

Aus dem
Institut für Medizinische Psychologie der Universität Tübingen

Inaugural-Dissertation

**Der Einfluss hypnotischer Suggestionen zur
Verstärkung des Tiefschlafs auf die
Gedächtniskonsolidierung**

**zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Hintermeier, Miriam Vera, geb. Ade

2023

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. J. Born

2. Berichterstatter: Professor Dr. M. Wilke

Tag der Disputation: 07. 12. 2023

Meinem Vater Alfred Ade.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungen	5
1 Einleitung.....	7
1.1 Hypnose.....	7
1.1.1 Historische Entwicklung der Hypnose.....	7
1.1.2 Hypnotischer Zustand	9
1.1.3 Körperliche Veränderungen unter Hypnose	9
1.2 EEG	10
1.2.1 Grundlagen des EEGs	11
1.2.2 EEG-Rhythmen und ihr Vorkommen.....	11
1.3 Schlaf	12
1.3.1 Schlafstadien und ihre Besonderheiten	12
1.3.2 Schlaf auf neuronaler und humoraler Ebene	17
1.3.3 Funktion des Schlafs.....	17
1.4 Gedächtnis.....	19
1.4.1 Gedächtnisbildung	19
1.4.2 Speicherung von Gedächtnisinhalten	20
1.4.3 Einteilung des Gedächtnisses.....	21
1.5 Die Auswirkungen des Schlafs auf das Gedächtnis	22
1.6 Vorgängerstudie an Frauen.....	24
1.7 Geschlechterspezifische Unterschiede des Gedächtniserwerbs.....	25
1.8 Zusammenfassung.....	26
1.9 Hypothesen	27
2 Material und Methoden.....	28
2.1 Probanden.....	28
2.2 Studiendesign und –ablauf.....	29
2.3 Material	31

2.3.1 EEG-Ableitungen und Schlafmessung	31
2.3.3. Audiotexte	32
2.3.3.1. Hypnosetext	33
2.3.3.2 Kontrolltext	33
2.3.4 Psychologische Testverfahren.....	34
2.3.4.1 Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS)	34
2.3.4.2 Probandenblatt	34
2.3.4.3 Nachbefragungsbogen	35
2.3.4.4 Fragebogen zur Schlafqualität (SF-A-R).....	35
2.3.4.5 Stanford-Schläfrigkeits-Skala (SSS).....	35
2.3.4.6 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)	35
2.3.4.7 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsbogen (MDBF-Kurzform A)	36
2.4 Gedächtnistests.....	36
2.4.1 Word Pair Associate Learning Task PAL	36
2.4.2 Psychomotor Vigilance Test (PVT).....	37
2.4.3 Fingertapping	37
2.5 Statistische Analyse.....	38
3 Ergebnisse	40
3.1 Auswertung EEG	40
3.2 Auswertung Word Pair Associate Learning Task (PAL)	41
3.3 Auswertung Fingertapping.....	43
3.4 Auswertung Psychomotor Vigilance Test (PVT)	47
4 Diskussion.....	49
5 Fazit und Ausblick.....	57
6 Zusammenfassung.....	60
7 Quellenverzeichnis	61
8 Erklärung zum Eigenanteil.....	66
9 Danksagung	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schlafstadien im Hypnogramm

Abbildung 2: Elektrodenanordnung

Abbildung 3: Schlafstadien in Minuten während des Mittagsschlafs

Abbildung 4: Korrekte Wortpaare PAL

Abbildung 5: Fingertapping Error Rate

Abbildung 6: Fingertapping RT in Millisekunden

Abbildung 7: PVT Reaktionszeit

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionelle Gehirnzustände

Tabelle 2: Dauer der einzelnen Schlafstadien

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardfehler der korrekt wiedergegebenen Wortpaare

Tabelle 4: Auswertung der Fehlerrate (ER) des Fingertappings

Tabelle 5: Auswertung der Reaktionszeit (RT) des Fingertappings

Tabelle 6: Auswertung des PVT

Abkürzungen

μV	Mikrovolt
AASM	American Academy of Sleep Medicine
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ARAS	Ascending Reticular Activating System
C	Zentral
CTL	Kontrollbedingung
Cz	Vertex
Dr. rer. nat.	Doctor rerum naturium
EKG	Elektroenzephalogramm
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyogramm
EOG	Elektrookulogramm
ER	Error Rate/ Fehlerrate
Et al	Et alii
F	Frontal
HGSHS	Harvard Groupe Scale of Hypnotic Susceptibility
Hyp 39	Hypnoesbedingung Proband Nummer 39
Hypno	Hypnosebedingung
Hz	Hertz
MDBF	Mehrdimensionaler Befindlichkeitsbogen Kurzform A
Min	Minuten
Ms	Millisekunden
MW	Mittelwert
NaCl	Natriumchlorid
O	Okzipital
P	Parietal
PAL	Pair Associating Learning
PANAS	Positive and Negative Affect Scheduling
PVT	Psychomotor Vigilance Test

REM	Rapide Eye Movement
RT	Reaktiontime/ Reaktionszeit
S1	Stadium1
S3	Stadium3
S4	Stadium4
SD	Standardabweichung
SF-A-R	Schlaffragebogen A Revidierte Fassung
SSS	Standford-Schläfrigkeits-Scale
STH	Somatostatin
SWA	Slow wave Activity
SWS	Slow wave Sleep
T	Temporal

1 Einleitung

Sieh doch mal Menschenkind: Süß sollst du schlafen, bist ja so lieb, schlaf kleines Menschlein, träume süß“ (i-magazine, n.d.). Dann beginnt die Schlange Kaa in Walt Disney´s Dschungelbuch zu singen: „Hör auf mich- glaube mir- Augen zu-vertraue mir- schlaf sanft, süß und fein, will dein Schutzengel sein.

Sink‘ nur in tiefen Schlummer- schwebe dahin im Traum- langsam umgibt dich Vergessen, doch das spürst du kaum.

Hör auf mich- und glaube mir- Augen zu- vertraue mir- hör auf mich- glaube mir- Augen zu vertraue mir (Novaticom Global Ltd., n.d.).

Mit diesem Lied und seinen faszinierenden Augen gelingt es dem Tigerpython Kaa das Menschenkind Mogli in einen tiefen Schlafzustand zu versetzen. Für viele Menschen ist diese Filmszene in ihrer Kindheit die erste Berührung mit Hypnose.

Walt Disney stellt in dem bereits 1967 („Dschungelbuch“, 2021) veröffentlichten Zeichentrickfilm den Zusammenhang zwischen Hypnose und Schlaf dar, ein Thema, das schon lange Zeit in den Köpfen der Menschen präsent ist. Die Idee hinter dieser Arbeit ist es durch Hypnose den Tiefschlaf zu verstärken und den daraus resultierenden Einfluss auf das Gedächtnis zu untersuchen. Ein verstärkter Tiefschlaf kann durch die Ableitung von Hirnströmen im Enzephalogramm sichtbar gemacht werden.

In den folgenden Kapiteln der Einleitung werden die relevanten Unterpunkte dieser Arbeit genauer vorgestellt. Es werden die Begrifflichkeiten der Hypnose, des Elektroenzephalogramms, des Schlafs und des Gedächtnis erklärt.

1.1 Hypnose

1.1.1 Historische Entwicklung der Hypnose

Der Begriff Hypnose hat seinen Ursprung im griechischen Wort *ýpnos*, übersetzt Schlaf („Hypnose“, 2021, Elkins et al., 2015).

Hypnose lässt sich bis ins 2. Jahrhundert vor Christus zurückverfolgen (Revenstorf & Prudlo, 1993). Fakire und Yogis betrieben zu dieser Zeit bereits eine Form der heutigen Hypnose, die alte hinduistische Meditation. Der älteste hypnotische Induktionstext von 1500 vor Christus stammt aus dem antiken Ägypten. In der Antike wurde der Tempelschlaf als Vorgänger der Hypnose verstanden. Die alten Griechen und Ägypter nutzten den Tempelschlaf zur Heilung und zur Herbeiführung des Orakels. Sie sagten dem Tempelschlaf auch hellseherische Fähigkeiten nach. In anderen Kulturen, wie beispielsweise bei den Kelten, wurden 1000 vor Christus reimende Gesänge verwendet, um ein in die Zukunft Sehen möglich zu machen. In der Bibel wird berichtet, wie Jesus durch Handauflegen und das Fixieren der Augen andere heilte. Bis ins Mittelalter wurden diesen Vorformen der Hypnose magische Kräfte zugeteilt, welche nur durch Götter oder Halbgötter hervorgerufen werden konnten (Revenstorf & Prudlo, 1993).

Im 18. Jahrhundert erklärte Mesmer Hypnose durch die Heilung des Paters Gassner als natürlich. Die Hypnose blieb jedoch eine Kraft, welche außerhalb des menschlichen Körpers lag. Kurze Zeit später wurde Hypnose als ein Zustand beschrieben, der durch Monotonie und Fixation herbeigeführt werden konnte. Bereits Anfang des 19. Jahrhunderts verwendeten Ärzte in Schottland und England Hypnose zur operativen Schmerzbekämpfung. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde Hypnose als ein normalpsychologischer Zustand erkannt, hierzu ist ausschlaggebend, dass Fremdsuggestionen in Autosuggestionen umgewandelt werden können (Revenstorf & Prudlo, 1993). Heute ist Hypnose die Fähigkeit eines Einzelnen Fremdsuggestion und Autosuggestion in eigene lebhaft Bilder umzusetzen (Revenstorf & Prudelo, 1993).

Über mehrere Jahre hinweg ist es Wissenschaftlern nicht gelungen, eine kurze und für sie zufriedenstellende Definition der Hypnose zu finden. 2014 definierte eine Gruppe amerikanischer Wissenschaftler Hypnose als ein Bewusstseinszustand, welcher sowohl fokussierte Aufmerksamkeit wie auch gleichzeitig ein herabgesetztes äußeres Bewusstsein beinhaltet. Dieser Zustand ist durch eine zunehmende Bereitschaft für Suggestionen erreichbar (Elkins et al., 2015). Eine hypnotische Suggestion ist eine Anweisung, welche Erfahrungen und Verhalten verändern kann. Es können sowohl direkte als auch indirekte Suggestionen erteilt werden. Eine direkte Suggestion ist beispielsweise: "Dein Bein wird so schwer, dass du es nicht mehr vom Boden heben kannst". Eine indirekte Suggestion wird frei und offen formuliert (Revenstorf, 2003,

Sokoll, n. d.): „Vielleicht möchtest du dir ein Bild von einem ruhigen, tiefen Bergsee vorstellen“.

In vielen Kulturen findet Hypnose als traditionelles Verfahren für die Behandlung von unterschiedlichsten Krankheiten und Zuständen Verwendung. Heutzutage gilt Hypnose als eine moderne Heilmethode und ist durch viele Studien wissenschaftlich belegt. So findet Hypnose beispielsweise Anwendung bei der Schmerztherapie, Raucherentwöhnung, Behandlung von Hautwarzen und zur Reduktion von Prüfungsangst. Ein positiver Effekt auf das Immunsystem konnte durch Hypnose ebenfalls belegt werden (Bongartz & Schwonke, 2002).

1.1.2 Hypnotischer Zustand

Hypnose wird durch Induktionen hervorgerufen, welche verbale Instruktionen umfassen, die zur Verursachung des typischen mentalen Zustands beitragen (Oakley & Halligan, 2009).

Durch spezielle Suggestionen können typische hypnotische Phänomene, wie eine Veränderung der Sensorik und der motorischen Kontrolle, sowie Gedächtnisverlust und falsche Einschätzungen über das Selbst und die Umgebung hervorgerufen werden. Das Ansprechen auf eine Suggestion außerhalb des hypnotischen Zustands gilt als beste Vorhersagekraft für die Reaktion der Suggestion während der Hypnose.

Unter suggestiblen Personen versteht man Menschen, welche leichter beeinflussbar sind, das heißt Personen, die induzierte Gedanken und Gefühle leichter übernehmen als andere (Oakley & Halligan, 2009). Eine hypnotische Instruktion verändert hingegen mentales Verhalten, hierzu zählt „Höre auf deinen Atem“

1.1.3 Körperliche Veränderungen unter Hypnose

Durch Hypnose werden physiologische Reaktionen beeinflusst. Hiervon sind Funktionen des Muskeltonus, der Kreislauffunktion, des autonomen Nervensystems und des Immunsystems betroffen. Ebenso kommt es zu Veränderungen der Sensorik und der

zeitlichen Empfindung. Es wurde beobachtet, dass unter Hypnose Schmerzen anhand ihrer Dauer und Qualität anders eingeschätzt werden (Revenstorf & Prudlo, 1993).

Hypnose aktiviert die Vorstellung für verschiedenste Dinge (Oakley & Halligan, 2009). Wird einem Probanden die Suggestion erteilt, dass seine Hände sich erwärmen, reagiert der Körper mit einer Erweiterung der Blutgefäße in der Hand. Die Hand wird stärker durchblutet und erwärmt sich nachweisbar.

Während der Hypnose werden Hirnprozesse in der Hirnrinde und dem Mittelhirn verändert (Milton H. Erickson Gesellschaft für Klinische Hypnose e. V. n. d.). Dies lässt sich durch langsame Elektroenzephalogramm- (EEG-)Wellen zeigen. Diese Wellen werden als Theta-Wellen bezeichnet.

Unter Hypnose lässt sich bei suggestiblen Personen eine Zunahme von Theta-Wellen verzeichnen, welche durch EEG-Ableitungen erkenntlich gemacht werden kann (Milton H. Erickson Gesellschaft für Klinische Hypnose e. V. n. d.). Durch die Ableitung der Hirnströme ist es ebenfalls möglich Hirnaktivität verschiedener Bewusstseinsstufen zu ermitteln. Diese Aufzeichnung ist mittels eines Elektroenzephalogramms möglich. Im Nachfolgenden wird das Elektroenzephalogramm (EEG) beschrieben.

1.2 EEG

1875 entwickelte der Physiologe Richard Caton das Elektroenzephalogramm (EEG), eine Messtechnik zur Beurteilung der Aktivität der Großhirnrinde durch die Ableitung elektrischer Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche von Hunden und Kaninchen (Bear et al., 2009). 1924 wendete der deutsche Psychiater Hans Berger das erste Mal ein EEG bei Menschen an. Berger erhoffte sich durch die Ableitung der menschlichen Hirnströme die Gedanken der Menschen lesen zu können, was jedoch bis heute nicht möglich ist. Nach zehnjähriger Forschung konnte Berger zeigen, dass die Abgeleiteten Oszillationen von der Hirnrinde kommen (Schmidt & Tisch, 1995). Durch diese Entdeckung ist es heute möglich, mittels EEG-Ableitungen Hirnaktivität zu messen und dadurch beispielsweise Rückschlüsse auf einzelne neurologische Krankheitsbilder zu ziehen.

1.2.1 Grundlagen des EEGs

Bei der EEG-Aufzeichnung werden Elektroden nicht invasiv am Kopf befestigt. Zu standardisierten Ableitungspunkten gehören unter anderem C: zentral angebrachte Elektroden, Cz: am Vertex angebrachte Elektrode, F: frontale Elektroden, O: okzipitale Elektroden, P: parietal angebrachte Elektroden und T: temporale Elektroden. Um eine gute Leitfähigkeit zu erzeugen und einen geringen Widerstand zu erreichen, wird eine leitende Paste zwischen den EEG-Elektroden und der Kopfhaut angebracht. Die Elektroden werden mit einem Verstärker und einem Aufnahmecomputer verbunden. Bei der EEG-Aufzeichnung werden viele zum Teil sehr geringe Spannungsschwankungen zwischen einzelnen Elektroden registriert. Die Spannungspotenziale kommen durch eine ausgelöste synaptische Erregung von Dendriten etlicher Pyramidenzellen der Großhirnrinde zustande. Um eine Spannungsschwankung registrieren zu können, müssen sich mehrere tausend Nervenzellen gleichzeitig entladen (Bear et al., 2009).

1.2.2 EEG-Rhythmen und ihr Vorkommen

Große, rhythmische Wellen werden erreicht, wenn sich viele Neurone zeitgleich entladen und dieses Entladungsmuster immer wiederholt wird. Der Ausschlag der Amplitude ist somit von der Synchronität der einzelnen Nervenzellen abhängig. Durch unterschiedliche Verhaltenszustände ergeben sich unterschiedliche EEG-Rhythmen. Als Gamma-Rhythmus bezeichnet man Wellen mit einer Frequenz über 30 Hz. Sie treten bei starker Konzentration, beispielsweise der Bearbeitung einer komplizierten Mathematikaufgabe, auf. Ein Beta-Rhythmus steht hierbei für einen Frequenzbereich von 13-30 Hz und ist Zeichen einer aktiven Großhirnrinde. Von einem Alpha-Rhythmus spricht man bei Wellen mit einer Frequenz zwischen 8 und 12 Hz. Alpha-Wellen zeigen sich sowohl in Ruhe als auch im Wachzustand bei geschlossenen Augen. Im Schlaf findet man Theta- und Delta-Rhythmen. Der Theta-Rhythmus ist gekennzeichnet durch eine Frequenz von 4-7 Hz. Er tritt während des Einschlafens und im leichten Schlaf auf (Huppelsberg & Walter, 2009).

Der Tiefschlaf zeichnet sich durch einen Delta-Rhythmus mit einer Frequenz von 0,5-2 Hz aus (Rodenbeck, 2006). Die Frequenz ist hierbei niedrig und die Amplitude groß. Hochfrequente Rhythmen mit niedrigen Amplituden stehen in Verbindung mit Aufmerksamkeit, Wachsein sowie Traumphasen im Schlaf. Zu traumlosem Schlaf oder Koma passen Rhythmen mit niedrigerer Frequenz und hohen Amplituden. Das ist dadurch zu erklären, dass im Schlaf das Gehirn nicht mit der Bearbeitung komplexer Aufgaben beschäftigt ist, bei der viele Nervenzellen zu unterschiedlichen Zeiten stimuliert werden. Beim Schlaf wird die Hirnrinde phasenweise durch synchrone, langsame, rhythmische Eingaben stimuliert. Dadurch lassen sich hohe Amplituden bei niedrigeren Frequenzen ableiten (Bear et al., 2009).

Auf der Grundlage dieser beschriebenen Wellen kann es durch das Elektroenzephalogramm möglich gemacht werden, einzelne Schlafstadien, wie leichten Schlaf oder Tiefschlaf, zu unterscheiden. Da durch Hypnose in dieser Arbeit der Tiefschlaf verstärkt werden soll, wird in dem folgenden Kapitel geklärt, was Schlaf ist und wie man ihn unterteilen kann.

1.3 Schlaf

1.3.1 Schlafstadien und ihre Besonderheiten

Schlaf kann als ein leicht rückgängig zumachender Zustand, in dem die Interaktion mit der Umwelt und das Reaktionsvermögen eingeschränkt sind, gesehen werden (Bear et al., 2009).

