

Aus dem Max-Planck-Institut für Psychiatrie München

Direktor: Prof. Dr. Dr. Martin E. Keck

**Auswirkungen von Schlaf und dessen polysomnographischen
Korrelaten auf kreative Prozesse**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Cynthia Christine Marisch

aus

Deva/Rumänien

Jahr

2015

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Axel Steiger

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Soheyl Noachtar

Prof. Dr. Till Roenneberg

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. Martin Dresler

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Maximilian Reiser,
FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 18.06.2015

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Darstellungsverzeichnis.....	V
1 Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.2 Schlaf	2
1.2.1 Funktionen	2
1.2.2 Physiologische Grundlagen	2
1.2.3 Endokrinologie	5
1.2.4 Träume.....	6
1.2.5 Chrono- und Neurobiologie.....	8
1.2.6 Kurzschlaf.....	11
1.3 Kreativität	12
1.3.1 Konzepte.....	12
1.3.2 Neurobiologie	15
1.3.3 Erhebungsmethoden	17
1.4 Schlaf und Kreativität	20
2 Fragestellung	24
3 Methoden.....	25
3.1 Kollektiv	25
3.2 Studienkonzept.....	26
3.3 Versuchsablauf.....	27
3.4 Polysomnographie	30
3.5 Fragebögen und Tests	32
3.5.1 Vortests.....	32
3.5.1.1 Vereinfachtes Beck-Depressions-Inventar.....	32
3.5.1.2 Pittsburgh Sleep Quality Index	32

3.5.1.3 Morningness-Eveningness-Questionnaire.....	33
3.5.2 Experiment	33
3.5.2.1 Creativity Style Questionnaire Revised	33
3.5.2.2 Divergente Produktionsaufgabe	34
3.5.2.3 CFT 20-R.....	35
3.5.2.4 Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest.....	35
3.5.2.5 Edinburgh Handedness Inventory	35
3.5.2.6 Stanford Sleepiness Scale.....	36
3.5.2.7 Psychomotorischer Vigilanztest.....	36
3.5.2.8 Gedächtnistest	36
3.6 Datenauswertung	37
3.6.1 Schlafparameteranalyse	37
3.6.2 EEG-Beurteilung	37
3.6.3 Quantitative EEG-Auswertung.....	37
3.6.4 Divergente Produktionsaufgabe	38
3.6.5 Statistische Auswertung	38
4 Ergebnisse.....	40
4.1 Auswertung der Fragebögen und Tests	40
4.2 Auswertung der Schlafparameter.....	44
4.3 Spektralanalyse	47
5 Diskussion	48
5.1 Diskussion der Methoden	48
5.1.1 Kollektiv.....	48
5.1.2 Studienkonzept.....	49
5.1.3 Vortests.....	50
5.1.4 Experiment	51
5.2 Diskussion der Ergebnisse	53
5.2.1 Schlafparameter.....	53

5.2.2 Fragebögen und Tests	54
6 Zusammenfassung	58
7 Literaturverzeichnis	59
8 Anhang	80
8.1 Anlage 1	80
8.2 Anlage 2	84
8.3 Anlage 3	85
8.4 Anlage 4	86

Abkürzungsverzeichnis

AASM	American Academy of Sleep Medicine
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
AIM	Aktivierungs-Input-Modulations-Modell
ANOVA	Univariate Varianzanalyse
BDI-V	Vereinfachtes Beck-Depressions-Inventar
CAP	Cyclic alternating pattern
CFT-20R	Grundintelligenztest Skala 2
CFTR	Creativity Style Questionnaire Revised
CRH	Corticotropin-releasing hormone
D-MEQ	Deutsche Übersetzung des Morningness-Evenings-Questionnaire
EEG	Elektroenzephalogramm
EHI	Edinburgh Handedness Inventory
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyogramm
EOG	Elektrookulogramm
GHRH	Growth hormone-releasing hormone
Hz	Hertz
IN	Identifikationsnummer
LC	Locus coeruleus
MANOVA	Multivariate Varianzanalyse
MEQ	Morningness-Evenings-Questionnaire
MWT-B	Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest
NREM	Non-rapid eye movement
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality Index
PVT	Psychomotorischer Vigilanztest
REM	Rapid eye movement
SCN	Nucleus suprachiasmaticus
SSS	Stanford Sleepiness Scale
SWS	Slow wave sleep
VIP	Vasoaktives intestinales Polypeptid
VLPO	Ventrolaterales präoptisches Gebiet

Darstellungsverzeichnis

Abbildung 1: Schlafprofil eines 22-jährigen gesunden Probanden mit 4 Schlafzyklen...	5
Abbildung 2: Versuchsaufbau der Testtage A und B	28
Abbildung 3: Bezeichnungen der Elektroden im 10-20-System.....	30
Abbildung 4: Eigene Darstellung des EOG und EMG.....	31
Abbildung 5: Mittelwerte der Ideenanzahl der Testbedingungen A2 und B2.....	40
Abbildung 6: Ratingmittelwerte der Testbedingungen A2 und B2.....	41
Abbildung 7: Gegenüberstellung der Gesamtschlafdauer der Testtage A und C.....	45
Abbildung 8: Gegenüberstellung der Stadien N1 der Testtage A und C.....	45
Abbildung 9: Gegenüberstellung der Stadien N2 der Testtage A und C.....	45
Abbildung 10: Gegenüberstellung der Stadien N3 der Testtage A und C.....	46
Abbildung 11: Gegenüberstellung der Stadien R der Testtage A und C.....	46
Tabelle 1: ANOVA der Testtage A und B	40
Tabelle 2: Pearson-Korrelation der Kreativitätsvariablen und Schlafparameter.....	42
Tabelle 3: Pearson-Korrelation der Kreativitätsvariablen und Schlafparameter.....	43
Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlafparameter.....	44
Tabelle 5: MANOVA der Spektralvariablen.....	47

1 Einleitung

1.1 Einführung

Ein deutsches Sprichwort besagt: „Kein größerer Dieb als der Schlaf! er raubt uns das halbe Leben“ (Eiselein, 1840). Tatsächlich verbringt der Großteil der Bevölkerung ein Drittel seines Lebens schlafend. Daher ist es nicht erstaunlich, dass dieses Phänomen schon seit jeher eine große Faszination auf die Menschheit ausgeübt hat. So konnten beispielsweise Papyrusrollen sicher gestellt werden, die diese Thematik bereits 1200 vor Christus behandelten (von Engelhardt, 2006). Das Bild über den Schlafenden hat sich jedoch mit der Zeit stetig gewandelt. Während Cicero den Schlaf noch als „Abbild des Todes“ (Kudla, 2001) beschrieb, war es für den Dichter Novalis, das „Verdauen der Sinneseindrücke“ (Dückerhoff, 2013). Zur genaueren Erforschung dieses Themas führte Kohlschütter (1863) Weckversuche durch und legte damit den Grundstein der modernen Schlafforschung. Somit herrscht heutzutage die gängige Meinung, dass der Schlaf ein natürlicher Zustand ist, der unter anderem von einer reduzierten Willkürmotorik und einer verminderten Ansprechbarkeit auf Reize gekennzeichnet ist (Fuller et al., 2006). Einen weiteren faszinierenden Aspekt des Schlafs stellt auch das Auftreten von Träumen dar. Auch die Meinungen über den Sinn und den Ursprung von diesen unterlagen einem ständigen Wandel, so dass es sich in einer Zeit um göttliche Offenbarungen handelte und in einer anderen um ein menschliches Gut (Fink, 1979). Otto Loewi erbrachten die nächtlichen Illusionen des Weiteren einen großen Nutzen, da ihm im Traum eine Idee erschien, wie er seine Theorie zur chemischen Nerven-signalübertragung beweisen konnte (Barrett, 2001; Dement, 1978; Dreistadt, 1971; Mazzarello, 2000). Auch August Friedrich Kekulé entdeckte die Struktur des Benzolrings, nachdem er einen Traum hatte, in dem eine Schlange sich in ihren eigenen Schwanz biss und somit ein ringförmiges Gebilde darstellte (Barrett, 2001; Dement, 1978; Dreistadt, 1971; Mazzarello, 2000). Diese und viele weitere Beispiele zeugen von der schöpferischen Kraft der Träume. Dies scheint vor allem in der heutigen Zeit von immenser Bedeutung zu sein, da Innovation und Kreativität stets erwünscht und von einer vielversprechenden Aura umgeben werden. Nun werden in dem Begehren, diese Konstrukte besser zu verstehen, viele Fragen aufgeworfen. Was genau ist Kreativität? Könnte es sein, dass der menschliche Schlaf einen entscheidenden Beitrag hierzu leistet? Auf diese und viele weitere Fragen soll in der folgenden Arbeit eingegangen werden. Der sich anschließende theoretische Teil soll hierbei ein Grundwissen liefern, das zum Verständnis des wissenschaftlichen Experiments notwendig ist.

1.2 Schlaf

1.2.1 Funktionen

Dass dem Schlafen eine immense Bedeutung zukommt, merkt man spätestens dann, wenn einem die Nachtruhe verwehrt wird oder wenn man unter Schlafstörungen leidet. Dement (1978) beschreibt nämlich den Schlaf als einen Prozess, der aktiv durch das Gehirn gesteuert wird und zu dessen Gunsten geschieht. So werden nicht nur die Stimmung, sondern auch kognitive und motorische Leistungen dadurch beeinflusst (Durmer & Dinges, 2005; Walker, 2009; Walker, Brakefield, et al., 2002). Neben der Tatsache, dass man während der Nachtruhe körperliche Erholung findet und Kalorien einspart (Dement, 1978), scheint der Schlaf auch zur Regulation des Körpergewichts beizutragen, da bei verminderter Schlafdauer die Ausschüttung des appetitsteigernden Hormons Ghrelin zunimmt und die des appetithemmenden Leptins sinkt (Taheri et al., 2004). Selbst das regelrechte Funktionieren des Immunsystems setzt eine ausreichende Nachtruhe voraus (Bryant et al., 2004; Dinges et al., 1995; Majde & Krueger, 2005; Maurer et al., 2009). Des Weiteren profitieren auch diverse Lern- und Gedächtnisprozesse vom Schlaf (Gais & Born, 2004; Gais et al., 2006; Mednick & Drummond, 2004; Plihal & Born, 1997; Stickgold et al., 1999). Ferner scheinen das Erlangen von Einsicht (Stickgold & Walker, 2004; Wagner et al., 2004) und das Lösen von Problemen (Sio et al., 2013; Walker, Liston, et al., 2002) ebenfalls dadurch erleichtert zu werden, so dass Perogamvros et al. (2013) auch einen Zusammenhang mit Kreativität postuliert. Dement (1978) gibt darüber hinaus zu bedenken, dass der REM-Schlaf sogar für die Reifung des Gehirns notwendig sein könnte. Trotz allem bleiben viele Fragen über die Funktion des menschlichen Schlafs ungeklärt. Daher ist und bleibt die Schlafforschung von fundamentaler Bedeutung.

1.2.2 Physiologische Grundlagen

Die Erfindung des Elektroenzephalogramms (EEG) durch Berger (1929) stellte einen Meilenstein bezüglich der Erkenntnisse über den Schlaf dar. Dies ermöglichte die Aufzeichnung der elektrischen Aktivität des Gehirns und verdeutlichte, dass der Schlaf ein aktiver Zustand ist. Loomis et al. (1937) teilten daraufhin das Gesehene in fünf Schlafstadien (A - E) ein. Jahre später untersuchten Kleitman und sein Student Aserinsky langsame Augenbewegungen, um herauszufinden, ob diese Erscheinungen mit der Schlafqualität oder deren Tiefe zusammenhängen könnten (Dement, 1978).

Hierbei entdeckten sie schnelle, ruckartige Augenbewegungen, die von vegetativen Veränderungen begleitet waren (Aserinsky & Kleitman, 1953). Dies war die Entdeckung des REM-Schlafs (engl.: rapid-eye-movement) und zeigte auf, dass, entgegen der damals herrschenden Meinung, der Schlaf nicht lediglich ein Ruhezustand ist. Das EEG erfasst exzitatorische und inhibitorische postsynaptische Summenpotentiale von Neuronenpopulationen. Die so gemessene elektrische Hirnaktivität wird in vier Frequenzbänder unterteilt: Delta (unter 0,5 - 3 Hertz (Hz)), Theta (4 - 10 Hz), Alpha (8 - 13 Hz) und Beta (14 - 30 Hz), (Pape, 2010). Neben dem EEG umfasst die Polysomnographie, die in der Schlafdiagnostik und Schlafforschung eingesetzt wird, die Aufzeichnung weiterer Parameter. Zu diesen gehört sowohl die Elektrookulographie (EOG) zur Aufzeichnung der Augenbewegungen, als auch die Elektromyographie (EMG), die zur Bestimmung der Muskelaktivität dient. Darüber hinaus können zum Beispiel noch kardiologische Messgrößen, Liegeposition, Atemexkursionen und Extremitätenbewegungen festgehalten werden. All diese Variablen machen es möglich, den Schlaf einer systematischen Einteilung zuzuführen. Hierbei kommt es zu einer Unterscheidung von Non-REM-Schlaf (NREM) und REM-Schlaf. NREM kann gemäß der Schlaftiefe in die Stadien 1 - 4 unterteilt werden, wobei Schlafstadien 3 und 4 auch zum Tiefschlaf bzw. „slow wave sleep“ (SWS) zusammengefasst werden können (Kursawe & Kubicki, 2012; Rechtschaffen & Kales, 1968). Eine neuere Klassifikation wurde von der American Academy of Sleep Medicine (AASM) (Iber et al., 2008) vorgenommen und kennt nur noch drei Stadien des NREM-Schlafs.

Stadium W (Wach): Dieser Zustand umfasst eine Spannbreite von voller Aufmerksamkeit bis hin zur Schläfrigkeit und ist geprägt von Alpha-Aktivität, die vor allem bei geschlossenen Augen in der Okzipitalregion abgeleitet werden kann. Des Weiteren können Lidschläge, Lesebewegungen der Augen, schnelle Augenbewegungen beim Absuchen der Umgebung und ein erhöhter Muskeltonus verzeichnet werden.

Stadium N1 (NREM 1): Zu diesem Schlafbeginn gehören neben langsamen, regelmäßigen Augenbewegungen auch eine niedrige Amplitude und gemischt-frequente Theta-Aktivität. Des Weiteren kann es zum Auftreten von scharf konturierten Vertexwellen kommen. Im EMG kann sich darüber hinaus eine zunehmende Abnahme des Muskeltonus zeigen.

Stadium N2 (NREM 2): Definitionsgemäß liegt dieses Stadium beim Auftreten von K-Komplexen vor. Hierbei handelt es sich um eine biphasische Welle mit einem steilen negativen Anstieg und einer unmittelbar folgenden positiven Nachschwankung, die am besten in den frontalen Gebieten zu sehen sind. Ein weiteres Kriterium stellt das Vorhandensein von Schlafspindeln dar, die mit einer Frequenz von 11 - 16 Hz vor allem über zentralen Regionen abgeleitet werden können. Beide Erscheinungen müssen darüber hinaus eine Mindestdauer von 0,5 Sekunden aufweisen.

Stadium N3 (NREM 3): Dieses Stadium repräsentiert den Tiefschlaf und beinhaltet die von Rechtschaffen und Kales (1968) definierten Schlafstadien 3 und 4. Diese Phase ist gekennzeichnet von einer langsamen Delta-Aktivität, die mehr als 20 Prozent einer 30-Sekunden-Epoche ausfüllt. Die Spitze-Spitze-Amplitude beträgt dabei mehr als 75 Mikrovolt und wird über der Frontalregion abgeleitet. Die Muskelaktivität ist hierbei meist niedriger als in N2.

Stadium R (REM): Namensgebend für diesen Abschnitt des Schlafs sind die schnellen unregelmäßigen Augenbewegungen. Des Weiteren sind scharf umrissene Sägezahnwellen zu beobachten, die eine Frequenz von 2 - 6 Hz umfassen. Diese gehen meist den Augenbewegungen voran und können am besten über den zentralen Regionen abgeleitet werden. Weiterhin charakteristisch ist die Tatsache, dass die aufgezeichnete Muskelaktivität ihren Tiefpunkt erreicht, wobei es jedoch auch intermittierend zu kurzen irregulären Aktivierungen von weniger als 0,25 Sekunden kommen kann.

Die NREM- und REM-Phasen wiederholen sich dabei konsekutiv und zyklisch in einem Abstand von durchschnittlich 90 Minuten (Hartmann, 1968; Kursawe & Kubicki, 2012), wobei in der ersten Nachthälfte vornehmlich Tiefschlaf herrscht und in der zweiten Nachthälfte sowohl REM als auch Schlafstadium 2 dominieren. Diese Zyklen, die aus einer NREM-Periode mit einer nachfolgenden REM-Phase bestehen, wiederholen sich dabei jede Nacht vier- bis sechsmal, wobei es zu Variationen der Länge kommen kann (Kursawe & Kubicki, 2012). Ein solches individuelles Schlafprofil (siehe Abbildung 1), das auch als Hypnogramm bezeichnet wird, kann im Schlaflabor aufgezeichnet werden. Kleitman (1982) schlug vor, dass sich dieses zyklische Verhalten im Sinne einer Ruhe-Aktivitäts-Periodik auch im Wachzustand wiederfinden ließe und prägte dieses Phänomen unter dem Namen „basic rest-activity cycle“.

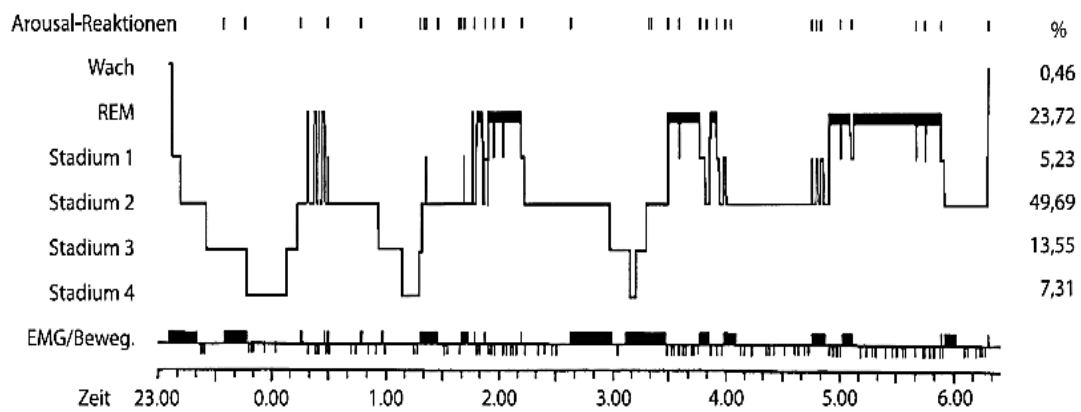


Abbildung 1: Schlafprofil eines 22-jährigen gesunden Probanden mit 4 Schlafzyklen (Kursawe & Kubicki, 2012)

Im Laufe des Lebens kommt es darüber hinaus zu einem stetigen Wandel der relativen Zusammensetzung der einzelnen Schlafstadien. Während Neugeborene 16 Stunden schlafen, sinkt diese Summe immer weiter ab und mündet bei 60-Jährigen lediglich in etwas mehr als sechs Stunden (Hick & Hick, 2009; Pape, 2010). Parallel hierzu geht auch der REM- und Tiefschlafanteil überproportional zurück (Ohayon et al., 2004).

1.2.3 Endokrinologie

Neben den Veränderungen im EEG können während des Schlafs auch Schwankungen der Plasmakonzentration von Hormonen beobachtet werden. Die hierfür benötigten Blutproben können regelmäßig mit Hilfe eines Katheter-Schlauch-Systems abgenommen werden, ohne den Schlaf zu stören (Steiger, 1997a). Solche schlafendokrinologischen Untersuchungen zeigen, dass eine reziproke Interaktion zwischen der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse mit dem Schlüsselhormon Corticotropin freisetzendes Hormon (CRH, engl. corticotropin-releasing hormone) und der Hypothalamus-Hypophysen-Wachstumshormon-Achse mit dem Wachstumshormon freisetzendem Hormon (GHRH, engl. growth hormone-releasing hormone) eine herausragende Rolle in der Regulierung des Schlafs spielt (Steiger, 2002, 2003; Steiger & Holsboer, 1997). Die über das adrenocorticotrope Hormon (ACTH) und CRH angeregte Cortisolfreisetzung steigt ab der zweiten Nachthälfte immer weiter an und erreicht am frühen Morgen ihren Höhepunkt, wobei die Konzentration des Wachstumshormons, diesem Verlauf entgegengesetzt, in den ersten Stunden nach dem Einschlafen am höchsten ist (Steiger, 1997b; Weitzman, 1976). Dabei wirken sich, zumindest bei

Männern, sowohl GHRH, als auch Ghrelin und Galanin schlaffördernd und positiv auf das Auftreten von NREM-Schlaf aus (Steiger, 2003, 2007; Weikel et al., 2003). Im Gegensatz dazu üben CRH und Somatostatin eine schlafstörende Wirkung aus (Steiger, 2003, 2007). Neuropeptid Y stellt in der Schlafregulation einen Antagonisten von CRH dar (Steiger, 2003) und wirkt somit schlaffördernd (Steiger et al., 1998). Auch bestimmten Steroiden kommt eine schlafmodulierende Funktion zu. So führte die einmalige Gabe von Dehydroepiandrosteron bei männlichen Probanden zu einem vermehrten Auftreten von REM-Schlaf (Friess et al., 1995). Bei postmenopausalen Frauen sank nach einer vierwöchigen Östrogen-Ersatztherapie der Wachzustand ab und der REM-Schlaf nahm zu (Antonijevic et al., 2000). Die Gabe von Pregnenolon führte bei gesunden Probanden zu einer Steigerung von SWS. Dieses Hormon verhält sich somit am GABA_A-Rezeptor wie ein partiell inverser Agonist (Steiger et al., 1993). Abschließend sei hier noch das vasoaktive intestinale Polypeptid (VIP) erwähnt, das ebenfalls die Schlafarchitektur beeinflusst. Es konnte nämlich gezeigt werden, dass VIP bei gesunden Männern zu einer Verlangsamung des NREM-REM-Zyklus führt (Murck et al., 1996). Ähnlich wie die Schlafarchitektur verändern sich jedoch auch die endokrinologischen Parameter im Laufe des Alters (Van Coevorden et al., 1991). So kommt es beispielsweise im höherem Alter zu einer Verschiebung des Gleichgewichts zwischen GHRH und CRH zugunsten von CRH, was bei der Entstehung von Schlafstörungen mit verantwortlich sein könnte (Steiger, 1997b; Steiger et al., 1998). Trotzdem bleiben noch viele Fragen in diesem Gebiet offen, die durch die Erforschung weiterer Substanzen zu klären versucht werden.

1.2.4 Träume

Obwohl die meisten Leute wissen, was unter dem Begriff „Traum“ gemeint wird, ist es dennoch schwierig, eine eindeutige Definition zu nennen. Vereinfacht kann hierbei von einer „Erinnerung an die psychische Aktivität, die während des Schlafes stattfindet“ (Schredl, 1999), gesprochen werden. Strauch und Meier (1992) erhoben zur genaueren Untersuchung dieses Phänomens Träume im Labor und konnten zeigen, dass das Traum-Ich in circa 90 % der Fälle involviert war. Der Großteil der Geschehnisse wurde hierbei als realistisch empfunden, wobei etwa 75 % der Teilnehmer bizarre Elemente berichteten, im Sinne von veränderten oder unwahrscheinlichen Vorkommnissen. Die häufigsten Sinneseindrücke waren mit 56 % visuell, gefolgt von akustischen (24 %), somatosensiblen (19 %) und olfaktorisch-gustatorischen (0,5 %) Eindrücken. Dass ein

Bezug zum Wachleben herrschte, konnten sie darüber hinaus dadurch zeigen, dass Elemente aus dem Vortag präsenter waren als länger zurückliegende. Die hierbei erlebten Gefühle waren jedoch zu über 30 % positiver Natur, wobei Traurigkeit mit 10 % das Schlusslicht bildete (Fosse et al., 2001). In einem Vergleich mit anderen Berichten führte Schredl (2006) die zum Teil abweichenden Ergebnisse auf die verschiedenen Erhebungsmethoden zurück. Als Aserinsky und Kleitman 1953 das Auftreten von schnellen Augenbewegungen beschrieben, zeigten sie darüber hinaus, dass von 27 Probanden 20, die aus dieser Phase geweckt wurden, detaillierte Traumangaben machen konnten. Wurden die Weckungen dagegen in einer anderen Schlafphase durchgeführt, konnte nur ein geringer Teil Aussagen diesbezüglich machen. Dement und Kleitman (1957) schlossen daraus, dass die Augenbewegungen mit dem Traumgeschehen zusammenhängen könnten. Eine weitere Unterstützung der Hypothese, dass Träume hauptsächlich REM-assoziiert sind, erfolgte durch die Berichte über luzides Träumen. Hierunter versteht man Träume, in denen sich der Schlafende über diesen Zustand im Klaren ist und somit eine willentliche Beeinflussung ermöglicht (Erlacher, 2007). Es handelt sich daher um einen Bewusstseinszustand, der sowohl Wachen, als auch Schlafen in sich vereint, wobei Unterschiede in frontalen Regionen zu verzeichnen sind (Voss et al., 2009). LaBerge et al. (1981) konnten des Weiteren zeigen, dass dieser Zustand während der REM-Phasen auftrat, indem die Versuchsteilnehmer ihr Gewahrsein anhand einer vorgeschriebenen Augenabfolge kenntlich machen konnten. Hobson und McCarley (1977) entwickelten eine Aktivierungs-Synthese-Hypothese, in der sie die Entstehung der Träume zu erklären versuchten. Demnach aktivieren cholinerge, REM-auslösende Zellen des Hirnstamms diverse Areale des Gehirns, wie zum Beispiel diejenigen, die mit Sehen, Hören oder Bewegungen in Verbindung gebracht werden. Anschließend versucht der Kortex diese Aktivierung in einen sinnhaften Zusammenhang zu bringen, was als Traum wahrgenommen wird. Das Aktivierungs-Input-Modulations-Modell (AIM) von Hobson et al. (2000) stellt hierbei eine Weiterentwicklung dieses Konstrukts dar. Die von Maquet et al. (1996) durchgeführte Bildgebung mit Hilfe eines Positronen-Emissions-Tomographen unterstützte diese Annahmen, indem zum Beispiel gezeigt wurde, dass unter anderem die Amygdala und der vordere cinguläre Kortex während der REM-Phasen aktiviert waren, was die emotionale Komponente von Träumen erklären könnte. Darüber hinaus konnte auch eine Deaktivierung des dorsolateralen präfrontalen Kortex festgestellt werden. Dies könnte für die verringerte Eigenwahrnehmung während des Träumens verantwortlich sein (Muzur et al., 2002). Widersprüche zu dieser These ergeben sich jedoch aus der Tatsache, dass Träume auch nach NREM-

Weckungen berichtet wurden, auch wenn diese selten den klassischen Traumcharakter zeigten (Foulkes, 1962; Suzuki et al., 2004), der bei REM-Phasen zu finden ist und beispielsweise von bizarren Inhalten, geringer Selbstreflektion und hoher Emotionalität geprägt ist (Hobson et al., 1998). Hieraus folgte Solms (2000), dass Träume und REM-Phasen unterschiedlichen Mechanismen entspringen müssen. Nielsen (2000) griff diesen Gedanken ebenfalls auf und versucht mit seinen Ein- beziehungsweise Zwei-Generatoren-Modellen eine Einteilung vorzunehmen. Die dritte Alternative, die er dabei vorschlug, beinhaltete die These, dass verdeckte REM-Phasen in NREM-Perioden vorhanden sein könnten. Dies stellte somit einen Versuch dar, die beiden vorher genannten Theorien in Einklang zu bringen. Hobson und Pace-Schott (2002) veröffentlichten daraufhin ein integratives Modell, das aktuelle neuropsychologische, neurophysiologische und bildgebende Daten vereinigte. Nun stellt sich jedoch die Frage, wieso der Mensch überhaupt träumt. Neben dem Postulat von Hobson und McCarley (1977), dass es sich bei Träumen lediglich um eine chaotische Aktivierung des Gehirns handle, der keine bedeutende Funktion zugeschrieben werden könne, existieren noch viele weitere Hypothesen, von denen hier einige Beispiele genannt werden sollen. Während für Freud (1950) Träume ein Weg zum Unterbewusstsein waren, nahmen Crick und Mitchison (1983) an, dass diese notwendig seien, um unerwünschte Verknüpfungen zu beseitigen, die zum Beispiel im Rahmen von Lernprozessen entstünden. Wright und Koulack (1987) dagegen gingen davon aus, dass es sich lediglich um eine Weiterverarbeitung von Problemen handelt, die im Alltag auftraten. Einem ähnlichen Gedanken folgend stellte Kramer (1993) die Theorie auf, dass Menschen in ihren Träumen emotionale Ereignisse verarbeiten und somit ihre Stimmung über Nacht regulieren könnten.

1.2.5 Chrono- und Neurobiologie

Bereits 1729 entdeckte Jean Jacques d'Ortous de Mairan, dass die Pflanze „*Mimosa pudica*“ ihre Blätter tagsüber öffnete und nachts schloss, auch wenn sie in einem abgeschlossenen Raum gehalten wurde (Borbély, 1987). Somit konnte er zeigen, dass es einen endogenen Prozess geben müsse, der die Tag-Nacht-Rhythmik reguliert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen führten Aschoff und Wever (1962) mit Versuchspersonen für 8 bis 19 Tagen einen Bunkerversuch durch. Hierbei sollte unter Ausschluss jeglicher äußerer Zeitgeber die Spontanperiodik des menschlichen Schlafs untersucht werden. Sie konnten zeigen, dass sich der Schlaf-Wach-Rhythmus dennoch konstant fortsetzte und in etwa 25 Stunden betrug. Im Gegensatz hierzu zeigten jedoch neuere

Forschungsergebnisse, dass der Taktgeber der inneren Uhr zirkadian (lat. circa diem = ungefähr ein Tag) ist, also 24 Stunden beträgt (Czeisler et al., 1999). In diesem Zusammenhang können Menschen, gemessen an ihren Schlafgewohnheiten, verschiedenen Chronotypen zugeordnet werden. Diese Rhythmik wird vom Nucleus supra-chiasmaticus (SCN) reguliert (Klein et al., 1991). Dabei handelt es sich um eine paarig angelegte Struktur im vorderen Hypothalamus, die sich über dem Chiasma opticum befindet. Die darin enthaltenen, zirka 20000 Zellen werden auf direktem und indirektem Wege durch das auf die Retina einfallende Licht synchronisiert, wodurch es zur Transkription und Translation verschiedener Gene kommt (Reppert & Weaver, 2001). Neben dem großen Einfluss von Licht, werden auch andere Zeitgeber, wie zum Beispiel Nahrung, diskutiert (Stephan, 2002). Der SCN tritt darüber hinaus mit vielen weiteren Strukturen des Gehirns, vor allem dem Hypothalamus, in Kontakt (Pace-Schott & Hobson, 2002). So kommt es zum Beispiel über die Epiphyse bei Dunkelheit zu einer Ausschüttung von Melatonin, das schlaffördernd und temperatursenkend wirkt (Hick & Hick, 2009). 1982 erstellten Borbély und Kollegen das Zwei-Prozess-Modell der Schlafregulation. Dabei setzt sich das Schlaf-Wach-Verhalten aus der Summe des homöostatischen Prozesses S und des circadianen Prozesses C zusammen. S spiegelt hierbei, abgeleitet von der langsamen Wellenaktivität im EEG, die Schlafbereitschaft wieder, die im Verlauf des Tages immer weiter ansteigt, um während des Schlafes abzufallen (Borbély et al., 1989). Der Wachzustand dagegen wird durch das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem gesteuert, das in seinen Grundzügen erstmals durch Moruzzi und Magoun (1949) beschrieben wurde. Dieses besteht vor allem aus den zwei cholinergen peribrachialen Kernen, dem laterodorsalen Nucleus tegmentalis und dem Nucleus tegmentalis pedunculopontinus, die über zwei verschiedene Routen kortikale Gebiete aktivieren (Siegel, 2004a). Zum einen geschieht dies entlang eines dorsalen Projektionsweges über verschiedene glutamaterge, thalamische Kerne und zum anderen über einen ventralen Projektionsweg, der unter anderem sowohl aus histaminergen Fasern des Nucleus tuberomammillaris im posterioren Hypothalamus, als auch aus cholinergen Fasern des basalen Vorderhirns besteht (Jones, 1994). Abschließend sei hier noch der aktivierende Einfluss von Noradrenalin aus dem Locus coeruleus (LC) und von Serotonin aus den Raphekernen genannt. Im Wachzustand sind diese monoaminergen Areale, zu denen auch der Nucleus tuberomammillaris gehört, höchst aktiv, wobei diese im NREM-Schlaf abnehmen und in der REM-Phase ihren Tiefpunkt erreichen (Saper et al., 2001). Die Rolle der Neurotransmitter Serotonin, Noradrenalin und Acetylcholin in der Schlafregulation wurde von Hobson et al. (1975) aufgezeigt, wobei

ihre Hypothese durch Pace-Schott und Hobson (2002) einige Weiterentwicklungen erfahren hat. Dieses Modell beschreibt vereinfacht die Abläufe der Schlafphasen als reziproke Interaktion zwischen serotonergen und noradrenergen „REM-off-Zellen“ und cholinergen „REM-on-Zellen“ der Formatio reticularis. Überwiegt zum Beispiel die Aktivität der „REM-off-Zellen“ wird somit der REM-Schlaf unterdrückt. Dabei limitiert sich dieses System mit der Zeit selbst und begünstigt die gegensätzliche Phase. Die Einleitung des Schlafs erfolgt somit durch die Hemmung des aktivierenden Systems durch GABAerge Zellen, die im basalen Vorderhirn (Siegel, 2004b) und im ventrolateralen präoptischen Gebiet (VLPO) des anterioren Hypothalamus (Sherin et al., 1998) lokalisiert sind. Diese hemmen sowohl histaminerge Zellen des posterioren Hypothalamus (Sherin et al., 1996; Sherin et al., 1998; Siegel, 2004a, 2004b), als auch cholinerge Zellen des basalen Vorderhirns (Siegel, 2004b), wobei auch GHRH eine Rolle bei der Initiierung dieser Kaskade spielt (Siegel, 2004a). Die Axone des VLPO, die meistens auch Galanin enthalten, innervieren neben den Raphekernen und dem Locus coeruleus (Sherin et al., 1998), das basale Vorderhirn und die peribrachialen Kerne (Saper et al., 2001). Dabei gibt es auch Hinweise für eine übergeordnete Beeinflussung des VLPO durch den SCN (Chou et al., 2002). Das VLPO kann in eine dicht gebündelte und eine diffuse Subregion unterteilt werden, wobei erstere NREM-Schlaf und letztere REM-Schlaf zu fördern scheint (Lu et al., 2000). Da das VLPO ebenfalls Afferenzen von den monoaminergen Arealen aufweist, postulierten Saper et al. (2001), basierend auf dieser reziproken Interaktion, ein „flip-flop“ Modell für den Übergang vom Schlafen zum Wachen und umgekehrt, wobei Orexin zur Stabilisierung der einzelnen Vigilanzstadien beiträgt. Somit trägt dieses, im Hypothalamus generierte Hormon mitunter zur Aufrechterhaltung des Wachzustandes bei (Kilduff & Peyron, 2000; Moore et al., 2001). Im Gegensatz dazu wird Adenosin als mögliche schlaffördernde Substanz diskutiert, die der homöostatischen Komponente in Borbélys Modell entsprechen könnte (Porkka-Heiskanen et al., 1997). Auch die Phänomene, die den REM-Schlaf charakterisieren, werden mit Hilfe von Hypothesen zu erklären gesucht. So postulierten beispielsweise Lu et al. (2006) das Vorhandensein von GABAergen „REM-on- und -off-Zellen“ im mesopontinen Tegmentum, die sich gegenseitig beeinflussen. Zu den REM aktivierenden Gebieten, die zusätzlich noch glutamaterge Neurone enthalten, gehören der Nucleus sublaterodorsalis und die Regio precoeruleus. Ersteres bewirkt durch Projektionen zum Rückenmark und durch sich daran anschließende Interneurone zum spinalen Motoneuron die Muskelatonie. Letzteres löst über Verbindungen zum medialen Septum den Thetarhythmus im Hippocampus aus.

1.2.6 Kurzschlaf

Beim Kurzschlaf (engl. nap), handelt es sich um einen Schlaf, der vor allem tagsüber abgehalten wird und zwischen 5 und 90 Minuten andauert (Mednick et al., 2008). Bereits der Maler Salvador Dali soll dieses Vorgehen genutzt haben, um sich in kürzester Zeit zu erholen. Zu diesem Zweck setzte er sich auf einen Stuhl, legte einen Zinnteller neben sich und hielt einen Löffel in der Hand. Sobald er einschlief, weckte ihn das Geräusch des entglittenen Bestecks auf (Borbély, 1987; Dement, 1978). Immer wieder werden die positiven Effekte des sogenannten „Power Nappings“ postuliert. Zur Steigerung der Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit reichen nach vorangehender Schlafrestriktion bereits zehn Minuten aus, wobei die positiven Effekte, für eine gewisse Zeit, sogar die eines 30-minütigen Schlafs übertreffen können (Brooks & Lack, 2006; Tietzel & Lack, 2001). So konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass ein kurzer Schlaf nicht nur zur Verbesserung der postprandialen Müdigkeit und somit zur Minderung der damit einhergehenden Leistungseinbußen diene (Takahashi et al., 1998), sondern auch zur Überwindung eines Mittagstiefs dem Koffein überlegen war (Horne et al., 2008). Die negativen Effekte eines Schlafs, der länger als 30 Minuten dauert, werden unter anderem auf das Auftreten einer vorübergehenden Schwerfälligkeit nach dem Aufwachen zurückgeführt (Jewett et al., 1999; Tassi & Muzet, 2000; Tietzel & Lack, 2001). Diese kann von einer Minute bis zu vier Stunden andauern, wobei es jedoch selten zur Überschreitung von 30 Minuten kommt, wenn kein Schlafmangel vorherrscht (Tassi & Muzet, 2000). Dabei führt das Aufwachen aus SWS zu ausgeprägteren Einschränkungen der Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit (Dinges, 1990; Rosekind et al., 1995; Tassi & Muzet, 2000). Daher sollte ein Mittagsschlaf entweder kürzer als 20 Minuten oder länger als 80 Minuten andauern, da dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, aus einer anderen Phase zu erwachen (Tassi & Muzet, 2000). So profitieren nicht nur diverse Lernvorgänge (Mednick et al., 2003) oder das deklarative Gedächtnis (Lahl et al., 2008; Nishida & Walker, 2007; Tucker et al., 2006), sondern auch das kreative Verhalten von einem bis zu 90 Minuten dauernden Mittagsschlaf (Bejjamini et al., 2014; Cai et al., 2009). Dabei darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass auch der Hormonhaushalt eine Auswirkung auf die Gedächtniskonsolidierung hat (Genzel et al., 2012). Die positiven Effekte des Schlafs sind jedoch sogar sichtbar, obwohl Versuchsteilnehmer sich scheinbar nicht bewusst sind, eine bessere Leistung zu erzielen (Dinges et al., 1987; Dinges et al., 1988). Daher ist es nicht verwunderlich, dass beispielsweise in lateinamerikanischen oder mediterranen Gebieten regelmäßige Mittagspausen zum Schlafen gewährt werden (Bursztyń et al., 1999).

1.3 Kreativität

1.3.1 Konzepte

Ein grundlegendes Phänomen, das den Menschen so einzigartig macht, ist seine schöpferische Kraft, die mit dem Wort „Kreativität“ zu erfassen versucht wird. Obwohl man früher davon ausging, dass Kreativität nur einzelnen genialen Personen vorbehalten und eher in Bereichen der Kunst, Musik und Wissenschaft angesiedelt war (Simonton, 1999), geht man heutzutage immer mehr davon aus, dass in jedem von uns kreatives Potential steckt, das es zu entfalten gilt (Runco, 2007). Unsere moderne Zivilisation ist erst durch herausragende Ideen und Entdeckungen möglich gemacht worden. Daher verwundert es nicht, dass Guilford (1950) beklagte, dass das Gebiet der Kreativität trotz seiner immensen Bedeutung noch zu wenig erforscht sei, und dass er dazu aufrief, sich mehr mit diesem Konstrukt zu beschäftigen. Basierend auf Helmholtz (1896) und Wallas (1926), beinhaltet der kreative Prozess vier Phasen, die zum Teil auch von längerer Dauer sein können. Zu Beginn steht hierbei die *Vorbereitungsphase*, in der das nötige Handwerkszeug für das jeweilige Gebiet erlangt werden muss. Dieses Wissen ist eine Voraussetzung für die Identifikation und Bearbeitung eines Problems. Da dieses jedoch meistens nicht gleich gelöst werden kann, schließt sich daran eine *Inkubationsphase* an, in der nicht weiter über einen Lösungsversuch nachgedacht wird. In der *Illuminationsphase* kommt es dann zu einer schlagartigen Einsicht, in der eine Erklärung für die anfangs gestellte Fragestellung ins Bewusstsein dringt. In der sich daran anschließenden *Verifikationsphase* kommt es zu einer Bewertung der neu gewonnenen Einsicht und zur endgültigen Ausarbeitung. Rhodes (1961) dagegen beschrieb die vier „P’s“ der Kreativität. Unter dem Oberbegriff der *Person* fasste er alle Eigenschaften zusammen, die den Charakter eines Menschen prägen, wie zum Beispiel den Intellekt, das Temperament, Gewohnheiten oder das Selbstbild. Ausgehend hiervon ist dann ein *Prozess* zur Verarbeitung notwendig. Dieser umfasst unter anderem Motivation, Lernverhalten, Gedankengänge und Kommunikation. Da diese Vorgänge jedoch nicht in völliger Isolation vonstatten gehen, ist auch das Umfeld einer Person äußerst wichtig. Diesen Umstand bringt Rhodes mit dem englischen Wort „*press*“ zur Geltung, womit der den Druck der Umwelt auf ein Wesen, das dadurch geformt wird, unterstreicht. Auch Simonton (2000) betont diesbezüglich die Vorteile einer herausfordernden Umwelt und kulturellen Diversität für die Entwicklung eines kreativen Geistes. Letztendlich kommt es dann zur Entstehung gewisser *Produkte*, die sich allerdings nicht auf eine rein materielle Ebene beschränken, sondern eher einen

Gedanken beinhalten, der auf verschiedene Arten und Weisen nach außen getragen werden kann, sei es in Form von Worten oder Kunstwerken (Rhodes, 1961). Csikszentmihalyi griff ebenfalls dieses Prinzip auf und definierte Kreativität als ein Zusammenspiel von drei Faktoren, die sich gegenseitig beeinflussen und voneinander abhängen (Csikszentmihalyi, 1997, 1999). Zu diesen zählte er das *Individuum*, das *Feld* und die *Domäne*. Hierbei betonte er, dass ein Mensch nur dann etwas bewegen kann, wenn er genügend Expertise in einem Fachbereich, der sogenannten Domäne, besitzt. Dabei ist die Interaktion mit Experten aus diesem Feld äußerst wichtig, da jene ein entscheidender Maßstab sind, ob die neue Idee von Bestand ist oder nicht. Unterstützung erfährt diese Theorie dadurch, dass viele außergewöhnliche Künstler, wie zum Beispiel Edvard Munch (Sternberg, 2006) oder Van Gogh (Heilman, 2005), nach anfänglicher Ablehnung letztendlich doch Anerkennung ernteten. Dies steht jedoch im Widerspruch zu der Ansicht, dass Kreativität eine Schöpfung eines einzelnen genialen Geistes ist (Simonton, 1999). Daher beschränkt sich Heilman (2005) darauf, dieses Konstrukt lediglich als eine Kombination aus divergentem und konvergentem Denken zu definieren. Wobei ersteres notwendig ist, um möglichst viele Lösungsvorschläge für eine Fragestellung zu finden und letzteres zur Anwendung kommt, wenn es lediglich eine einzige korrekte Antwort gibt. Die heutzutage am weitesten verbreitete Ansicht über Kreativität stammt von Sternberg und Lubart und besagt, dass es sich hierbei um die Fähigkeit handelt, etwas zu erschaffen, was sowohl neu, als auch angemessen ist (Sternberg & Lubart, 1991, 1996, 1999). Das heißt, dass die Innovation nicht nur einzigartig, sondern auch nützlich sein muss, um als solche erkannt zu werden. Eine weitere Frage, die die Menschheit seit jeher zu beschäftigen scheint, ist auch die über den Ursprung kreativen Verhaltens. So ging Kris (1965) beispielsweise davon aus, dass neues Gedankengut durch ein primär prozesshaftes Eindringen ungeordneter Eingebungen ins Bewusstsein entspringe, dass dann in einem zweiten Schritt ausgearbeitet werden könne. Eine weitere Möglichkeit stellte Campbell (1960) nach dem Vorbild Darwins vor, indem er behauptete, dass jegliches neues Wissen durch blinde Variation verschiedener Prozesse mit anschließender Selektion brauchbarer Ideen entstünde. Einem ähnlichen Gedanken folgend, hatte Osborn (1963) die Technik des „Brainstormings“ entwickelt, bei der die Lösung eines Problems mit Hilfe von der Generierung möglichst vieler unterschiedlicher Ideen in einer förderlichen Atmosphäre erfolgt. Des Weiteren stellte Mednick (1962) seine Theorie über Assoziationshierarchien vor, die auf der Hypothese Poincarés (1913) aufbaute, dass die Kombination assoziativer Elemente, die fälschlicherweise nicht als solche erkannt wurden, zur

Erschaffung von Neuartigem beiträgt. Daher könnten Menschen, die keine starren Verbindungen zwischen einzelnen Assoziationen haben, eher ungewöhnliche Beziehungen herstellen und somit origineller sein. Weisberg dagegen postulierte, dass nichts weiter als gewöhnliche kognitive Prozesse an kreativen Neuschöpfungen beteiligt seien (Weisberg, 1986) und dass Kreativität unter anderem lediglich eine Folge erworbenen Wissens darstelle (Weisberg, 1999). Gemäß diesem Postulat stellten Finke et al. (1992) das „Geneplore“-Modell auf. Dieses besteht aus einem generativen Teil, in dem potenziell gewinnbringende Ideen zusammengestellt werden, und einem explorativen Part, in dem das Rohmaterial untersucht und verarbeitet wird. Das Hauptaugenmerk hierbei ist auf die mentalen Prozesse gerichtet, die in jedem Menschen gleichsam vonstattengehen, wie zum Beispiel das Erleben plötzlicher Einsicht. Dabei kommt es infolge von unbewussten Prozessen zu einer schlagartigen Erkenntnis der richtigen Lösung für ein bestimmtes Problem (Schooler & Melcher, 1995). Rückt man weiterführend die Person selbst als ausschlaggebenden Faktor in den Mittelpunkt, kommt, gemäß einiger Autoren, der hohe Stellenwert gewisser Persönlichkeitsmerkmale zum Vorschein. Aufgeführt werden hierbei beispielsweise die innere Motivation (Amabile, 1983; Collins & Amabile, 1999), Psychotizismus (Eysenck, 1993) und Intelligenz (Amabile, 1983; Boden, 2009; Gardner, 1993; Sternberg, 2006; Sternberg & Lubart, 1991; Sternberg & O'Hara, 1999). Obwohl es Hinweise gibt, dass ein gewisses Maß an Intelligenz notwendig ist für das Hervorbringen kreativer Ideen, ist ein hoher Intelligenzquotient (IQ) keine Voraussetzung dafür, so dass die direkte Korrelation dieser beiden Konstrukte immer noch umstritten ist (Sternberg & O'Hara, 1999). Post (1996) berichtete des Weiteren, dass Schriftsteller im Gegensatz zu anderen kreativen Berufen am häufigsten von psychischen Erkrankungen betroffen waren, wobei gemäß einer Studie von Andreasen (1987) affektive Störungen dominierten. Fink und Neubauer (2008) konnten darüber hinaus zeigen, dass extrovertierte Probanden sehr originelle Ideen hatten und während der Ausübung eine geringe kortikale Aktivität aufwiesen, in Form von hoher Alphaaktivität. Csikszentmihalyi (1997; 1999) dagegen betonte, dass die Vereinigung vieler widersprüchlicher Eigenschaften, wie zum Beispiel Extroversion und Introversion oder Ruhe und Energie, sowie die Fähigkeit zwischen diesen Phasen zu wechseln, förderlich sei. Sternberg und Lubart (1991, 1996, 2006) führten viele der oben genannten Aspekte zu ihrer „Investment Theory“ zusammen und postulierten, dass Kreativität durch das Zusammenspiel von intellektuellen Fähigkeiten, Wissen, Denkweisen, Persönlichkeit, Motivation und der Umwelt bedingt sei. Daher schlug Sternberg (2005) vor, nicht von einer einzigen Kreativität zu sprechen, sondern

von mehreren. Folglich unterscheidet Lenk (2000) gemäß beteiligter Prozesse und deren Endprodukte 16 verschiedene Arten. Da aufgrund der vielfältigen Theorien bis heute keine allgemeingültige Definition besteht, schlägt Dresler (2008), unter Zusammen-schau aller gängigen Konzepte, vor, die Vielfalt zu akzeptieren und unter Betrachtung der Kreativität als ein „offenes Konzept“ die einzelnen Facetten dieses Konstrukts zu erforschen, um mehr über den Überbegriff selbst zu erfahren.

1.3.2 Neurobiologie

Ausgehend von Kris (1952), der die Meinung vertrat, dass kreative Menschen besser zwischen primären und sekundären Kognitionsprozessen wechseln könnten, stellte Mednick (1962) die Theorie auf, dass flache Assoziationshierarchien den Grundstein für neuartige Verknüpfungen verschiedener Elemente darstellen. Mendelsohn (1976) dagegen bezweifelte dies und war der Meinung, dass eher defokussierte Aufmerksamkeitsprozesse verantwortlich seien für solche Erscheinungen. Martindale (1999) griff diese Aussagen, die seiner Meinung nach alle dasselbe Phänomen umrissen, auf und vereinigte sie in einer „Low-Arousal-Hypothese“, die besagt, dass die schwache Aktivierung mehrerer unterschiedlicher Areale des Gehirns die Verknüpfung weit auseinanderliegender Assoziationen, im Sinne von divergentem Denken, ermöglicht. Dies führte er unter anderem auf seine Beobachtungen zurück, dass hoch kreative Probanden bei der Ausführung von Kreativitätsaufgaben durch eine vergleichsweise geringe kortikale Aktivität charakterisiert waren, wobei dies nicht auf einen aktiv herbeigeführten Prozess zurückgeführt werden konnte (Martindale & Hines, 1975). Drei Jahre später konnten Martindale und Hasenfus (1978) diese Ergebnisse replizieren, indem sie zeigten, dass bei den kreativeren Teilnehmern während der Inspirationsphase, in der sie sich eine Geschichte ausdenken mussten, eine geringere und variabelere kortikale Aktivierung verzeichnet wurde als in der Ausarbeitungsphase, in der die Gedanken niedergeschrieben wurden. Dies konnte jedoch nur beobachtet werden, wenn die Probanden dazu angehalten wurden, bei ihrem Vorgehen so originell wie möglich zu sein. Unterstützung erfährt die Hypothese des Weiteren durch Mölle et. al (1999), die aufzeigten, dass während der Bearbeitung von Aufgaben, die divergentes Denken abprüften, das EEG bei hoch Kreativen eine höhere dimensionale Komplexität aufwies, was auf eine vermehrte funktionale Verbindung zwischen unterschiedlichen Arealen des Gehirns zurückgeführt werden kann. Basierend auf den Annahmen von Galin (1974), dass die rechte Hemisphäre in einer primär prozesshaften Art und Weise arbeiten

würde, konnten Martindale et al. (1984) zeigen, dass kreative Probanden bei der Bearbeitung von Kreativitätstests eine höhere Aktivität im EEG auf der rechten Seite des Gehirns aufwiesen. Auch die durch Hypnose induzierte Aktivitätssteigerung auf dieser Seite ermöglichte Testteilnehmern ein besseres Abschneiden (Gur & Reyher, 1976). Die Hypothese der Hemisphärenasymmetrie beim kreativen Denken erhält weiterhin Zuspruch durch dessen Relevanz bei Einsichtserlebnissen, die ebenfalls zu neuartigen Erkenntnissen führen können (Bowden & Jung-Beeman, 2003; Jung-Beeman et al., 2004; Luo & Niki, 2003; Yordanova et al., 2010). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass bei einer Untersuchung von Probanden, die bereits in einer Kreativitätsaufgabe geübt waren, ihre Leistung mit der Dominanz des rechten über dem linken präfrontalen Kortex korrelierte (Kowatari et al., 2009). Aufgrund der Tatsache, dass der frontale Kortex an vielen kognitiven Prozessen beteiligt ist, wie zum Beispiel an der Erhaltung von Aufmerksamkeit, dem Planen von Handlungen oder dem Bewerten von Gedanken, scheint dieser eine herausragende Rolle bei kreativen Vorgängen zu spielen (Carlsson et al., 2000; Dietrich, 2004; Fink et al., 2006; Heilman, 2005; Heilman et al., 2003). So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Generierung von originellen Ideen mit einer Synchronisierung der Alphaaktivität im EEG, sowohl in frontalen, als auch in parietalen Regionen, einherging (Fink et al., 2009). Darüber hinaus scheint der rechte präfrontale Kortex auch in divergentes semantisches Denken involviert zu sein (Howard-Jones et al., 2005). Dies könnte jedoch auch durch dessen Verbindungen zum Parietal- und Temporallappen, die semantische Repräsentationen ermöglichen, bedingt sein (Heilman, 2005). Dass sowohl hohe als auch niedrige Aktivität mit Kreativität in Zusammenhang gebracht wird, erklären Sandkühler und Bhattacharya (2008) dadurch, dass ein kreativer Prozess, wie zum Beispiel bei einsichtsvollen Problemlösungen, aus verschiedenen Teilaspekten besteht, die jeweils unterschiedlicher Aktivierung bedürfen. Trotz allem dürfen die Einwände, dass ein solch komplexes Geschehen nicht auf einzelne Areale oder Zustände reduziert werden kann, nicht außer Acht gelassen werden (Dietrich, 2007; Dietrich & Kanso, 2010). Ein weiterer Ansatzpunkt zur Erforschung der neurobiologischen Vorgänge ist die Untersuchung von Neurotransmittern. Aufbauend auf der Feststellung, dass Kreativität mit einer Vorliebe für Neues in Zusammenhang gebracht werden kann (Houston & Mednick, 1963), zeigte Flaherty (2005), dass Dopamin sowohl diesen Prozess beeinflusste, als auch den Antrieb nach kreativer Leistung. Kischka et al. (1996) erklären sich dies dadurch, dass Dopamin das Signal-Rausch-Verhältnis in semantischen Netzwerken erhöht, indem es die Streuung

semantischer Vorgänge reduziert. Neben der Tatsache, dass Noradrenalin zur Aktivierung des Kortex beiträgt, scheint es auch eine große Rolle in der kognitiven Flexibilität zu spielen, da es an Stressreaktionen beteiligt ist, die wiederum die kreative Leistung vermindern können (Heilman, 2005). So berichteten Kurup und Kurup (2003), dass bei Schriftstellern und Dichtern, die sie in ihrer Studie untersuchten, unter anderem eine Erniedrigung des Noradrenalinpiegels zu finden war. Darüber hinaus konnten Beversdorf et al. (1999) zeigen, dass Probanden beim Lösen von Anagrammen besser abschnitten nach der Einnahme des Beta-Adrenozeptor-Antagonisten Propranolol, der einen modulierenden Effekt auf noradrenerge Rezeptoren ausübt, wobei Beversdorf et al. (2002) nachweisen konnten, dass hierfür die Wirkung am zentralen Nervensystem ausschlaggebend war. Somit tragen die Frontallappen, über die Steuerung der Noradrenalinausschüttung aus dem Locus coeruleus, entscheidend bei der Rekrutierung weit entfernter Netzwerke bei (Heilman, 2005). Martindale (1999) argumentiert folglich, dass Kreativität in einem Zustand unfokussierter Aufmerksamkeit entsteht, der entweder durch geringe kortikale, vermehrte rechtshemisphärische, oder verringerte frontal-lobuläre Aktivierung bedingt ist. Dies ermöglicht nämlich während des Schaffensprozesses eine gleichzeitige Repräsentation vieler unterschiedlicher Assoziationen, die gewinnbringend neu verknüpft werden können.

1.3.3 Erhebungsmethoden

Aufgrund der Tatsache, dass Kreativität aus vielen unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden kann, gibt es auch eine große Anzahl an Verfahren, die dieses Konstrukt zu messen versuchen. Daher ist es sinnvoll die vorhandenen Tests zu strukturieren, wie zum Beispiel anhand der Überbegriffe Person, Produkt und Prozess (Cropley, 2000). Bezogen auf die Person sei hier beispielsweise die biographische Herangehensweise genannt. Michael und Colson (1979) untersuchen in diesem Rahmen mit ihrem „Life Experience Inventory“ hierfür 100 Elektrotechniker und arbeiteten 49 Elemente heraus, die zwischen kreativen und nicht kreativen Teilnehmern differenzieren sollten. Diese konnten in vier große Gruppen untergliedert werden, die neben dem Streben nach Verbesserung, auch elterliche Bemühungen, soziale Teilhabe und eine Übung in unabhängigem Handeln beinhaltet. Ein produktbezogenes Vorgehen stellt des Weiteren der „Creative Product Semantic Scale“ von Besemer und O’Quin (1999) dar, der die drei Dimensionen Neuartigkeit, Entschlusskraft sowie Ausarbeitung und Synthese mit Hilfe von 43 Elementen einstuft. Darüber hinaus seien

in diesem Rahmen auch diejenigen Tests erwähnt, die auf die Prozesse abzielen, die hinter der Entstehung kreativer Leistungen stehen. So zählte Guilford bereits 1950 sieben kreative Fähigkeiten auf, die erforscht werden könnten. Hierzu zählte er die Sensitivität gegenüber Problemen, die Ideenflüssigkeit, neuartige Gedanken, die Flexibilität, die Fähigkeit zur Synthese und Analyse, die Eignung zur Reorganisation und zuletzt die Befähigung, entstandene Ideen zu evaluieren. Flexibilität meint dabei das Ausbrechen aus starren Bahnen, so dass nicht zielführendes Verhalten geändert werden kann. Basierend auf diesen Annahmen schlug er jeweils Verfahren vor, um diese Eigenschaften zu messen. Ein Beispiel hierfür ist das Nennen von möglichst vielen Konsequenzen für ein gewisses Ereignis in einer vorgegebenen Zeit, um den Grad der Ideenflüssigkeit zu bestimmen. Aufbauend auf diesem Ansatz, divergentes Denken messbar zu machen, entwickelte Torrance (1974) die „Torrance Tests of Creative Thinking“. Diese umfassen sieben verbale und drei figurale Subskalen, die nach Originalität, gemessen an der statistischen Einzigartigkeit einer Antwort, Flexibilität, sichtbar an unterschiedlichen Kategorien, Ideenflüssigkeit, im Sinne der Antwortanzahl und nach der Ausarbeitung, bezogen auf die Detailvielfalt, beurteilt werden. Dadurch werden den Teilnehmern beispielsweise Aufgaben vorgelegt, in denen es gilt ein bestimmtes Produkt zu verbessern oder sich möglichst viele unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten diesbezüglich zu überlegen. Parallel zur Unterbreitung der Theorie über flache Assoziationshierarchien erstellte Mednick (1962) auch einen Test, um dies zu prüfen. Der sogenannte „Remote Associates Test“ umfasst 30 Aufgaben, die aus drei scheinbar unzusammenhängenden Wörtern bestehen, die anhand eines vierten Wortes miteinander verknüpft werden müssen. So können zum Beispiel „Creme, Laufen und Wasser“ durch „Eis“ ergänzt werden. Basierend auf der Geschichte über Archimedes, der während des Badens plötzlich aufsprang und „Eureka!“ rief, weil ihm plötzlich die Lösung zu einem Problem einfiel (Heilman, 2005), besteht auch die Möglichkeit, Einsichtserlebnisse, sogenannte Insight-Aufgaben, vorzulegen. Diese erfordern ein hohes Maß an Flexibilität, da erfahrungsbasierte Strategien meistens nicht zielführend sind. Ein Beispiel hierfür ist das sogenannte „Neun-Punkte-Problem“, wobei diese Art von Testung selten zum Einsatz kommt (Benedek, 2008). Da jedoch auch immer wieder ein Zusammenhang von Kreativität und Intelligenz postuliert wurde (Amabile, 1983; Boden, 2009; Gardner, 1993; Sternberg, 2006; Sternberg & Lubart, 1991; Sternberg & O'Hara, 1999), bestehen daher viele Ansätze Kreativität auch über diesen Weg zu erforschen. So schlug beispielsweise Guilford (1967) vor, divergentes Denken als einen Teilbereich der Intelligenz zu messen. Boden geht sogar einen Schritt

weiter und versucht mit Hilfe von Computermodellen den kreativen Prozess zu erhellen (Boden, 1999, 2009). Eine weitere Möglichkeit zur Förderung und Messung von Kreativität stellt auch, die von Osborn bereits 1953 vorgestellte Methode des „Brainstormings“ dar. Diese versprach, vor allem im Rahmen einer Gruppe, im Vergleich zu einer selbständigen Auseinandersetzung der Teilnehmer mit einem Problem, eine Steigerung der Produktivität zu ermöglichen (Osborn, 2011). Um dieses Ziel zu erreichen, müssten jedoch vier Grundregeln beachtet werden. Zu diesen zählt, dass jegliche Form der Kritik untersagt ist und dass die Quantität der Ideenproduktion im Vordergrund steht. Des Weiteren sind freie Assoziationen und die Weiterentwicklung bereits bestehender Vorschläge erwünscht. Demnach rückt die Evaluation der Gedankenprodukte an das Ende dieses Prozesses. Die Einhaltung dieser Vorgaben soll laut Osborn eine kreativitätsfördernde Umgebung schaffen. Obwohl sich diese These großer Beliebtheit erfreut und in gängigen Nachschlagewerken zur Förderung von Kreativität vorgestellt wird (Backerra et al., 2002; Boos, 2007), erschien bereits 1958 eine Studie, die zeigte, dass das Arbeiten mit dieser Methode im Rahmen von Gruppen der individuellen Ideengenerierung unterlegen sei (Taylor et al., 1958). Auch im Verlauf häuften sich immer mehr Forschungsprojekte, die diese These weiter stützten (Faure, 2004; Graham, 1977; Gurman, 1968; Harari & Graham, 1975; Jablin, 1981; Mullen et al., 1991; Putman & Paulus, 2009; Rietzschel et al., 2006; Street, 1974). Als mögliche Erklärung werden, neben vielen weiteren, beispielsweise die „Produktionsblockierung“ diskutiert, die durch den Umstand entsteht, dass jeweils nur ein Teilnehmer eine gewisse Zeit lang zu Wort kommen kann (Diehl & Stroebe, 1987; Lamm & Trommsdorff, 1973; Stroebe & Nijstad, 2004). Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass Kreativitätstests weiterhin ausgebaut werden müssen (Copley, 2000; Plucker & Runco, 1998).

1.4 Schlaf und Kreativität

Erste Hinweise, dass ein Zusammenhang zwischen Schlaf und Kreativität besteht, liefern die vielen Beispiele von Wissenschaftlern und Künstlern, deren Errungenschaften ihren Ursprung im Schlaf nahmen. Als Beispiele seien diesbezüglich die Entschlüsselung der Inschrift des Steins von Nebuchadnezzar durch Hilprecht, die Erfindung der Nähmaschine durch Howe, die Erstellung des Periodensystems durch Mendelejew, die Dichtung von „Kubla Kahn“ durch Coleridge, die Komposition der „Teufelstrillersonate“ durch Tartini, und viele weitere, genannt (Barrett, 2001; Dement, 1978; Dreistadt, 1971; Mazzarello, 2000). Smith und Blankenship (1989) erklärten sich dies durch die „Forgetting-Fixation“ Hypothese, die besagt, dass die Abkehr von der Beschäftigung mit einem unlöslichen Problem das Vergessen falscher Lösungswege ermöglicht und somit die Chance erhöht, anhand eines anderen Weges zum Ergebnis zu gelangen. Diese Unterbrechung der Arbeit entspricht der Inkubationsphase, die von Wallas (1926) und Helmholtz (1896) beschrieben wurde. Stokes (2007) dagegen vermutete einen unbewussten, aktiven Prozess, der im Hintergrund weiterarbeitet und als plötzliche Einsicht dann zu Tage tritt. Auch Sio und Ormerod (2009) kamen unter Sichtung der Literatur zu dem Ergebnis, dass Aufgaben, die divergentes Denken voraussetzen, mehr von einer Inkubation profitieren, als sprachliche und visuelle Einsichtsaufgaben. Des Weiteren stellten sie fest, dass kurze Vorbereitungsphasen und kognitiv anspruchsvolle Aufgaben während dieser Phase den Inkubationseffekt minderten. Im Gegensatz dazu postulierte Hartmann (1996), dass das Denken während des Träumens eher divergent ist und somit weitreichendere Assoziationen erlaubt, die wiederum zu kreativen Einsichten führen können. Bestätigung findet dies durch ein Experiment von Spitzer et al. (1993). Dabei konnte gezeigt werden, dass, verglichen mit anderen Schlafstadien, nach Weckungen aus dem REM-Schlaf, der mit Träumen in Zusammenhang gebracht wird, weitreichendere Assoziationen möglich waren. Dies unterstütze auch die Arbeit von Domino (1976), die zeigen konnte, dass die Traumberichte kreativer Versuchsteilnehmer von mehr primär prozesshaftem Denken geprägt waren, was mit ihrer Kreativität korrelierte. Eine ähnliche Entdeckung machend berichteten Sylvia et al. (1978), dass kreative Probanden einzigartigere und komplexere Träume hatten. Somit kann, wie auch von Pagel und Kwiatkowski (2003) angeführt, eine Verbindung zwischen Träumen und kreativen Prozessen hergestellt werden. Basierend auf diesen Gedanken führten Cai et al. (2009) an, dass der REM-Schlaf und nicht lediglich die Inkubation, zur Förderung der Kreativität beiträgt, indem er die Entstehung assoziativer Netzwerke und die Integration von unverbundenen

Informationen verbessert. 1988 stellte Horne fest, dass eine Nacht ohne Schlaf nicht nur die Flexibilität, sondern auch die Originalität der Testpersonen verschlechterte. Darauf aufbauend konnte auch gezeigt werden, dass sich bereits die Unterdrückung von REM-Schlaf negativ auf die Produktion kreativer Antworten auswirkte (Glaubman et al., 1978; Lewin & Glaubman, 1975). Des Weiteren schnitten Probanden nach Weckungen aus den REM-Phasen besser beim Lösen von Anagrammen ab, als nach NREM-Unterbrechungen (Walker, Liston, et al., 2002). Aufgrund der Tatsache, dass REM-Schlaf und Träume oft zusammenhängend dargestellt wurden, können auch vielfältige Diskussionen über die Bedeutung von Träumen bei der Generierung von Kreativität verfolgt werden. So finden sich Berichte, dass Träume kreativer Personen ideenreicher (Schechter et al., 1965), einzigartiger und komplexer (Sylvia et al., 1978), sowie vermehrt von primär prozesshafter Natur seien (Domino, 1976; Giovacchini, 1966). Darüber hinaus können sich Personen mit verbalen oder visuellen kreativen Fähigkeiten öfter an ihre Träume erinnern (Schredl, 1995), so dass Fitch und Armitage (1989) dies dahin gehend interpretierten, dass eine höhere kognitive Flexibilität und effektivere Verarbeitung divergenter Information bei diesen Personengruppen stattfinden müsse. Um die Frage zu klären, inwieweit Träume das kreative Leben von Menschen beeinflussen, führten Schredl und Erlacher (2007) eine Befragung von 1080 Teilnehmern durch. Hierbei stellten sie fest, dass 8 % aller Träume sich auf die Kreativität der Betroffenen auswirkten, wobei häufige Traumerinnerungen, die Persönlichkeitsdimension „Dünne Grenze“, die Vorstellungskraft und eine positive Einstellung gegenüber kreativen Aktivitäten deren Auftretenshäufigkeit am meisten bestärkten. Dabei scheinen Frauen und diejenigen, die ein großes Interesse an dem Gebrauch von traumhaften Elementen haben, die größte Beeinflussung durch Träume, bezogen auf ihre Aktivitäten tagsüber, aufzuweisen (Pagel & Kwiatkowski, 2003). Bereits 1979 untersuchte Davé durch Hypnose induzierte Träume zur Überwindung kreativer Blockaden und fand heraus, dass die so behandelten Probanden verglichen mit den Kontrollgruppen einen größeren Nutzen daraus zogen. Um diesen Prozess folglich aktiv für alltägliche Zwecke verwenden zu können, existieren seither zahlreiche Ratschläge, wie man das Traumgeschehen aktiv modulieren und nutzen kann (Delaney, 1988; Garfield, 1986). So empfahl Delaney (1988) beispielsweise einen Traum zu inkubieren, indem man sich bewusst mit einer Frage, deren Beantwortung man wünscht, schlafen legt, um Anregungen diesbezüglich zu erhalten. In einem direkten Vergleich dieser Technik mit einer Entspannungsübung konnten White und Taytroe (2003) aufzeigen, dass die Teilnehmer sich weniger gestresst fühlten und im Hinblick auf die

Problemlösung Fortschritte machten. Dabei scheinen Probleme persönlicher Natur eher einer Bewältigung zugänglich zu sein, als akademische oder generelle Herausforderungen (Barrett, 1993). Dieses Phänomen konnte jedoch nicht mehr zuverlässig gezeigt werden, sobald die Traumlänge mit einbezogen wurde (Saredi et al., 1997). Da sich dasselbe auch mit der positiven Korrelation von Primärprozessen in Träumen und der Kreativität ereignete, diskutieren Livingston und Levin (1991), dass es sich bei der anfänglichen Verbindung um ein Artefakt handeln könnte. Ähnlich bezweifelte auch Weisberg den Zusammenhang von Kreativität und Träumen (Weisberg, 1986). Schlaf kann jedoch auch dadurch kreativitätsfördernd sein, indem er Einsichtserlebnisse begünstigt, die gemäß Schooler und Melcher (1995) einen Bestandteil von Kreativität darstellen könnten. So demonstrierten beispielsweise Wagner et al. (2004), dass doppelt so viele Testteilnehmer nach einem achtstündigen Schlaf eine versteckte, abkürzende Regelmäßigkeit in einer gestellten Aufgabe entdeckten, als die Kontrollgruppe, die nicht schlafen durfte. Daraus folgerten die Autoren, dass Schlafen das Erlangen von Einsicht zu fördern scheint. Yordanova et al. (2012) konnten durch ein ähnliches Testverfahren zeigen, dass sich die Alphaaktivität während SWS im EEG als ein Marker für den Übergang von implizitem Wissen vor dem Schlafen in explizite Einsicht nach dem Schlafen erwies. Dabei war ebenfalls eine erhöhte Betaaktivität während SWS zu beobachten, wenn die Probanden nach dem Schlafen Einsicht erlangten, unabhängig davon, was sich vor dem Schlafen ereignete. Des Weiteren spielen für die Erlangung von Einsicht eine gesteigerte funktionelle rechtshemisphärische Konnektivität, sowie eine rechtsfrontale Aktivierung eine Rolle, wobei SWS in diesem Rahmen einen entscheidenden Beitrag zu leisten scheint (Yordanova et al., 2010). Mednick und Drummond (2004) diskutierten darüber hinaus, dass Einsichtserleben wahrscheinlich sowohl deklaratives, als auch nicht-deklaratives Lernen umfasse, wobei Plihal und Born (1997) zeigen konnten, dass Schlafen zu einer Verbesserung dieser Prozesse führt. Sio et al. (2013) machen weiterhin darauf aufmerksam, dass der Schlaf vor allem für die Lösung schwieriger Fragestellungen hilfreich sei. Dabei könnte auch luzides Träumen, zur Meisterung kreativer Aufgaben beitragen, da die Charaktere, die im Traum vorkommen, über nützliche, bis dahin unbewusste Denkanstöße verfügen können (Stumbrys & Daniels, 2010). Ritter et al. (2012) konnten sogar zeigen, dass Probanden, nach der Reaktivierung einer Testaufgabe während des Schlafens, nicht nur kreativer waren, sondern sich auch besser darin verstanden ihre kreativste Idee zu selektieren. Hierfür wurde bei der Bearbeitung der Versuchsreihen ein Duft abgesondert, dem die Probanden dann anschließend auch beim Schlafen ausgesetzt waren. Die Autoren

folgerten daraus, dass ein solches Vorgehen in der Lage sei die förderlichen Effekte des Schlafs auf die Kreativität noch weiter zu verstärken. Abschließend sei hier noch erwähnt, dass die Arbeitsgruppe um Drago et al. (2011) zeigen konnte, dass Zusammenhänge zwischen Kreativität und CAP (engl.: cyclic alternating pattern) bestehen. Dabei handelt es sich um zyklisch alternierende Muster, die einen normalen Bestandteil des NREM-Schlafs darstellen (Parrino et al., 1998). So bestand eine positive Korrelation zwischen CAP, vor allem des Subtyps A1, und der Originalität der Probanden. Der Subtyp A1 lässt sich hierbei vor allem bei jungen Leuten finden (Parrino et al., 1998) und wird hauptsächlich in den Frontallappen generiert (Ferri et al., 2005). Der REM-Schlaf dagegen korrelierte negativ mit der Originalität. Des Weiteren wies sowohl das Schlafstadium 1 mit der Flexibilität und Ideenflüssigkeit, als auch das Schlafstadium 4 mit der Originalität und der figuralen Kreativität eine positive Korrelation auf (Drago et al., 2011). Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass der Schlaf kreative Prozesse fördert. Dabei darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass zur Ausarbeitung und Vollführung einer einzigartigen Idee stets ein waches Bewusstsein notwendig ist (Rotenberg, 1985). Daher schlägt Dresler vor, „Schlaf und Traum als komplementäre Schöpfungsquellen“ (Dresler, 2011) zu betrachten.

2 Fragestellung

Da unser Leben mehr denn je von Produktivität und Innovation geprägt wird, besteht ein großer Bedarf daran, diese Qualitäten weiter auszubauen. Dies könnte nicht nur das Leben jedes Einzelnen, sondern das der ganzen Gesellschaft bereichern. In diesem Rahmen bietet sich die Anwendung diverser Techniken zur Förderung des kreativen Verhaltens an. In einigen Anekdoten und Studien konnte diesbezüglich der gezielte Einsatz von Schlaf als ein möglicher gewinnbringender Ansatzpunkt aufgezeigt werden. Dennoch fehlen in diesem Bereich immer noch systematische Studien, die klären können, ob ein direkter und für den Alltag relevanter Zusammenhang zwischen Schlaf und Kreativität besteht.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, einen Beitrag zum Schließen dieser Forschungslücke zu leisten. Mit Hilfe eines Experiments, das sowohl eine polysomnographische Aufzeichnung eines Mittagsschlafs, als auch das Bearbeiten einer divergenten Produktionsaufgabe umfasst, wurden folgende Hypothesen getestet:

- Ein 90-minütiger Schlaf führt im Rahmen einer divergenten Produktionsaufgabe zu einer qualitativen oder quantitativen Förderung des kreativen Verhaltens, indem entweder mehr oder hochwertigere Ideen produziert werden.
- Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der kreativen Leistung der Probanden und dem Auftreten von REM-Schlaf.

3 Methoden

3.1 Kollektiv

Für die Studie wurden 36 männliche Studenten im Alter von 18 bis 30 Jahren rekrutiert. Sie wurden vorab vollständig über die Art und den Ablauf der Versuchsreihen informiert und haben daraufhin ihr schriftliches Einverständnis gegeben (siehe Anlage 1). Es wurde darüber hinaus ein Honorar von 120 Euro zugesichert. Ein zustimmendes Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Studie liegt vor. Für die Teilnahme mussten die Probanden folgende Kriterien erfüllen:

- Student (ausgenommen BWL-, VWL- und Design-Studenten)
- Deutsch als Muttersprache
- Keine psychiatrischen oder somatischen Erkrankungen
- Keine Schlafstörungen oder Schichtarbeit
- Keine transmeridianen Flüge im vergangenen Monat
- Keine extremen Chronotypen
- Kein täglicher Mittagsschlaf
- Nicht mehr als zwei Tassen Kaffee pro Tag
- Nicht mehr als fünf Zigaretten pro Tag
- Kein erhöhter Alkoholkonsum
- Kein Drogenmissbrauch

Das Zutreffen dieser Voraussetzungen wurde mündlich und durch Fragebögen abgeprüft. Dabei handelte es sich zum einen um das Vereinfachte Beck-Depressions-Inventar (BDI-V) (Schmitt & Maes, 2000), das zur Bewertung des momentanen Lebensgefühls und als Hinweis auf eine depressive Erkrankung dient. Zum anderen wurde der Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) eingesetzt (Buysse et al., 1989). Dieses Instrument machte nicht nur die Bewertung der Schlafqualität, sondern auch das Aufdecken vorliegender Schlafstörungen möglich. Darüber hinaus kam die deutsche Übersetzung des Morningness-Evenings-Questionnaires von Horne und Östberg (1976) (D-MEQ) (Griefahn et al., 2001) zur Anwendung, mit dessen Hilfe extreme Chronotypen ausgeschlossen werden konnten. Die Zuteilung der Probanden auf die jeweiligen Versuchsabläufe erfolgte randomisiert. Jeder Teilnehmer erhielt anschließend eine eigene Identifikationsnummer (IN).

3.2 Studienkonzept

Die Studie wurde so aufgebaut, dass die Probanden drei Testtage absolvieren mussten, die in unterschiedlicher Reihenfolge durchlaufen wurden. Dabei handelt es sich um ein randomisiertes Crossover-Design. Zwischen dem Testtag A und B lagen mindestens zwei Wochen, um eine Gewöhnung der Probanden an die Aufgaben zu verhindern. Für den Testtag C musste immer ein Abstand von mindestens einer Woche zu den anderen beiden Testtagen eingehalten werden. Von jedem Experiment gab es zwei vergleichbare Varianten, die entweder am Testtag A oder B stattfanden. Alle Bedingungen wurden so aufgestellt, dass ausgewogene Versuchsreihen herrschten (siehe Anlage 4).

Testtag A: Absolvierung der Tests und eines eineinhalbstündigen Mittagsschlafs

Testtag B: Durchlaufen aller Tests und einer eineinhalbstündigen Filmserie

Testtag C: Erledigung der Fragebögen und eines eineinhalbstündigen Mittagsschlafs

Dabei bezeichnet die Testbedingung A1 das Experiment vor dem Schlafen und A2 dasjenige nach dem Schlafen. Analog dazu beschreibt B1 das Experiment vor der Betrachtung des Filmes und B2 dasjenige nach der Betrachtung des Filmes.

3.3 Versuchsablauf

Vor jedem Termin wurden die Probanden angewiesen, eine Woche lang auf ein regelmäßiges Schlafverhalten zu achten. Darüber hinaus wurden sie aufgefordert, am Tag vor der Testung spätestens um ein Uhr zu Bett zu gehen und am Morgen darauf um sieben Uhr aufzustehen. Dies wurde mithilfe eines Schlafprotokolls überprüft. Hierfür wurden die Teilnehmer angewiesen, eine Woche lang ihre Schlafzeiten in ein vorgefertigtes Datenblatt (siehe Anlage 2) einzutragen, welches ihnen rechtzeitig zugesandt wurde. Die Probanden fanden sich am Testtag A um 13 Uhr im Max-Planck-Institut für Psychiatrie München ein, woraufhin das Anbringen der Elektroden für die Polysomnographie stattfand. Als nächstes absolvierten die Teilnehmer die Produktionsaufgabe, bei der es zu verschiedenen Kategorien neue Produkte zu erfinden galt, die anschließend in eine Rangreihenfolge gebracht werden mussten. Daran schloss sich dann ein Gedächtnistest an, um die gedankliche Weiterbeschäftigung mit der Kreativitätsaufgabe zu unterbinden. Dabei mussten sich die Versuchsteilnehmer 36 fiktive Wörter im Zusammenhang mit einem deutschen Wort einprägen, wobei im Nachhinein eine Prüfung des Fortschritts erfolgte. Dies wird jedoch in einer anderen Arbeit behandelt. Bevor die Probanden sich anschließend ins Schlaflabor begaben, wurden sie angewiesen sich keine weiteren Gedanken mehr zu machen und sich nicht über die Aufgaben auszutauschen. Dort angekommen, erfolgten das Anschließen und das Eichen der Messgeräte. Nachfolgend legten sich die Studienteilnehmer für einen eineinhalbstündigen Schlaf in abgedunkelte Einzelzimmer zur Ruhe. Nach der vorgeschriebenen Zeit wurden jene durch Ansprache geweckt und erhielten eine halbe Stunde Zeit, um sich umzuziehen und zu waschen. Diese Zeitspanne musste eingehalten werden, damit es zu keinen Verzerrungen der Tests kam, die durch die Nachwirkungen des Schlafs bedingt sein könnten (Tassi & Muzet, 2000). Um die Vigilanz zu evaluieren mussten die Probanden dann sowohl den Stanford Sleepiness Scale (SSS) (Åkerstedt & Gillberg, 1990; Hoddes et al., 1973), als auch einen psychomotorischen Vigilanztest (PVT) (Dinges & Powell, 1985) absolvieren. Daran schloss sich das Abfragen der Wörter aus dem Gedächtnistest an. Abschließend erhielten die Probanden noch einmal jeweils fünf Minuten Zeit, um sich erneut Produkte zu den vor dem Schlafengehen dargebotenen Kategorien zu überlegen, die erneut in die bestehende Rangreihenfolge eingebettet werden mussten. Eine graphische Darstellung des Versuchsaufbaus der Testtage A und B kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

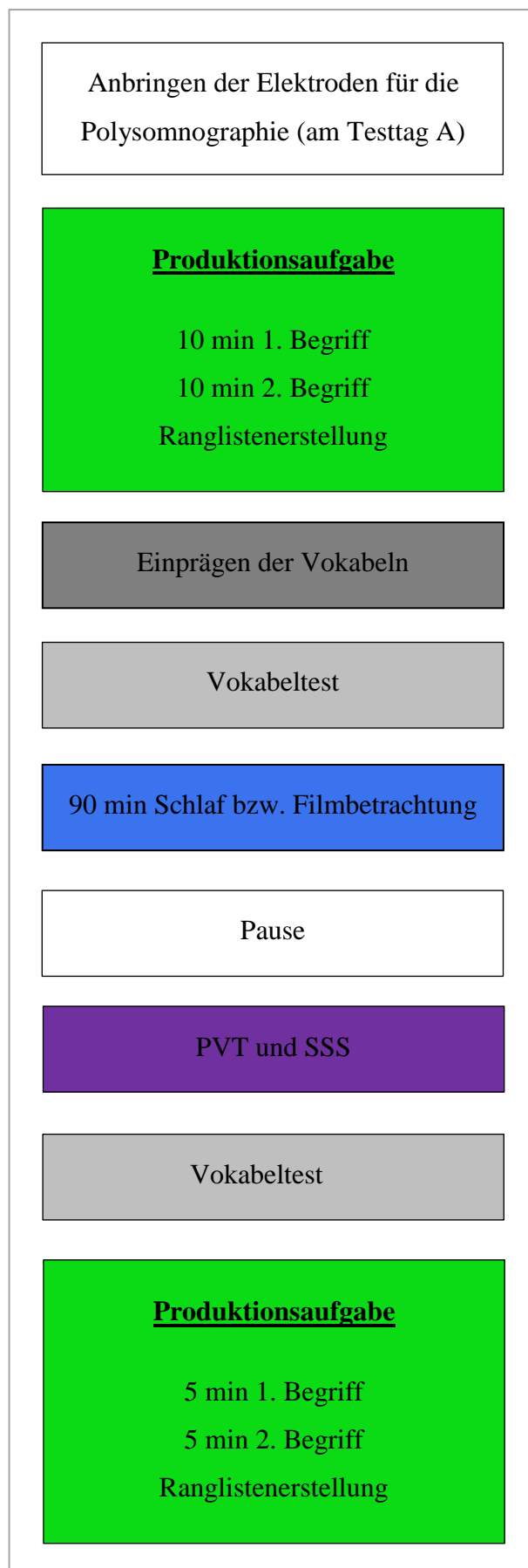


Abbildung 2: Versuchsaufbau der Testtage A und B

Der Testtag B lief in gleicher Weise ab, wie der Testtag A, mit dem einzigen Unterschied, dass die Probanden statt schlafen zu gehen, sich einen eineinhalbstündigen Naturfilm (Fothergill & Linfield, 2008) ansahen. Da es anschließend nicht notwendig war, sich umzuziehen, aber der gleiche zeitliche Rahmen einzuhalten galt, hatten die Versuchsteilnehmer anschließend noch die Möglichkeit, eine kurze Pause zu machen oder einen weiteren Naturfilm (Cluzaud, 2010) zu verfolgen. Während der ganzen Zeit war es den Probanden nicht gestattet, zu schlafen, die Aufgaben geistig fortzusetzen oder sich mit anderen diesbezüglich auszutauschen.

Am Testtag C trafen die Versuchsteilnehmer erneut um 13 Uhr im Institut ein und wurden mit Elektroden versehen. Als nächstes füllten sie dann drei Fragebögen aus. Zu diesen gehörte zum einen das Edinburgh Handedness Inventory (EHI) (Oldfield, 1971), um die Händigkeit zu erfassen und zum anderen der Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest (MWT-B) (Lehrl, 2005). Darüber hinaus kam noch der Creativity Style Questionnaire Revised (CFTR) (Kumar & Holman, 1997; Kumar et al., 1997) zur Anwendung. Dieser Test diente dazu, einen Eindruck davon zu erhalten, wie die einzelnen Testpersonen mit kreativer Arbeit umgingen und sich dabei selbst einschätzten. Abschließend erfolgte der Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20-R) (Weiß, 2006a), damit die Probanden auch in dieser Bedingung vor dem Schlafen kognitiv aktiv waren. Dabei war jedoch kein kreativer Aspekt beinhaltet. Nach der Bearbeitung folgten sowohl das Anschließen, als auch die Eichung der Messgeräte. Die Studienteilnehmer begaben sich hierfür in die jeweiligen Versuchsräume, in denen sie dann auch einen eineinhalbstündigen Mittagsschlaf antraten. Nach Ablauf der Zeit wurden sie durch Ansprache geweckt und verließen nach dem Anziehen und Waschen das Institut.

3.4 Polysomnographie

Die Probanden fanden sich um 13 Uhr im Schlaflabor ein und wurden anschließend mit allen notwendigen Elektroden nach den Vorgaben der AASM versehen (Iber et al., 2008). Zur Ableitung der Schlafparameter wurde ein 12-Kanal-Schreiber (Comlab 32 Digital Sleep Lab, Brainlab V 3.3, Schwarzer GmbH, München) verwendet. Dies umfasste die Registrierung des Elektroenzephalogramms (EEG), des Elektrookulogramms (EOG), des Elektromyogramms (EMG) und des Elektrokardiogramms (EKG). Dabei wurden die Elektroden für das EEG nach dem 10-20-System platziert (siehe Abbildung 3). Hierfür kamen die Punkte A1, A2, C3, C4, F3, F4, O1, O2 und Cz zur Anwendung wobei die Verschaltung von C3, F3 und O1 gegen A2 und C4, F4 und O2 gegen A1 erfolgte. Zusätzlich kam es noch zu einer Ableitung von C3 gegen C4.

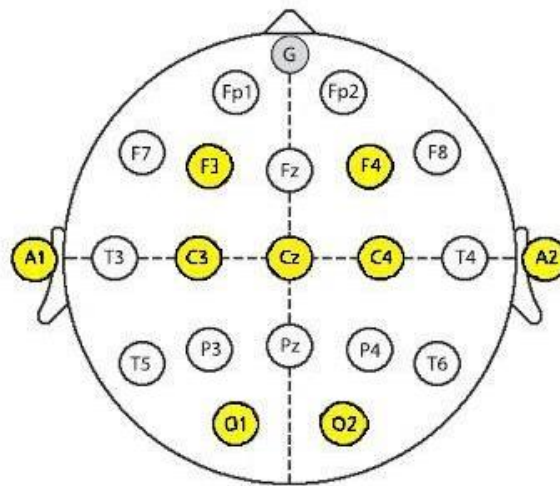


Abbildung 3: Bezeichnungen der Elektroden im 10-20-System (Zschocke & Hansen, 2012)

Des Weiteren wurden für das EOG eine Elektrode auf der rechten Seite, einen Zentimeter oberhalb des äußeren Augenwinkels (In1b) und eine auf der linken Seite, einen Zentimeter unterhalb des äußeren Augenwinkels (In1a), mit jeweiliger Verschaltung zum linken Mastoid (A1), angebracht. Für das EMG erfolgte zwei Zentimeter unterhalb des Unterkiefers jeweils die Platzierung einer Elektrode zwei Zentimeter rechts (In2b) und links (In2a) von der Mittellinie. Darüber hinaus wurde noch eine Elektrode einen Zentimeter mittig oberhalb des Unterkiefers (In3a) benötigt. Dabei ging die Verschaltung von In2a sowohl gegen In2b als auch gegen In3a vorstatten. Eine graphische Darstellung kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

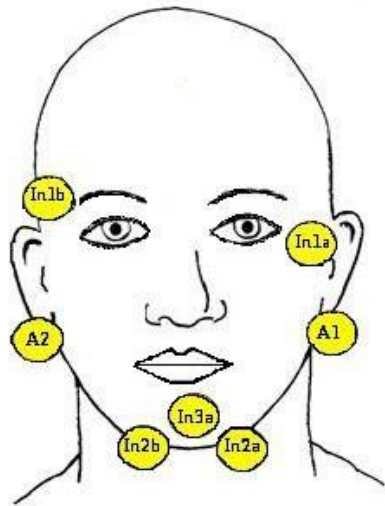


Abbildung 4: Eigene Darstellung des EOG und EMG

Die EKG-Elektroden wurden rechts medioklavikulär unter das Schlüsselbein und links im fünften Interkostalraum in der vorderen Axillarlinie befestigt. Das Anlegen eines Brustgurtes diente darüber hinaus zur Bestimmung der Liegeposition. Alle Ableitungen erfolgten gemäß dem AASM-Manual (Iber et al., 2008). Nach dem Durchlaufen aller Testbedingungen und Vorbereitungen zur Aufzeichnung der physiologischen Parameter wurde das Licht gelöscht. Ab diesem Zeitpunkt war es den Versuchsteilnehmern erlaubt, eineinhalb Stunden zu schlafen.

3.5 Fragebögen und Tests

3.5.1 Vortests

3.5.1.1 Vereinfachtes Beck-Depressions-Inventar

Zum Erkennen einer depressiven Erkrankung kam das Vereinfachte Beck-Depressions-Inventar (Schmitt & Maes, 2000) zum Einsatz. Dieses ist bezogen auf die Messeigenschaft mit dem Original-BDI vergleichbar, jedoch ökonomisch überlegen (Schmitt et al., 2003). Den Probanden wurden dabei 20 Fragen vorgelegt, die jeweils ein typisches Symptom einer Depression abdeckten, wie zum Beispiel das Auftreten von Versagens- oder Zukunftsängsten. Die kurzen Aussagen konnten auf einer sechsstufigen Häufigkeitsskala von „nie“ (0) bis „fast immer“ (6) bezüglich ihres Auftretens bewertet werden. Somit war ein Gesamtwert von 100 erreichbar. In die Studie wurden lediglich diejenigen Probanden aufgenommen, deren Testergebnis unterhalb von 35 lag. Hiermit konnte das Vorliegen einer klinisch relevanten Depression mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden (Schmitt et al., 2006).

3.5.1.2 Pittsburgh Sleep Quality Index

Der Pittsburgh Sleep Quality Index (Buysse et al., 1989) dient zur Erfassung und Evaluierung der Schlafqualität. Es stehen 19 Fragen zur Verfügung, die sich auf einen Zeitraum von einem Monat beziehen. Dabei werden sieben Bereiche abgedeckt. Hierzu zählen gemäß Buysse et al. (1989) eine subjektive Einschätzung der Qualität, Latenz, Dauer, Effizienz und möglicher Störungen des Schlafs, sowie auch von jeglichem Schlafmittelgebrauch oder von auftretender Tagesmüdigkeit. Darüber hinaus können noch fünf weitere Fragen von einem Mitbewohner der Testperson ausgefüllt werden, die jedoch nicht in die Beurteilung miteinfließen. Jeder Bereich kann einen Wert zwischen null und drei Punkten annehmen, wobei hier im Rahmen der Übersichtlichkeit auf eine genaue Beschreibung der Auszählschemata verzichtet wird, die in der angegebenen Literatur eingesehen werden kann. Zusammenfassend ist somit ein Maximalwert von 21 erreichbar. Ab einem Ergebnis von mehr als fünf Punkten kann von einem unbefriedigenden Schlaf und ab zehn Punkten sogar von einer Schlafstörung ausgegangen werden. Daher wurden für diese Studie nur Testpersonen mit einem Wert bis zu fünf Punkten zugelassen, woraus auf einen gesunden Schläfer geschlossen werden konnte (Buysse et al., 1989).

3.5.1.3 Morningness-Eveningness-Questionnaire

Da der zirkadiane Rhythmus jedes Menschen in gewissem Maße schwankt, kann zu dessen Einschätzung der Morningness-Eveningness-Questionnaire (Horne & Östberg, 1976) herangezogen werden. Dieser beinhaltet 19 Fragen, die sich auf mehrere Aspekte des Schlafverhaltens und dessen Auswirkungen beziehen. Maximal können 86 Punkte erreicht werden, die sich aus der Addition der Werte ergeben, die neben oder unterhalb des anzukreuzenden Feldes stehen (Griefahn, 2002). Dieses individuelle Merkmal, das man somit kategorisieren kann, wird auch als Chronotyp bezeichnet. Seine Bedeutung erlangt es dadurch, dass der Zeitpunkt der maximalen Leistungsfähigkeit jedes Einzelnen ebenfalls diesen Schwankungen unterworfen ist. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Studie extreme Ausprägungen ausgeschlossen. Dies beinhaltet sowohl Werte unter 30 (definitiver Abendtyp) als auch über 70 (definitiver Morgentyp).

3.5.2 Experiment

3.5.2.1 Creativity Style Questionnaire Revised

Der Creativity Style Questionnaire Revised ist ein Fragebogen, der dazu dient, einen Einblick zu bekommen, wie eine Testperson mit kreativer Arbeit umgeht (Kumar et al., 1997). Die 76 Aussagen sind dabei in sieben Kategorien unterteilt, die den Glauben in unbewusste Prozesse, den Gebrauch von Techniken, die Einbeziehung anderer Personen, die Produktorientierung, die Umweltkontrolle, den Aberglauben und den Einsatz von Sinnen umfassen. Die Antwortmöglichkeiten variieren auf einer fünfstufigen Skala von „völlig zutreffend“ über „eher zutreffend“, „unsicher“ und „eher unzutreffend“ bis zu „völlig unzutreffend“. Die im Rahmen dieser Studie verwendeten Aussagen basieren auf den Erkenntnissen von Kumar und Holman (1997). Die Punkte eins und zwei spiegeln hierbei die Ansicht der Probanden wider, in welchem Maße sie sich für kreativ halten. Die Punkte drei und vier zielen jeweils auf den Gebrauch von Techniken ab, die zur Arbeitserleichterung beitragen können. Die übrigen Aussagen betreffen die Einbeziehung von Mitmenschen in den kreativen Prozess. In jeder dieser Kategorien kann somit ein Punktwert von eins bis fünf erreicht werden, wobei jeweils der Mittelwert herangezogen wird. Ein hoher Wert steht dabei für ein kreatives Vorgehen.

3.5.2.2 Divergente Produktionsaufgabe

Die Probanden erhielten für diese Aufgabe die Anweisung, sich vorzustellen, in einer Produktionsabteilung einer großen Firma beschäftigt zu sein und im Rahmen dessen, in jeweils zehn Minuten, zu verschiedenen Themen möglichst viele, neuartige und ausgefallene Gegenstände niederzuschreiben (siehe Anlage 3). Dabei wurde von ihnen verlangt, all ihre Ideen mit drei stichwortartigen Merkmalen zu umschreiben. Vorgelegt wurden in randomisierter Reihenfolge entweder die Begriffe „Küchengeräte“ und „Musikinstrumente“ (Wortpaar 1), oder „Kinderspielzeug“ und „Wecker“ (Wortpaar 2). So durchlief beispielsweise der Proband IN 1 am ersten Termin den Testtag B mit dem Wortpaar 1 und, nach dem zweiten Termin mit dem Testtag A und dem Wortpaar 2, zuletzt den Testtag C (siehe Anlage 4). Die Auswahl der Begriffe war auf eine vorausgehende Pilotstudie an 19 Versuchspersonen begründet (Häusser & Faulmüller, 2012). Die Probanden arbeiteten hierbei, bis auf die Tatsache, dass drei Begriffe hintereinander vorgelegt wurden, unter den gleichen Versuchsbedingungen wie in der vorliegenden Abhandlung. Zur Auswahl standen dabei die Begriffe „Küchengeräte“, „Fertigessen“ und „Kinderspielzeug“ auf der einen Seite und „Wecker“, „Schokoriegel“ und „Musikinstrumente“ auf der anderen. Letztlich wurden diejenigen vier Kategorien übernommen, die hinsichtlich Verteilung, mittlerer Anzahl der Produktgenerierung und mittlerer eingeschätzter Kreativität am geeignetsten waren. In der Hauptstudie erhielten die Teilnehmer nach Beendigung der kreativen Arbeit einen blauen Filzstift und wurden angehalten, ihre Ideen in eine numerische Reihenfolge zu bringen, wobei, angefangen bei der eins, das Produkt gekennzeichnet werden sollte, das sie persönlich am besten fanden. Im Anschluss an die Wortabfrage, die nach dem Schlafen oder dem Film standfand, erfolgte, gemäß den gleichen Vorgaben, ein erneuter Abschnitt der Ideengenerierung. Hierfür erhielten die Probanden jedoch lediglich fünf Minuten Zeit, um die Liste an Erfindungen zu erweitern. Abschließend erhielten diese dann einen roten Filzstift und mussten unter Einbeziehung der neuen Produkte eine neue Rangfolge erstellen. Die Endprodukte wurden abschließend hinsichtlich ihrer Kreativität, anhand einer quantitativen und qualitativen Auswertung, von zwei unabhängigen und gegenüber der Studie blinden Experten auf einer Skala von null bis sechs bewertet.

3.5.2.3 CFT 20-R

Bei dem CFT 20-R handelt es sich um einen sprachfreien Grundintelligenztest (Weiß, 2006a). Von den zwei unterschiedlichen Testreihen kam hierbei lediglich der erste Teil zum Einsatz. In der ersten Aufgabe ging es darum, eine Figur zu identifizieren, die jeweils eine angegebene Musterabfolge logisch ergänzte. Der zweite Themenkomplex beschäftigte sich damit, diejenige Zeichnung zu entdecken, die nicht in eine gezeigte Reihe passte. Der dritte Aufgabenteil beinhaltete Matrizen, die sinnvoll ergänzt werden mussten. Abschließend galt es noch die Beziehung eines Punktes zu anderen geometrischen Figuren zu identifizieren und dieses Lageverhältnis dann in anderen Beispielen wiederzuerkennen. Hierbei mussten elf solcher Zusammenhänge in drei Minuten erkannt werden. Die ersten drei Komplexe beinhalteten jeweils 15 Aufgaben, die es in vier Minuten zu lösen galt. Für jede richtige Antwort erhielt der Proband einen Punkt. Der jeweilige IQ konnte daraufhin aus den altersgenormten Tabellen abgelesen werden.

3.5.2.4 Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest

Bei dem Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest wird ein allgemeines Intelligenzniveau abgeprüft, indem es gilt aus einer Reihe von Wörtern diejenigen zu identifizieren, die es tatsächlich gibt (Lehrl, 2005). Hierbei kam jedoch lediglich die zweite Seite des Tests zur Anwendung, da die ersten 14 Aufgaben für Studenten einen zu geringen Schwierigkeitsgrad aufwiesen. Die addierten Punkte ergaben dann einen Wert, der einem bestimmten Intelligenzquotienten zugeordnet werden konnte.

3.5.2.5 Edinburgh Handedness Inventory

Das Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield, 1971) dient zur Bestimmung der Händigkeit. Hier galt es zehn Fragen zu beantworten, die sich darauf bezogen, mit welcher Hand bestimmte Tätigkeiten ausgeführt werden und eine Frage, ob es eine Umerziehung der Händigkeit in der Kindheit gegeben hat. Der dadurch ermittelte „Laterality Quotient“ gibt die Präferenz an, welche Hand vornehmlich benutzt wird.

3.5.2.6 Stanford Sleepiness Scale

Bei dem Stanford Sleepiness Scale (SSS) handelt es sich um einen Selbstbeurteilungsbogen, der die Schläfrigkeit von Testpersonen graduieren kann (Hoddes et al., 1973). Dieser standardisierte Fragebogen wurde entweder nach dem Schlafen oder nach der Betrachtung des Filmes vorgelegt. Hierbei mussten alle Angaben aufmerksam gelesen und dann diejenige Antwort ausgewählt werden, die den momentanen Zustand am besten widerspiegelte. Dabei standen sieben Abstufungen zur Auswahl, die von „vollkommen wach“ (1.) bis „fast träumend“ (7.) reichten und gleichzeitig den jeweiligen Punktwert anzeigten (Hoddes et al., 1973). Åkerstedt und Gillberg (1990) konnte in ihrer Studie unter anderem zeigen, dass die somit erhobene Selbsteinschätzung der Probanden bezüglich ihrer Schläfrigkeit auch mit objektiv messbaren Parametern korrelierte.

3.5.2.7 Psychomotorischer Vigilanztest

Im Anschluss an den SSS, wurde zur Überprüfung der Reaktionsgeschwindigkeit ein fünfminütiger psychomotorischer Vigilanztest (PVT) durchgeführt (Dinges & Powell, 1985). Zur Anwendung kam hierfür eine hausinterne Programmversion, die selbstständig die Reaktionszeit in Millisekunden maß und abspeicherte. Die Probanden mussten dabei die linke Maustaste im Rahmen eines viereckigen Feldes so schnell wie möglich betätigen, sobald sie eine Zahl aufblinken sahen. Dies ermöglichte somit eine objektive Erfassung von schläfrigkeitsbedingten Leistungsminderungen (Balkin et al., 2004).

3.5.2.8 Gedächtnistest

Im Rahmen dieser Aufgabe wurden den Probanden in drei Durchgängen 36 Wörter in einer fiktiven Sprache vorgelegt, die es jeweils in Zusammenhang mit einem deutschen Wort zu lernen galt. Die eine Hälfte der Teilnehmer lernte hierbei die Begriffe durch wiederholtes Aufzeigen, die andere Hälfte durch repetitives und aktives Abprüfen am Computer. Zur Messung der Erfolgsrate wurden anschließend alle Probanden sowohl vor, als auch nach dem Schlafen, beziehungsweise dem Betrachten des Filmes, abgeprüft. Die Abhandlung und Auswertung dieser Versuchsreihe erfolgt jedoch in einer anderen Arbeit.

3.6 Datenauswertung

3.6.1 Schlafparameteranalyse

Die polysomnographische Ableitung erfolgte für 90 Minuten. Dabei wurden folgende Schlafparameter erfasst:

- Zeit im Bett: Zeit von „Licht aus“ bis „Licht an“ [min]
- Schlafperiode: Zeit vom Einschlafen bis zum Aufwachen [min]
- Wachzeit: Im Wachzustand verbrachte Zeit [min]
- Schlafarchitektur: Stadien N1, N2, N3 und R, sowie Wachzeit bezogen auf die Schlafperiode [min]
- Gesamtschlafzeit: Schlafperiode minus Wachzeit nach dem Einschlafen [min]
- Schlaflatenz: Zeit von „Licht aus“ bis zum Auftreten eines Schlafstadiums [min]
- REM-Latenz: Zeit von Schlafbeginn bis zum Auftreten der ersten REM-Epoche [min]
- Schlaffeffizienz: Gesamtschlafzeit geteilt durch Zeit im Bett mal 100 [%]

3.6.2 EEG-Beurteilung

Die Auswertung der Schlafdaten erfolgte visuell am Computer durch geschulte und von der Studie unabhängige Experten des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie München. Hierbei kam es zur Auswertung der gesamten im Bett verbrachten Zeit. Für jede 30-Sekunden-Epoche wurde entsprechend den Kriterien der AASM (Iber et al., 2008) ein Schlafstadium zugeordnet. Zur Klassifikation der einzelnen Stadien kamen hierbei die Ableitungen F4/M1, C4/M1, O2/M1, F3/M2, C3/M2, O1/M2 zur Anwendung.

3.6.3 Quantitative EEG-Auswertung

Damit die EEG-Daten möglichst fehlerfrei analysiert werden konnten, mussten alle Aufzeichnungen nach dem Scoring von Artefakten befreit werden. Hierfür wurden mit Hilfe des Programms BrainLab (Comlab 32 Digital Sleep Lab, Brainlab V 3.3, Schwarzer GmbH, München) manuell am Computer jeweils alle 30-Sekunden-Epochen durchgesehen und unter Einbeziehung eines 50 Hz-Filters gemäß Zschocke und Hansen (2012) bereinigt. Dabei kam es, bis auf drei Ausnahmen, die aus unterschiedlichen Permutationen stammten und in C4 sauberer dargestellt werden konnten, ausschließlich

zur Betrachtung von C3. Mit hausinternen Programmen wurde das EEG-Signal anschließend per Fast-Fourier-Transformation in einzelne Frequenzkomponenten zerlegt, die zu den Frequenzbändern Delta (1 - 4 Hz), Theta (4 - 8 Hz), Alpha (8 - 12 Hz), Sigma (12 - 16 Hz) und Beta (16 - 24 Hz) zusammengefasst werden können. Des Weiteren erfolgte noch eine Spindelanalyse anhand einer kontinuierlichen Wavelet-Transformation (Addison, 2002) mit einem hauseigenen Programm (Adamczyk, unveröffentlichte persönliche Mitteilung). Dabei kam es zur Bestimmung von Schlafspindelanzahl, -amplitude und -länge im Bereich von 10 - 16 Hz. Als Zielparameter wurden in der vorliegenden Studie die Spindelanzahl und die absolute Spindelaktivität verwendet. Bei letzterem handelt es sich um die Spindelanzahl multipliziert mit der mittleren Spindelamplitude und der Spindellänge.

3.6.4 Divergente Produktionsaufgabe

Das professionelle Rating der generierten Ideen erfolgte durch zwei von der Studie unabhängige Experten (Bachelor of Science Produktdesign, Weimar). Diese beurteilten alle Produkte auf einer sechsstufigen Skala, wobei der Punktwert sechs eine äußerst kreative Idee und die Zahl null einen überhaupt nicht kreativen Gedanken widerspiegelte. Nach den ersten 20 Ratings verglichen die Gutachter ihre Ergebnisse, diskutierten die Abweichungen und etablierten somit einen gemeinsamen Maßstab. Die Beurteilungskriterien umfassten dabei die Umstände, wie neuartig, unkonventionell, umsetzbar und gut ausformuliert, die ausgedachten Produkte waren. Des Weiteren flossen noch die Alleinstellungsmerkmale und der Mehrwert gegenüber anderen Konzepten mit ein. Dabei wurden einfache Lösungsansätze bevorzugt. Aufgrund der Tatsache, dass die Experten unabhängig voneinander arbeiteten, wurde für die endgültige Einschätzung der Ideen jeweils der Mittelwert herangezogen. Die Gegenüberstellung der Bewertungen der Rater zeigte darüber hinaus eine signifikante Korrelation ($r = 0,33$, $p < 0,001$), wobei die Bewertung des ersten Raters im Schnitt bei $2,36 \pm 1,07$ und diejenige des zweiten Raters bei $2,24 \pm 1,11$ lag.

3.6.5 Statistische Auswertung

Zur Aufarbeitung der Ergebnisse wurde das Programm SPSS (SPSS Statistics, Version 21, IBM Corporation, Armonk, New York) verwendet. Da die Probanden in diesem

Experiment drei Testtage zur Datenerhebung absolvieren mussten, wurde eine Multivariate Varianzanalyse (MANOVA) mit Messwiederholung durchgeführt, um mögliche Interaktionen aufdecken zu können. Dabei kam es zur Betrachtung folgender Variablen:

- Anzahl der generierten Ideen in A2 verglichen mit B2
- Summe der Ratings der in A2 beziehungsweise B2 produzierten Ideen
- Mittelwert der Ratings der in A2 beziehungsweise B2 generierten Ideen
- Differenz der Ideenanzahl der Bedingungen A1 und A2 verglichen mit B1 und B2
- Differenz der Ratingsumme der Bedingungen A1 und A2 verglichen mit B1 und B2
- Differenz der Ratingmittelwerte der Bedingungen A1 und A2 verglichen mit B1 und B2

Anschließend wurden univariate Varianzanalysen (ANOVAs) für diese sechs Vergleiche gerechnet (siehe Tabelle 1). Des Weiteren kam es zur Durchführung einer Pearson-Korrelation zwischen den Kreativitätsvariablen (Anzahl der generierten Ideen in A2, Ratingsummen aus A2, arithmetisches Mittel der Ratings aus A2, Differenz der Ideenanzahl aus A2 und B2, Differenz der Ratingsumme aus A2 und B2, Differenz der Ratingmittelwerte aus A2 und B2) und den Schlafparametern (Gesamtschlafzeit, Stadium N1, Stadium N2, Stadium N3, Stadium R, Anzahl der Schlafspindeln, Spindelaktivität, Differenz der Gesamtschlafzeit von Testtag A und C, Differenz des Stadiums N1 von Testtag A und C, Differenz des Stadiums N2 von Testtag A und C, Differenz des Stadiums N3 von Testtag A und C, Differenz des Stadiums R von Testtag A und C, Differenz der Schlafspindelanzahl von Testtag A und C, Differenz der Spindelaktivität von Testtag A und C) (siehe Tabelle 2 und 3). Für alle Ergebnisse galt ein p-Wert von 0,05 als signifikant. Zudem erfolgte bei der Berechnung der Korrelationen zur statistischen Korrektur von Mehrfachvergleichen eine Adjustierung des Signifikanzniveaus auf $0,05/84 = 0,0006$. Darüber hinaus wurden sowohl die Kreativitätsvariablen mit den Ergebnissen der Fragebögen, als auch die Bewertungen der jeweiligen Rater, anhand einer Pearson-Korrelation miteinander verglichen. Die Auswertung der Schlafparameter erfolgte ebenfalls anhand einer MANOVA. Dabei kam es zur Berücksichtigung der Gesamtschlafzeit, der Stadien N1 bis N3, des Stadiums R, sowie der Spindelanzahl und -aktivität. Neben der MANOVA der Spindelanzahl und -aktivität, die auch bei den Spektraldaten zur Anwendung kam, wurde darüber hinaus auch eine ANOVA durchgeführt. Die Unterscheidung der Ergebnisse des SSS und des PVT fand abschließend anhand eines gepaarten t-Tests statt.

4 Ergebnisse

4.1 Auswertung der Fragebögen und Tests

Die MANOVA zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Testtagen A und B ($F_{6,30} = 0,5$; $p > 0,7$). Für die einzelnen Variablen spiegelte sich das auch in den folgenden ANOVAs (alle $F_{1,35} < 0,4$; alle $p > 0,5$) wider (siehe Tabelle 1).

	Testtag A	Testtag B	F	p
Anzahl der Ideen	4,78 ± 2,39	4,86 ± 2,22	0,09	0,77
Ratingsumme	10,89 ± 4,78	10,99 ± 5,70	0,02	0,90
Ratingmittelwert	2,36 ± 0,42	2,32 ± 0,62	0,10	0,76
Anzahldifferenz	4,06 ± 2,61	4,33 ± 2,16	0,37	0,55
Ratingsummendifferenz	10,11 ± 6,71	9,92 ± 5,41	0,02	0,89
Ratingmitteldifferenz	0,024 ± 0,54	-0,004 ± 0,63	0,07	0,80

Tabelle 1: ANOVA der Testtage A und B

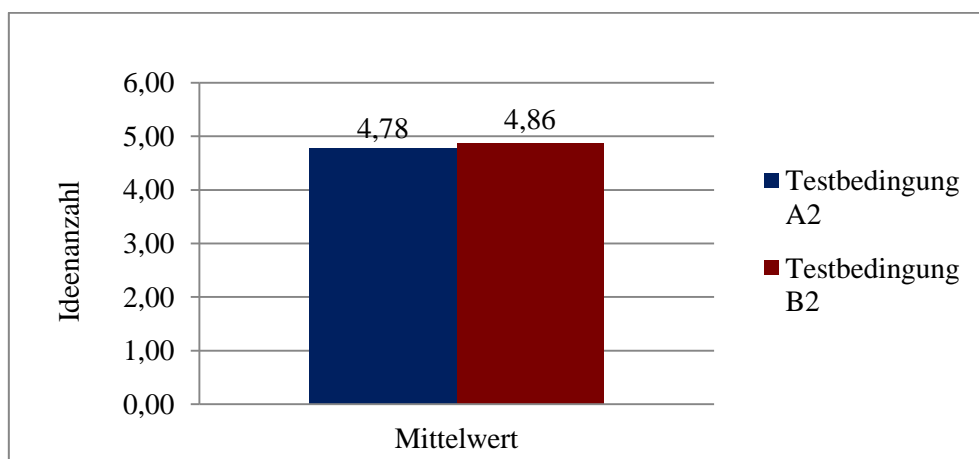


Abbildung 5: Mittelwerte der Ideenanzahl der Testbedingungen A2 und B2

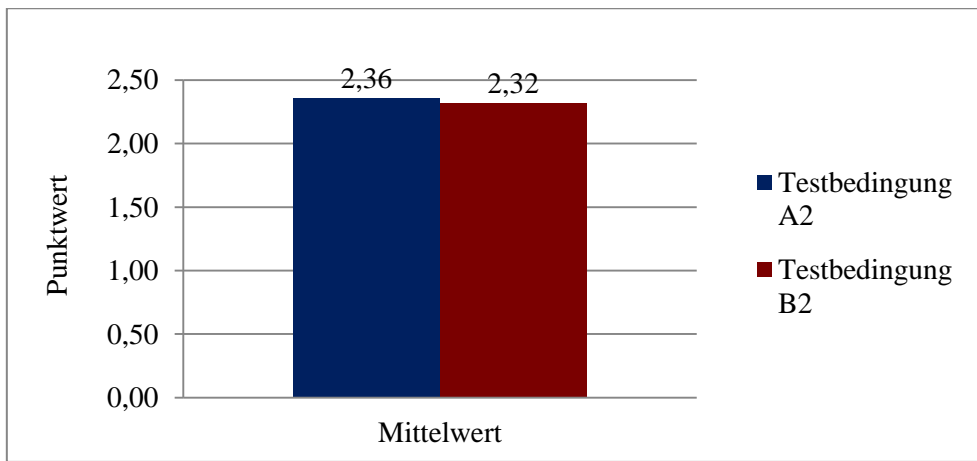


Abbildung 6: Ratingmittelwerte der Testbedingungen A2 und B2

Auch die Pearson-Korrelationen zeigten, unter Betrachtung des adjustierten Signifikanzniveaus, keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den betrachteten Schlafparametern und Kreativitätsvariablen. Ohne Korrektur weisen die Differenz des Stadiums N1 von Testtag A und C mit der Ratingsummandifferenz ($r = 0,36$; $p = 0,03$) und die Differenz des Stadiums N3 von Testtag A und C mit der Ratingsummandifferenz ($r = 0,44$; $p = 0,01$) einen Zusammenhang auf (siehe Tabelle 3). Alle anderen Parameter liegen bei $r < 0 - 0,25$; $p > 0 - 0,1$ (siehe Tabelle 2 und 3). Die beiden positiven Ergebnisse werden jedoch nicht weiter berücksichtigt, da diese auch einer weniger konservativen statistischen Korrektur bei reduzierter Variablenzahl nicht standhalten würden und zudem die Richtung des Zusammenhangs inhaltlich eher unplausibel erscheint.

Des Weiteren ergibt sich bei der Betrachtung der Testbedingungen A1, A2, B1 und B2 eine signifikante Korrelation der Ideenanzahl mit dem ersten Item des CSQR ($r = 0,32$; $p = 0,033$) und eine marginale Korrelation der durchschnittlichen Ratings mit dem Intelligenzquotienten ($r = 0,23$; $p = 0,08$), hingegen keine Korrelation des Intelligenzquotienten mit der Ideensumme ($r = 0,06$; $p = 0,36$) oder des CSQR mit den Ratings ($r = 0,23$; $p = 0,08$). Diese Ergebnisse unterliegen jedoch keiner Korrektur für multiple Vergleiche. Der durchschnittliche Intelligenzquotient betrug in diesem Rahmen 112 ± 15 mit einem Maximum von 138 und einem Minimum von 80.

Weder für den Stanford Sleepiness Scale ($t(34) = 1,63$; $p = 0,11$), noch für den Psychomotorischen Vigilanztest ($t(35) = 1,08$; $p = 0,29$) fand sich ein Unterschied zwischen den Testtagen A und B.

	Anzahl	Ratingsumme	Ratingmittelwert
Gesamtschlafzeit	$r = -0,01; p = 0,95$	$r = -0,04; p = 0,84$	$r = 0,02; p = 0,91$
Stadium N1	$r = -0,09; p = 0,59$	$r = -0,06; p = 0,72$	$r = 0,18; p = 0,28$
Stadium N2	$r = 0,18; p = 0,31$	$r = 0,21; p = 0,22$	$r = 0,02; p = 0,92$
Stadium N3	$r = -0,08; p = 0,63$	$r = -0,19; p = 0,22$	$r = -0,19; p = 0,26$
Stadium R	$r = -0,07; p = 0,68$	$r = -0,05; p = 0,76$	$r = 0,11; p = 0,54$
Spindelanzahl	$r = 0,17; p = 0,32$	$r = 0,08; p = 0,64$	$r = -0,16; p = 0,36$
Spindelaktivität	$r = 0,17; p = 0,33$	$r = 0,08; p = 0,66$	$r = -0,20; p = 0,23$
Differenz der Gesamtschlafzeit	$r = -0,04; p = 0,81$	$r = -0,07; p = 0,69$	$r = -0,01; p = 0,97$
Differenz der Stadien N1	$r = -0,05; p = 0,76$	$r = 0,02; p = 0,92$	$r = 0,25; p = 0,15$
Differenz der Stadien N2	$r = 0,12; p = 0,48$	$r = 0,13; p = 0,45$	$r = 0,02; p = 0,92$
Differenz der Stadien N3	$r = -0,11; p = 0,52$	$r = -0,24; p = 0,16$	$r = -0,11; p = 0,52$
Differenz der Stadien R	$r = 0,12; p = 0,50$	$r = -0,13; p = 0,44$	$r = -0,11; p = 0,53$
Differenz der Schlafspindeln	$r = 0,21; p = 0,21$	$r = 0,26; p = 0,12$	$r = 0,06; p = 0,71$
Differenz der Schlafspindelaktivitäten	$r = 0,23; p = 0,17$	$r = 0,27; p = 0,11$	$r = 0,03; p = 0,88$

Tabelle 2: Pearson-Korrelation der Kreativitätsvariablen und Schlafparameter

	Anzahldifferenz	Ratingsummen- differenz	Ratingmittelwert- differenz
Gesamtschlafzeit	$r = -0,13; p = 0,45$	$r = -0,16; p = 0,35$	$r = 0,04; p = 0,81$
Stadium N1	$r = -0,12; p = 0,50$	$r = 0,25; p = 0,13$	$r = -0,01; p = 0,95$
Stadium N2	$r = -0,07; p = 0,70$	$r = -0,19; p = 0,26$	$r = -0,01; p = 0,95$
Stadium N3	$r = 0,04; p = 0,83$	$r = -0,24; p = 0,16$	$r = 0,07; p = 0,67$
Stadium R	$r = -0,17; p = 0,34$	$r = -0,13; p = 0,47$	$r = 0,02; p = 0,89$
Spindelanzahl	$r = 0,08; p = 0,64$	$r = -0,13; p = 0,45$	$r = 0,04; p = 0,80$
Spindelaktivität	$r = 0,09; p = 0,60$	$r = 0,14; p = 0,43$	$r = -0,04; p = 0,81$
Differenz der Gesamtschlafzeit	$r = -0,12; p = 0,50$	$r = -0,15; p = 0,38$	$r = 0,02; p = 0,91$
Differenz der Stadien N1	$r = -0,16; p = 0,35$	$r = 0,36; p = 0,03$	$r = 0,22; p = 0,20$
Differenz der Stadien N2	$r = 0,15; p = 0,38$	$r = -0,10; p = 0,56$	$r = -0,01; p = 0,96$
Differenz der Stadien N3	$r = -0,13; p = 0,47$	$r = -0,44; p = 0,01$	$r = -0,17; p = 0,32$
Differenz der Stadien R	$r = -0,15; p = 0,39$	$r = -0,21; p = 0,21$	$r = -0,10; p = 0,55$
Differenz der Schlaf- spindeln	$r = 0,05; p = 0,79$	$r = 0,16; p = 0,35$	$r = 0,11; p = 0,51$
Differenz der Schlaf- spindelaktivitäten	$r = 0,06; p = 0,73$	$r = 0,19; p = 0,26$	$r = 0,05; p = 0,77$

Tabelle 3: Pearson-Korrelation der Kreativitätsvariablen und Schlafparameter

4.2 Auswertung der Schlafparameter

Die MANOVA der Schlafparameter (Gesamtschlafzeit, Stadium N1, Stadium N2, Stadium N3, Stadium R, Spindelanzahl und Spindelaktivität) ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Testtagen A und C ($F_{7,29} = 1,78$; $p = 0,13$) (siehe Tabelle 4). Eine graphische Darstellung der Daten kann den folgenden Abbildungen entnommen werden.

	Testtag A	Testtag C
Gesamtschlafzeit [min]	$69,8 \pm 22,4$	$71,2 \pm 21,0$
Stadium N1 [min]	$22,6 \pm 14,1$	$22,0 \pm 15,6$
Stadium N2 [min]	$30,1 \pm 15,3$	$30,8 \pm 17,3$
Stadium N3 [min]	$13,6 \pm 15,2$	$14,0 \pm 13,0$
Stadium R [min]	$3,6 \pm 4,8$	$4,5 \pm 6,3$
Spindelanzahl	$227,7 \pm 145,9$	$235,0 \pm 198,5$
Spindelaktivität [Vs]	2026 ± 1553	2255 ± 2213

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlafparameter

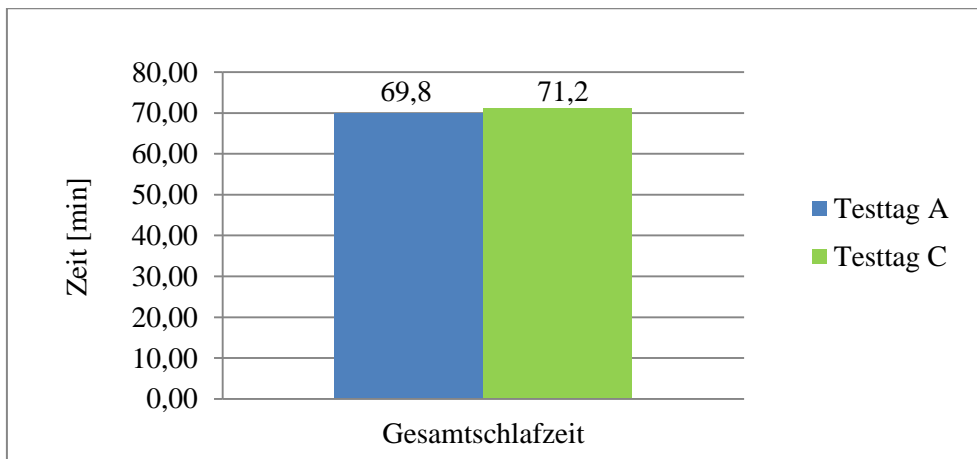


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Gesamtschlafdauer der Testtage A und C

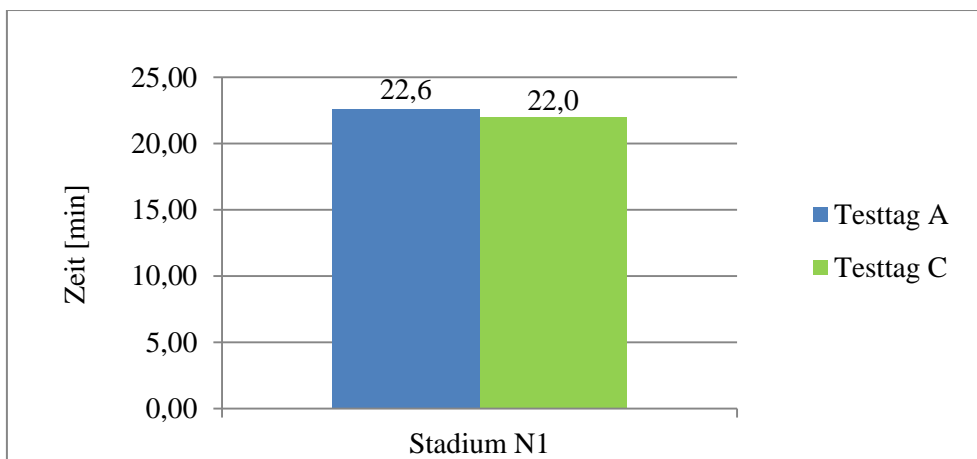


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Stadien N1 der Testtage A und C

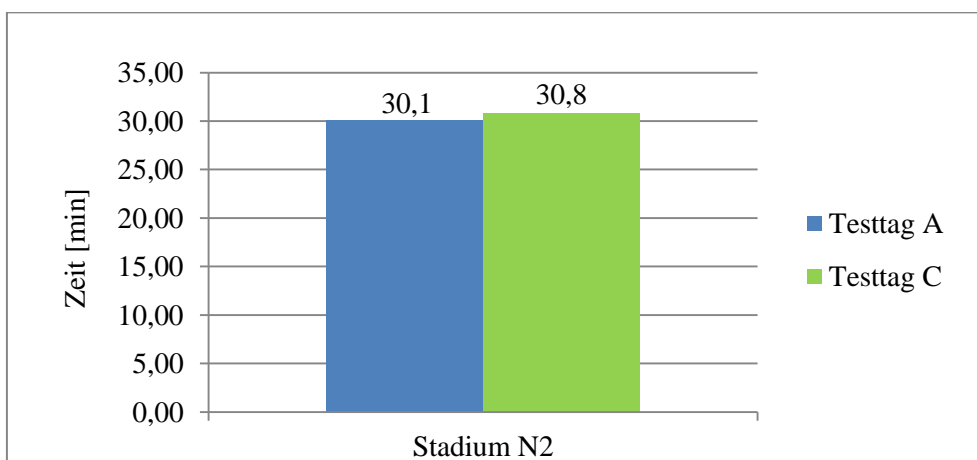


Abbildung 9: Gegenüberstellung der Stadien N2 der Testtage A und C

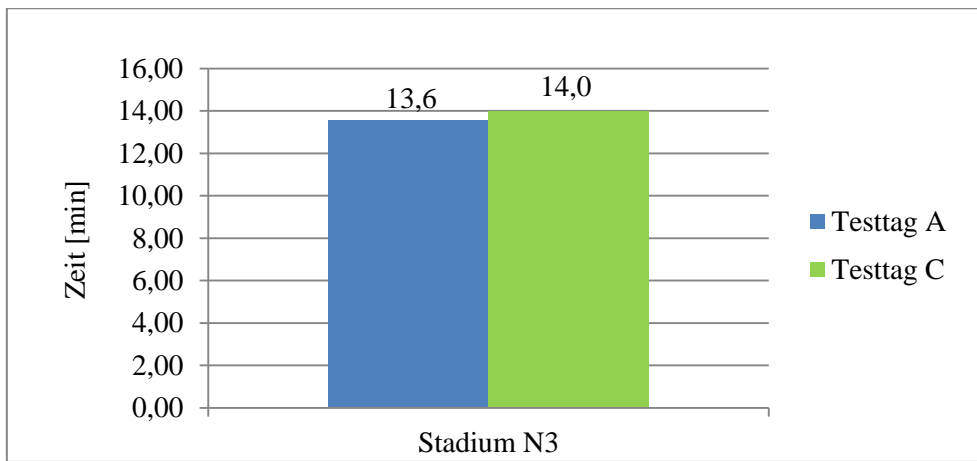


Abbildung 10: Gegenüberstellung der Stadien N3 der Testtage A und C

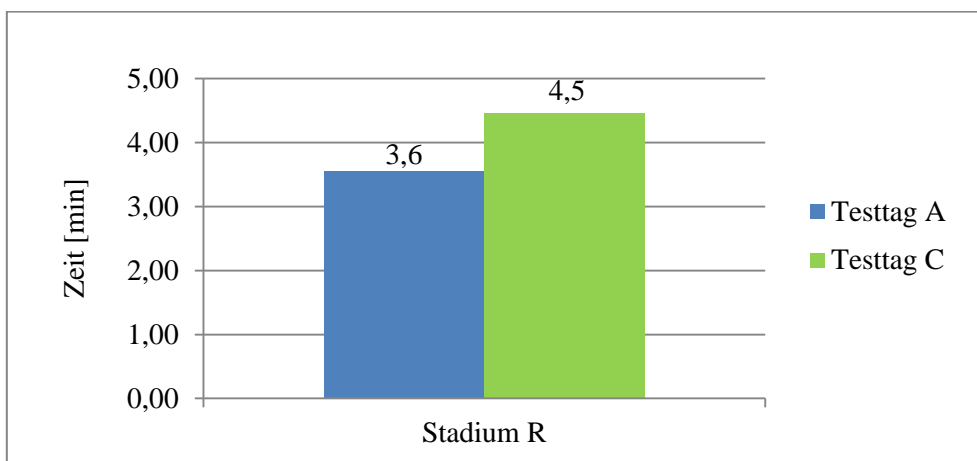


Abbildung 11: Gegenüberstellung der Stadien R der Testtage A und C

4.3 Spektralanalyse

Die MANOVA mit Messwiederholung der Variablen Alpha, Beta, Delta, Theta und Sigma ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Testtagen A und C ($F = 0,948$; $p = 0,464$).

	Testtag A	Testtag C
Alpha [μV^2]	$69,02 \pm 152,43$	$56,05 \pm 104,44$
Beta [μV^2]	$13,84 \pm 27,92$	$14,32 \pm 35,86$
Delta [μV^2]	$796,57 \pm 1950,93$	$670,81 \pm 1053,80$
Theta [μV^2]	$142,95 \pm 442,67$	$107,36 \pm 285,99$
Sigma [μV^2]	$26,83 \pm 51,60$	$26,36 \pm 62,34$

Tabelle 5: MANOVA der Spektralvariablen

5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden die Auswirkungen eines Mittagsschlafs auf die kreative Leistung männlicher Probanden untersucht. Es zeigte sich, dass es im Rahmen einer Produktionsaufgabe zu keiner qualitativen oder quantitativen Verbesserung des kreativen Verhaltens durch Schlaf kam. Darüber hinaus ergab sich kein Zusammenhang zwischen den Schlafparametern und den Kreativitätsvariablen. Umgekehrt zeigten auch die Schlafarchitektur, gemessen an der Verteilung der Schlafphasen, sowie den Spektral- und Spindelraten, keine Veränderung durch die 20-minütige Bearbeitung der Aufgabe. Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse dieser Studie eingehend diskutiert werden.

5.1 Diskussion der Methoden

5.1.1 Kollektiv

In die Studie wurden ausschließlich männliche Probanden eingeschlossen. Dadurch konnten zyklusbedingte hormonelle Einflüsse vermieden werden. Genzel et al. (2012) zeigten nämlich, dass das Geschlecht und der Menstruationszyklus einen Effekt auf die schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung ausübt. Inwieweit dies auch auf die Kreativität zutrifft, wird weiterhin kontrovers diskutiert (Baer & Kaufman, 2008). Heilman (2005) beispielsweise sah eher eine Dominanz der Männer im Bereich der Kreativität und diskutierte diesen Umstand im Rahmen von strukturellen Unterschieden des Gehirns. Baer und Kaufman (2008) dagegen zeigten unter Zusammenschau der gängigen Literatur keine klaren Geschlechtsunterschiede auf. Dennoch könnte die Untersuchung von weiblichen Probanden zu anderen Ergebnissen als in der vorliegenden Studie führen. Da es des Weiteren nicht geklärt ist, ob die Händigkeit eine Auswirkung auf das kreative Potential ausübt (Heilman, 2005), nahmen bis auf einen Linkshänder und einen Indifferenztyp ausschließlich Rechtshänder an der Studie teil. Darüber hinaus ermöglichte die Auswahl von Studenten eines begrenzten Altersbereichs die Erhebung der Daten an einer homogenen Stichprobe. Dieser Umstand begrenzt jedoch die Relevanz der Ergebnisse für andere Altersgruppen, da nur ein beschränkter Populationsanteil repräsentiert wird. Die Verwendung studentischer Versuchsteilnehmer erleichtert aber den Vergleich der vorliegenden Daten mit anderen Studien in diesem Bereich, da das Testen mit dieser Art von Population eine weite Verbreitung findet und

somit auch das Durchschnittsalter der eigenen Studie gut vergleichbar ist (Bejamini et al., 2014; Harari & Graham, 1975; Rietzschel et al., 2006; Wagner et al., 2004). Dennoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Simonton (1999) eine Veränderung der kreativen Produktivität im Laufe der Lebenszeit verzeichnete. Während es somit ab dem zwanzigsten Lebensjahr zu einem Anstieg kommt, sinkt diese, nach dem Erreichen eines Höhepunktes zwischen dem dreißigsten und fünfzigsten Lebensjahr, langsam ab. Dieser Verlauf wird jedoch stark von der Art der kreativen Arbeit beeinflusst und variiert daher zwischen den einzelnen Tätigkeitsbereichen. Die Probandenanzahl ist verglichen mit anderen Studien zur Kreativität relativ gering (Harari & Graham, 1975; Putman & Paulus, 2009; Rietzschel et al., 2006). Im Vergleich zu anderen Schlafstudien reiht sich die eigene Untersuchung jedoch im oberen bis mittleren Bereich ein (Bejamini et al., 2014; Genzel et al., 2009; Horne et al., 2008; Mednick et al., 2008; Milner et al., 2006; Tietzel & Lack, 2001; Tucker et al., 2006). Somit besteht die Möglichkeit, dass ein Effekt durch die relativ geringe Stichprobengröße unentdeckt blieb. Da die Ergebnisse jedoch nicht grenzwertig sind, erscheint dies eher unwahrscheinlich. Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass die Auswahl des Kollektivs für die Fragestellung angemessen ist. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass eine höhere Anzahl an Probanden neue Erkenntnisse liefern könnte. Es wäre darüber hinaus auch sicherlich von Interesse, sowohl das Alter als auch den Tätigkeitsbereich und das Intelligenzniveau der Probanden stärker zu variieren und beide Geschlechter zu untersuchen.

5.1.2 Studienkonzept

Mit dem Schlafprotokoll konnte sichergestellt werden, dass weder die Schlafqualität noch die Bearbeitung der Aufgaben am Versuchstag durch einen Schlafmangel negativ beeinflusst wurden. Es ist nämlich bekannt, dass dieser Umstand zu einer Einschränkung der Kreativität führen kann (Boos, 2007; Horne, 1988). Da die Messungen jedoch in einem Schlaflabor stattfanden, konnten keine idealen Umgebungsbedingungen für das kreative Arbeiten geschaffen werden. Dieses könne nämlich, gemäß Csikszentmihalyi (1997), nur durch die Interaktion von der Person, dem Feld und der Domäne entstehen. Den Versuchsteilnehmern standen insgesamt 90 Minuten zum Schlafen zur Verfügung, um die Möglichkeit zu erhöhen, das Stadium R zu erreichen, das nach Cai et al. (2009) zur Steigerung der Kreativität beitragen könnte. Dies birgt jedoch das Risiko ebenfalls das Stadium N3 zu erreichen und aus diesem

heraus geweckt zu werden, was mit einer vermehrten Trägheit nach dem Schlafen verbunden sein kann (Tassi & Muzet, 2000). Um diesem Umstand entgegen zu steuern, wurde den Probanden nach dem Schlafen eine halbe Stunde Zeit zum Anziehen und Duschen gewährt. Diese besagte Trägheit dauert nämlich selten länger als eine halbe Stunde an, auch wenn ein Bereich von einer Minute bis hin zu vier Stunden verzeichnet werden konnte (Tassi & Muzet, 2000). Des Weiteren diente sowohl der Stanford Sleepiness Scale als auch der psychomotorische Vigilanztest zum Ausschluss einer müdigkeitsbedingten Leistungsminderung (Åkerstedt & Gillberg, 1990; Balkin et al., 2004). Kreativität kann jedoch unter anderem erst durch einen gewissen Grad an Expertise entstehen (Csikszentmihalyi, 1997). So konnten beispielsweise Illies und Reiter-Palmon (2004) zeigen, dass die Möglichkeit einer zusätzlichen Informationsbeschaffung am Computer zu einer originelleren Problemlösung beiträgt.

5.1.3 Vortests

Die Bearbeitung der Vortests fand noch vor der Vergabe des ersten Termins statt und wurde als zusätzliche Kontrolle verwendet, damit sichergestellt werden konnte, dass die vorgegebenen Voraussetzungen von den Probanden erfüllt wurden. Somit konnte anhand des vereinfachten Beck-Depressions-Inventars das Vorliegen einer klinisch relevanten Depression weitestgehend ausgeschlossen werden (Schmitt et al., 2006). Dieser Zustand könnte nämlich aufgrund einer veränderten Erregbarkeit des Gehirns das kreative Verhalten beeinflussen (Heilman, 2005). Darüber hinaus konnte auch gezeigt werden, dass es bei einer manifesten Depression zu einer Beeinträchtigung der Schlafkontinuität und zu einer Veränderung der Schlafarchitektur kommt (Riemann et al., 2001; Steiger & Kimura, 2010). Der Pittsburgh Sleep Quality Index diente des Weiteren zur Beurteilung der Schlafqualität. Somit wurden alle Personen ausgeschlossen, die einen Wert über 5 erreichten und somit kein regelrechtes Schlafverhalten aufwiesen. Ein damit möglicherweise einhergehender Schlafmangel könnte nämlich zu einer Einschränkung von kognitiven Funktionen führen (Durmer & Dinges, 2005; Walker, 2009) und die kreative Leistungsfähigkeit senken (Horne, 1988). Zuletzt sei hier noch der Morningness-Evenings-Questionnaire (Horne & Östberg, 1976) erwähnt, der die Einordnung der Probanden gemäß ihrer Chronobiologie ermöglichte. Somit konnte extremen Ausprägungen die Teilnahme verweigert werden, da diese eine zeitliche Verschiebung ihrer physiologischen Rhythmen und somit ihrer Leistungsfähigkeit aufweisen könnten (Kerkhof, 1985; Tankova et al., 1994).

5.1.4 Experiment

Die fiktive Aufgabe für die Probanden, Produkte für eine reale Firma zu entwerfen, spiegelte dabei die Notwendigkeit wider, angemessene Neuerfindungen zu kreieren, da sie sonst nicht auf dem Markt bestehen könnten. Diese konkreten Angaben waren notwendig, da eine ungenügende Zielformulierung die Effizienz der kreativen Leistung behindern könnte (Backerra et al., 2002). Da Versuchsteilnehmer Kreativität eher mit Originalität, als mit Angemessenheit verbinden (Runco & Charles, 1993; Sternberg, 1985) und in dieser Studie keine Einweisung in die exakte Bedeutung des Begriffs gegeben wurde, besteht die Möglichkeit, dass die Probanden sich trotz allem nicht über das Spektrum der Aufgabenstellung im Klaren waren. Darüber hinaus scheinen jedoch stark ausgeweitete Verhaltensvorgaben nur eine Verbesserung der Ideengenerierung, aber nicht der Originalität oder der Selektion zu erbringen (Putman & Paulus, 2009). Die Auswahl der Produktkategorien in dieser Arbeit wurde vorab anhand einer Pilotstudie auf ihre Eignung hin untersucht (Häusser & Faulmüller, 2012). Dennoch könnte die Tatsache, dass es sich dabei um eine realistische Problemstellung handelte zu einer Einschränkung der Ideenanzahl geführt haben (Harari & Graham, 1975), die jedoch im Vergleich der Bedingungen miteinander vernachlässigbar ist. Zur Bearbeitung der Aufgaben wurden vor dem Schlafen, beziehungsweise Film schauen, 20 Minuten Zeit gewährt, da es einige Zeit dauert, bis die Teilnehmer alte Denkmuster verlassen können (Backerra et al., 2002). Da aber Fink et al. (2007) zufolge bereits eine dreiminütige Bearbeitungszeit ausreicht, um kreative Ideen zu generieren, wurde nach dem Schlafen, beziehungsweise der Videobetrachtung, nur noch ein Zeitraum von fünf Minuten für die Ausarbeitung der Aufgaben bereit gestellt. Obwohl Csikszentmihalyi (1997) postulierte, dass kreative Personen bei kreativer Arbeit nicht ermüden würden, gibt Boos (2007) zu bedenken, dass es nach 15 bis 20 Minuten zu einer Verminderung der kreativen Leistung kommt. Dennoch gehört Zeitdruck neben Denkverboten, Angst und Perfektionismus zu den von Boos (2007) aufgeführten Hemmnissen der Kreativität. In der vorliegenden Studie arbeiteten die Probanden des Weiteren meistens mit weiteren Kandidaten in einem Raum. Dafür wurden Arbeitsplätze in einem gewissen Abstand zueinander hergerichtet, die ein selbstständiges und unbeeinflusstes Vorgehen ermöglichen. Street (1974) konnte nämlich zeigen, dass die reine Anwesenheit von anderen zu keiner Beeinflussung der Ideenanzahl führte. Mullen et al. (1991) berichteten sogar, dass es zu einem Abfall der Produktivität kam, wenn Versuchsteilnehmer gänzlich abgeschottet getestet wurden. Zur Erforschung der Kreativität gibt es, wie in der Einleitung beschrieben, viele unterschiedliche Ansätze. Daher wurde in der eigenen

Studie, wie beispielsweise beim dem „Torrance Tests of Creative Thinking“ (Torrance, 1974), auch die Qualität, Quantität, Flüssigkeit und Ausarbeitung der generierten Produkte beurteilt. Dabei gliederte sich der Ablauf, angelehnt an die Technik des „Brainstormings“ als eine intuitive Technik, in eine Einführung in die Aufgabenstellung, in eine Phase der Ideensammlung und abschließend in die Auswertung (Boos, 2007). Anders als in anderen Studien erfolgte jedoch in dieser Arbeit keine Einschränkung des Vorgehens anhand von Regeln (Faure, 2004; Jablin, 1981; Maginn & Harris, 1980; Rietzschel et al., 2006). Der Bearbeitungszeitraum ist jedoch mit anderen Arbeiten vergleichbar, da diese im Bereich von neun bis 20 Minuten liegen (Diehl & Stroebe, 1987; Drago et al., 2011; Faure, 2004; Jablin, 1981; Maginn & Harris, 1980; Street, 1974). Die Aufgabenbereiche erstreckten sich dabei vom „Torrance Tests of Creative Thinking“ (Drago et al., 2011) bis hin zum „Daumen Problem“, bei dem Konsequenzen und Möglichkeiten eines zusätzlichen Daumens an jeder Hand diskutiert werden sollten (Maginn & Harris, 1980; Street, 1974). Anders als bei Drago et al. (2011), die die Testungen an drei aufeinanderfolgenden Tagen durchführten, ermöglichte der zeitliche Abstand in der eigenen Studie den Ausschluss einer Gewöhnung an die Testbedingungen, die eine verbesserte Leistung fälschlicherweise vortäuschen könnte. Unter Zusammenschau aller Informationen könnte es daher sinnvoll sein, in künftigen Untersuchungen auf gleiche Ausgangsbedingungen zu achten und daher beispielsweise Probanden eine ausreichende Aufklärung über die genaue Bedeutung der verwendeten Begriffe zu liefern. Zudem wäre die Variation des Beschäftigungszeitraums mit einer Aufgabenstellung ein interessanter Aspekt, der noch betrachtet werden könnte.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Schlafparameter

Im Rahmen dieser Studie wurde kein Zusammenhang zwischen den Schlafparametern und den Kreativitätsvariablen gefunden. Darüber hinaus ergab sich bei dem Vergleich des Testtages A mit dem Testtag C, der als Kontrolltermin ohne kreative Aufgabe diente, kein signifikanter Unterschied, weder bezüglich der Zusammensetzung der Schlafstadien, noch der Spindelanzahl oder deren Aktivität. Die Generierung der Spindeln erfolgt durch thalamokortikale Netzwerke (Steriade et al., 1993), wobei ihre genaue Funktion bisher unklar ist. Diskutiert werden dabei beispielsweise eine schlafprotektive Wirkung (Yamadori, 1971) oder ein Zusammenhang mit kognitiven Prozessen, wie der Gedächtniskonsolidierung (Gais et al., 2002). Das Auftreten von Spindeln scheint jedoch in keiner eindeutigen Verbindung zu kreativen Prozessen zu stehen. Auch in der Spektralanalyse des Schlafs zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Testtagen A und C. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass die Bearbeitung einer Lernaufgabe am Testtag A vor dem Schlafen auch zu einer Beeinflussung der Schlafarchitektur geführt haben könnte. Dies scheint allerdings unwahrscheinlich, da keine Veränderungen der Spindeln als möglicher Hinweis für solche Prozesse auftraten. Darüber hinaus wiesen die Schlafarchitektur an den Testtagen A und C keine messbaren Unterschiede auf. Des Weiteren wurden mögliche Störfaktoren des Schlafs, wie zum Beispiel eine Depression (Zimmermann & Pfeiffer, 2007), anhand der Ein- und Ausschlusskriterien und der Vortests weitestgehend ausgeschlossen. Das Schlafen in einer ungewohnten Umgebung könnte jedoch zu einer Stressreaktion führen, die wiederum eine Veränderung der Schlafarchitektur bedingen kann (Van Reeth et al., 2000). Daher wurde die Abfolge der Testtage so erstellt, dass die Hälfte der Teilnehmer Testtag A vor Testtag C absolvierten und die andere Hälfte umgekehrt. Ferner wurden den Probanden am Testtag C vor dem Schlafen noch einige Fragebögen und Tests vorgelegt. Dies hatte unter anderem zum Ziel, einen möglichen Einfluss der kreativen Arbeit, im Gegensatz zu einer allgemein geistigen Tätigkeit, auf die Schlafarchitektur sichtbar zu machen, indem die Tagesabläufe möglichst ähnlich gehalten wurden. Cai et al. (2009) hatten nämlich in ihrer Studie anhand eines maximal 90-minütigen Mittagsschlafs zeigen können, dass ein Zusammenhang zwischen dem REM-Schlafstadium und der kreativen Arbeit, die mit Hilfe eines 40-minütigen „Remote Associates Tests“ gemessen wurde, besteht. Auch die Arbeitsgruppe um Drago (2011) konnte mit Hilfe des „Torrance Tests“ für

Erwachsene eine Korrelation sowohl des Schlafstadiums 1 mit der Ideenflüssigkeit und Flexibilität als auch des Schlafstadiums 4 mit der Originalität und der figuralen Kreativität nachweisen. Diesen Probanden war es jedoch gestattet, vor den Testungen eine ganze Nacht zu schlafen. Darüber hinaus zeigten Bejamini et al. (2014), dass annähernd doppelt so viele Probanden nach einem 90-minütigen Mittagsschlaf eine Computeraufgabe, bei der logisches Denkvermögen gefordert war, meistern konnten, als nach einer gleich langen Wachperiode. Dabei war ein signifikanter Effekt von SWS zu verzeichnen, so dass diejenigen Teilnehmer, bei denen dieses Schlafstadium aufgezeichnet werden konnte, eher in der Lage waren, das Problem zu lösen. Dies traf jedoch nicht für den REM-Schlaf zu. Die Variation der Schlaflänge könnte darüber hinaus im Rahmen weiterer Studien zur Ergänzung der bisher gewonnenen Erkenntnisse beitragen.

5.2.2 Fragebögen und Tests

Die vorliegende Arbeit ergab keinen qualitativen oder quantitativen Unterschied der Produktionsaufgabe zwischen den Testtagen A und B. Dabei wurden die generierten Ideen der Probanden, entsprechend den Vorschlägen von Guilford (1950) und Torrance (1974), unter anderem nach ihrer Flüssigkeit, Originalität und Flexibilität bewertet. Somit könnte daraus geschlossen werden, dass ein Mittagsschlaf zu keiner Verbesserung der kreativen Leistung geführt hat. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass der Effekt des Schlafes durch interne oder externe Faktoren geschmälert wurde. Folglich könnte die Notwendigkeit in einer fremden Umgebung schlafen zu müssen, bei den Probanden zu einer Stressreaktion geführt haben, die zu einer negativen Beeinflussung des kreativen Verhaltens beitragen kann (Baas et al., 2008; Beversdorf et al., 1999). Da aber ausschließlich gesunde Versuchsteilnehmer zugelassen wurden und diese von Anfang an sowohl über den Ablauf der Testtage informiert als auch damit einverstanden waren, kann dieser Tatbestand vernachlässigt werden. Auch eine mögliche Trägheit nach dem Schlafen (Tassi & Muzet, 2000) kann ausgeschlossen werden, da der Vergleich der Ergebnisse des Stanford Sleepiness Scales und des Psychomotorischen Vigilanztests zwischen den Testtagen A und B keinen Unterschied aufwies und somit davon ausgegangen werden kann, dass die Probanden nach dem Schlafen genauso wach waren wie nach der Betrachtung des Filmes. Darüber hinaus geben Wood et al. (1989) zu bedenken, dass ein ausgeprägteres Vokabular der Probanden zu falschen Schlussfolgerungen bezüglich der Traumqualität und der

alltäglichen Kreativität führen könnte. Aus diesem Grund wurde anhand des Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztests geprüft, ob sich alle Teilnehmer auf demselben Stand bezüglich ihrer sprachlichen Befähigung befinden. Aufgrund der Beobachtung, dass eine positive Stimmung zu einer Steigerung der Kreativität führen kann (Baas et al., 2008), wurde am Testtag B ein stimmungsneutraler Naturfilm ausgewählt, um eine solche Beeinflussung zu vermeiden. Im Gegensatz zu dieser Studie konnten sowohl Cai et al. (2009) als auch Sio et al. (2013) mit Hilfe eines „Remote Associates Tests“ zeigen, dass Schlaf zu einer Steigerung der Leistungsfähigkeit führt. Letztere konnten diesen Effekt jedoch nur nach einem Nachtschlaf und bei schwierigen Aufgaben nachweisen. Wagner et al. (2004) konnten ebenfalls nach einem achtstündigen Schlaf ein gesteigertes Einsichtsvermögen aufzeigen. Aufgrund der Tatsache, dass die Anzahl derjenigen Probanden, die Einsicht erlangten, bei der Ausführung der Aufgabe jedoch langsamer waren als diejenigen, die kein Einsichtserleben hatten, postulierten Stickgold und Walker (2004), dass das schlafende Gehirn möglicherweise nur die Reaktionsgeschwindigkeit oder die Möglichkeit, verschiedene Lösungsansätze zu ersinnen, verbessern könne. Somit besteht die Möglichkeit, dass bei dem vorliegenden Experiment durch den Schlaf ein Parameter, wie zum Beispiel die Ideenauswahl, verbessert worden ist, der jedoch nicht bestimmt wurde und somit verborgen bleibt. Da jedoch die zuvor genannten Aufgabentypen lediglich eine korrekte Antwort und somit ein konvergentes Vorgehen prüften, unterscheiden sie sich grundlegend vom dem divergenten Experiment, das in dieser Arbeit zur Anwendung kam. Daher könnte gefolgert werden, dass bei der Messung des vielschichtigen Konstrukts der Kreativität unterschiedliche kognitive Prozesse erfasst wurden, die nicht in gleicher Weise von einem Mittagsschlaf profitieren.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in diesem Rahmen diskutiert werden muss, ist das Phänomen der Inkubation. Dabei ermöglicht die Abkehr von einer Aufgabe das Vergessen falscher Lösungswege und erhöht dadurch die Wahrscheinlichkeit, die richtige Antwort zu finden oder neue Gedankengänge zuzulassen (Smith & Blankenship, 1989). Dieses Phänomen könnte ebenfalls zu einer Steigerung des kreativen Verhaltens geführt haben, so dass kein Unterschied zum Testtag A gefunden wurde, obwohl der Schlaf ebenfalls fördernd gewesen sein könnte. Sio und Ormerod (2009) konnten nämlich einen positiven Effekt für Aufgaben, die divergentes Denken voraussetzen, nachweisen, wobei dies durch eine lange Vorbereitungszeit noch weiter gesteigert wurde. Des Weiteren stellten sie fest, dass kognitiv anspruchsvolle Aufgaben,

im Gegensatz zu einer geistig wenig fordernden Beschäftigung, während dieser Phase zu einer Wirkungsminderung führten. Das Verfolgen des Naturfilmes könnte somit die Manifestation der Inkubation verstärkt haben. Auch der Umstand, dass die Probanden, trotz der Anweisung nicht weiter über die Testaufgaben nachzudenken, es dennoch getan haben könnten, darf nicht außer Acht gelassen werden. Diese Möglichkeit sollte jedoch durch den anschließenden Gedächtnistest vermieden worden sein.

Ferner wurde eine Korrelation zwischen der Ideenanzahl und dem ersten Abschnitt des Creativity Style Questionnaire Revised (Kumar & Holman, 1997) erfasst. Dieser besteht aus zwei Fragen und misst, in welchem Ausmaß die Probanden davon überzeugt sind, kreativ zu sein. Insgesamt wurden lediglich 15 Aussagen dieses Tests verwendet, um die Motivation der Probanden aufrechtzuerhalten. Somit konnte ein Zusammenhang der Selbsteinschätzung mit der Quantität, jedoch nicht mit der Qualität der generierten Produkte aufgezeigt werden. Dies könnte wiederum bedeuten, dass die Versuchsteilnehmer keine korrekte Einschätzung der Qualität ihrer kreativen Arbeit vornehmen konnten. Aufgrund der Tatsache, dass diese Ergebnisse keine Korrektur für multiple Vergleiche erfahren haben, handelte es sich jedoch lediglich um eine Andeutung. Unterstützung erfährt diese Sichtweise aber durch die Studie von Rietzschel et al. (2006), die zeigen konnten, dass alleine arbeitende Probanden nicht in der Lage waren, ihre besten Ideen von den übrigen zu differenzieren und auszuwählen.

Des Weiteren zeigte sich eine Korrelation der durchschnittlichen Ratings mit den Intelligenzquotienten. Da auch hier keine Korrektur für multiple Vergleiche durchgeführt wurde, handelt es sich auch hier lediglich um einen Trend. Es gibt zahlreiche Abhandlungen über einen möglichen Zusammenhang zwischen den beiden Konstrukten Kreativität und Intelligenz (Amabile, 1983; Boden, 2009; Gardner, 1993; Sternberg, 2006; Sternberg & Lubart, 1991; Sternberg & O'Hara, 1999). Sternberg und O'Hara (1999) zeigten demnach verschiedene Verbindungen auf. So schlug Guilford (1967) beispielsweise vor, dass Kreativität, in Form von der Fähigkeit zur divergenten Produktion, einen Unterbereich der Kreativität darstellen könnte. Sternberg und Lubart (1991) dagegen behaupteten genau das Gegenteil. Barron (1963) sah die beiden Konstrukte als ähnliche Gebilde zwischen denen es zu Überlappungen kommt. So folgerte er, dass Intelligenz und Kreativität über einem Intelligenzquotienten von 120 keine bedeutsame Korrelation mehr aufweisen. Ein weiterer Ansatz ist die Betrachtung dieser Konstrukte als eine einzige (Weisberg, 1986) oder zwei verschiedene Entitäten (Getzels & Jackson, 1962). So kann gefolgert werden, dass Kreativität gewisse Aspekte

von Intelligenz in sich vereint, wobei immer noch kein klares Verhältnis nachgewiesen werden konnte (Sternberg & O'Hara, 1999). Daher könnten die Ergebnisse aus dieser Arbeit auf einen Zusammenhang zwischen Intelligenz und der Qualität der generierten Ideen hindeuten. Der in dieser Arbeit verwendete Grundintelligenztest (CFT 20-R) von Weiß (2006a) stellt ein stabiles Messinstrument dar und eignet sich sowohl als Screeningverfahren (Kuhn et al., 2008) als auch für Forschungszwecke (Weiß, 2006b). Wäre es jedoch zu Abweichungen vom Durchschnittsbereich gekommen, hätte ein ausführlicheres Testverfahren verwendet werden müssen (Jacobs et al., 2007).

Unter Betrachtung aller Ergebnisse kann abschließend gesagt werden, dass ein Mittagsschlaf im Rahmen einer divergenten Produktionsaufgabe zu keiner zusätzlichen Förderung der Kreativität beigetragen hat und deren Bearbeitung sich nicht in Veränderungen des objektiven Mittagsschlafs widerspiegelt. Da Kreativität aber durch viele unterschiedliche geistige Prozesse entstehen kann (Dresler, 2008) und somit nur ein Teilaspekt der Kreativität beleuchtet werden konnte, sind weitere Studien notwendig. Es wäre somit sicherlich von großem Interesse, ob andere Bereiche der Kreativität von einem Mittagsschlaf profitieren würden. Sinnvoll wäre dabei ebenfalls die Berücksichtigung der Stimmung, deren Beitrag nicht unterschätzt werden sollte (Baas et al., 2008). Da der kreative Prozess sich jedoch über die Ideengenerierung hinaus erstreckt, sollte auch eine mögliche Auswirkung des Schlafs auf die Ideenauswahl und deren Umsetzung untersucht werden.

6 Zusammenfassung

Der Schlaf ist ein zentraler Bestandteil unseres Lebens und erfüllt zahlreiche Funktionen, von denen noch viele unbekannt sind. Bestätigt durch diverse Anekdoten und Forschungsarbeiten häufen sich Hinweise auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Schlaf und der Kreativität von Menschen.

Ziel der durchgeführten Untersuchung war es, mögliche Auswirkungen eines mit Polysomnographie objektiv erfassten Mittagsschlafs auf kreative Prozesse zu untersuchen. Zu diesem Zweck durchliefen 36 freiwillige, gesunde männliche Versuchspersonen, alle Studenten im Alter von 18 bis 30 Jahren, in randomisierter Folge drei Studientage. Dabei wurde, neben der Erhebung einiger Fragebögen und Tests, die kreative Leistungsfähigkeit vor und nach einem Mittagsschlaf (Testtag A) beziehungsweise dem Betrachten eines Filmes (Testtag B) gemessen und miteinander verglichen. Zur Messung der Kreativität wurde eine divergente Produktionsaufgabe herangezogen, bei der die Probanden zu verschiedenen Kategorien möglichst viele und neuartige Produkte entwerfen mussten. Diese wurden dann von zwei professionellen und unabhängigen Ratern, gemäß einem Bewertungskatalog, beurteilt. Der Testtag C diente in diesem Rahmen als Kontrollbedingung für die polysomnographische Registrierung der Schlafparameter.

Bezüglich der divergenten Produktionsaufgabe fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Testtagen A und B ($F_{6,30} = 0,5$; $p > 0,7$). Des Weiteren ergab die Auswertung der Schlafparameter keinen signifikanten Unterschied zwischen den Testtagen A und C ($F_{7,29} = 1,78$; $p = 0,13$). Letztlich konnte auch keine Korrelation zwischen den Kreativitätsvariablen und den Schlafparametern nachgewiesen werden ($r < 0,25$; $p > 0,1$).

Demnach konnte durch einen Mittagsschlaf keine Förderung des kreativen Verhaltens im Rahmen einer divergenten Produktionsaufgabe bei gesunden jungen Männern verzeichnet werden. Da es sich bei der Kreativität des Menschen um ein sehr vielschichtiges Konstrukt handelt, sind weitere Untersuchungen bezüglich eines Zusammenhangs zwischen Kreativität und Schlaf erforderlich.

7 Literaturverzeichnis

- Addison, P. S. (2002): *The Illustrated Wavelet Transform Handbook: Introductory Theory and Applications in Science, Engineering, Medicine and Finance*. Bristol: Institute of Physics Publishing.
- Åkerstedt, T., & Gillberg, M. (1990): Subjective and objective sleepiness in the active individual. In: *International Journal of Neuroscience*, 52(1-2), S. 29-37.
- Amabile, T. M. (1983): The social psychology of creativity: A componential conceptualization. In: *Journal of personality and social psychology*, 45(2), S. 357.
- Andreasen, N. C. (1987): Creativity and mental illness: Prevalence rates in writers and their first-degree relatives. In: *American Journal of Psychiatry*, 144(10), S. 1288-1292.
- Antonijevic, I. A., Stalla, G. K., & Steiger, A. (2000): Modulation of the sleep electroencephalogram by estrogen replacement in postmenopausal women. In: *American journal of obstetrics and gynecology*, 182(2), S. 277-282.
- Aschoff, J., & Wever, R. (1962): Spontanperiodik des Menschen bei Ausschluss aller Zeitgeber. In: *Naturwissenschaften*, 49(15), S. 337-342.
- Aserinsky, E., & Kleitman, N. (1953): Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep. In: *Science*, 118(3062), S. 273-274.
- Baas, M., De Dreu, C. K., & Nijstad, B. A. (2008): A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: Hedonic tone, activation, or regulatory focus? In: *Psychological Bulletin*, 134(6), S. 779-806.
- Backerra, H., Malorny, C., & Schwarz, W. (2002): *Kreativitätstechniken: Kreative Prozesse anstoßen, Innovationen fördern, die K7 (2. Aufl.)*. München: Hanser.
- Baer, J., & Kaufman, J. C. (2008): Gender differences in creativity. In: *Journal of Creative Behavior*, 42(2), S. 75-105.
- Balkin, T. J., Bliese, P. D., Belenky, G., Sing, H., Thorne, D. R., Thomas, M., Redmond, D. P., Russo, M., & Wesensten, N. J. (2004): Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment. In: *Journal of sleep research*, 13(3), S. 219-227.
- Barrett, D. (1993): The "committee of sleep": A study of dream incubation for problem solving. In: *Dreaming*, 3(2), S. 115-122.
- Barrett, D. (2001): *The committee of sleep: How artists, scientists, and athletes use dreams for creative problem-solving—and how you can too*: Oneiroi Press.

- Barron, F. (1963): *Creativity and Psychological Health*. Oxford: D. Van Nostrand.
- Beijamini, F., Pereira, S. I. R., Cini, F. A., & Louzada, F. M. (2014): After Being Challenged by a Video Game Problem, Sleep Increases the Chance to Solve It. In: *PLoS One*, 9(1), S. e84342.
- Benedek, M. (2008): Wie lässt sich Kreativität messen? In: M. Dresler & T. G. Baudson (Hrsg.), *Kreativität: Beiträge aus den Natur- und Geisteswissenschaften* (1. Aufl.). Stuttgart: Hirzel, S. 43-51.
- Berger, H. (1929): Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. In: *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 87(1), S. 527-570.
- Besemer, S. P., & O'Quin, K. (1999): Confirming the three-factor creative product analysis matrix model in an American sample. In: *Creativity Research Journal*, 12(4), S. 287-296.
- Beversdorf, D. Q., Hughes, J. D., Steinberg, B. A., Lewis, L. D., & Heilman, K. M. (1999): Noradrenergic modulation of cognitive flexibility in problem solving. In: *Neuroreport*, 10(13), S. 2763-2767.
- Beversdorf, D. Q., White, D. M., Chever, D. C., Hughes, J. D., & Bornstein, R. A. (2002): Central β -adrenergic modulation of cognitive flexibility. In: *Neuroreport*, 13(18), S. 2505-2507.
- Boden, M. A. (1999): Computer Models of Creativity. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 351-372.
- Boden, M. A. (2009): Computer models of creativity. In: *AI Magazine*, 30(3), S. 23-34.
- Boos, E. (2007): *Das große Buch der Kreativitätstechniken*. München: Compact Verlag.
- Borbély, A. (1987): *Das Geheimnis des Schlafs: Neue Wege und Erkenntnisse der Forschung*. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag.
- Borbély, A. A. (1982): A two process model of sleep regulation. In: *Human neurobiology*, 1(3), S. 195-204.
- Borbély, A. A., Achermann, P., Trachsel, L., & Tobler, I. (1989): Sleep initiation and initial sleep intensity: interactions of homeostatic and circadian mechanisms. In: *Journal of biological rhythms*, 4(2), S. 149-160.
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003): Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. In: *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(3), S. 730-737.
- Brooks, A., & Lack, L. (2006): A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: which nap duration is most recuperative? In: *Sleep*, 29(6), S. 831-840.

- Bryant, P. A., Trinder, J., & Curtis, N. (2004): Sick and tired: Does sleep have a vital role in the immune system? In: *Nature Reviews Immunology*, 4(6), S. 457-467.
- Bursztyn, M., Ginsberg, G., Hammerman-Rozenberg, R., & Stessman, J. (1999): The siesta in the elderly: Risk factor for mortality? In: *Archives of internal medicine*, 159(14), S. 1582-1586.
- Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989): The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. In: *Psychiatry research*, 28(2), S. 193-213.
- Cai, D. J., Mednick, S. A., Harrison, E. M., Kanady, J. C., & Mednick, S. C. (2009): REM, not incubation, improves creativity by priming associative networks. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(25), S. 10130-10134.
- Campbell, D. T. (1960): Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes. In: *Psychological review*, 67(6), S. 380-400.
- Carlsson, I., Wendt, P. E., & Risberg, J. (2000): On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. In: *Neuropsychologia*, 38(6), S. 873-885.
- Chou, T. C., Bjorkum, A. A., Gaus, S. E., Lu, J., Scammell, T. E., & Saper, C. B. (2002): Afferents to the ventrolateral preoptic nucleus. In: *The Journal of Neuroscience*, 22(3), S. 977-990.
- Cluzaud, J. (Regisseur) (2010). *Unsere Ozeane*. DVD, 97 Minuten, Frankreich, Monaco, Schweiz, Spanien: Universum Film GmbH.
- Collins, M. A., & Amabile, T. M. (1999): Motivation and Creativity. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 297-312.
- Crick, F., & Mitchison, G. (1983): The function of dream sleep. In: *Nature*, 304(5922), S. 111-114.
- Cropley, A. J. (2000): Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using? In: *Roepers Review*, 23(2), S. 72-79.
- Csikszentmihalyi, M. (1997): *Kreativität: Wie Sie das Unmögliche schaffen und Ihre Grenzen überwinden* (2. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. (1999): Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 313-335.
- Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., Ronda, J. M., Silva, E. J., Allan, J. S., & Emens, J. S. (1999): Stability,

- precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. In: *Science*, 284(5423), S. 2177-2181.
- Davé, R. (1979): Effects of hypnotically induced dreams on creative problem solving. In: *Journal of Abnormal Psychology*, 88(3), S. 293-302.
- Delaney, G. (1988): *Lebe Deine Träume: Anleitung zum aktiven Träumen*. Landsberg am Lech: mvg-Verlag.
- Dement, W., & Kleitman, N. (1957): Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming. In: *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 9(4), S. 673-690.
- Dement, W. C. (1978): *Some must watch while some must sleep: Exploring the world of sleep*. New York, NY: W.W. Norton & Company.
- Diehl, M., & Stroebe, W. (1987): Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. In: *Journal of personality and social psychology*, 53(3), S. 497-509.
- Dietrich, A. (2004): The cognitive neuroscience of creativity. In: *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(6), S. 1011-1026.
- Dietrich, A. (2007): Who's afraid of a cognitive neuroscience of creativity? In: *Methods*, 42(1), S. 22-27.
- Dietrich, A., & Kanso, R. (2010): A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. In: *Psychological Bulletin*, 136(5), S. 822-848.
- Dinges, D. F. (1990): Are you awake? Cognitive performance and reverie during the hypnopompic state. In: R. R. Bootzin, J. F. Kihlstrom & D. L. Schacter (Hrsg.), *Sleep and cognition* Washington, DC: American Psychological Association, S. 159-175.
- Dinges, D. F., Douglas, S. D., Hamarman, S., Zaugg, L., & Kapoor, S. (1995): Sleep deprivation and human immune function. In: *Advances in neuroimmunology*, 5(2), S. 97-110.
- Dinges, D. F., Orne, M. T., Whitehouse, W. G., & Orne, E. C. (1987): Temporal placement of a nap for alertness: Contributions of circadian phase and prior wakefulness. In: *Sleep*, 10(4), S. 313-329.
- Dinges, D. F., & Powell, J. W. (1985): Microcomputer analyses of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. In: *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 17(6), S. 652-655.
- Dinges, D. F., Whitehouse, W. G., Orne, E. C., & Orne, M. T. (1988): The benefits of a nap during prolonged work and wakefulness. In: *Work & stress*, 2(2), S. 139-153.

- Domino, G. (1976): Primary process thinking in dream reports as related to creative achievement. In: *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 44(6), S. 929-932.
- Drago, V., Foster, P. S., Heilman, K. M., Aricò, D., Williamson, J., Montagna, P., & Ferri, R. (2011): Cyclic alternating pattern in sleep and its relationship to creativity. In: *Sleep medicine*, 12(4), S. 361-366.
- Dreistadt, R. (1971): An analysis of how dreams are used in creative behavior. In: *Psychology: A Journal of Human Behavior*, 8(1), S. 24-50.
- Dresler, M. (2008): Einleitung: Kreativität als offenes Konzept. In: M. Dresler & T. G. Baudson (Hrsg.), *Kreativität: Beiträge aus den Natur- und Geisteswissenschaften* (1. Aufl.). Stuttgart: Hirzel, S. 7-20.
- Dresler, M. (2011): Kreativität, Schlaf und Traum–Neurobiologische Zusammenhänge. In: K. Herrmann (Hrsg.), *Neuroästhetik: Perspektiven auf ein interdisziplinäres Forschungsgebiet*. Kassel: Kassel University Press GmbH, S. 32-44.
- Dückerhoff, F. (2013): Sprüche u. Weisheiten. Online im Internet unter [http://welt-der-zeit.de/](http://welt-der-zeit.de/novalis-traeume/) (Stand: 29.09.2013).
- Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2005): Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In: *Seminars in Neurology*, 25(1), S. 117-129.
- Eiselein, J. (1840): Die Sprichwörter und Sinnreden des deutschen Volkes in alter u. neuer Zeit. Freiburg.
- Erlacher, D. (2007): Das Phänomen luzider Traum. In M. Dresler (Hrsg.), *Wissenschaft an den Grenzen des Verstandes: Beiträge aus den Natur- und Lebenswissenschaften*. Stuttgart: Hirzel, S. 192-204.
- Eysenck, H. J. (1993): Creativity and personality: Suggestions for a theory. In: *Psychological Inquiry*, 4(3), S. 147-178.
- Faure, C. (2004): Beyond brainstorming: Effects of different group procedures on selection of ideas and satisfaction with the process. In: *The Journal of creative behavior*, 38(1), S. 13-34.
- Ferri, R., Bruni, O., Miano, S., & Terzano, M. G. (2005): Topographic mapping of the spectral components of the cyclic alternating pattern (CAP). In: *Sleep medicine*, 6(1), S. 29-36.
- Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B., & Neubauer, A. C. (2007): Creativity meets neuroscience: Experimental tasks for the neuroscientific study of creative thinking. In: *Methods*, 42(1), S. 68-76.

- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2006): Divergent thinking training is related to frontal electroencephalogram alpha synchronization. In: *European Journal of Neuroscience*, 23(8), S. 2241-2246.
- Fink, A., & Neubauer, A. C. (2008): Eysenck meets Martindale: The relationship between extraversion and originality from the neuroscientific perspective. In: *Personality and Individual Differences*, 44(1), S. 299-310.
- Fink, N. (1979): *Lehrbuch der Schlaf- und Traumforschung: Eine kritische Gegenüberstellung aller psychologischen und physiologischen Ansätze für eine Verwendung des Traumes als Hilfsmittel in Diagnostik, Beratung und Therapie* (2. Aufl.). München: Minerva.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992): *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fitch, T., & Armitage, R. (1989): Variations in cognitive style among high and low frequency dream recallers. In: *Personality and Individual Differences*, 10(8), S. 869-875.
- Flaherty, A. W. (2005): Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. In: *Journal of Comparative Neurology*, 493(1), S. 147-153.
- Fosse, R., Stickgold, R., & Hobson, J. A. (2001): The mind in REM sleep: Reports of emotional experience. In: *Sleep*, 24(8), S. 1-9.
- Fothergill, A., & Linfield, M. (Regisseure) (2008). *Unsere Erde*. DVD, 95 Min., Deutschland, Großbritannien, USA: Universum Film GmbH.
- Foulkes, W. D. (1962): Dream reports from different stages of sleep. In: *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 65(1), S. 14-25.
- Freud, S. (1950): *Die Traumdeutung* (9. Aufl.). Wien: Deuticke.
- Friess, E., Trachsel, L., Guldner, J., Schier, T., Steiger, A., & Holsboer, F. (1995): DHEA administration increases rapid eye movement sleep and EEG power in the sigma frequency range. In: *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 268(1), S. 107-113.
- Fuller, P. M., Gooley, J. J., & Saper, C. B. (2006): Neurobiology of the sleep-wake cycle: sleep architecture, circadian regulation, and regulatory feedback. In: *Journal of biological rhythms*, 21(6), S. 482-493.
- Gais, S., & Born, J. (2004): Declarative memory consolidation: mechanisms acting during human sleep. In: *Learning & Memory*, 11(6), S. 679-685.
- Gais, S., Lucas, B., & Born, J. (2006): Sleep after learning aids memory recall. In: *Learning & Memory*, 13(3), S. 259-262.

- Gais, S., Mölle, M., Helms, K., & Born, J. (2002): Learning-dependent increases in sleep spindle density. In: *The Journal of Neuroscience*, 22(15), S. 6830-6834.
- Galin, D. (1974): Implications for psychiatry of left and right cerebral specialization: A neurophysiological context for unconscious processes. In: *Archives of General Psychiatry*, 31(4), S. 572-583.
- Gardner, H. (1993): *Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham, and Gandhi*. New York, NY: Basic Books.
- Garfield, P. (1986): *Kreativ träumen*. München: Knauer.
- Genzel, L., Dresler, M., Wehrle, R., Grözing, M., & Steiger, A. (2009): Slow wave sleep and REM sleep awakenings do not affect sleep dependent memory consolidation. In: *Sleep*, 32(3), S. 302-310.
- Genzel, L., Kiefer, T., Renner, L., Wehrle, R., Kluge, M., Grözing, M., Steiger, A., & Dresler, M. (2012): Sex and modulatory menstrual cycle effects on sleep related memory consolidation. In: *Psychoneuroendocrinology*, 37(7), S. 987-998.
- Getzels, J. W., & Jackson, P. W. (1962): *Creativity and intelligence: Explorations with gifted students*. London: Wiley.
- Giovacchini, P. L. (1966): Dreams and the creative process. In: *British Journal of Medical Psychology*, 39(2), S. 105-115.
- Glaubman, H., Orbach, I., Aviram, O., Frieder, I., Frieman, M., Pelled, O., & Glaubman, R. (1978): REM deprivation and divergent thinking. In: *Psychophysiology*, 15(1), S. 75-79.
- Graham, W. K. (1977): Acceptance of ideas generated through individual and group brainstorming. In: *The Journal of Social Psychology*, 101(2), S. 231-234.
- Griefahn, B. (2002): Einsatz eines Fragebogens (D-MEQ) zur Bestimmung des Chronotyps bei der Zuweisung eines Schichtarbeitsplatzes. In: *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 56(3), S. 142-149.
- Griefahn, B., Künemund, C., Bröde, P., & Mehnert, P. (2001): Zur Validität der deutschen Übersetzung des Morningness-Eveningness-Questionnaires von Horne und Östberg. In: *Somnologie*, 5(2), S. 71-80.
- Guilford, J. P. (1950): Creativity. In: *American Psychologist*, 5, S. 444-454.
- Guilford, J. P. (1967): *The nature of human intelligence*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Gur, R. C., & Reyher, J. (1976): Enhancement of creativity via free-imagery and hypnosis. In: *American Journal of Clinical Hypnosis*, 18(4), S. 237-249.

- Gurman, E. B. (1968): Creativity as a function of orientation and group participation. In: *Psychological reports*, 22(2), S. 471-478.
- Harari, O., & Graham, W. K. (1975): Tasks and task consequences as factors in individual and group brainstorming. In: *The Journal of Social Psychology*, 95(1), S. 61-65.
- Hartmann, E. (1968): The 90-minute sleep-dream cycle. In: *Archives of General Psychiatry*, 18(3), S. 280-286.
- Hartmann, E. (1996): Outline for a theory on the nature and functions of dreaming. In: *Dreaming*, 6(2), S. 147-170.
- Häusser, J., & Faulmüller, N. (2012). Unveröffentlichte Pilotstudie. Institut für Psychiatrie. Hildesheim.
- Heilman, K. M. (2005): *Creativity and the Brain*. New York: Psychology Press.
- Heilman, K. M., Nadeau, S. E., & Beversdorf, D. O. (2003): Creative innovation: possible brain mechanisms. In: *Neurocase*, 9(5), S. 369-379.
- Helmholtz, H. v. (1896): *Vorträge und Reden*. Braunschweig Vieweg.
- Hick, C., & Hick, A. (2009): *Intensivkurs Physiologie* (6. Aufl.). München: Elsevier, Urban und Fischer.
- Hobson, A. J., & McCarley, R. W. (1977): The brain as a dream state generator: An activation-synthesis hypothesis of the dream process. In: *American Journal of Psychiatry*, 134(12), S. 1335-1348.
- Hobson, J. A., McCarley, R. W., & Wyzinski, P. W. (1975): Sleep cycle oscillation: Reciprocal discharge by two brainstem neuronal groups. In: *Science*, 189(4196), S. 55-58.
- Hobson, J. A., & Pace-Schott, E. F. (2002): The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning. In: *Nature Reviews Neuroscience*, 3(9), S. 679-693.
- Hobson, J. A., Pace-Schott, E. F., & Stickgold, R. (2000): Dreaming and the brain: Toward a cognitive neuroscience of conscious states. In: *Behavioral and Brain Sciences*, 23(6), S. 793-842.
- Hobson, J. A., Stickgold, R., & Pace-Schott, E. F. (1998): The neuropsychology of REM sleep dreaming. In: *Neuroreport*, 9(3), S. 1-14.
- Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., & Dement, W. (1973): Quantification of sleepiness: A new approach. In: *Psychophysiology*, 10(4), S. 431-436.

- Horne, J., Anderson, C., & Platten, C. (2008): Sleep extension versus nap or coffee, within the context of 'sleep debt'. In: *Journal of sleep research*, 17(4), S. 432-436.
- Horne, J. A. (1988): Sleep loss and "divergent" thinking ability. In: *Sleep*, 11(6), S. 528-536.
- Horne, J. A., & Östberg, O. (1976): A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. In: *International journal of chronobiology*, 4(2), S. 97-110.
- Houston, J. P., & Mednick, S. A. (1963): Creativity and the need for novelty. In: *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 66(2), S. 137-141.
- Howard-Jones, P. A., Blakemore, S.-J., Samuel, E. A., Summers, I. R., & Claxton, G. (2005): Semantic divergence and creative story generation: An fMRI investigation. In: *Cognitive Brain Research*, 25(1), S. 240-250.
- Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A. L., & Quan, S. F. (2008): Das AASM-Manual zum Scoring von Schlaf und assoziierten Ereignissen: Regeln, Terminologie und technische Spezifikationen (A. A. o. S. Medicine Hrsg.). Heidelberg: Steinkopff.
- Illies, J. J., & Reiter-Palmon, R. (2004): The Effects of Type and Level of Personal Involvement on Information Search and Problem Solving¹. In: *Journal of Applied Social Psychology*, 34(8), S. 1709-1729.
- Jablin, F. M. (1981): Cultivating imagination: Factors that enhance and inhibit creativity in brainstorming groups. In: *Human Communication Research*, 7(3), S. 245-258.
- Jacobs, C., Petermann, F., & Weiß, R. (2007): Grundintelligenztest (CFT 20-R). In: *Diagnostica*, 53(2), S. 109-113.
- Jewett, M. E., Wyatt, J. K., Ritz-De Cecco, A., Khalsa, S. B., Dijk, D.-J., & Czeisler, C. A. (1999): Time course of sleep inertia dissipation in human performance and alertness. In: *Journal of sleep research*, 8(1), S. 1-8.
- Jones, B. E. (1994): Basic mechanisms of sleep-wake states. In: M. H. Kryger, T. Roth & W. C. Dement (Hrsg.), *Principles and practice of sleep medicine* (2. Aufl.). Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company, S. 145-162.
- Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P. J., & Kounios, J. (2004): Neural activity when people solve verbal problems with insight. In: *PLoS biology*, 2(4), S. 500-510.
- Kerkhof, G. A. (1985): Inter-individual differences in the human circadian system: a review. In: *Biological psychology*, 20(2), S. 83-112.

- Kilduff, T. S., & Peyron, C. (2000): The hypocretin/orexin ligand–receptor system: implications for sleep and sleep disorders. In: *Trends in neurosciences*, 23(8), S. 359-365.
- Kischka, U., Kammer, T., Maier, S., Weisbrod, M., Thimm, M., & Spitzer, M. (1996): Dopaminergic modulation of semantic network activation. In: *Neuropsychologia*, 34(11), S. 1107-1113.
- Klein, D. C., Moore, R. Y., & Reppert, S. M. (1991): Suprachiasmatic nucleus: the mind's clock. New York, NY: Oxford University Press.
- Kleitman, N. (1982): Basic rest-activity cycle—22 years later. In: *Sleep*, 5(4), S. 311-317.
- Kohlschütter, E. O. H. (1863): Messungen der Festigkeit des Schlafes. In: *Zeitschrift fuer rationelle Medicin* (3. Reihe, Bd. 17), Heidelberg: Winter, S.209-253.
- Kowatari, Y., Lee, S. H., Yamamura, H., Nagamori, Y., Levy, P., Yamane, S., & Yamamoto, M. (2009): Neural networks involved in artistic creativity. In: *Human brain mapping*, 30(5), S. 1678-1690.
- Kramer, M. (1993): The selective mood regulatory function of dreaming: An update and revision. In A. Moffitt, M. Kramer & R. Hoffmann (Hrsg.), *The Functions of dreaming*. Albany, NY: State University of New York Press, S. 139-196.
- Kris, E. (1965): Psychoanalytic explorations in art (3. Aufl.). New York: International Universities Press.
- Kudla, H. (2001): Lexikon der lateinischen Zitate: 3500 Originale mit Übersetzungen und Belegstellen (2. Aufl.). München: Beck.
- Kuhn, J.-T., Holling, H., & Freund, P. A. (2008): Begabungsdiagnostik mit dem Grundintelligenztest (CFT 20-R). In: *Diagnostica*, 54(4), S. 184-192.
- Kumar, V., & Holman, E. R. (1997). The Creativity Styles Questionnaire--Revised. Unpublished Psychological Test. Department of Psychology. West Chester University of Pennsylvania. West Chaster, PA 19383.
- Kumar, V., Kemmler, D., & Holman, E. R. (1997): The Creativity Styles Questionnaire--Revised. In: *Creativity Research Journal*, 10(1), S. 51-58.
- Kursawe, H. K., & Kubicki, S. (2012): Vigilanz und Schlaf. In: S. Zschocke & H.-C. Hansen (Hrsg.), *Klinische Elektroenzephalographie* (3. Aufl.). Berlin: Springer, S. 113-136.
- Kurup, R. K., & Kurup, P. A. (2003): Hypothalamic digoxin, cerebral chemical dominance and myalgic encephalomyelitis. In: *International Journal of Neuroscience*, 113(5), S. 683-701.

- LaBerge, S. P., Nagel, L. E., Dement, W. C., & Zarcone Jr, V. P. (1981): Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. In: *Perceptual and motor skills*, 52(3), S. 727-732.
- Lahl, O., Wispel, C., Willigens, B., & Pietrowsky, R. (2008): An ultra short episode of sleep is sufficient to promote declarative memory performance. In: *Journal of sleep research*, 17(1), S. 3-10.
- Lamm, H., & Trommsdorff, G. (1973): Group versus individual performance on tasks requiring ideational proficiency (brainstorming): A review. In: *European journal of social psychology*, 3(4), S. 361-388.
- Lehrl, S. (2005): Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest MWT-B (5. Aufl.). Balingen: Spitta Verlag.
- Lenk, H. (2000): Kreative Aufstiege: Zur Philosophie und Psychologie der Kreativität (1. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lewin, I., & Glaubman, H. (1975): The effect of REM deprivation: is it detrimental, beneficial, or neutral? In: *Psychophysiology*, 12(3), S. 349-353.
- Livingston, G., & Levin, R. (1991): The effects of dream length on the relationship between primary process in dreams and creativity. In: *Dreaming*, 1(4), S. 301-309.
- Loomis, A. L., Harvey, E. N., & Hobart, G. A. (1937): Cerebral states during sleep, as studied by human brain potentials. In: *Journal of experimental psychology*, 21(2), S. 127-144.
- Lu, J., Greco, M. A., Shiromani, P., & Saper, C. B. (2000): Effect of lesions of the ventrolateral preoptic nucleus on NREM and REM sleep. In: *The Journal of Neuroscience*, 20(10), S. 3830-3842.
- Lu, J., Sherman, D., Devor, M., & Saper, C. B. (2006): A putative flip-flop switch for control of REM sleep. In: *Nature*, 441(7093), S. 589-594.
- Luo, J., & Niki, K. (2003): Function of hippocampus in “insight” of problem solving. In: *Hippocampus*, 13(3), S. 316-323.
- Maginn, B. K., & Harris, R. J. (1980): Effects of anticipated evaluation on individual brainstorming performance. In: *Journal of Applied Psychology*, 65(2), S. 219-225.
- Majde, J. A., & Krueger, J. M. (2005): Links between the innate immune system and sleep. In: *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 116(6), S. 1188-1198.
- Maquet, P., Péters, J.-M., Aerts, J., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., & Franck, G. (1996): Functional neuroanatomy of human rapid-eye-movement sleep and dreaming. In: *Nature*, 383(6596), S. 163-166.

- Martindale, C. (1999): Biological Bases of Creativity. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 137-152.
- Martindale, C., & Hasenpus, N. (1978): EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original. In: *Biological psychology*, 6(3), S. 157-167.
- Martindale, C., & Hines, D. (1975): Creativity and cortical activation during creative, intellectual and EEG feedback tasks. In: *Biological psychology*, 3(2), S. 91-100.
- Martindale, C., Hines, D., Mitchell, L., & Covello, E. (1984): EEG alpha asymmetry and creativity. In: *Personality and Individual Differences*, 5(1), S. 77-86.
- Maurer, J. T., Schredl, M., & Weeß, H. (2009): Physiologische Grundlagen des normalen und gestörten Schlafes. In: B. A. Stuck, J. T. Maurer, M. Schredl & H.-G. Weeß (Hrsg.), *Praxis der Schlafmedizin: Schlafstörungen bei Erwachsenen und Kindern: Diagnostik, Differentialdiagnostik und Therapie*. Heidelberg: Springer Medizin, S. 1-22.
- Mazzarello, P. (2000): What dreams may come? In: *Nature*, 408(6812), S. 523-523.
- Mednick, S., Nakayama, K., & Stickgold, R. (2003): Sleep-dependent learning: a nap is as good as a night. In: *Nature neuroscience*, 6(7), S. 697-698.
- Mednick, S. A. (1962): The associative basis of the creative process. In: *Psychological review*, 69(3), S. 220-232.
- Mednick, S. C., Cai, D. J., Kanady, J., & Drummond, S. P. (2008): Comparing the benefits of caffeine, naps and placebo on verbal, motor and perceptual memory. In: *Behavioural brain research*, 193(1), S. 79-86.
- Mednick, S. C., & Drummond, S. P. (2004): Sleep: A prescription for insight? In: *INSOM*(3), S. 26-29.
- Mendelsohn, G. A. (1976): Associative and attentional processes in creative performance. In: *Journal of Personality*, 44(2), S. 341-369.
- Michael, W. B., & Colson, K. R. (1979): The development and validation of a life experience inventory for the identification of creative electrical engineers. In: *Educational and Psychological Measurement*, 39(2), S. 463-470.
- Milner, C. E., Fogel, S. M., & Cote, K. A. (2006): Habitual napping moderates motor performance improvements following a short daytime nap. In: *Biological psychology*, 73(2), S. 141-156.
- Mölle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H. L., & Born, J. (1999): EEG complexity and performance measures of creative thinking. In: *Psychophysiology*, 36(1), S. 95-104.

- Moore, R. Y., Abrahamson, E. A., & Van Den Pol, A. (2001): The hypocretin neuron system: an arousal system in the human brain. In: *Archives italiennes de biologie*, 139(3), S. 195-205.
- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. (1949): Brain stem reticular formation and activation of the EEG. In: *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 1(1-4), S. 455-473.
- Mullen, B., Johnson, C., & Salas, E. (1991): Productivity loss in brainstorming groups: A meta-analytic integration. In: *Basic and Applied Social Psychology*, 12(1), S. 3-23.
- Murck, H., Guldner, J., Colla-Muller, M., Frieboes, R. M., Schier, T., Wiedemann, K., Holsboer, F., & Steiger, A. (1996): VIP decelerates non-REM-REM cycles and modulates hormone secretion during sleep in men. In: *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 271(4), S. 905-911.
- Muzur, A., Pace-Schott, E. F., & Hobson, J. A. (2002): The prefrontal cortex in sleep. In: *Trends in cognitive sciences*, 6(11), S. 475-481.
- Nielsen, T. A. (2000): A review of mentation in REM and NREM sleep:" covert" REM sleep as a possible reconciliation of two opposing models. In: *Behavioral and Brain Sciences*, 23(6), S. 851-866.
- Nishida, M., & Walker, M. P. (2007): Daytime naps, motor memory consolidation and regionally specific sleep spindles. In: *PLoS One*, 2(4), S. e341.
- Ohayon, M. M., Carskadon, M. A., Guilleminault, C., & Vitiello, M. V. (2004): Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. In: *Sleep*, 27(7), S. 1255-1273.
- Oldfield, R. C. (1971): The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. In: *Neuropsychologia*, 9(1), S. 97-113.
- Osborn, A. F. (2011): *Applied Imagination: Principles and procedures of creative thinking*. Milton Keynes: Lightning Source.
- Pace-Schott, E. F., & Hobson, J. A. (2002): The neurobiology of sleep: genetics, cellular physiology and subcortical networks. In: *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), S. 591-605.
- Pagel, J. F., & Kwiatkowski, C. F. (2003): Creativity and dreaming: Correlation of reported dream incorporation into waking behavior with level and type of creative interest. In: *Creativity Research Journal*, 15(2-3), S. 199-205.

- Pape, H.-C. (2010): Wachheit und Schlaf: Rhythmen des Gehirns im Muster des Elektroenzephalogramms. In: R. Klinke, H.-C. Pape, A. Kurtz & S. Silbernagl (Hrsg.), *Physiologie* (6 Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 849-876.
- Parrino, L., Boselli, M., Spaggiari, M. C., Smerieri, A., & Terzano, M. G. (1998): Cyclic alternating pattern (CAP) in normal sleep: polysomnographic parameters in different age groups. In: *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 107(6), S. 439-450.
- Perogamvros, L., Dang-Vu, T. T., Desseilles, M., & Schwartz, S. (2013): Sleep and dreaming are for important matters. In: *Front Psychol*, 4(474), S. 1-15.
- Plihal, W., & Born, J. (1997): Effects of early and late nocturnal sleep on declarative and procedural memory. In: *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(4), S. 534-547.
- Plucker, J. A., & Runco, M. A. (1998): The death of creativity measurement has been greatly exaggerated: Current issues, recent advances, and future directions in creativity assessment. In: *Roepers Review*, 21(1), S. 36-39.
- Poincaré, H. (1913): The foundations of science. Lancaster, PA: Science Press.
- Porkka-Heiskanen, T., Strecker, R. E., Thakkar, M., Bjørkum, A. A., Greene, R. W., & McCarley, R. W. (1997): Adenosine: a mediator of the sleep-inducing effects of prolonged wakefulness. In: *Science*, 276(5316), S. 1265-1268.
- Post, F. (1996): Verbal creativity, depression and alcoholism. An investigation of one hundred American and British writers. In: *The British Journal of Psychiatry*, 168(5), S. 545-555.
- Putman, V. L., & Paulus, P. B. (2009): Brainstorming, brainstorming rules and decision making. In: *The Journal of creative behavior*, 43(1), S. 29-40.
- Rechtschaffen, A., & Kales, A. (1968): A Manual of Standardized Terminology Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. Washington, D.C.: Public Health Service, U.S. Government Printing Office.
- Reppert, S. M., & Weaver, D. R. (2001): Molecular analysis of mammalian circadian rhythms. In: *Annual Review of Physiology*, 63(1), S. 647-676.
- Rhodes, M. (1961): An analysis of creativity. In: *The Phi Delta Kappan*, 42(7), S. 305-310.
- Riemann, D., Berger, M., & Voderholzer, U. (2001): Sleep and depression—results from psychobiological studies: an overview. In: *Biological psychology*, 57(1), S. 67-103.

- Rietzschel, E. F., Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2006): Productivity is not enough: A comparison of interactive and nominal brainstorming groups on idea generation and selection. In: *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(2), S. 244-251.
- Ritter, S. M., Strick, M., Bos, M. W., Van Baaren, R. B., & Dijksterhuis, A. (2012): Good morning creativity: task reactivation during sleep enhances beneficial effect of sleep on creative performance. In: *Journal of sleep research*, 21(6), S. 643-647.
- Rosekind, M. R., Smith, R. M., Miller, D. L., Co, E. L., Gregory, K. B., Webbon, L. L., Gander, P. H., & Lebacqz, J. V. (1995): Alertness management: strategic naps in operational settings. In: *Journal of sleep research*, 4(s2), S. 62-66.
- Rotenberg, V. S. (1985): Sleep dreams, cerebral dominance and creation. In: *Pavlovian Journal of Biological Science*, 20(2), S. 53-58.
- Runco, M. A. (2007): To understand is to create: An epistemological perspective on human nature and personal creativity. In: R. Richards (Hrsg.), *Everyday creativity and new views of human nature: Psychological, social, and spiritual perspectives*. Washington, DC: American Psychological Association, S. 91-107.
- Runco, M. A., & Charles, R. E. (1993): Judgments of originality and appropriateness as predictors of creativity. In: *Personality and Individual Differences*, 15(5), S. 537-546.
- Sandkühler, S., & Bhattacharya, J. (2008): Deconstructing insight: EEG correlates of insightful problem solving. In: *PLoS One*, 3(1), S. e1459.
- Saper, C. B., Chou, T. C., & Scammell, T. E. (2001): The sleep switch: hypothalamic control of sleep and wakefulness. In: *Trends in neurosciences*, 24(12), S. 726-731.
- Saredi, R., Baylor, G. W., Meier, B., & Strauch, I. (1997): Current concerns and REM-dreams: A laboratory study of dream incubation. In: *Dreaming*, 7(3), S. 195-208.
- Schechter, N., Schmeidler, G. R., & Staal, M. (1965): Dream reports and creative tendencies in students of the arts, sciences, and engineering. In: *Journal of Consulting Psychology*, 29(5), S. 415-421.
- Schmitt, M., Altstötter-Gleich, C., Hinz, A., Maes, J., & Brähler, E. (2006): Normwerte für das vereinfachte Beck-Depressions-Inventar (BDI-V) in der Allgemeinbevölkerung. In: *Diagnostica*, 52(2), S. 51-59.
- Schmitt, M., Beckmann, M., Dusi, D., Maes, J., Schiller, A., & Schonauer, K. (2003): Messgüte des vereinfachten Beck-Depressions-Inventars (BDI-V). In: *Diagnostica*, 49(4), S. 147-156.

- Schmitt, M., & Maes, J. (2000): Vorschlag zur Vereinfachung des Beck-Depressions-Inventars (BDI). In: *Diagnostica*, 46(1), S. 38-46.
- Schooler, J. W., & Melcher, J. (1995): The ineffability of insight. In: S. M. Smith, T. B. Ward & R. A. Finke (Hrsg.), *The creative cognition approach*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press S.
- Schredl, M. (1995): Creativity and dream recall. In: *The Journal of creative behavior*, 29(1), S. 16-24.
- Schredl, M. (1999): Die nächtliche Traumwelt : Eine Einführung in die psychologische Traumforschung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schredl, M. (2006): Experimentell-psychologische Traumforschung. In: M. H. Wiegand, F. von Sprei & H. Förstl (Hrsg.), *Schlaf & Traum: Neurobiologie, Psychologie, Therapie*. Stuttgart: Schattauer, S. 37-74.
- Schredl, M., & Erlacher, D. (2007): Self-reported effects of dreams on waking-life creativity: An empirical study. In: *The Journal of Psychology*, 141(1), S. 35-46.
- Sherin, J., Shiromani, P., McCarley, R., & Saper, C. (1996): Activation of ventrolateral preoptic neurons during sleep. In: *Science*, 271(5246), S. 216-219.
- Sherin, J. E., Elmquist, J. K., Torrealba, F., & Saper, C. B. (1998): Innervation of histaminergic tuberomammillary neurons by GABAergic and galaninergic neurons in the ventrolateral preoptic nucleus of the rat. In: *The Journal of Neuroscience*, 18(12), S. 4705-4721.
- Siegel, J. M. (2004a): Brain mechanisms that control sleep and waking. In: *Naturwissenschaften*, 91(8), S. 355-365.
- Siegel, J. M. (2004b): The neurotransmitters of sleep. In: *Journal of Clinical Psychiatry*, 65(16), S. 4-7.
- Simonton, D. K. (1999): *Origins of genius: Darwinian perspectives on creativity*. New York, NY: Oxford University Press.
- Simonton, D. K. (2000): Cognitive, personal, developmental, and social aspects. In: *American Psychologist*, 55(1), S. 151-158.
- Sio, U. N., Monaghan, P., & Ormerod, T. (2013): Sleep on it, but only if it is difficult: Effects of sleep on problem solving. In: *Memory & Cognition*, 41(2), S. 159-166.
- Sio, U. N., & Ormerod, T. C. (2009): Does incubation enhance problem solving? A meta-analytic review. In: *Psychological Bulletin*, 135(1), S. 94-120.
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1989): Incubation effects. In: *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27(4), S. 311-314.

- Solms, M. (2000): Dreaming and REM sleep are controlled by different brain mechanisms. In: *Behavioral and Brain Sciences*, 23(6), S. 843-850.
- Spitzer, M., Walder, S., & Clarenbach, P. (1993): Aktivierte assoziative Netzwerke im REM-Schlaf: Semantische Bahnungseffekte nach dem Aufwecken aus verschiedenen Schlafstadien. In: K. Meier-Ewert & E. Rüther (Hrsg.), *Schlafmedizin*. Stuttgart: Gustav Fischer, S. 168-178.
- Steiger, A. (1997a): Blutentnahme während des Schlafs. In: H. Schulz (Hrsg.), *Kompendium Schlafmedizin für Ausbildung, Klinik und Praxis* (Bd. 1). Landsberg/Lech: Ecomed, S. 1-2.
- Steiger, A. (1997b): Hormone. In: H. Schulz (Hrsg.), *Kompendium Schlafmedizin für Ausbildung, Klinik und Praxis* (Bd. 1). Landsberg/Lech Ecomed, S. 1-4.
- Steiger, A. (2002): Sleep and the hypothalamo–pituitary–adrenocortical system. In: *Sleep medicine reviews*, 6(2), S. 125-138.
- Steiger, A. (2003): Sleep and endocrinology. In: *Journal of internal medicine*, 254(1), S. 13-22.
- Steiger, A. (2007): Neurochemical regulation of sleep. In: *Journal of psychiatric research*, 41(7), S. 537-552.
- Steiger, A., Antonijevic, I. A., Bohlhalter, S., Frieboes, R. M., Friess, E., & Murck, H. (1998): Effects of hormones on sleep. In: *Hormone Research in Paediatrics*, 49(3-4), S. 125-130.
- Steiger, A., & Holsboer, F. (1997): Neuropeptides and human sleep. In: *Sleep*, 20(11), S. 1038-1052.
- Steiger, A., & Kimura, M. (2010): Wake and sleep EEG provide biomarkers in depression. In: *Journal of psychiatric research*, 44(4), S. 242-252.
- Steiger, A., Trachsel, L., Guldner, J., Hemmeter, U., Rothe, B., Rupperecht, R., Vedder, H., & Holsboer, F. (1993): Neurosteroid pregnenolone induces sleep-EEG changes in man compatible with inverse agonistic GABAA-receptor modulation. In: *Brain research*, 615(2), S. 267-274.
- Stephan, F. K. (2002): The “other” circadian system: food as a Zeitgeber. In: *Journal of biological rhythms*, 17(4), S. 284-292.
- Steriade, M., Nunez, A., & Amzica, F. (1993): A novel slow (< 1 Hz) oscillation of neocortical neurons in vivo: depolarizing and hyperpolarizing components. In: *The Journal of Neuroscience*, 13(8), S. 3252-3265.
- Sternberg, R. J. (1985): Implicit theories of intelligence, creativity, and wisdom. In: *Journal of personality and social psychology*, 49(3), S. 607-627.

- Sternberg, R. J. (2005): Creativity or creativities? In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4), S. 370-382.
- Sternberg, R. J. (2006): The nature of creativity. In: *Creativity Research Journal*, 18(1), S. 87-98.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991): An investment theory of creativity and its development. In: *Human development*, 34(1), S. 1-31.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996): Investing in Creativity. In: *American Psychologist*, 51(7), S. 677-688.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999): The Concept of Creativity: Prospects and Paradigms. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 3-15.
- Sternberg, R. J., & O'Hara, L. A. (1999): Creativity and Intelligence. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 251-272.
- Stickgold, R., Scott, L., Rittenhouse, C., & Hobson, J. A. (1999): Sleep-induced changes in associative memory. In: *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(2), S. 182-193.
- Stickgold, R., & Walker, M. (2004): To sleep, perchance to gain creative insight? In: *Trends in cognitive sciences*, 8(5), S. 191-192.
- Stokes, D. (2007): Incubated cognition and creativity. In: *Journal of Consciousness Studies*, 14(3), S. 83-100.
- Strauch, I., & Meier, B. (1992): Den Träumen auf der Spur: Ergebnisse der experimentellen Traumforschung (1. Aufl.). Bern: Huber.
- Street, W. R. (1974): Brainstorming by individuals, coacting and interacting groups. In: *Journal of Applied Psychology*, 59(4), S. 433-436.
- Stroebe, W., & Nijstad, B. A. (2004): Warum Brainstorming in Gruppen Kreativität vermindert. In: *Psychologische Rundschau*, 55(1), S. 2-10.
- Stumbrys, T., & Daniels, M. (2010): An exploratory study of creative problem solving in lucid dreams: Preliminary findings and methodological considerations. In: *International Journal of Dream Research*, 3(2), S. 121-129.
- Suzuki, H., Uchiyama, M., Tagaya, H., Ozaki, A., Kuriyama, K., Aritake, S., Shibui, K., Tan, X., Kamei, Y., & Kuga, R. (2004): Dreaming during non-rapid eye movement sleep in the absence of prior rapid eye movement sleep. In: *Sleep*, 27(8), S. 1486-1490.
- Sylvia, W. H., Clark, P. M., & Monroe, L. J. (1978): Dream reports of subjects high and low in creative ability. In: *The Journal of general psychology*, 99(2), S. 205-211.

- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004): Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. In: *PLoS medicine*, 1(3), S. 210-217.
- Takahashi, M., Fukuda, H., & Arito, H. (1998): Brief naps during post-lunch rest: effects on alertness, performance, and autonomic balance. In: *European Journal of Applied Physiology*, 78(2), S. 93-98.
- Tankova, I., Adan, A., & Buela-Casal, G. (1994): Circadian typology and individual differences. A review. In: *Personality and Individual Differences*, 16(5), S. 671-684.
- Tassi, P., & Muzet, A. (2000): Sleep inertia. In: *Sleep medicine reviews*, 4(4), S. 341-353.
- Taylor, D. W., Berry, P. C., & Block, C. H. (1958): Does group participation when using brainstorming facilitate or inhibit creative thinking? In: *Administrative Science Quarterly*, 3(1), S. 23-47.
- Tietzel, A. J., & Lack, L. C. (2001): The short-term benefits of brief and long naps following nocturnal sleep restriction. In: *Sleep*, 24(3), S. 293-300.
- Torrance, E. P. (1974): Torrance Tests of Creative Thinking: Directions manual and scoring guide Bensenville: Scholastic Testing Service.
- Tucker, M. A., Hirota, Y., Wamsley, E. J., Lau, H., Chaklader, A., & Fishbein, W. (2006): A daytime nap containing solely non-REM sleep enhances declarative but not procedural memory. In: *Neurobiology of learning and memory*, 86(2), S. 241-247.
- Van Coevorden, A., Mockel, J., Laurent, E., Kerkhofs, M., L'Hermite-Baleriaux, M., Decoster, C., Neve, P., & Van Cauter, E. (1991): Neuroendocrine rhythms and sleep in aging men. In: *American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism*, 260(4), S. 651-661.
- Van Reeth, O., Weibel, L., Spiegel, K., Leproult, R., Dugovic, C., & Maccari, S. (2000): Interactions between stress and sleep: from basic research to clinical situations. In: *Sleep medicine reviews*, 4(2), S. 201-219.
- von Engelhardt, D. (2006): Traum im Wandel-Geschichte und Kultur. In: M. H. Wiegand, F. von Sprei & H. Förstl (Hrsg.), *Schlaf & Traum: Neurobiologie, Psychologie, Therapie*. Stuttgart: Schattauer, S. 5-16.
- Voss, U., Holzmann, R., Tuin, I., & Hobson, J. A. (2009): Lucid dreaming: a state of consciousness with features of both waking and non-lucid dreaming. In: *Sleep*, 32(9), S. 1191-1200.

- Wagner, U., Gais, S., Haider, H., Verleger, R., & Born, J. (2004): Sleep inspires insight. In: *Nature*, 427(6972), S. 352-355.
- Walker, M. P. (2009): The role of sleep in cognition and emotion. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), S. 168-197.
- Walker, M. P., Brakefield, T., Morgan, A., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2002): Practice with sleep makes perfect: Sleep-dependent motor skill learning. In: *Neuron*, 35(1), S. 205-211.
- Walker, M. P., Liston, C., Hobson, J. A., & Stickgold, R. (2002): Cognitive flexibility across the sleep-wake cycle: REM-sleep enhancement of anagram problem solving. In: *Cognitive Brain Research*, 14(3), S. 317-324.
- Wallas, G. (1926): *The art of thought*. London: Cape.
- Weikel, J. C., Wichniak, A., Ising, M., Brunner, H., Friess, E., Held, K., Mathias, S., Schmid, D. A., Uhr, M., & Steiger, A. (2003): Ghrelin promotes slow-wave sleep in humans. In: *American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism*, 284(2), S. 407-415.
- Weisberg, R. W. (1986): *Creativity: Genius and other myths*. New York: Freeman.
- Weisberg, R. W. (1999): Creativity and Knowledge: A Challenge to Theories. In: R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 226-250.
- Weiß, R. H. (2006a): Grundintelligenztest Skala 2 - Revision (CFT 20-R): mit Wortschatztest und Zahlenfolgentest - Revision (WS/ZF-R) Göttingen: Hogrefe.
- Weiß, R. H. (2006b): Grundintelligenztest Skala 2 (CFT 20-R) mit Wortschatz-test (WS) und Zahlenfolgentest (ZF). In: H. Wagner (Hrsg.), *Intellektuelle Hochbegabung: Aspekte der Diagnostik und Beratung*. Bad Honnef: Bock, S. 80-98.
- Weitzman, E. D. (1976): Circadian rhythms and episodic hormone secretion in man. In: *Annual review of medicine*, 27(1), S. 225-243.
- White, G. L., & Taytroe, L. (2003): Personal problem-solving using dream incubation: Dreaming, relaxation, or waking cognition? In: *Dreaming*, 13(4), S. 193-209.
- Wood, J. M., Sebba, D., & Domino, G. (1989): Do creative people have more bizarre dreams? A reconsideration. In: *Imagination, Cognition and Personality*, 9(1), S. 3-16.
- Wright, J., & Koulack, D. (1987): Dreams and contemporary stress: A disruption-avoidance-adaptation model. In: *Sleep*, 10(2), S. 172-179.
- Yamadori, A. (1971): Role of the spindles in the onset of sleep. In: *Kobe Journal of Medical Sciences*, 17(3), S. 97-111.

- Yordanova, J., Kolev, V., Wagner, U., Born, J., & Verleger, R. (2012): Increased alpha (8–12 Hz) activity during slow wave sleep as a marker for the transition from implicit knowledge to explicit insight. In: *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), S. 119-132.
- Yordanova, J., Kolev, V., Wagner, U., & Verleger, R. (2010): Differential associations of early-and late-night sleep with functional brain states promoting insight to abstract task regularity. In: *PLoS One*, 5(2), S. e9442.
- Zimmermann, C., & Pfeiffer, H. (2007): Schlafstörungen bei Depression. In: *Der Nervenarzt*, 78(1), S. 21-30.
- Zschocke, S., & Hansen, H.-C. (2012): Artefakte im EEG. In: S. Zschocke & H.-C. Hansen (Hrsg.), *Klinische Elektroenzephalographie* (3. Aufl.). Berlin: Springer, S. 489-514.

8 Anhang

8.1 Anlage 1

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PSYCHIATRIE

DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR PSYCHIATRIE

Professor Dr. Dr. Dr. h.c. Florian Holsboer

Direktor

Max-Planck-Institut für Psychiatrie

Prof. Dr. Axel Steiger

Kraepelinstr. 2-10

D-80804 München

Telefon: +49(0)89 3 06 22-236

Telefax: +49(0)89 3 06 22-552

E-Mail: steiger@mpipsykl.mpg.de

Internet: www.mpipsykl.mpg.de

Probandeninformation und -einverständniserklärung zur Untersuchung:

Wirkung von Nachmittagsschlaf auf die Gedächtniskonsolidierung

Sehr geehrter Interessent,

Schlaf hat sich in den vergangenen Jahren als an der Verarbeitung vielfältiger geistiger Prozesse beteiligt erwiesen. In dieser Studie möchten wir prüfen, wie sich ein Nachmittagsschlaf auf Gedächtnisbildung, Kreativität und Risikoverhalten auswirkt.

Die Teilnahme an der Studie wird mit 120,- Euro honoriert.

Genauer Studienablauf: Sie werden von uns zunächst eingehend über die Untersuchung informiert. Die geplante Studie besteht aus drei Nachmittagen im Max-Planck-Institut für Psychiatrie und zwei kurzen Nachuntersuchungen per E-Mail. Die Studientage verbringen Sie in einem Einzelzimmer unserer Klinik, dem sogenannten Schlaflabor. Die drei Versuchsbedingungen werden in zufällig ausgewählter Reihenfolge absolviert, wir werden Sie jeweils frühzeitig über die anstehende Versuchsbedingung informieren. In der Woche vor den Studientagen sollen Sie regelmäßig zwischen 23 und 1 Uhr ins Bett gehen und zwischen 7 und 9 Uhr am nächsten Morgen aufstehen. Am Abend vor den Studientagen trinken Sie bitte keinen Alkohol. Am Morgen des Studientages stehen Sie bitte nicht später als 7 Uhr auf und trinken nicht mehr als eine Tasse Kaffee. Zu allen drei Versuchsbedingungen bitten wir Sie, um **13:00 Uhr** im Institut zu erscheinen.

In der ersten Versuchsbedingung erfolgt die Ableitung eines Schlaf-EEGs zwischen 14:30 und 16:00 Uhr. Beim Schlaf-EEG werden durch Elektroden, die auf Ihren Kopf mit leicht ablösbarem Elektrodenkleber befestigt werden, elektrische Ströme im Gehirn gemessen. Dadurch kann man auf einem Computerbildschirm ablesen, in welchem Schlafstadium Sie sich befinden. Vor und nach der Schlaf-EEG-Ableitung werden Sie gebeten, verschiedene psychologische Tests durchzuführen. Zunächst werden Sie – alleine oder in einer Kleingruppe mit zwei weiteren Probanden – eine Brainstorming-Aufgabe absolvieren, während der Sie in kurzer Zeit kreative Ideen zu einem vorgegebenen Themengebiet aufschreiben sollen. Anschließend werden Sie gebeten, einige Wortpaare auswendig zu lernen, diese werden anschließend und in einer kurzen Nachuntersuchung per E-Mail nach 4 Tagen wieder abgefragt. Zuletzt werden Ihnen am Computer einige Verlosungen präsentiert, die den Gewinn oder Verlust einer kleinen Geldsumme versprechen, und zwischen denen Sie auswählen können. Eine dieser Verlosungen wird später zufällig ausgewählt und tatsächlich durchgeführt. Dadurch können Sie die angegebene kleine Geldsumme gewinnen oder verlieren. Sie können die angebotenen Verlosungen grundsätzlich auch so auswählen, dass Sie kein eigenes Geld verlieren werden.

In der zweiten Versuchsbedingung werden Sie anstelle der Schlafableitung einen Film anschauen. Die psychologische Testung erfolgt wie in der ersten Versuchsbedingung.

In der dritten Versuchsbedingung wird eine EEG-Schlafableitung analog zur ersten Versuchsbedingung durchgeführt, die psychologische Testung beschränkt sich jedoch auf einige kurze Tests und Fragebögen vor der EEG-Schlafableitung.

In dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten. Es werden persönliche Daten und Befunde über Sie erhoben, gespeichert und verschlüsselt (pseudonymisiert), d.h. weder Ihr Namen noch Ihre Initialen oder das exakte Geburtsdatum erscheinen im Verschlüsselungscode.

Im Falle Ihres Widerrufs der Einwilligung werden Ihre pseudonymisiert gespeicherten Daten in irreversibel anonymisierter Form weiter verwendet.

Der Zugang zu den Originaldaten und zum Verschlüsselungscode ist auf folgende Personen beschränkt: Prof. Dr. Axel Steiger und Dr. Martin Dresler. Die Unterlagen werden für 10 Jahre im Max-Planck-Institut für Psychiatrie München aufbewahrt.

Eine Entschlüsselung erfolgt lediglich in Fällen, in denen es Ihre eigene Sicherheit erfordert („medizinische Gründe“) oder falls es zu Änderungen in der wissenschaftlichen Fragestellung kommt („wissenschaftliche Gründe“).

Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet.

Ein persönlicher Nutzen für Sie ist mit der Studie nicht verbunden, sie dient der neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung. Die mit der Studie verbundenen Belastungen sind als gering anzusehen und stellen keine Gesundheitsgefährdung dar.

Es wird darauf hingewiesen, dass keine Wege- oder Unfallversicherung für Sie abgeschlossen wurde. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Ihre Einwilligung können Sie jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile zurückziehen.

Einverständniserklärung

Ich bin über Sinn und Ablauf der Studie „**Wirkung von Nachmittagsschlaf auf die Gedächtniskonsolidierung**“ aufgeklärt worden. Ich erkläre mich mit der Teilnahme an der Studie freiwillig einverstanden. Ich weiß, dass ich mein Einverständnis jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann. Das vorliegende Informationsblatt wurde mir ausgehändigt. Ich bin darüber informiert, dass **kein Wege- und Unfallversicherungsschutz** besteht.

München, den

Teilnehmer

aufklärender Studienleiter

Ich bin mit der Erhebung und Verwendung persönlicher Daten und Befunddaten nach Maßgabe der Patienteninformation einverstanden.

Name des Teilnehmers
(in Druckbuchstaben)

Unterschrift des Teilnehmers

Datum

8.2 Anlage 2

Schlafprotokoll

Bitte protokollieren Sie im Folgenden Ihre Schlafenszeiten während der letzten Woche vor dem Besuch im Schlaflabor.

Name: _____

Tag (Datum)	Uhrzeit - Aufstehen	Uhrzeit – zu Bett Gehen
Tag 1		
Tag 2		
Tag 3		
Tag 4		
Tag 5		
Tag 6		
Tag 7		
Tag 8 [Testtag]		-----

Wird von den Mitarbeiter des Schlaflabors ausgefüllt:

Probanden-Nr.: _____

Datum der Testung: _____

Gruppen-Nr.: _____

Besonderheiten: _____

8.3 Anlage 3

Name:
Datum:

Liebe Teilnehmer,

in dieser Aufgabe geht es um das Thema Produktentwicklung. Stellen Sie sich bitte vor, Sie arbeiten für die Produktentwicklungsabteilung einer großen Firma. Ihre Aufgabe ist es neuartige und innovative Produkte zu entwickeln. Wir werden Ihnen im Folgenden zwei verschiedene Kategorien von Produkten nennen.

Bitte denken Sie sich für jede der Kategorien **möglichst viele, möglichst neue, ausgefallene und unbekannte Produkte** aus.

Beschreiben Sie dabei jede Ihrer Ideen mit genau **3 stichwortartigen Merkmalen**.

Überlegen Sie sich zum Beispiel welche Eigenschaften Ihre Produkte haben sollten, was sie können, wie sie aussehen. Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf.

Für jede Produktkategorie haben Sie 10 Minuten Zeit.

8.4 Anlage 4

IN	Produktionsaufgabenabfolge	Reihenfolge A/B	Reihenfolge A/C
1	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
2	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
3	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
4	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
5	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
6	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
7	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
8	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
9	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
10	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A
11	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A
12	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A
13	Wortpaar 1 - 2	B - A	C - A
14	Wortpaar 1 - 2	B - A	C - A
15	Wortpaar 1 - 2	B - A	C - A
16	Wortpaar 1 - 2	A - B	C - A
17	Wortpaar 1 - 2	A - B	C - A
18	Wortpaar 1 - 2	A - B	C - A
19	Wortpaar 2 - 1	B - A	A - C
20	Wortpaar 2 - 1	B - A	A - C
21	Wortpaar 2 - 1	B - A	A - C
22	Wortpaar 2 - 1	A - B	A - C
23	Wortpaar 2 - 1	A - B	A - C
24	Wortpaar 2 - 1	A - B	A - C
25	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
26	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
27	Wortpaar 1 - 2	B - A	A - C
28	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
29	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
30	Wortpaar 1 - 2	A - B	A - C
31	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
32	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
33	Wortpaar 2 - 1	B - A	C - A
34	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A
35	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A
36	Wortpaar 2 - 1	A - B	C - A

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich hiermit bei Professor Holsboer für die Arbeitsmöglichkeit am Institut und bei Professor Steiger für die Bereitstellung des Promotionsthemas, sowie für die Hilfe bei deren Umsetzung und dem großen Engagement in der Lehre bedanken.

Des Weiteren gilt mein Dank auch Dr. Martin Dresler für die gute Betreuung und für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit. Sein Wissen und seine Erfahrung waren eine große Bereicherung für dieses Projekt.

Jan Häuser, und Nadira Faulmüller danke ich ferner für die Hilfe bei der Planung und Auswertung, sowie der Volkswagenstiftung für die finanziellen Mittel, die diese Untersuchung förderten.

Darüber hinaus möchte ich selbstverständlich auch der Arbeitsgruppe um Professor Steiger danken. Vor allem Birte Balzer, Luise Vogl, Gabriele Kohl, Beate Briemenschneider, Robert Neuner und Boris-Nikolai Konrad haben zu einem reibungslosen Ablauf und einer guten Atmosphäre beigetragen.

Marek Adamczyk und Annabell Bleifuss möchte ich ebenso für ihre Unterstützung bei der Bearbeitung der umfangreichen Daten danken.

Ich möchte mich natürlich auch bei meinen Kollegen Johanna Pömmerl, Johannes Stintzing und Fee Stremmel, sowie bei allen Probanden bedanken, deren engagierte Mitarbeit diese Studie erst ermöglicht hat.

Meinen Eltern, meinem Bruder und meinem Freund möchte ich abschließend noch für ihren liebevollen Beistand und ihre Hilfe während meines Studiums und darüber hinaus danken.

Eidesstattliche Versicherung

Marisch, Cynthia Christine

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

„Auswirkungen von Schlaf und dessen polysomnographischen Korrelaten auf kreative
Prozesse“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient
und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind,
als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle
einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in
ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades
eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand