Hempel, H., Weygand, M., Morgen, K., & Vaitl, D. (2007). Investigation of mindfulness meditation practitioners with voxel-based morphometry. *SCAN*, 3, 55-61.
- Hölzel, B., Ott, U., Hempel, H., Hackl, A., Katharina, W., Stark, R., & Vaitl, D. (2007a). Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. *Neuroscience Letters*(421), 16-21.
- Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (2004). *Functional Magnet Resonance Imaging*. Sunderland: Sinaur Associates.
- Hülsmann, K. (2002). *Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und kardiovaskulären Reaktionen auf geführte Atmung und rhythmisches*

- Kippen. Unpublished Diploma Thesis, University of Giessen, Giessen.
- James, W. (1904). Does "Consciousness" Exist? *Journal of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods*(1), 477-491.
- Jamieson, G. A. (1987). *The structure and meaning of absorption*. Unpublished Master Thesis, University of Queensland, Australia.
- Jamieson, G. A. (2005). The Modified Tellegen Absorption Scale: A clearer Window on the Structure and Meaning of Absorption. *Australian Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 33(2), 119-139.
- Jamieson, G. A., & Sheehan, P. W. (2004). An empirical test of Woody and Brower's dissociated-control theory of hypnosis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 52(3), 232-249.
- Jensen, M., & Patterson, D. R. (2006). Hypnotic Treatment of Chronic Pain. *Journal of Behavioral Medicine*, 29 (1), 95-124.
- Jevning, R., Anand, R., Biedebach, M., & Fernando, G. (1996). Effects on Regional Cerebral Blood Flow of Transcendental Meditation. *Physiology & Behavior*, 59(3), 399-402.
- Jevning, R., Wallace, R. K., & Beidebach, M. (1992). *Neuroscience Biobehavioural Review*, 16, 415-424.
- Joas. (2007). *Bewusstseinsveränderungen während lang anhaltender, willkürlicher hyperventilation unter der Berücksichtigung der Aspekte von Set und Setting*. Unpublished Diplomarbeit, Justus-Liebig-Universität, Giessen.
- John, E. R. (2001). A field theory of Consciousness. *Consciousness and Cognition*, 10, 184-213.
- Jung, M. (2002). *Trance-Induktion durch monotones Trommeln: Bedeutung des kardiovaskulären Systems und der Persönlichkeit*. Unpublished Diploma Thesis, University of Giessen, Giessen.
- Katayama, H., Gianotti, L. R., Isotani, T., Faber, P. L., Sasada, K., Kinoshita, T., & Lehmann, D. (2007). Classes of Multichannel EEG Microstates in Light and Deep Hypnotic Conditions. *Brain Topography*, 20, 7-14.
- Kim, J., Whyte, J., Wang, J., Rao, H., Tang, K. Z., & Detre, J. A. (2006). Continuous ASL perfusion fMRI investigation of higher cognition: Quantification of tonic CBF changes during sustained attention and working memory tasks. *NeuroImage*, 31(1), 376-385.
- Kirsch, I., & Lynn, S. J. (1998). Social-cognitive alternatives to dissociation theories of hypnotic involuntariness. *Review of General Psychology*, 2, 66-80.

- Kleinholdermann, U. (2002). *Trance-Induktion mit Musik und Visualisierungen: Effekte simulierter fMRT-Bedingungen*. Unpublished Semesterarbeit, University of Giessen, Giessen.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., von Cramon, D. Y., Zysset, S., Lohmann, G., & Friederici, A. D. (2002). Bach Speaks: A Cortical "Language-Network" Serves the Processing of Music. *NeuroImage*, *17*, 956-966.
- Koenig, T., Prichep, L., Lehmann, D., Sosa, P. V., Braeker, E., Kleinlogel, H., Isenhardt, R., & John, E. R. (2002). Millisecond by Millisecond, Year by Year: Normative EEG Microstates and Developmental Stages. *NeuroImage*, *16*, 41-48.
- Kozyra, E. (2001). *Die Bedeutung der Absorptionsfähigkeit für das Erleben von Trance beim Trommeln und Tanzen*. Unpublished Semesterarbeit, University of Giessen, Giessen.
- Lazar, S. W., Bush, G., Gollub, R. L., Fricchione, G. L., Khalsa, G., & Benson, H. (2000). Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *NeuroReport*, *11* (7), 1581-1585.
- Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J. R., Greve, D. N., Treadway, M. T., McFarvey, M., Quinn, B. T., Dusek, J. A., Benson, H., Rauch, S. L., Moore, C. I., & Fischl, B. (2005). Meditation Experience is associated with increased cortical thickness. *NeuroReport*, *16*(17), 1893-1897.
- Lazar, S. W., Rosman, I. S., Vangel, M., Rao, V., Dusek, H., & Benson, H. (2003). *Functional Brain Imaging of Mindfulness and Mantra based Meditation*. Paper presented at the Society for Neuroscience, New Orleans.
- Lehrer, P., Sasaki, Y., & Saito, Y. (1999). Zazen and Cardiac Variability. *Psychosomatic Medicine*, *61*, 812-821.
- Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T., & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: Manipulating Bodily Self-Consciousness. *Science*, *317*, 1096.
- Limb, C. J. (2006). Structural and Functional Neural Correlates of Music Perception. *The Anatomical Record Part A*(288A), 435-446.
- Lou, H. C., Kjaer, T. W., Friberg, L., Wildschiodtz, G., Holm, S., & Nowak, M. (1999). A 15O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Human Brain Mapping*, *7*, 98-105.
- Luczak, H. (1999). Schamanismus I: Nicht von allen guten Geistern verlassen. *Geo*, *9*, 14-21.
- Ludwig, A. M. (1990). Altered States of Consciousness. In C. T. Tart (Ed.), *Altered States of Consciousness* (3. ed., pp. 18-33). New York: HarperCollins.
- Lutz, A., Greischar, L. L., Rawlings, N. B., Ricard, M., & Davidson, R. J. (2004).

Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings for the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 1586-1591.

Maaß, M. (1993). *Das antike Delphi: Orakel, Schätze und Monumente*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgemeinschaft.

Mancia, M. (2005). The dream between neuroscience and psychoanalysis. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie*, 156(8), 471-479.

Markowitsch, H. J. (1995). Cerebral Bases of Consciousness: A Historical Review. *Neuropsychologia*, 33 (9), 1181-1192.

Maurer, R. L., Kumar, V. K., Woodside, L., & Pekala, R. J. (1997). Phenomenological Experience in response to Monotonous Drumming and Hypnotizability. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 40 (2), 130-145.

Maxfield, M. (1994). The Journey of the Drum. *ReVision*, 16 (4), 157-163.

Metzinger, T. (1996). In T. Metzinger (Ed.), *Bewußtsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie* (3. ed.). Paderborn: Ferdinand Schöningh.

Mijnals, P. (2006). *Neurophysiological Correlates Of Mantra-Meditation: Functional Magnetic Resonance Imaging Of Novice Practitioners*. Unpublished Master Thesis, Justus-Liebig-Universität, Giessen.

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Reviews of Neuroscience*, 24, 167-202.

Miller, W. L., Maffei, V., Bosco, G., Iosa, M., Zago, M., Macaluso, E., & Lacquaniti, F. (2008). Vestibular Nuclei and Cerebellum Put Visual Gravitational Motion in Context. *Journal of Neurophysiology*, 99, 1969-1982.

Natorp, P. (1912). *Allgemeine Psychologie nach kritischer Methode*. Tübingen: J.C.B. Mohr.

Neher, A. (1961). Auditory driving observed with scalp electrodes in normal subjects. *encephalography and Clinical Neurophysiology*, 13, 449-451.

Neher, A. (1962). A physiological explanation of unusual behavior in ceremonies involving drums. *Human Biology*, 34, 151-160.

Neurobehavioral Systems Inc. (2002). Presentation. San Francisco.

Newberg, A. B., & Iversen, J. (2003). The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations. *Medical Hypotheses*, 61 (2), 282-291.

O'Reilly, J. X., Mesulam, M. M., & Nobre, A. C. (2008). The Cerebellum Predicts

the Timing of Perceptual Events. *The Journal of Neuroscience*, 28(9), 2252-2260.

Orme-Johnson, Schneider, R. H., Son, Y. D., Nidich, S., & Cho, Z.-H. (2006). Neuroimaging of meditation's effect on brain reactivity to pain. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychologie*, 17(12), 1359-1363.

Ornstein, R. (1972). *The psychology of Consciousness*. New York: Viking.

Ott, U. (2000). *Merkmale der 40 Hz-Aktivität im EEG während Ruhe, Kopfrechnen und Meditation*. Frankfurt: Peter Lang.

Ott, U. (2001). The EEG and the depth of meditation. *Journal for Meditation and Meditation Research*, 3, 21-26.

Ott, U. (2003a). *Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe Altered States of Consciousness: Mai 1998 bis Dezember 2002*. Giessen: University of Giessen.

Ott, U. (2003b). The role of absorption in the study of yoga. *Journal for Meditation and Meditation Research*, 3, 6-21.

Ott, U. (2004). Meditation. In D. Vaitl & F. Petermann (Eds.), *Handbuch der Entspannungsverfahren: Das Praxishandbuch* (3 ed., pp. 177-189). Weinheim: Beltz.

Ott, U. (2005a). *Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe Altered States of Consciousness: Januar 2003 bis März 2005*. Giessen: University of Giessen.

Ott, U. (2005b). Meditative Versenkung: Veranlagung, Training, physiologische Mechanismen. In H. Walach & W. Belschner (Eds.), *Bewusstseins transformation als individuelles und gesellschaftliches Ziel. Ansätze in Meditation, Psychotherapie und empirischer Forschung* (pp. 53-72). Münster: LIT Verlag.

Ott, U. (2007). States of absorption: In search of neurobiological foundations. In G. A. Jamieson (Ed.), *Hypnosis and Consciousness States: the cognitive-neuroscience perspective* (pp. 257-270). New York: Oxford University Press.

Ott, U., Reuter, M., Hennig, J., & Vaitl, D. (2005). Evidence for a Common Biological Basis of the Absorption Trait, Hallucinogen Effects, and Positive Symptoms: Epistasis Between 5-HT_{2a} and COMT Polymorphisms. *American Journal of Medical Genetics (Neuropsychiatric Genetics)*, 137, 29-32.

Ott, U., Sammer, G., & Vaitl, D. (2000). A new method for baroreceptor stimulation: Rhythmic tilting triggered by respiration. *Journal of Psychophysiology*, 14, 53.

- Pekala, R. J. (1985). A psychophenomenological approach to mapping and diagraming states of consciousness. *Journal of religion and Psychological Research*, 8, 199-214.
- Pekala, R. J. (1991). *Quantifying Consciousness: An Empirical Approach*. New York: Plenum Press.
- Pekala, R. J. (1999). *Operatinnalizing Trance II: Clinical Application Using a Psychophenomenological Approach*: Coatsville Medical Center.
- Pekala, R. J., & Kumar, V. K. (1999). *Operationalizing "Trance" I: Rationale and Research Using a Psychophenomenological Approach*: Coatesville Medical Center.
- Pekala, R. J., & Kumar, V. K. (2007). An empirical-phenomenological approach to quantifying consciousness: with particular reference to understand the nature of hypnosis. In G. A. Jamieson (Ed.), *Hypnosis and Consciousness States: the cognitive-neuroscience perspective* (pp. 167-194). New York: Oxford University Press.
- Pekala, R. J., & Levine, R. L. (1981). Mapping consciousness: Developpement of an empirical-phenomenological approach. *Imagination, Cognition, andPersonality*, 1, 29-47.
- Pekala, R. J., & Levine, R. L. (1982). Quantifying states of consciousness via an empirical-phenomenological approach. *Imagination, Cognition, andPersonality*, 2, 51-71.
- Pekala, R. J., & Wenger, C. F. (1983). Retrospective phenomenological assessment: Mapping consciousness in reference to specific stimulus conditions. *Journal of mind and behavior*, 4, 247-274.
- Petacchi, A., Laird, A. R., Fox, P. T., & Bower, J. M. (2005). Cerebellum and Auditory Function: An ALE Meta-Analysis of Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping*, 25, 118-128.
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional Neuroanatomy of Emotion: A Meta-Analysis of Emotion Activation Studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16, 331-348.
- Piepoli, M., Sleight, P., Leuzzi, S., Valle, F., Spadacini, G., Passino, C., Johnston, J., & Bernardi, L. (1997). Origin of Respiratory Sinus Arrhythmia in Conscious Humans: An Important Role of the Baroreceptors. *Circulation*, 95, 1813-1821.
- Posner, M. I. (1994). Attention: The mechanisms of consciousness. *The Proceedings of the national Academy of Science (USA)*, 91, 7398-7403.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1998). Attention, self-regulation and Consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of*

London B, 353, 1915-1927.

- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on Attention Networks as a Model for the Integration of Psychological Science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1-23.
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludas, Y., & Tang, Y. Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 19, 1422-1429.
- Rainville, P., Hofbauer, R. K., Bushnell, M. C., Duncan, G. H., & Price, D. D. (2002). Hypnosis Modulates Activity in Brain Structures involved in the Regulation of Consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (6), 887-901.
- Rapoport, M., van Reekum, R., & Mayberg, H. (2000). The Role of the Cerebellum in Cognition and Behavior: A Selective Review. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 12(2), 193-199.
- Raz, A., & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Neuroscience*, 7, 367-379.
- Raz, A., & Shapiro, T. (2002). Hypnosis and Neuroscience: A Cross Talk Between Clinical and Cognitive Research. *Archives of General Psychiatry*, 59, 85-90.
- Richards, W. A. (2005). Entheogens in the Study of Religious Experiences: Current Status. *Journal of Religion and Health*, 44(4), 377-389.
- Ritskes, R., Ritskes-Hoitinga, Stodkilde-Jorgensen, Baerentsen, K., & Hartman, T. (2003). MRI Scanning During Zen Meditation: The picture of enlightenment? *Constructivism in the human sciences*, 8(1), 85-89.
- Ritz, T., & Dahme, B. (1995). Die Absorption-Skala: Konzeptuelle Aspekte, psychometrische Kennwerte und Dimensionalität einer deutschsprachigen Adaptation. *Diagnostica*, 41 (1), 53-61.
- Ritz, T., Maß, R., & Dahme, B. (1993a). *Das Persönlichkeitsmerkmal Absorption (I): Theorie und Forschungsstand*. Hamburg: Psychologischen Institut III der Universität Hamburg.
- Ritz, T., Maß, R., Dahme, B., & Richter, R. (1993b). *Das Persönlichkeitsmerkmal Absorption (II): Empirische Befunde zu einer deutschen Fassung der Tellegen Absorption Scale*. Hamburg: Psychologischen Institut III der Universität Hamburg.
- Roche, S. M., & McConkey, K. M. (1990). Absorption: Nature, Assessment, and Correlates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59 (1), 91-101.
- Röder, C. H., Michal, M., Overbeck, G., van de Ven, V. G., & Linden, D. E. J. (2007). Pain Response in Depersonalization: A Functional Imaging Study Using Hypnosis in Healthy Subjects. *Psychotherapy and Psychosomatics*,

76, 115-121.

Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Newbury Park: Sage.

Rouget, G. (1997). Trance. Der Tanz der Besessenen. *du: Die Zeitschrift der Kultur*, 1, 34-55.

Sabourin, M. E., Cutcomb, S. D., Crawford, H. J., & Pribram, K. (1990). EEG correlates of hypnotic susceptibility and hypnotic trance: spectral analysis and coherence. *International Journal of Psychophysiology*, 10, 125-142.

Salvesen, C. (1998). Trommeln, Tanz und Trance. *Esoteria*, 12, 65-68.

Saß, H., Wittchen, H.-U., & Zaudig, M. (1996). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM IV)*. Göttingen: Hogrefe.

Schwartz, S., Dang-Vu, T. T., Ponz, A., Duhoux, S., & Maquet, P. (2005). Dreaming: a neuropsychological view. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie*, 156(8), 426-439.

Shaw. (2005). Pathways to spirituality. *Psychiatry*, 68(4), 350-362.

Shor, R. E., & Orne, E. C. (1962). *The Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

Siikala, A.-L., & Hoppál, M. (1998a). *Urban Shamans a Cultural Revival in the Postmodern World*. Budapest: Akadémia Uiadó.

Siikala, A.-L., & Hoppál, M. (1998b). *The Siberian Shaman's Technique of Ecstasy*. Budapest.

Singer, W. (2001). Consciousness and the binding problem. *Annual New York Academy of Science*, 929, 123-146.

Smith Churchland, P. (1996). Die Neurobiologie des Bewußtseins: Was können wir von ihr lernen? In T. Metzinger (Ed.), *Bewußtsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie* (3 ed., pp. 463-490). Paderborn: Schöning.

Statistical Parametric Mapping Software 2 (SPM2). London: Wellcome Department of Cognitive Neurology.

Tart, C. T. (1971). *On being stoned: A psychological study on marijuana intoxication*. Palo Alto, CA: Science and Behavior Books.

Tart, C. T. (1980). A systems approach to altered states of consciousness. In J. M. Davidson & R. J. Davidson (Eds.), *The psychobiology of consciousness* (pp. 243-270). New York: Plenum.

Tart, C. T. (1983). *States of Consciousness* (2nd ed.). El Cerrito, California:

Psychological Processes, Incorporated.

Tart, C. T. (1990). *Altered States of Consciousness* (3rd ed.). New York: HarperCollins.

Tassi, P., & Muzet, A. (2001). States of Consciousness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25, 175-191.

Tellegen, A. (1981). Practicing the Two Disciplines for Relaxation and Enlightenment: Comment on "Role of the Feedback Signal in Electromyograph Biofeedback: The Relevance of Attention" by Qualls and Sheehan. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110 (2), 217-226.

Tellegen, A. (1982). *Brief Manual for the multidimensional peronality questionnaire*. Unpublished manuscript, Minneapolis: University of Minnesota.

Tellegen, A. (1992). *Note on the Structure and Meaning of the MPQ Absorption Scale*. Unpublished manuscript, University of Minnesota.

Tellegen, A., & Atkinson, G. (1974). Openness to Absorbing and Self-Altering Experiences ("Absorption"), A Trait Related to Hypnotic Susceptibility. *Journal for Abnormal Psychology*, 83 (3), 268-277.

Vaillancourt, D. E., Mayaky, M. A., & Corcos, D. M. (2006). Intermittant Visuomotor Processing in the Human Cerebellum, Parietal Cortex, and Premotor Cortex. *Journal of Neurophysiology*, 95, 922-931.

Vaitl, D. (2003). *Veränderte Bewusstseinszustände* (Vol. Band XLI, Nr. 2). Stuttgart: Franz Steiner.

Vaitl, D., & Gruppe, H. (1992). Body position and changes in EEG. *Journal of Psychophysiology*, 6 (2), 111-118.

Vaitl, D., Gruzelier, J., Jamieson, G. A., Lehmann, D., Ott, U., Sammer, G., Strehl, U., Birbaumer, N., Kotchoubey, B., Kübler, A., Miltner, W. H. R., Pütz, P., Strauch, I., Wackermann, J., & Weiss, T. (2005). Psychobiology of Altered States of Consciousness. *Psychological Bulletin*, 131(1), 98-127.

Vaitl, D., & Ott, U. (2005). Altered States of Consciousness Induced by Psychophysiological Techniques. *Mind and Matter*, 3(1), 9-30.

van Gulik, R. (2001). Was würde als eine Erklärung von Bewußtsein zählen? In T. Metzinger (Ed.), *Bewußtsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie* (4. ed., pp. 79-101). Paderborn: mentis.

Vermetten, E., & Bremner, J. D. (2004). Functional Brain Imaging and the induction of traumatic recall: A cross-correlational review between neuroimaging and hypnosis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 52(3), 280-312.

- Vogeley, K., Bussfeld, P., Newen, A., Herrmann, S., Happé, F., Falkai, P., Maier, W., Shah, N. J., Fink, G. R., & Zilles, K. (2001). Mind Reading: Neural Mechanisms of Theory of Mind and Self-Perspective. *NeuroImage*, *14*, 170-181.
- Vogeley, K., Kurthen, M., Falkai, P., & Maier, W. (1999). Essential Functions of the Human Self Model Are Implemented in the Prefrontal Cortex. *Consciousness and Cognition*, *8*, 343-363.
- Vollenweider, F. X., & Geyer, M. A. (2001). A systems model of altered consciousness: Integrating natural and drug-induced psychoses. *Brain Research Bulletin*, *56* (5), 495-507.
- Walach, H., & Käseberg, E. (1998). Mind machines: A controlled study on the effects of electromagnetic and optic-acoustic stimulation on general well-being, electrodermal activity, and exceptional psychological experiences. *Behavioral medicine*, *24*(3), 107-114.
- Walter, B., Blecker, C., Kirsch, P., Sammer, G., Schienle, A., Stark, R., & Vaitl, D. (2003). MARINA: An easy to use tool for the creation of MAsks for Region of INterest Analyses. *NeuroImage*, *19* (2).
- Wang, J., Aguirre, G. K., Kimberg, D. Y., Roc, A. C., Li, L., & Detre, J. A. (2003). Arterial Spin Labeling Perfusion fMRI With very Low Task Frequency. *Magnetic Resonance in Medicine*, *49*, 796-802.
- Watson, J. D. G. (2000). The Human Visual System. In A. W. Toga & J. C. Mazziotta (Eds.), *Brain Mapping: The Systems* (pp. 263-289). San Diego: Academic Press.
- Weitzenhoffer, A. M., & Hilgard, E. R. (1962). *The Stanford Hypnotic Susceptibility Scale, Form C*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Westermann, R. (2000). *Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik: ein Lehrbuch zur psychologischen Methodenlehre*. Göttingen: Hogrefe.
- Wolff, C. (1983). *Gesammelte Werke*. Hildesheim: Olms.
- Wright, P. A. (1992). *The use of the Phenomenology of Consciousness Inventory as a Measure of an Altered State of Consciousness during "Shamanic Journeying" Accompanied by Live Drumming*. Unpublished Research Practicum, San Francisco.
- Yamamoto, S., Kitamura, Y., Yamada, N., Nakashima, Y., & Kuroda, S. (2006). Medial Prefrontal Cortex and Anterior Cingulate Cortex in the Generation of alpha Activity Induced by Transcendental Meditation: A Magnetoencephalographic Study. *Acta Med. Okayama*, *60*(1), 51-58.
- Zachariae, R., Jorgensen, M. M., Bjerring, P., & Svendsen, G. (2000). Autonomic and psychological responses to an acute psychological stressor and

relaxation: The Influence of Hypnotizability and Absorption. *The international Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 48, 388-403.

Zatorre, R. J., & Binder, J. R. (2000). Functional and Struktural Imaging of the Human Auditory System. In A. W. Toga & J. C. Mazziotta (Eds.), *Brain Mapping: The Systems* (pp. 365-402). San Diego: Academic Press.

Zeman, A. (2001). Consciousness. *Brain*, 124, 1263-1289.

Zilles, K., & Rehkämper, G. (1993). *Funktionelle Neuroanatomie: Lehrbuch und Atlas*. Berlin: Springer.

7 Anhang

7.1 Fragebögen

7.1.1 Tellegen Absorption Scale (TAS)

Datum _____ TAS Code _____

Die folgenden Aussagen betreffen bestimmte Bereiche des Wahrnehmens und Erlebens. Diese können erfahrungsgemäß bei verschiedenen Personen sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Bitte geben Sie zu jeder Aussage an, in welchem Ausmaß sie für Ihre Person zutrifft oder nicht zutrifft. Hierfür sind fünf Antwortmöglichkeiten vorgegeben, bitte entscheiden Sie sich bei jeder Aussage für eine davon. Behalten Sie dabei im Kopf, dass es letztlich keine richtigen oder falschen Antworten gibt.

	trifft					zu
	nicht	etwas	teil- weise	über- wiegend	völlig	
1. Manchmal empfinde und erlebe ich die Dinge wie in meiner Kindheit.	0	1	2	3	4	
2. Wortgewandte oder poetische Sprache kann mich stark beeindrucken.	0	1	2	3	4	
3. Filme, Fernsehspiele oder Theaterstücke können mich so mitreißen, dass ich mich und alles um mich herum vergesse und die Geschichte erlebe als wäre sie Realität und ich an ihr beteiligt.	0	1	2	3	4	
4. Wenn ich ein Bild betrachte und danach wegsehe, habe ich manchmal ein Abbild davon, fast so als ob ich das Bild selber noch sehen würde.	0	1	2	3	4	
5. Manchmal habe ich das Gefühl, mein Geist könnte die ganze Welt umfängen.	0	1	2	3	4	
6. Ich beobachte gerne, wie Wollen ihre Form verändern.	0	1	2	3	4	
7. Wenn ich will, kann ich Tagträumen oder mir manche Dinge so lebhaft vorstellen, dass sie meine Aufmerksamkeit fesseln wie ein guter Film oder eine gute Geschichte.	0	1	2	3	4	
8. Ich glaube, dass ich weiß, was manche Leute meinen, wenn sie von mystischen Erfahrungen sprechen.	0	1	2	3	4	
9. Ich kann manchmal aus mir heraustreten und einen völlig anderen Seinszustand erfahren.	0	1	2	3	4	
10. Stoffe – wie etwa Wolle, Sand oder Holz – erinnern mich manchmal an Farben oder Musik.	0	1	2	3	4	
11. Manchmal erlebe ich die Dinge als wären sie doppelt wirklich.	0	1	2	3	4	
12. Wenn ich Musik höre, kann sie mich so gefangen nehmen, dass ich nichts anderes mehr beachte.	0	1	2	3	4	
13. Wenn ich will, kann ich mir vorstellen, dass mein Körper so schwer ist, dass ich ihn nicht mehr bewegen kann, selbst wenn ich es wollte.	0	1	2	3	4	
14. Oft kann ich die Gegenwart einer anderen Person spüren, noch bevor ich sie (oder ihn) wirklich sehe oder höre.	0	1	2	3	4	
15. Das Knistern und die Flammen eines Holzfeuers regen meine Phantasie an.	0	1	2	3	4	
16. Manchmal ist es mir möglich, mich völlig in Natur oder Kunst zu versenken, als ob sich mein Bewusstseinszustand vorübergehend verändert hätte.	0	1	2	3	4	
Bitte wenden...						
	trifft	nicht	etwas	teil- weise	über- wiegend	zu
17. Verschiedene Farben haben unterschiedliche und besondere Bedeutungen für mich.	0	1	2	3	4	
18. Es kann mir passieren, dass ich während einer Routineaufgabe in Gedanken abschweife und dabei vergesse, was ich tue, bis ich nach einigen Minuten bemerke, dass ich die Aufgabe erledigt habe.	0	1	2	3	4	
19. Ich kann mich manchmal an bestimmte Erfahrungen aus meiner Vergangenheit so lebhaft und klar erinnern, als ob ich sie noch einmal durchleben würde.	0	1	2	3	4	
20. Dinge, die anderen bedeutungslos erscheinen mögen, haben für mich oft einen Sinn.	0	1	2	3	4	
21. Ich glaube, wenn ich in einem Stück eine Rolle spielen würde, könnte ich die Gefühle des dargestellten Charakters tatsächlich empfinden und für diese Zeit als die betreffende Person wirklich leben, mich selbst und das Publikum vergessend.	0	1	2	3	4	
22. Meine Gedanken erscheinen oft nicht als Worte, sondern als Bilder.	0	1	2	3	4	
23. Ich kann mich oft an kleinen Dingen erfreuen (wie die Farbe von Seifenblasen, oder ähnliches).	0	1	2	3	4	
24. Wenn ich mir Orgelmusik oder andere kraftvolle Musik anhöre, fühle ich mich manchmal wie in die Luft gehoben.	0	1	2	3	4	
25. Manchmal kann ich Geräusche in Musik verwandeln, wenn ich auf eine bestimmte Art hinhöre.	0	1	2	3	4	
26. Einige meiner lebhaftesten Erinnerungen werden von Düften und Gerüchen geweckt.	0	1	2	3	4	
27. Manche Musik erinnert mich an Bilder oder sich ändernde Farbmuster.	0	1	2	3	4	
28. Oft weiß ich, was jemand sagen wird, noch bevor er (oder sie) es ausspricht.	0	1	2	3	4	
29. Ich habe oft eine Art „körperliche Erinnerungen“: z. B. wenn ich geschwommen bin, kann ich danach immer noch das Gefühl haben, im Wasser zu sein.	0	1	2	3	4	
30. Der Klang einer Stimme kann so faszinierend für mich sein, dass ich einfach nur zuhöre.	0	1	2	3	4	
31. Manchmal fühle ich die Anwesenheit einer Person, die physisch überhaupt nicht da ist.	0	1	2	3	4	
32. Manchmal kommen mir Gedanken und Bilder ohne das geringste Hinzutun.	0	1	2	3	4	
33. Ich finde, dass verschiedene Gerüche verschiedene Farben haben.	0	1	2	3	4	
34. Ein Sonnenuntergang kann mich tief berühren.	0	1	2	3	4	