Schlaf wird in mehrere Stadien eingeteilt. Eine grobe Einteilung sind die Rapid Eye Movement- (REM-) und Non-REM-Phasen. Die REM-Phase wird auch als Traumschlafphase bezeichnet, da während ihr oftmals lebhaften Bildeindrücke auftreten. Auch während Non-REM- Phasen kann es zu Träumen kommen (Huppelsberg & Walter, 2009). In der REM-Phase kommt es zu typischen schnellen Augenbewegungen bei geschlossenen Augenlidern. Die Augenbewegungen sind eine Voraussetzung für dieses

Stadium, jedoch müssen sie nicht in jedem Abschnitt vorhanden sein. Das EEG ähnelt in dieser Phase dem eines Wachen, es wird ein Theta-Rhythmus (Huppelsberg & Walter, 2009) mit charakteristischen 2-7 Hz Wellen registriert. Das Vorkommen von Alpha-Aktivität ist möglich (Rechtschaffen & Kales, 1968). Das REM-Stadium wird vom Sympathikus beeinflusst, das heißt, das Gehirn ist sehr aktiv, die Herz- und Atemfrequenz steigen an. Alle Muskeln mit Ausnahme der Atem- und Augenmuskulatur sind in diesem Stadium gelähmt, was zu einem niedrigen EMG führt (Bear et al., 2009). REM-Phasen können von langer Dauer sein. Vor Beginn und am Anfang einer REM-Phase können Sägezahnwellen auftreten (Huppelsberg & Walter, 2009)

Alle anderen Schlafstadien werden als Non-REM-Stadien bezeichnet. In den Non-REM-Phasen treten normalerweise keine komplexen Träume auf. Träume während der Non-REM-Phasen werden als weniger emotional und weniger bildreich beschrieben (Huppelsberg & Walter, 2009). In der Non-REM-Phase lässt die Muskelspannung im Körper nach, Bewegungen werden auf ein Äußerstes minimiert. Das Gehirn gibt in diesem Stadium nur selten Befehle um die Körperposition zu korrigieren. Parasympathikusaktivität überwiegt in dieser Schlafphase, das heißt der Energieverbrauch des Gehirns, die Atmung, die Herzfrequenz und die Nierenfunktion werden herunter reguliert, während die Verdauungsprozesse beschleunigt werden. Die Nervenzellen entladen sich in diesem Stadium mit der höchsten Synchronität. (Bear et al., 2009)

Während des Wachseins dominiert bei geschlossenen Augen über mehr als die Hälfte der Zeit Alpha-Aktivität, welche sich durch eine Frequenz von 8-13 Hz auszeichnet (Rechtschaffen & Kales, 1968). Sowohl das Elektromyogramm (EMG), wie auch das Elektrookulogramm (EOG) haben hohe Ausschläge.

Bei geöffneten Augen ist keine Alpha-Aktivität erkennbar. Anhand der Augen- und Muskelbewegungen ist das Wachsein jedoch sehr gut zuzuordnen. Das EEG ist hochfrequent und hat niedrige Amplituden (Bear et al, 2009).

Geht ein gesunder Erwachsener müde ins Bett, erreicht er als erstes Schlafstadium 1 (S1). Dieses Stadium stellt ein Übergangsstadium zwischen Wachheit und Schlafen dar. In dieser Phase ist der Schlafende sehr leicht erweckbar. In S1 mit einer typischen Dauer von 1-7 Minuten verlangsamt sich die EEG-Frequenz auf 2-7 Hz, der Anteil an Alpha-Aktivität nimmt auf weniger als die Hälfte ab (Rechtschaffen & Kales, 1968). In S1 treten

weder Spindeln noch K-Komplexe auf. Es lassen sich typischerweise langsam rollende Augenbewegungen finden (Bear et al, 2009).

Es folgt ein tieferer Schlaf in Stadium 2 (S2), mit einer Dauer von 5-15 Minuten (Bear et al., 2009). Die Augenbewegungen nehmen deutlich ab, ein hohes EMG ist möglich. Für S2 ist das Vorhandensein von K-Komplexen oder Spindeln eine zwingende Voraussetzung (Rechtschaffen & Kales, 1968). Eine Schlafspindel zeichnet sich im EEG durch einen spindelförmigen Verlauf mit einer Frequenz von circa. 12-14 Hz und einer Dauer von mindestens 0,5 Sekunden aus. Die maximale Länge einer Schlafspindel beträgt 2 Sekunden (Rechtschaffen & Kales, 1968). Ein K-Komplex ist im EEG an einer Welle mit steiler negativer Auslenkung, welche direkt von einer positiven Auslenkung gefolgt ist, zu erkennen. Die Auslenkung muss mindestens 75 μ V betragen (Rechtschaffen & Kales, 1968).

In Stadium 3 (S3) wird es bei zunehmender Schlaftiefe schwer einen Menschen zu erwecken. Augen- und Körperbewegungen sind in dieser Phase äußerst selten, das EMG zeigt kaum Aktivität (Bear et al., 2009). Dieses Stadium zeichnet sich durch das Auftreten von 20 % langsamen Delta-Wellen zwischen 0,5 und 2 Hz aus. Die Amplitude beträgt mindestens 75 μ V und die Dauer mindestens 0,5 Sekunden. Das Auftreten von Schlafspindeln und K-Komplexen ist möglich (Rechtschaffen & Kales, 1968).

Ein noch tieferer Schlaf wird anschließend in Stadium 4 (S4) erreicht. Es ähnelt stark S3, wobei Delta-Wellen jedoch über mehr als die Hälfte der Zeit auftreten müssen (Bear et al., 2009). Zu Beginn des Schlafes geht der Tiefschlaf typischerweise nach circa 20-30 Minuten in S2 über. Nach weiteren 10-15 Minuten tritt die erste REM-Phase ein.

Tabelle 1 zeigt vereinfacht die Stadien Wach, Non-REM-Schlaf und REM-Schlaf mit charakteristischen Unterschieden.

Die Stadien 3 und 4 werden durch ihre charakteristischen EEG-Muster mit Delta-Wellen als Slow wave Sleep (SWS) zusammengefasst (Rodenbeck, 2006). Die Messung der Delta-Wellen erfolgt von Spitze zu Spitze, also vom negativsten zum positivsten Punkt. In der Praxis hat bei einer Schlafableitung eine Delta-Welle mindestens eine Dauer von 0,5 Sekunden (Rodenbeck, 2006).

SWS hat eine tragende Rolle bei der körperlichen Regeneration und beeinflusst die Hirnplastizität. SWS trägt zur Gesundheit und zum Wohlbefinden bei (Lange et al., 2010, Rasch & Born, 2013). Slow wave Activity (SWA), ein Maß für langsame,

synchronisierte, oszillatorische, neocortikale Aktivität, welche überwiegend während des SWS auftritt (Green & Frank, 2010), hat positive Effekte auf das Immunsystem, auf kognitive Funktionen und auf die Hirnplastizität (Lange et al., 2010, Rasch & Born, 2013). Sowohl SWS (Ohayon et al., 2004) als auch SWA treten mit zunehmendem Alter seltener auf (Mander et al., 2013). Der reduzierte SWS wird mit Hirnatrophie und Gedächtnisbeeinträchtigungen in Verbindung gebracht. Schlafanstoßende Medikamente können ebenfalls das Auftreten von SWS verhindern (Cordi et al., 2014).

<i>Zustand</i>	<i>Wach</i>	<i>Non-REM-Schlaf</i>	<i>REM-Schlaf</i>
<i>EEG</i>	<i>Niedrige Amplitude, hohe Frequenz</i>	<i>Hohe Amplitude, niedrige Frequenz</i>	<i>Niedrige Amplitude, hohe Frequenz</i>
<i>Empfinden</i>	<i>Lebhaft, extern hervorgerufen</i>	<i>Matt oder abwesend</i>	<i>Lebhaft, intern hervorgerufen</i>
<i>Denken</i>	<i>Logisch, progressiv</i>	<i>Logisch, monoton</i>	<i>Lebhaft, unlogisch, bizarr</i>
<i>Bewegung</i>	<i>Kontinuierlich, bewusst</i>	<i>Gelegentlich, unbewusst</i>	<i>Muskulatur atonisch; Bewegungen werden vom Gehirn befohlen, jedoch nicht ausgeführt</i>
<i>Schnelle Augenbewegungen</i>	<i>Häufig</i>	<i>selten</i>	<i>häufig</i>

Tabelle 1: Eigenschaften der drei funktionellen Zustände des Gehirns in (Bear et al., 2009, S.669)
 Diese Tabelle zeigt Veränderungen des EEGs, Empfindens, Denkens, der Bewegung und der Augenbewegung im Wachzustand, Non-REM-Schlaf und REM-Schlaf. EEG: Elektroenzephalogramm, REM: Rapid Eye Movement.

Während des Schlafens, ob in der Nacht oder bei einem Mittagsschlaf, werden die Schlafstadien in mehreren Zyklen durchlaufen. Ein Zyklus dauert im Schnitt 90 Minuten, somit werden die einzelnen Stadien in einer Nacht drei bis fünf mal durchlaufen. Von Zyklus zu Zyklus wird die Non-REM-Phase kürzer und die REM-Phase länger. Stadium 3 und 4 nehmen pro Zyklus zugunsten der REM-Phase ab. Im letzten Drittel der Nacht beträgt eine REM-Phase zwischen 30 und 50 Minuten. Zwischen den einzelnen REM-Phasen liegt typischerweise eine mindestens 30 minütige Unterbrechung durch Non-REM-Schlaf (Bear et al, 2009, Huppelsberg & Walter, 2009). Abbildung 1 veranschaulicht mehrere Schlafzyklen während eines acht stündigen Schlafs graphisch.

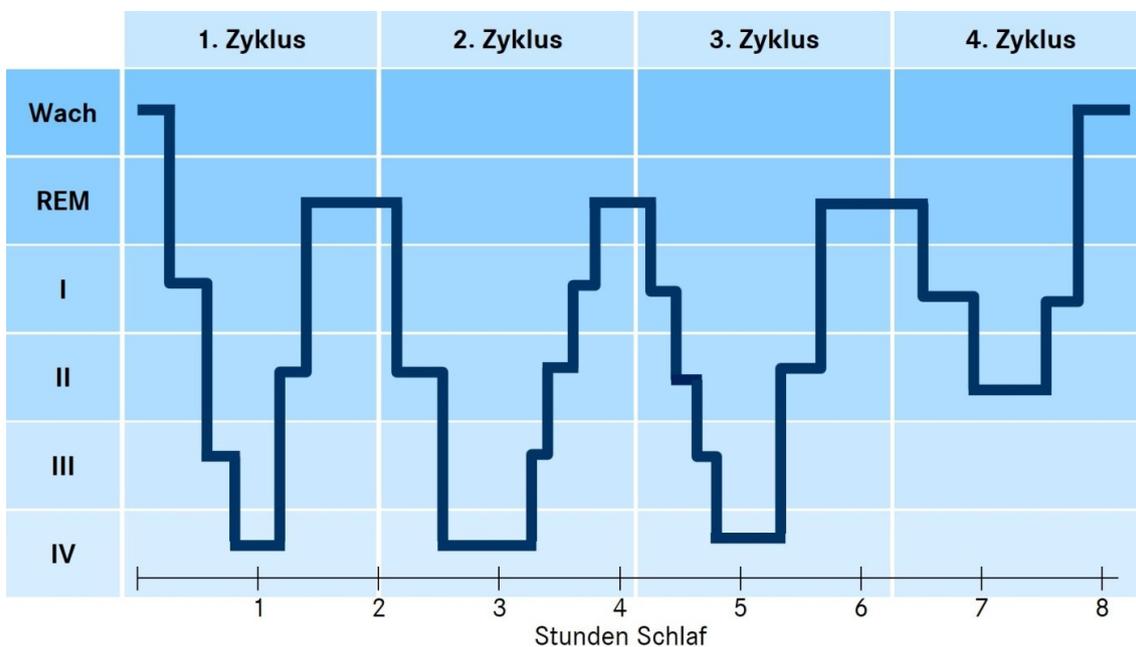


Abbildung 1: Schlafstadien im Hypnogramm

Die Abbildung zeigt vier Schlafzyklen während eines acht stündigen Schlafes. Entlang der y-Achse sind die einzelnen Schlafstadien dargestellt, Entlang der x-Achse die Schlafdauer in Stunden. Mit zunehmender Schlaflänge nimmt die Dauer der REM-Phase zu und die Dauer des

Tiefschlafs ab. REM: Rapid Eye Movement, I: Stadium 1, II: Stadium 2, III: Stadium 3, IV: Stadium 4

1.3.2 Schlaf auf neuronaler und humoraler Ebene

Schlaf wird von vielen neuronalen Mechanismen beeinflusst. Die *Formatio reticularis* spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Sie beinhaltet viele Steuerzentren, unter anderem das *Ascending Reticular Activating System* (ARAS, deutsch: aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem). Diesem System ist es durch die Ausschüttung der Hormone Noradrenalin und Serotonin möglich, den Körper von einem wachen Ruhezustand in erhöhte Aufmerksamkeit zu versetzen. Der Non-REM-Schlaf wird durch eine stark herabgesetzte Ausschüttung von Noradrenalin, Acetylcholin und Serotonin gefördert. Während des REM-Schlafs ist ein Anstieg der Entladung cholinergischer Neurone in der Pons zu verzeichnen (Lang & Lang, 2007). Über diese Mechanismen wird auch das Verhalten des Thalamus beeinflusst, welches die Aktivität der Großhirnrinde beeinflusst. Dieses Verhalten wird in den ableitbaren EEG-Rhythmen widerspiegelt. Man geht davon aus, dass vom Thalamus ausgehende langsame Rhythmen, sogenannte Delta-Wellen, den Zustrom sensorischer Informationen zum Cortex blockieren.

Durch die Beeinflussung absteigender Bahnen werden beim Träumen Motoneurone gehemmt. Während des REM-Schlafs steigt die Aktivität der extrastriären visuellen Areale stark an, was vermutlich durch eine vermehrte Aktivität des limbischen Systems zustande kommt (Huppelsberg & Walter, 2009, Bear et al., 2009).

Während der einzelnen Schlafphasen ändert sich die Hormonausschüttung im Körper.

1.3.3 Funktion des Schlafs

Schlaf wird häufig als geheimnisvoller Zustand bezeichnet (Bear et al., 2009), dessen Funktion bis heute noch nicht ausreichend geklärt werden konnte. Der Mensch verbringt ein Drittel seines Lebens mit schlafen (Bear et al., 2009). Schlaf ist ein wichtiger

Bestandteil des Lebens. Er dient der Regeneration des Körpers, hat Einfluss auf das Immunsystem und spielt eine wichtige Rolle bei der Gedächtnisbildung (Cordi et al., 2014, Lang & Lang, 2007, Lange et al., 2010, Besedovsky et al., 2019)

Es gibt mehrere Theorien, warum Schlaf für Lebewesen wichtig ist. Zwei davon sind die restaurative Theorie und die zirkadiane Theorie. In der restaurativen Theorie wird Schlaf als Reparaturdienst für Schäden angesehen, welche während des Wachseins entstehen (Begenat, 2004). Während des Schlafs finden Zellerneuerungsprozesse statt (Rasch & Born, 2013). Es ist bekannt, dass Zellschäden, welche beispielsweise durch freie Radikale entstanden sind, durch Schlafentzug zunehmen (Begenat, 2004). Bei Tieren führt längerer Schlafentzug sogar zum Tod (Bear et al., 2009). Die zirkadiane Theorie besagt, dass Schlaf in der Evolution als neuronaler Mechanismus entstanden ist. Durch einen inneren Zeitgebermechanismus wird Schlaf in der Nacht vorgegeben. Schlaf soll hierbei durch die Ruhephase vor Unfällen und Angriffen schützen (Begenat, 2004, Hold, 2014). Schlaf ist im Gegensatz zu Narkose oder Koma ein Zustand, der durch einen Weckreiz jederzeit sofort in Wachheit überführt werden kann (Bear et al., 2009, Popp, 2019).

Zur Erholung und Regeneration von Körper und Gehirn kommt es beispielsweise durch Abnahme des Muskeltonus im Schlaf, einer Verringerung der Herzfrequenz, einer Reduktion des Blutdrucks und der Körpertemperatur, wie auch durch Änderungen der Hormonproduktion (Lang & Lang, 2007).

Schlaf kann auch als aktiver dynamischer Prozess angesehen werden (Popp, 2019). Hierunter verstehen Wissenschaftler beispielsweise die Festigung neuer Gedächtnisinhalte im Schlaf.

Der durch den SWS positiv beeinflusste Effekt auf die Hirnplastizität ist notwendig für die Bildung von Gedächtnis. In dieser Studie soll nicht nur durch Hypnose Tiefschlaf verstärkt und somit SWA gefördert werden, sondern es soll auch die Auswirkung des verstärkten SWS auf die Gedächtnisbildung untersucht werden.

Im folgenden Kapitel wird genauer geklärt, was man unter Gedächtnis versteht und wie man es einteilen kann.

1.4 Gedächtnis

Der Erwerb von neuen Kenntnissen oder neuen Informationen wird als Lernen bezeichnet. Unter Gedächtnis versteht man die Fähigkeit das Gelernte zu behalten, im Gehirn zu speichern und sich das Gelernte bei passender Gelegenheit wieder ins Bewusstsein zu rufen (Bear et al., 2009).

Lernen und die Bildung von Gedächtnis ist durch Hirnplastizität möglich. Durch Plastizität ist das Gehirn in der Lage, sich ständig an neue Gegebenheiten anzupassen (Lang & Lang, 2007). Dies wird durch die Bildung neuer Synapsen und neuer Verschaltungen ermöglicht oder durch die Aktivierung unbenutzter Synapsen und Verschaltungen. Durch Training ist es daher möglich, bestimmte Gehirnareale zu vergrößern. Es kann auch trainiert werden, dass Gehirnareale teilweise neue Funktionen übernehmen. In den ersten Lebensjahren ist die Plastizität des Gehirns am Größten (Lang & Lang, 2007).

1.4.1 Gedächtnisbildung

Die Bildung von Wissensgedächtnis, auch kognitives Lernen genannt, erfolgt über mehrere Stufen unter Einbeziehung mehrerer Hirnareale (Lang & Lang, 2007). Ein Sinnesorgan, wie beispielsweise das Ohr, nimmt einen Inhalt, zum Beispiel ein Wort auf. Der Inhalt gelangt ins sensorische Gedächtnis. Hier werden viele Informationen für weniger als eine Sekunde gespeichert. Der Sinneseindruck wird analysiert (Lang & Lang, 2007).

Ein Bruchteil der im sensorischen Gedächtnis aufgenommenen Inhalte gelangt ins Kurzzeitgedächtnis (Lang & Lang, 2007). Da die Speicherkapazität im Kurzzeitgedächtnis sehr begrenzt ist, werden Informationen gruppiert. Es werden beispielsweise Worte statt einzelner Buchstaben gespeichert. Das Kurzzeitgedächtnis ist für das Sprachverständnis essentiell. Die Speicherung der Inhalte im Kurzzeitgedächtnis erfolgt von wenigen Sekunden bis hin zu wenigen Minuten (Lang & Lang, 2007). Um in das Langzeitgedächtnis zu gelangen ist es wichtig, eine Information hinsichtlich ihrer

Bedeutung zu bewerten. Die Speicherkapazität des Langzeitgedächtnisses ist unendlich groß (Lang & Lang, 2007).

1.4.2 Speicherung von Gedächtnisinhalten

Die Speicherung von Gedächtnisinhalten wird in drei Stufen unterteilt.

1. Enkodierung
2. Konsolidierung
3. Abruf

Unter Enkodierung versteht man die Überschreibung aufgenommener Informationen in einen neuronalen Code, welcher im Gehirn gelesen und verarbeitet werden kann. Die Enkodierung ist letzten Endes für den Erfolg des Behaltens der neuen Information ausschlaggebend (Rasch & Born, 2013).

Die Konsolidierung beinhaltet die dauerhafte Speicherung der neuen Information im Gehirn durch die Vernetzung von Nervenzellen. Konsolidierung ist somit eine Art Wiederaufbereitung frischer Gedächtnisinhalte. Es wird das neuronale Netzwerk verwendet, welches bereits zur Enkodierung benutzt wurde. Zu Beginn dieser Stufe der Gedächtnisbildung können neue Inhalte leicht in Vergessenheit geraten. Um Inhalte zu behalten müssen sie ständig wiederholt werden. Durch Konsolidierung ist ein Übergang von Inhalten aus dem Arbeitsgedächtnis ins Langzeitgedächtnis möglich (Bear et al., 2009). Um die Endkodierung neuer Gedächtnisinhalte nicht zu unterbinden, ist die Konsolidierung während des Schlafs am Effektivsten. Langsame Oszillationen des Neocortex, thalamocortikale Spindeln und Hippocampusaktivität werden mit der Konsolidierung während des SWS in Verbindung gebracht. Die Verbindung zwischen Neocortex und subcorticalen Strukturen ist wichtig für das Speichern erlernter Inhalte im Langzeitgedächtnis (Born & Wilhelm, 2012, Diekelmann & Born, 2010, Thoma et al., 2018).

Während des Abrufs werden gespeicherte Informationen in Erinnerung gerufen. So ist es beispielsweise möglich während einer Klassenarbeit die Fragen passend zu beantworten.

1.4.3 Einteilung des Gedächtnisses

Das Gedächtnis wird grob in deklaratives und nichtdeklaratives Gedächtnis unterteilt.

Im deklarativen Gedächtnis werden Fakten und Ereignisse gespeichert. Häufig wird auch für das deklarative Gedächtnis das Synonym explizites Gedächtnis verwendet. Das deklarative Gedächtnis wird weiter unterteilt in das semantische Gedächtnis, welches das Faktenwissen beinhaltet, und in das episodische Gedächtnis, welches für Erinnerungen des eigenen Lebens zuständig ist (Bear et al., 2009). Ein Beispiel für semantische Gedächtnisinhalte ist das Wissen der deutschen Hauptstadt Berlin. Im episodischen Gedächtnis finden sich Inhalte wie, welche Kleidung habe ich gestern getragen, wie ist meine erste Fahrstunde verlaufen. Auf die Inhalte dieser Formen des Gedächtnis kann meist bewusst zugegriffen werden.

Für die Festigung neuer Gedächtnisinhalte des deklarativen Gedächtnisses sind verschiedene untereinander verschaltete Strukturen des medialen Temporallappens zuständig. Hierzu zählen der Hippocampus, Cortexareale und dort ansässige Bahnen welche Verbindungen zu anderen Hirnregionen herstellen. Bereits vorverarbeitete Informationen gelangen über die Großhirnrinde zum medialen Temporallappen. Die Signale werden von dort zum Hippocampus weitergeleitet und gelangen über die Fornix zum Hypothalamus. Diese Gehirnareale werden dem limbischen System zugeordnet. Zur Bildung des Langzeitgedächtnisses ist hier der Neocortex verantwortlich (Bear et al., 2009). Faktenwissen, also deklarative Gedächtnisinhalte, wird meist explizit, das heißt durch die bewusste Aufnahme der Information, gelernt. Die Enkodierung geschieht also explizit.

Zum nichtdeklarativen Gedächtnis zählt das prozedurale Gedächtnis mit Sitz im Striatum (Squire & Zola, 1996), welches sich aus dem Nucleus caudatus und dem Putamen zusammensetzt. Eine weitere Bezeichnung für das nichtdeklarative Gedächtnis ist implizites Gedächtnis. Diese Bezeichnung kommt durch die sensomotorischen Vorgänge zustande.

Im prozeduralen Gedächtnis werden Fähigkeiten, Gewohnheiten und Verhaltensweisen abgespeichert, wie beispielsweise Fahrrad fahren.

Das Prinzip der klassischen Konditionierung ist ebenfalls durch das nichtdeklarative Gedächtnis im Kleinhirn und der Amygdala möglich. Im Kleinhirn werden die motorischen Systeme verankert wie bei Pawlows Hund, bei dem es durch Üben möglich wird durch das Läuten einer Glocke Speichelfluss anzuregen. In der Amygdala sind hingegen angelegte emotionale Reaktionen wie die erlernte Angst vor Spinnen verankert. Der Zugriff auf das nichtdeklarative Gedächtnis ist nur unbewusst möglich, es funktioniert reflexartig.

Für die Speicherung dieser Gedächtnisinhalte sind das Striatum, das Cerebellum und Teile des Hippocampus zuständig. Am Lernen prozeduraler Fähigkeiten sind im geringen Maße auch Kortexareale beteiligt, ausschlaggebender sind hier jedoch das Kleinhirn und die Basalganglien (Bear et al., 2009, Diekelmann & Born, 2010).

Die Gedächtnisinhalte des deklarativen Gedächtnisses können schneller erlernt werden, als Inhalte des nichtdeklarativen Gedächtnisses. Sie werden jedoch auch viel schneller wieder vergessen. Wie oft hat man schon den Satz gehört: Fahrrad fahren verlernt man nicht (Bear et al, 2009).

Das Erlernen von Fähigkeiten, also prozedurale Gedächtnisinhalte, ist explizit, also bewusst, wie auch implizit, also unbewusst, möglich. Diese Gedächtnisinhalte können somit sowohl explizit als auch implizit enkodiert werden (Diekelmann & Born, 2010).

Wie bereits erwähnt hat Schlaf Einfluss auf die Bildung von Gedächtnis. Im folgenden Kapitel soll der Zusammenhang von Schlaf auf das Gedächtnis genauer betrachtet werden.

1.5 Die Auswirkungen des Schlafs auf das Gedächtnis

Schlaf fördert die Bildung von Langzeitgedächtnis. Dem SWS mit seinen langsamen Oszillationen, Spindeln und Wellen wird nachgesagt, dass er durch minimale cholinerge Aktivität für die Reaktivierung und Umverteilung hippocampusabhängiger Gedächtnisinhalte zum Neocortex zuständig ist. Er ist somit ausschlaggebend dafür, dass deklarative Inhalte ins Langzeitgedächtnis gelangen (Diekelmann & Born, 2010).

Konsolidierung, das heißt das Festigen neuer Gedächtnisinhalte, ist ein Prozess, welcher hauptsächlich im Schlaf stattfindet. Um neue Gedächtnisinhalte zu konsolidieren, werden sie im Schlaf reaktiviert. Es werden anfangs labile Gedächtnisinhalte, die während des Wachseins aufgenommen wurden, in stabilere Inhalte überschrieben, welche ins Langzeitgedächtnis gelangen. Somit kommt es bei der Konsolidierung sowohl zu einer qualitativen, wie auch zu einer quantitativen Veränderung der Repräsentation neu erworbener Gedächtnisinhalte. Da das Lernen neuer Gedächtnisinhalte bevorzugt während des Wachseins und die Speicherung dieser Inhalte hauptsächlich im Schlaf stattfinden, beeinflussen beziehungsweise stören sich diese Vorgänge nicht. Konsolidierung während des Schlafs ist ein selektiver Prozess, es werden nicht alle aufgenommenen Inhalte verarbeitet und gespeichert (Born & Wilhelm, 2012, Diekelmann & Born, 2010).

Es werden zwei Unterarten von Konsolidierung unterschieden, die System-Konsolidierung und die synaptische Konsolidierung. Unter der System-Konsolidierung versteht man die Umverteilung der Gedächtnisinhalte zwischen verschiedenen Arealen des Gehirns. Bei der synaptischen Konsolidierung handelt es sich um Verstärkung der Gedächtnisrepräsentation auf synaptischer Ebene. Es kommt hierbei zu einer Änderung der neuronalen synaptischen Verschaltungen (Born & Wilhelm, 2012).

Die Konsolidierung neuer Gedächtnisinhalte wird unter anderem durch Hormone beeinflusst. Durch Studien ließ sich klären, dass die Hemmung der Cortisol-Ausschüttung die Konsolidierung deklarativer, hippocampusabhängiger Gedächtnisinhalte fördert (Bear et al., 2009). Im SWS kommt es zur Reaktivierung von während des Lernens im Hippocampus erzeugten neuronalen Mustern. Würde es in dieser Schlafphase zu einer Ausschüttung des Stresshormons Cortisol kommen, würde die spontane neuronale Reaktivierung der hippocampusabhängigen Gedächtnisinhalte unterdrückt werden. Die unter anderem stressbezogene Cortisolausschüttung verhindert somit die Festigung deklarativer Gedächtnisinhalte sowohl im Schlaf als auch im Wachzustand. Glukokortikoide blockieren den für die Gedächtnisbildung notwendigen Fluss vom Hippocampus zum Neocortex (Bear et al., 2009). Der REM-Schlaf hat dagegen förderliche Wirkung auf die Festigung prozeduraler Gedächtnisinhalte. Er ist mit seiner hohen cholinergen und Theta-Aktivität hilfreich bei der Gedächtniskonsolidierung des Cortex (Diekelmann & Born, 2010).

Für die Gedächtnisbildung spielt es auch eine Rolle, zu welchem Zeitpunkt nach dem Lernen neuer Gedächtnisinhalte geschlafen wird. Direktes Schlafen nach dem Lernen festigt die Lerninhalte. Es muss jedoch kein Schlaf von acht Stunden Dauer sein. Schon nach einem sechs minütigen Schlaf konnten Erfolge verbucht werden (Diekelmann & Born, 2010). Schläft man im Gegensatz dazu jedoch erst zehn Stunden nach dem Lernen, ist der Lernerfolg, bezogen auf das deklarative Gedächtnis, geringer und wird mit zunehmender Zeitspanne zwischen Lernen und Schlafen abnehmend (Diekelmann & Born, 2010). Beim prozeduralen Gedächtnis hat man durch direkten Schlaf nach dem Lernen keinen gesteigerten Lernerfolg. Um einen positiven Effekt auf den Lernerfolg zu erzielen, ist es ausreichend am selben Tag zu schlafen (Diekelmann & Born, 2010). Schlaf hat somit einen stärkeren Effekt auf explizit erworbene Inhalte, wie auch auf verhaltensrelevante Inhalte (Diekelmann & Born, 2010)

Cordi et al. haben in einer Vorgängerstudie durch hypnotische Suggestionen den Tiefschlaf verstärkt und den daraus resultierenden Einfluss auf das Gedächtnis untersucht. Im Folgenden wird die durch Cordi et al., durchgeführte Studie vorgestellt.

1.6 Vorgängerstudie an Frauen

2014 veröffentlichten Maren Cordi, Angelika Schlarb und Björn Rasch die Ergebnisse einer Studie in der Schweiz, bei der der Einfluss hypnotischer Suggestionen zur Verstärkung des Tiefschlafs und die Gedächtniskonsolidierung an Frauen untersucht wurde. In der schweizer Studie wurde an gesunden Frauen, welche nicht regelmäßig Mittagsschlaf halten, die Auswirkung von hypnotischen Suggestionen im Vergleich zu einem Kontrolltext auf das Vorhandensein von SWS während eines 90-minütigen Mittagsschlafes in zwei Experimentalsitzungen untersucht.

Es wurde zusätzlich anhand von Gedächtnistests die Auswirkung des verstärkten Schlafs auf das deklarative und prozedurale Gedächtnis überprüft. Um eventuell durch das Geschlecht entstehende Unterschiede ausschließen zu können, wurde die Studie ausschließlich an weiblichen Probandinnen durchgeführt.

Um das Vorhandensein des SWS und der SWA festzuhalten wurde ein high- density EEG durchgeführt.

Anhand des Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS) wurden die 70 Frauen während einer Einführungsveranstaltung in hoch und niedrig suggestibel eingeteilt. Für den mit unserer Studie vergleichbaren Teil der schweizer Studie waren nur hoch suggestible Probandinnen zulässig.

Vor dem Mittagsschlaf mussten die Probandinnen im ersten Durchgang der Gedächtnistests sowohl deklarative wie auch prozedurale Aufgaben lernen.

Den Frauen im Alter von 18-35 Jahren wurde ein Hypnosetext und in der anderen Sitzung ein Kontrolltext vor dem 90-minütigen Mittagsschlaf vorgespielt, um durch hypnotische Suggestionen SWS zu verstärken. Direkt nach dem Schlaf wurden in einem zweiten Durchgang die Gedächtnisaufgaben abgefragt. Die schweizer Studie zeigt, dass unter den hoch suggestiblen Frauen durch den Hypnosetext das Auftreten von SWS im Vergleich zum Kontrolltext verdoppelt werden konnte. Andere Schlafstadien blieben unbeeinflusst. Ein Effekt des durch Hypnose verstärkten SWS auf die Gedächtnisleistung konnte nicht gezeigt werden. Die Hypnose hatte dabei weder Einfluss auf das deklarative Gedächtnis, welches anhand des Word Pair Associating Learning Task (PAL) überprüft wurde, noch auf das prozedurale Gedächtnis, welches anhand des Procedural Finger Sequence Tapping Task überprüft wurde (Cordi et al., 2014).

1.7 Geschlechterspezifische Unterschiede des Gedächtniserwerbs

Frauen und Männer eignen sich neue Gedächtnisinhalte unterschiedlich an. Man unterscheidet vier Lernarten: auditiv, kommunikativ, motorisch und visuell. Die Lernarten können auch kombiniert vorliegen. Eine Befragung deutscher Studentinnen und Studenten unterschiedlicher Studienfächer kam zum Ergebnis, dass sich Studentinnen neue Lerninhalte hauptsächlich auditiv/visuell, kommunikativ/visuell, motorisch/visuell und visuell aneignen. Studenten lernen auditiv/visuell, motorisch/visuell, kommunikativ/visuell und kommunikativ/motorisch. (Arrenberg & Kowalski, 2007). 72 % der Studentinnen und 59,2 % der Studenten gaben an visuell zu lernen. Motorisch lernten 25,3 % der Studentinnen und 40,5 % der Studenten (Arrenberg

& Kowalski, 2007). Es gibt wissenschaftliche Hinweise, dass Frauen Vorteile beim Lösen von Rechenaufgaben, eine höhere Wahrnehmungsgeschwindigkeit, eine stärkere gedankliche Beweglichkeit im Sinne von Ideenfluss und Wortfindung, eine ausgeprägtere feinmotorische Koordination und eine bessere Erinnerung an Gruppierungen und Veränderungen haben (Kuhlmann & Seidel, 2005). Diese Vorteile sollen auf einer beim weiblichen Geschlecht ausgeprägteren Verknüpfung zwischen der rechten und der linken Gehirnhälfte beruhen (Kuhlmann & Seidel, 2005). Wie die schweizer Studie zeigt, ist es möglich an Probandinnen den Tiefschlaf durch hypnotische Suggestionen zu verstärken. Es war jedoch nicht möglich durch den verstärkten Tiefschlaf die Gedächtniskonsolidierung zu verstärken (Cordi et al., 2014).

Die vorliegende Arbeit soll klären, ob es ebenfalls möglich ist an gesunden männlichen Probanden durch hypnotische Suggestionen den Tiefschlaf zu verstärken und ob hierbei zusätzlich ein positiver Effekt auf die Gedächtnisleistung erzielt werden kann.

1.8 Zusammenfassung

Bis hierher wurden nun die Begrifflichkeiten der Hypnose, des Elektroenzephalogramms, des Schlafs und des Gedächtnis erklärt.

Es wurde eine ähnliche Studie vorgestellt, welche an Probandinnen durch Cordi, Schlarb und Rasch durchgeführt wurde. Es wurde erklärt, wie sich der Gedächtniserwerb bei Frauen und Männern unterscheidet.

Durch hypnotische Suggestionen ist es wie bereits die schweizer Kollegen gezeigt haben möglich, den Tiefschlaf zu verstärken (Cordi et al., 2014). Tiefschlaf hat viele förderliche Funktionen. Er trägt zum Wohlbefinden bei, ist ausschlaggebend für die körperliche Regeneration, hat positiven Einfluss auf das Immunsystem und beeinflusst die Hirnplastizität. Diekelmann kam in ihrer Studie zu dem Schluss, dass SWS, welcher hauptsächlich im Tiefschlaf auftritt, für die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte ausschlaggebend ist (Diekelmann & Born, 2010). Die Idee dieser Arbeit ist es, durch Hypnose den Tiefschlaf, welcher im Elektroenzephalogramm anhand spezifischer Hirnströme zu erkennen ist, zu verstärken und den daraus resultierenden Einfluss auf das Gedächtnis zu untersuchen.

1.9 Hypothesen

Durch Studien konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass Hypnose einen förderlichen Einfluss auf Schlaf hat (Cordi et al; 2014). Aus anderen Studien ist bekannt, dass Tiefschlaf die Gedächtnisleistung positiv verstärken kann (Diekelmann & Born, 2010). Diese Arbeit soll klären, ob es möglich ist, an jungen, gesunden männlichen Probanden durch hypnotische Suggestionen den Tiefschlaf in einem 90-minütigen Mittagsschlaf zu verstärken. Des Weiteren soll geklärt werden, ob der durch hypnotische Suggestionen verstärkte Tiefschlaf Auswirkungen auf die Konsolidierung sowohl deklarativer, als auch prozeduraler Gedächtnisinhalte hat. Ist es möglich, durch Hypnose Tiefschlaf zu verstärken und dadurch einen positiven Einfluss auf die Gedächtniskonsolidierung zu erlangen? An Frauen ließ sich der Zusammenhang zwischen durch Hypnose verstärktem Tiefschlaf und dadurch erzielter Verbesserung der Gedächtnisleistung nicht darstellen (Cordi et al., 2014). Es lassen sich geschlechterspezifische Unterschiede bei Gedächtniserwerb feststellen (Arrenberg & Kowalsky, 2007, Kuhlmann & Seidel, 2005). Haben Frauen durch ihre Aneignung neuer Gedächtnisinhalte bereits solche Vorteile, dass sie von Hypnose nicht mehr signifikant profitieren können? Können mit männlichen Probanden andere Ergebnisse erzielt werden?

Hypothese 1: Hypnotische Suggestionen können im Vergleich zu einem neutralen Kontrolltext den Tiefschlaf während eines 90-minütigen Mittagsschlafs verstärken.

Hypothese 2: Der durch hypnotische Suggestionen verstärkte 90-minütige Mittagsschlaf stärkt die Bildung des deklarativen Gedächtnisses im Vergleich zum Kontrolltext.

Hypothese 3: Der durch hypnotische Suggestionen verstärkte Tiefschlaf verstärkt die Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte im Vergleich zum Kontrolltext.

2 Material und Methoden

Die Studie wurde schriftlich von der Ethikkommission der Eberhard Karls Universität Tübingen unter der Nummer 524/2015BO2 am 28.09.2015 genehmigt.

2.1 Probanden

An der Studie haben 46 freiwillige, männliche Probanden im Alter zwischen 18 und 30 Jahren (Mittelwert des Alters 24,11 Jahre; Standardabweichung $SD \pm 2,69$ Jahre) teilgenommen. Da es bereits eine Studie in der Schweiz mit gleichem Versuchsablauf an nur weiblichen Probandinnen gibt, wurden, um geschlechterspezifische Unterschiede festzustellen oder auszuschließen, diese Studien mit nur männlichen Probanden durchgeführt. Alle Probanden erhielten zu Beginn der Studie eine ausführliche schriftliche und mündliche Aufklärung und willigten schriftlich ein. Jeder Proband erhielt eine finanzielle Aufwandsentschädigung.

Voraussetzung zur Studienteilnahme war eine Durchschnittspunktzahl von 6,5 Punkten in der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS), einem Test zur Ermittlung der Tiefe des hypnotischen Zustands, übernommen von Dr. rer. nat. Walter Bongartz. Die für die Studie berücksichtigten Probanden erzielten im HGSHS einen Mittelwert von 7,2 Punkten.

Körperliche und seelische Erkrankungen, Auffälligkeiten im Blutbild und die regelmäßige Einnahme von Medikamenten stellten ein Ausschlusskriterium dar, wie auch regelmäßiger Mittagsschlaf, Schichtarbeit innerhalb der letzten sechs Wochen, Reisen mit mehr als sechs Stunden Zeitdifferenz innerhalb der letzten sechs Wochen und weniger als acht Wochen zurückliegende Blutspenden. Weitere Ausschlusskriterien waren schlechter Schlaf im Schlaflabor und eine zu geringe Anzahl erfolgreicher Blutentnahmen während des Schlafs.

Von den insgesamt 46 rekrutierten Probanden konnten nur 23 Probanden in der Auswertung berücksichtigt werden. Probanden mussten ausgeschlossen werden, da sie sich nicht an die Verhaltensregeln für das Experiment gehalten hatten, zu viele Blutentnahmen während des Schlafs nicht geklappt hatten, das EEG nicht aufgezeichnet

werden konnte oder der Proband durch Erkrankung wie beispielsweise einer Erkältung nicht weiter am Experiment teilnehmen konnte. Die letzten Endes in die Studien eingeschlossenen Probanden waren zwischen 20 und 30 Jahre alt (Mittelwert des Alters 25,17 Jahre, Standardabweichung $SD \pm 2,80$ Jahre).

2.2 Studiendesign und –ablauf

Die Probanden haben in Kleingruppen an einer Einführungsveranstaltung teilgenommen. Bei dieser Veranstaltung haben die Probanden mündliche, wie auch schriftliche Informationen zur Studie erhalten. Im Anschluss hat eine Gruppenhypnose stattgefunden, um die Suggestibilität der Probanden zu untersuchen. Um die Probanden in einen hypnotischen Zustand zu versetzen, wurde ihnen eine einstündige Audiodatei vorgespielt. Im Anschluss füllten die Probanden den HGSHS Fragebogen aus.

Probanden mit einem ausreichend hohen HGSHS-Wert (siehe Einschlusskriterien unter 2.1) wurden zu Studie zugelassen.

Sie absolvierten drei weitere Termine, nämlich eine Probesitzung und zwei Experimentalsitzungen. Zwischen der Probesitzung und der ersten Experimentalsitzung lag maximal eine Woche, zwischen den beiden Experimentalsitzungen mindestens zwei Wochen.

In der Probesitzung fand eine medizinische Untersuchung statt und der Proband durfte zur Eingewöhnung ab 15:00 Uhr einen eineinhalb stündigen Mittagsschlaf unter Versuchsbedingungen machen. Dazu gehörten unter anderem das Legen einer Venenverweilkanüle und das Anbringen der EEG-, EMG- und EKG-Elektroden.

Vor den beiden Experimentalsitzungen mussten die Probanden über eine Woche ein Schlaftagebuch führen. Sie sollten in dieser Zeit spätestens um 24:00 Uhr schlafen gehen und maximal bis 8:00 Uhr schlafen, auf Mittagsschlaf musste verzichtet werden, wie auch auf große Mengen Alkohol, Koffein und Schlaftabletten. Am Versuchsmorgen sollten die Probanden um 7:00 Uhr aufstehen und ganz auf Koffein verzichten.

Die Experimentalsitzung hat für die Probanden um 12:00 Uhr mit dem Ausfüllen eines Gesundheits- und Genussmittelfragebogens und dem Probandenblatt begonnen. Danach erfolgte ein standardisiertes Mittagessen, bestehend aus vier Scheiben Vollkornbrot, Butter, Frischkäse, Lyonerwurst, Gouda und stillem Wasser. Nach dem Essen wurde die Venenverweilkanüle gelegt und die EEG-, EMG- und EKG-Elektroden angebracht. Danach füllten die Probanden Fragebögen zum Schlaf aus. Anschließend erfolgte die erste Blutentnahme und die Lernphase.

Die Probanden führten hierbei zunächst eine Aufgabe zum deklarativen Gedächtnis (Word Pair Associate Learning Task, PAL-Test, siehe Kapitel 2.4.1) durch. Anschließend erfolgte ein Test zur Vigilanz (Psychomotor Vigilance Test PVT, siehe Kapitel 2.4.2) und zum Schluss der Lernphase eine Aufgabe zum prozeduralen Gedächtnis (Fingertapping, siehe Kapitel 2.4.3.)

Vor dem Schlafen wurden die Probanden an eine Infusion mit 500 ml 0,9 % NaCl-Lösung angeschlossen. Die EEG-Elektroden wurden an den Verstärker angeschlossen und die Impedanzen überprüft. Die EEG-Aufzeichnung wurde gestartet und es erfolgte eine Bioeichung. Dabei sollten die Probanden die Augen sowohl nach links und rechts, wie auch nach oben und unten bewegen und mit den Zähnen knirschen.

Damit die Probanden die Audiodatei während der Einschlafphase gut hören konnten, wurde ein Lautstärketest mit dem Kontrolltext durchgeführt. Um circa 15:00 Uhr wurde das Licht ausgeschaltet. Es erfolgte die zweite Blutentnahme. Die durch Randomisierung bestimmte Audiodatei mit dem Hypnose- oder Kontrolltext wurde gestartet. Während des 90-minütigen Mittagsschlafes erfolgte alle fünf Minuten eine Blutentnahme über das Infusionssystem.

Um circa 16:30 Uhr (also 90 Minuten nach Licht aus) wurde der Proband geweckt und gebeten noch zehn Minuten im Bett liegen zu bleiben, für eine weitere Blutentnahme. Im Anschluss wurde der Proband gebeten, erneut Fragebögen zum Schlaf auszufüllen.

20 Minuten nach dem Wecken wurde das letzte Mal Blut abgenommen. Die EEG-Aufzeichnung wurde gestoppt und der Proband von den Elektroden und dem Venenzugang befreit und bis zur Abfrage um 20:30 Uhr entlassen.

Zu Beginn der Abfrage füllte der Proband erneut Fragebögen zum Schlaf aus. Es erfolgte eine erneute Blutentnahme. Anschließend wurden der PAL, PVT und das Fingertapping abgefragt.

Die zweite Experimentalsitzung lief identisch ab, es wurde hierbei jedoch die Audiodatei gewechselt. Hörte der Proband in der ersten Experimentalsitzung den Kontrolltext, wurde der Hypnosetext vorgespielt und umgekehrt. Am Ende der zweiten Sitzung haben die Probanden noch einen Postexperiment Fragebogen erhalten.

Die Blutentnahmen erfolgten zur Bestimmung von Hormonen und Immunparametern, die jedoch kein Bestandteil dieser Arbeit sind und daher hier nicht näher ausgeführt werden.

2.3 Material

2.3.1 EEG-Ableitungen und Schlafmessung

Zur Schlafmessung wurden dem Probanden insgesamt 20 Elektroden mit Elektrodenpaste und Pflasterstreifen angeklebt. Die Hirnströme wurden durch dreizehn am Kopf angebrachte Elektroden abgeleitet. Um Augen- und Kieferbewegungen registrieren zu können, wurden im Gesicht vier weitere Elektroden angebracht, durch zwei Elektroden wurde das EOG und durch die beiden anderen Elektroden das EMG aufgezeichnet. Zur Überwachung der Herzfrequenz wurden zur Ableitung des EKG zwei Elektroden auf der Brustwand aufgeklebt. Abbildung 2 zeigt die Anordnung skizzenhaft.

Bei der EEG-Auswertung konnten statt der sonst in die Auswertung einbezogenen 23 Probanden lediglich 22 Probanden ausgewertet werden, da bei einem Probanden die EEG-Aufzeichnungen nicht verwertbar waren.

Für jeden Probanden wurde für den 90-minütigen Mittagsschlaf die Dauer der einzelnen Schlafphasen nach den American Academy of Sleep Medicine Regeln (AASM) ermittelt (Berry et al., 2015). SWS wurden nach den von Rechtschaffen und Kales aufgestellten Regeln (Rechtschaffen & Kales, 1968) in S3 und S4 unterteilt.

Elektrodenanordnung

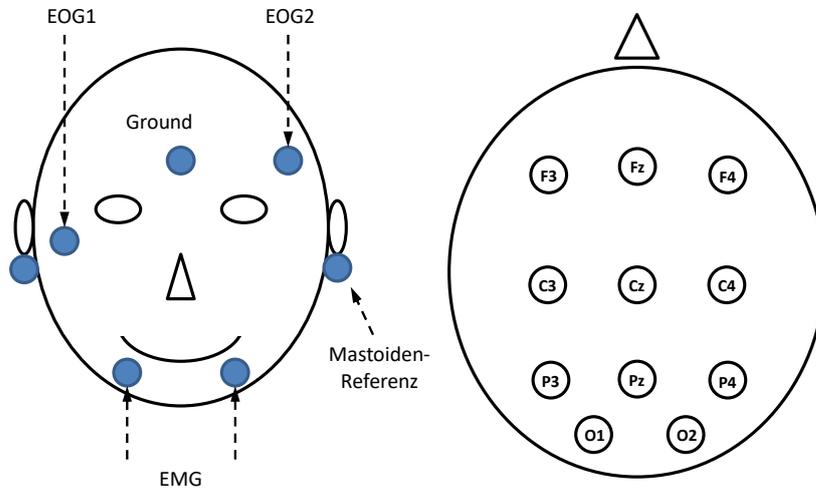


Abbildung 2: Elektrodenanordnung

Anordnung der EEG-, EOG- und EMG-Elektroden EEG: Elektroenzephalogramm, EOG: Elektrookulogramm, EMG: Elektromyogramm.

2.3.3. Audiotexte

Innerhalb jeder Experimentalsitzung wurde dem jeweiligen Probanden eine Audiodatei zum Einschlafen vorgespielt. In einer Sitzung hörte der Proband den Kontrolltext und in der anderen Sitzung den Hypnosetext. Anhand einer randomisierten Liste wurde festgelegt, welcher Proband in der ersten Sitzung den Kontrolltext und welcher in der ersten Sitzung den Hypnosetext hört. Sowohl der Kontrolltext als auch der Hypnosetext werden von B. Rasch gesprochen.

2.3.3.1. Hypnosetext

Der Hypnosetext wurde von Angelika Schlarb verfasst, einer renommierten Hypnotherapeutin (Cordi et al., 2014). In zehn Schritten wird der Zuhörer in Hypnose versetzt. Um einen hypnotischen Zustand zu erreichen, soll sich der Zuhörer das Meer vorstellen und einem Fisch folgen, der immer weiter in die Tiefen des Meers abtaucht. Durch die Suggestion des tiefer schwimmenden Fisches und das Einstreuen von Worten wie „tief“ und „entspannt“ soll beim Zuhörern Tiefschlaf suggeriert werden.

Der Text endet beim Erreichen des Meeresgrundes. Der Zuhörer wird somit nicht aus dem Zustand des tiefen Schlafs und der tiefen Entspannung zurückgeholt.

Der Hypnosetext hat eine Dauer von 13:41 Minuten und umfasst 932 Worte. Er wird langsam und mit einer ruhigen und sanften Stimme vorgetragen. Zwischen den einzelnen Abschnitten wird eine Pause gemacht.

2.3.3.2 Kontrolltext

Um den Kontrolltext neutral zu halten und keine Emotionen hervorzurufen, beinhaltet er eine Dokumentation über Lagerstättenkunde. Der Text wird wie im Internet auf <http://de.wikipedia.org/wiki/Lagerstättenkunde> zu finden, vorgelesen. Der Text wird nicht in voller Länge vorgelesen (Cordi et al., 2014). Das Sprechtempo ist deutlich schneller als das des Hypnosetextes. Zwischen den einzelnen Absätzen werden keine Pausen gemacht. Der Kontrolltext dauert 14:20 Minuten und umfasst insgesamt 1712 Worte.

2.3.4 Psychologische Testverfahren

2.3.4.1 Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSHS)

Die HGSHS wurde entwickelt, um objektiv, zuverlässig und effektiv die Empfänglichkeit hypnotischer Suggestionen zu messen (Riegel et al., 2021, Bongartz, 1985). Die HGSHS beinhaltet einen Audiotext mit zwölf hypnotischen Suggestionen und einen Selbstfragebogen. Zu den Suggestionen zählt beispielsweise die Immobilisation des rechten Arms, das Bewegen der Hände zueinander und die Wahrnehmung einer Fliege (Shore & Orne, 1962). Nach dem Hören des Textes sollten die Probanden im Fragebogen beantworten, wie tief sie sich während jeder Suggestion in Hypnose befanden, von 1: überhaupt kein hypnotischer Zustand, wie im normalen Wachsein bis 10: so tief im hypnotischen Zustand wie überhaupt möglich (Bongartz, 1985). Die einzelnen Punkte eines Probanden wurden addiert und der Mittelwert für jeden Probanden gebildet. Probanden mit einem Mittelwert von 6,5 und mehr Punkten wurden als hoch suggestibel eingestuft und in die Studie aufgenommen.

2.3.4.2 Probandenblatt

In diesem Fragebogen wurde das Schlafverhalten und die Einnahme von Genussmitteln innerhalb der letzten 24 Stunden erfasst. Die Probanden beantworteten Fragen über die Schlafqualität, die Schlaflänge, wann sie gewöhnlich ins Bett gehen und aufstehen und ob sie tagsüber geschlafen haben. Sie gaben an, ob sie innerhalb der letzten 24 Stunden Medikamente oder Drogen eingenommen oder Koffein zu sich genommen haben. Es wurde ermittelt, ob die Probanden aktuell unter Stress stehen oder ob sie in naher Zukunft unter Stress stehen werden. Sie wurden gefragt, ob sie innerhalb der letzten sechs Wochen Nachtdienst hatten.

2.3.4.3 Nachbefragungsbogen

Die Probanden wurden zu ihrem Verhalten innerhalb der letzten beiden Tage befragt. Wurde Koffein oder Alkohol konsumiert? Hat der Proband geraucht, Medikamente eingenommen, tagsüber geschlafen und fettarm gegessen? War der Proband Stress ausgesetzt?

2.3.4.4 Fragebogen zur Schlafqualität (SF-A-R)

Bei dem von Roman Görtelmeyer verfassten Fragebogen wurde anhand von elf Fragen mit vorgegebenen Antworten die subjektive Einschätzung des Probanden zur Schlafqualität und Schlafquantität erhoben (Görtelmeyer, 1985).

2.3.4.5 Stanford-Schläfrigkeits-Skala (SSS)

Bei der 1972 von Eric Hoddes, William C. Demant, Vincent Zarcone und anderen Mitarbeitern der Stanford University School of Medicine in Palo Alto entwickelten Skala wird der Grad der Schläfrigkeit ermittelt (Hoddes et al., 1972). Auf dieser Skala wählte der Proband einen Grad zwischen 1 (Ich fühle mich aktiv, lebhaft, aufmerksam oder sehr wach) und 8 (ich schlafe).

2.3.4.6 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

1988 entwickelten Watson, Clark und Tellegan einen Fragebogen zur Beurteilung von zehn positiven Gefühlen und Empfindungen (aktiv, interessiert, wach) und zehn negativen Gefühlen und Empfindungen (verärgert, feindselig, gereizt) (Watson et al., 1988). Der Proband musste sich entscheiden wie zutreffend jeder Punkt ist (gar nicht- ein

bisschen- einigermaßen- erheblich- äußerst). Es werden Zahlenwerte von 1 (gar nicht) bis 5 (äußerst) vergeben.

2.3.4.7 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsbogen (MDBF-Kurzform A)

Die Probanden wurden aufgefordert auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht zutreffend) bis 5 (sehr zutreffend) ihre momentanen Stimmungen zu beurteilen (Steyer et al., 1997). Je höher der vom Probanden angegebene Zahlenwert, desto zutreffender ist die momentane Stimmung.

2.4 Gedächtnistests

2.4.1 Word Pair Associate Learning Task PAL

Dieser unter anderem von Rasch et al. entwickelte Test (Rasch et al., 2006) beinhaltet 80 semantisch verknüpfte Wortpaare (Cordi et al., 2014). Es existieren zwei Listen mit Substantiven.

Die Wortpaare wurden direkt nach dem Lernvorgang (Learning) und abends im zweiten Teil der Experimentalsitzung (Recall) abgefragt. Durch Randomisierung wurde festgelegt, welche Liste bei der ersten und welche Liste bei der zweiten Experimentalsitzung gelernt und abgefragt wird.

Der Proband wurde dazu angehalten, sich die durch ein Computerprogramm präsentierten Wortpaare zu merken. Für den Lerndurchgang bekam der Proband auf einem Computerbildschirm jeweils für eine Sekunde das erste und danach das zweite Wort des Wortpaares präsentiert. Durch ein für 500 ms dargestelltes Fixationskreuz wurde der Proband auf das zusammengehörende Wortpaar hingewiesen. Zwischen den zusammengehörenden Wörtern erschien jeweils für 200 ms ein schwarzer Bildschirm. Direkt nach dem Lerndurchgang schloss sich die erste Abfrage an. Der Proband bekam das erste Wort des Wortpaares auf dem Bildschirm präsentiert und musste das zugehörige

Wort laut sagen. Der Proband erhielt kein Feedback während oder nach der Abfrage. Die Dauer der Abfrage war nicht zeitlich festgelegt. Die Reihenfolge der Wortpaare war beim Lernen und der Abfrage nicht identisch, was dem Probanden vor Beginn der Lernphase bereits erklärt wurde. Die zweite Abfrage erfolgte in gleicher Reihenfolge wie die Erste gegen 20:30 Uhr nach dem Schlaf. Es wurden nur identische Worte als richtig gewertet. Es wurde zum Beispiel nur das Wort Zigarre als richtige Ergänzung zu Genuss gewertet, nicht aber das Wort Zigarette. Von allen in die Auswertung einbezogenen Probanden wurde der prozentuale Anteil der nach dem Schlaf erinnerten Wörter zu den vor dem Schlaf erinnerten Wörtern berechnet (Recall/Learning in %).

2.4.2 Psychomotor Vigilance Test (PVT)

Dieser Test dient dazu, die Daueraufmerksamkeit anhand der Reaktionszeit der Probanden zu ermitteln (Basner et al., 2018). Auf einem schwarzen Computerbildschirm erschien eine rote Stoppuhr, welche im Millisekundenbereich zählt. Sobald der Proband bemerkte, dass die Uhr zu zählen beginnt, sollte er auf der Tastatur die Leertaste drücken. Für eine Sekunde wurde die Reaktionszeit des Probanden auf dem Bildschirm präsentiert. Bevor die Uhr erneut zu zählen begann, gab es eine Pause. Die Länge der Pause wurde zufällig festgelegt und unterschied sich in jedem Durchgang. Insgesamt fanden 41 Durchgänge statt. Der erste Durchgang wurde bei keinem Probanden gewertet. Bei der Abfrage ab 20:30 Uhr wurde der Test identisch wiederholt.

2.4.3 Fingertapping

Durch diesen Test lassen sich Aussagen über das prozedurale Gedächtnis treffen. Der Proband tippte auf der Computertastatur eine von vier festgelegten Zahlensequenzen bestehend aus fünf Ziffern nach. Um einen Lernerfolg feststellen zu können, übten die Probanden die Sequenz vor dem Mittagsschlaf. Abends erfolgte die Abfrage der gelernten Sequenz, wie auch eine Kontrolle durch eine von dem Probanden nicht gelernte Sequenz. Durch Randomisierung wurde festgelegt, welche Sequenz bei der ersten und welche

Sequenz bei der zweiten Experimentalsitzung zu lernen war, so dass sich die gelernte Sequenz nicht wiederholte. Es war festgelegt, dass wenn vor dem Schlaf und als Abfrage Sequenz 1 gelernt und abgefragt wurde, der Proband anschließend als Kontrolle Sequenz 2 nachtippen musste. Lernte er zuerst Sequenz 2 und wurde diese anschließend abgefragt, musste der Proband zur Kontrolle Sequenz 1 nachtippen. Wurde von dem Probanden zuerst Sequenz 3 gelernt und abgefragt, erhielt er zur Kontrolle Sequenz 4, wurde zuerst Sequenz 4 gelernt und abgefragt, wurde zur Kontrolle Sequenz 3 angeboten. Der Proband legte die Finger der nicht dominanten Hand auf die Ziffern 1-4. Er war dazu angehalten die Sequenz so schnell und so präzise wie möglich nachzutippen. Während der Lernphase gab es insgesamt neun Durchgänge á 30 Sekunden mit einer Unterbrechung von 30 Sekunden. Nach jedem Durchgang erhielt der Proband eine Rückmeldung über die Anzahl der in den 30 Sekunden geschafften Zahlensequenzen und über die Anzahl der richtigen Sequenzen. Die abendliche Abfrage bestand aus drei Durchgängen á 30 Sekunden der vor dem Schlafen gelernten Sequenz und einer Kontrolle mit ebenfalls drei Durchgängen á 30 Sekunden einer für den Probanden nicht eingeübten Zahlensequenz. In der zweiten Experimentalsitzung wurden die bis dahin noch unbekanntes Zahlensequenzen eingesetzt. Das Eintippen der Sequenz wird einmal hinsichtlich der Fehlerrate (Error rate) und ein weiteres Mal hinsichtlich der Reaktionszeit (RT) ausgewertet. Die Fehlerrate wird anhand des Mittelwerts der letzten drei Blöcke des Lerndurchgangs berechnet. Wertet man das Fingertapping nach der RT aus, erhält man Mittelwerte der Tastendruckgeschwindigkeit in ms. Bei der Berechnung wird somit die Zeit zwischen der Anzeige der Sequenz bis zum ersten Druck auf die Tastatur, zwischen dem Druck der ersten Taste und der zweiten Taste und so weiter bis die gesamte Sequenz eingetippt wurde gestoppt und daraus der Mittelwert gebildet. Um eine Vergleichbarkeit mit der Studie von Cordi et al. zu erzielen, wurden ebenfalls nur die letzten drei Blöcke des gesamten Durchgangs berücksichtigt.

2.5 Statistische Analyse

Wie das Studiendesign vorgibt ist die unabhängige Variable der verwendete Audiotext, die abhängige Variable ist sowohl der Tiefschlafanteil, wie auch die Gedächtnisleistung.

Die unabhängige Variable hat in dieser Studie zwei Faktorstufen, den Hypnosetext und den Kontrolltext.

Alle durch die Studie erhaltenen Werte wurden an der selben Probandengruppe erhoben, daher wurden für die Studie bedeutende Ergebnisse mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben untersucht. Mit Hilfe von Microsoft Excel wurden Zweistichproben t-Tests bei abhängigen Stichproben berechnet. Es wurden quantitative Merkmale wie beispielsweise die Zeit in Minuten oder die Anzahl von Wortpaaren erhoben, was die Berechnung weiterer Werte wie zum Beispiel den Mittelwert zulässt. Die Mittelwerte, Standardfehler und p-Werte wurden mit Microsoft Excel berechnet. Ein p-Wert von $< 0,05$ wurde als signifikant erachtet.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung EEG

Für die Auswertung des EEGs konnten 22 Probanden in Betracht gezogen werden.

Die Hypnose erhöht die im SWS verbrachte Zeit signifikant von 12,82 min auf 20,39 min ($t(21) = 2,67, p = 0,014$). Dies war insbesondere auf die in S4 verbrachte Zeit zurückzuführen ($t(21) = 2,88, p = 0,009$). Andere Schlafstadien waren durch die Hypnose unverändert ($p > 0,275$, Tabelle 2 und Abbildung 3).

Schlafstadium	Kontrollbedingung	Hypnosebedingung	t-Wert	p-Wert
	Mittelwert (in min) ± Standardfehler	Mittelwert (in min) ± Standardfehler		
Wach	6,75 ± 1,99	6,57 ± 2,66	0,05	0,968
Stadium 1	8,99 ± 0,85	8,48 ± 0,87	0,41	0,684
Stadium 2	38,91 ± 3,09	37,05 ± 3,35	0,64	0,531
Stadium 3	8,20 ± 2,03	8,30 ± 1,38	-0,07	0,949
Stadium 4	4,61 ± 1,49	12,09 ± 2,65	-2,88	0,009**
SWS	12,82 ± 2,56	20,39 ± 3,06	-2,67	0,014*
REM	5,07 ± 2,06	2,93 ± 1,11	1,13	0,276

Tabelle 2: Dauer der einzelnen Schlafstadien in Minuten unterteilt in Kontroll- und Hypnosebedingung, mit Standardfehlern, t-Werten und p-Werten von t-Tests für abhängige Stichproben. SWS: Slow Wave Sleep, REM: Rapid Eye Movement. Hervorgehoben: signifikante Ergebnisse, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

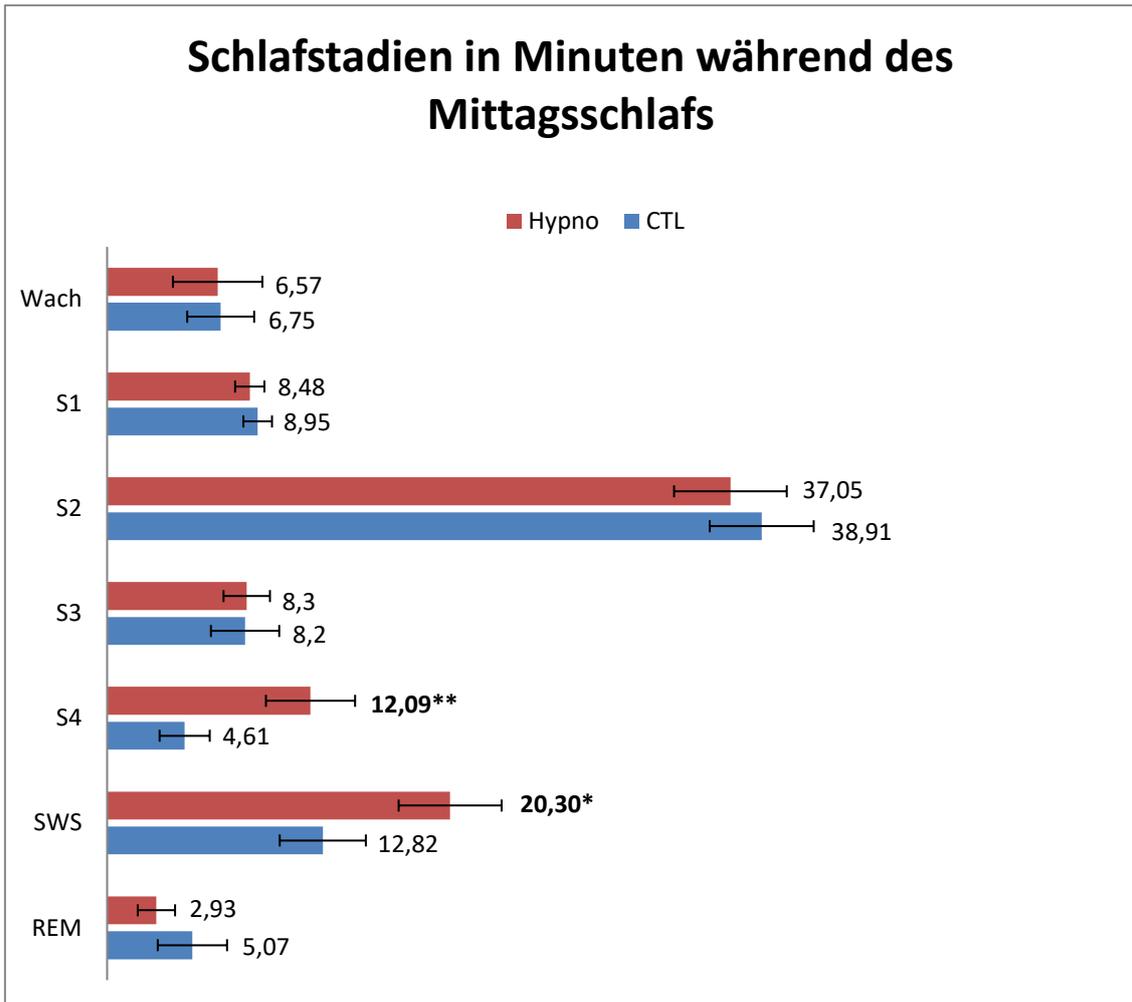


Abbildung 3: Aufführung der in den einzelnen Schlafstadien verbrachten Zeit (in Minuten) in der Hypnosebedingung (Hypno, rote Balken) und der Kontrollbedingung (CTL, blaue Balken). REM: Rapid Eye Movement, SWS: Slow wave Sleep. Dargestellt sind die Mittelwerte und die Standardfehler. Signifikante Werte sind hervorgehoben, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

3.2 Auswertung Word Pair Associate Learning Task (PAL)

Beim PAL konnten die Daten von 23 Probanden ausgewertet werden. Um die Kontrollbedingung mit der Hypnosebedingung vergleichen zu können, wurde die Leistung nach dem Schlaf im Verhältnis zur Leistung vor dem Schlaf betrachtet. Somit kann eine Ab- oder Zunahme der Leistung prozentual verglichen werden.

Wie Tabelle 3 und Abbildung 2 zeigen, wurde durch Hypnose die Anzahl korrekt wiedergegebener Wortpaare in keinem der Durchgänge signifikant erhöht ($p > 0,215$).

	Kontrollbedingung		Hypnosebedingung		t-Wert	p-Wert
	MW	korrekten Wortpaare ± Standardfehler	MW	korrekten Wortpaare ± Standardfehler		
Learning		34,36 ± 2,75		33,17 ± 2,64	0,62	0,540
Recall		31,61 ± 2,83		31,39 ± 2,60	0,14	0,889
Recall/ Learning %		91,12 ± 2,00		94,68 ± 1,92	-1,28	0,216

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardfehler der korrekt wiedergegebenen Wortpaare aufgeschlüsselt nach Kontroll- und Hypnosebedingung im Learning (Lerndurchgang), Recall (Abruf) und Recall/ Learning %, wie auch die dazugehörigen Standardfehler, t-Werte und p-Werte von t-Tests für abhängige Stichproben. MW: Mittelwert.

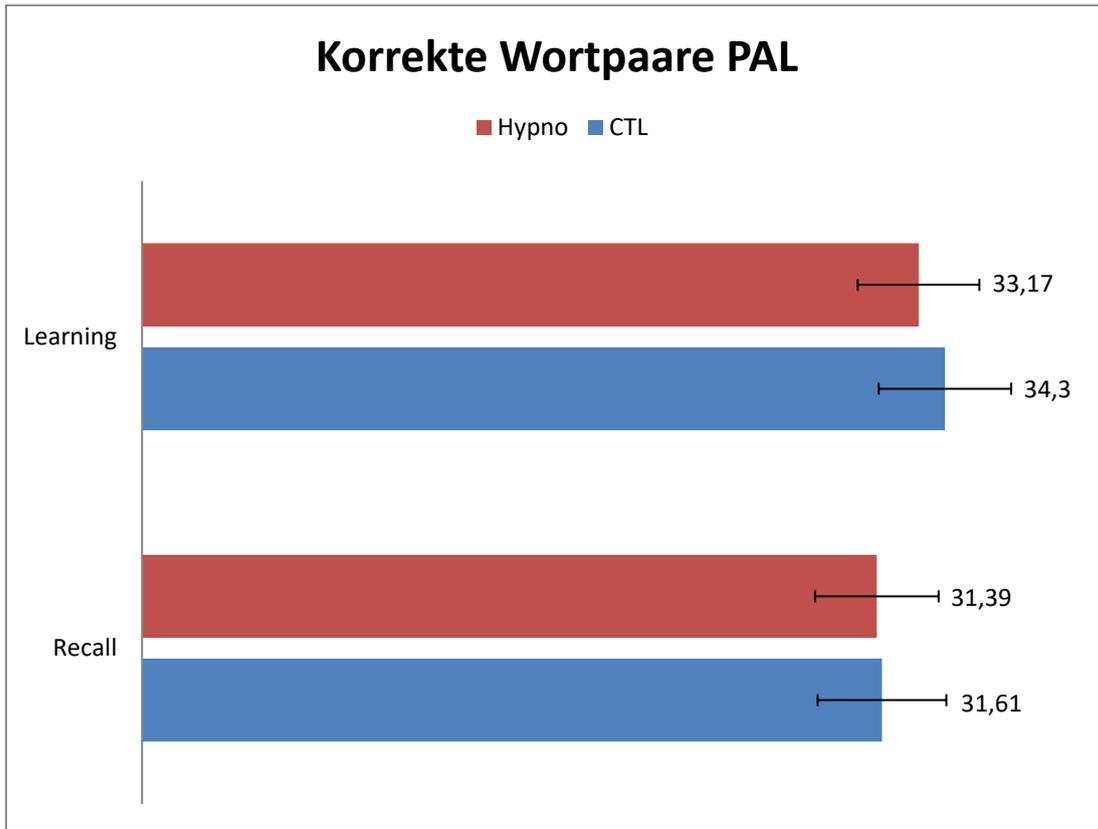


Abbildung 4: Korrekt wiedergegebene Wortpaare im Word Pair Associate Learning Task (PAL), aufgeteilt nach Learning (direkt nach dem Lernen) und Recall (Abfrage am Abend). Rote Balken stehen für die Hypnosebedingung (Hypno), blaue Balken für die Kontrollbedingung (CTL), mit jeweiligen Fehlerbalken der Standardfehler.

3.3 Auswertung Fingertapping

Für die Auswertung des Fingertappings konnten ebenfalls 23 Probanden in Betracht gezogen werden. Um auch hier eine Vergleichbarkeit zwischen der Kontroll- und Hypnosebedingung herstellen zu können, wurde die Fehlerrate nach dem Schlaf verhältnismäßig zur Fehlerrate vor dem Schlaf betrachtet.

Während der Hypnosebedingung konnte, wie in Tabelle 4 und Abbildung 5 erkennbar, in keinem der Durchgänge eine signifikante Reduktion der Fehlerrate beobachtet werden ($p > 0,267$).

	Kontrollbedingung		Hypnosebedingung		t-Wert	p-Wert
	Mittelwert	ER ± Standardfehler	Mittelwert	ER ± Standardfehler		
Lernen	0,089	± 0,017	0,111	± 0,023	-1,14	0,268
Recall	0,078	± 0,013	0,097	± 0,026	-0,72	0,481
Kontrolle	0,096	± 0,018	0,014	± 0,08	1,01	0,323
Recall/Learning %	87,64	± 46,84	87,39	± 77,66	0,04	0,967

Tabelle 4: Auswertung der Fehlerrate (ER) des Fingertappings unter Kontroll- und Hypnosebedingung, während des Lernens, des Recall, der Kontrolle und Recall/Learning %, aufgeschlüsselt nach den Mittelwerten der Fehlerrate, mit dazugehörigen Standardfehlern, t-Werten bei abhängiger Stichprobe und p-Werten.

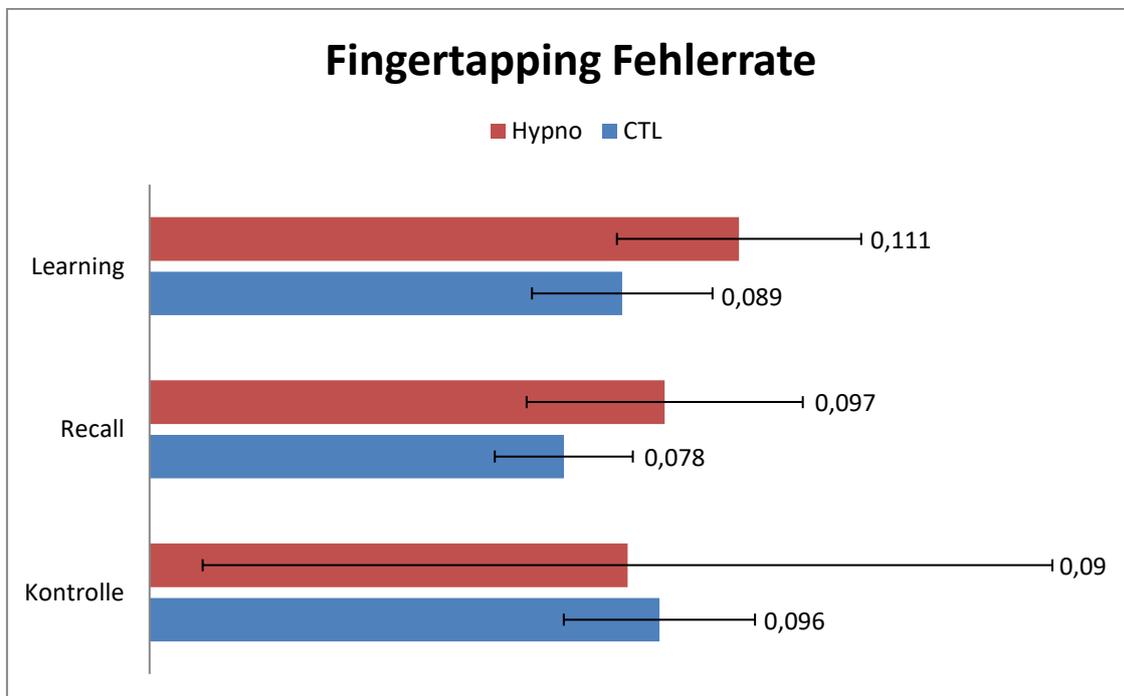


Abbildung 5: Fehlerrate beim Fingertapping aufgezeigt nach den einzelnen Durchgängen Learning (Lernen), Recall (Abfrage am Abend) und Kontrolle mit unbekannter Tastensequenz.

Rote Balken stehen für die Hypnosebedingung (Hypno), blaue Balken zeigen die Kontrollbedingung (CTL), zusätzlich enthalten Fehlerbalken der Standardfehler.

Wertet man das Fingertapping hinsichtlich der RT in ms aus, ist es auch hier sinnvoll einen Wert aus Recall/Learning in % zu bilden, um eine Veränderung der Reaktionszeit zwischen den Bedingungen Hypnose und Kontrolle vergleichen zu können. Es kam, wie Tabelle 5 und Abbildung 6 zeigen, durch das Hören des Hypnosetextes zu keiner signifikanten Abnahme der Reaktionszeit im Vergleich zum Kontrolltext ($p > 0,231$).

	Kontrollbedingung		Hypnosebedingung		t-Wert	p-Wert
	Mittelwert	RT ± Standardfehler	Mittelwert	RT ± Standardfehler		
Lernen	225,39	19,03	222,64	16,38	0,23	0,821
Recall	200,38	18,50	204,66	19,88	-0,44	0,664
Kontrolle	290,16	25,18	306,22	31,44	-1,23	0,232
Recall/Learning %	88,9	11,47	91,93	15,06	-0,30	0,765

Tabelle 5: Auswertung der Reaktionszeit (RT) des Fingertappings hinsichtlich des Mittelwerts und Standardfehlern der RT in ms während des Lernvorgangs, des Recalls, der Kontrolle und Recall/Learning % unter Kontroll- und Hypnosebedingung, mit Standardfehlern, t-Werten bei abhängiger Stichprobe und p-Werten.

Vergleicht man die RT im Lernvorgang mit der im Recall, zeigt sich sowohl in der Kontrollbedingung ($t(22) = 4,30, p = 0,001$) als auch in der Hypnosebedingung ($t(22) = 2,13, p = 0,04$) eine signifikante Reduktion. Dies bestätigt, dass die Probanden sich über

die Zeit verbessert haben, auch wenn dies unabhängig davon war, ob sie diese Zeit in der Hypnose- oder der Kontrollbedingung verbracht haben.

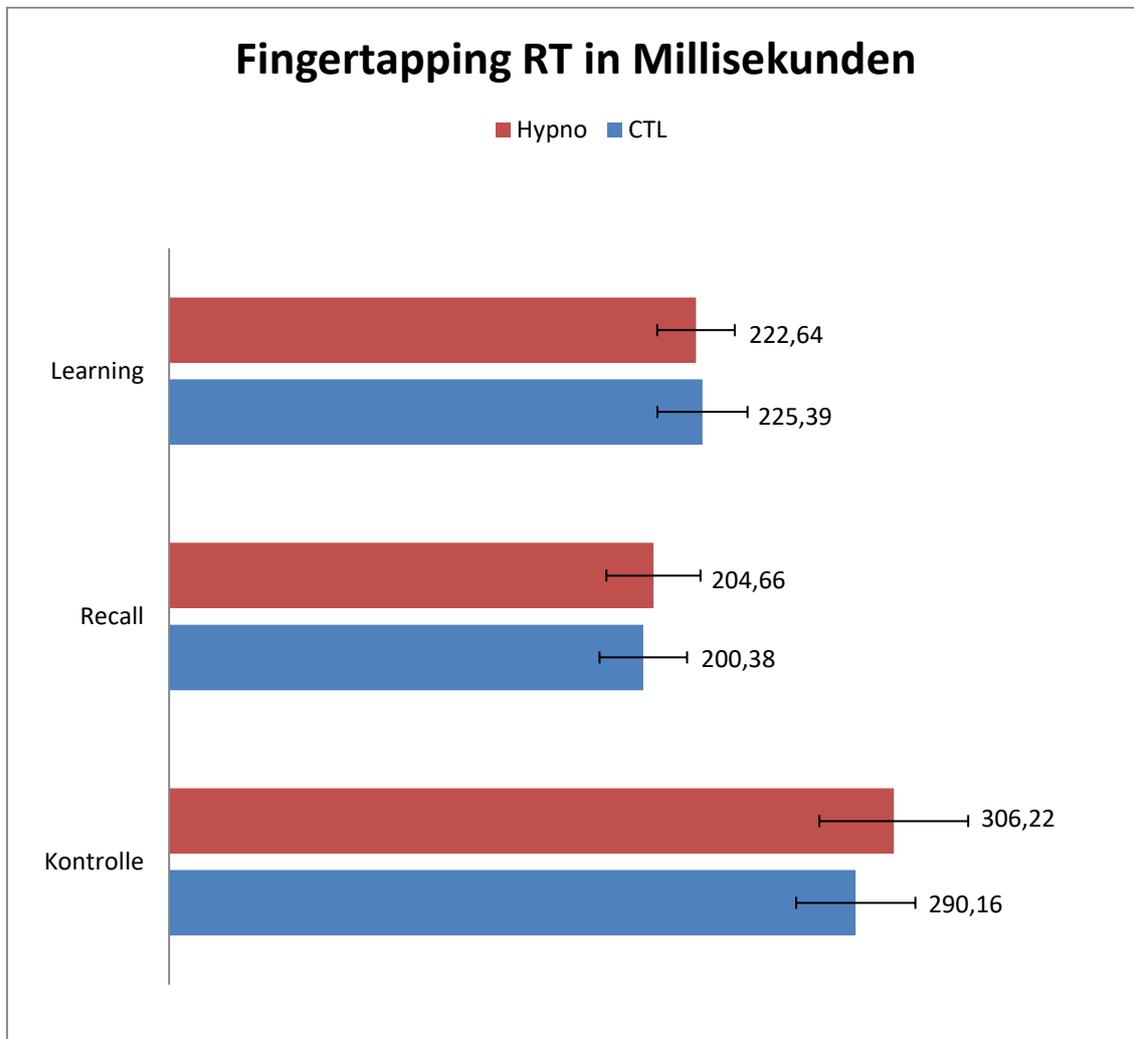


Abbildung 6: Reaktionszeit RT in ms beim Fingertapping aufgeschlüsselt nach den einzelnen Durchgängen Learning, Recall und Kontrolle mit einer für den Probanden unbekanntem Tastensequenz. Rote Balken stehen für die Hypnosebedingung (Hypno), blaue Balken zeigen die Kontrollbedingung (CTL), mit dazugehörigen Fehlerbalken der Standardfehler.

3.4 Auswertung Psychomotor Vigilance Test (PVT)

Auch hier kamen die Daten von 23 Probanden zur Auswertung. Wie bei den vorherigen Testauswertungen wurde auch hier ein Wert aus Recall/Learning in % berechnet.

Durch Hypnose wurde die Reaktionsgeschwindigkeit im Recall von 315,63 ms auf 326,11 ms signifikant erhöht ($t(22) = -2,18, p = 0,040$). Die anderen Durchgänge zeigten sich durch die Hypnose unverändert ($p > 0,138$, Tabelle 6, Abbildung 7).

	Kontrollbedingung		Hypnosebedingung		t-Wert	p-Wert
	Mittelwert	± Standardfehler	Mittelwert	± Standardfehler		
Learning	349,21	± 11,25	345,68	± 11,27	0,36	0,724
Recall	315,63	± 5,74	326,11	± 6,71	-2,18	0,040*
Recall/Learning %	90,38	± 10,96	94,34	± 10,46	-1,53	0,139

Tabelle 6: Auswertung des PVT bezogen auf die Bedingungen Kontrolle und Hypnose, aufgeteilt nach Mittelwerten in ms, Standardfehler, t-Werten bei abhängigen Stichproben und p-Wert, im Lernvorgang, wie auch beim Recall, sowie Recall/Learning %.

Hervorgehoben: signifikante Ergebnisse, * $p < 0,05$.

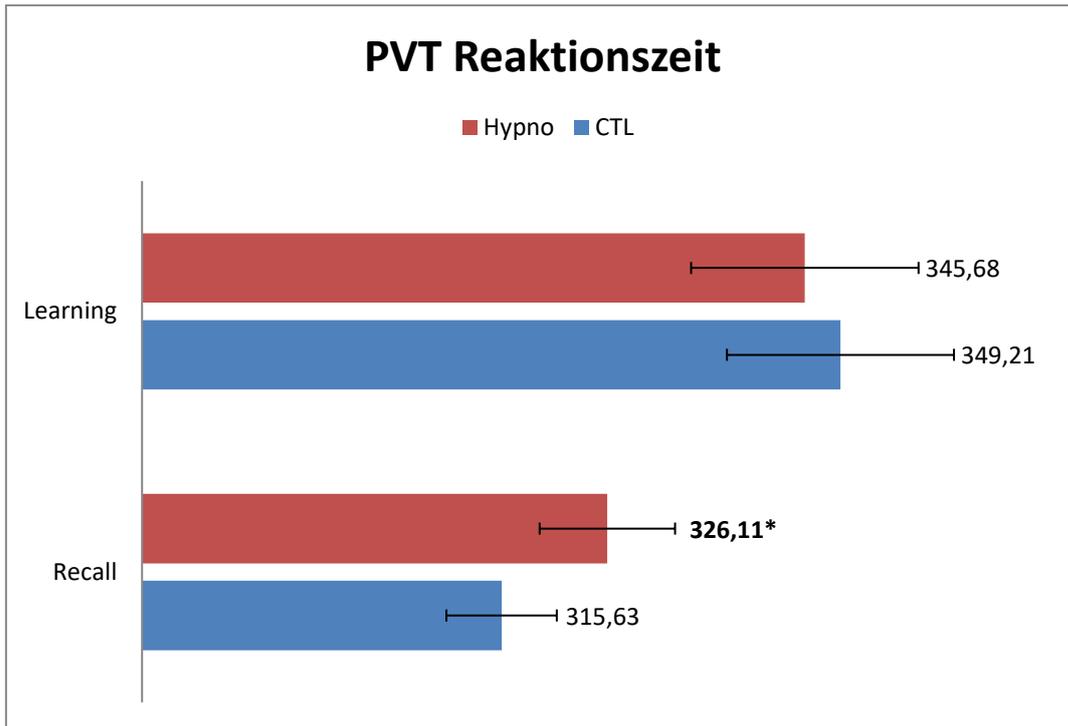


Abbildung 7: Reaktionszeit in ms im Psychomotor Vigilance Test (PVT)
Aufgeteilt nach Learning und Recall. Rot unter Hypnosebedingung (Hypno), blau
Kontrollbedingung (CTL), mit dazugehörigen Fehlerbalken der Standardfehler
Hervorgehoben: signifikante Werte, * $p < 0,05$.

4 Diskussion

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass durch die Hypnose SWS verstärkt werden kann. Die Hypnose hat jedoch keinen Einfluss auf die Gedächtnisleistung.

Die Auswertung der EEG-Daten zeigt deutlich, dass in diesem Experiment durch Hypnose das Stadium S4 und SWS verlängert werden konnten. Es wurde ein nahezu identisches Experiment in der Schweiz an Frauen durchgeführt. Hier konnten Cordi, Schlarb und Rasch bereits belegen, dass diese Schlafphasen durch Hypnose deutlich verlängert werden (Cordi et al., 2014). Sowohl in unserem Studiendesign, als auch im schweizer Studiendesign hatte der Hypnosetext keinen Einfluss auf die Schlafstadien 1 und 2 und auf den REM-Schlaf. Man könnte argumentieren, dass die Wirkung der Hypnose, also somit die Verlängerung des Stadiums S4 und des SWS auf die Erwartungshaltung der Probanden zurückzuführen ist. Den Probanden wurde bereits in der Einführungsveranstaltung erklärt, dass Hypnose SWS verstärkt. Zudem haben sie die Information erhalten, dass sie in einer Sitzung den Hypnosetext und in der anderen Sitzung den Kontrolltext zum Einschlafen hören werden. Somit könnte der Proband nach der ersten Sitzung mit der Erwartung in die nächste Sitzung gehen, dass er, wenn der Hypnosetext noch aussteht besonders tief schlafen wird oder wenn der Kontrolltext erwartet wird schlechter schläft. Um dies sicher auszuschließen, haben Cordi et al. in ihrer Studie einen weiteren Text generiert, welcher einen leichten, oberflächlichen Schlaf induzieren soll (Cordi et al., 2014). Es wurde hochsuggestiblen Probandinnen statt des in dieser Studie verwendeten Hypnosetextes, welcher auf einen tiefen Schlaf abzielt, ein Hypnosetext vorgespielt, welcher einen oberflächlichen Schlaf erzeugen soll. Bei diesem Text treibt ein Boot auf der Meeresoberfläche. Die schweizer Kollegen konnten nach dem Hören des einen oberflächlichen Schlaf auslösenden Hypnosetextes keine Zunahme des SWS verzeichnen (Cordi et al., 2014). Es konnte sogar eine relative Abnahme des SWS verzeichnet werden. Die Schlafstadien S1 und S2, welche den oberflächlichen Schlaf repräsentieren, wurden durch den einen oberflächlichen Schlaf auslösenden Hypnosetext nicht verstärkt (Cordi et al., 2014). Es ist nur möglich durch spezifische Suggestionen, welche auf eine Verstärkung des SWS abzielen, diese auch zu erreichen. Wäre man davon ausgegangen, dass die Probanden die Erwartung haben, dass man durch den Kontrolltext

schlechter schläft, dann wären die Kollegen in der Schweiz zu einem anderen Ergebnis gekommen. Es hätte dann auch der Hypnosetext, der einen oberflächlichen, leichten Schlaf hervorrufen soll, die Tiefschlafphase verlängert. Die Suggestionen sind somit entscheidend, um SWS zu verstärken (Cordi et al., 2014).

Die vorliegende Studie zeigt, dass neben jungen (Cordi et al., 2014) und älteren Frauen (Cordi et al., 2015) auch junge gesunde Männer eine Verstärkung des SWS während eines Mittagsschlafs durch Hypnose erfahren. Es konnte somit gezeigt werden, dass die hier eingesetzte Hypnose keine geschlechterspezifische Wirkung auf den Schlaf hat. Neben den Studien mit Mittagsschlaf haben Cordi et al. 2020 eine Studie mit männlichen und weiblichen, französisch sprechenden Probanden während eines achtstündigen Nachtschlafs durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit bereits an Frauen durchgeführten Studien verglichen. Es konnten hier ebenfalls keine geschlechterspezifischen Unterschiede sowohl bei der Verstärkung des SWS durch hypnotische Suggestionen, wie auch der Verbesserung des episodischen und sensorischen Gedächtnisses festgestellt werden (Cordi et al., 2020). Die in der vorliegenden Studie verwendeten Texte, Lernaufgaben und Fragebögen wurden ins Französische übersetzt (Cordi et al., 2020). Die Ergebnisse lassen verallgemeinern, dass Hypnose nicht geschlechterspezifisch wirkt und auch nicht an eine Sprache gebunden ist.

Die hier durchgeführte Studie zählt zu den Wenigen, die anhand objektiver Parameter die Verstärkung des SWS sichtbar machen. In vorherigen Studien wurde die Auswirkung von Hypnose anhand subjektiver Parameter, wie beispielsweise durch Fragebögen und Schlaftagebücher, erhoben (Schlarb, 2003, Schlarb & Gulewitsch, 2011). Durch die in dieser Studie angewandte Polysomnographie konnte anhand objektiver Parameter die Auswirkung von Hypnose auf den Schlaf dargestellt werden.

Die schweizer Kollegen konnten zeigen, dass nur hoch suggestible Personen für Hypnose empfänglich sind und es somit zu einer Verstärkung des SWS kommt (Cordi et al., 2014). Cordi et al. führte ihre Studie an hochsuggestiblen, wie auch an niedrigsuggestiblen Probandinnen durch. Niedrig suggestible Probandinnen erzielten im HGSHS einen Wert 5,07. An niedrig suggestiblen Probandinnen konnte SWS durch hypnotische Suggestionen nicht signifikant verstärkt werden (Cordi et al., 2014). Aufgrund dieses Erkenntnis wurden nur hochsuggestible männliche Probanden in die vorliegende Studie

eingeschlossen. An niedrig suggestiblen Probanden mit weniger als 6,0 Punkten haben wir keine Tiefschlafverstärkung durch hypnotische Suggestionen erwartet.

Es gibt bereits Studien, die zeigen, dass Hypnose positive Effekte bei der Behandlung von Schlafstörungen zeigt (Schlarb, 2003, Schlarb & Gulewitsch, 2011). Schlarb untersuchte die Auswirkung von Hypnotherapie an Patienten mit primärer Insomnie (Schlarb, 2003). Die Probanden waren dazu angehalten vor dem Schlafen einen Teil einer sechsteiligen Hypnosetextreihe, welchen sie auf Kassette erhalten haben, vor dem Schlafengehen zu hören. Anhand der Auswertung von Schlaftagebüchern und Fragebögen konnte Schlarb zeigen, dass durch das Hören der Hypnosetexte die Einschlafzeit signifikant verringert werden konnte und die Probanden in einer Nacht tendenziell weniger wach lagen (Schlarb, 2003). Bei einer Literaturschau konnten Schlarb und Gulewitsch anhand einiger Fallberichte zeigen, dass durch Hypnose Schlafstörungen bei Kindern verbessert werden können (Schlarb & Gulewitsch, 2011). Die Fallberichte beziehen sich meist auf Einzelfallberichte ohne kontrollierte Studie mit Vergleich von Kontrollgruppen. Ebenfalls fehlte bei den einzelnen Berichten, wie auch in der Zusammenschau, ein strukturiertes hypnotherapeutisches Konzept. Durch den Einsatz eines einheitlichen Hypnosetextes und die Überprüfung der Auswirkung durch objektive Parameter, wie in unserer Studie, können aussagekräftige Ergebnisse dargestellt werden, welche nicht vom subjektiven Empfinden der Probanden abhängig sind.

Betrachtet man im Weiteren die Ergebnisse der einzelnen Gedächtnistests und vergleicht sie mit denen durch Cordi et al. an Probandinnen gewonnenen Ergebnissen, kommt man zu folgenden Punkten: Für den PAL wurde beim Recall kein signifikanter Unterschied zwischen der Hypnose- und der Kontrollbedingung gefunden. Auch in der schweizer Studie, an der nur weibliche Probandinnen teilnahmen, konnte durch Hypnose kein signifikantes Ergebnis in Bezug auf das Faktenlernen erzielt werden (Cordi et al., 2014). Es fällt jedoch auf, dass beim Betrachten der Absolutwerte, Frauen im Vergleich zu Männern mehr Wortpaare sowohl beim Learning als auch beim Recall unter Hypnosebedingung erinnern konnten. Vergleicht man die Ergebnisse mit der Studie von Cordi, stellt man fest, dass Frauen bereits im Lerndurchgang mehr Wortpaare richtig erinnern konnten, wie auch beim Recall unter Hypnosebedingung. (Frauen: Hypnosetext: Learning 40,36, Recall 41,43, Recall/Learning % 102, 65; Kontrolltext: Learning 37,57,

Recall 37,71, Recall/Learning % 100,37; Männer: Hypnose: Learning 33,17, Recall 31,39, Recall/Learning % 94,63; Kontrolle: Learning 34,3, Recall 31,6, Recall/Learning % 91,12). Frauen konnten sich zudem nach dem Schlaf an mehr richtige Wortpaare als vor dem Schlaf erinnern, was bei den Männern in der vorliegenden Studie nicht der Fall war. Es stellt sich die Frage, ob diese Unterschiede auf das Geschlecht zurückgeführt werden können oder ob sie daran liegen, dass es an zwei unterschiedlichen Orten mit zwei unterschiedlichen Versuchsleitern nahezu unmöglich ist, dieselben Bedingungen zu schaffen.

Frauen und Männer bevorzugen es visuell zu lernen. Frauen prägen sich zu 72 % neue Lerninhalte visuell ein, Männer hingegen zu 59,7 % (Arrenberg & Kowalski; 2007). Von daher fällt es Frauen möglicherweise leichter sich beim PAL an mehr Wortpaare richtig zu erinnern, da hier rein auf visuelles Lernen abgezielt wird. Zudem geht man davon aus, dass Frauen Vorteile im Bereich der Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Wortfindung und der Erinnerung von Gruppierungen haben (Kuhlmann & Seidel, 2005). Das könnte hier ebenfalls zur geringeren Erinnerung an die abgefragten Wortpaare führen. In einer weiterführenden Studie könnte man diese Hypothesen testen, indem man Männer und Frauen in der gleichen Studie mit identischen Bedingungen direkt vergleicht.

Schließt man die Auswertung des Fingertappings hinsichtlich der Fehlerrate an, kommt man ebenfalls zu dem Schluss, dass durch Hypnose kein signifikanter Gedächtnisvorteil erzielt werden kann. Es lässt sich somit durch die Anwendung von Hypnose kein Vorteil bei der Festigung des prozeduralen Gedächtnisses feststellen. Durch das Üben der Sequenz lässt sich die Fehlerrate minimieren. Vergleicht man hier die Ergebnisse mit der schweizer Studie kommt man ebenfalls zu dem Schluss, dass bei den Probandinnen auch keine signifikante Erhöhung der Gedächtnisleistung des prozeduralen Gedächtnisses durch die Anwendung von Hypnose erreicht werden konnte (Cordi et al., 2014). Frühere Studien kamen zu dem Ergebnis, dass längerer Schlaf die Festigung prozeduraler Gedächtnisinhalte im Vergleich zu kürzerem Schlaf stärker verbessert (Diekelmann & Born, 2010). Es stellt sich die Frage, ob in dieser Studie die Schlafdauer mit 90 Minuten zu kurz war, um einen positiven Effekt auf die Festigung des prozeduralen Gedächtnisses durch Hypnose im Vergleich zum Kontrolltext zu erzielen. Cordi et al. führten bei der Studie, welche einen achtstündigen Nachtschlaf beinhaltet, keine prozeduralen Gedächtnistests durch (Cordi et al. 2020). Cordi et al. kamen jedoch zu dem Schluss, dass

es während eines acht stündigen, durch hypnotische Suggestionen verstärkter SWS, zu Beginn der Nacht deutlichere Effekte gibt (Cordi et al., 2020). Daraus kann man die Annahme ableiten, dass durch längeren Schlaf keine Verbesserung der Gedächtnisleistung eintreten wird.

Zudem kommen Studien zu dem Schluss, dass die Festigung prozeduraler Gedächtnisinhalte hauptsächlich im REM-Schlaf stattfindet (Diekelmann & Born, 2010, Ulrich, 2016). Während eines 90-minütigen Mittagsschlafs wird aufgrund der Schlafarchitektur jedes Schlafstadium im Schnitt nur einmal erreicht. In den ersten Zyklen während eines Nachtschlafs mit einer ungefähren Dauer von acht Stunden fallen die REM-Phasen sehr kurz aus. In der zweiten Nachthälfte verlängert sich die Zeit im REM-Schlaf deutlich (Bear et al., 2009). Es stellt sich die Frage, ob man davon ausgehen muss, dass auch unter diesem Aspekt die Schlafdauer mit 90 Minuten zu kurz war. Allerdings zielte der in dieser Studie verwendete Hypnosetext darauf ab, den SWS und nicht den REM- Schlaf zu verstärken. Würden den Probanden Suggestionen erteilt werden, welche auf eine Verstärkung des REM-Schlafs abzielen, könnte gegebenenfalls ein Effekt bezüglich der Festigung prozeduraler Gedächtnisinhalte erreicht werden. In anderen Studien ist jedoch davon die Rede, dass prozedurale Gedächtnisinhalte auch während des Non-REM- Schlafs gefestigt werden (Diekelmann & Born, 2010). Somit könnte der 90-minütige Mittagsschlaf ausreichend sein, um einen positiven Einfluss auf die Festigung prozeduraler Inhalte zu haben und den minimalen, jedoch nicht statistisch signifikanten Unterschied erklären. Die Auswertung des Fingertappings bezüglich der Reaktionszeit kommt durch die Anwendung von Hypnose im Vergleich zum Kontrolltext ebenfalls zu keiner Verbesserung. Die Auswertung der Reaktionszeit beim Fingertapping lässt sich nicht mit der schweizer Studie vergleichen. Die schweizer Kollegen haben in ihrer Auswertung auf diese Ergebnisse verzichtet. Diekelmann berichtet, dass Schlafentzug die Reaktionszeit verlangsamen kann, es jedoch keinen Hinweis darauf gibt, dass Schlaf zu einer Herabsetzung der Reaktionszeit führt (Diekelmann, 2014). Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass eine Verstärkung von SWS zu keiner Herabsetzung der Reaktionszeit führt.

Der Ablauf der schweizer Studie ist vergleichbar mit dem Ablauf unserer Studie mit Ausnahme der Zeitspanne zwischen dem Lernen und dem Recall, des Beginns der Experimentalsitzungen mit standardisiertem Mittagessen und der Anzahl der angelegten

EEG-Elektroden. In der schweizer Studie wurde die Abfrage der Gedächtnistests direkt nach dem Schlaf durchgeführt und nicht wie in unserer Studie ab 20:30 Uhr, also circa vier Stunden später (Cordi et al., 2014). Die männlichen Probanden sollten hier im Vergleich zu den Probandinnen der schweizer Studie ein längeres Konsolidierungsintervall bekommen. Man könnte vermuten, dass in der schweizer Studie mit einer Abfrage der Gedächtnistests direkt nach dem Schlaf (Cordi et al., 2014) der Konsolidierungsvorgang, welcher durch SWS verstärkt werden sollte, nicht abgeschlossen war. Es zeigt sich jedoch, dass ein Konsolidierungsintervall von vier Stunden keinen Effekt auf die Abfrage der Gedächtnistests hat. Betrachtet man die Absolutzahlen, so stellt sich die Frage, ob durch die längere Zeitspanne zwischen Lernen und Abfrage mehr Inhalte vergessen wurden, als bei der durch Cordi et al. durchgeführten Studie. Möglicherweise hätten die männlichen Probanden in unserer Studie bessere Ergebnisse erzielt, wenn man sie direkt nach dem Mittagsschlaf abgefragt hätte und nicht erst um 20:30 Uhr.

Schlaf nach dem Lernen fördert die Konsolidierung neuer Lerninhalte (Diekelmann, 2014). Hierbei korreliert die Anzahl der Schlafspindeln während des Non-REM-Schlafs mit der Gedächtnisleistung (Diekelmann, 2014, Multani, 2021). Multani erwähnt, dass die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte während des SWS und in Abhängigkeit des Hippocampus stattfindet (Multani, 2021). Langsame Oszillationen und Schlafspindeln sind hierbei von besonderer Bedeutung. Eine Zunahme der Spindelaktivität und langsamer Oszillationen nach dem Lernen deklarativer Gedächtnisinhalte weisen auf eine neokortikale Wiederverarbeitung hin (Multani, 2021). Multani untersuchte in seiner Studie den Einfluss von Schlafphasen und Schlafspindeln auf die schlafabhängige Gedächtniskonsolidierung bei Kindern (Multani, 2021). Kinder führten hierbei Gedächtnisaufgaben unter den Bedingungen Wach und Schlaf durch. Die Gedächtnisaufgaben bezogen sich auf das Lernen und die Abfrage von Bild- und Wortpaaren. Multani stellte fest, dass Kinder nach dem Schlaf signifikant mehr Wortpaare erinnern konnten, als wenn sie zwischen Lernen und Abfrage wach waren. Des weiteren stellte Multani fest, dass Kinder mit einer geringen REM-Dauer signifikant mehr Wort- und Bildpaare nach dem Schlaf richtig erinnern konnten. Bezüglich der Schlafspindelauswertung kommt Multani zu folgendem Schluss: in S2 treten deutlich mehr Schlafspindel als während des SWS auf. Kinder mit niedrigerem Intelligenzquotient

zeigen eine deutlich höhere Schlafspindeldichte. Weiter stellt Multani fest, dass Kinder für das Lernen visueller Inhalte von einer höheren Spindeldauer und einer höheren Spindelzahl in S2 profitieren, wie auch von einer geringeren Peak-Frequenz in S2 und im SWS. Beim Lernen von verbalen Gedächtnisaufgaben profitieren Kinder von einer hohen Spindeldichte in S2 und niedrigeren Spindelamplituden in S2 und dem SWS. In einem Review fasst Walker zusammen, dass es durch Stimulation langsamer Oszillationen möglich ist, SWS auszulösen und endogene langsame Oszillationen und langsame Spindelaktivität hervorzurufen (Walker, 2009). Es konnte dadurch die nächtliche Konsolidierung signifikant verbessert werden und die Probanden erinnerten doppelt so viele Wortpaare richtig, wie in der Versuchsnacht mit Scheinstimulation (Walker, 2009). Für prozedurale Lernaufgaben, wie das Fingertapping und Spiegelverfolgungsaufgaben, konnte keine Verbesserung durch stimulierte Oszillationen und Spindelaktivität erzielt werden (Walker, 2009). Die von Multani durchgeführte Studie und die Artikel von Diekelmann und Walker zeigen somit, dass zur Konsolidierung von deklarativem Gedächtnis die Anzahl der Schlafspindel und die Spindelamplitude ausschlaggebend sind. In der von uns durchgeführten Studie wurde keine Auswertung bezüglich des Vorkommens von Schlafspindeln und Spindelamplituden vorgenommen. Cordi et al. konnten in ihrer Studie jedoch keine Zunahme der Schlafspindeldichte durch hypnotisch verstärkten SWS verzeichnen (Cordi et al., 2014). Dies könnte den fehlenden Effekt dieser Intervention auf das deklarative Gedächtnis erklären.

Im PVT zeigt sich eine signifikant langsamere Reaktion im Recall nach dem Hören des Hypnosetextes im Vergleich zum Kontrolltext. Die Ergebnisse des PVTs können nicht durch einen Übungseffekt verbessert werden (Basner et al., 2018). Das heißt, ein Lernerfolg durch verstärkten Tiefschlaf kann nicht erwartet werden. Der hypnotische Zustand, der durch die Audiodatei hervorgerufen wird, erzeugt einen Zustand fokussierter Aufmerksamkeit mit einem ausgeprägtem in sich vertieft Sein und einer Unaufmerksamkeit für Fremdes und Äußeres (Okley & Halligan, 2009). Befindet sich der Proband abends bei der Abfrage noch in einem abgeschwächten hypnotischen Zustand, dann könnte die verzögerte Reaktion auf das Anhalten dieses Zustands zurückgeführt werden. Der Audiotext erteilt keine Suggestion den hypnotischen Zustand

zu verlassen. Diese Hypothese müsste jedoch noch überprüft werden, in dem z.B. anhand weiterer Fragebögen ermittelt wird, ob der hypnotische Zustand noch anhaltend ist.

5 Fazit und Ausblick

Die Studie zeigt, dass durch Hypnose SWS bei gesunden, männlichen, hochsuggestiblen Probanden im Alter zwischen 18 und 30 Jahren verlängert werden kann. Die Studie gibt Hinweise darauf, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf die Tiefschlafverstärkung durch hypnotische Suggestionen hat. Eine Verbesserung des prozeduralen und deklarativen Gedächtnisses konnte in dieser Studie nicht gezeigt werden. Auch die Kollegen in der Schweiz konnten in ihrer Studie bei gesunden Frauen in derselben Altersspanne keine signifikanten Ergebnisse hinsichtlich einer verbesserten Gedächtnisleistung erzielen (Cordi et al., 2014). Cordi et al. konnte in ihrer Studie zeigen, dass nur an hochsuggestiblen Probandinnen SWS durch Hypnose verstärkt werden konnte (Cordi et al., 2014). Es lässt sich SWS auch nur durch Suggestionen verstärken, welche explizit auf eine Verstärkung des SWS abzielen (Cordi et al., 2014). Ein Effekt durch eine reine Erwartungshaltung der Probanden kann somit ausgeschlossen werden (Cordi et al., 2014).

Da sich der Effekt der Hypnose bei hochsuggestiblen Männern bezüglich der Tiefschlafverstärkung gleich verhält wie bei hochsuggestiblen Frauen, ist davon auszugehen, dass Männer beim Hören des Hypnosetextes, welcher einen leichten Schlaf hervorrufen soll, ebenfalls keine Verstärkung des SWS erfahren. Um ganz sicher zu sein, sollte jedoch wie in der Studie von Cordi et al., auch männlichen Probanden der Hypnosetext, welcher einen oberflächlichen Schlaf induzieren soll, vorgespielt und die Auswirkungen auf den SWS ermittelt werden.

Wie bereits erwähnt sind in den Schlafphasen S2 und im SWS vorkommende Schlafspindeln ausschlaggebend für die Gedächtniskonsolidierung. In dieser Studie wurde weder die Anzahl noch die Amplitude von Schlafspindeln berücksichtigt. Es sollten an den vorliegenden Daten weitere Analysen durchgeführt werden, welche untersuchen, ob durch hypnotische Suggestionen zur Verstärkung des SWS das Auftreten von Schlafspindeln an männlichen Probanden erhöht werden kann.

Der in der Studie von Cordi et al. verwendete Hypnosetext, welcher oberflächlichen Schlaf induzieren sollte, hatte keinen Effekt auf das Stadium S2 (Cordi et al., 2014). Es wäre interessant, in Zukunft Suggestionen zu entwickeln, welche es ermöglichen, oberflächlichen Schlaf, beziehungsweise das Stadium S2 zu verstärken. Mit gleichem

Studiendesign wie in dieser Studie könnte anschließend untersucht werden, ob ein durch Hypnose verstärktes Stadium S2 Auswirkungen auf die Gedächtniskonsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte hat. In einer weiteren Studie könnten den Probanden bereits vor dem Lernen der Hypnosetext zur Verstärkung des oberflächlichen Schlafs vorgespielt werden, um gegebenenfalls eine Verbesserung der Enkodierung neuer Gedächtnisinhalte zu erreichen und den Einfluss auf das deklarative Gedächtnis zu untersuchen. Ebenfalls könnte versucht werden durch Hypnose REM-Schlaf zu verstärken und gegebenenfalls daraus resultierende Auswirkungen auf das prozedurale Gedächtnis untersucht werden.

Es könnte zudem eine Studie mit gleichem Versuchsaufbau generiert werden, jedoch mit der Abfrage der Gedächtnistests wie bei Cordi et al. direkt nach dem Schlaf (Cordi et al., 2014), um ein einheitliches Konsolidierungsintervall zu erlangen. Es könnten somit die beiden Studien noch stärker vergleichbar gemacht werden.

Um auszuschließen, dass 90 Minuten Mittagsschlaf für die Festigung prozeduraler Gedächtnisinhalte nicht ausreichend sind, sollten Studien mit gleichem Ablauf, jedoch längerer Schlafenszeit durchgeführt werden. Es könnte hierbei der Mittagsschlaf auf 180 Minuten verlängert werden oder ein acht stündiger Nachtschlaf mit Auswirkung auf das prozedurale Gedächtnis untersucht werden.

Nicht nur an jungen Probanden kann SWS durch hypnotische Suggestionen verstärkt werden, auch bei älteren Probanden ist eine Verstärkung des SWS möglich. In einer Mittagsschlafstudie aus dem Jahre 2015 konnte bereits gezeigt werden, dass Hypnose bei Frauen über 60 Jahren ebenfalls den Tiefschlaf verstärkt (Cordi et al., 2015). Von älteren Menschen weiß man, dass mit zunehmendem Alter die Tiefschlafphasen kürzer ausfallen und es durch Schlafstörungen zu Krankheiten wie zum Beispiel Bluthochdruck kommen kann (Kim et al., 2018). Es sollte in weiteren Studien untersucht werden, ob es durch Hypnose verstärkten SWS zur Einsparung von schlaffördernden Medikamenten kommen kann, welche ein hohes Abhängigkeitspotenzial zeigen und eine nachlassende Wirkung bei dauerhafter Anwendung mit sich bringen (Riemann et al., 2015). Als Allheilmittel für jedermann wird Hypnose jedoch nicht geeignet sein, da sie bei niedrigsuggestiblen Probanden zum Teil kontroverse Reaktionen auslöst (Cordi et al., 2014). Es sollte auch in zukünftigen Studien untersucht werden, ob Patienten mit beginnender Demenz von durch Hypnose verstärktem SWS profitieren können. Schlarb konnte in einer ihren

Studien zeigen, dass bei Patienten mit Insomnie die Einschlafzeit durch das Hören eines Hypnosetextes signifikant verkürzt werden konnte (Schlarb, 2003).

Von Bedeutung bleibt auch die Frage, ob durch eine regelmäßige Anwendung der Hypnose SWS stärker intensiviert wird, als durch lediglich ein einmaliges in Hypnose Versetzt werden. Es sollte in diesem Zusammenhang auch ermittelt werden, ob mehrmals angewandte Hypnose Auswirkungen auf die Gedächtniskonsolidierung hat.

6 Zusammenfassung

In der Studie wurde an jungen, gesunden, hoch suggestiblen Männern im Alter von 18 bis 30 Jahren die Wirkung von Hypnose auf den Schlaf und das Gedächtnis im Rahmen einer Mittagsschlafstudie untersucht. Ziel war es durch Hypnose den Tiefschlaf zu verstärken und somit einen positiven Effekt auf Gedächtnisleistungen zu erreichen.

In den beiden Experimentalsitzungen führten die 23 Probanden vor dem Mittagsschlaf den Lerndurchgang von zwei verschiedenen Gedächtnistests durch sowie einen Vigilanztest. Zur Überprüfung des deklarativen Gedächtnisses diente der Word Pair Associate Learning Task (PAL), zur Überprüfung des prozeduralen Gedächtnisses das Fingertapping und zur Untersuchung der Vigilanz der Psychomotor Vigilance Test (PVT). Nach dem Lerndurchgang der Tests hörten die Probanden zum Einschlafen einmal einen Hypnosetext zur Verstärkung des Tiefschlafs und in der anderen Sitzung einen neutralen Kontrolltext über Lagerstättenkunde. Während des 90 minütigen Schlafs wurde dieser mittels EEG, EMG und EOG aufgezeichnet. Nach dem Mittagsschlaf wurden die Probanden nach Hause entlassen. Ab 20:30 Uhr erfolgte die Abfrage der Gedächtnistests. In der Auswertung des EEGs wurde für jeden Probanden innerhalb des 90 minütigen Mittagsschlafs die Dauer der einzelnen Schlafphasen ermittelt. Es zeigte sich, dass unter Hypnosebedingung Schlafstadium 4 und SWS signifikant verlängert werden.

Hinsichtlich der Auswertung der Gedächtnistests konnten keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden. Es zeigte sich nicht, dass durch Hypnose das deklarative Gedächtnis verbessert werden kann.

Durch die Hypnose verlangsamte sich die Reaktionszeit der Probanden im PVT. Möglicherweise kam es zu einem anhaltenden hypnotischen Zustand mit einem ausgeprägten in sich vertieft sein, der zu einer verlängerten Reaktion führen kann. In Folgestudien könnte untersucht werden, welche Auswirkung die Hypnose und die Verbesserung des Tiefschlafs auf ältere Menschen oder Menschen mit Erkrankungen, wie beispielsweise leichter Demenz, hat. Man könnte untersuchen, ob durch die regelmäßige Anwendung von Hypnose vor dem Nachtschlaf ein therapeutischer Effekt erzielt werden kann, mit dem Ziel die Gedächtnisleistung zu verbessern oder schlafanstoßende Medikamente einzusparen

7 Quellenverzeichnis

Ahrberger, J., & Kowalski, S. (2007). Lernen Frauen und Männer unterschiedlich? Eine Studie über das Lernverhalten von Studenten. Arbeitsbericht des Forschungsprojekts der Fachhochschule Köln.

Basner, M., Hermosillo, M., Nasrini, J., McGuire, S., Saxena, S., Moore, T. M., Gur, R. C., & Dinges, D. F. (2018). Repeated Administration Effects on Psychomotor Vigilance Test Performance. *SLEEP*, *41* (1). <http://dx.doi.org/10.1093/sleep/zsx187>

Bear, M. F., Connors, B. W. & Paradise, M. A. (2009). Kapitel 19 Gehirnrhythmen und Schlaf. In: Engel, A. K. (Hrsg.). *Neurowissenschaften- Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie* (3. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag, (S. 657- 694).

Begenat, A. (2004). Zirkardiane Periodik und endogene Oszillatoren und ihre Beeinflussung psychophysiologischer Funktionen des Menschlichen Organismus. [Semesterarbeit Biopsychologie, Freie Universität Berlin].

Berry, B., Brooks, R., Gamaldo, C. E, Harding, S. M., Lloyd, R. M., Marcus, C. L. & Vaughn, B. V. (2015). The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events Rules, Terminology and Technical Specification. *American Academy of Sleep Medicine*

Besedovsky, L., Lange, T. Haack, M. (2019). The sleep-immune crosstalk in health and disease. *Physiol Rev* *99* (S. 1325- 1380) <https://doi.org/10.1152/physrev.00010.2018>

Born, J., & Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychological Research*, *76*, (S.192- 203). <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0335-6>

Bongartz, W., Flammer E., & Schwonke R. (2002). Die Effektivität der Hypnose. *Psychotherapeut* *2*.

Bongartz, W. (1985). German Norms for the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility Form A. *The International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, *33* (2), (S. 121- 139). <https://doi.org/10.1080/00207148508406643>

Cordi, M. J., Hirsinger, S., Mérillat, S., & Rasch, B. (2015). Improving sleep and cognition by hypnotic suggestion in the elderly. *Neuropsychologia* *69*, (S. 176– 182). <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.001>

- Cordi, M. J., Rossier, L., & Rasch, B.** (2020). Hypnotic suggestions given before nighttime sleep extend slow-wave sleep as compared to a control text in highly hypnotizable subject. *International journal of clinical an experimental hypnosis*. 68 (1), (S. 105– 129). <https://doi.org/10.1080/00207144.2020.1687260>
- Cordi, M. J., Schlarb, A. A., & Rasch B.** (2014). Deeping Sleep by Hypnotic Suggestion. *Sleep* 37 (6), (S. 1143- 1152F). <http://dx.doi.org/10.5665/sleep.3778>
- Diekelmann, S., & Born, J.** (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, (S. 1- 13). <https://doi.org/10.1038/nrn2762>
- Diekelmann, S.**, (2014). Sleep for cognitive enhancement. *Frontiers in Systems Neuroscience* 8 (46). doi:10.3389/fnsys.2014.00046
- Dschungelbuch.** (14.05.2020). In Wikipedia. [https://wikipedia.org/wiki/Das_Dschungelbuch\(1967\)](https://wikipedia.org/wiki/Das_Dschungelbuch(1967)).
- Elkins, G. R., Barabaz, A. F., Council, J. R., & Spiegel D.** (2015). Advancing Research and Practice: The Revised APA Division 30 Definition of Hypnosis. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis* 63 (1), (S.1– 9). <https://doi.org/10.1080/00207144.2014.961870>
- Green, R., Frank, M.** (2010). Slow Wave Activity During Sleep: Functional and Therapeutic Implications. *The Neuroscientist* 16 (6). <https://doi.org/10.1177/1073858410377064>
- Görtelmeyer, R.**, (1985) On the Development of a Standardized Sleep Inventory for the Assesment of Sleep. *Methodes of Sleep Research*. In: Kubicki S.T, Herrmann W.M (Hrsg.) Gustav Fischer Verlag (S. 93- 98).
- Hoddes, E., Dement, W., Zarcone, V.** (1972). The development and use of the Standford Sleepiness Scale *Psychophysology* Vol.9 (S. 150).
- Hold, A.** (2014). Stress und Schlaf: Der Einfluss von Stress in einer akademischen Leistungssituation auf die Schlafqualität und die kardiovaskuläre Reaktivität während des Schlafes. [Diplomarbeit Naturwissenschaft, Universität Graz]
- Huppelsberg, J., & Walter, K.** (2009). Kapitel 20.1.4 Elektrophysiologische Analyse der Hinaktivität. In: Boeck, G., Bommas- Ebert, U., Brandenburger, T., Hill, T., & Huppelsberg, J. (Hrsg.) *Prüfungswissen Physikum* (1. Aufl.), Georg Thieme Verlag (S. 868).

Huppelsberg, J., & Walter, K. (2009) Kapitel 20.2 Integrative Funktionen durch Interaktionen zwischen Hirnrinde und subcorticalen Hirnregionen. In: Boeck, G., Bommas- Ebert, U., Brandenburger, T., Hill, T., & Huppelsberg, J. (Hrsg.) *Prüfungswissen Physik* (1.Aufl.). Georg Thieme Verlag (S. 869– 873).

Hypnose. (15.03.2021). In Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Hypnose>.

i- magazine AG. (n. d.). Das Dschungelbuch Einführung (1) - St. Ursula Gymnasium. Aufgerufen am 14.05.2020 von <https://www.yumpu.com/de/document/read/39747747/drehbuch-das-dschungelbuch-einfuehrung-1-st-ursula-gymnasium>.

Kim, C.- W., Chang, Y., Kang, J.- G., & Ryu, S. (2018). Changes in sleep duration and subsequent risk of hypertension in healthy adults. *SLEEPJ 41* (11). <https://doi:10.1093/sleep/zsy159>

Kuhlmann, H.- M., & Seidel, E. (2005). Lernen und Gedächtnis im Erwachsenenalter; In: Bastian, R., Beer, W., Klein, R., Knoll, J., & Meisel, K. (Hrsg.) *Perspektive Praxis* (2. Aufl.). W. Bertelsmann Verlag, (S. 43– 45).

Lang, F., & Lang, P. (2007). Kapitel 20. 2.1 Zirkadiane Periodik. In: *Basiswissen Physiologie*, (2. Aufl.). Springer Medizin Verlag, (S. 442).

Lang, F., & Lang, P. (2007). Kapitel 20. 2.3 Plastizität, Gedächtnis und Lernen. In: *Basiswissen Physiologie*, (2. Aufl.) Springer Medizin Verlag, (S. 446).

Mander, B.A., Roa, V., Lu, B., Saletin J. M., Lindquist, J. R., Ancoli- Israel, S., Jagust, W. & Walker, M. P., (2013). Prefrontal atrophy, disrupted NREM slow waves, and impaired hippocampal-dependent memory in aging. *Nat Neurosci. 16* (3) (S. 357-364). doi: 10.1018/nm.3324

Milton H. Erickson Gesellschaft für Klinische Hypnose e. V. (n. d.) Zu Hypnose. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.meg-hypnose.de/zu-hypnose>.

Multani, M. K. (2021) Der Einfluss von Schlafphasen und Schlafspindeln auf die schlafabhängige Gedächtniskonsolidierung bei Kindern. [Dissertation Universität Kiel].

Novaticom Global Ltd. (n. d.). Dschungelbuch Hör auf mich Songtext. Abgerufen am 14.05.2020 von <https://www.lyrix.at/t/dschungelbuch-hor-auf-mich-7e1>.

Oakley, D. A., & Halligan, P. W. (2009). Hypnotic suggestions and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences* 13 (6), (S. 264– 270). <https://doi:10.1016/j.tics.2009.03.004>

- Oakley, D. A. & Halligan; P. W.** (2013). Hypnotic suggestions: opportunities for cognitive neuroscience. *Neuroscience* 14. <https://doi:10.1038/nrn3538>.
- 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. *Sleep* 27 (7), (S. 1255-1273). doi: 10.1093/sleep/27.7.1255
- Popp, R.** (2019) Kapitel 1 Grundlagen des Schlafs. In: Wetter, T. C., Popp, R., Arzt, M., Pollmächer T. (Hrsg.) *Schlafmedizin Das Wichtigste für Ärzte aller Fachrichtungen*. Elsevier Verlag (S.1- 19).
- Rasch, B., & Born J.** (2013). About sleep's role in memory. *American Physiological Society*, (S. 681– 766). <https://doi:10.1152/physrev.00032.2012>
- Rasch, B., Born, J. & Gais, S.** (2006). Combined blockade of cholinergic receptors shifts the brain from stimulus encoding to memory consolidation. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18 (5) (S.793- 802). <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.5.793>
- Rechtschaffen, A., & Kales, A.** (1968). A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects. *National institutes of Health Publication 204*.
- Revenstorf, D.** (2003). Expertise zur Beurteilung der wissenschaftlichen Evidenz des Psychotherapieverfahrens Hypnotherapie. [Expertise, Universität Tübingen].
- Revenstorf, D., & Prudlo, U.** (1993) Hypnose und Hypnotherapie. Psychologisches Institut der Universität Tübingen, (S. 2– 4)
- Riegel, B., Tönnies, S., Hansen, E., Zech, N., Eck, S., Batra, A., & Peter, B.** (2021). German Norms of the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility, Form A (HGSHS: A) and Proposal of a 5- Item Short- Version (HGSHS-5:G), *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 69 (1) , (S. 112- 123). <https://doi.org/10.1080/00207144.2021.1836645>
- Riemann, D., Nissen, Ch., Palagini, L., Otte, A., Perlis, M. L. & Spiegelhalder, K.** (2015). The neurobiology, investigation, and treatment of chronic insomnia. *Lancet Neurol* 14 (S. 547- 558)
- Rodenbeck, A.** (2006). Die Auswertung von Delta- Wellen im Schlaf. *DGMS Schulz-Kompodium Schlafmedizin* 9 (3)

- Schlarb, A.** (2003). Verhaltenstherapie und Hypnotherapie bei primärer Insomnie. [Dissertation, Universität Tübingen].
- Schlarb, A. & Gulewitsch, M.** (2011). Wenn der Sandmann kommt- wirkt Hypnotherapie bei Kindern mit Schlafstörungen?. *Hypnose- ZHH*, 6(1+2), (S. 189- 198).
- Schmid, R.G., & Tisch, W. S.** (1995). Die EEG- Diagnostik von Berger bis in das Computerzeitalter. In: *Klinische Elektroenzephalogramm des Kindes- und Jugendalters, Ein Atlas der EEG- Aktivität: Altersbezogene Normkurven und Pathologien*. Springer Verlag, (S. 13- 35).
- Shor, R. E., & Orne, E. C.** (1962). Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility Form A. [Manual, Consulting Psychologist Press, INC, Palo Alto California].
- Sokoll, F.** (n. d.). Direkte und indirekte Suggestionen. Abgerufen am 22.08.2020 von <https://hypnose-in-dithmarschen.de/2016/01/14direkte-indirekte-suggestionen>.
- Squire L. R., Zola, S. M.** (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memorysystems. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13515>
- Steyer, R., Schwenkmezger P., Notz, P. & Eid, M.** (1997). Merdimensionale Befindlichkeitsbogen (MDBF) Handanweisung. Hogrefe- Verlag für Psychologie.
- Thoma, P., Suchan, B., Benz, S., Bitzer, S., Bremer, Y., Graf, M., Hardwigen, B., Hein, J., Kal, N. Klaus- Karwisch, T., Lörsh, T., Owczarek, M., Quick, S., Sawatzki, N., Tebrügge, S., Völzke, V., Wolff, C.,** (2018). Einteilung des Gedächtnisses. Ruhr-Universität Bochum, Neuropsychologischer Ratgeber. Abgerufen am 05.12.2020 von <https://www.ratgeberneuropsychologie.de/gedaechtnis/gedaechtnis2.html>.
- Ulrich, D.,** (2016). Sleep Spindels as Faciliators of Memory Formation an Leraning. *Neuronal plasticity*. <https://doi.org/10.1155/2016/179615>
- Walker, M. P.** (2009). The role of slow wave sleep in memory processing. *Journal of clinical sleep medicine* (5), (S. 20- 26). PMC2824214
- Watson, D., Clerk, L., Tellegen, A.,** (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54 (6), (S.1063- 1070). <https://doi.org/10.1037/0278-6133.54.6.1063>

8 Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde am Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Universität Tübingen unter der Betreuung von Prof. Dr. Jan Born durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Frau Dr. rer. nat. Luciana Besedovsky, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Universität Tübingen, Frau Dr. phil. Maren Cordi, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Fribourg, Psychologie, Abteilung Biologische Psychologie und Methoden, Herrn Prof. Dr. rer. nat. Björn Rasch, Leiter der Abteilung Kognitive Biopsychologie und Methoden an der Université de Fribourg und Herrn Prof. Dr. Jan Born, Leiter des Instituts für Medizinische Psychologie und Verhaltensbiologie der Universität Tübingen.

Sämtliche Versuche wurden nach Einarbeitung von Frau Dr. rer. nat. Luciana Besedovsky von mir in Zusammenarbeit mit Frau Laura Wißlicen durchgeführt. Laura Wißlicen führte parallel mit denselben Probanden und demselben Studiendesign eine Studie zum Thema „Der Einfluss hypnotischer Suggestionen zur Verstärkung des Tiefschlafs auf Hormonfreisetzung“ durch. Für die Auswertung dieser Studie wurden die Blutproben benötigt.

Die Auswertung der EEG-Daten und die Zuordnung der einzelnen Schlafstadien erfolgte durch Frau Dr. phil. Maren Cordi. Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe von Frau Dr. rer. nat. Luciana Besedovsky.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 28.04.2023

Miriam Hintermeier

9 Danksagung

Herrn Prof. Dr. Jan Born, Leiter des Instituts für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Eberhard Karls Universität Tübingen, danke ich für die Bereitstellung des Themas und die Möglichkeit der Umsetzung dieser Arbeit.

Ein großer Dank geht an Dr. rer. nat. Luciana Besedovsky für die Betreuung während der Versuche und die Unterstützung bei der statistischen Auswertung, wie auch an Dr. phil. Maren Cordi für die Auswertung der EEG- Daten und des Korrekturlesens dieser Arbeit. Vielen Dank auch an Laura Wißlicen, für die gute Zusammenarbeit in der Versuchsphase und dem Studienarzt João Santiago.

Der größte Dank geht an meinen Vater Alfred Ade, an meine Bruder Ruben Ade und meinen Ehemann Martin Hintermeier, die mich sowohl während des Studiums wie auch während des Promotionsvorhabens immer unterstützt haben, an mich geglaubt haben, mir zur Seite standen und sehr stolz auf mich sind. Danke möchte ich auch meinen Freunden Carmen, Sarah, Steffi und Stephan sagen, die mir seit vielen Jahren treu zur Seite stehen, mir eine gute Stütze sind und auf die ich mich immer verlassen kann.