Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

„Steigerung der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung mittels audio-visueller Stimulation einer Mindmachine“

Diplomarbeit im Fach Psychologie

vorgelegt von Viktor Wuchrer

im Januar 2009

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Philosophische Fakultät und Fachbereich Theologie

Department Psychologie und Sportwissenschaften

Institut für Psychogerontologie

Institut für Psychologie

1. Gutachter und Betreuer: Prof. Dr. Jürgen Kaiser

2. Gutachter: Dr. Roland Rupprecht

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **5**

1 Einleitung **6**

2 Theoretische Grundlagen **9**

2.1 Begriffsklärung der Mindmachines 9

2.2 Ein Abriss zur Entwicklungsgeschichte der optisch-akustischen Mindmachines 11

2.3 Frequenz-Folge-Reaktion – Der Wirkmechanismus optisch-akustischer Mindmachines 15

2.3.1 Die Klassifikation der Gehirnwellen 17

2.3.2 Die Frequenz-Folge-Reaktion und damit verbundene Bewusstseinszustände 19

2.3.3 Erklärungsansätze auf neuronaler Ebene 20

2.4 Der Einfluss audio-visueller Mindmachines auf das Lernverhalten und auf die kognitive Leistungen 23

2.4.1 Die Auswirkung audio-visueller Stimulation auf die Gedächtnis- und Enkodierungsleistungen 24

2.4.2 Eine Studie zur Verbesserung schulischer Lernleistungen durch den kombinierten Einsatz von Mindmachines und EDR-Feedback 26

2.5 Über das Gedächtnis und die Konstrukte Gedächtnis- und Konzentrationsleistung 28

2.5.1 Der Aufbau und die Funktionsweise des Gedächtnisses 29

2.5.2 Das Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis 30

2.5.3 Das Langzeitgedächtnis 31

2.5.4 Die Theorie der Langzeitpotenzierung in Bezug auf Gedächtnisbildung 32

2.5.5 Konzentration und Aufmerksamkeit 32

3 Fragestellung und Hypothesen **36**

4 Methoden **39**

4.1 Stichprobenbeschreibung 39

4.2 Das experimentelle Design 41

4.3 Untersuchungsbeschreibung und Ablauf der Experimentalgruppe 43

4.4 Material 46

4.4.1 d2-Konzentrationsleistungstest (Test d2) 47

4.4.2 Der LGT-3 Gedächtnistest nach Bäumler 50

4.4.3 DavidPal-Mentalsystem – Mindmachine 51

4.4.4 Fragebogen zur Evaluation der Mindmachine-Sitzung 53

4.5 Statistisches Vorgehen 55

5 Ergebnisse **57**

5.1 Teilanalysen 57

5.1.1 Einfluss der Studienfachrichtung auf das Treatment 57
5.1.2 Einfluss von Vorerfahrungen mit Mindmachines 59
5.1.3 Subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung 59
5.2 Fragestellungen 60
5.2.1 Unterschiede in der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe 60
5.2.2 Einfluss des Geschlechts auf das Treatment 61
5.2.3 Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren 62
5.3 Hypothesen 64
5.3.1 Alpha-Treatment – Auswirkung auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung (H1, H2) 64
5.3.2 Beta-Treatment – Auswirkung auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung (H3, H4) 66
5.3.3 Auswirkung des Treatments auf die Sorgfaltsleistung (H5, H6) 67
6 Diskussion 70
6.1 Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Fragestellungen und der Hypothesen 71
6.1.1 Interpretation der Teilanalysen 71
6.1.1.1 Subjektive Empfindung und Akzeptanz der Mindmachine-Sitzung 71
6.1.1.2 Studienfachrichtung 73
6.1.2 Interpretation der Fragestellungen und Hypothesen 74
6.1.2.1 Gesamtvergleich des Mindmachine-Treatments versus Kontrollgruppe 75
6.1.2.2 Erfahrungen mit alternativen Entspannungstechniken 76
6.1.2.3 Interpretation der Ergebnisse des Alpha-Treatments 78
6.1.2.4 Interpretation der Ergebnisse des Beta-Treatments 80
6.2 Der Einsatz von optisch-akustischen Mindmachines zum Zwecke einer Lernzustandsregulierung 81
6.3 Die Kritische Betrachtung der vorliegenden Arbeit 82
6.4 Fazit und Ausblick 86
7 Literaturverzeichnis 88
8 Anhang 104

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, zunächst zu untersuchen, ob der Einfluss audio-visueller Stimulation mit den entsprechenden Programmen, Alpha- und Beta-Frequenzen, zu einer Aktivierung kognitiver Prozesse hinsichtlich untersuchter Gedächtnis- und Konzentrationsleistung führt. Entsprechend bisheriger Forschungsergebnisse wurde an die Befunde zu den Wirkprinzipien von Mindmachines angeknüpft und mittels moderner Apparaturen die Auswirkungen audio-visueller Stimulation im Hinblick auf eine Verbesserung kognitiver Leistungen überprüft. Hierzu wurden 104 Studentinnen und Studenten im Alter von 18 bis 41 Jahren an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen in einem Laborexperiment untersucht, die randomisiert einer Alpha-, Beta- oder Kontrollgruppe zugeordnet wurden. In einem dafür vorgesehenen Experimental- und Kontrollgruppenvergleich wurden die Auswirkungen der unterschiedlichen Mindmachine-Programme hinsichtlich der abhängigen Variablen als Vor- und Nachtestdifferenzen erfasst. Zur Erfassung der Gedächtnisleistung diente der Sub-Test „Gegenstände“ aus dem LGT-3 nach Bäumler (1974) und zur Erfassung der Konzentrationsleistung der d2-Konzentrationstest nach Brickenkamp (2002). Zusätzlich wurde noch ein Fragebogen erhoben, der Aufschluss über die subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung geben sollte und mit dem der Einfluss von Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren auf das Treatment untersucht wurde.

Insgesamt konnte mit dem Experiment aufgezeigt werden, dass sich ein wiederholt veröffentlichter Befund zum Einfluss audio-visueller Stimulation mittels Mindmachine auf kognitive Leistungen bestätigt hat. Die Befunde wiesen eine deutliche Wirkung des Alpha-Treatments auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung aus. Zusätzlich zeigte sich ein starker Effekt des Beta-Treatments auf die Konzentrationsleistung, jedoch nicht auf die Gedächtnisleistung. In Bezug auf die Sorgfaltsleistung konnten keine signifikanten Effekte hinsichtlich der Treatment-Wirkung festgestellt werden.

1 Einleitung

„Der Mensch ist das einzige Lebewesen, das nicht sein will, wie es ist (Gross, 1999), und diese Grundverfasstheit ist Triebfeder seiner ewigen Unruhe. Das Ensemble der Möglichkeiten und Methoden, ihr zu entkommen, wächst in explosivem Tempo.“ (Zitat von Linus Geisler, 2005, aus „Das Menschenbild in der modernen Medizin“)

Neuro-Enhancement, welches von Experten mit Denkbeschleunigung und Gehirndoping synonym verwendet wird, hat sich zu einem zunehmenden Trend unter den Lernenden etabliert. Dies wird im Beitrag der studentischen Zeitung UNICUM in der Juniausgabe (2008) von Medizinern postuliert. Powerpillen wie Ritalin, Ephedrin, Modafinil, Piracetam, Amphetamin und andere sollen in einer Gesellschaft mit einem enormen Leistungsdruck und steigenden Ansprüchen an Lehre und Studium zu einer permanenten Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit beitragen. Die Mittel versprechen eine Anregung des Denkapparates, sollen Müdigkeit vertreiben, das Leistungsvermögen erhöhen und Aufmerksamkeit und Konzentration steigern, mit nicht unerheblichen Nebenwirkungen, wie die Autoren Baentsch (2008) und Thiemann (2008) in ihren Artikeln „Viagra fürs Gehirn“ und „Synthetische Schlaumacher“ beschreiben. Womit sie für die folgende Untersuchung zu einem nachdenklichen Anstoß und einer differenzierten Betrachtungsweise der Mindmachines als nebenwirkungsfreie Alternative beitrugen. Mindmachines hingegen dienen ausschließlich nur der äußeren Anwendung, insbesondere die optisch-akustischen, ohne dabei auf pharmazeutische Weise in den Organismus einzugreifen. Zudem fallen Mindmachines nicht unter das Betäubungsmittelgesetz, sind nicht verschreibungspflichtig und außerdem wurden bisher keine Risiken bei gesunden Anwendern festgestellt.

In der vorliegenden Untersuchung soll der Einfluss audio-visueller Stimulation mittels einer so genannten Mindmachine auf den Aktivierungsgrad kognitiver Prozesse untersucht werden. Dabei soll durch die gezielte Wahl von geeigneten Stimulationsfrequenzen der Aktivierungsgrad des Probanden hinsichtlich von Gedächtnis- und Konzentrationsleistung beeinflusst werden. Unter Mindmachines sind apparative Systeme zu verstehen, die es dem Benutzer mittels eines steuerbaren Rhythmus ermöglichen, sich in bestimmte mentale Bewusstseinszustände zu versetzen. Demnach erwartet man

von dieser Art der audio-visuellen Stimulation eine Beeinflussung der Gehirnwellen und damit einhergehende kognitive Leistungen (Dieterich, 1997, 2000). Mindmachines zum Zwecke der audio-visuellen Stimulation sind demnach relativ einfache Geräte, die aus einer Brille mit Leuchtdioden, Kopfhörern und einem elektronischen Steuergerät bestehen und im Stande sind monotone Licht- und Tonfrequenzen zu erzeugen (Landeck, 1996a, 1996b). Das Hauptaugenmerk liegt dabei weniger auf der Systemarchitektur oder der dahinter stehenden Steuersoftware, sondern vielmehr ist es das Zusammenspiel beider Komponenten in einer optimalen Wirkung der Stimulationsfrequenzen und der damit einhergehenden Frequenz-Folge-Reaktion. Auch wenn die audio-visuelle Stimulation mit Mindmachines ein umstrittenes Thema in der Literatur darstellt, weist die Forschung darauf hin, dass sich die Wirkung von Mindmachines unter Berücksichtigung veränderter Bewusstseinszustände erklären lässt und eine deutliche Wirkung auf den geistigen Zustand ausübt (Glicksohn, 1986; Green & Green, 1986; Hutchison, 1986, 1990; Guttmann, 1992). Folglich stehen Zustände aufmerksamer Wachheit im Sinne eines logisch-analytischen Denkens im Zusammenhang mit Betawellen, die im EEG um 15 Hertz und höher abgeleitet werden. Während Alphawellen um die 10 Hertz mit Zuständen der Entspannung einhergehen und im Zusammenhang mit verbesserten Gedächtnisleistungen und integrativen Prozessen stehen sollen (Rose, 1985; Dieterich, 2000). Die vorliegende Untersuchung soll unter anderem an die Befunde aus der Forschung zu den Prinzipien der Frequenz-Folge-Reaktion (Ciganek, 1966; Harrah-Conforth, 1992; Foster, 1990; Siever, 2000, 2003) und zu Verbesserungen intellektueller Leistungen anknüpfen (vgl. Dieterich, 1991; Carter & Russell 1993; Landeck, 1996a, 1996b; Budzynski 1999; Dieterich et al., 1997, 2000) sowie die Bedeutung der audio-visuellen Stimulation mit Mindmachines im Rahmen einer Lernzustandsregulierung näher beleuchten. Betrachtet man den geschichtlichen Entwicklungsverlauf und die empirischen Evaluationsstudien zu Mindmachines, so kann man auf dem heutigen Stand der Technik im Zeitalter einer Technologisierung durchaus von einer sehr wirkungsvollen und anwenderfreundlichen Alternative zu herkömmlichen Verfahren der Bewusstseinszustandsregulierung sprechen (vgl. Siever, 2000, 2002, 2003, 2004). Dennoch geht aus der Recherche der dazu vorliegenden Forschung, ungeachtet der Mythologisierung der Mindmachines durch viele Medien und Szenezeitschriften (Herkert, 1990; Hutchison, 1984, 1986, 1990; Kapellner 1990), ein großes Potential hervor. Während einige Forschungsgruppen die Anwendung von Mindmachines im kommerziellen Sinne und zum Teil mit unseriösen Versprechen proklamieren, beispielsweise der Eso-

terikmarkt, zeigen andere Studien eher moderate Verbesserungen auf Enkodierungsleistungen im Alphawellenbereich und in der Lernzustandsregulierung auf (vgl. Landeck, 1996; Dieterich et al., 1997). Da sich aber die psychologische Forschung nur am Rande mit den Wirkmechanismen der Mindmachine befasst hat und die empirische Befundlage zu Teilaspekten der Theorie als eher mäßig eingestuft werden kann, als auch der Forschungsverlauf teilweise große Sprünge aufweist, gilt diesem Bereich besonderes Interesse in der vorliegenden Untersuchung. Somit ist es ein Anliegen der vorliegenden Arbeit, am bisherigen Kenntnisstand anzuknüpfen und mit heutigem Stand der Technik auf die Bedeutung der Mindmachines für kognitive Leistungen einzugehen.

Der theoretische Teil der der Arbeit befasst sich zunächst mit dem geschichtlichen Hintergrund der Entwicklung von Mindmachines und dem dahinter stehenden Wirkmechanismus. Unter Berücksichtigung der physiologischen und neuronalen Hintergründe, soll im Weiteren ein grobes Verständnis über das Gedächtnis und die neuronale Verarbeitung vermittelt sowie eine psychologische Perspektive von Gedächtnis- und Konzentrationsprozessen eingenommen werden. Im Methodenteil der vorliegenden Arbeit wird die Versuchsplanung und der empirische Teil der Arbeit in Bezug zur Fragestellung und den Hypothesen berichtet. Der empirische Teil befasst sich anschließend primär mit der Auswirkung von Alpha- und Beta-Stimulationsfrequenzen, durch eine Mindmachine induziert, auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung. Wobei zur Erfassung der Gedächtnisleistung der Sub-Test „Gegenstände“, aus dem Lern- und Gedächtnistest LGT-3 (Bäumler, 1974), verwendet wurde und zur Erfassung der Konzentrationsleistung der d2-Konzentrationstest (Brickenkamp, 2002). Die dabei gemessenen Effekte werden demgemäß als Vor-Nachtest-Differenzen erfasst. Im Diskussionsteil werden die Befunde diskutiert und es wird auf vorliegende und zukünftige Forschung Bezug genommen. Abschließend werden aus den Befunden der vorliegenden Arbeit Implikationen für zukünftige Forschungsprojekte auf dem Gebiet der audio-visuellen Stimulation mittels Mindmachines im Zusammenhang mit der kognitiven Leitungsfähigkeit gegeben.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Begriffsklärung der Mindmachines

Umgangssprachlich aus dem Englischen übersetzt, würde der Begriff „Mindmachine“ so viel wie „Maschine für den Geist“ bedeuten, worunter man sich im Allgemeinen eine bewusstseinsverändernde Maschine vorstellen würde. Auf dem heutigen Stand der Technik angelangt, durchlief die Mindmachine verschiedene Stadien der Entwicklung und hat sich im globalen Sprachraum in ihrer Bezeichnung als „Mindmachine“ eingebürgert. Dennoch ist bei dem Begriff „Mindmachine“ stark zu differenzieren. Erfahrungsgemäß können jedoch unter Mindmachines verschiedenartige Geräte verstanden werden, die direkt auf das Gehirn oder indirekt über den gesamten Organismus, auf das zentrale Nervensystem und letztlich auch wieder auf das Gehirn einwirken, mit dem Ziel der Verbesserung geistiger Leistungen und kognitiver Fähigkeiten (vgl. Dieterich, 2000, S. 175). Die gesamte Palette der Stimulationssysteme die unter den globalen Begriff „Mindmachines“ fallen würde, wäre damit sehr breit gefächert und findet sich in den verschiedensten Ausprägungen und deren praktischen Brauchbarkeit wieder. Somit würde sich eine auf alle Sinnesorgane ausgerichtete Breitbandwirkung und deren zielgerichtete Anwendbarkeit in auditive, optische, optisch-akustische, elektrische, elektromagnetische, taktile und multisensorische Stimulation aufgliedern lassen. Um nur einige aufzuzählen, fallen darunter die auditiven Medien, die dem Prinzip der akustischen Frequenz-Folge-Reaktion oder der Hemisphärensynchronisation nachkommen (vgl. Atwater, 1988; Monroe, 1981) und ferner auch die „AudioStrobe“ Systeme. Mit ihren speziell kodierten Musik-CDs stellen sie eine Weiterentwicklung der auditiven und audiovisuellen Stimulation dar und fallen eher in den Bereich der Unterhaltung, wo sie neue Perspektiven der Selbsterfahrung eröffnen sollen. Weiterhin könnten unter Mindmachines auch die Systeme verstanden werden, die zur cranialen Elektrostimulation (kurz CES) und Magnetfeldstimulation eingesetzt werden, sowie unter anderem auch die Biofeedbacksysteme oder aber multisensorische Systeme, die sich die Stimulationen über mehrere Sinneskanäle zunutze machen, (vgl. Hutchison, 1986, 1990; Dieterich 2000; Nagel, o.J.).

Die häufigsten Anwendungsbereiche von Mindmachines gestalten sich mitunter in Richtung Entspannungsförderung und Reduktion von Muskelspannungen (Tönnies,

1993), Lernunterstützung und Konzentrationsförderung (Braunschmied-Wolf, 1991; Russel, 1993; Kapellner, 1990; Landeck, 1996; Dieterich et al., 1997; Brockopp, 1984) sowie zur Tranceerzeugung, Autosuggestion und Hypnosehilfe (Rossi, 1986). Sogar das aus den Medien bekannte Phänomen des „Superlearning“ wurde mit Hilfe der Mindmachines wissenschaftlich untersucht (Schiffler, 1989). Aber auch Anwendungen zur Einschlafhilfe und zur Schlafunterstützung in therapeutischer Absicht bei Schmerzpatienten (Boersma & Gagnon, 1992) und in der Suchtbehandlung sind geläufig (Smith & Tyson, 1991). Im Falle einer sehr schwachen cranialen Elektrostimulation (CES) über Ohrelektroden wurden teilweise hohe Erwartungen an deren Effektivität bei der Mentalzustandsregulierung gerichtet im Vergleich zu einer auf Umwegen erzielten optisch-akustischen Stimulation. Auf Grundlage der Neuroelektrischen Therapie (NET) erzielten Meg Patterson und andere (Patterson et al., 1984, 1989, 1996) Erfolge bei Untersuchungen zur Suchtentwöhnung, wo heutzutage auch Mindmachines mit cranialer Elektrostimulation Anwendung finden (vgl. Kapellner, 1990). Die gegenwärtig geläufigsten und am leichtesten erhältlichen Mindmachines sind jene mit optisch-akustischer, magnetischer und elektrischer Stimulation, die auf Grund der relativ günstigen Anschaffungskosten jedermann zugänglich sind. Ihnen liegt die Frequenzfolgetheorie als eine gemeinsame Referenz zugrunde, was damit eine einsichtige Erklärung ihrer zugeschriebenen Wirksamkeit darstellt, also einem synchronisierenden Effekt auf die Gehirnwellen nachzukommen (Dieterich, 2000). Die dabei induzierten Bewusstseinszustände lassen sich auch zweifelsohne mit alternativen Entspannungsmethoden ohne den Einsatz von Mindmachines herbeiführen, nur wäre dies mit einem erheblichen Aufwand an Zeit und Übung verbunden.

Jedoch soll im weiteren Verlauf der theoretischen Grundlagen lediglich auf die optisch-akustischen Mindmachines eingegangen und sich an deren geschichtlichen Entwicklung und der dahinter stehenden Wirkungsweise orientiert werden.

2.2 Ein Abriss zur Entwicklungsgeschichte der optisch-akustischen Mindmachines

Um die Geschichte der optisch-akustischen Mindmachines zu erfassen müsste man einen weiten Bogen bis tief in die Antike schlagen und die Grundprinzipien der audio-visuellen Stimulation und der Frequenz-Folge-Reaktion aufgreifen. Die beruhigende Wirkung von flackernden Lagerfeuern und rhythmischen Trommelschlägen machten sich schon weit vor unserer Zeitrechnung schamanische Rituale als früheste Vorerfahrungen der meditativen und bewusstseinsverändernden Wirkung zunutze (Harner, 1999). Trancezustände durch rhythmisches Trommeln, Singen, Summen und stampfendes Tanzen sowie das Wahrnehmen der beruhigenden Wirkung von Naturgeräuschen, wie Wind- und Meeresrauschen, herbeizuführen, dürfte historisch die älteste Form der Mindmachine-Anwendung darstellen.

Bei der Konzeption moderner Mindmachines werden solche Wirkungen und Frequenzbänder, wie sie durch Naturgeräusche und rhythmisches Trommeln erzeugt werden, aufgegriffen und dann im Bereich der EEG-Frequenzen simuliert und synchronisiert (vgl. Dieterich, 2000). Bereits in der Antike entdeckte der griechische Philosoph Ptolemäus 200 Jahre n. Chr., dass durch das Betrachten eines drehenden Speichenrads in der Sonne, Gefühle von Benommenheit und Euphorie erzeugt werden. Dieses Prinzip setzte auch schon der griechische Philosoph Apuleius 125 n. Chr. zur Therapie von Epilepsie ein, indem er Flackerlicht durch die Drehung einer Töpferscheibe erzeugte. Pierre Janet (1889, 1894), ein französischer Psychologe, griff dieses Prinzip zum Ende des 19. Jahrhunderts auf und therapierte hysterische Patienten mit flackerndem Licht. Einige Jahre zuvor entdeckte der Physiologieforscher Purkinje (1823), dass Probanden, die durch ein rotierendes Speichenrad auf eine weiße Wand blickten, infolge des rhythmischen Flackerns komplexe Muster, Hexagone und zackige Sterne subjektiv wahrnahmen (vgl. Dieterich, 2000).

Mit der Entdeckung der Gehirnwellen um 1929 und des Elektroenzephalogramms durch den Arzt Hans Berger (1938) gingen nun mehr Erkenntnisse zum besseren Verständnis über die Mechanismen und über die Wirkungsweise der optisch-akustischen Stimulation hervor. Seit der Erforschung des „Photic Driving“-Phänomens im Jahre 1934 (vgl. Ebe & Homma, 1994), was später unter dem Begriff Frequenz-Folge-Reaktion oder Brain Entrainment (Harrah-Conforth, 1992; Siever, 2000) bekannt wur-

de, folgten weitere wissenschaftliche und medizinische Untersuchungen auf diesem Gebiet. Die Wirksamkeit dieses Phänomens wurde 1949 von William Grey Walter (aus „*The Living Brain*“, 1953) nachgewiesen, der das Gehirn seiner Probanden mittels Photostimulation beeinflusste und ihre EEG-Muster aufzeichnete. Somit konnte die Hypothese als gesichert gelten, dass die Gehirnwellenaktivität der vorgegebenen Frequenz durch Photostimulation folgen kann und sich somit die Hirnfrequenz auf die optischen Frequenzen einstellt (vgl. Walter & Walter, 1949, Walter, 1953). Walters Photostimulation bestand aus stroboskopartigen Blitzen weißen Lichts mit einer Intensität von ca. 1,5–2 Joule pro Blitz, die er über die Dauer von bis zu drei Minuten verabreichte. Im Vergleich zu den modernen Mindmachines war die Lichtintensität seiner Photostimulation um ca. 1000-mal stärker (vgl. Kapellner, 1990). Walters Probanden berichteten während der Einflussnahme von mentalen Anschauungsbildern und Visionen, die von einem entspannten Trancezustand begleitet waren (vgl. Dieterich et al., 1997).

Als ein weiterer Entwicklungsschritt gilt hier die Entdeckung der Hemisphärensynchronisation durch Robert Monroe in den sechziger Jahren, die aber vielmehr dem Entwicklungsverlauf der auditiven Stimulation auf der Basis akustischer Reizeinwirkung folgte und heutzutage in der Produktion der vielfältig erhältlichen Hemi-Sync-Medien resultierte. Monroe erzeugte seiner Theorie nach einen so genannten subliminalen „Schwebeton“, welcher aus der Differenz zwischen den Frequenzen zweier leicht unterschiedlichen Töne bestand und somit als Taktgeber für die im EEG ausgewiesene Frequenz-Folge-Reaktion fungierte (Monroe, 1981; vgl. Dieterich 2000).

Im Jahre 1961 baute der Künstler Brion Gysin die „Dreammachine“, die aus einem mit Mustern versehenen und um eine Lichtquelle rotierenden Pappzylinder bestand. Die Inspiration zum Bau seiner „Dreammachine“ entsprang einem Schlüsselerlebnis einige Jahre zuvor, indem er auf einer Busfahrt durch den Flackereffekt der untergehenden Sonne, die durch die Bäume einer Allee hindurchschimmerte, in einen halluzinatorischen Trancezustand geriet (vgl. Geiger, 2003). Die Grundlagen seiner „Dreammachine“ basierten auf dem Buch „The Living Brain“ von Walter (1953) und auf der empirischen Untersuchung durch den Mathematiker Ian Sommerville. Jedoch breitete sich seine Erfindung eher in der Künstlerszene aus und resultiert noch heute in der vielfältigen Auswahl an Entspannungslampen, die sich das Prinzip der stimulierenden Lichtprojektion zunutze machen.

Als nächste Entwicklungsstufe ist weiterhin der „Brainwave-Synchronizer“, eine auf dem Stroboskop-Prinzip basierende optische Mindmachine, des Radartechnikers Syndney Schneider im Jahre 1959 zu nennen (Kroger & Schneider, 1959). Dabei berichtete Sidney Schneider zuvor von ungewöhnlichen mentalen und hypnotischen Zuständen beim Betrachten von Radarschirmen, die durch stroboskopartige Lichtblitze ausgelöst wurden, was ihn zum Bau des „Brainwave-Synchronizers“ anregte (vgl. Hutchison, 1996; Dieterich, 2000).

Während in den sechziger und siebziger Jahren sämtliche Studien zur Erforschung des „Photic driving“-Phänomens florierten (vgl. Siever, 2003), wurde von dem Geschäftsmann Denis Gorges der „Synchro-Energizer“ um 1976 vorgestellt. Der „Synchro-Energizer“ könnte damit als eine der ersten kommerziell bekannten Mindmachine angesehen werden, die in Kombination audio-visueller Stimulation das Prinzip der Frequenz-Folge-Reaktion aufgriff und zu Zwecken des Lernens und Entspannens umsetzte (Hutchison, 1990, 1996). Demnach zeichnete sich ein zunehmender Trend in der Entwicklung der Mindmachine-Konzeption ab, der aus einer Zusammenführung von auditiver (Oster, 1973) und visueller Stimulation (vgl. Walter, 1953; Kinney et al., 1973) resultierte und sich in Richtung audio-visuelle Stimulation bewegte. Diese Synthese aus auditiver und visueller Stimulation versprach eine effektivere Wirkung über mehrere Sinnesorgane als nur in ihrer getrennten Anwendung (Thomas & Siever, 1989; Harrah-Conforth, 1992; vgl Siever 2000).

Der technische Fortschritt im Bereich der Mikroelektronik gegen Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre führte hierbei zu einer starken Entwicklung elektronisch komplexer Mindmachines zur wirksameren Kombination aus Licht- und Tonimpulsen. Womöglich trugen dazu weitere Erkenntnisse aus der Forschung bei, dass sich durch multisensorische Stimulation eine bessere synchronisierende Gehirnaktivität hervorbringen lässt als nur durch eine einzige Art der Stimulation (vgl. Dieterich, 2000; Hutchison, 1986, 1990).

Mit dem Erscheinen des Buches „Mega Brain“ gegen Ende der achtziger Jahre von Michael Hutchison wurde nicht nur ein regelrechter Aufschwung in der Produktion von kommerziell angelegten optisch-akustischen Mindmachines, sondern auch von Systemen mit klinischer und therapeutischer Orientierung ausgelöst. Es folgten weitere Systeme, die sich in therapeutischer Hinsicht und in Bereichen der Anwendungsforschung ansiedelten sowie aus einer wissenschaftlich kontrollierten Forschung hervor-

gingen. Als eines auf physiologischen und wissenschaftlichen fundierten Konzeptionen basierendes System ist an dieser Stelle die DAVID1-Mindmachine („Digital Audio Visual Integration Device“) zu nennen, die 1984 von Dave Siever an der Universität von Alberta entworfen wurde. Mittlerweile haben sich die DAVID-Systeme in ihrer Entwicklung bis heute durchgesetzt und orientieren sich streng an einer wissenschaftlich fundierten Forschung (Hutchison, 1990; Siever, 2003; Nagel, o.J.). Damit ging eine Fülle umfassender klinischer Studien unter anderem zur Schmerzbehandlung (Boersma & Gagnon, 1992; Berg, et al., 1999; Twittey & Siever, 2003), zu saisonalen Depressionen (Siever, 2004) und zu Muskelentspannung und Angstreduktion (Shealy et al., 1989; Thomas & Siever, 1989) einher. Es folgten weitere klinische Untersuchungen zur Behandlung von Demenzerscheinungen und zur Steigerung kognitiver Leistungen (Budzynski et al., 1996, 1999, 2001; Siever, 2002) sowie zur Behandlung des Aufmerksamkeitsdefizitsyndroms (Carter & Russell, 1993; Budzynski & Tang, 1998; Joyce, 2001).

Auf dem heutigen Stand der Technik werden die audio-visuellen Mindmachines immer kleiner, komfortabler, transportabler und multimedialer. Zusätzlich bieten viele Hersteller die Möglichkeit an, Dateien im Mp3-Format in Form von Entspannungsmusik oder unterhaltsamer Musik, Naturgeräuschen, speziellen Affirmationen oder Hypnoseformeln auf einen internen Speicherchip einzuspielen und in die Sitzungsprogramme einzubinden. Jedoch scheint sich bei den heute am Markt erhältlichen Systemen eher ein Trend in zwei Richtungen zu etablieren, zum einen in Richtung Mentalzustandsregulierung und Synchronisation und zum anderen in Richtung Unterhaltung, was durch psychedelische und abwechslungsreiche Licht- und Toneffekte gekennzeichnet ist (vgl. Nagel, o.J.).

Im nächsten Abschnitt soll auf den Wirkmechanismus der audio-visuellen Stimulation in Bezug auf die Frequenz-Folge-Reaktion näher eingegangen und an Befunde aus der Forschung angeknüpft werden.