7.1.2 Phenomenology of Consciousness Inventory (PCI)

PHENOMENOLOGY OF CONSCIOUSNESS INVENTORY (PCI), FORM 1

von
Ronald J. Pekala, Ph. D.

INSTRUKTIONEN

Mit dem folgenden Fragebogen sollen Sie Ihre Erfahrungen im fraglichen Zeitraum mit Hilfe von Aussagen, wie der unten gezeigten, einstufen.

Kreisen Sie bei jeder der nachfolgenden Aussagen die Zahl ein, die am ehesten Ihrer subjektiven Erfahrung im fraglichen Zeitraum entspricht. Wenn Sie zum Beispiel Ihre Stimmung im fraglichen Zeitraum als sehr ruhig und friedlich und keineswegs als sehr besorgt empfinden, dann sollten Sie bei der folgenden Aussage die Zahl „0“ einkreisen.

1. Ich fühle mich sehr ruhig. 0 1 2 3 4 5 6 Ich fühle mich sehr besorgt.

Wenn Sie weder „ruhig“ noch „besorgt“ wären, d. h. Sie lägen in der Mitte zwischen diesen beiden Aussagen, dann würden Sie die „3“ auf dem Antwortbogen einkreisen. Das Einkreisen der „0“ bedeutet, daß Ihre Erfahrung der Aussage links sehr ähnlich ist, wohingegen ein Einkreisen der „6“ bedeutet, daß Ihre Erfahrung der Aussage rechts sehr ähnlich ist. Das Einkreisen einer Zahl zwischen „0“ und „6“ bedeutet, daß Ihre Erfahrung irgendwo zwischen der Aussage auf der linken Seite und der rechten Seite liegt. Sie können alle Zahlen von „0“ bis „6“ frei wählen.

Für jede Aussage auf den folgenden Seiten sollen Sie jene Zahl einkreisen, die Ihrer persönlichen Erfahrung im fraglichen Zeitraum am besten entspricht. Seien Sie dabei bitte so genau wie möglich.

Damit Sie Ihre subjektive Erfahrung besser bestimmen können, werden Definitionen für einige Schlüsselwörter gegeben, die auf den folgenden Seiten verwendet werden.

1. EMPFINDUNGEN: sind innere körperliche Eindrücke, denen Sie gewahr werden. Jucken, Druck, Schmerz, Wärme und Kälte sind Beispiele solcher Empfindungen.

2. WAHRNEHMUNGEN: sind Eindrücke, die Sie aus der Außenwelt erhalten. Wahrnehmungen kommen aus der Umgebung in Form von Bildern, Geräuschen, Gestosen, etc.

3. GEFÜHLE ODER EMOTIONEN: sind innere Eindrücke oder Stimmungen wie Glück, Freude, Zorn, Aufregung, etc.

4. GEDANKEN: sind innere Worte, Aussagen und Verbalisierungen, die Sie zu sich selbst sagen.

5. VORSTELLUNGEN: sind innere visuelle (Bilder), auditive (Geräusche), kinästhetische (körperliche), olfaktorische (Gerüche), taktile (Berührung), oder gustatorische (Geschmack) Eindrücke oder Bilder, die in Ihnen auftauchen, ganz gleich wie vage oder schwach sie auch sein mögen. Sie entstammen Ihrem Inneren, anstelle aus der Umgebung zu kommen.

6. EINDRÜCKE ODER EREIGNISSE: sind irgend etwas des oben aufgeführten, d. h. Empfindungen, Wahrnehmungen, Gedanken oder Vorstellungen.

Copyright 1982, 1991 by Ronald J. Pekala, Ph. D. Dieser Fragebogen darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlegers, dem Mid-Atlantic Educational Institute, Inc., 309 North Franklin Street, West Chester, PA 19380-2765, nicht gedruckt oder in irgendeiner Form mit anderen elektronischen oder mechanischen Mitteln reproduziert werden, einschließlich, aber nicht eingeschränkt auf, Photokopieren, audiovisuelles Aufzeichnen und Übertragen und die Darstellung oder Vervielfältigung in Systemen für Informationspeicherung und -abruf.

Gekürzte deutsche Übersetzung 1999 von Ulrich Ott, Institut für Psychobiologie und Verhaltensmedizin an der Justus-Liebig-Universität Gießen, Otto-Behagel-Strasse 10, 35394 Gießen.

PHENOMENOLOGY OF CONSCIOUSNESS INVENTORY (PCI), FORM 1

Bitte ergänzen Sie die folgenden Angaben.

Name: _____ Geschlecht: _____
Alter: _____ Höchster Schulabschluss: _____
Heufiges Datum: _____ Kode: _____

INSTRUKTIONEN FÜR DAS AUSFÜLLEN DIESES FRAGEBOGENS

SIE SIND HUN BEREIT, MIT DEM FRAGEBOGEN SELBST FORTZUFAHREN. BITTE LESEN SIE JEDE AUSSAGE LANGSAM UND SORGFÄLTIG UND ANTWORTEN SIE SO GENAU WIE MÖGLICH. INDEM SIE DIE ZAHL, ZWISCHEN „0“ UND „6“ EINKREISEN, DIE IHRER SUBJEKTIVEN ERFAHRUNG IM FRAGLICHEN ZEITRAUM AM BESTEN ENTSPRICHT, TUN SIE DIES FÜR JEDE AUSSAGE.

- | | | |
|--|---------------|---|
| 1. Ich war die ganze Zeit über abgelenkt und unfähig mich auf irgend etwas zu konzentrieren. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich war fähig, mich vollkommen gut zu konzentrieren und war nicht abgelenkt. |
| 2. Mein Denken war klar und verständlich. | 0 1 2 3 4 5 6 | Mein Denken war unklar und nicht leicht zu verstehen. |
| 3. Die Gedanken und Vorstellungen, die ich hatte, waren unter meiner Kontrolle; ich entschied, was ich dachte oder mir vorstellte. | 0 1 2 3 4 5 6 | Vorstellungen und Gedanken tauchten in mir auf, ohne meine Kontrolle. |
| 4. Ich hatte eine Erfahrung, die ich als sehr religiös, spirituell oder transzendental bezeichnen würde. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich hatte keinerlei Erfahrung, die ich als religiös, spirituell oder transzendental bezeichnen würde. |
| 5. Ich wurde intensiver sexueller Gefühle gewahr. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erfuhr keine sexuellen Gefühle. |
| 6. Ich habe eine ganze Menge Selbstgespräche geführt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich führte keine Selbstgespräche mit mir. |
| 7. Ich fühle mich sehr sehr traurig. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle überhaupt keine Traurigkeit. |
| 8. Meine Aufmerksamkeit war vollständig auf meine eigene innere subjektive Erfahrung gerichtet. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Aufmerksamkeit war vollständig auf die Welt um mich herum gerichtet. |
| 9. Ich fühle mich ekstatisch und voller Freude. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich nicht ekstatisch oder voller Freude. |
| 10. Ich kann mich nicht erinnern, was ich erfuhr. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich kann mich genau an alles erinnern, was ich erfuhr. |
| 11. Mein Körper endete an der Grenze zwischen meiner Haut und der Umwelt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle meinen Körper weit über die Grenzen meiner Haut erweitert. |
| 12. Ich hatte eine ganze Menge bildhafter Vorstellungen. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich hatte überhaupt keine bildhaften Vorstellungen. |
| 13. Ich war mir nicht bewußt, irgendein Bewußtsein meiner selbst zu haben; ich hatte keine Selbstbewußtheit. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich war mir bewußt, daß ich mir bewußt war; meine Selbstbewußtheit war sehr intensiv. |

2

- | | | |
|---|---------------|--|
| 14. Ich hatte keine Gefühle der Welt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich während. |
| 15. Meine Wahrnehmung des Zeitflusses veränderte sich drastisch. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich nahm keine Veränderungen in meiner Zeitwahrnehmung wahr. |
| 16. Ich war sehr angstgefüllt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich hatte keine Gefühle der Angst. |
| 17. Meine Wahrnehmung der Welt veränderte sich drastisch. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich bemerkte keine Veränderungen in meiner Wahrnehmung der Welt. |
| 18. Meine bildhaften Vorstellungen waren so lebhaft und dreidimensional, sie schienen echt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine bildhaften Vorstellungen waren vage und diffus, es war schwierig eine Vorstellung von irgend etwas zu haben. |
| 19. Die Muskeln meines Körpers fühlten sich sehr angespannt und fest an. | 0 1 2 3 4 5 6 | Die Muskeln meines Körpers fühlten sich locker und entspannt an. |
| 20. Ich erfuhr keine Gefühle der Liebe. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erfuhr sehr starke Gefühle der Liebe. |
| 21. Mein Bewußtseinszustand war nicht verschieden oder ungewöhnlich anders als sonst. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erlebte eine extrem veränderten und ungewöhnlichen Bewußtseinszustand. |
| 22. Ich kann mir nicht an Erinnerung rufen, was mir geschah. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich kann mich an alles erinnern, was mir geschah. |
| 23. Ich hatte eine Erfahrung von Ehrfurcht und Verehrung gegenüber der Welt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich hatte keine Erfahrung von Ehrfurcht und Verehrung gegenüber der Welt. |
| 24. Konzeptuell war mein Denken klar und unterscheidend. | 0 1 2 3 4 5 6 | Konzeptuell war mein Denken unklar und wirr. |
| 25. Ich hatte vollständige Kontrolle darüber, worauf ich meine Aufmerksamkeit richtete. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich hatte keine Kontrolle darüber, worauf ich meine Aufmerksamkeit richtete. |
| 26. Meine Körpergefühle schienen sich in die mich umgebende Welt auszudehnen. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Körpergefühle waren auf den Bereich innerhalb meiner Haut begrenzt. |
| 27. Ich war kontinuierlich bewußt und mir meiner selbst sehr gewahr. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich verlor das Bewußtsein meiner selbst. |
| 28. Meine Aufmerksamkeit war völlig auf die Umgebung um mich herum gerichtet. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Aufmerksamkeit war völlig auf meine eigene innere subjektive Erfahrung gerichtet. |
| 29. Die Welt um mich herum wurde extrem verschieden bezüglich Farben oder Formen. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich bemerkte keine Veränderungen in der Farbe oder Form der mich umgebenden Welt. |
| 30. Die Zeit schien sich stark zu beschleunigen oder zu verlangsamten. | 0 1 2 3 4 5 6 | Das Verstreichen der Zeit veränderte sich nicht. |
| 31. Ich fühle mich nicht unglücklich oder niedergeschlagen. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich unglücklich und niedergeschlagen. |
| 32. Ich erfuhr keine tiefgründigen Einsichten neben meinem normalen Verständnis der Dinge. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erfuhr sehr tiefgründige und erleuchtende Einsichten zu verschiedenen Ideen oder Themen. |
| 33. Ich fühle mich sehr ärgerlich und aus der Fassung gebracht. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich nicht ärgerlich oder aufgebracht. |
| 34. Ich war nicht abgelenkt, sondern fähig, völlig in das zu versinken, was ich erfuhr. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich war fortwährend durch äußere Eindrücke oder Ereignisse abgelenkt. |
| 35. Ich war mir keiner sexuellen Gefühle bewußt. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erfuhr sehr starke sexuelle Gefühle. |

3

- | | | |
|---|---------------|--|
| 36. Meine Gedankengänge waren irrational und sehr schwer verständlich. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Gedankengänge waren rational und leicht verständlich. |
| 37. Ich hatte keine Gefühle der Anspannung oder Festigkeit. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich angespannt und fest. |
| 38. Meine Erinnerung an die Ereignisse, die ich erfuhr, ist extrem klar und lebhaft. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Erinnerung an die Ereignisse, die ich erfuhr, ist extrem dunkel und verschwommen. |
| 39. Ich bemerkte keine Veränderungen der Größe, Form oder Perspektive von Objekten in der Welt um mich herum. | 0 1 2 3 4 5 6 | Objekte in der Welt um mich herum änderten ihre Größe, Form oder Perspektive. |
| 40. Meine Zustand der Bewußtheit war sehr verschieden von dem, was ich normalerweise erlebe. | 0 1 2 3 4 5 6 | Mein Zustand der Bewußtheit war nicht anders als gewöhnlich. |
| 41. Ich ließ die Kontrolle fahren und wurde empfänglich und passiv gegenüber dem, was ich erfuhr. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich kontrollierte willentlich, was ich erfuhr. |
| 42. Ich fühle mich nicht verängstigt oder furchtsam. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle mich sehr verängstigt und furchtsam. |
| 43. Ich hatte kein Gefühl der Zeitlosigkeit; die Zeit verging wie ich das gewöhnlich erlebe. | 0 1 2 3 4 5 6 | Die Zeit stand still; da war überhaupt keine Bewegung der Zeit mehr. |
| 44. Ich hatte keine oder nur sehr wenige bildhafte Vorstellungen. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Erfahrung bestand nahezu vollständig aus Bildern. |
| 45. Ich führte keinerlei Selbstgespräche mit mir selbst. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich habe eine ganze Menge Selbstgespräche geführt. |
| 46. Ich fühle keine Gefühle der Ekstase oder extremen Glücks über meine gewöhnlichen Gefühle hinaus. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle Gefühle der Ekstase und extremen Glücks. |
| 47. Ich fühle keine Heiligkeit oder tiefe Bedeutsamkeit der Existenz über meine gewöhnlichen Gefühle hinaus. | 0 1 2 3 4 5 6 | Die Existenz wurde tief heilig oder bedeutungsvoll. |
| 48. Meine Vorstellungen waren sehr vage und schwach. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Vorstellungen waren so klar und lebhaft wie Objekte in der realen Welt. |
| 49. Ich fühle intensive Gefühle der Güte. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich fühle keine Gefühle der Güte. |
| 50. Ich bewachte die ganze Zeit über eine sehr starke Bewußtheit meiner selbst. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich bewachte überhaupt keine starke Bewußtheit meiner selbst. |
| 51. Ich behielt ständig ein starkes Gefühl der Trennung zwischen mir und der Umgebung. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erfuhr eine intensive Einheit mit der Welt; die Grenzen zwischen mir und der Umgebung lösten sich auf. |
| 52. Meine Aufmerksamkeit war vollkommen nach innen gerichtet. | 0 1 2 3 4 5 6 | Meine Aufmerksamkeit war vollkommen nach außen gerichtet. |
| 53. Mein Zustand der Bewußtheit war nicht ungewöhnlich oder verschieden von dem, wie er normalerweise ist. | 0 1 2 3 4 5 6 | Ich erlebte einen außerordentlich ungewöhnlichen und außerordentlichen Zustand der Bewußtheit. |

Informationen zu Auswertungsblättern für diesen Fragebogen können schriftlich angefordert werden beim Mid-Atlantic Educational Institute, Inc., 309 North Franklin Street, West Chester, PA 19380-2765. Informationen zur Reliabilität und Validität des Instruments, zur Computerauswertung und seiner Anwendung, zur bisherigen Forschung und klinischen Anwendungen sind erhalten im Buch *Quantifying Consciousness: An Empirical Approach*, veröffentlicht von der Plenum Publishing Corporation, 1991 (und erhältlich vom Mid-Atlantic Institute). Personen, die an Workshops zur Forschung mit und klinischen Anwendung von Fragebögen zum phänomenalen Erleben zur Kartierung von Strukturen und Mustern des Bewußtseins interessiert sind, werden ermutigt an das Mid-Atlantic Institute zu schreiben.

PCI191GE

4

7.1.3 Fragebogen zur Absorption (FABS)

Fragebogen zur Absorption

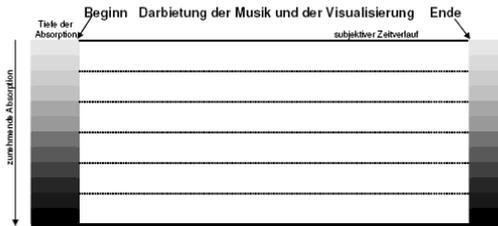
Datum _____ Code _____

Was „Absorption“ bedeutet

Der vorliegende Fragebogen soll die Absorption während des Versuchs erfassen. Absorption bedeutet in etwa „Aufgehen in etwas“, „Versunkensein“, „Vertieft Sein“. Im Alltag ist manchmal davon die Rede, dass jemand von etwas ganz absorbiert, also ganz in Anspruch genommen ist, so dass die gesamte Aufmerksamkeit nur darauf gerichtet ist und alles andere in den Hintergrund tritt.

Verlauf der Absorption

A) Bitte beschreiben Sie die Tiefe Ihrer Absorption während des Versuchs. Zeichnen Sie dazu bitte eine durchgehende Linie vom Beginn bis zum Ende, welche den Verlauf wiedergibt.



B) Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Aussagen Ihr Erleben während des Versuchs beschreiben. Kreuzen Sie dazu das entsprechende Kästchen (von „gar nicht“ bis „sehr gut“) an.

Positive Erfahrungen

Die Aussage.....	beschreibt mein Erleben: <small>gar nicht ← → sehr gut</small>				
1. Ich fühlte mich locker und entspannt.					
2. Ich habe mich fallen gelassen und einfach nur zugeschaut.					
3. Ich fand die Visualisierungen sehr faszinierend und fesselnd.					
4. Musik und Visualisierungen habe ich als eine Einheit erlebt.					
5. Ich habe die Musik und die Visualisierungen intensiv erlebt/wahrgenommen.					
6. Meine ganze Aufmerksamkeit war auf die Musik und die Visualisierungen gerichtet, alles andere habe ich ausgeblendet.					
7. Während des Versuchs habe ich jegliches Zeitgefühl verloren.					
8. Ich habe zwischendurch ganz vergessen bzw. nicht mehr daran gedacht, dass ich an einem Experiment teilnehme.					
9. Ich war zeitweise in einem anderen Bewusstseinszustand.					
10. Ich hatte nach dem Versuch das Gefühl, aus einer anderen Realität zurückzukehren.					

Bitte wenden...

Negative Erfahrungen

Die Aussage.....	beschreibt mein Erleben: <small>gar nicht ← → sehr gut</small>				
11. Ich fühlte mich angespannt und verkrampt.					
12. Ich fand es anstrengend, mich die ganze Zeit auf die Musik und die Visualisierungen zu konzentrieren.					
13. Die Geräusche des Scanners haben mich sehr gestört.					
14. Ich fand den Versuch langweilig und habe an andere Dinge gedacht.					
15. Ich wurde durch die Umgebung abgelenkt.					
16. Ich habe mir gewünscht, dass der Versuch bald zu Ende ist.					

Fragen zur Darbietung

Bitte schätzen Sie ein...	<small>sehr schlecht ← → sehr gut</small>				
17. die Qualität der Musik (Lärm des Scanners)					
18. die Qualität der Visualisierung (kleine Projektionsfläche)					
19. den Liegekomfort (Unterlage, Fixierung des Kopfes, Temperatur)					
20. die Dauer der Darbietung (12 Minuten)					

Fragen zur Kontrollbedingung

Wie gut konnten Sie sich auf das Kreuz konzentrieren?	<small>sehr schlecht ← → sehr gut</small>				
21. in den drei Minuten am Anfang (vor der Musik)					
22. in den drei Minuten am Ende (nach der Musik)					

C) Raum zur Beschreibung weiterer Erfahrungen. Haben Sie während des Versuchs besondere Erfahrungen gemacht die bei den obigen Aussagen nicht berücksichtigt sind? Bitte nennen Sie alle Faktoren, die während des Versuches gestört und eine tiefere Absorption verhindert haben.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

7.2 Probandenaufklärung

Untersuchungstermin		Kcanummer
---------------------	--	-----------



Bender Institute of Neuroimaging
(Direktor: Prof. Dr. D. Vaitl)



INFORMATIONSBLATT funktionelle Kernspintomographie

Sehr geehrte(r) Proband(in),

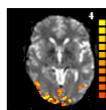
die Kernspintomographie benutzt anstelle von Röntgenstrahlen oder radioaktiven Kontrastmitteln Radiowellen zur Abbildung des Gehirns und seiner Funktionen. Dazu ist es notwendig, dass Sie sich innerhalb des Magnetfeldes des Kernspintomographen befinden. Ihr Kopf liegt dabei in einer speziellen Kopfschule, die Sie nicht belastet oder drückt. Die von der Kopfschule empfangenen Signale werden im Computer weiterverarbeitet und können so zur Erstellung von Bildern verwendet werden. Diese Technik wird weltweit eingesetzt. Es sind bislang keine schädigenden Wirkungen aufgetreten. Es werden keine Kontrastmittel gespritzt.

Untersuchungsablauf

Die Untersuchung wird mit einem modernen 1.5-Tesla Kernspintomographen durchgeführt. Sie liegen dabei auf einer Liege, die in das Magnetfeld hineingefahren wird. Bei der Untersuchung treten Klopfgeräusche auf, die auf elektromagnetischen Schaltvorgängen im Magneten beruhen. Während der Messung sollten Sie ruhig und entspannt liegen, insbesondere sollte sich der Kopf nicht bewegen. Die Untersuchung im Tomographen dauert zwischen 30 und 60 Minuten. Während der Untersuchung werden Sie optisch (über eine Kamera) und akustisch (über Lautsprecher und Mikrofon) überwacht und erhalten einen Alarmpfeif in die Hand, so dass die Untersuchung, im Bedarfsfall jederzeit abgebrochen werden kann.

Geplante Untersuchung bitte ankreuzen:

Funktionelle Kernspintomographie



Die bei Ihnen geplante Untersuchung ermöglicht die bildliche Darstellung von funktionellen Zentren des Gehirns. Hierzu werden Bilder in Ruhe und während der Ausführung einer Aktivierungsaufgabe (z.B. Betrachten von Bildern) aufgenommen. Die Aktivierungsaufgabe wird Ihnen vor der Untersuchung ausführlich erläutert.

Anatomie / Volumetrie



Die bei Ihnen geplante Untersuchung ermöglicht die bildliche Darstellung und/oder Vermessung des Gehirns.

Wichtig:

Bei dieser Untersuchung wird keine medizinische Diagnostik betrieben, d.h. die Mitarbeiter(innen), die die Untersuchung durchführen, können Ihnen keine Angaben über mögliche Erkrankungen Ihres Gehirns machen. In sehr seltenen Fällen kommt es vor, dass bei einer MR-Untersuchung Besonderheiten beobachtet werden. Wenn Sie wünschen, dass wir Sie über solche Besonderheiten dargehend aufklären, dass wir Ihnen gegebenenfalls den Besuch eines Arztes empfehlen, so kreuzen Sie dies bitte unten an.

Ich möchte über mögliche Auffälligkeiten in meinen Bildern informiert werden.	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
---	-----------------------------	-------------------------------

Bitte beachten Sie:

Ein Magnetfeld übt auf magnetisierbare (ferromagnetische) Gegenstände eine mit der Masse des Objekts ansteigende Kraft aus. Die Kraft erhöht sich erheblich bei geringeren Abständen.

Da die Untersuchung in einem Magnetfeld stattfindet, gelten folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Sie dürfen keine metallischen Gegenstände mit sich führen, da es sonst zu Unfällen durch fliegende Metallteile kommen kann.
- Uhren und Scheckkarten können durch das starke Magnetfeld zerstört werden.
- Legen Sie alle metallischen Gegenstände vor der Untersuchung ab. Bitte denken Sie an:
 - > Brillen
 - > Ohrringe
 - > Haarspangen
 - > Schmuck
 - > Gürtelschnalle
 - > Metallteile an der Kleidung
 - > Kugelschreiber, Schlüssel, Taschenmesser, Büroladungen und Geldmünzen in den Taschen etc.

Für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Sicherheitshinweise auftreten, wird keine Haftung übernommen.

Wenn Sie noch Fragen haben oder über die Untersuchungsmethode mehr wissen möchten, stehen wir Ihnen gerne für Auskünfte zur Verfügung.

Einschränkungen

Bei Vorliegen einer der folgenden Situationen wird normalerweise, um mögliche Risiken zu vermeiden, keine Kernspintomographie durchgeführt. Deshalb beantworten Sie bitte folgende Fragen:

1. Sind durch Operationen oder Unfälle in Ihrem Körper möglicherweise metallische und elektrisch leitfähige Einschlüsse und Implantate vorhanden (Metallprothesen, Cochlear Implant (Innenohrhearingprothese), Gefäßclip, Osteosyntheschrauben, Stents, Coar-Filter, Intrauterinrings, Metall- oder Granatsplitter etc.)?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
2. Befinden sich andere Metallteile oder elektrisch leitfähige Gegenstände an oder in Ihrem Körper (Ohrringe, Piercing, Spirale, Zahnsplangen, metallische Formbügel in Brusthaltern etc.)?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
3. Haben Sie Tätowierungen am Kopf- oder Halsbereich, Nikotinplaster oder kosmetische Augenlidmanipulationen?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
4. Tragen Sie einen Herzschrittmacher, eine implantierte Medikamentenpumpe oder sonstige Implantate (künstlicher Darmausgang mit Magnetverschluss, künstliche Herzklappen etc.)?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
5. Sind Sie an Herz oder Gehirn operiert worden?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
6. Besteht eine Schwangerschaft?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
7. Leiden Sie unter einer Epilepsie?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

8. Bestehen chronische Erkrankungen?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Welche:		

9. Nehmen Sie zur Zeit Medikamente?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Welche:		

Persönliche Daten:	
Name, Vorname	
Geburtsdatum	
Gewicht	

Sie haben das Recht Ihre Teilnahme an dieser Studie zu jeder Zeit abzubrechen. Wenn alle Ihre Fragen durch die Aufklärung beantwortet sind und Sie an der Untersuchung teilnehmen möchten, unterschreiben Sie bitte dieses Formblatt.

Ort, Datum

Unterschrift Proband(in)

Unterschrift Versuchsleiter(in)

7.3 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt habe. Alle verwendeten Hilfsmittel sind in der Dissertationsschrift aufgeführt und beschrieben.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Angaben beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Nienhagen, den 16.10.09

Hannes Hempel