2.3 Frequenz-Folge-Reaktion – Der Wirkmechanismus optisch-akustischer Mindmachines

Die am häufigsten herangezogene Theorie zur Erklärung des Wirkmechanismus optisch-akustischer Mindmachines stellt das Prinzip der Frequenzfolgeraktion dar. Der Begriff der Frequenz-Folge-Reaktion oder Reizfolgeantwort wurde oftmals durch die Überlieferung aus englischsprachiger Lektüre unter anderem synonym zu den Begriffen wie Cortical Evoked Response, Frequency Following Response, Repetetive Sensory Response, Brainwave Synchronisation, Audio Visual Entrainment und Brainwave-Entrainment verwendet. Gegebenenfalls wurde im Falle visueller Stimulation oftmals auch von Photic Driving oder Visual Evoked Response gesprochen. Die Fähigkeit des Gehirns, sich in seiner elektromagnetischen Gehirnwellenaktivität an rhythmische optische Reize anzupassen, wurde bereits 1949 von William Grey Walter mittels EEG-Aufzeichnungen nachgewiesen (vgl. Walter, 1953). Sofern also das Gehirn über einen gewissen Zeitraum mit bestimmten optischen und/oder akustischen Reizen stimuliert wird, synchronisiert es sich mit diesen und passt sich an die vorgegebenen Stimulationsfrequenzen an (Ciganek, 1966; Kinney et al. 1973; Williams & West, 1975; Foster 1990; Lubar, 1998). Demgemäß stammen die Prämissen, über welche Wirkprinzipien die audiovisuelle Stimulation durch eine Mindmachine in ihrer bewusstseinsverändernden Wirkung funktioniert, aus der Elektroenzephalographie (EEG). Somit wird die Tendenz der synchronisierenden Veränderung in der EEG-Tätigkeit, wie sie durch Photostimulation hervorgerufen wird, als Reizfolgeantwort oder Photic Driving bezeichnet (vgl. Ebe & Homma, 1994). Abbildung 1 zeigt die EEG-Aufzeichnungen der Hirnwellenmuster aus den daraus resultierenden optischen Stimulationsfrequenzen.

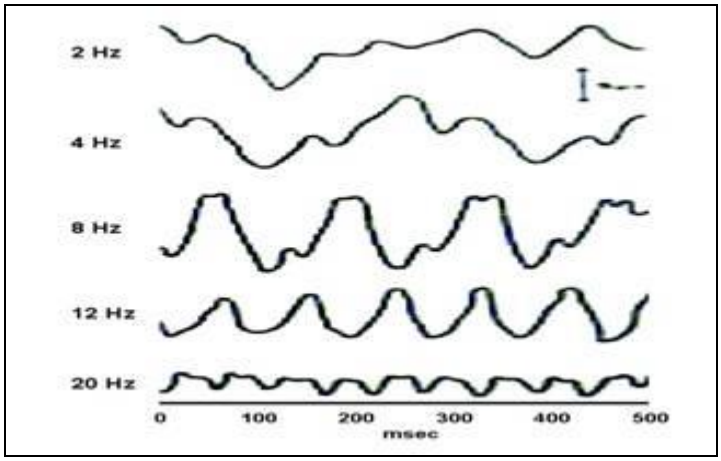

Abbildung 1: EEG-Muster der Frequenz-Folge-Reaktionen aus verschiedenen optischenStimulationsfrequenzen von 2, 4, 8, 12 und 20 Hertz abgeleitet (vgl. Siever, 2003)

Weiterhin soll auf neuronaler Ebene ein grobes Verständnis über die hirnphysiologischen Prozesse der Frequenz-Folge-Reaktion geschaffen werden, jedoch soll diese Thematik nicht im Speziellen vertieft werden. Durch audio-visuelle Stimulation der optischen und akustischen Sinneszellen (im Auge und im Ohr) kommt es zu einer Reizübertragung auf das Zentralnervensystem (ZNS) und dann auf Gehirnneuronen. Die neuronale Erregung führt zu einer Änderung des elektrischen Aktionspotenzials und es kommt durch synaptische Übertragung zur axonalen Weiterleitung und Ausbreitung des Aktionspotentials. Daraus resultierend breitet sich diese Aktionspotentialänderung entlang des Axons wellenförmig aus und erregt angrenzende Nervenzellen, die ebenfalls synchron zur Reizung zu feuern beginnen. Durch eine damit vergleichbare wellenförmige Kettenreaktion übertragen die rhythmisch stimulierten Neuronen ihre Aktionspotentiale auf immer größere neuronale Areale (vgl. Pinel, 2001). Erfolgt die Reizung somit in periodischen Abständen beispielsweise im 10-Hz-Alphawellen-Rhythmus, werden auch die Neuronenensembles zum synchronen Feuern im gleichen Rhythmus angeregt. Die im Allgemeinen als ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) bezeichneten EEG-Wellen sind Hirnwellenaktivitäten, die mit einem stimulusbegleiteten Ereignis einhergehen und synonym als evozierte Potentiale bezeichnet werden (Schandry, 2003). Von besonderem psychologischem Interesse sind dabei die evozierten Potentiale, die eine Antwort auf einen bestimmten sensorischen Stimulus darstellen und in ihrer Wirkung auf die betreffenden Neuronengruppen an der zugeordneten Schädeloberfläche abgelei-

tet werden können. Mittels EEG können dann diese aufaddierten und infolge rhythmischer Stimulation synchronisierten Potentiale als Gehirnwellenaktivität gemessen werden. Somit liefert das EEG nicht nur ein klares Muster der neuronalen Hirnwellenaktivität, sondern weist vielmehr darauf hin, dass gewisse ereigniskorrelierte EEG-Hirnwellen mit besonderen Bewusstseinszuständen einhergehen (vgl. Dieterich, 2000; Pinel, 2001; Birbaumer, 2003).

2.3.1 Die Klassifikation der Gehirnwellen

Im EEG-Spektrum dominieren somit je nach Bewusstseinszustand und Aktivierungsgrad bestimmte Frequenzmuster, die nach Guttmann (1982) in vier verschiedene Gruppen von Gehirnwellen klassifiziert werden können. Nach Guttmann ist mit Spontanaktivität die wellenartige EEG-Tätigkeit gemeint, die als ereigniskorrelierte beziehungsweise evozierte Potentiale bezeichnet wird. Gemäß aktuelleren Forschungsbefunden unterscheidet man in der Klassifikation der Gehirnwellen Gamma-, Beta-, Alpha-, Theta-, und Delta-Wellen, die in einem EEG-Frequenzspektrum je nach mentalem Aktivierungszustand zwischen 0,5 und 50 Hertz beobachtet werden (Schandry, 2003). Von besonderem Interesse sind dabei vielmehr die mentalen Zustände, die mit einer bestimmten Hirnwellenaktivität verbunden sind, als die durch eine audio-visuelle Stimulation nachgewiesene Frequenz-Folge-Reaktion im EEG. Im Sinne von Schandry (2003) und Birbaumer (2003) werden die Gehirnwellen in ihrer Unterteilung ihres Frequenzbandes und der damit einhergehenden Bewusstseinszustände in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Überblick über die Klassifikation der mit dem EEG korrespondierenden Gehirnwellen & ihre damit korrelierende Bewusstseinszustände (Schandry, 2003; Birbaumer & Schmidt, 2003)

Beta-Wellen (30–14 Hertz)	Beta-Wellen herrschen immer dann in der EEG-Aktivität vor, wenn eine Person mental und körperlich aktiv, wach und unter psychischer Belastung steht. Sie treten bei visueller Konzentration oder einer nach außen gerichteten Aufmerksamkeit auf.
Alpha-Wellen (13–8 Hertz)	Alpha-Wellen sind kennzeichnend im entspannten Wachzustand und werden oft bei geschlossenen Augen als Bestandteil der Spontanaktivität im EEG beobachtet. Mit dem Alpha-Zustand geht oft eine geringere visuelle, nach innen gerichtete Aufmerksamkeit, ruhiges und fließendes Denken sowie eine wohlige entspannte Grundstimmung einher.
Theta-Wellen (7–5 Hertz)	Diese Wellen treten oft beim Übergang in den Schlafzustand oder im dösigen Wachzustand auf. Meist aber werden sie auch in tiefer Entspannung und bei besonderen Bewusstseinszuständen, wie z.B. durch Meditation, hervorgerufen. Kahana et al. (2001) wiesen Theta-Wellen auch bei hoher Konzentration im Zusammenhang mit Lern- und Gedächtnisvorgängen nach. Unter anderem werden sie auch mit einem verstärkten visuellen Vorstellungsvermögen, Kreativitätsprozessen und erhöhter Erinnerungsfähigkeit in Verbindung gebracht. In der Schlafforschung wurde festgestellt, dass Theta-Wellen häufig im REM-Schlaf (Rapid-Eye-Movement, Schlafstadium1) auftreten und mit intensiven Trauminhalten einhergehen.
Delta-Wellen (0,5–4 Hertz)	Delta-Wellen sind in ihrer Häufigkeit oft charakteristisch für die Phasen des traumlosen Tiefschlafs. Für den Delta-Schlaf sind oft regenerative Stoffwechselprozesse, der Abbau von toxischen Substanzen, die Stärkung des Immunsystems und eine Verbesserung der Konsolidierung von Lernmaterial von großer Bedeutung.
Gamma-Wellen (30–100 Hertz)	Die Gamma-Wellen werden oft auch als Hirnaktionsströme bezeichnet und sollen hierbei nur am Rande erwähnt werden, da sie oft eine Begleiterscheinung im EEG darstellen. Sie stehen oft im Zusammenhang mit synchron feuernden Nervennetzwerken und spielen insbesondere bei der visuellen Objektwahrnehmung eine große Rolle.

2.3.2 Die Frequenz-Folge-Reaktion und damit verbundene Bewusstseinszustände

Die Anwendung von Mindmachines hat durch die damit induzierten Stimulationsfrequenzen und infolge der damit ausgelösten Veränderungen im EEG-Leistungsspektrum eine unterschiedliche Auswirkung auf den mentalen Bewusstseinszustand. Somit könnte man erwarten, dass Alpha-Programme mit Entspannung, Beta-Programme mit Aktivierung und Konzentration, Theta-Programme mit bildhaften Visualisierungen und Delta-Programme mit Schlafförderungen in Verbindung gebracht werden können. Wie bereits im Abschnitt 2.1 erwähnt wurde, ging schon aus älteren Untersuchungen hervor (Walter & Walter, 1949), dass die Beeinflussung der Gehirnwellen durch optische und akustische Stimulation von verändernden Bewusstseinszuständen begleitet war, worauf weitere Forschung dazu folgte (Cade, 1979; Glicksohn, 1986; Green & Green, 1986; Guttmann, 1992; Harrah-Conforth, 1992).

Glicksohn (1986) fand bei seinen Probanden durch optische Stimulation bei einer Frequenz-Folge-Reaktion auf einem Alpha-Wellen-Niveau von 10 Hertz heraus, dass diese von subjektiven Erlebnissen, wie Veränderung des Denkens und des Zeitgefühls, sowie Wahrnehmungsverzerrungen, Pseudohalluzinationen und Illusionen berichteten (vgl. Dieterich 2000). In einer Studie an der Indiana Universität stellte Bruce Harrah-Conforth (1992) fest, dass die Wirkung durch audio-visuelle Stimulation einer Mindmachine äußerst effektiv in der Herbeiführung von veränderten Bewusstseinszuständen sei.

Die Frequenz-Folge-Reaktion seiner Probanden wies Harrah-Conforth mittels EEG nach und bezeichnete das Phänomen als „Brain Entrainment“. Die bewusstseinsverändernden Wirkungen beschrieb er durch mystische Erlebnisse, psychoaktive und gesteigerte Kreativität, bildliches Vorstellungsvermögen, die mitunter durch tiefe Entspannung gekennzeichnet waren. Er berichtete sogar von außerkörperlichen Erfahrungen, die er mit dem „The Kundalini Out Of Body“-Effekt verglich, einem Zustand der aus fernöstlicher Meditation bekannt ist und einem sehr tiefen Meditationszustand entspricht. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die ein Placebo-Treatment erhielt, konnten solche Effekte nicht nachgewiesen werden (Harrah-Conforth, 1992).

Weitere Untersuchungen zur Veränderung mentaler Zustände, hervorgerufen durch die Frequenz-Folge-Reaktion, wurden von Fedotchev et al. (1995) durchgeführt. Dabei erhielten die Probanden eine Photostimulation im Alpha-Wellen-Rhythmus, während Veränderungen im EEG und physiologische Parameter, wie Herzschlag und At-

mung, erfasst wurden. Fedotchev et al. untersuchten weiterhin in einem Vor- und Nachtest die subjektive Grundverfassung durch die Variablen *„Stimmung“, „Gesundheit“* und *„Aktivität“*, welche mit dem Subjective Assessment of Mood Test (SAM) und dem Lüscher Farb-Test operationalisiert wurden. Die Befunde ergaben starke Unterschiede zu den Vortestwerten, was zum einem auf die Frequenz-Folge-Reaktion der Photostimulation im EEG zurückzuführen war und zum anderen vom Ausgangszustand der Probanden abhing. Im Allgemeinen stellten die Autoren einen Anstieg der Alpha-Wellen im EEG als Folge der Photostimulation fest, aber auch damit im Zusammenhang stehende höhere Skalenwerte auf den Skalen „*Gesundheit*“ und „*Stimmung*“.

2.3.3 Erklärungsansätze auf neuronaler Ebene

Im folgenden Abschnitt soll ein alternativer Erklärungsansatz für die Auswirkung der Frequenz-Folge-Reaktion in Betracht gezogen werden, da mitunter auch neurochemische Prozesse bei dem Wirkmechanismus von Mindmachines beteiligt sind. Wenn auch in einem sehr groben Rahmen, sollen ansatzweise einige neurochemische Prozesse und die Wirkung einzelner Neurotransmitter und Hormone erläutert werden, da diese in Hinblick auf die Aktivierung und Aufmerksamkeitssteuerung sowie Lernzustandsregulierung eine wichtige Rolle spielen.

Unter Neurotransmittern sind Hirnbotenstoffe gemeint, die bei neuronaler Erregung zwischen zwei Nervenzellen diffundieren. Sie werden über den synaptischen Spalt ausgeschüttet und binden sich an spezifische Rezeptoren. Im Vergleich zu den Neurotransmittern werden die Gruppen der Hormone unterschieden, die ähnliche Wirkmechanismen aufweisen. Allerdings werden Hormone über die Blutbahn ausgeschüttet und entfalten ihre Wirkung an bestimmten Zielzellen.

Im Rahmen von Aufmerksamkeits- und Lernprozessen sowie von der Regulierung einer Vielzahl psychischer Prozesse sind einige wichtige neuronale Neurotransmitter wie das Serotonin, Acetylcholin und GABA beteiligt. Ebenfalls sind auch andere Substanzen, wie das Dopamin, Melatonin, Adrenalin, Noradrenalin und spezielle Endorphine beteiligt, die als Hormone und Neurotransmitter fungieren und über die Blutbahn im ganzen Organismus wirken können (vgl. Pinel, 2001; Schandry, 2003).

Einige Forscher wiesen nach, dass beispielsweise der Neurotransmitter Noradrenalin nicht nur in Zusammenhang mit Vigilanz steht (vgl. Bremner, 2002), sondern auch eine wichtige Rolle in der Verhaltensforschung spielt. So geht ein geringer Noradrenalinspiegel mit mentaler Niedergeschlagenheit, Antriebslosigkeit und einem niedrigen Arousal einher (Amen, 1998), während ein hohes Noradrenalinniveau mit Impulsivität und einer höheren Aggressionsbereitschaft verbunden ist (Kotulak, 1997). Noradrenalin stellt eine Vorstufe des Adrenalins und eine modifizierte Form des Dopamins dar und wird in Phasen höherer Belastung von der Nebenniere in die Blutbahn ausgeschüttet. Es ist ein wichtiger Überträgerstoff bei der Regulierung von körperlichem und psychischem Stress sowie bei psychischer Aktivierung. Mitunter führt Noradrenalin zu einer gesteigerten Herzaktivität und zu einem höheren Blutdruck (Aston-Jones, Chiang & Alexinsky, 1991; Schandry, 2003).

Guttman (1982) wies nach, dass die Senkung des Adrenalinspiegels positiv mit den Ergebnissen in Leistungstests und negativ mit den Neurotizismuswerten eines Probanden korreliert, was oftmals einer erregungssenkenden Wirkung von Mindmachines zugeschrieben wird. Somit kann konstatiert werden, dass sich die Erregung in Form von Vigilanzsteigerung lernförderlich und leistungssteigernd sowie im Falle von Stress leistungsmindernd auswirken kann (vgl. Dieterich, 2000). Neben dem Noradrenalin wird unter anderem auch durch das Acetylcholin die Gedächtnisbildung begünstigt, was an der Speicherung und dem Abruf von Gedächtnisinformationen beteiligt ist (Silbernagel, 2005).

Ein weiterer wichtiger Botenstoff ist das Serotonin, das in den Raphé-Kernen, einer Region im Hirnstamm (Pons und Medulla oblongata) gebildet wird und primär neuronal im Kontext psychischer Prozesse eine wichtige Rolle spielt. Es ist unter anderem an der Regulation des Schlaf-Wach-Rhythmus, der emotionalen Befindlichkeit, des Aktivitätszustands sowie an der Schmerz- und Angstempfindung beteiligt. Serotonin ist eng mit der halluzinogen wirkenden Droge LSD (Lysergsäurediethylamid) verwandt (Schandry, 2003). Eine mögliche Erklärung für umgangssprachlich bewusstseinsverändernde Wirkungen von berichteten Mindmachine-Erlebnissen könnte damit auf die chemische Verwandtschaft von LSD zurückzuführen sein (vgl. Glicksohn, 1986; Harrah-Conforth, 1992). Serotonin dient unter anderem als Vorläufersubstanz zur Bildung von Melatonin, das in der Zirbeldrüse (Epiphyse) gebildet wird.

Die Zirbeldrüse liegt im dorsalen Bereich des Zwischenhirns und wird der Region des Thalamus zugeordnet. Sie wird phylogenetisch betrachtet direkt über die Lichtwahrnehmung beeinflusst und regelt somit durch eine lichtabhängige Rhythmisierung die Ausschüttung und Umwandlung von Serotonin und Melatonin (Schandry, 2003). Möglicherweise könnte eine rhythmische visuelle Stimulation durch eine Mindmachine zu einer Reizung der Zirbeldrüse führen und damit zu einer erhöhten Ausschüttung von Serotonin, was dann wiederum mit einer Dämpfung des Aktivitätszustandes und einer Beruhigung in Zusammenhang steht. Wichtige Funktionen für die Bedeutung der Frequenz-Folge-Reaktion nehmen Bereiche des Thalamus ein, der als durchlässiges Tor und Taktgeber für sensorische Informationen dient und diese zu den neokortikalen Arealen projiziert. Neundörfer (1995) behauptet, dass der Alpharhythmus aus thalamokortikalen Bahnen auf die verschiedenen Bereiche des Neocortex projiziert wird. Dabei nimmt der präfrontale Cortex als spezifischer Türöffner bei Aufmerksamkeitsprozessen eine wichtige Funktion ein (Birbaumer & Schmidt, 2003). Eine auf die Stimmung und das Aktivierungsniveau einflussnehmende Wirkung durch audio-visuelle Stimulation wird oftmals mit einhergehenden neuronalen Prozessen bei der Anwendung von Mindmachines erwartet (vgl. Dieterich 2000).

In einer Forschungsstudie von Norman Shealy et al. (1989) wurde die Auswirkung von optischer Stimulation durch eine Mindmachine auf den Neurotransmitterhaushalt untersucht. Shealys Probanden erhielten eine visuelle Stimulation mit 10-Hz-Alpha-Wellen für die Dauer von 20 Minuten. Anschließend wurden in einer Blutuntersuchung die jeweiligen Konzentrationen der Substanzen Melatonin, Betaendorphin, Serotonin und Noradrenalin gemessen. Die Ergebnisse verzeichneten einen deutlichen Anstieg von Serotonin, Betaendorphine und Noradrenalin und ein gleichzeitiges Absinken des Melatoninspiegels. Das Absinken des Melatonins bei gleichzeitigem Anstieg von Noradrenalin deuteten die Autoren mit einer einhergehenden gesteigerten Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeit. Den Anstieg von Betaendorphin brachten die Autoren mit einer verbesserten Entspannung und einem geringeren Schmerzempfinden in Verbindung. Zusätzlich ist jedoch anzumerken, dass die untersuchten Probanden unter einer klinisch diagnostizierten Depression litten und von vornherein schon einen niedrigen Spiegel an den Neurotransmittern Serotonin, Noradrenalin und Betaendorphin aufwiesen. Weitere Untersuchungen zur allgemeinen Verfassung der Probanden ergaben, dass der Anstieg von Serotonin, Noradrenalin und Betaendorphin von einer Zunahme von

Hoffnungsgefühlen, gesteigertem Selbstwert, verbessertem Schlaf sowie von einer verringerten Schmerzempfindlichkeit und von einer verringerten Ängstlichkeit begleitet war. Diese damit einhergehenden Begleiterscheinungen wurden ebenfalls mit der visuellen Stimulation durch die Mindmachine in Verbindung gebracht.

2.4 Der Einfluss audio-visueller Mindmachines auf das Lernverhalten und auf die kognitive Leistungen

Seit der Erforschung des Yerkes-Dodson-Gesetzes im Jahre 1908 ist bekannt, dass die Leistung des Einzelnen zum einen vom Erregungsniveau und zum anderen von der Aufgabenschwierigkeit abhängt (Yerkes & Dodson, 1908). Wissenschaftler haben herausgefunden, dass zwischen Erregung und Leistung ein umgekehrt U-förmiger (kurvilinearer) Zusammenhang besteht (Hebb, 1955). Dieser Zusammenhang impliziert, dass bei einem zu hohen oder zu niedrigen Maß an physiologischer Erregung die kognitive Leistung beeinträchtigt wird (Bexton et al., 1954). Damit geht einher, dass bei optimalem Aktivierungsniveau die Leistungsfähigkeit am höchsten ist (vgl. Zimbardo, 1999). Daher liegt es nahe, dass ein gewisses Maß an Aktivierung für die Steigerung bestimmter kognitiver Leistungen, wie Gedächtnis- und Konzentrationsleistung, durch die Anwendung audio-visueller Mindmachines begünstigt wird. Im Folgenden sollen Befunde aus der Forschung dargestellt werden, die sich mit dem Einfluss von optisch-akustischen Mindmachines auf das Lernverhalten im Kontext mit kognitiver Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit befasst haben.

So propagierte Denis Gorges im Jahre 1976 mit seinem „Synchro-Energizer“, *„(...) die Mindmachine sei in der Lage, die Intelligenz zu erhöhen, ...Lernen zu beschleunigen, Kreativität zu verbessern, ... und die Leistungsfähigkeit des Gehirns zu erhöhen“* (Hutchison 1990, S. 231). Sofern auch die von Gorges proklamierten Wirkungen unquantifiziert blieben und ihm Verfechter seiner Zeit (Gene W. Brockopp) eher Geschäftemacherei vorwarfen (Hutchison, 1990, S. 232), existieren bis dato empirische Überprüfungen, die seine Ansätze bestätigten.

2.4.1 Die Auswirkung audio-visueller Stimulation auf die Gedächtnis- und Enkodierungsleistungen

In einer Untersuchungsstudie von Landeck (1996b) wurde die Wirkung optisch-akustischer Mindmachines auf die Variablen „Lern- und Gedächtnisleistung“ erforscht. Die dabei erfassten Variablen bezogen sich auf zwei Subtests aus dem LGT-3 von Bäumler (1974), den „Letter-Transformation-Task“ (LTT) von Hamilton et al. (1977) und auf die „Mentale Rotation“ von Cooper und Shepard (1978). Zur Erfassung der Langzeitwirkungen wurde zwei Monate später ein Nachtest für die beiden Subtests des LGT-3 in einer Parallelform durchgeführt. Durch die eingesetzten Testverfahren sollte dabei das Arbeitsgedächtnis nach Baddely (1986), die Relationserkennung, der Faktor der Enkodierung und der Lernstrategie operationalisiert werden.

Die Probanden erhielten jeweils ein Mindmachine-Programm mit Alpha- und Beta-Frequenzen, welche miteinander verglichen wurden. Dabei sollte das Alpha-Programm eine leichte Entspannung und das Beta-Programm als Kontrollbedingung den normalen Wachzustand induzieren. Die Ergebnisse zeigten signifikante Steigerungen in den Lernleistungen der Alpha-Gruppe im Vergleich zur Beta-Gruppe sowohl in den Bereichen der semantischen und visuellen Enkodierung als auch über die Gesamtsummen der Enkodierungsvariablen. Jedoch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Arbeitsgedächtnisses und der Relationserkennung. Bezüglich der Nachtestuntersuchung zeigte sich ebenfalls bei der Alpha-Gruppe eine signifikante Langzeitwirkung im Vergleich zur Beta-Gruppe. Landeck (1996b) wies nach, dass eine durch die Mindmachine (Alpha-Frequenzen) induzierte Entspannung einen hochsignifikanten Effekt auf die Enkodierungsleistung hatte, insbesondere wenn es um das Erlernen von verbalem und visuellem Material ging.

In einer weiteren Studie von Landeck (1996a) wurde die Auswirkung verschiedener Mindmachine-Programme mit Alpha-, Beta-, und Theta-Frequenzen in Hinblick auf die Gedächtnisleistungen und elementare kognitive Operationen untersucht. Als abhängige Variable diente der Subtest „*Türkische Vokabeln*“ und das Nachzeichnen einer schwierigen Route aus dem Subtest „*Stadtplan*“ (LGT-3 von Bäumler, 1974). Zum Lernen der Aufgaben hatten die Probanden jeweils eine Minute Zeit, wobei der Abruf der türkischen Vokabeln und das Nachzeichnen der Route einige Minuten später erfolgten.

Die Ergebnisse zeigten, dass Probanden, die ein Alpha-Programm erhielten, 69 % des Lernmaterials reproduzierten und sich im Vergleich zu den anderen Gruppen als dominierend erwiesen. Hingegen reproduzierten die Probanden der Beta-Gruppe 56 %, die Theta-Gruppe 61 % und die Kontrollgruppe ohne Mindmachine 53 % des Lernmaterials. In einer folgenden unangekündigten Nachuntersuchung einige Wochen später, zeigte sich bei der Alpha-Gruppe ein leichteres Wiedererlernen der selbigen Lernmaterialien im Vergleich zur Kontrollgruppe. Landeck (1996a) interpretierte die Ergebnisse dahingehend, dass die Lernleistung bei einem mittleren Aktivierungsniveau am höchsten sei (vgl. Yerkes-Dodson-Gesetz) und dass sich für die Informationsaufnahme ein leicht herabgesetzter Bewusstseinszustand (Alpha-Zustand) als günstig erweise.

In einer ähnlichen Untersuchung an der Universität der Bundeswehr in Hamburg im Fachbereich Pädagogik wurde von den Autoren Dieterich et al. (1997) die Beeinflussbarkeit von Lernleistungen mit Hilfe optisch-akustischer Mindmachines erforscht. Dabei sollte zunächst die Theorie der Frequenzfolgeraktion mittels EEG überprüft werden sowie Einflüsse dreier unterschiedlicher Mindmachine-Programme (10-Hz-Alpha-, 16-Hz-Beta- und 5-Hz-Theta-Frequenzen) auf Enkodierungsleistungen, intellektuelle Leistungen und auf das visuelle Vorstellungsvermögen. Die Kontrollgruppe erhielt ein Placebo-Treatment, was mit dem Anhören eines Prosatextes instrumentalisiert wurde. Die abhängigen Variablen bestanden zum einen aus den EEG-Messungen und zum anderen aus den Leistungswerten der untersuchten Subtests, die in ihren Parallelformen A und B als Vorher- und Nachhertestung operationalisiert wurden. Dabei wurden die Subtests „Stadtplan“ und „Türkische Vokabeln“ des LGT-3 (Bäumler, 1974) als Maß für Gedächtnisleistungen und die Subtests „Gemeinsamkeiten“ und „Zahlenreihen“ aus dem IST70 (Amthauer, 1970) als Maß für die Intelligenzleistung herangezogen. Der Faktor „visuelle Vorstellungskraft“ wurde durch die Subtests „Figurenauswahl“ aus dem IST70 und „Figurenfalten“ aus dem Test LPS von Horn (1983) erfasst. Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass die audio-visuelle Stimulation mit einem 10-Hz-Alpha-Wellen-Programm einen Einfluss auf die Enkodierungsleistung und somit auf den Gedächtnisfaktor der Intelligenz hat, was mit den Befunden von Landeck (1996a, 1996b) übereinstimmt. Allerdings konnte hierbei die Frequenz-Folge-Theorie nicht allumfassend abgesichert werden.

Eine andere Studie zum Thema „Lernen mit optisch-akustischen Mindmachines“ wurde von Petra Braunschmied-Wolf (1991) im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Wien verfasst. Mit Hilfe audio-visueller Stimulation einer Mindmachine wurde demnach Einfluss auf die subjektive Befindlichkeit der Probanden genommen und Verbesserungen in der Merkfähigkeit im Bearbeiten eines Gedächtnistests (Lückentext) untersucht. Die dabei eingesetzten Programme versprachen hinsichtlich ihrer Wirkung eine Konzentrationssteigerung oder im anderen Fall eine Entspannungswirkung. Die Kontrollgruppe erhielt stattdessen einen entspannenden Videofilm und die vierte Gruppe eine Entspannungskassette. Zur Erfassung der momentanen Befindlichkeit wurden 12 Items aus der Baseler Befindlichkeitsskala (Hobi, 1985) eingesetzt. Zusätzlich wurden die Probanden im Anschluss an das Experiment nach ihrer Einstellung und ihren Erlebnissen mit der Mindmachine befragt, welche dann positiv, negativ oder neutral kategorisiert wurde. Die Ergebnisse erbrachten eine Lernverbesserung um 100 % mit dem Mindmachine-Programm zur Konzentrationssteigerung im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Mindmachine. Außerdem zeigte sich noch, dass die Empfindung der Mindmachine innerhalb der beiden Mindmachine-Gruppen einen signifikanten Einfluss auf die Lernleistung hatte. Dabei verbesserten sich die Versuchspersonen, welche die Mindmachine angenehm empfanden, um knapp 45 % zu denen, die sie neutral oder negativen erlebt haben.

2.4.2 Eine Studie zur Verbesserung schulischer Lernleistungen durch den kombinierten Einsatz von Mindmachines und EDR-Feedback

Budzynski et al. (1999) befassten sich an der Western Washington University mit dem Einfluss spezieller Stimulationsfrequenzen mittels Mindmachine in Kombination mit EDR-Feedback hinsichtlich einer Verbesserung von akademischen Leistungen. Die Versuchsteilnehmer waren Studenten, die eine Beratungsstelle auf Grund von schulischen Lernschwächen aufsuchten und randomisiert auf die beiden Gruppen, Experimental- und Kontrollgruppe, aufgeteilt wurden. Neben ihren fachlichen Fähigkeiten und universitären Noten, die über den Testzeitraum protokolliert wurden, untersuchte man auch mittels verschiedener Tests die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung. Zusätzlich wurden physiologische Parameter wie Fingertemperatur, Herzrate, EDR-Feedback

(Biofeedback über die elektrische Hautleitfähigkeit und den mentalen Erregungszustand) und EEG-Messungen erfasst.

Das gesamte Experiment dauerte drei Studiensemester, folglich also knapp neun Monate. Während dieser Phase unterzogen sich die Probanden der Experimentalgruppe einem sechswöchigen Training, in dem das EDR-Feedback mit der visuellen Stimulation einer Mindmachine kombiniert und trainiert wurde. Die Kontrollgruppe erhielt allerdings kein Training. Somit erhielten also die Probanden während der audio-visuellen Stimulation ein Tonsignal, das durch das EDR-Feedback erzeugt wurde und ihnen eine Rückmeldung über ihren aktuellen Entspannungszustand gab. Das Tonsignal wurde tiefer, je besser sie sich entspannen konnten, in Folge von sinkender elektrischer Hautleitfähigkeit, welche über Fingersensoren des EDR-Feedback-Systems gemessen wurde. Die Stimulationsfrequenzen der Mindmachine wechselten währenddessen im Minutentakt zwischen 14 und 22 Hertz. Das spezielle Stimulationsprogramm mit der Mindmachine wurde auf Grund von vorhergehenden Studien einbezogen, in denen deutliche Verbesserungen auf intellektuellen Leistungsfähigkeiten mit diesen Stimulationsfrequenzen festgestellt wurden (Budzynski & Tang, 1998; Lubar, 1998).

Die Ergebnisse zeigten bei den Probanden der Experimentalgruppe nach der Trainingsphase signifikante Verbesserungen im Notendurchschnitt um 0,62 Notenpunkte im Vergleich zum Durchschnitt vor dem Training. Außerdem konnte die Experimentalgruppe den verbesserten Notendurchschnitt im dritten Semester sogar noch aufrechterhalten, obwohl sie zu diesem Zeitpunkt kein Training mehr erhielt. Die Kontrollgruppe ohne Training verschlechterte sich sogar vom ersten zum dritten Semester um durchschnittlich 0,22 Notenpunkte. Weiterhin zeigten sich signifikante Verbesserungen in den gemessenen EDR-Werten bei der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Dies ließ darauf schließen, dass diese Art des Bio-Feedbacktrainings positive Veränderungen in den physiologischen Parametern mit sich brachte und mit einer Verringerung von Prüfungsängsten und einer stärkeren Gelassenheit in Stress-Situationen einherging.

Weiterhin wiesen die Autoren nach, dass die durch die EEG-Messungen nachgewiesene Alpha-Frequenz der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich dominierte und sich in Folge der Stimulation durch die Mindmachine auch am Ende des Trainings erhöhte. Diesen Befund interpretierten die Autoren mit gesteigerten kognitiven Leistungen, die aus dem Training resultierten und einer länger anhaltenden

Wirkung, die gleichermaßen durch die verbesserten schulischen Noten untermauert wurde. Mit dieser Untersuchung wiesen die Autoren deutliche Verbesserungen der intellektuellen Leistungsfähigkeit mittels audio-visueller Stimulation und EDR-Feedback nach, die auf objektiver Datenerfassung und anhand von physiologisch messbaren Parametern beruht.

2.5 Über das Gedächtnis und die Konstrukte Gedächtnis- und Konzentrationsleistung

Da in der vorliegenden Arbeit der Einsatz optisch-akustischer Mindmachines hinsichtlich kognitiver Leistungen untersucht wird, soll im Folgenden explizit ein globaler Überblick über den Aufbau des Gedächtnisses und über die untersuchten Konstrukte, Konzentrations- und Gedächtnisleistung, gegeben werden. Neben dem Erwerb von Wissen und Fertigkeiten befähigt das Gedächtnis einer Person dazu, überlebensnotwendige Beziehungen zwischen zeitlich divergierenden Ereignissen herzustellen und uns als eine ganzheitliche Persönlichkeit wahrzunehmen. Außerdem stellt die Veranlagung des Menschen zur Gedächtnisbildung eine der bedeutsamsten kognitiven Leistungen dar.

Das Gedächtnis gilt als integrativer Bestandteil kognitiver Fähigkeiten, wobei die Hauptfunktionen des Gedächtnisses die Aufnahme (Enkodierung), die kurz- oder langfristige Speicherung und letztendlich den Abruf (Dekodierung, Reproduktion) von Informationen umfassen. Hierbei beziehen bereits bestehende Gedächtnisstrukturen eine Art Filterfunktion, in dem sie die zukünftige Informationsaufnahme selektiv beeinflussen und steuern. Weiterhin können bestehende Gedächtnisinhalte das Handeln einer Person leiten und ebenfalls die emotionale Wahrnehmung und Regulation modulieren (Hoffmann, 1983).

Gemäß Kolb & Wishaw (1985) wird „Gedächtnis als Prozess verstanden, der in einer relativ stabilen Verhaltensveränderung“ mündet. In zahlreichen Fällen resultieren tiefgreifende Beeinträchtigungen aus massiven Gehirnverletzungen des Patienten hinsichtlich seines beruflichen und sozialen Lebens, indem wichtige Gedächtnisfunktionen zerstört wurden. Somit bezieht das Konstrukt „Gedächtnis“ einen allumfassenden Stel-

lenwert für die Bewältigung sowie für die Strukturierung des Alltags und ist für jegliche Art von alltäglichen Anforderungen essentiell notwendig.

2.5.1 Der Aufbau und die Funktionsweise des Gedächtnisses

Bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts zeigten sich erste Forschungsbestrebungen um die Komplexität des Konstrukts „Gedächtnis“ in all seinen Facetten und Funktionen zu erfassen. Seither existieren zahlreiche unterschiedlichste Gedächtnismodelle, welche das Gedächtnissystem gemäß verschiedenen Gesichtspunkten differenzieren. So postulieren Atkinson und Shiffrin (1968) ein Kurzzeit- und ein Langzeitgedächtnis, während andere Forscher von einem prozeduralen und von einem deklarativen Gedächtnis (Cohen & Squire, 1980) oder von einem semantischen und einem episodischen Gedächtnis sprechen (Tulving, 1972).

Weitere Modelle, welche die Art der Enkodierung und des Abrufs fokussieren, unterscheiden das verbale von dem nonverbalen bzw. figuralen Gedächtnis oder explizite von impliziten Gedächtnisleistungen (Graf & Schacter, 1985). Eine anschauliche Beschreibung des Gedächtnisses orientiert sich an dem Mehr-Speicher-Modell von Atkinson und Shiffrin (1968), das insgesamt von einer seriellen Informationsverarbeitung ausgeht (Abb.2). Dabei wird die Information in den sensorischen Registern (Ultrakurzeitgedächtnis) aufgegriffen, ins Kurzzeitgedächtnis transferiert und dann weiter ins Langzeitgedächtnis überführt und dort abgelegt (vgl. Markowitsch, 1993, 1999).

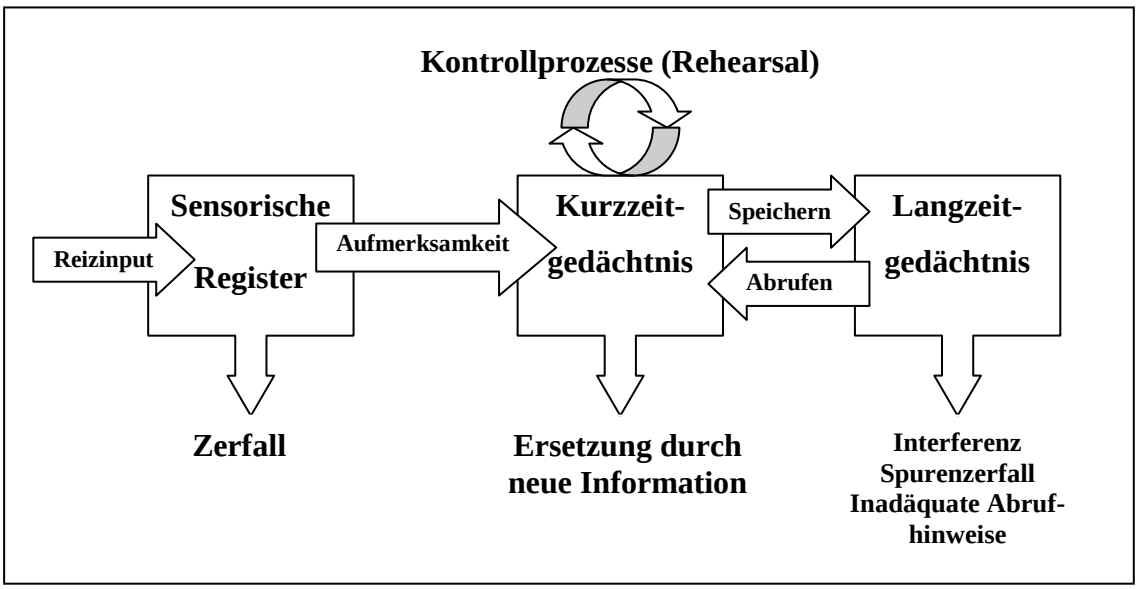

Abbildung 2: Schematische Darstellung des Mehrspeichermodells nach Atkinson & Shiffrin (1968)

In der interdisziplinären Grundlagenforschung wird das Gedächtnis vorwiegend gemäß der Dauer der Informationsspeicherung in einzelne Subkomponenten differenziert. Während das Sensorische Register Inhalte nur wenige 100 ms speichert, so persisiert der Erinnerungsinhalt im Kurzzeitgedächtnis (KZG) oder auch im Arbeitsgedächtnis (Broadbent, 1958; Wickelgreen, 1970; Baddeley, 1998) bereits einige Sekunden oder gar einige Minuten lang. Im Langzeitgedächtnis (LZG) werden Informationen mehrere Stunden, Wochen oder gar Jahre gespeichert.

2.5.2 Das Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis

Für die vorliegende Untersuchung bezieht hierbei das Kurzzeitgedächtnis einen exponierten Stellenwert, so dass im Folgenden zunächst die Charakteristika des Kurzzeitgedächtnisses näher beleuchtet werden sollen. Das Kurzzeitgedächtnis umfasst bei gesunden Personen im Jugend- und Erwachsenenalter im Durchschnitt ca. fünf bis neun Informationseinheiten (Chunks), die kurzfristig zum Abruf bereit stehen und somit in einer sehr kurzen Zeitspanne wiedergegeben werden können (Miller, 1956). Dabei ist

die Größe der einzelnen Chunks trainierbar und somit kann die Informationsmenge im KZG erhöht werden.

Das Kurzzeitgedächtnis beinhaltet weiterhin unterschiedliche neuronale Subsysteme, welche visuelle, räumliche oder akustische Informationen enkodieren (Hömberg, 1995). Von Baddeley und Hitch (1974) wurde erstmals vom KZG das Arbeitsgedächtnis unterschieden, welches nicht nur die Aufnahme und das kurzzeitige Behalten von Informationen umfasst, sondern währenddessen auch das Manipulieren von Informationsmaterial. Um die Funktion des Arbeitsgedächtnisses zu prüfen, können dem Probanden beispielsweise Zahlen vorgesprochen werden, welche jener unmittelbar danach, entweder vorwärts oder rückwärts, reproduzieren muss. Zur Herstellung einer Verknüpfung zwischen altem und neuem Wissen werden dem Arbeitsgedächtnis auch bereits gespeicherte Informationen aus dem Langzeitgedächtnis bereitgestellt (vgl. Markowitsch, 1993, 1999).

2.5.3 Das Langzeitgedächtnis

Das Langzeitgedächtnis (LZG) wird von seiner Kapazität her umgangssprachlich als unbegrenzt angesehen. Viele Autoren differenzieren auf Grund der gespeicherten Information bezüglich des LZG verschiedene Gedächtnissysteme (vgl. Squire, 1987; Markowitsch, 1993; Squire & Kandel, 1999; Markowitsch, 1999). Die Funktionen des Langzeitgedächtnisses werden meist in zwei Hauptkomponenten zergliedert, nämlich in das explizite und in das implizite Gedächtnis. Das explizite Gedächtnis speichert hierbei sowohl Wissensinhalte, bzw. semantisches Wissen, als auch biographische Erinnerungen (episodisches Wissen), welche zu jedem Zeitpunkt unmittelbar reproduziert werden können. Im impliziten, oder auch prozeduralen Gedächtnis werden hingegen erlernte Bewegungsprozesse und Regeln gespeichert, die jedoch kaum verbal wiedergegeben werden können (Hömberg, 1995).

2.5.4 Die Theorie der Langzeitpotenzierung in Bezug auf Gedächtnisbildung

Um Gedächtnisprozesse ebenfalls auf neurophysiologischer Ebene zugänglich zu machen, kreierte der Psychologe Donald O. Hebb die Theorie der Langzeitpotenzierung. Hebb stellte somit fest, dass der Prozess der Gedächtnisbildung nicht nur vom Neuronenwachstum abhing, sondern auch von der Ausbildung neuer Verbindungen und damit auch von einer Effizienzsteigerung der Informationsübertragung (Hebb, 1955). Bei Lern- und Gedächtnisleistungen hat unter anderem der Hippocampus als eine Hirnstruktur des Schläfenlappens einen hohen Stellenwert.

Die Langzeitpotenzierung ist ein neurochemischer Prozess, welcher im Hippocampus stattfindet und als Grundlage aller Gedächtnis- und Lernprozesse angesehen wird. Auf Grund von tetanischer Reizung (10 bis 100 Reize pro Sekunde) einer Neuronenkette kommt es zu einer gesteigerten Sensitivität jener Neuronen, indem ein retrograder Botenstoff (Glutamat) ausgeschüttet wird. Weiterhin kommt es zu morphologischen Veränderungen auf der Postsynapse. Dabei werden beispielsweise neue Rezeptoren aufgebaut, was somit in Wachstumsprozessen oder metabolischen Veränderungen resultiert (Schandry, 2003).

2.5.5 Konzentration und Aufmerksamkeit

Im Weiteren soll das Konstrukt der Konzentrationsleistung und Aufmerksamkeit dargestellt werden, da dieses neben der Gedächtnisleistung Gegenstand für die vorliegende Untersuchung ist. Brickenkamp und Karl (1986) definierten Konzentrationsleistung als:

> *„Eine leistungsbezogene, kontinuierliche und fokussierende Reizselektion, die Fähigkeit eines Individuums sich bestimmten (aufgaben-) relevanten internen oder externen Reizen selektiv, d.h. unter Abschirmung gegenüber irrelevanten Stimuli ununterbrochen zuzuwenden und diese schnell und korrekt zu analysieren.“*
> (Brickenkamp, 2002, S. 6).

In Anlehnung an den d2-Konzentrationstest bezieht sich die Konzentrationsleistung auf externe visuelle Reize und stellt somit das Resultat aus individuell verschiedenen Antriebs- und Kontrollfaktoren dar. Diese damit verbundene kognitive Leistung

manifestiert sich in verschiedenen Verhaltenskomponenten, die sich in der Quantität (Menge und Tempo), der Qualität (Fehlerhäufigkeit und Sorgfalt) und im zeitlichen Verlauf des zu bearbeitenden Materials abzeichnet (Brickenkamp, 2002).

Nach Schmidt-Atzert, Büttner und Bühner (2004) bezieht sich die Konzentrationsleistung auf alle Möglichkeiten der Verarbeitung von wahrnehmungsrelevanter Information, die sich beispielsweise in der Selektion von Reizen sowie in der Verknüpfung und der Speicherung von Informationen abzeichnet. In vielen Lebenssituationen ist ein gewisses Maß an Konzentrationsleistung erforderlich, um zum einen Lernprozesse besser zu bewältigen und zum anderen erfolgreiche Leistungen hervorzubringen. Oftmals wird in der interdisziplinären Grundlagenforschung die Aufmerksamkeit unterschieden, die sich auf das selektive Betrachten relevanter Reize bezieht und an Wahrnehmungsprozessen geltend gemacht wird, wobei aber die Konzentration als eine Steigerungsform der Aufmerksamkeit angesehen wird (Fröhlich, 1993). Demnach definiert Fröhlich die Aufmerksamkeit als einen Zustand gesteigerter Wachheit oder Anspannung, der an einer Orientierung der selektiven Wahrnehmung sowie an der des Denkens und des Handelns ausgerichtet ist (vgl. Bäumler, 1991; Amelang, 2006).

Welche Folgen eine defizitäre Konzentrationsleistung mit sich bringt, wird anhand des ADS- und ADHS-Störungsbildes (Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Störung) deutlich. Im Sinne der Grundlagenforschung im Bereich der Frequenz-Folge-Reaktion mittels audio-visueller Stimulation zeigten sich deutliche Verbesserungen der Aufmerksamkeit und eine Reduktion der Hyperaktivität bei entsprechenden Versuchspersonen (Cohen & Douglas, 1972; Zentall, 1975; Zentall & Zentall, 1976; Carter & Russel, 1993; Joyce & Siever, 2000).

Carter und Russel (1993) untersuchten mittels audiovisueller Stimulation einer Mindmachine acht- bis zwölfjährige Schüler, die Lernschwierigkeiten aufwiesen, und konnten damit kognitive Leistungssteigerungen nachweisen. Die Schüler erhielten für den Zeitraum von acht Wochen ein spezielles Training mit insgesamt 40 Sitzungen, die mittels optisch-akustischer Mindmachine abgehalten wurden. Unter anderem wurden die kognitiven Leistungen in einer Vor- und Nachtestuntersuchung durch den Raven-IQ (Raven, 1958; Raven et al. 1992), die Subtests „*Lesen*“ und „*Buchstabieren*“ aus dem WRAT-R (Wide Range Achievement Test – Revised) nach Jastak und Wilkinson (1984) und die Gedächtnisleistung durch den ITPA (Illinois Test of Pscholinguistic Abilities) nach Kirk et al. (1968) erfasst. Dabei stellten die Autoren fest, dass sich die hy-

peraktiven Kinder im Raven-IQ durchschnittlich um bis zu zehn Punkte zu den Vortestuntersuchungen verbesserten. Weiterhin zeigten sie in den Testergebnissen der Subtests „*Lesen*“ und „*Buchstabieren*“ Verbesserungen um durchschnittlich acht Punkte und in der Enkodierungsleistung um vier Punkte. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Abbildung 3 dargestellt.

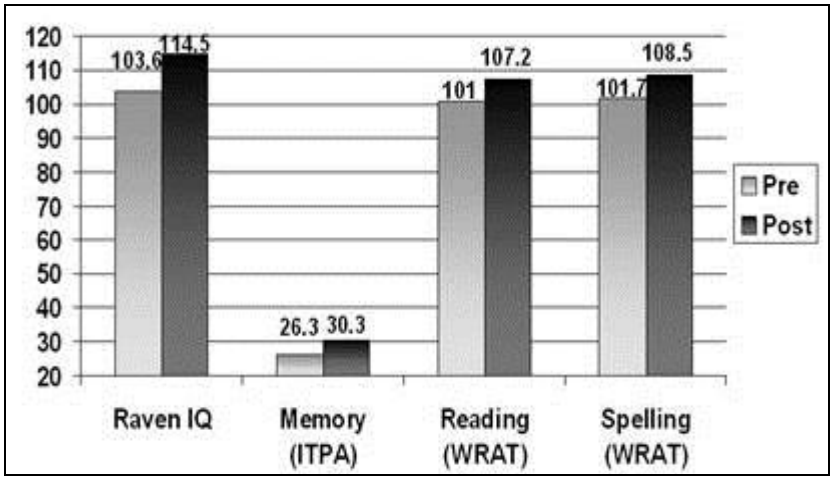

Abbildung 3: Durchschnittliche Ergebnisse der Vor- & Nachtestsuntersuchungen aus den angeführten Leistungsverfahren (aus Siever, 2002)

In einer ähnlichen Untersuchung von Joyce et al. (2000) wurden Schüler mit ADS und Lese-Rechtschreib-Schwäche über den Zeitraum von 10 Wochen getestet, welche sich einer speziellen audio-visuellen Mindmachine-Stimulation aussetzten. Dabei wurden die linke und die rechte Hemisphäre mit unterschiedlichen Frequenzen stimuliert. Die abhängigen Variablen Aufmerksamkeit, Impulsivität, Reaktionsfähigkeit und Variabilität wurden mit dem „Test of Variables of Attention“ (TOVA) nach Greenberg und Waldman (1993) erfasst, wobei der Normalwert bei 100 und einer Standartabweichung von 15 Punkten liegt. Weiterhin wurde mit einem speziellen computergestützten Verfahren, dem „Standardized Test for the Assessment of Reading“ (STAR), die Lesefähigkeiten der Probanden untersucht.

Die Ergebnisse des TOVA-Verfahrens wiesen aus, dass sich die Probanden im Nachtest um sechs bis 20 Standardpunkte bezüglich der untersuchten Variablen verbesserten (siehe Abbildung 4). Hinsichtlich der Lesekompetenzen wiesen die Probanden mit Lese-Rechtschreib-Schwäche deutliche Verbesserungen gegenüber einer Kontroll-

gruppe ohne audio-visuelle Stimulation auf und verbesserten sich auch in Bezug auf ihre Schulnoten.

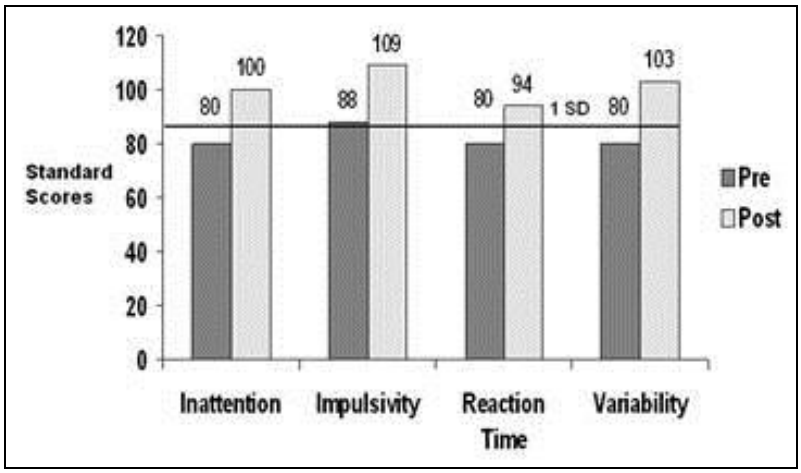

Abbildung 4: Durchschnittliche Ergebnisse der Vor- & Nachtestsuntersuchungen aus dem TOVA-Verfahren (aus Siever, 2002)

3 Fragestellung und Hypothesen

Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind verschiedene audio-visuelle Mindmachine-Programme im Bereich der Alpha- und Beta-Frequenzen, deren Einfluss auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung überprüft und mit einer Kontrollgruppe verglichen wurden. Im weiteren Sinne wird somit beabsichtigt die Wirkung der audio-visuellen Stimulation auf intellektuelle Fähigkeiten unter Berücksichtigung einer experimentellen Vorgehensweise, also dem Vergleich der Experimental-Gruppen mit einer Kontrollgruppe sowie einer varianzanalytischen Auswertung der Effekte, untersucht. Wie bereits im theoretischen Abschnitt behandelt, gilt die Frequenz-Folge-Theorie als möglicher Einflussfaktor auf kognitive und intellektuelle Leistungen. So konnten einige Autoren nachweisen, dass sich Alpha-Wellen auf Enkodierungsleistungen und Beta-Wellen auf logisch-analytische Fähigkeiten und Intelligenzleistungen förderlich auswirken (Landeck 1996a, 1996b; Dieterich et al. 1997).

Entsprechend vorhergehender Forschung zu diesem Thema wird mit der vorliegenden Arbeit beabsichtigt, mittels neuster Apparaturen zum einen die Befunde zu den Auswirkungen eines Alpha-Treatments auf Enkodierungsleistungen ansatzweise zu replizieren und zum anderen aber auch den Einfluss eines Beta-Treatments auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung zu überprüfen. Als ein modernes und weit verbreitetes Verfahren zur Operationalisierung des Konstrukts „Konzentrationsleistung“ findet in vorliegender Arbeit der d2-Test nach Brickenkamp (2002) Anwendung.

Im folgenden Experiment wird aber auch beabsichtigt, sämtlichen Fragestellungen nachzugehen, die als Nebeneffekte von Interesse sein könnten. Dabei wird in den Teilanalysen geklärt, ob die Studienfachrichtung der Probanden oder auch gewisse Vorerfahrungen mit Mindmachines zu Varianzunterschieden führen und somit das Treatment beeinflussen könnten.

Dadurch, dass eine tatsächliche eingetretene Frequenz-Folge-Reaktion messtechnisch nicht nachgewiesen werden kann, auf Grund fehlender EEG-Messgeräte oder ähnlicher bildgebender Verfahren, wurde mittels Fragebogen die subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung erfasst. Damit wird bezweckt, zum einen Aufschluss darüber zu geben, ob eine gewisse Akzeptanz der Mindmachine-Sitzung bei den Probanden vorlag und zum anderen, ob die Empfindung der Mindmachine-Sitzung einen Einfluss auf

die untersuchten kognitiven Leistungen haben könnte und Rückschlüsse auf das Treatment gezogen werden können.

Im Falle von Petra Braunschmied-Wolf (1991) zeigte sich, dass die subjektive Empfindung einer Mindmachine-Sitzung einen signifikanten Einfluss auf die Lernleistung hatte. Ebenso wurde in einer ähnlichen Arbeit von Pucher (1991) mittels psychologischen Testskalen die subjektive Empfindung des Entspannungsgrades durch audio-visuelle Stimulation einer Mindmachine untersucht, um eine durch physiologische Messverfahren ermittelte Entspannungswirkung zu untermauern.

Weiterhin stellte sich die grundsätzliche Frage, ob sich die Gesamtgruppe die eine audio-visuellen Stimulation mit spezifischen Mindmachine-Programmen erhielt, von der Kontrollgruppe hinsichtlich der abhängigen Variablen unterscheidet und somit Anlass für weitere differenzierte Analysen bietet. Mit dieser Fragestellung wird unter anderem beabsichtigt an Forschungsbefunden zu den Wirkmechanismen der Frequenz-Folge-Reaktion sowie an neuronalen Erklärungsmodellen anzuknüpfen und um eine zusammenfassende Betrachtungsweise des Mindmachine-Treatments gegenüber der Kontrollgruppe zuzulassen.

Ferner sollen auch die Fragen geklärt werden, ob das Geschlecht der Probanden sowie auch Erfahrungen mit alternativen Entspannungstechniken Effekte auf das Treatment haben könnten.

Neben den Fragestellungen leiten sich im Folgenden aus den theoretischen Überlegungen sechs Hypothesen ab, die in der vorliegenden Arbeit analysiert wurden und im Bezug zum theoretischen Rahmen stehen.

H1) Eine spezifische audio-visuelle Stimulation (AVS) mit einer Mindmachine mit 10-Hz-Alpha-Frequenzen führt zu einer anschließenden signifikanten Verbesserung der Gedächtnisleistung im Gedächtnistest im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne AVS.

H2) Eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine mit 10-Hz-Alpha-Frequenzen führt zu einer anschließenden signifikanten Verbesserung der Konzentrationsleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne AVS.

H3) Eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine mit einem speziellen Beta-Programm führt zu einer anschließenden signifikanten Verbesserung der Gedächtnisleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne AVS.

H4) Eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine mit einem speziellen Beta-Programm führt zu einer anschließenden signifikanten Verbesserung der Konzentrationsleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne AVS.

H5) Die Gesamtgruppe, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine erhielt, weist einen signifikant geringeren Fehlerprozentwert im d2-Konzentrationstest auf als die Kontrollgruppe ohne AVS.

H6) Die Alpha-Gruppe, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem 10-Hz-Alpha-Programm erhielt, weist einen signifikant geringeren Fehlerprozentwert im d2-Konzentrationstest auf als die Beta-Gruppe mit einem speziellen Beta-Programm.

.

4 Methoden

4.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt wurden 114 Versuchspersonen (Vp) an der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) in Erlangen im Sommersemester 2008 von Mai bis Oktober für die Untersuchung akquiriert, wobei allerdings zehn Personen von den statistischen Analysen ausgeschlossen wurden. Somit wurden insgesamt 104 Probanden im Durchschnittsalter von 24,2 Jahren untersucht, der jüngste Teilnehmer war 18 Jahre alt und der älteste 41. Die Stichprobe setzte sich ausschließlich aus Studenten der FAU zusammen, wobei den größten Anteil der Studenten, mit 69 Versuchspersonen, die Psychologiestudenten ausmachten und 35 Studenten anderen Fachrichtungen der FAU angehörten. Von den teilnehmenden Versuchspersonen waren 36 männlich und 68 weiblich. Die absoluten Häufigkeiten des Geschlechts und der Studienrichtung sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt.

Die Versuchspersonen wurden größtenteils am Universitätsgelände der Philosophischen Fakultät der FAU in Erlangen rekrutiert, da sich das Testlabor für die Experimentalgruppen sowie der Seminarraum für die Kontrollgruppe im gleichen Gebäude befanden. Unter anderem wurden zusätzlich Teilnehmerlisten (siehe Anhang J) an Pinnwänden und schwarzen Brettern der ansässigen Institute ausgehängt, wo sich Interessenten mit E-Mailadresse und Telefonnummer eintragen konnten. Aber auch diverse Internetforen, die von den ortsansässigen Studenten genutzt werden, wurden für die Akquise einbezogen. Die Teilnahme am Experiment erfolgte auf freiwilliger Basis. Nach Einwilligung der akquirierten Versuchspersonen, entweder durch direkte Ansprache, per E-Mail, Telefon oder Internetforum, wurde ein fester Termin ausgemacht, was dann eine Gruppentestung von mehreren Probanden ermöglichte. Zur Belohnung und als kleines Dankeschön gab es einen Müsliriegel. Weiterhin wurden auch Versuchspersonenstunden für Studenten vergeben, die im Rahmen ihres Studiums an psychologischen Experimenten teilnehmen mussten. In diesem Fall wurde eine ganze Versuchspersonenstunde vergütet.

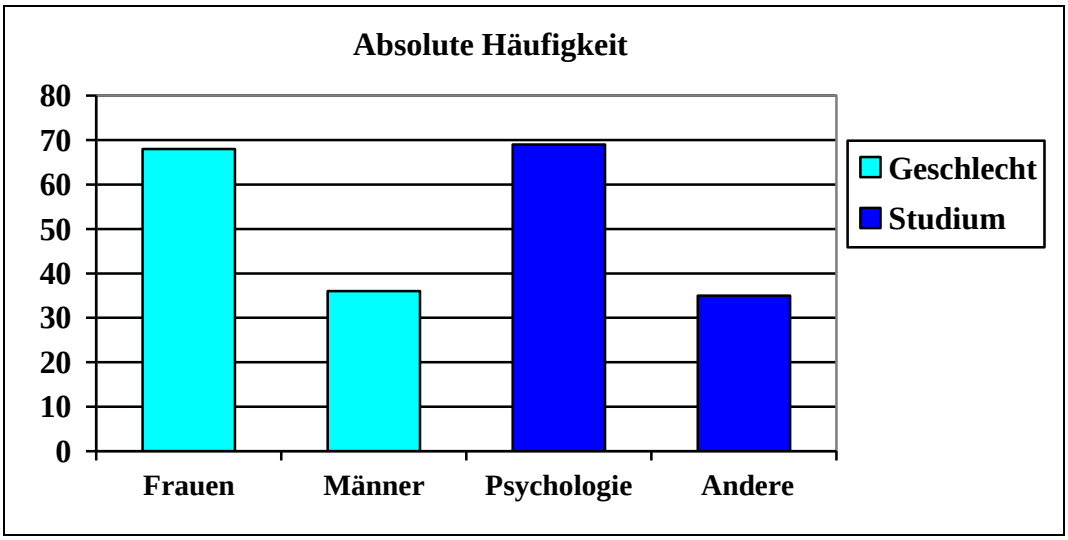

Abbildung 5: Absolute Häufigkeiten der Geschlechterverteilung & der Studienrichtung an der Gesamtstichprobe

Die Experimentalgruppe setzte sich aus insgesamt 78 Versuchspersonen im Durchschnittsalter von 24,9 Jahren zusammen, die randomisiert auf 3 Experimentalgruppen aufgeteilt wurden und eine Mindmachine-Sitzung erhielten. Die Untersuchung fand in einem Testlabor im Keller des psychologischen Instituts im A-Turm der Bismarckstr. 1 in 91054 Erlangen statt. Das Testlabor eignete sich idealerweise für konstante störfreie Testbedingungen. Somit konnten sämtliche Störreize ausgeschlossen werden, wie laute Geräusche, unangemeldetes Betreten durch Studenten oder Personal, starke Sonneneinstrahlung, zu kaltes oder zu warmes Klima ect. Der Raum war mit vier Tischen und fünf Stühlen sowie mit einer Couch ausgestattet und wurde in der Regel vom psychologischen Institut für Allgemeine 1 Psychologie, sowie für Zwecke des Psychologischen Experimentalpraktikums verwendet. Der Versuchsablauf wird unter Gliederungspunkt 4.3 näher erläutert.

Die Kontrollgruppe wurde an unterschiedlichen Orten in Form von Gruppentestungen erhoben. Der Ablauf glich jenem der Experimentalgruppe bis auf das Treatment. Hier wurde statt einer Mindmachine-Sitzung ein Prosatext zum Lesen und anschließendem Bearbeiten, in Form eines Aufsatzes, aufgetragen. Die Kontrollgruppe sollte in mehreren größeren Gruppentestungen bis zu 15 Personen untersucht werden. Sie setzte sich aus insgesamt 26 Studenten im Durchschnittsalter von 22 Jahren zusammen. Somit wurden 16 Versuchspersonen (Psychologiestudenten) in einem Seminarraum des Fakul-

tätsgebäudes der FAU im Zeitraum vom 20.10.08 bis 27.10.08 getestet. Weitere zehn Versuchspersonen (männliche Studenten aus technischen, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen) wurden am 13.08.08 in der christlichen Studentenverbindung Uttenruthia, in der Drausnickstr. 29, in 91052 Erlangen, untersucht. In den Räumlichkeiten des altertümlichen Verbindungsgebäudes stand ein Ruheraum mit Tischen und Stühlen zur Verfügung, der sich ebenfalls hervorragend zur Gruppentestung eignete.

Insgesamt wurden die Daten von zehn Probanden nicht in die Berechnungen der vorliegenden Arbeit einbezogen. Die Ausschlusskriterien für die statistischen Analysen jener zehn Probanden stützten sich auf unterschiedliche Gründe. Anhand der Testergebnisse im Bearbeiten des d2-Konzentrationstests zeigten sich bei zwei Personen sehr hohe Fehleranteile (F) bei einem hohen Gesamtzeichenanteil (GZ), worauf auf das Übersprungsyndrom (Ü-Syndrom) geschlossen werden konnte. Aber auch ganze Zeilen, die nicht bearbeitet wurden, fanden sich bei 2 anderen Personen. Der Ausschluss begründete sich hier anhand von instruktionswidrigem Verhalten. Auf eine Testwiederholung wurde in diesen Fällen verzichtet. Weitere zwei Probanden wurden ausgeschlossen, da sie schon mehrmals am d2-Test in früheren Untersuchungen teilnahmen und im Vor- und Nachtest volle Punktzahl bei einer sehr niedrigen Fehleranzahl erreichten, was auf massive Übungseffekte hindeutete. Eine Person hatte vor der Testung Kopfschmerzen, welche durch die audio-visuelle Stimulation der Mindmachine verstärkt wurde und somit die Bearbeitung des LGT3-Gedächtnis- und d2-Konzentrationsstests enorm behinderte. Eine weitere Person gab nach der Testung an, sie nehme Antidepressiva, obwohl sie vor der Testung eine Einverständniserklärung unterschrieb, nicht unter Einfluss von Medikamenten, Alkohol oder psychogenen Drogen zu stehen, und zwei Personen brachen die Mindmachine-Sitzung mittendrin ab, da sie die Lichtimpulse nicht vertrugen.

4.2 Das experimentelle Design

Die Versuchsanordnung gliederte sich in drei Versuchsgruppen, welche sich hinsichtlich der abhängigen Variablen einem Vortest und einem Nachtest unterzogen. Zwischen dem Vor- und dem Nachtest erfolgte in den Experimentalgruppen die Mindma-

chine-Sitzung und zwar jeweils ein Alpha- oder ein Betaprogramm. Die Kontrollgruppe hatte stattdessen einen Prosatext in Form einer Phantasiereise zu lesen und anschließend einen kleinen Aufsatz zu schreiben, welche das Placebo-Treatment darstellen sollte. Der Nachtest erfolgte in allen Gruppen mit den gleichen Verfahren wie im Vortest und war vom Ablauf her identisch. Die Probanden wurden randomisiert einer der Experimentalbedingungen zugeordnet, wobei die Kontrollgruppe separat erhoben wurde. Die folgende Tabelle 2 veranschaulicht grafisch den Versuchsplan der Gruppen, die als unabhängige Variablen (UV) in das Experiment eingingen.

Tabelle 2: Versuchsplan

1. Alpha-Gruppe:	Vortest → Alpha-Treatment 10 Hz	→ Nachtest
2. Beta-Gruppe:	Vortest → Beta-Treatment 13,5/18 Hz	→ Nachtest
4. Kontroll-Gruppe KG:	Vortest → Placebo-Treatment	→ Nachtest

Die Gesamtdauer des Experiments belief sich mit Instruktion und Vorbereiten der Materialen auf ca. 50 Minuten. Dabei nahm der erste Teil des Experiments, der die Einführung und den Vortest einschloss, ca. 15 Minuten ein. Die Mindmachine-Sitzung in der Experimentalgruppe sowie das Placebo-Treatment in der Kontrollgruppe dauerten ca. 25 Minuten. Der zweite Teil, der den Nachtest mit anschließendem Fragebogen einschloss, dauerte ca. zehn Minuten. Dennoch variierte die Dauer des Experiments um ca. fünf bis zehn Minuten und belief sich manchmal auf 60 Minuten, da einige Versuchspersonen häufiger Fragen stellten oder eine genauere Instruktion benötigten.

Als abhängige Variablen wurden die Differenzen aus dem Nach- und Vortest der reproduzierten Items des Subtest „Gegenstände“ aus dem LGT-3 Gedächtnistest, die Differenzen der GZ-F-Werte sowie der Fehlerwerte (F) und Fehlerprozentwerte (F%) aus dem Konzentrationstest d2-Test gemessen und in den Gruppen der unabhängigen Variablen (UV) verglichen. Des Weiteren wurden zusätzlich die Items aus dem Fragebogen zur Evaluation der Mindmachine-Sitzung als abhängige Variablen herangezogen. Somit wurden die Auswirkungen des Treatments auf die gemessene Gedächtnisleistung, auf die Konzentrationsleistung, den Fehleranteil und die Bewertung der Mindmachine-Sitzung aus dem Fragebogen untersucht.

4.3 Untersuchungsbeschreibung und Ablauf der Experimentalgruppe

Für einen Testdurchgang wurden normalerweise zwei bis vier Probanden gleichzeitig getestet. Nach Betreten des Testlabors wurden die Probanden aufgefordert an jeweils einem freien Arbeitstisch, auf dem die vorbereiteten Testbögen und ein Kugelschreiber bereitlagen, Platz zu nehmen. Daraufhin wurden die Probanden über den Ablauf und die Materialien des Experiments instruiert. Die Instruktion beinhaltete unter anderem eine Belehrung zur Anwendung und zu Risiken von Mindmachines. So mussten die Probanden nach der Instruktion in das Experiment eine Einverständniserklärung über die Belehrung von Mindmachines und zur Teilnahme am Experiment unterschreiben. Die Einverständniserklärung beinhaltete, dass der Proband über die Risiken von Mindmachines aufgeklärt sei, nicht an Epilepsie und/oder Herzschäden leide, keinen Herzschrittmacher trage und keine Drogen oder psychogenen Medikamente eingenommen habe (siehe Anhang A). Sollte sich ein Proband nicht damit einverstanden erklärt haben, so durfte er nicht teilnehmen.

Ebenso befand sich auf dem ersten Testbogen die Kopfzeile mit Angaben über das Alter, Geschlecht, Schulart, Datum und den Namen, was vom Probanden ausgefüllt werden musste. Statt dem eigentlichen Namen konnte auch ein Code eingetragen werden, der aus den ersten beiden Buchstaben des Vor- und Nachnamens bestand. Die Angabe der E-Mailadresse war freiwillig und nur für Probanden gedacht, die an den Ergebnissen der Studie interessiert waren und darüber informiert werden möchten. Nun startete das eigentliche Experiment, beginnend mit dem Vortest des Gegenständebogens des LGT3-Gedächtnistests. Dazu forderte der Versuchsleiter die Probanden auf Kommando auf, den Gedächtnisbogen mit der Form A des LGT3-Gedächtnistests aufzuklappen und sich die darauf abgebildeten Gegenstände einzuprägen (siehe Anhang C). Für das Lernen der 20 Gegenstände hatten die Probanden exakt eine Minute Zeit, die vom Versuchsleiter per Stoppuhr gestoppt wurde. Nach Ablauf der Minute erfolgte das Kommando „Stop, Blatt bitte umdrehen und aufschreiben“ und der Versuchsleiter sammelte anschließend den Gedächtnisbogen wieder ein, um nachträgliches Abschauen zu vermeiden, während die Probanden die gemerkten Items auf dem Antwortbogen in der Spalte „Gegenstände - Test 1“ in ihrem Auswertungsbogen notierten. Für den Abruf und das Aufschreiben der gemerkten Gegenstände hatten die Versuchsperson exakt

zwei Minuten Zeit, die ebenfalls vom Versuchsleiter gestoppt wurde. Nach Ablauf der zwei Minuten wurden die Versuchspersonen aufgefordert ihre Stifte wegzulegen und den Auswertungsbogen in der Hälfte umzuklappen, so dass für den Nachtest nur die leere Spalte der Form B des Gedächtnistests vorlag. Damit sollte eine Überschneidung beim Nachtest zu den Gedächtnisgegenständen des ersten Tests ausgeschlossen werden.

Anschließend folgte der d2-Konzentrationstest nach Brickenkamp (2002). Dazu mussten die Probanden den Bearbeitungsbogen für den d2-Konzentrationstest vornehmen und die Kopfzeile mit ihrem Namen oder mit dem oben beschriebenen Namenscode ausfüllen. Es folgte eine standardisierte Instruktion zur Bearbeitung des d2-Tests, die aus der Handanweisung des d2-Konzentrationstests (Brickenkamp, 2002) vom Versuchsleiter vorgelesen wurde. Als nächstes durften die Versuchspersonen die Übungszeile auf dem ersten Blatt des d2-Konzentrationstests bearbeiten (siehe Anhang E). Diese war nötig um sicherzustellen, dass die Instruktion von jedem verstanden wurde. Anschließend wurden die Übungsitems vom Versuchsleiter verglichen und es konnte mit dem eigentlichen d2-Konzentrationstest begonnen werden (siehe Anhang F). Die Probanden hatten nun 14 Zeilen mit jeweils 47 Items zu bearbeiten. Auf Kommando des Versuchsleiters begann nun die Bearbeitung der Items. Für jede Zeile standen exakt 20 Sekunden Bearbeitungszeit zur Verfügung, Nach Ablauf der 20 Sekunden erfolgte das Kommando „Halt! Nächste Zeile!“ und die Versuchspersonen fuhren mit der Bearbeitung der folgenden Zeile fort, bis alle 14 Zeilen bearbeitet worden waren. Nun war der erste Teil des Experiments, also der Vortest, abgeschlossen und es konnte zu der Mindmachine-Sitzung übergegangen werden.

Hierzu wurden die Luftmatratzen ausgelegt und die Mindmachines angeschlossen, je nach dem wie viele Versuchspersonen teilnahmen. Die Arbeitsplatzkapazitäten und die Gerätschaften reichten für maximal vier Versuchspersonen gleichzeitig. Den Versuchspersonen wurde aber vor der Sitzung nicht erzählt, welcher Bedingung sie zugeordnet wurden, um gewisse Erwartungshaltungen auszuschließen. Die Instruktion durch den Versuchsleiter lautete wie folgt:

„Bitte legt euch auf die Luftmatratzen und setzt die Lichtbrillen und die Kopfhörer auf. Nehmt eine bequeme Lage ein. Gleich schalte ich die Mindmachines an und ihr könnt noch individuell die Helligkeit und die Lautstärke regulieren, so dass die audiovisuelle Stimulation noch spürbar ist. Sollte jemand die Stimulation durch die Mindmachine gar nicht vertragen, darf er die Sitzung abbrechen und die restliche Zeit ruhig liegen bleiben, bis alle anderen fertig sind!“

Die Augen sollten während der Sitzung geschlossen sein, so dass die Versuchspersonen das Blinken durch die geschlossenen Augenlider wahrnehmen konnten sowie auch die im Gleichtakt induzierten monotonen Töne über die Kopfhörer hörbar sein sollten. Nachdem die Mindmachine-Sitzung bei allen Versuchspersonen gestartet wurde, ließ der Versuchsleiter die Stoppuhr genau 20 Minuten laufen, so lange wie die Sitzungen andauern sollten. Danach dimmte der Versuchsleiter das Licht im Raum runter und verließ das Testlabor für diese Zeitspanne von 20 Minuten, damit sich die Versuchspersonen ungestört fühlten und ganz auf die Mindmachine-Sitzung konzentrieren konnten. Nach genau 20 Minuten betrat der Versuchsleiter wieder das Testlabor und dimmte das Licht langsam wieder hoch. Die Versuchspersonen durften nun die Mindmachines ablegen und langsam wieder zu sich kommen, in dem sie sich strecken, räkeln und tief Luft holen sollten. Anschließend wurden die Versuchspersonen instruiert sich wieder an ihren Arbeitsplatz zu begeben. Nach einer kurzen Erholungsphase, in der die Luftmatratzen und die Mindmachines aufgeräumt wurden, konnte mit dem zweiten Teil des Experiments, also dem Nachtest, fortgefahren werden.

Der Nachtest gliederte sich vom Aufbau und Ablauf wie der erste Teil des Experiments. Es wurde wieder mit dem LGT3-Gedächtnistest begonnen, allerdings diesmal mit der Form B des Gedächtnisbogens (siehe Anhang D). Es galt also in einer Minute 20 neue Gegenstände der Form B des LGT3-Gedächtnistests zu lernen und anschließend die gemerkten Gegenstände in die dafür vorgesehene leere Spalte des Auswertungsbogens, einzutragen. Der Versuchsleiter stoppte wieder die Zeit und gab die nötigen Anweisungen wie im ersten Teil. Anschließend wurde nochmals der d2-Konzentrationstest durchgeführt, nur diesmal wurde die Übungszeile weggelassen, da davon ausgegangen werden konnte, dass die Probanden mit der Bearbeitung vertraut sein müssten.

Am Ende des Experiments sollten die Versuchspersonen einen Fragebogen ausfüllen, welcher fünf Items enthielt (siehe Anhang B). Der Fragebogen enthielt unter anderem eine sechsfach gestufte Skala über die Empfindung der audio-visuellen Stimulation mit der Mindmachine, Ja/Nein-Fragen zur Vorerfahrung mit Mindmachines und zur Beschreibung von Erfahrungen mit alternativen Entspannungsmethoden. Der Inhalt der Items und die Themen des Fragebogens wurden vom Versuchsleiter für das Experiment selbst zusammengestellt.

4.4 Material

Zur Testabnahme standen folgende Versuchsmaterialen zur Verfügung:

- 4 Luftmatratzen
- 4 Mindmachines DavidPal der Marke MindAlive mit dazugehörigen Kopfhörern und LED-Lichtbrillen (weiße LEDs)
- 1 Testbogen für die Experimentalgruppe mit Kopfzeile für Name, Alter, Geschlecht, E-Mail, Einverständniserklärung sowie 2 Spalten zur schriftlichen Wiedergabe der gemerkten Items aus dem LGT3-Gedächtnistest für Form A und B (Anhang A)
- 1 Gegenständebogen des LGT3-Gedächtnistests, Form A (Anhang C)
- 1 Gegenständebogen des LGT3-Gedächtnistests, Form B (Anhang D)
- 1 Fragebogen zur Evaluation der Mindmachine-Sitzung sowie der Erfahrung mit Mindmachines und alternativen Entspannungsverfahren (Anhang B)
- 1 Testbogen für die Kontrollgruppe, der bis auf die Einverständniserklärung mit dem der Experimentalgruppe identisch war (Anhang G)
- 1 Prosatext in Form einer Phantasiegeschichte für die Kontrollgruppe (Anhang H)
- jeweils 2 Testbögen für das Bearbeiten des d2 Konzentrationsleistungstest (Anhang E und F)
- Kugelschreiber zum Ausfüllen der Testbögen
- 1 Stoppuhr zur Zeitbegrenzung der Bearbeitungszeit für den LGT3-Gedächtnistest, den d2-Konzentrationstest und der Treatment-Sitzung
- Müsliriegel zur Belohnung und als Dankeschön für die Teilnahme am Experiment
- Bescheinigung für Versuchspersonenstunden (Anhang I)
- Teilnehmerliste als Aushang für die schwarzen Bretter und Pinnwände zur Gewinnung von Versuchspersonen (Anhang J)

4.4.1 d2-Konzentrationsleistungstest (Test d2)

Für die Messung von Aufmerksamkeit und Konzentration wurde der Test d2 (Brickenkamp, 2002) in der neunten überarbeiteten und neu normierten Auflage verwendet. Es handelt sich hierbei um einen Papier- und Bleistifttest, der einen allgemeinen Leistungstest darstellt und dessen Bearbeitung weitestgehend unabhängig von speziellen Fähigkeiten ist, wie beispielsweise von der Intelligenz. Vielmehr erfasst der Test d2 die allgemeine Aufmerksamkeit und Konzentration von Probanden innerhalb eines begrenzten Zeitrahmens sowie die Belastbarkeit unter Zeitdruck. Aufgabe des Probanden ist es bei diesem Durchstreich- und Reizdiskriminationstest, eine Unterscheidung ähnlicher visueller Stimuli vorzunehmen (Detail-Diskrimination). Der Test d2 fokussiert somit die visuelle Aufmerksamkeit, erlaubt jedoch insgesamt Aussagen über die Beschaffenheit individueller Kontrollfunktionen und die damit einhergehende Fähigkeit, Reize selektiv zu verarbeiten und verlangt somit eine auf externe visuelle Reize bezogene Konzentrationsleistung. Anwendung findet er nicht nur in der Berufs- und Laufbahnberatung, sondern auch in der klinischen, neurologischen oder pädagogischen Diagnostik und kann mit Jugendlichen und Erwachsenen von 9 bis 60 Jahren durchgeführt werden. Der Test ist als Einzel- oder Gruppenuntersuchung durchführbar, wobei die reine Testzeit bei vier Minuten und 40 Sekunden liegt, was für die vorliegende Untersuchung von der Effizienz und Durchführbarkeit von großem Vorteil ist.

Im Test d2 müssen 14 Zeilen bearbeitet werden, die aus jeweils 47 Zeichen bestehen. Dabei handelt es sich um die Buchstaben „d“ und „p“, die mit einer unterschiedlichen Anzahl von Strichen gekennzeichnet sind (mindestens einer, maximal vier). Während der Buchstabe „p“ niemals durchgestrichen werden soll (unabhängig von der Anzahl von Strichen), soll der Buchstabe „d“ immer dann durchgestrichen werden, wenn er mit zwei Strichen versehen ist (zwei oben, zwei unten oder oben und unten jeweils ein Strich), wobei die Versuchspersonen angewiesen werden, so schnell und sorgfältig wie möglich zu arbeiten. Ein „d“ mit mehr oder weniger als zwei Strichen darf dagegen nicht ausgewählt werden. Pro Zeile stehen einem Probanden zwanzig Sekunden Bearbeitungszeit zur Verfügung, die vom Versuchsleiter per Stoppuhr gestoppt wird. Nach jeder Zeile erfolgt der Aufruf vom Versuchsleiter „Halt! Nächste Zeile“ (die detaillierte Instruktion findet sich bei Brickenkamp, 2002, S. 15–17). Das Testprinzip ist in der folgenden Abbildung 6 dargestellt.

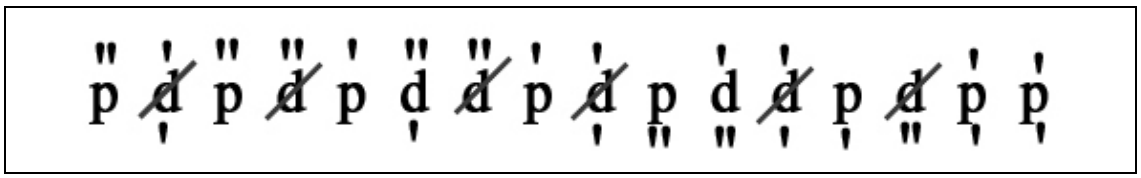

Abbildung 6: Testprinzip – Ausschnitt aus dem Testbogen d2 nach Brickenkamp (2002)

Der Test d2 ermöglicht die Ermittlung zahlreicher Werte. Die Gesamtzahl der bearbeiteten Zeichen (GZ) ergibt sich aus der Summe von Zielreizen und Distraktoren, die pro Zeile bis zum letzten durchgestrichenen Zeichen (richtig oder falsch) analysiert wurden. Die Summe der Fehler (F) besteht aus Fehlern vom Typ 1 (F1) und vom Typ 2 (F2). Als Fehler des Typs 1 (Auslassungsfehler) werden alle Zeichen gewertet, die innerhalb des bearbeiten Bereichs nicht angestrichen wurden, obwohl sie Zielreize darstellen. Fehler vom Typ 2 (Verwechslungsfehler) sind dagegen seltener und beziehen sich auf fälschlicherweise markierte Distraktoren. Der Fehlergesamtwert lässt sich darüber hinaus auch als Prozentwert darstellen (F%), indem der Quotient aus F und GZ gebildet und mit 100 multipliziert wird, und gilt als Maß für die allgemeine Bearbeitungssorgfalt.

Zudem lassen sich zwei Gesamtleistungswerte ermitteln. Die Differenz aus der Anzahl bearbeiteter Zeichen und der Summe der Fehler (GZ-F) und der Konzentrationsleistungswert (KL), der die Anzahl aller durchgestrichenen Zielreize abzüglich der Verwechslungsfehler darstellt. Die Korrelation zwischen den Werten GZ-F und KL ist nach Angaben der Test-Autoren in verschiedenen Studien allerdings ohnehin sehr hoch ausgefallen (r = .89 bis .95). Die Reliabilität des Tests d2 kann bezüglich dieses Maßes als hoch eingeschätzt werden, wobei die Split-Half-Reliabilität (korrigiert nach Spearman-Brown) unter Berufung auf verschiedene Untersuchungen mit $r$tt = .94 bis .96 angegeben wird.

Die interne Konsistenz (Cronbachs Alpha) wird für den KL-Wert mit α = .97 und für den GZ-F-Wert mit α = .98 angeführt. Für die übrigen Werte des Tests d2 lag die Halbierungsreliabilität in verschiedenen Studien zwischen $r$tt = .90 und $r$tt = .98 (jeweils Split-Half, korrigiert nach Spearman-Brown) und die interne Konsistenz zwischen α = .95 und α = .98. Die Stabilität wird für den KL-Wert lediglich für eine Untersuchung angegeben. Bei einem Intervall von drei Monaten lag die Retest-Reliabilität hier bei $r$tt = .84. Für die übrigen Werte des Tests d2 konnten je nach Stichprobe und Inter-

vall Stabilitäten zwischen *r*tt = .59 und *r*tt = .92 ermittelt werden, wobei ein Großteil der Untersuchungen Werte über .75 lieferte. Zur Überprüfung der Konstruktvalidität wurden zahlreiche Studien durchgeführt, die überwiegend moderate bis mittlere Zusammenhänge der d2-Testwerte mit konstruktkonvergenten Variablen ermittelten. Für den Konzentrationsleistungswert werden beispielsweise hochsignifikante Zusammenhänge mit Aufmerksamkeitsmaßen anderer Verfahren zwischen r = -.33 (Fehlerwerte) und r = .47 berichtet. Der zuletzt genannte höchste Wert bezieht sich dabei auf den Zusammenhang mit dem *Symbol Digit Modalities Test*, der dem Zahlen-Symbol-Test aus dem Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene ähnelt.

Zur Objektivität ist zu konstatieren, dass standardisierte Instruktionen, eine schablonisierte Auswertung, Normentabellen und eine grafische Veranschaulichung die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretations-Objektivität gut absichern (Oehlschlägel, J. & Moosbrugger, H., 1990, 1991).

Die Rohwerte des Aufmerksamkeits-Belastungs-Tests lassen sich auch in Standardwerten ausdrücken, die einen Mittelwert von 100 und eine Standardabweichung von 10 haben. Für die vorliegende Untersuchung wurden Probanden an der ihrem Alter entsprechenden Eichstichprobe normiert (17 bis 19 Jahre, N = 409; 20 bis 39 Jahre, N = 731; 40 bis 60 Jahre, N = 293). Da sich die Fehlerwerte des Tests d2 nicht normal verteilen, wurden diese für sämtliche Probanden zusätzlich anhand der Eichstichprobe der 20– bis 39-jährigen in Standardwerte übertragen (auch für Probanden, die nicht innerhalb dieses Altersbereichs lagen). Auf diese Weise wurde die Anwendung parametrischer Verfahren auch für Analysen mit den Fehlerwerten gewährleistet.

Für die vorliegende Untersuchung wurde auf die Überführung der Rohwerte in Standardwerte und Prozentwerte verzichtet. Als abhängige Variablen wurden jeweils die Differenzen der Rohwerte (zwischen dem Nachtest und dem Vortest) aus den GZ-F-Werten, F-Werten und F%-Werten gebildet und für die statistischen Analysen in Betracht gezogen. Da der Test als sehr ökonomischer, den Versuchspersonen zumutbarer, zeitstabiler und für sehr viele Fragestellungen valider Konzentrationstest gilt, der vor allem kurzfristige Aufmerksamkeit und Konzentration erfasst (Amelang, 1997), wurde er für die vorliegende Untersuchung favorisiert.

4.4.2 Der LGT-3 Gedächtnistest nach Bäumler

Zur Erfassung von Aspekten der Lernfähigkeit und des Gedächtnisses wurde der Subtest *„Gegenstände“* aus dem Lern- und Gedächtnistest LGT-3 von Bäumler (1974) in der ersten normierten Auflage verwendet. Er prüft die Fähigkeit figurale Informationen rasch aufzunehmen und über einen gewissen Zeitraum zu behalten (Schuri, 1993). Somit stellt er weitestgehend einen Lern-, Behaltens- und Reproduktionstest dar und dient der Erfassung der Merkfähigkeit sowie der Feststellung eines allgemeinen Gedächtnisquotienten. Er ist als Einzel- oder Gruppentest durchführbar und wurde an einer entsprechenden Eichstichprobe (N = 1.150) im Alter von 16–35 Jahren (Gymnasiasten, Abiturienten, Studenten) normiert.

Der LGT-3 ist ein aus sechs Subtests bestehender Papier- und Bleistifttest, in dem das Erlernen und Behalten von figuralem, verbalem und numerischem Material gemessen wird. Die Subtests bestehen wie folgt aus den Tests: *„Stadtplan“, „Türkisch“, „Gegenstände“, „Telefonnummern“, „Bau“* und *„ Firmenzeichen“* und liegen in zwei Parallelformen (Form A und B) vor. Die theoretische Grundlage des LGT-3s bildet die Mehrfach-Speicher-Theorie des Gedächtnisses, die verschiedene Ansätze zum Ikonischen Gedächtnis, Präsenzgedächtnis, intermediäre bzw. Rezenzgedächtnis und Permanenzgedächtnis (LZS) vereinigt (genaue Anmerkungen finden sich bei Bäumler in der Handanweisung, 1974, S. 8–14).

Das Verfahren ist zur Unterteilung der Subtests in eine Lernphase, in der das Lernmaterial paarweise-assoziativ (Vokabeln), serial-elementenhaft (Gegenstände) und ganzheitlich-strukturell (Stadtplan) dargeboten wird, und in eine Reproduktionsphase (Methode der freien Reproduktion und Methode des Wiedererkennens), gegliedert. Die Aufgabenstruktur eines Subtests ist durch seine jeweilige Kombination von Reizbedingung, Lernbedingung und Wiedergabebedingung gekennzeichnet.

Die Objektivität des LGT-3 ist bei mittleren Korrelationen zwischen drei Auswertern je nach Subtest und für Form A und B zwischen r = .95 und .98 als hoch einzustufen. Standardisierte Instruktionen, eine schablonisierte Auswertung und Normentabellen lassen nur wenig Spielraum für subjektiven Einfluss und sichern die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretations-Objektivität gut ab. Bezüglich der Reliabilität ist zu konstatieren, dass die Split-Half-Reliabilität je nach Subtest zwischen $r$tt = .57 und .78 als problematisch einzustufen ist, da die Subtests oft zu wenig Items enthalten und die

Zahl der bearbeiteten Items noch niedriger ausfällt. Auch die Retest-Reliabilitäten zwischen *r*tt = .65 und .77 sind als problematisch einzustufen, da bei Testwiederholung leicht die obere Leistungsgrenze erreicht wird und so die Streuung der Messwerte vermindert wird. Die Paralleltestreliabilitäten betragen speziell für den Subtest „Gegenstände“ *r*tt = .58 und für die übrigen Subtests zwischen *r*tt = .51 bis .69. Die Korrelationen in Anlehnung an die Behaltensstabilität zwischen einer ersten und einer späteren Abfrage, ohne erneute Stoffdarbietung, sind mittel bis hoch einzuschätzen (nach 1–2 Wochen *r*tt = .89 und nach 3–4 Wochen *r*tt = .71), wobei der Subtest „Gegenstände“ mit *r*tt = .71 und die übrigen Subtests zwischen .62 und .78 angegeben werden. Der LGT-3 ist nach Angaben der Test-Autoren, mit einer Durchführungsdauer von ca. 40 Minuten und mit einer Einzelauswertungsdauer je Proband mit 5 Minuten, als ökonomischer Leistungstest einzustufen (Bäumler, 1974, Handanweisung).

Für die vorliegende Untersuchung wurde nur der Subtest *„Gegenstände“* ausgewählt, welcher in beiden Formen (A und B) jeweils im Vor- und Nachtest des Treatments Anwendung fand. Der Gegenständebogen (Form A und B) enthielt 20 unterschiedliche Gegenstände, die zur direkten anschaulichen Orientierung abgebildet waren. Die Versuchspersonen wurden nach standardisierter Instruktion angewiesen, sich die gezeichneten Gegenstände einzuprägen, wobei es nicht auf Einzelheiten oder auf die Reihenfolge ankam. Für das Merken der Gegenstände wurde genau eine Minute beansprucht, die vom Versuchsleiter gestoppt wurde. Anschließend erfolgte die Anweisung den Gegenständebogen umzuklappen und mit dem Aufschreiben der frei reproduzierten Gegenstände zu beginnen, wofür zwei Minuten zur Verfügung standen.

4.4.3 DavidPal-Mentalsystem – Mindmachine

Für das Alpha-Treatment der Gruppe A1 wurde die Mindmachine DavidPal-Mentalsystem der Marke MindAlive eingesetzt. Zur Testung dieser Gruppe standen vier gleichartige Systeme zur Verfügung, welche jeweils mit einem Kopfhörer und einer LED-Lichtbrille ausgestattet waren und mit einer 9-Volt Batterie betrieben wurden. Das System ist in der folgenden Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 7: Mindmachine DavidPal-Mentalsystem, entnommen der URL: http://www.mind-machines.de/images/davidpal2.jpg [23.10.08]

Die Mindmachine DavidPal ist ein klinisch getestetes und physiologisch fundiertes Mentalsystem und wurde von Herstellerseite speziell für die vorliegende Untersuchung mit den beiden Programmen A1 (Alpha-Treatment) und A2 (Beta-Treatment) bestückt. Nach Angaben des Herstellers steht es für eine herausragende technische Qualität und wurde aus über 25 Jahren Grundlagen- und Anwenderforschung hinsichtlich des Wirkprinzips der audio-visuellen Stimulation und eines nachhaltigen „Brain Entrainments“ an zahlreichen Studien evaluiert (Siever, 2000, 2002, 2003). Die audio-visuelle Stimulation mit der DavidPal zeichnet sich durch weiche, isochronische Stimulationsimpulse (Siever, 1995) aus und sollte im Sitzen oder im Liegen mit geschlossenen Augen gehalten werden. Eine Besonderheit ist die TruVu-OmniScreen-Brille, die mittels peripherer Seiteneinstrahlung und Diffussorscheibe für maximale Lichtverteilung sorgt und auch mit geöffneten Augen benutzt werden kann. Die Lichtintensität und Lautstärke können per Knopfdruck je nach Belieben eingestellt werden.

Für das Programm A1 wurde eine Frequenz von 10 Hz für die Dauer von 20 Minuten gewählt um den Alpha-Rhythmus der Gehirnwellen zu fördern. Bisher vorliegende Studien belegten, dass sich eine 10-Hz-Alpha-Frequenz besonders förderlich auf Enkodierungs- und Gedächtnisleistungen auswirkt (Landeck 1996a, 1996b; Dieterich 1997).

Für das Programm A2 wurde ein spezielles Stimulationsprogramm zur Förderung der Konzentration und Aufmerksamkeit (Siever, 2002), in Anlehnung an die Neurofeedback-Methode von Othmer et al. (1991, 1994, 1997) und eine verbesserte Varian-

te der Neurofeedback-Methode von Lubar et al. (1984, 1989, 1991) gewählt. Hierbei wurde eine Frequenz linksseitig von 13,5 Hz und rechtsseitig von 18 Hz für die Dauer von 20 Minuten induziert. Die Wahl dieser speziellen Stimulationsfrequenzen basierte dabei auf Erkenntnissen aus vorhergehender Forschung zur Steigerung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit in Zusammenhang mit geeigneten Stimulationsfrequenzen (Budzynski & Tang, 1998; Lubar, 1998; Budzynski et al., 1999; Frederick et al., 1999; Joyce & Siever, 2000).

Nach Ablauf der 20-minütigen Sitzung klingt das Programm mit einer sogenannten Soft-off-Phase, einem sanften Ausblenden der Sitzung und angenehmen Übergang in das Alltagsbewusstsein, aus (Glickson, 1986). Genauere Informationen finden sich in der Bedienungsanleitung sowie in dem entsprechenden Manuskript (in Vorb.) vom Vertreiber der DavidPal-Mindmachine (Nagel, 2005), die unter anderem unter den Internetadressen www.mind-machines.de und www.mind-shop.de [01.09.08] verfügbar sind.

4.4.4 Fragebogen zur Evaluation der Mindmachine-Sitzung

Im Anschluss an den Nachtest des Experiments wurden die Versuchspersonen der Experimentalgruppe aufgefordert auf der Rückseite des Testbogens Fragen zur Mindmachine-Sitzung und zu alternativen Entspannungsmethoden zu beantworten (siehe Anhang B). Der Fragebogen wurde vom Versuchsleiter eigens zusammengestellt. In der ersten Frage sollte das subjektive Empfinden der Mindmachine-Sitzung erfasst werden. Zur Beantwortung dieser Frage stand eine sechsstufige Antwortskala zur Verfügung, die von eins (*eher unangenehm*) bis sechs (*eher angenehm*) reichte und wie folgt beschrieben wurde: *„1. Wie haben Sie die audio-visuelle Stimulation mit der Mindmachine empfunden? (auf einer Skala von 1 bis 6).“* Durchschnittlich wurde die Stimulation mit der Mindmachine in den Experimentalgruppen insgesamt mit 3.71 (SD = 1.30) empfunden, also tendenziell angenehm.

Die zweite Frage sollte Aufschluss darüber geben, ob die Versuchsperson eine ähnliche Sitzung mit einer Mindmachine wiederholen würde und lautete: *„2. Würden Sie eine ähnliche Sitzung mit einer Mindmachine wiederholen wollen?“* (*Ja/Nein*-Antwort). Hiermit sollte geprüft werden, ob ein positiver Zusammenhang zur subjekti-

ven Empfindung der Mindmachine-Sitzung (1. Frage) besteht und man diese durch eine vorrausgestellte Frage nach einer Wiederholung absichern sollte. Ferner soll damit untersucht werden, wie die Akzeptanz und Bereitschaft, an einer Mindmachine-Sitzung teilzunehmen von den Versuchspersonen bewertet wird.

In der dritten Frage solle festgestellt werden, ob frühere Erfahrungen mit Mindmachines oder audio-visueller Stimulation gemacht wurden und diese eine Auswirkung auf das Treatment haben könnten (*Ja/Nein*-Antwort). Die Frage lautete wie folgt: *„3. Hatten Sie vorher schon Erfahrungen mit ähnlichen Mindmachines und audio-visueller Stimulation?.“*

Die vierte und fünfte Frage sollen Aufschluss darüber geben, ob Erfahrungen mit herkömmlichen alternativen Entspannungstechniken gemacht und wie oft diese praktiziert wurden. Bei Bejahung der vierten Frage konnten diese in einer dafür vorgesehenen Zeile aufgeführt werden und bei der fünften Frage die Häufigkeit oder Regelmäßigkeit dieser beschrieben werden. Die Fragen lauteten wie folgt: *„4. Hatten Sie bisher schon Erfahrungen mit Entspannungstechniken wie Autogenem Training, Meditation, Entspannungs-Yoga, Progressive Muskelentspannung, spezielle Meditations-CDs, Hypnose, spezielle Atemübungen, Fantasiereisen ect.? Wenn ja, welche? 5. Wie oft haben Sie diese Entspannungstechniken bisher praktiziert?“* Aus den Antworten beider Fragen wurde für die statistischen Analysen eine Variable erstellt. Falls die Versuchsperson die vierte Frage mit *Ja* beantwortete und entsprechende Entspannungstechniken aufführte, diese aber nur einmal oder vereinzelt ausführte, so wurde die Variable mit „*Nein*“ (0) bewertet, was also keinen Erfahrungen mit Entspannungstechniken entsprach. Andernfalls wurde die Variable mit „*Ja*“ (1) bewertet, wenn durch die Aussage der Versuchspersonen eine gewisse Regelmäßigkeit und Häufigkeit in der Anwendung der angeführten Entspannungstechniken deutlich wurde. Hieraus leitete sich ab, dass 47 Versuchspersonen keine Erfahrung und 31 Versuchspersonen Erfahrung mit alternativen Entspannungstechniken aufwiesen. Die Bewertung für die statistischen Analysen, ob vor der Untersuchung Erfahrungen mit alternativen Entspannungstechniken gemacht wurden, wurde im eigenen Ermessen des Versuchsleiters anhand der Antworten aus Frage vier und fünf bestimmt. Diese gewissen Vorerfahrungen wirkten sich ebenfalls nicht auf das Gesamtergebnis aus (*n.s.*). Eine Differenzierung und Analyse der aufgeführten Entspannungstechniken wurde aufgrund der subjektiven Einschätzung und geringen Aussagekraft nicht vorgenommen.

4.5 Statistisches Vorgehen

Die Auswertungen und statistischen Analysen der vorliegenden Untersuchung wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 14 für Windows durchgeführt.

Die abhängigen Variablen, hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung, wiesen Intervallskalenniveau auf. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte neben dem augenscheinlichen Betrachten der grafischen Verteilungsverläufe der Histogramme und der Kurtosis, mittels Shapiro-Wilk-Test, der nach Janssen und Laatz (2003) für Stichprobengrößen kleiner 50 als besonders geeignet erscheint. Die Überprüfung der Varianzhomogenität erfolgte mittels F-Test nach Levené (vgl. Bortz, 1999).

Da jedoch eine Normalverteilung nicht für alle Stichprobenwerte gegeben war, wurde trotz partieller Voraussetzungsverletzung eine univariate Varianzanalyse nach dem allgemeinen linearen Modell und *t*-Tests zur Überprüfung von Mittelwertsunterschieden auf Intervallskalenniveau zwischen den Treatment-Gruppen durchgeführt. Dies wurde dahingehend begründet, da Varianzanalysen und *t*-Tests gegenüber einfachen Voraussetzungsverletzungen nach Bortz, Lienert & Boehnke (2000) relativ robust sind und gegenüber ihren nonparametrischen Pendants höhere Teststärken aufweisen (Bortz, 1999).

Zusätzlich wurden zur Absicherung der Ergebnisse der Varianzanalyse, bei der Verletzung von mehr als einer Voraussetzung (Varianzgleichheit, Normalverteilung), der nonparametrische H-Test nach Kruskal und Wallis sowie der U-Test nach Mann-Whitney durchgeführt. Bei einer Übereinstimmung der Signifikanzen wurde dabei das Ergebnis der Varianzanalyse favorisiert. Wobei im gegenteiligen Fall auf das Ergebnis des nonparametrischen Tests zurückgegriffen wurde. Als Post-hoc-Test wurden der Scheffé-Test bei Varianzhomogenität, ansonsten der Tamhané-Test bei gleichgroßen und der Games-Howell-Test bei ungleichgroßen Stichprobengrößen gewählt. Alle Testungen erfolgten bei einem festgelegten Signifikanzniveau von $p = .05$. Allerdings wurde eine Alpha- Fehlerwahrscheinlichkeit bis zu 10 % als Tendenz gedeutet und aufgeführt.

Hinsichtlich der Variablen aus dem Fragebogen wurden korrelative Zusammenhänge auf feinanalytischer Ebene auf Grund des vorzufindenden ordinalen und nominalen Skalenniveaus mit Spearmans` Rho und dem *Chi*- Quadrat Test berechnet und die Signifikanzen geprüft (vgl. Bortz, 1999; Cohen et al., 2003).

Aufgrund der geringen Stichprobengrößen in der vorliegenden Untersuchung sind kaum signifikante Effekte zu erwarten, die tatsächlich auf Treatment-spezifisch bedingte Veränderungen geschlossen werden könnten. Deshalb wurden ergänzend zu den statistischen Signifikanztests für die Veränderungen der einzelnen Variablen in den Treatment-Gruppen Effektstärken nach Cohen (1988) berechnet, welche trotz des geringen Stichprobenumfangs auf die Größe eines Effekts schließen lassen. Wobei nach Cohen (1992) ein Koeffizient von d = .20 einen kleinen Effekt, d = .50 einen moderateren und d = .80 einen großen Effekt darstellt. Dies erwies sich als angemessen, da nur die Betrachtung der statistischen Signifikanz alleine nicht ausreicht und mit wachsendem Stichprobenumfang die Wahrscheinlichkeit ansteigt, auch schon bei relativ geringen Effekten ein statistisch bedeutsames Ergebnis zu erzielen (vgl. auch Cohen, 1988, 1992; Bortz & Döring, 1995).

Zur Berechnung der Effektstärke wurde das Programm GPOWER von Faul, Erdfelder & Buchner (1992, 2007) verwendet, womit schnell und zuverlässig Effektstärkeanalysen durchgeführt werden können. Der Korrelationskoeffizient (r) wird ebenfalls als Maß verwendet um Effektstärke auszudrücken (Thompson 1996). Für den Zusammenhang zwischen einem dichotomen Merkmal (z.B. Geschlecht oder Studium, wie in dieser Untersuchung) und einem intervallskalierten Merkmal (z.B. Gedächtnis- oder Konzentrationsleistung) wird der Korrelationskoeffizient nach Pearson berichtet. Wobei der Korrelationskoeffizient (r) von -1.0 bis +1.0 variieren kann. Bei +1.0 liegt eine maximal positive, bei -1.0 eine maximal negative und bei 0 keine Effektstärke vor. Die Effektstärken für den U-Test wurden zusätzlich mit dem punktbiseralen Korrelationskoeffizienten (r_{pb}) berechnet (vgl. Cooper & Hedges, 1994).

5 Ergebnisse

Die Darstellungen der Ergebnisse orientieren sich eng an den Fragestellungen und den Hypothesen der Arbeit. Daher werden zunächst die Ergebnisse der Teilanalysen und der Fragestellungen aufgeführt. Vorab soll festgestellt werden, ob Einflussfaktoren, wie z.B. das Studienfach der Versuchspersonen, das Geschlecht, gewisse Vorerfahrungen mit Mindmachines und audio-visueller Stimulation oder die subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung, einen Einfluss auf das Treatment haben könnten und im Rahmen weiterer statistischen Analysen berücksichtigt werden müssen. Im Anschluss an die Teilanalysen und Fragestellungen wird auf die Hypothesen eingegangen.

5.1 Teilanalysen

5.1.1 Einfluss der Studienfachrichtung auf das Treatment

Zu Beginn wurde untersucht, ob die Studienfachrichtung (Psychologiestudium vs. anderes Studium Einfluss auf die Ergebnisse haben könnte. Dazu ist vorweg zu erwähnen, dass sich die Stichprobe aus einem erheblichen Teil an Psychologiestudenten (n = 69) zusammensetzt, den anderen Anteil an der Stichprobe nahmen Studenten anderer Fachrichtungen ein (n = 35). Zunächst soll mittels eines t-Tests geprüft werden, ob sich die Psychologiestudenten von anderen Studenten hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung unterscheiden. Dabei zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Konzentrationsleistung (*GZ-F*), bezogen auf die durchschnittlichen Differenzen des Vor- und Nachtests, t (1, 102) = -2.96, $p < .05$, d = .60. Somit zeigte sich bei Studenten anderer Fachrichtungen eine signifikante Verbesserung in der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) zwischen dem Vor- und Nachtest. Während sich Psychologiestudenten im Vergleich zu Studenten anderer Fachrichtungen weniger stark verbesserten. Die exakten statistischen Kennwerte sind in Tabelle 3 aufgeführt. Bezüglich der Gedächtnisleistung (*Gegenstände*) wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt, t (1, 102) = .60, $p > .05$ (*n.s.*).

Weiterhin wurde geprüft, ob die Fachrichtung (Psychologiestudium vs. anderes Studium) als nominalskalierte unabhängige Variable mit den intervallskalierten abhän-

gigen Variablen (*Differenz_Gedächtnistest, Differenz_GZ-F*) korreliert und gegebenenfalls bei der Interpretation der Ergebnisse in Betracht gezogen werden muss. Dabei wurde festgestellt, dass die Fachrichtung des Studiums mit der abhängigen Variablen Gedächtnisleistung nicht korreliert, $r = .04$, $p = .33$, *n.s.*, und somit kein bedeutsamer Unterschied zwischen Psychologiestudenten und Studenten anderer Fachrichtungen besteht. Psychologiestudenten unterschieden sich somit nicht von anderen Studenten in der Gedächtnisleistung (*Gegenstände*).

Allerdings zeigte sich ein statistisch bedeutsamer mittlerer Zusammenhang hinsichtlich der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) zwischen den beiden Gruppen, $r = .28$, $p = .002$. Daraus ist zu entnehmen, dass die Fachrichtung des Studiums ein guter Prädiktor bezüglich der untersuchten Konzentrationsleistung zu sein scheint.

Jedoch wurde der Einfluss der Fachrichtung in Hinblick auf die Hypothesen nicht weiter untersucht, sondern hinsichtlich der Interpretation und kritischen Betrachtungsweise der Ergebnisse mit einbezogen. Dies schien damit begründet, dass durch die in der vorliegenden Arbeit vorherrschenden Stichprobencharakteristika eine geringe Stichprobengröße vorlag. Außerdem würde die damit stark unterschiedliche Verteilung des Merkmals „Studienfachrichtung“ über die Treatment-Gruppen hinweg, die geforderten Voraussetzungen der Normalverteilung und Varianzhomogenität für die Durchführung einer Kovarianzanalyse deutlich verletzen und die Resultate würden somit zu nichtinterpretierbaren Ergebnissen führen.

Tabelle 3: Statistische Kennwerte der abhängigen Variablen getrennt nach Studienfachrichtung, verglichen über alle Gruppen hinweg

AV	**Studium**			
	Psychologie (n = 69)		Andere Fachrichtungen (n = 35)	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Gedächtnisleistung	1.16	2.45	1.37	1.94
Konzentrationsleistung	60.07	23.16	75.00	26.56

5.1.2 Einfluss von Vorerfahrungen mit Mindmachines

Von weiterem Interesse war, ob gewisse Vorerfahrungen mit Mindmachines und audio-visueller Stimulation einen Einfluss auf das Treatment haben könnten und hinsichtlich der Fragestellung berücksichtigt werden müssten. Hierbei antworteten auf die dritte Frage des Fragebogens (*„3. Hatten Sie vorher schon Erfahrungen mit ähnlichen Mindmachines und audio-visueller Stimulation?“*) 71 Versuchspersonen mit *Nein* und nur 7 mit *Ja*, was sich aber hinsichtlich der abhängigen Variablen, Gedächtnisleistung (*Gegenstände*), $r = .009$, $p = .47$, *n.s.*, und Konzentrationsleistung (*GZ-F*), $r = -.064$, $p = .29$, *n.s.*, als unbedeutend erwies. Der Einfluss der sieben „Mindmachine erfahrenen“ Versuchspersonen, die Vorerfahrungen mit Mindmachines hatten und somit einen Vorteil im audio-visuellen Entrainment haben könnten im Vergleich zu den Versuchspersonen, die das erste Mal an einer Mindmachine-Sitzung teilnahmen, war somit statistisch unbedeutend und wirkte sich nicht auf das Gesamtergebnis aus.

5.1.3 Subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung

Als Nächstes soll geprüft werden, ob die subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung auf der Angenehm-Skala aus der 1. Frage im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung in der Mindmachine-Gruppe steht. Auch hier zeigten sich keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge [Gedächtnisleistung mit r_{SP} (1, n = 78) = .12 und Konzentrationsleistung mit r_{SP} (1, n = 78) = .04, *n.s.*].

Dennoch bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang, r_{SP} (1, n = 78) = .44, $p < .01$, zwischen der subjektiven Empfindung auf der sechsstufigen Skala aus der ersten Frage (*„1. Wie haben Sie die audio-visuelle Stimulation mit der Mindmachine empfunden? (auf einer Skala von 1 bis 6)“*) und der Wiederholungsfrage, an einer ähnlichen audio-visuellen Mindmachine-Sitzung teilzunehmen, aus der zweiten Frage (*„2. Würden Sie eine ähnliche Sitzung mit einer Mindmachine wiederholen wollen?“*). Die beiden Items (*Frage 1* und *Frage 2*) korrelierten nach Spearman´s Rho mit einem mittleren Zusammenhang (r_{SP} = .44). Dieser mittlere positive Zusammenhang zeigte sich auch in allen den Experimentalgruppen zwischen $r = .40$ und $r = .44$.

Somit kann darauf geschlossen werden, dass Personen, welche die Mindmachine-Sitzung tendenziell angenehm empfanden, auch die Frage nach einer Wiederholung signifikant häufiger ($p < .001$) mit *Ja* beantworteten. Die zweite Frage wurde von 64 Versuchspersonen bejaht und von 14 verneint. Versuchspersonen, die eine Mindmachine-Sitzung tendenziell angenehm empfanden, wären auch bereit an einer wiederholten Sitzung mit Mindmachines teilzunehmen. Eine gewisse Akzeptanz und Bereitschaft der Versuchspersonen an einer Mindmachine-Sitzung ist somit als hoch zu bewerten.

Auf varianzanalytischem Wege wurde untersucht, ob sich die Mindmachine-Sitzungen hinsichtlich der subjektiven Empfindung unterscheiden, was aber keine statistisch bedeutsamen Unterschiede ergab, $p > .05$, korrigiertes Modell, *n.s.*

5.2 Fragestellungen

5.2.1 Unterschiede in der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe

Als Nächstes soll die Fragestellung geklärt werden, ob sich generell die Gruppe, die eine audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine erhielt, von der Kontroll-Gruppe mit einem Placebo-Treatment unterscheidet. Hierzu wurden die Mindmachine-Gruppen zu einer zusammengefasst und mit der Kontroll-Gruppe hinsichtlich der abhängigen Variablen (*Differenz_Gedächtnistest, Differenz_GZ-F*) verglichen. Trotz zufälliger Zuordnung der Versuchspersonen auf die unterschiedlichen Treatment-Bedingungen waren die durchschnittlichen Mittelwertdifferenzen der abhängigen Variablen (*Differenz_Gedächtnistest, Differenz_GZ-F*) bezüglich der beiden Bedingungen (Mindmachine-Gruppe vs. Kontrollgruppe) hochsignifikant unterschiedlich. Die Mindmachine-Gruppe erzielte durchschnittlich höhere Werte nach der audio-visuellen Stimulation mit der Mindmachine hinsichtlich der Konzentrationsleistung, t (1, 102) = 4.02, $p < .001$, $d = .94$ und reproduzierte durchschnittlich mehr Items im Gedächtnistest, t (1, 102) = 3.44, $p = .001$, $d = .79$ als die Kontrollgruppe, die ein Placebo-Treatment erhielt, wie Tabelle 4 veranschaulicht.

Tabelle 4: Durchschnittliche Vor- & Nachtestdifferenzen verglichen zwischen den Gruppen, die eine AVS mit einer Mindmachine erhielten & der Kontrollgruppe ohne AVS

Treatment	**AV**			
	Gedächtnisleistung		Konzentrationsleistung	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Mindmachine-Gruppe (*n* = 78)	1.65	2.21	70.46	24.18
Kontrollgruppe (*n* = 26)	-.04	2.03	49.00	21.55

5.2.2 Einfluss des Geschlechts auf das Treatment

Des Weiteren soll untersucht werden, ob männliche und weibliche Versuchspersonen unterschiedlich auf das Treatment ansprechen und die audio-visuelle Stimulation durch die Mindmachine zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung führt.

Es soll geprüft werden, ob das Geschlecht über alle Gruppen hinweg einen Einfluss auf das Treatment bezüglich der abhängigen Variablen (Gedächtnis- und Konzentrationsleistung) haben könnte. Dazu wurden insgesamt 36 männliche und 68 weibliche Versuchspersonen mittels *t*-Test hinsichtlich ihrer durchschnittlichen Differenzen im d2- und LGT-3-Test verglichen (*Differenz_Gedächtnistest, Differenz_GZ-F*). Es ergaben sich weder im Gedächtnistest, t (1, 102) = .60, p = .55, *n.s.*, d = .12, noch im Konzentrationstest (GZ-F-Werte), t (1, 102) = .07, p = .95, *n.s.*, d = .01, statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Geschlechtern, wie in Tabelle 5 dargestellt ist.

Weiterhin wurde geprüft, ob das Geschlecht als nominalskalierte unabhängige Variable mit den intervallskalierten abhängigen Variablen (*Differenz_Gedächtnistest, Differenz_GZ-F*) korreliert und gegebenenfalls als Kontrollvariable für weitere statistische Verfahren in Betracht gezogen werden muss. Jedoch wurde festgestellt, dass weder das Geschlecht mit der abhängigen Variablen Gedächtnisleistung, r = .06, p = .27, *n.s.*, noch mit der Variablen Konzentrationsleistung (*GZ-F*), r = .007, p = .47, *n.s.*, korreliert. Somit zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und

weiblichen Versuchspersonen. Außerdem kann konstatiert werden, dass das Geschlecht kein bedeutsamer Prädiktor für die untersuchten abhängigen Variablen ist.

Tabelle 5: Statistische Kennwerte der abhängigen Variablen getrennt nach Geschlecht (verglichen über alle Gruppen hinweg)

AV	**Geschlecht**			
	Männlich (n = 36)		Weiblich (n = 68)	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Gedächtnisleistung	1.42	2.57	1.13	2.13
Konzentrationsleistung	65.33	24.19	64.97	25.95

5.2.3 Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren

In folgender Fragestellung soll untersucht werden, ob Versuchspersonen, die gewisse Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren gemacht haben, besser abschneiden hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung als unerfahrene. Insbesondere wurden für die statistischen Analysen die Mindmachine-Gruppen untersucht, da nur hier der Fragebogen (*4. und 5. Frage*) zur Verfügung stand. In der Variablenansicht des Auswertungsprogramms SPSS wurden die Mindmachine-Gruppen zusammengefasst und auf zwei Gruppen aufgeteilt, in „erfahrene“ und „unerfahrene“ Versuchspersonen (bzgl. alternativer Entspannungsverfahren). Mittels eines *t*-Tests wurden beide Gruppen miteinander verglichen.

Im Hinblick auf die Gedächtnisleistung (*Gegenstände*) zeigte sich hierbei, dass Personen, die bereits gewisse Erfahrung mit alternativen Entspannungsverfahren gemacht haben, in der Gedächtnisleistung tendenziell besser abschnitten, als die Unerfahrenen, t (1, 76) = 1.77, $p < .10$, $d = .40$. Jedoch konnte ein statistisch bedeutsamer schwacher positiver Zusammenhang zwischen der Erfahrung mit alternativen Entspannungsverfahren und der abhängigen Variablen *Gedächtnisleistung* festgestellt werden, $r = .20$, $p < .05$.

Hinsichtlich der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) zeigten sich aber keine statistisch bedeutsamen Unterschiede, t (1, 76) = .52, p = .60, d = .12. zwischen erfahrenen und unerfahrenen Versuchspersonen mit alternativen Entspannungstechniken (vgl. Tabelle 6). Ein nicht signifikanter und sehr schwacher positiver Zusammenhang zwischen der Erfahrung mit alternativen Entspannungsverfahren und der abhängigen Variablen Konzentrationsleistung gab keine Hinweise darauf, dass erfahrene Versuchspersonen mit alternativen Entspannungsverfahren im Konzentrationstest besser abschneiden als unerfahrene.

Tabelle 6: Durchschnittliche Differenzen aus dem Vor- und Nachtest im Gruppenvergleich zwischen Personen, die Erfahrungen mit alternativen Entspannungstechniken haben und unerfahrene Personen

Erfahrung mit alternativen Entspannungstechniken	**AV**			
	Gedächtnisleistung		Konzentrationsleistung	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Ja (n = 31)	2.19	2.32	72.23	22.88
Nein (n = 47)	1.30	2.09	69.30	25.18

5.3 Hypothesen

5.3.1 Alpha-Treatment – Auswirkung auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung (H1, H2)

Im Folgenden wird untersucht, ob die Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit entsprechenden 10-Hz-Alpha-Frequenzen erhielten, sich hinsichtlich der abhängigen Variablen (Gedächtnis- und Konzentrationsleistung) im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserten. Für die statistischen Analysen wurde die Alpha-Gruppe mit der Kontrollgruppe hinsichtlich statistisch signifikanter Unterschiede verglichen. Dazu wurden entsprechende univariate varianzanalytische Verfahren gerechnet.

Im Hinblick auf die Gedächtnisleistung (*Gegenstände*) zeigten sich folgende Ergebnisse. Eine univariate Varianzanalyse erbrachte bei gegebener Varianzhomogenität signifikante Unterschiede mit den Treatment-Gruppen Alpha-, Beta- und Kontrollgruppe bezüglich der Gedächtnisleistung, $p = .01$, korrigiertes Modell. Post-hoc-Tests ergaben, dass die Alpha-Gruppe signifikant mehr Items im Gedächtnistest reproduzierte als die Kontrollgruppe, $p < .01$, $d = .80$.

Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem 10-Hz-Alpha-Programm erhielten, reproduzierten signifikant mehr Items im Gedächtnistest ($M = 1.73$, $SD = 2.38$) gegenüber der Kontrollgruppe ohne AVS ($M = -.04$, $SD = 2.03$) (vgl. folgende Abbildung 8).

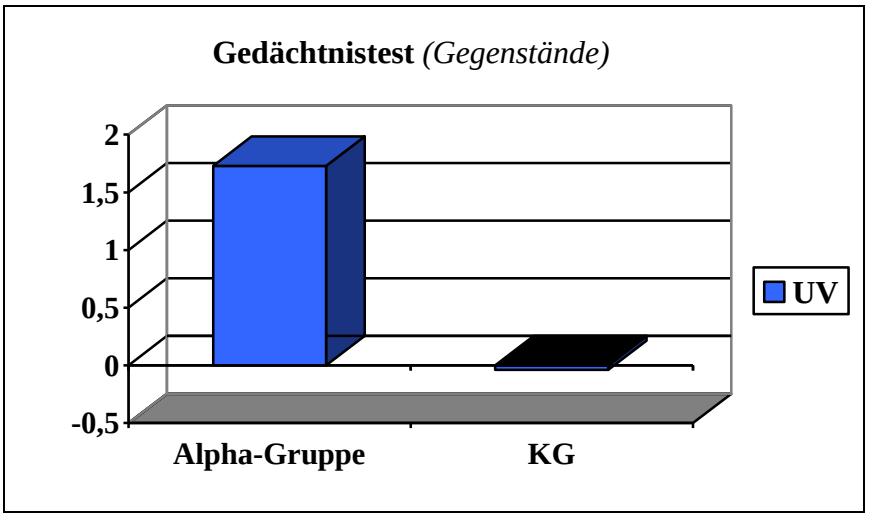

Abbildung 8: Mittlere Differenz aus Vor- und Nachtests der reproduzierten Items aus dem Gedächtnistest LGT-3 zwischen der Alpha-Gruppe und der Kontrollgruppe

Hinsichtlich der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) wurde mit gleichem Verfahren bezüglich des Treatments analysiert. Hierbei erbrachte ebenfalls eine univariate Varianzanalyse bei gegebener Varianzhomogenität hochsignifikante Unterschiede mit den gleichen Faktoren bezüglich der Konzentrationsleistung, $p = .001$, korrigiertes Modell.

Die Alpha-Gruppe ($n = 52$, $M = 69.44$, $SD = 26.19$) ergab auf varianzanalytischer Ebene mit drei Gruppen (Alpha-, Beta- und Kontrollgruppe), $p = .001$, korrigiertes Modell, und post hoc ebenfalls hochsignifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe ($n = 26$, $M = 49.00$, $SD = 21.55$), $p < .02$, $d = .85$.

Somit wiesen Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem Alpha-Programm erhielten, eine signifikant höhere Konzentrationsleistung (GZ-F) im d2-Test gegenüber der Kontrollgruppe auf. Dazu wurde nur die Alpha-Gruppe und Kontrollgruppe in Abbildung 9 veranschaulicht.

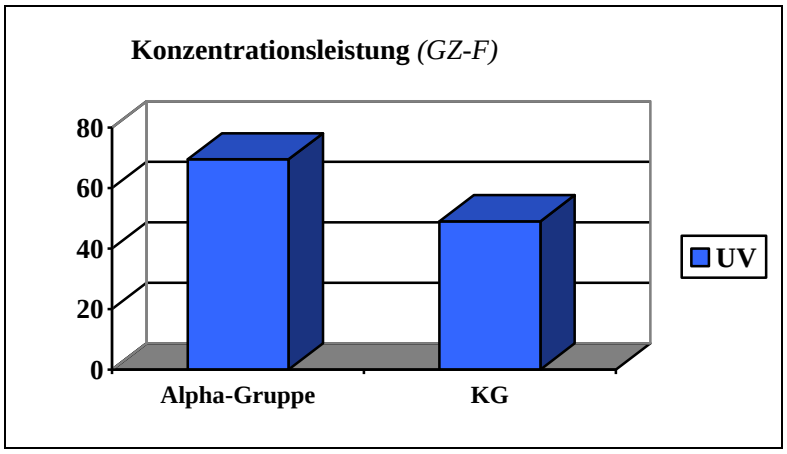

Abbildung 9: Mittlere Differenz aus Vor- und Nachtests der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) aus dem Konzentrationstest d2 zwischen der Alpha-Gruppe und der Kontrollgruppe

5.3.2 Beta-Treatment – Auswirkung auf die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung (H3, H4)

Als Nächstes wird untersucht, ob die Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem entsprechenden Beta-Programm einer Mindmachine erhielten, sich hinsichtlich der abhängigen Variablen (Gedächtnis- und Konzentrationsleistung) im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserten. Für die statistischen Analysen wurde insbesondere die Beta-Gruppe mit der Kontrollgruppe hinsichtlich statistisch signifikanter Unterschiede, post hoc, aus oben genannter varianzanalytischer Testung verglichen [Gedächtnisleistung, F (3, 103) = 3.95, p = .01, Konzentrationsleistung, F (3, 103) = 5.53, p = .001].

In Post-hoc-Tests unterschied sich die Beta-Gruppe (n = 26, M = 1.50, SD = 1.88) hinsichtlich der Gedächtnisleistung (*Gegenstände*) nicht statistisch signifikant von der Kontrollgruppe KG (n = 26, M = -.04, SD = 2.03), p = .10, d = .97. Dennoch ist eine tendenzielle Verbesserung der Beta-Gruppe in der Gedächtnisleistung gegenüber der Kontrollgruppe bemerkbar.

Bezüglich der Konzentrationsleitung (*GZ-F*) unterschieden sich die Versuchspersonen mit dem Beta-Programm (n = 26, M = 72.50, SD = 19.88) hochsignifikant von der Kontrollgruppe KG (n = 26, M = 49.00, SD = 21.55), p = .007, d = 1.13 (vgl. Abbildung 10).

Somit reproduzierten die Versuchspersonen, die ein Beta-Programm erhielten, nicht signifikant mehr Items im Gedächtnistest, schnitten aber im d2-Test hinsichtlich der Konzentrationsleistung deutlich besser ab als die der Kontrollgruppe.

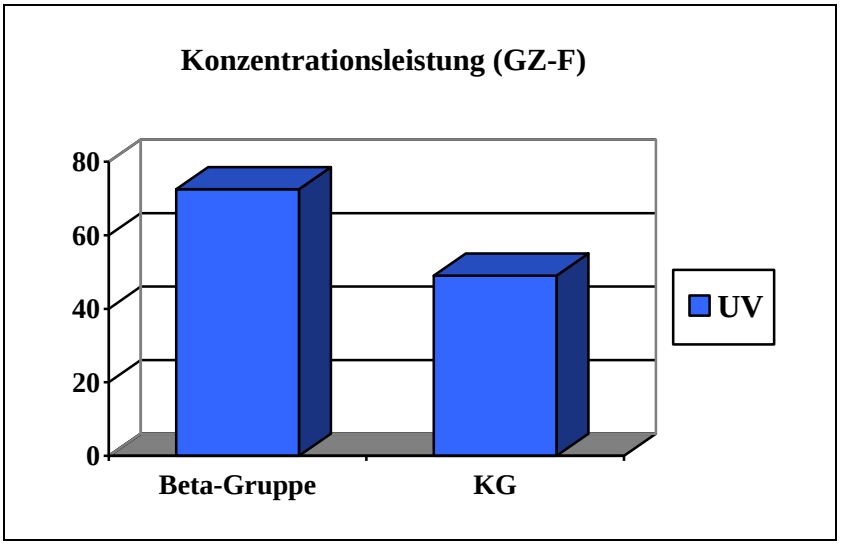

Abbildung 10: Mittlere Differenz aus Vor- & Nachtests der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) aus dem Konzentrationstest d2 zwischen der Beta-Gruppe & der Kontrollgruppe

Analysiert wurde auch, ob sich die Alpha-Gruppe von der Beta-Gruppe in den mittleren Differenzen aus Vor- und Nachtest der beiden untersuchten abhängigen Variablen unterschied. Hierzu konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede, weder in der Konzentrationsleistung, $p > .05$, $d = .13$, noch in der Gedächtnisleistung, $p > .05$, $d = .11$, festgestellt werden (*n.s.*).

5.3.3 Auswirkung des Treatments auf die Sorgfaltsleistung (H5, H6)

Weitere wichtige Fragestellungen beziehen sich auf die Sorgfaltsleistung im d2-Konzentrationstest. Von Interesse war dabei, ob sich die Versuchspersonen mit entsprechendem Mindmachine-Treatment hinsichtlich ihrer prozentualen Fehleranteile im Bearbeiten des d2-Tests von der Kontrollgruppe unterscheiden. Mitunter soll auch untersucht werden, ob sich die Alpha-Gruppe von der Beta-Gruppe unterscheidet. Der hier als abhängige Variable in Betracht gezogene Fehlerprozentwert (F%) setzt sich aus der

relativen Fehleranzahl, also der Summe aller Fehler (Typ 1 und Typ 2) am Gesamtzeichenanteil, zusammen.

Nach Brickenkamp (2002) gibt der Fehlerprozentwert Aufschluss über die Sorgfalt und beziffert den Fehleranteil innerhalb des bearbeiteten Testteils, denn umso geringer der Fehleranteil ausfällt, desto höher ist die Genauigkeit und Sorgfalt der Testbearbeitung zu bewerten. Dadurch dass die Fehlerprozentwerte nicht normalverteilt sind (Brickenkamp, 2002) und auch in der vorliegenden Untersuchung keine Varianzhomogenität aufwiesen, wurden die statischen Verfahren auf nonparametrischer Ebene gerechnet. Eine Logarithmierung der Daten auf die Gruppen bezogen erbrachte keine Normalverteilung und Varianzhomogenität der abhängigen Variablen.

Im Gesamten betrachtet, wiesen die Versuchspersonen im Nachtest des d2-Tests über alle Gruppen hinweg (N = 104) durchschnittlich 6,7 Fehler (F) (SD = 8.83) weniger auf. Somit sank der Fehlerprozentwert (F%) der bearbeiteten Items im Nachtest durchschnittlich um 1.46 (SD = 1.61). Eine Kruskal-Wallis-Rangvarianzanalyse auf die Gruppenfaktoren bezogen erbrachte jedoch keine statistisch signifikanten Rangunterschiede hinsichtlich des Fehlerprozentwertes (F%), p = .51, n.s. Die Verteilung des Fehlerprozentwertes unterschied sich somit nicht signifikant über die Gruppen hinweg, p = .261, *n.s.*

Des Weiteren soll untersucht werden, ob die Gruppe, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einer Mindmachine erhielt, sich im Vergleich zur Kontrollgruppe hinsichtlich des Fehlerprozentwertes verbesserte. Dazu wurden die beiden Gruppen, AVS-Gruppe (n = 78, Mdn = -1.25) vs. Kontrollgruppe (n = 26, Mdn = -.66), mittels U-Test nach Mann-Whitney für unabhängige Stichproben verglichen. Hierzu konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, p = .24, *n.s.*, r_{pb} = .16.

Somit kann konstatiert werden, dass die Gruppe mit spezifischer audio-visueller Stimulation durch die Mindmachine nicht weniger Fehler im Bearbeiten des d2-Tests bezüglich der Vortest-Nachtest-Differenzen aufwies als die Kontrollgruppe. Damit war auch keine deutliche Verbesserung in der Sorgfaltsleistung gegenüber der Kontrollgruppe feststellbar. Ebenfalls unterschied sich auch nicht die Alpha-Gruppe von der Beta-Gruppe hinsichtlich statistischer Signifikanz in der Sorgfaltsleistung. Die H5 und die H6 gelten als nicht bestätigt.

Weitere Analysen mittels *U*-Test nach Mann-Whitney, ob sich die Alpha-Gruppe (n = 52, Mdn = -1.15) oder die Beta-Gruppe (n = 26, Mdn = -2.00) hinsichtlich des Fehlerprozentwertes gegenüber der Kontrollgruppe (n = 26, Mdn = -.66) im Nachtest verbesserte, ergaben ebenfalls keine statistisch bedeutsamen Unterschiede (Alpha-Gruppe: p = .40 (*n.s.*), r_{pb} = .12; Beta-Gruppe: p = .15 (*n.s.*), r_{pb} = .23).

Analysiert wurde weiterhin, ob sich die Alpha-Gruppe (n = 52, Mdn = -1.15) hinsichtlich des Fehlerprozentwertes von der Beta-Gruppe (n = 26, Mdn = -2.00) unterscheidet, genauer gesagt, einen geringeren Fehlerprozentwert als die Beta-Gruppe aufweist. Der *U*-Test nach Mann-Whitney ergab ebenfalls keinen signifikanten Rangunterschied zwischen beiden Gruppen, p = .37 (*n.s.*), r_{pb} = .13. Somit weist die Alpha-Gruppe keinen geringeren Fehlerprozentwert und auch keine damit erwartete höhere Sorgfaltsleistung im Nachtest als die Beta-Gruppe auf.

6 Diskussion

Im folgenden Teil der Arbeit soll zunächst ein Überblick über die Fragestellungen und Hypothesen der durchgeführten Studie gegeben und im Anschluss daran die Ergebnisse dargestellt und interpretiert werden. Danach findet eine kritische Betrachtungsweise der vorliegenden Studie statt und weiterhin sollen Implikationen für die zukünftige Forschung und Praxis abgeleitet werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einfluss audio-visueller Stimulation mit einer Mindmachine auf den Aktivierungsgrad kognitiver Prozesse untersucht. Dabei wurde durch die gezielte Wahl von geeigneten Stimulationsfrequenzen im Alpha- und Betabereich der Aktivierungsgrad des Probanden hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung beeinflusst. Unter Berücksichtigung der Teilanalysen, ob das Geschlecht, die Studienfachrichtung und die subjektive Empfindung als Moderatorvariablen das Treatment beeinflussen, wird auf die Fragestellung und die Hypothesen näher eingegangen. Weiterhin soll diskutiert werden, welches Programm bzw. welche Stimulationsfrequenzen einer Mindmachine für einen entsprechenden Aktivierungsgrad oder für die Verbesserung bestimmter kognitiver Fähigkeiten geeignet erscheinen. Ferner soll erörtert werden, ob die Mindmachine als Mittel zur Lernzustandsregulierung im Sinne einer Lernvorbereitung im Vergleich zu herkömmlichen Entspannungsverfahren in Betracht gezogen werden kann.

Hinweise aus der Forschung ergaben, dass sich der Alpha-Zustand besonders auf Lern- und Gedächtnisprozesse (Landeck, 1996a, 1996b; Dieterich et al. 1997) und der Betazustand besonders förderlich auf entsprechende Aufmerksamkeits- und Konzentrationsprozesse auswirkt (Cohen & Douglas, 1971; Zentall, 1975; Zentall & Zentall, 1976; Carter & Russel, 1993; Budzynski & Tang, 1998; Lubar, 1998; Budzynski et al., 1999; Frederick et al., 1999; Joyce & Siever, 2000). Daher findet eine Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der Gedächtnis- und Konzentrationsleistung statt, wobei jene als Konstrukte kognitiver Leistungsfähigkeiten angesehen werden und durch die Einwirkung einer spezifischen audio-visuellen Stimulation mit einer Mindmachine beeinflusst werden.

6.1 Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Fragestellungen und der Hypothesen

Zunächst werden die Ergebnisse der Teilanalyen dargestellt und ihre Bedeutung für den theoretischen Rahmen erläutert. Von Interesse war dabei in den Teilanalysen, ob die Studienfachrichtung und die subjektive Empfindung der Mindmachine-Sitzung auf das Treatment einwirken und in Bezug zu den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit und der Theorie stehen. Anschließend daran wird in folgenden Gliederungspunkten auf die Fragestellungen und Hypothesen eingegangen und in einem weiteren Schritt zusammen mit den Ergebnissen interpretiert.

6.1.1 Interpretation der Teilanalysen

6.1.1.1 Subjektive Empfindung und Akzeptanz der Mindmachine-Sitzung

Die Erfassung der subjektiven Empfindung der Mindmachine-Sitzung soll in einem begrenzten Maß Aufschluss über eine gewisse Akzeptanz oder auf eine, wenn auch nur subjektiv wahrgenommene, Wirksamkeit geben. Diesbezüglich verdeutlichen die Befunde, dass Versuchspersonen, die eine Mindmachine-Sitzung tendenziell angenehm empfanden, auch bereit wären an einer wiederholten Sitzung mit Mindmachines teilzunehmen. Eine gewisse Akzeptanz und Bereitschaft der Versuchspersonen, an einer Mindmachine-Sitzung teilzunehmen ist somit als hoch zu bewerten. Da die Versuchspersonen keine Informationen über die Wirkung der Programme hatten, sprechen diese Ergebnisse gegen eine Placebowirkung. Auf Grund der Tatsache, dass es sich bei einem Mindmachine-Programm um monotone Licht- und Tonimpulse handelt, welche in der alltäglichen Erfahrung in dieser Form gar nicht erst vorkommen, könnte man eine solche Stimulationserfahrung lediglich für einen aversiven Reiz halten. Dennoch zeigte sich bei den Probanden eine gewisse Bereitschaft, an einer derartigen Erfahrung teilzuhaben in Bezug auf einen mittleren positiven Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung und der Wiederholungsfrage, an einer ähnlichen Mindmachine-Sitzung teilnehmen zu wollen. Dafür spricht auch eine tendenziell „*angenehme*“ Bewertung der Mindmachine-Sitzung im Kontext der ersten Frage des Fragebogens über die Gruppen hinweg betrachtet.

Allerdings konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung der Mindmachine-Sitzung und den abhängigen Variablen, Gedächtnis- und Konzentrationsleistung, gefunden werden. Hingegen ist hierbei anzumerken, dass die subjektive Empfindung mit nur einem Fragebogen-Item (vgl. 1. Frage aus dem Fragebogen) auf einer sechsstufigen Bewertungsskala erfasst wurde. Jedoch liegt es nahe, an dieser Stelle Kritik an der eigenen Studie zu üben. Bei einem psychologischen Konstrukt wie einer wahrgenommenen oder subjektiven Empfindung bedarf es einer weitaus differenzierteren und präziseren Item-Konstruktion. Gewiss aber diente die Erfassung der subjektiven Empfindung der Mindmachine-Sitzung in der einfachen Form, wie es in der Untersuchung der Fall war, lediglich nur dem Zweck, motivationale Gründe und Aspekte der Akzeptanz an diesem Verfahren zu ergründen. Im engeren Sinne aber sollte auch mit dieser Frage untersucht werden, wie die unterschiedlichen Mindmachine-Programme von den Versuchspersonen bewertet wurden, was dann Aufschluss auf ein gewisses Selbsterleben der audio-visuellen Stimulation geben könnte und mit einer entsprechenden Akzeptanz oder Ablehnung verbunden ist (*angenehm* vs. *unangenehm*). Dies sollte dann wiederum, wenn auch nur in bedingtem Maße, eine Erklärungsmöglichkeit für die Treatmentwirkungen liefern.

Hinsichtlich der Bewertung der ersten Frage aus dem Fragebogen wurde das Alpha-Programm auf einer sechsstufigen Skala tendenziell angenehmer bewertet als das Beta-Programm. Diese Befunde könnten Hinweise darauf geben, dass sich infolge des durch die audio-visuelle Stimulation induzierten Alpha-Zustandes eine Entspannung und ein angenehmes körperliches Wohlbefinden eingestellt haben und dies dann zu einer besseren Akzeptanz des Mindmachine-Programms und einem persönlichen Selbsterleben beitrug. Dieser Befund wird auch durch die Ergebnisse der Autoren Fedotchev et al. (1995) gestützt, die herausfanden, dass sich eine durch Photostimulation hervorgerufene Alpha-Wellen-Produktion positiv auf die Stimmung und das Wohlbefinden auswirkt.

Vergleichsweise wie in der vorliegenden Arbeit, konnte Frau Braunschmied-Wolf (1991) in ihrer Diplomarbeit nachweisen, dass die subjektive Einschätzung des Mindmachine-Treatments als „angenehm“ oder „unangenehm“ essentiellen Einfluss auf die Lernleistung ihrer Probanden hatte. So zeigte sich bei Probanden, welche die Mindmachine-Sitzung als eher angenehm einstuften, eine 45%ige Lernverbesserung im Ver-

gleich mit jenen Teilnehmern, welche die Mindmachine-Erfahrung neutral oder gar negativ bewerteten. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde ein Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung der Mindmachine-Sitzung und den abhängigen Variablen Gedächtnis- und Konzentrationsleistung als Nebeneffekt erwartet, der sich jedoch nicht abzeichnete. Der Umstand der individuellen Akzeptanz gegenüber Mindmachines erscheint folglich besonders wichtig und stellt so für die subjektive Bewertung des Mindmachine-Treatments eine entscheidende Moderatorvariable hinsichtlich einer Leistungsverbesserung dar. Als Fazit kann folglich festgehalten werden, dass persönliche Präferenzen, ebenso wie Vorurteile, den Erfolg des Mindmachine-Treatments moderieren.

6.1.1.2 Studienfachrichtung

Hinsichtlich der Fragestellung, ob sich der erhebliche Anteil der Psychologiestudenten von den Studenten der anderen Fachrichtungen bezüglich der abhängigen Variablen Gedächtnis- und Konzentrationsleistung unterscheidet, zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Studenten anderer Fachrichtungen in der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) im Vergleich zu den Psychologiestudenten bezüglich der Vor- und Nachtest-Differenzen. Während sich die Psychologiestudenten im Vergleich zu den Studenten anderer Fachrichtungen weniger stark verbesserten und was damit für eine homogenere Zusammensetzung der Gruppe der Psychologiestudenten sprechen würde. Daraus könnte geschlussfolgert werden, dass die Fachrichtung des Studiums bezüglich des Psychologiestudiums ein guter Prädiktor entsprechend der untersuchten Konzentrationsleistung zu sein scheint. In der Gedächtnisleistung konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Eine Erklärung dafür könnte in dem symbolhaften und sehr gewöhnlichen Bildmaterial des Gegenständebogens aus dem Gedächtnistest (Subtest *Gegenstände* aus dem LGT-3) begründet sein, welches in alltäglichen Situationen häufig vorkommt. Im Vergleich dazu handelt es sich beim d2-Konzentrationstest um sehr spezifisches Testmaterial hinsichtlich seiner Anwendung, das nur in speziellen psychologischen Einrichtungen Zugang zur Allgemeinbevölkerung findet. Bedenkt man aber, dass die Versuchspersonen des Faches Psychologie erfahrungsgemäß mit psychologischem Testmaterial vertraut sind, so weist dieses Ergebnis

auf gewisse Vorteile der Psychologiestudenten im Vergleich zu anderen Studenten im Bearbeiten des d2-Tests hin und somit auch auf einen im Vortest schon relativ hohen GZ-F-Wert. Eine Verbesserung zwischen dem Vor- und Nachtest fällt somit im Vergleich zu den anderen Studenten geringer aus, wobei dieser Befund aber auch aus Deckeneffekten und dem starken Übungseffekt des d2-resultiert (Fay, 1992, 1995). Somit wurde von den Psychologiestudenten im Vortest schon ein Niveau erreicht, das auch im Nachtest nur noch unwesentlich überschritten wurde. Eine weitere mögliche Erklärung wäre die hohe Leistungsorientierung von Psychologiestudenten aufgrund der hohen Zugangsvoraussetzung zum Studium der Psychologie (Numerus Clausus). Leistungsorientierung basiert unter anderem auch auf einer hohen Konzentrationsfähigkeit, was aber nicht Gegenstand der Untersuchung war und nur mutmaßlich angedeutet werden kann.

Eine andere mögliche Erklärung für die signifikanten Unterschiede in der Konzentrationsleistung zwischen den untersuchten Psychologiestudenten und den Studenten anderer Fachrichtungen könnten die Befunde von Tönnies (1993) bieten. Der Autor untersuchte Psychologiestudenten am Psychologischen Institut III der Universität Hamburg in einer sechswöchigen Untersuchung zum Thema „Entspannungsinduktion durch optisch-akustische Stimulation“, unter anderem auch hinsichtlich ihrer Leistungsorientierung. Dabei stellten sich hochsignifikante positive Veränderungen in der Leistungsorientierung heraus, gemessen mit dem Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R nach Fahrenberg, Hampel und Selg (1984).

6.1.2 Interpretation der Fragestellungen und Hypothesen

Die im Folgenden dargestellten Gesichtspunkte sollen Aufschluss über die Befunde der Fragestellungen und Hypothesen geben. Im weiteren Verlauf werden dann die Ergebnisse, die von näherem Interesse sein könnten, explizit aufgeführt und im Einzelnen diskutiert.

In der Fragestellung, ob sich Geschlechtsunterschiede hinsichtlich der untersuchten Variablen abzeichneten, konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen festgestellt werden, was als theoriekonform angesehen werden kann. Hinsichtlich des Treatments kann somit konstatiert werden, dass das Geschlecht kein bedeutsamer Prädiktor für die untersuchten abhängi-

gen Variablen zu sein scheint. Ähnliche Befunde dazu gehen aus der Untersuchung mit Mindmachines von Petra Braunschmied-Wolf (1991) hervor, die unter anderem den Einfluss des Geschlechts auf die Lernleistung untersuchte und ebenfalls keine statistisch signifikanten Geschlechtsunterschiede bezüglich des Treatments feststellen konnte. Auch fanden sich bei ausgiebiger Literaturrecherche keine Forschungshinweise auf eine Auswirkung von entsprechenden Mindmachine-Treatments auf Geschlechtsunterschiede.

6.1.2.1 Gesamtvergleich des Mindmachine-Treatments versus Kontrollgruppe

Die Mindmachine-Gruppe erzielte durchschnittlich höhere Werte nach der audio-visuellen Stimulation hinsichtlich der Konzentrationsleistung und reproduzierte durchschnittlich mehr Items im Gedächtnistest im Vergleich zur Kontrollgruppe, die ein Placebo-Treatment erhielt. Eine Placebowirkung der Mindmachine-Sitzung kann insoweit ausgeschlossen werden, da sich im Gesamten betrachtet ein deutlicher Unterschied zwischen den Versuchspersonen, die eine audio-visuelle Stimulation erhielten, und jenen ohne AVS in Bezug auf eine Verbesserung der kognitiven Leistungen abzeichnete. Daher liegt die Vermutung nahe, dass eine audio-visuelle Stimulation mittels Mindmachine mit spezifischen Frequenzen entsprechende Bewusstseinszustände hervorruft, was im Rahmen der vorausgehenden Theorie als gesichert angesehen werden kann.

Die im Folgenden angeführten Erklärungsmodelle können dementsprechend auf die weiteren Befunde der vorliegenden Untersuchung übertragen werden, womit sie dann zur weiteren Interpretation der Ergebnisse als mögliche Erklärungsansätze nicht wiederholt angeführt werden. Als die in der interdisziplinären Forschung am häufigsten herangezogene Erklärung des Wirkprinzips einer audio-visuellen Stimulation mittels Mindmachine gilt, wie auch in vorliegender Untersuchung, die Theorie der Frequenz-Folge-Reaktion. Damit ist gemeint, dass sich auf Grund von spezifischen optischen und/oder akustischen Stimulationsreizen die Hirnwellenaktivität synchron zu diesen einstellt und in damit einhergehenden Bewusstseinszuständen resultiert.

Eine weitere mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Stimulation mit der Mindmachine zu einer stärkeren Aktivierung kognitiver Leistungen beiträgt, was in Zusammenhang mit einer stärkeren Durchblutung des Gehirns und einer stärkeren Aus-

schüttung von bestimmten Neurotransmittern stehen könnte (vgl. Shealy, 1989). Wie bereits im Theorieteil der vorliegenden Arbeit unter Punkt 2.3.3 beschrieben wurde, gelang es unterschiedlichen Forschungsgruppen, den Einfluss des Neurotransmitters Adrenalin auf die Vigilanz nachzuweisen (vgl. Bremner, 2002). Gleichzeitig wurde aufgezeigt, dass eine Behandlung mit Mindmachines den Adrenalinspiegel und somit auch das individuelle Erregungsniveau senkt (Guttman, 1982). Zusätzlich konnte Guttman nachweisen, dass eine Senkung des Adrenalinspiegels oft mit besseren Ergebnissen in Leistungstests und niedrigeren Neurotizismuswerten zusammenhängt. Dies wurde oftmals mit einer erregungsabbauenden Wirkung von Mindmachines in Zusammenhang gebracht. Somit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass sich Erregung in Form von Vigilanzsteigerung lernförderlich und leistungssteigernd sowie in Form von Stress leistungsmindernd auswirken kann.

Ein weiteres bedeutendes Erklärungsmodell für die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Verbesserung der Mindmachine-Treatmentgruppe hinsichtlich ihrer Konzentrations- und Gedächtnisleistung im Vergleich zu der Kontrollgruppe stellt die zerebrale Blutfluss-Hypothese dar. Mit Hilfe von unterschiedlichen bildgebenden Verfahren (SPECT und FMRI) konnten Fox und Raichle bereits 1985 aufzeigen, dass sich der zerebrale Blutfluss während einer audio-visuellen Stimulation mittels Mindmachine drastisch bis zu 28 % erhöht. Interessanterweise konnte ein maximaler Blutfluss bei 7,8 Hz konstatiert werden, wobei es sich bei diesem Hertzwert um die Schumann-Resonanz der Erde handelt (Fox & Raichle, 1985, 1988). Ein entscheidender hirnphysiologischer Wirkmechanismus der Mindmachine besteht somit in der gesteigerten Gehirndurchblutung, die eine verbesserte Aufnahme- und Lernfähigkeit ermöglicht.

6.1.2.2 Erfahrungen mit alternativen Entspannungstechniken

Hinsichtlich der Fragestellung, ob sich die Versuchspersonen, die bereits gewisse Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren gemacht haben, von unerfahrenen Versuchspersonen hinsichtlich der abhängigen Variablen im Mindmachine-Treatment unterscheiden, konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Jedoch zeigte sich ein signifikanter, wenn auch marginaler positiver Zusammenhang zwischen den Variablen Erfahrung mit alternativen Entspannungsverfahren und der Gedächtnis-

leistung. Somit kam heraus, dass Versuchspersonen, die gewisse Erfahrungen mit alternativen Entspannungsverfahren gemacht haben, im Gedächtnistest tendenziell besser abschnitten als die Unerfahrenen. Es könnte jedoch nahe liegen, dass es bei der zielgerichteten Anwendung von Mindmachines ein gewisses Maß an Übung und Gewöhnung bedarf, bis sich eine damit erwartete Wirkung einstellt. So verhält es sich üblicherweise bei alternativen Entspannungsmethoden, wie bei dem Autogenen Training, der Progressiven Muskelrelaxation, bei speziellen Meditationsübungen und anderen Verfahren. Die Versuchspersonen, die also ein gewisses Maß an Erfahrungen mit „Entspannungstraining“ mitbringen, dürften somit leichter in einen entspannten Zustand sinken, unabhängig davon, ob mit einer Mindmachine induziert oder durch alternative Entspannungstechniken als unerfahrene. Insofern könnten diese auch besser auf einen entspannungsinduzierenden Alpha-Zustand ansprechen und damit verbesserte Enkodierungsleistungen an den Tag legen. Dieser Befund kann somit, wenn auch nur tendenziell, als theoriekonform angesehen werden.

Williams und West (1975) gelang es gemäß dem eher moderaten Befund der vorliegenden Arbeit, den Einfluss von Meditationserfahrungen auf die Wirksamkeit der audio-visuellen Stimulation nachzuweisen. Dabei stellten die Autoren fest, dass die meditationserfahrenen Probanden weitaus schneller auf die audiovisuelle Alpha-Stimulation ansprachen, als dies bei jenen Probanden der Fall war, die noch keine Erfahrungen mit meditativen Entspannungsverfahren gemacht hatten. Dies erklärten die Autoren unter anderem damit, dass die audio-visuelle Stimulation im Alpha-Wellen-Bereich mit neurologischen Veränderungen einhergehe, die bei Meditationserfahrenen aus einer besseren Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsfähigkeit erfolge. Auch in der vorliegenden Untersuchung wurden die Vorerfahrungen der Probanden mit alternativen Entspannungsmethoden erfasst und auch hierbei wurde ein Zusammenhang zu den abhängigen Variablen erwartet, der sich jedoch nur schwach in der Gedächtnisleistung abzeichnete.

In einer ähnlichen Diplomarbeit von Pucher (1991) wurde die Entspannungswirkung von audio-visueller Stimulation (AVS) mit dem Entspannungsverfahren nach Jacobson (Progressive Muskelrelaxation – PMJ) und einer Kontrollgruppe verglichen, die zur Spontanentspannung angewiesen wurde. Die AVS- und die PMJ-Gruppe erhielten ein zweiwöchiges Training, um die jeweilige Methode zu trainieren. Neben psychologischen Tests zur subjektiven Empfindung des Entspannungsgrades wurden unter ande-

rem zu Beginn und am Ende der Trainingsphase physiologische Messungen über die Herzfrequenz, den Hautleitwert, die Hauttemperatur und die Muskelaktivität durchgeführt. Die Ergebnisse veranschaulichten, dass die beiden Entspannungsgruppen (AVS und PMJ) der Gruppe mit der Spontanentspannung deutlich überlegen waren. Außerdem zeigte sich, dass die AVS-Gruppe einen vergleichbaren Entspannungseffekt schon nach der ersten Anwendung aufwies, der sich aber bei der PMJ-Gruppe erst nach zweiwöchigem Training einstellte.

Der Zusammenhang zwischen der regelmäßigen Anwendung von Mindmachines und den damit verbundenen Langzeiteffekten sind an der Universität Hamburg hinreichend gut belegt worden. Die Autoren Harms et al. (1993) und Tönnies (1993) stellten fest, dass sich niederfrequente Mindmachine-Programme günstig auf eine positive Langzeitwirkung auswirken.

Ein weiterer Vorteil von Mindmachines gegenüber alternativen Entspannungsverfahren ist der sehr geringe Zeitaufwand der Mindmachine-Sitzung von etwa 30 Minuten. So proklamierte Kapellner (1990), dass bei der Anwendung von Mindmachines eine motivationale innere Haltung, das Setting und eine gewisse Intention für eine erfolgreiche Stimulation entscheidend wären. Weiterhin würde eine wiederholte Anwendung zu körperlicher und geistiger Entspannung führen und nach mehrmaligen Übungsphasen stellten sich dann gewisse Wahrnehmungsmechanismen ein, die es ermöglichten willentlich Bewusstseinszustände herbeizuführen. Ähnliche Formen der mentalen Zustandsregulierung wären mit jenen des autogenen Trainings, der Meditation und anderen Trancen verwandt, so der Autor.

6.1.2.3 Interpretation der Ergebnisse des Alpha-Treatments

Hinsichtlich der Hypothesen, die sich auf das Alpha-Treatment beziehen, zeigten sich interessante Effekte auf die Gedächtnis- und die Konzentrationsleistung. Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem 10-Hz-Alpha-Programm erhielten, reproduzierten signifikant mehr Items im Gedächtnistest und schnitten im d2-Konzentrationstest im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne AVS signifikant besser ab. Die H1 und H2 gelten damit als bestätigt, wobei die signifikanten Er-

gebnisse für eine Verbesserung der Gedächtnisleistung in Bezug auf die Vortest-Nachtest-Differenzen sprechen und als theoriekonform angesehen werden können. So konnte kongruent zu den Untersuchungen der Autoren Landeck (1996a, 1996b) und Dieterich et al. (1997) der Einfluss einer audio-visuellen Mindmachine-Stimulation im 10-Hz-Alpha-Bereich auf die Gedächtnisleistung nachgewiesen werden, insbesondere wenn es um das Erlernen von verbalem und visuellem Material ging. Damit konnte in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen werden, dass die herabgesetzte Aktivierung auf ein Alpha-Wellen-Niveau eine anschließende Reproduktion von Gedächtnismaterial begünstigt.

Hinsichtlich der Konzentrationsleistung zeigten sich ebenfalls signifikante Ergebnisse, wobei Versuchspersonen, die eine spezifische audio-visuelle Stimulation mit einem Alpha-Programm (10 Hz) erhielten, eine deutlich höhere Konzentrationsleistung (*GZ-F*) im d2-Test gegenüber der Kontrollgruppe an den Tag legten.

Diese Befunde können somit kongruent zum Yerkes-Dodson-Gesetz angesehen werden, welches besagt, dass Lern- und Aufmerksamkeitsprozesse am besten durch ein mittleres Aktivierungsniveau begünstigt werden. Der durch die Mindmachine evozierte herabgesetzte Alpha-Bewusstseinszustand bewirkte folglich eine Verbesserung der Informationsaufnahme (vgl. Landeck, 1996a) und begünstigte gleichzeitig noch eine gewisse Konzentrationsfähigkeit in der Bearbeitung externer visueller Reize im d2-Konzentrationstest.

Die Verbesserung von Gedächtnis- und Konzentrationsleistungen infolge einer 10-Hz-Alpha-Stimulation mit einer Mindmachine könnte damit zusammenhängen, dass gerade mit einem mittleren Aktivierungsniveau ein Bewusstseinszustand erzeugt wird, der ein gewisses Maß an Entspannung bei einer gleichzeitigen milden Aktivierung mit sich bringt. Dieser Zustand könnte dementsprechend mit einer leicht nach innen gerichteten Aufmerksamkeit für die Informationsaufnahme und einer gleichzeitig noch nach außen gerichteten Wahrnehmung des Umweltgeschehens in Verbindung stehen.

6.1.2.4 Interpretation der Ergebnisse des Beta-Treatments

Hinsichtlich der Ergebnisse des Beta-Treatments zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Konzentrationsleistung (*GZ-F*) im Vergleich zur Kontrollgruppe bezüglich der Vortest-Nachtest-Differenzen, was damit zur Bestätigung der H4 führt. Zusätzlich unterstreicht eine hohe Effektstärke die signifikanten Unterschiede in der Konzentrationsleistung zwischen diesen beiden Gruppen (Beta-Gruppe vs. Kontrollgruppe). Allerdings zeichnete sich durch die audio-visuelle Stimulation mit Beta-Frequenzen keine signifikante Verbesserung in der Gedächtnisleistung ab, was somit zur Ablehnung der H3 führt.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die Versuchspersonen, die ein Beta-Programm erhielten, nicht signifikant mehr Items im Gedächtnistest reproduzierten, jedoch aber im d2-Test hinsichtlich der Konzentrationsleistung deutlich besser abschnitten als die Kontrollgruppe. Dennoch ist eine tendenzielle Verbesserung der Beta-Gruppe in der Gedächtnisleistung gegenüber der Kontrollgruppe bemerkbar, wobei die Werte aber unterhalb der Signifikanzgrenzen blieben. Eine recht hohe Effektstärke weist hierbei darauf hin, dass die statistisch unbedeutsamen Unterschiede hinsichtlich der Gedächtnisleistung nicht zufällig zu Stande gekommen sind, sondern vielmehr geht damit eine tendenzielle Wirkung des Beta-Treatments auf die Gedächtnisleistung einher.

Diese Ergebnisse können ebenfalls als theoriekonform zu den Befunden von Landeck (1996a) angesehen werden, in denen sich durch eine Mindmachine induzierte Beta-Frequenzen im Vergleich zu Alpha-Frequenzen als weniger vorteilhaft auf die Enkodierungsleistungen erwiesen. Weitere Studien von Budzynski & Tang (1998) und Lubar (1998) belegten, dass bestimmte Stimulationsfrequenzen im Beta-Bereich zwischen 14 und 22 Hertz einen deutlichen Einfluss auf die Verbesserung von intellektuellen Leistungen ausüben. In Bezug auf kognitive Aktivierungsleistungen, die ferner dem Konstrukt der Konzentrationsleistung zuzuordnen wären, wiesen Joyce et al. (2000) nach, dass sich Kinder mit einer ADHS-Symptomatik durch spezielle Mindmachine-Programme mit Beta-Frequenzen unter anderem in den anhängigen Variablen „*Aufmerksamkeit*“ und „*Reaktionsfähigkeit*“ signifikant in ihren Vortest-Nachtest-Differenzen verbesserten.

6.2 Der Einsatz von optisch-akustischen Mindmachines zum Zwecke einer Lernzustandsregulierung

In Anbetracht der Befunde aus der vorliegenden Arbeit und aus den Forschungsergebnissen zur entspannungsförderlichen oder aktivierenden Wirkung von Mindmachines, die auch aus der Theorie belegt sind, lassen sich nun Schlüsse für eine mögliche Anwendung zum Zwecke einer Lernzustandregulierung ableiten. Plausibel erscheint die Annahme, dass Mindmachines die Möglichkeit zu einer lernvorbereitenden und -förderlichen Bereitschaftshaltung bieten.

Die bei Mindmachines zugrunde liegende Frequenz-Folge-Reaktion, die auch als theoriekonform angesehen werden kann, lässt damit den Schluss zu, dass dieses Wirkprinzip in einem gewissen Maß für eine mentale Zustandsregulation und für einen bedingten „lernbereiten Zustand“ genutzt werden kann. Mit der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass Versuchspersonen im Allgemeinen durch die Induzierung eines mittleren Alpha-Zustandes im Frequenzbereich von 10 Hz für Informationen und externe Reize sämtlicher Art aufnahmefähiger sind, was sich damit auch auf eine Lernumgebung förderlich auswirken kann. Jedoch würde sich ein Absenken der audio-visuellen Stimulationsfrequenzen in den Theta-Bereich oder gar ein Anheben in den Beta-Bereich gemäß den Befunden von Landeck (1996a) als eher hemmend auf Enkodierungsleistungen im Vergleich zum Alpha-Zustand erweisen.

Im Hinblick auf einen mit entsprechenden Stimulationsfrequenzen induzierten Beta-Zustand würden sich gemäß der Befunde aus der vorliegender Untersuchung deutliche Verbesserungen in der Konzentrationsleistung im Bearbeiten äußerer Stimuli abzeichnen. Das wäre für entsprechende Aufgabenstellungen von Interesse, wie beispielsweise beim aufmerksamen Aufbereiten und bei einer Verarbeitung von Lernmaterialien oder ferner zur Steigerung der allgemeinen Leistungsmotivation. Zu diesem Zwecke würde sich dementsprechend ein höheres Aktivierungsniveau als günstig erweisen. Eine auf aktive Enkodierungsleistungen bezogene Aufgabenbewältigung wäre jedoch durch induzierte Beta-Frequenzen beeinträchtigt, wobei sich eher eine milde Absenkung des Aktivierungsniveaus mit Alpha-Frequenzen als vorteilhaft erweisen würde.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit geben Hinweise darauf, dass ein bestimmtes Programm einer Mindmachine in seiner genauen Regulierbarkeit und in Bezug auf eine

Lernzustandsregulierung, z.B. bei einer entsprechenden Aufgabenstellung oder einer Lernsituation, einen gezielt herbeigeführten Grad einer Aktivierung oder Entspannung ermöglicht.

In Analogie zu den Befunden von Rosenzweig & Bennett (1972, 1996) aus ihren klassischen Versuchen mit Ratten deutete sich an, dass die gezielte Stimulation mit Umweltreizen eine Grundvoraussetzung für einen angemessenen Lernzustand darstellt. Die Autoren fanden heraus, dass eine reizangereicherte Umwelt zu einem erheblichen Hirnwachstum und zu neurochemischen Veränderungen im Vergleich zu Ratten beitrug, die einer reizarmen Umgebung ausgesetzt waren. Lernen geschieht dabei durch eine angereicherte Umgebung, wobei die richtige Stimulation dafür ausschlaggebend wäre. Dies würde zu neuen Verbindungen von Nervenzellen untereinander in Folge einer stärkeren Hirnrindendichte beitragen (Rosenzweig & Bennett, 1972, 1996).

6.3 Die Kritische Betrachtung der vorliegenden Arbeit

Im Folgenden wird auf die methodischen Probleme und Grenzen der vorliegenden Arbeit eingegangen. Jedoch soll vorweg erwähnt sein, dass die Operationalisierung der Konstrukte Gedächtnis- und Konzentrationsleistung anhand validierter Verfahren (d2-Test nach Brickenkamp, 2002 und LGT-3 nach Bäumler, 1974) durchgeführt und somit objektiven und reliablen Testgütekriterien Folge geleistet wurde.

Auf Grund der experimentellen Vorgehensweise in Form einer Laboruntersuchung liegt zwar eine gute interne Validität und Kontrollmöglichkeit von Störvariablen vor, aber eine Generalisierbarkeit der Effekte im Sinne der externen Validität ist damit stark eingeschränkt (vgl. Bortz & Döring, 1995). Als ein wesentlicher Kritikpunkt ist in der vorliegenden Untersuchung die Anwesenheit des Versuchsleiters anzuführen. Dadurch treten zum einen gewisse Versuchsleitereffekte auf und zum anderen wird eine Erwartungshaltung bei den Probanden hervorgerufen. Dies könnte bei den Probanden mitunter dazu geführt haben, die Aufgaben sorgfältig zu erledigen und sich besonders anzustrengen. Möglicherweise könnte auch im Falle der Mindmachine-Sitzung eine gewisse Erfolgserwartung bei den Probanden aufgetreten sein, die ebenfalls dazu beitrug sich erwartungskongruent bei der Bearbeitung der Tests zu verhalten. Die Konse-

quenz aus den möglicherweise aufgetretenen Erwartungshaltungen in Bezug auf den Versuchsleiter oder auf die Wirkung der Mindmachine könnte damit in einem gewissen Maß zu einer Verzerrung der Ergebnisse beigetragen haben. Daher würde es sich im Kontext weiterer Untersuchungen für sinnvoll erweisen, den Versuchleiter durch eine neutrale und unwissende Hilfskraft zu ersetzen.

Im Allgemeinen wäre es künftig erwünschenswert zum einen die Erwartungshaltung gegenüber einer Mindmachine-Sitzung und zum anderen aber auch Präferenzen, Vorurteile, Persönlichkeitskonstrukte, Einstellungen und das subjektive Erleben der Versuchsperson mittels Fragebögen zu erfassen und als Moderatorvariablen einzubeziehen.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die starke Homogenität der Stichprobe, die einerseits zu einem erheblichen Teil aus Psychologiestudenten besteht und zum anderen aber im Globalen betrachtet sich nur an der Population der Studenten orientiert. Eine Generalisierbarkeit ist deshalb auch durch die Beeinträchtigung der externen Validität nur in einem bedingten Maße möglich. Dies erscheint damit begründet, da es sich bei dem Großteil der untersuchten Psychologiestudenten lediglich um eine spezielle Gruppe handelte, die zum einen Erfahrung mit psychologischem Testmaterial hat und sich folglich Übungs- und Erinnerungseffekte abzeichneten. Jedoch ist an dieser Stelle anzumerken, dass sich das Merkmal der Studienfachrichtung in Bezug auf die Psychologiestudenten über die Treatmentgruppen hinweg annähernd gleich verteilte und damit eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Gruppen gewährleistete. Es wäre dennoch sinnvoll für künftige Untersuchungen die Stichprobenzusammensetzung repräsentativer zu halten, um damit das Wirkprinzip der Mindmachines hinsichtlich der untersuchten Variablen einer breiteren Bevölkerungsgruppe zugänglich zu machen.

Ein weiteres Problem stellt die Operationalisierung der Daten durch spezifische psychologische Testverfahren und zusätzlich durch einen eigens erstellten Fragebogen dar, der auf subjektiven Erfahrungen und Einstellungen beruht. Diese Vorgehensweise kann damit als sehr subjektiv und einseitig betrachtet werden, da psychologische Konstrukte wie beispielsweise die Gedächtnis- und Konzentrationsleistung, Aktivierung, Entspannung oder die subjektive Empfindung sehr komplexe Strukturen darstellen, die eine weitaus differenziertere Betrachtungs- und Vorgehensweise vom Versuchsaufbau abverlangen. Für zukünftige Untersuchungen würden dahingehend physiologische Messverfahren angebracht erscheinen, die unter anderem EEG-Messungen, Hautleit-

wert, Herzfrequenz, Hauttemperatur und andere physiologische Parameter erfassen. Dies ermöglicht eine zusätzlich objektivierbare Datenerfassung und würde zu einer besseren Fundierung der psychologischen Befunde beitragen.

Es ist ferner einzuräumen, dass ein experimentelles Design, wie es in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kam, eine sofortige Wirkung des Treatments voraussetzt, die bei dem Probanden auch gleich im ersten Versuch eintreten sollte. Dies war aber zumindest nicht bei allen Probanden zu erwarten, da erfahrungsgemäß jeder Mensch unterschiedlich auf die Wirkung der Mindmachine anspricht. Üblicherweise würden auch Anhänger der Mindmachine-Verfahren zustimmen, dass ein gewisses Maß an Übung erforderlich ist, bis sich beim Anwender eine bestimmte Wirkung durch die Mindmachine einstellt (vgl. Carter & Russel, 1993; Dieterich et al. 1997; Budzynski et al., 1999; Joyce et al., 2000).

Wie auch bei anderen alternativen Methoden von Entspannungstechniken, beispielsweise bei der „Progressiven Muskelrelaxation“, der „Meditation“, dem „Autogenen Training“ oder diversen Biofeedback-Verfahren, ist mehrmaliges Trainieren notwendig, bevor eine Wirkung eintritt. Hingegen wurde aber diese Art des Trainings oder des Befassens mit dem Mindmachine-Verfahren den Probanden der vorliegenden Untersuchung nicht ermöglicht. Daher scheint es für weitere Forschung auf dem Gebiet angemessen zu sein, vor der Durchführung eines Nachtests dem Probanden die Möglichkeit einer festgelegten Trainingsphase und mehrere Übungseinheiten zur Erlernung und besseren Eingewöhnung einzuräumen.

Weitere wesentliche Kritikpunkte in der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf die Testverfahren d2-Test und LGT-3. Wenn auch die Verfahren bezüglich ihrer Testgütekriterien anhand aufwendiger Normierung hinreichend gut validiert wurden, dienten sie der vorliegenden Untersuchung zur Erfassung sehr komplexer psychologische Konstrukte, wie der Konzentrations- und Gedächtnisleistung. Für künftige Untersuchungen auf diesem Gebiet wäre eine differenziertere Erfassung mit jeweils verschiedenen Testverfahren in ihrer Anwendbarkeit auf die unterschiedlichen Facetten dieser Konstrukte wünschenswert.

In Bezug auf den d2-Test richtet sich zu Recht die Kritik an die damit erhobene Konzentrationsleistung, denn der Test unterstellt der Konzeption, dass richtig bearbeitet auch gleichzeitig hoch konzentriert bedeuten würde. Allerdings wird damit nur ein klei-

ner Aspekt des Konstruktes Konzentration erfasst. So unterstellen die Autoren Berg und Erlwein (1991), Oehlschlägel und Moosbrugger (1990, 1991) sowie Fay (1991) dem d2-Test in einer Kontroverse um das Verfahren eine gewisse Trainierbarkeit bei Durchstreichverfahren im Allgemeinen, eine hohe Verfälschbarkeit durch zufälliges Ausfüllen und eine hohe Störanfälligkeit bezüglich situationaler und individueller Faktoren. Außerdem zeigten sich zu denen von den Autoren kritisierten Übungseffekten des d2-Tests, zusätzlich noch relativ starke Deckeneffekte, wie es in der vorliegenden Arbeit gelegentlich der Fall war. Dies war vor allem bei den Psychologiestudenten bemerkbar, da die Bearbeitungszeit von 20 Sekunden pro Zeile teilweise für einige Probanden zu lang bemessen war und jeweils im Vor- und Nachtest zu einem vorzeitigen Ende noch vor Ablauf der Bearbeitungszeit führte. Eine kürzere Bearbeitungszeit von 15 Sekunden pro Zeile wäre dabei angemessener gewesen, um Deckeneffekte besser kontrollieren zu können.

In Bezug auf die Gedächtnisleistung wurde ebenfalls nur ein sehr kleiner Aspekt des Konstruktes „Gedächtnis“ mittels eines anschaulichen und einfach gehaltenen Gegenständebogens erfasst, der ferner der visuell-figuralen Merkfähigkeit zuzuordnen wäre. Die 20 einzuprägenden Gegenstände wiesen dabei einen sehr trivialen und symbolhaften Charakter auf, was die Anwendung einer bewussten oder unbewussten Gedächtnisstrategie ermöglicht und eine Assoziation mit ähnlichen Gedächtnisinhalten erleichtert. Somit konnte nicht sicherstellt werden, ob die gemessene Gedächtnisleistung tatsächlich auf die Treatmentwirkung durch die Mindmachine oder auf spezielle von der Versuchsperson angewandte Gedächtnistechniken zurückzuführen war. Somit wäre auch an dieser Stelle eine präzisere Operationalisierung des Konstruktes Gedächtnisleistung mittels verschiedener Testverfahren für zukünftige Forschung erwünschenswert.

Obwohl durch oftmals empirisch erwiesene Befunde das Prinzip der audio-visuellen Stimulation mit Mindmachines zu nachvollziehbaren neurophysiologischen Effekten führt, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Erklärungsmodelle nur in bedingtem Maße die Funktionsweise auf neuronaler Ebene bestimmen. Somit kann aber auf Grund der Komplexität und Plastizität des menschlichen Gehirns zu Recht bezweifelt werden, dass mittels audio-visueller Stimulationsfrequenzen per Knopfdruck ein gewünschter Bewusstseinszustand herbeigeführt werden kann, der für bestimmte Lebens- oder Lernsituationen angemessen erscheint.

6.4 Fazit und Ausblick

Im Allgemeinen dürfte wissenschaftlich ausreichend erwiesen sein, dass mit Hilfe von Mindmachines eine Entspannungswirkung oder eine Aktivierung erzielt werden kann. Ein großer Vorteil gegenüber alternativen Entspannungsmethoden ergibt sich bei Mindmachines in der genauen Regulierbarkeit des herbeigeführten Bewusstseinszustandes. Somit wird die gezielte Herbeiführung eines gewünschten Zustandes, beispielsweise zum Zweck einer Lernzustandsregulierung oder zur Steigerung kognitiver Fähigkeiten, durch die entsprechende Wahl eines bestimmten Stimulationsprogramms begünstigt. Der Alpha-Zustand erweist sich dabei mit einer leicht herabgesetzten Aktivierung in Bezug auf eine verbesserte Informationsaufnahme als förderlich. Im Falle einer gesteigerten Aktivierung würde sich dabei aber der Beta-Zustand hinsichtlich einer Reizverarbeitung und beim Aufbereiten von Lernmaterialien oder ferner zur Steigerung der allgemeinen Leistungsmotivation als dienlich erweisen.

Ein zusätzlicher Zugewinn, der in einer entspannungsinduzierenden Wirkung durch die Mindmachine gesehen werden kann, ist eine Tatsache aus der Verhaltenstherapie, dass durch Entspannung Ängste abgebaut werden und ein gewisses „Loslassen“ mit körperlichem Wohlbefinden einhergeht. Es liegt daher nahe, dass sich aus diesem Prinzip heraus ein gewisser therapeutischer Nutzen schlussfolgern lässt. Beispielsweise in entsprechenden Prüfungssituationen oder anderen stressbeladenen Situationen, die meist als belastend erlebt werden, würde sich eine Entspannungsinduktion mittels Mindmachine als hilfreich erweisen, vor allem bei Personen, die noch keine Erfahrung mit alternativen Verfahren gemacht haben. Auf Grund der einfachen Regulierbarkeit des gewünschten mentalen Zustandes durch die Mindmachine lassen sich auch tiefere Entspannungszustände erzeugen, die unter anderem für eine therapeutische Anwendung eingesetzt werden können. Beispielsweise könnte damit in der Hypnosetherapie oder bei psychoanalytischen Verfahren ein leichterer Zugang zum Unterbewusstsein ermöglicht oder auch die Erlernung alternativer Entspannungsverfahren, wie das Autogene Training, erleichtert werden.

Mindmachines hätten ebenfalls zukünftig das Potential, Einzug in die deutschen Schulen oder Bildungseinrichtungen zu finden, beispielsweise um bei betroffenen Schülern oder Studenten die ADHS-Symptomatik zu lindern, Lernschwierigkeiten in Folge eines Hyperarousals zu kompensieren und um Prüfungsängste abzubauen.

Generell lässt sich festhalten, dass die Mindmachine in gewissem Maße die Lernfähigkeit und sogar eine Lernbereitschaft steigern kann, was beispielsweise beim Sprachen- und Vokabellernen oder auch im Zusammenhang mit konkreten Lerninhalten in Form von Faktenwissen eingesetzt werden kann. Denkbar wäre es aber auch, sich nach einer Lernphase mittels Mindmachine in einen entspannten oder gar meditativen Zustand zu versetzen und den gelernten Stoff im Geiste noch mal durchzugehen, wie es bei einer Visualisierung der Fall wäre.

Auch aus pharmazeutischer Sicht lässt sich an dieser Stelle anführen, dass Mindmachines durchaus als nebenwirkungsfreie Alternative zu denen am Anfang des theoretischen Teils postulierten pharmazeutischen Mitteln, wie Powerpillen für Neuro-Enhancement, einen herausragenden Stellenwert einnehmen.

Abschließend lässt sich in Anlehnung an die Thematik aus vorliegender Arbeit ein passendes Zitat aus dem Buch „Die Hyperzeller. Das neue Menschenbild der Evolution.“ von Hans Hass (1994, S. 11) anbringen:

„(...) wie der Mensch mit seinen künstlich hergestellten Geräten und Maschinen zu Einheiten verschmilzt, die neue spezialisierte Leistungen ermöglichen. Ein Besucher aus dem Weltraum, der aus einem Raumschiff die Lebensentfaltung auf unserem Planeten studierte, würde den Menschen sicher mit besonderem Interesse betrachten: Er ist das einzige Lebewesen, das die Leistungsfähigkeit seines Körpers fast beliebig durch Verwendung von Werkzeugen und sonstigen künstlich geschaffenen Behelfen steigern kann.“

7 Literaturverzeichnis

Aktinson R.C., Shiffrin R.M. (1968): Human memory: a proposed system and its control process. Ub: Spence K, Spence J (Eds), *The psychology of learning and motivation.* Vol. 2. New York: Academic Press.

Amelang, M.& L. Schmidt-Atzert (2006).*Psychologische Diagnostik und Intervention*. Berlin: Springerverlag.

Amelang, M., Zielinski, W. (1997). *Psychologische Diagnostik und Intervention* (2. Aufl.). Berlin:Springer.

Amen, D. (1998). *Change your brain, change your life*. New York: Three Rivers Press.

Amthauer R. (1970). *Intelligenz-Struktur-Test IST 70*. Göttingen: Hogrefe.

Aston-Jones, G., Chiang, C., Alenski, T. (1991). Discharge of noradrenergic locus coeruleus neurons in behaving rats and monkeys suggests a role in vigilance. *Progress in Brain Research*. Barnes & Pomeiano. New York: Elsevier Science Publishers.

Atwater, R., H. (1988). *The Monroe Institute's Hemisync process: A Theoretical Perspective.* Faber, Va: Monroe Institute.

Baddeley, A. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47-89). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D. (1998). *Human memory. Theory and practice* (Rev.). Boston, MA etc.: Allyn and Bacon.

Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.

Baentsch, O. (2008). Viagra furs Gehirn. Zeitungsartikel in: *UNICUM*, Ausgabe Juni 2008, S. 8-9.

Bäumler, G. (1974*). Lern- und Gedächtnistest: LGT-3*. Göttingen: Hogrefe.

Bäumler, G. (1991). Auf dem Weg zur operationalen Definition von Aufmerksamkeit. In J. Janssen, E. Hahn, H. Strang (Hrsg.), *Konzentration und Leistung* (S. 11-26). Göttingen: Hogrefe.

Berg, D. & Erlwein, M. (1991). Gute Resultate im Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Test d2) nur aufgrund hoher Konzentrationsfähigkeit? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 38, 59-62.

Berg, K, Mueller, H., Siebael, D., Siever, D. (1999). *"Outcome of Medical Methods, Audio-Visual Entrainment, and Nutritional Supplementation for the Treatment of Fibromyalgia Syndrome."* Presented at the Society for Neuronal Regulation. Unpublished manuscript.

Berg, K, Siever, D (1999). *"Audio-Visual Entrainment as a Treatment Modality for Seasonal Affective Disorder."* Presented at the Society for Neuronal Regulation. Unpublished manuscript.

Berger, H. (1938). *Das Elektrenkephalogramm des Menschen*. Dt. Akademie d. Naturforscher: Halle Saale.

Bexton, W. H., Heron, W. & Scott, T. H. (1954). Effects of decreased variation in the sensory environment. *Canadian Journal of Psychology*, 8, p. 70–76.

Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2003). *Biologische Psychologie*. 5. Auflage. Springer: Berlin.

Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2005). *Biologische Psychologie*. 6. Auflage. Springer: Berlin.

Boersma, F. J., Gagnon, C. (1992). The use of repetitive audiovisual entrainment in the management of chronic pain. *Medical Hypnoanalysis Journal*, 7, p. 80-97.

Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation* (3.Auflage). (S.489-502) Heidelberg: Springer.

Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5., vollst. überarb. u. aktualis. Aufl.). Berlin: Springer

Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (1990). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.* Berlin: Springer.

Braunschmied-Wolf, P. (1991). *Lernen mit optisch-akustischen Mind Machines*. Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Bremner, D. (2002). *Does Stress Damage the Brain?* W. W. Norton & Company: New York, NY.

Brickenkamp, R. & Karl R. (1986): Geräte zur Messung von Aufmerksamkeit, Konzentration und Vigilanz. In Brickenkamp, R. (Hrsg.). *Handbuch apparativer Verfahren in der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.

Brickenkamp, R. (2002). *Test d2. Aufmerksamkeits-Belastungstest*. Handanweisung. 9.Auflage. Göttingen: Hogrefe.

Broadbent, D., E. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.

Brockopp, G. W. (1984). *Review of Research on Multi-Modal Sensory Stimulation with Clinical Implications and Research Proposals*. Unpublished manuscript, see Hutchison (1986).

Budzynski, T. H. (1996). Brain brightening: Can neurofeedback improve cognitive process? *Biofeedback*, 24 (2), 14-17.

Budzynski, T., Budzynski, H. (2001). Brain brightening – preliminary report, December 2001. *In house manuscript*. Mind Alive Inc. Edmonton, Alberta, Canada.

Budzynski, T., Jordy, J., Budzynski, H. K., Tang, H. & Claypoole K. (1999). Academic Performance Enhancement with Photic Stimulation and EDR Feedback. *Journal of Neurotherapy, 3*, 11-22.

Budzynski, T.H. & Tang, J. (1998). Biolight effects on the EEG. *SynchroMed Report*. Seattle, WA.

Büttner, G., & Schmidt Atzert, L. (2004). Diagnostische Verfahren zur Erfassung von Aufmerksamkeit und Konzentration. In G. Büttner & L. Schmidt Atzert (Hrsg.), *Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit* (S. 23–62). Göttingen: Hogrefe.

Büttner, G., & Schmidt-Atzert, L. (Hrsg.) (2004). *Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit.* Göttingen: Hogrefe.

Cade, C. M. & Coxhead, N. (1979). *The Awakened Mind: Biofeedback and the Development of Higher States of Consciousness*. New York: Delacorte Press.

Carter, J., & Russell, H. (1993). A pilot investigation of auditory and visual entrainment of brainwave activity in learning disabled boys. *Texas Researcher: Journal of Texas Center for Educational Research, 4*, 65-73.

Ciganek L. (1966). Evoked potentials in man: interaction of sound and light. *Electroenceph. clin. Neurophysiol*. 21, 28-33.

Cohen N J & Squire R L. (1980): Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: dissociation of knowing how and knowing that. *Science, 210,* 207-209.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*, 155-159.

Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. & Aiken, L. S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences.* Chapter 8: Categorical or Nominal Independent Variables: pp 302-353. Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum.

Cohen, N. & Douglas, V. (1972). Characteristics of the orienting response in hyperactive and normal children. *Psychophysiology, 9,* 238-245.

Cooper, H. & Hedges, L. V., Hg. (1994). *The Handbook of Research Synthesis*. New York: Russell Sage.

Dieterich, R., (1991). Studien zur Psychologie und Physiologie entspannter Lernprozesse. *Unterrichtswissenschaft, 19*, S 76-92.

Dieterich, R., (2000). *Lernen im Entspannungszustand*. Göttingen: Hogrefe Verlag für angewandte Psychologie.

Dieterich, R., Landeck, K.-J., Meinschien, I., Rietz, I. & Wahl, S. (1997). *Lernzustandsregulierung durch photo-akustische Stimulation. Experimentelle Überprüfung ei-*

ner externen Beeinflussbarkeit von Lernleistungen mit Hilfe von Mind-Machines. Beiträge aus dem Fachbereich Pädagogik, 3. Universität der Bundeswehr Hamburg.

Ebe, M. & Homma, I. (1994). *Leitfaden für die EEG-Praxis*. Ein Bildkompendium. Stuttgart, Jena, New York.

Fahrenberg, J., Hampel, R., Selg, H. (1984). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R* (5. Auflage). Göttingen: Hogrefe.

Faul, F. & Erdfelder, E. (1992). GPOWER: *A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS* [Computer program; Version 2.0]. Bonn: Universität Bonn, Fachbereich Psychologie.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*, 175-191.

Fay, E. & Meyer, M. (1991). Ein computergestützter Test zur Erfassung der Konzentrationsfähigkeit: Das Verfahren, seine Vorteile gegenüber „Papier-Bleistift-gestützter" Diagnostik und empirische Ergebnisse. In H. Schuler, U. Funke (Hrsg.), *Eignungsdiagnostik in Forschung und Praxis* (Band 10). S. 85-88. Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.

Fay, E. & Meyer, M. (1993). *Bonner Konzentrationstest BKT*. Ein computergestütztes Verfahren zur Messung der Konzentrationsfähigkeit. Version 2.OF. Göttingen: Hogrefe.

Fedotchev, A. L., Bondar, A. T., Maevskii, A. A. & Zuimach, E. A. (1995). Physiological effects of photostimulation and their relationship with subjective state parameters. *Human Physiology, 21 (3)*, 203-207.

Foster, D. S. (1990) *EEG and subjective correlates of alpha frequency binaural beats stimulation combined with alpha biofeedback*. Ann Arbor, MI: UMI, Order No. 9025506.

Fox, P. & Raichle, M. (1985). Stimulus rate determines regional blood flow in striate cortex. *Annals of Neurology, 17, (3)*, 303-305.

Fox, P., Raichle, M., Mintun, M., & Dence, C. (1988). Nonoxidative glucose consumption during focal physiologic neural activity. *Science, 241*, 462-464.

Frederick, J., Lubar, J., Rasey, H., Brim, S., & Blackburn, J. (1999). Effects of 18.5 Hz audiovisual stimulation on EEG amplitude at the vertex. *Journal of Neurotherapy, 3 (3)*, 23-27.

Fröhlich, W. (1993). *Wörterbuch zur Psychologie*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Geiger, J. (2003). *Chapel of the extreme experience - A short history of stroboscopic light and the dream machine.* New York, Soft Skull Press.

Geisler, L. S. (2005): *Das Menschenbild in der modernen Medizin*. Vortrag Deutsches Hygiene Museum Dresden. 18. Mai 2005. Verfügbar unter URL: http://www.linus-geisler.de/vortraege/0505dhmd_menschenbild.html [04.12.2008]

Glicksohn, J. (1986). Photic driving and altered states of consciousness. An exploratory study. *Imagination, Cognition and Personality, 6*, 167-182.

Graf, P. & Schacter, D. L. (1985): Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnestic subjects. Journal of Experimental Psychology: *Learning, Memory and Cognition, 11*, S. 501-518.

Green, E. E. & Green, A. M. (1986). Biofeedback and States of Consciousness. In B. B. Wolman & M. Ullman (Eds.). *Handbook of States of Consciousness*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Greenberg, L. M. & Waldman, I. D. (1993). Developmental normative data on the test of variables of attention (T.O.V.A.). *Journal Child Psychol. Psychiatry, 34*, 1019-1030.

Gross, P. (1999). *Ich-Jagd*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.

Guttmann, G. (1992). Veränderte Bewusstseinszustände, Trance, Hypnose und Meditation aus psychologischer und biologischer Sicht. In: *Mind Machines, Hightech für Entspannung und mentale Kompetenz*; Tagungsdokumentation, Gottlieb Duttweiler Institut, Zürich.

Guttmann, H. (1982). *Lehrbuch der Neuropsychologie* (3.Aufl.). Bern: Huber.

Hamilton, P., Hockey, G. R. & Rejman, M. (1977). The place of the concept of activation in human information proceccing theory. In S. Dornic (ed.), *Attention and Performance Vol. VI*. New York: Erlbaum.

Harms, I., v. Staden, N., Zegarec, M. (1993). *Entspannungsinduktion durch optisch-akustische Stimulation.* Unveröffentlichte Diplomarbeit FB Psychologie Universität Hamburg.

Harner, M. (1999). *Der Weg des Schamanen: Das praktische Grundlagenwerk zum Schamanismus*. Kreuzlingen/München: Heinrich Hugendubel Verlag.

Harrah-Conforth, B. (1992). Accessing alternity: Neurotechnology and alternate states of consciousness, *bOING-bOING, No.6*, Colorado.

Hass, H. (1994). *Die Hyperzeller. Das neue Menschenbild der Evolution*. Hamburg: Carlsen.

Hebb, D., O. (1955). Drives and the CNS (conceptual nervous system). *Psychological Review, 62*, p. 243-254.

Herkert, R. (1990). *Mind-Machines. Chancen und Risiken der elektronischen Gehirnstimulation*. München: Goldmann.

Hobi, V. (1985). *Basler Befindlichkeits-Skala. Ein Self-Rating zur Verlaufsmessung der Befindlichkeit. Manual*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Hoffmann, J (1983): *Das aktive Gedächtnis*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Hömberg, V. (1995): Gedächtnissysteme - Gedächtnisstörungen. *Neurologische Rehabilitation*, 1, S. 1-5.

Horn, W. (1983). *Leistungsprüfsystem (*LPS*)*. Handanweisung (2., erweit. und verbesserte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.

Hutchison, M. (1984). *The Book of Floating: Exploring the Private Sea*. Gateways Books & Tapes. Nevada City, California

Hutchison, M. (1986). *Megabrain Power*. Paderborn: Junfermann.

Hutchison, M. (1990). *Megabrain: Geist und Maschine*. Basel: Sphinx

Hutchison, M. (1990). *Special issue on sound/light*. Megabrain Report: Vol.1, No. 2.

Janet P. (1894). *Der Geisteszustand der Hysterischen*. Leipzig und Wien: Deuticke

Janet, P. (1889). *L!Automatisme Psychologique*. Paris: Alcan. Koestler, A. (1981). The Act of Creation. London: Pan Books.

Janssen, J. & W. Laatz (2003). *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests* (4., neubearb. u. erw. Aufl.), Berlin: Springer

Jastak, S., & Wilkinson, G.S. (1984). *The Wide Range Achievement Test-Revised 2. Wilminton*, DE: Jastak Associates, Inc.

Joyce, M., Siever, D., Twittey, M. (2000). Audio Visual Entrainment Program as a Treatment for Behavior Disorders in a School Setting. *Journal of Neurotherapy, Vol. 4, No 2*, 9-25.

Kapellner, R. (1990). Mind-Machines im Test. In R. Herkert (Hrsg.), *Mind-Machines. Chancen und Risiken der elektronischen Gehirnstimulation*. München: Goldmann.

Kinney, J. A., McKay, C., Mensch, A., & Luria, S. (1973). Visual evoked responses elicited by rapid stimulation. *Encephalography and Clinical Neurophysiology, 34*, 7-13.

Kirk, S., McCarthy, J. J. & Kirk. (1968). *Illinois Test of Pscholinguistic Abilities ITPA 1*. University of Illinois Press.

Kolb, B. & Whisaw, I. Q. (1985): *Fundamentals of Human Neuropsychology*. W. H. Freeman and Company.

Kolb, B. & Whishaw, I. Q. (1996). Neuropsychologie (2. Auflage). Berlin: Spektrum.

Kotulak, R. (1997). *Inside the brain: Revolutionary discoveries of how the mind works*. Kansas, Missouri: Andrews McMeel Publishing Co.

Kroger, W. S. & Schneider, S. A. (1959). An electronic aid for hypnotic induction: A preliminary report. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis, 7*, 93-98.

Landeck, K.-J. (1996a). Einschalten zum Abschalten. Mit „Mind-Machines“ in die optimale Arbeitsstimmung? *Handbuch Hochschullehre, 10*, 2-19.

Landeck, K.-J. (1996b). Zum Einfluss apparativ („Mind-Machines“) induzierter Entspannung auf Gedächtnisleistungen und elementare kognitive Operationen. In A. Schorr (Hrsg.), *Experimentelle Psychologie. Bericht über die 38. Tagung experimentell arbeitender Psychologen* (S. 186). Universität Eichstädt.

Linke, R. (1991). *Psychologische Untersuchung der Wirkung von optisch-akustischer Stimulation.* Institut für Psychologie, Universität Wien. Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Lubar, J. (1998). *An evaluation of the short-term and long-term effcets of AVS (sound & light) on QEEG: Surprising findings*. Presented at Futurehealth Conference on Brain Funetion, Modificafion & Training, Palm Springs, CA.

Lubar, J. 0. & Lubar, J. F. (1984). Electroencephalographic biofeedback of SIVIR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting. *Biofeedback & Self Regulation, 9(l)*, 1-23.

Lubar, J. R (1989). Electroencephalographic biofeedback and neurological applications. In J. V. Basmaiian (Ed.), Biofeedback Principles and Practice, New York: Williams & Wilkins. Mavromatis, A. Hypnagogia: *The Unique State of Consciousness Between Wakefulness and Sleep*. New York: Routledge & Kegan Paul.

Lubar, J. F. (1991). Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders. [Review] [39 refs]. *Biofeedback & Self Regulation, 16(3)*, 201-225.

Markowitsch, H. J. (1993). Lernen: Bewußt - unbewußt - implizit - explizit - prozedural - semantisch - episodisch - priming. Ein Kommentar zu Hoffmanns Bericht über "Unbewußtes Lernen". *Psychologische Rundschau, 44*, 106-108.

Markowitsch, H. J. (1999). *Gedächtnisstörungen*. Stuttgart: Kohlhammer.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review, 63*, 81-97.

Monroe, R. (1981). *Der Mann mit den zwei Leben. Reisen außerhalb des Körpers*. Interlaken: Ansata-Verlag.

Nagel, C.A. (2005). *David Pal – Version 2 Mentalsystem – Bedienungsanleitung*. Übersetzt aus dem Englischen von Claudius A. Nagel, www.mind-shop.de. Verfügbar unter URL:http://www.mind-machines.de/newsdesk_info.php/newsPath/15/newsdesk_id/29 [Stand: 01.08.08]

Nagel, C. A. (o.J.). *Brainwave-Entrainment mit Mindmachines. Schrittmacher für die grauen Zellen.* In Vorbereitung.

Neundörfer, B. (1995). *EEG-Fibel - Das EEG in der ärztlichen Praxis* (4 ed.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

Oehlschlägel, J. & Moosbrugger, H. (1990). Zur Verfälschung von Konzentrationsleistungen: Wechselwirkungen von Fähigkeit, Bearbeitungsstrategie und Bearbeitungsabschnitt im Test d2. In: D. Frey (Hrsg.), *Bericht über den 37. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel 1990 (Band 1, S. 105)*. Göttingen: Hogrefe.

Oehlschlägel, J. & Moosbrugger, H. (1991). Konzentrationsleistung ohne Konzentration? Zur Schätzung wahrer Leistungswerte im Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2. *Diagnostica 27*, 42-51.

Oster, G. (1973). Auditory beats in the brain. *Scientific American, 229*, 94-102.

Othmer S., Othmer, S. F., & Clifford, S. M. (1991). *EEG Biofeedback Training for Attention Deficit Disorder, Specific Learning Disabilities, and Associated Conduct Problems.* EEG Spectrum. Verfügbar unter URL: http://www.eegspectrum.com/Applications/ADHD-ADD/ [23.10.08]

Othmer, S., Kaiser, D. A. (1997). *Efficacy of SMR-Beta Neurofeedback for Attentional Processes.* EEG Spectrum.
Verfügbar unter URL: http://www.eegspectrum.com/Applications/ADHD-ADD/ [23.10.08]

Othmer, S.O. (1994). EEG Biofeedback Training. Megabrain Report. *Journal of Mind Technology, 2(3),* 43-47.

Patterson, M. A., Patterson L & Patterson S. I. (1996). Electrostimulation: addiction treatment for the coming millennium. *Journal of Alt. and Complementary Med., 2(4)*, 485-491.

Patterson, M. (1989). *Der sanfte Entzug. Ein neues bio-medizinisches Verfahren.* Stuttgart: Klett-Cotta.

Patterson, M. A., Firth, J. & Gardner R. (1984). Treatment of drug, alcohol and nicotine addiction by neuro-electric therapy: analysis of results over seven years. *Journal of Bioelectricity (3)*, 193-221.

Pinel, J. P. J. (2001). *Biopsychologie (*2.Auflage). Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Pucher, I. (1991). *Auswirkung Audiovisueller Stimulation auf psycho-physiologische Parameter.* Ludwig Boltzmann Forschungsstelle, Hanuschkrankenhaus und Institut für Psychologie, Universität Wien. Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Purkinje, J. B. (1823). *Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne*. Beiträge zur Kenntnis des Sehens in subjektiver Hinsicht, Bd. 1. Prag: Calve.

Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1992). *Manual for Raven's progressive matrices and vocabulary scales* (section 3). Oxford: Oxford Psychologist Press.

Raven, J. C. (1958). Standard Progressive Matrices. London: Lewis & Co. Raven, J. C., Court, J. H. & Raven, J. (1994). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Mill Hill Vocabulary Scales. Advanced Progressive Matrices*. Oxford: Oxford Psychologists Press.

Rose, C. (1985). *Accelerated Learning*. Aylesbury: Bucks

Rosenzweig, M. R. & Bennett, E. L. (1972). Cerebral changes in rats exposed individually to an enriched environment. *Journal of comparative and physiological psychology, 80(2),* 304-313.

Rosenzweig, M. R. & Bennett, E. L. (1996). Psychobiology of plasticity: Effects of training and experience on brain and behavior. *Behavioural brain research, 78(1),* 57-65.

Rossi, E. L. (1986). *The Psychobiology of Mind-Body Healing*. New York: W.W. Norton.

Russell, H. L. and Carter, J. L. (1993). A Pilot Investigation of Auditory and Visual Entrainment of Brainwave Activity in Learning-Disabled Boys. *Texas Researcher, J. of the Texas Center for Educational Research, 4,* 65.

Schandry, R. (2003). *Biologische Psychologie*. Weinheim: Beltz/PVA

Schiffler, L. (1989). *Suggestopädie und Superlearning – empirisch überprüft*. Frankfurt: Moritz Diesterweg.

Schuri, U. (1993): Gedächtnis. In: Cramon, D.Y. von; Mai, N. & Ziegler, W. (Hrsg.): *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: VCH. S. 91-122.

Shealy, N., Cady, R., Cox, R., Liss, S., Clossen, W. & Veehoff, D. (1989). *A comparison of depths of relaxation produced by various techniques and neurotransmitters produced by brainwave entrainment*. Shealy and Forest Institute of Professional Psychology. A study done for Comprehensive Health Care, Unpublished.

Siever, D. (1995). *Isochronic Tones and Brainwave Entrainment*. Unpublished.

Siever, D. (2000). *The rediscovery of audio-visual entrainment technology. Unpublished book*. Available from: Mind Alive Inc., Edmonton, Alberta, Canada.

Siever, D. (2002). *New technology for attention and learning*. Unpublished book. Available from: Mind Alive Inc., Edmonton, Alberta, Canada.

Siever, D. (2003). Audio-visual entrainment - Part I. History and Physiological Mechanisms. *Biofeedback*, 31(2):21-27.

Siever, D. (2003). Audio-visual entrainment - Part II. *Biofeedback*, 31(3):29-32.

Siever, D. (2003). Audio-visual entrainment: 1. History and physiological mechanisms. *Biofeedback. 31(2)*, 21-27

Siever, D. (2003, Fall) Audio-visual entrainment: II dental studies. *Biofeedback, 31(3)*, 29-32.

Siever, D. (2004). Applying audio-visual entrainment technology for attention and learning - Part III. *Biofeedback, 31(4)*, 24-29.

Siever, D. (2004, Winter). *The application of audio-visual entrainment for the treatment of seasonal affective disorder*. Biofeedback, In Press.

Siever, D., (2003). Techtalk: *Heart Rate Variability (HRV) and AVE*. Spring, 2003 newsletter. Available from: www.mindalive.com/1_0/spring03.htm. [03.12.08]

Silbernagel, S. & Lang, F. (2005). *Taschenatlas der Pathophysiologie* (2. korrigierte Auflage). Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Smith, R. B. & Tyson, R. (1991). *The use of transcranial electrical stimulation in the treatment of cocaine and/or polysubstance abuse*. Unpublished.

Squire, L. R. & Kandel, E. R. (1999). *Gedächtnis: Die Natur des Erinnerns*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Squire, L. R. (1987). *Memory and the brain*. New York: Oxford University Press.

Thiemann, J. (2008). Synthetische Schlaumacher. Zeitungsartikel in: *UNICUM*, Ausgabe Juni 2008, S. 10.

Thomas, N. & Siever, D. (1989). The effect of repetitive audio/visual stimulation on skeletomotor and vasomotor activity. In Waxman, D., Pederson, D., Wilkie, I., & Meller, P. (Eds.) *Hypnosis*: 4th European Congress at Oxford. London: Whurr Publishers.

Thompson, B. (1996). AERA editorial policies regarding statistical significance testing: three suggested reforms. *Educational Researcher, 25(2)*, 26-30.

Tönnies, S. (1993). Entspannungsinduktion durch optisch-akustische Stimulation (Mind-Machine).*Verhaltenstherapie, 3 (Suppl. 1)*, 61.

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In: Tulving E. & Donaldson, W. (Eds.): *Organisation of memory*. New York: Academic Press.

Twitty, M., & Siever, D. (1998). *Light and sound stimulation as a treatment for chronic pain.* Unpublished manuscript available from Comptronics Devices Ltd., Edmonton, Alberta.

Walter W. G. (1953). *The Living Brain*. Penguin, London, 1967; deutsch Das lebende Gehirn bei Droemer/Knaur 1963.

Walter, V. J. & Walter, W. G. (1949). The central effects of rhythmic sensory stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1*, 57-86.

Wickelgreen, W. A. (1970). Multitrace strength theory. In: Norman, D.A. (Ed.): Models of human memory. New York.

Williams, P. & West, M. (1975). EEG responses to photic stimulation in persons experienced at meditation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 39,* 519-522.

Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology, 18,* 459-482.

Zentall, S. & Zentall, T. (1976). Activity and task performance of hyperactive children as a function of environmental stimulation. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 44 (5),* 693-697.

Zentall, S. (1975). Optimal stimulation as theoretical basis of hyperactivity.American Journal of Orthopsychiatry, 45 (4), 549-562.

Zimbardo, P., Gerrig, R. (1999). *Psychologie* (7. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer.

8 Anhang

Anhang A :

Erste Seite des Testbogens für die Experimentalgruppe - Angaben zur Person, Einverständniserklärung und Tabelle für die gemerkten Gegenstände des LGT3-Gedächtnistests der Vor- und Nachtestuntersuchung in Form A und B

Testbogen

Name:	**Datum:**
Geschlecht: ☐ **männlich** / ☐ **weiblich**	**Schulart / Beruf:**
Geburtsdatum:	**Email:**
Nr.	**AVS:**

Einverständniserklärung:

Ich bin über die Risiken von Mindmachines aufgeklärt, leide nicht an Epilepsie und/oder Herzschäden, trage keinen Herzschrittmacher und habe keine Drogen oder psychogene Medikamente eingenommen.

Unterschrift:

Gegenstände: Test 1	**Gegenstände: Test 2**
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20

Anhang B

Fragebogen zur Evaluation der Mindmachine-Sitzung, Erfahrung mit Mindmachines und anderen Entspannungsverfahren (Rückseite)

Fragebogen

1. Wie haben Sie die audio-visuelle Stimulation mit der Mindmachine empfunden? (auf einer Skala von 1 bis 6)

	1	2	3	4	5	6	
(eher unangenehm)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	(eher angenehm)

2. Würden Sie eine ähnliche Sitzung mit einer Mindmachine wiederholen wollen?

ja ☐ / nein ☐

3. Hatten sie vorher schon Erfahrungen mit ähnlichen Mindmachines und audio-visueller Stimulation?

ja ☐ / nein ☐

4. Hatten Sie bisher schon Erfahrungen mit Entspannungstechniken wie Autogenem Training, Meditation, Entspannungs-Yoga, Progressive Muskelentspannung, spezielle Meditations-CDs, Hypnose, spezielle Atemübungen, Fantasiereisen, ect.?

ja ☐ / nein ☐

Wenn ja, Welche? –

_____

_____

5. Wie oft haben Sie diese Entspannungstechniken bisher praktiziert?
(z.B.: regelmäßig, gelegentlich, wöchentlich, monatlich, einmal, zweimal, mehrmals, ect.)

_____

_____

Anhang C

Erste Seite des Testbogens für die Kontrollgruppe - Angaben zur Person und Tabelle für die gemerkten Gegenstände des LGT3-Gedächtnistests der Vor- und Nachtestuntersuchung in Form A und B

Testbogen

Name: (freiwillig)	**Datum:**
Geschlecht: ☐ **männlich** / ☐ **weiblich**	**Schulart / Beruf:** (Schüler, Student, Azubi, ect)
Geburtsdatum:	**Email:** (freiwillig)
Nr.	

Gedächtnistest

Gegenstände: Test 1	**Gegenstände: Test 2**
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20

Anhang D

Prosatext in Form einer Phantasiereise für das Kontrollgruppen-Treatment (Vorderseite)

Strandgut

Stell Dir vor, Du bist am Meer. Sieh die Weite des grünblauen Wassers vor Dir.

Sie reicht bis zum Horizont. Du stehst so nah am Wasser, dass Du bei einer Welle spüren kannst, wie das kühle Nass Deine Fußknöchel umspielt. Der Sand ist warm und weich. Die Sonne verschenkt ihre Strahlen reichhaltig. Spüre ihre Wärme auf Deiner Haut. Es geht ein leichter, angenehmer Wind. Er streichelt Dein Gesicht und spielt mit Deinem Haar. Du kannst die Augen schließen und auf das Rauschen des Meeres hören. Hier und da vernimmst Du den heiseren Schrei einer Möwe. Atme die salzige Luft ein, berausche Dich an dem Geschmack der Weite und Endlosigkeit.

Wenn Du magst, wähle nun eine Richtung und gehe am Strand entlang. Weit und breit ist kein Mensch zu sehen. Nur Du und das Meer. Setze behutsam Schritt vor Schritt, spüre den Sand unter Deinen Füßen, vielleicht magst Du auch im seichten Wasser warten. Du kannst das Glitzern im Sonnenlicht auf den Wellen funkeln sehen. Der Strand liegt voller Muscheln, in verschieden Größen und Formen, edle Geschenke des Meeres an uns Landwesen. Der Wind bläst in Dein Haar und raschelt in Deinen Kleidern. Du kannst den Frieden dieses Bildes aufnehmen in Dein Gemüt. Du kannst Freihit spüren, Offenheit, Vertrauen und Liebe.

In der Ferne ist nun ein Punkt auszumachen. Dort scheint etwas im Sand zu liegen. Zwar neugierig geworden, aber dennoch gemäßigten Schrittes gehst Du darauf zu. Nun bist Du nah genug, um erkennen zu können, was es ist: eine große Holztüre mit messingfarbenen Eisenbeschlägen und einem großen Silberring, die in den Sand eingelassen ist. Sie ist geschlossen. Du wischst den Sand von der Tür weg. Nun nimmst deinen ganzen Mut zusammen klopfst mit dem Silberring an die Tür und hörst das dumpfe Klopfen. Gespannt wartest du ab, aber nichts passiert. Wenn du magst, kannst du mit etwas Kraftanstrengung die schwere Tür aufklappen und nachsehen, was sich dahinter verbirgt. Sobald du die Tür öffnest, umgeben dich eine wohlige Wärme und ein schimmerndes Licht. Du stellst fest, dass du an dem Ort bist, an dem du schon immer sein wolltest…

Führe nun die Geschichte in Form eines kleinen Aufsatzes auf dem beiliegenden Blatt fort.
Lasse Deiner Fantasie freien Lauf und beschreibe dabei den Ort und deine Eindrücke!

Anhang E

Prosatext in Form einer Phantasiereise für das Treatment der Kontrollgruppe (Rückseite)

Anhang F

Bescheinigung für Studenten, die im Rahmen ihres Studiums Versuchsstunden benötigen

1 Versuchspersonenstunde zur Teilnahme am Experiment:

„Steigerung der Gedächtnisleistung und Konzentrationsfähigkeit mittels audiovisueller Stimulierung einer Mindmachine“

Name:

Datum:

Versuchsleiter: Viktor Wuchrer Unterschrift:

(Bitte bei Prof. Kaiser im Gerontopsychologielehrstuhl, Nägelsbachstr. 25, gegenzeichnen lassen)

Anhang G

Teilnehmerliste als Aushang für die schwarzen Bretter und Pinnwände zur Gewinnung von Versuchspersonen.

Versuchspersonen gesucht!!!!!!!

Wer hat Interesse an meiner Diplomarbeit mit Mindmachines teilzunehmen?

Es wird **1 ganze Versuchspersonenstunde** vergütet oder es gibt einen Powermüsliriegel

„Gedächtnis- und Konzentrationsexperiment"

Dauer: ca. 45 Minuten

Das Experiment findet einzeln oder im Rahmen einer Gruppentestung statt. Raum und Termin werden nach Absprache per Mail oder Telefon bekanntgegeben.

Meld Dich wenn du Interesse hast. Gerne auch per **Mail an wuchi@gmx.at oder 0176/24228590**

Name	Email:	Telefonnummer: