

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie

(Direktorin: Prof. Dr. Dr. L. Baving)

im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Der Einfluss der akustischen Stimulation des Slow-Wave-Sleeps auf  
die Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte bei gesunden  
Kindern und dazu im Vergleich bei Kindern mit einer  
Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitäts-Störung (ADHS)**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

**LENA HOFFMANN, geb. BRANDES**

aus Oldenburg

Kiel (2020)

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Alexander Prehn-Kristensen, Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Paul Christian Baier, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie

Tag der mündlichen Prüfung: 20.04.2021

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 30.11.2020

gez.: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Alexander Prehn-Kristensen, Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie  
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretischer Hintergrund .....</b>	<b>2</b>
2.1. <i>Schlaf und Schlafstadien</i> .....	2
2.2. <i>Gedächtnis</i> .....	2
2.2.1. Prozedurales Gedächtnis.....	3
2.3. <i>Schlaf und Gedächtnis bei Erwachsenen und Kindern</i> .....	4
2.4. <i>Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)</i> .....	5
2.4.2. <i>Schlaf und Gedächtnis bei Kindern mit ADHS</i> .....	6
2.5. <i>Stimulation von langsamen Oszillationen</i> .....	7
2.5.1. <i>Transkranielle Stimulation</i> .....	7
2.5.2. <i>Akustische Stimulation</i> .....	8
<b>3 Ziel der Studie und Fragestellung .....</b>	<b>9</b>
3.1. <i>Ableitung der inhaltlichen Hypothesen</i> .....	10
<b>4 Versuchsteilnehmer, Material und Methoden.....</b>	<b>11</b>
4.1. <i>Materialien in der Diagnostikphase</i> .....	11
4.2. <i>Ein- und Ausschlusskriterien</i> .....	14
4.3. <i>Stichprobenbeschreibung</i> .....	15
4.4. <i>Materialien in der Testphase</i> .....	17
4.4.1. <i>EEG, EMG und EOG</i> .....	17
4.4.2. <i>Kontrollvariablen</i> .....	19
4.4.3. <i>Prozedurales Gedächtnisparadigma Buttonbox</i> .....	19
4.4.4. <i>Ablauf der Stimulation</i> .....	22
4.5. <i>Studienablauf</i> .....	24
4.6. <i>Studiendesign</i> .....	29
4.7. <i>Datenverarbeitung</i> .....	30
4.8. <i>Statistische Hypothesen</i> .....	31
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>33</b>
5.1. <i>Hypothesengeleitete Auswertung der Reaktionszeiten</i> .....	33
5.2. <i>Explorative Analyse</i> .....	37
5.3. <i>Kontrollvariablen</i> .....	38

<b>6 Diskussion .....</b>	<b>40</b>
<b>7 Zusammenfassung.....</b>	<b>45</b>
<b>8 Veröffentlichungen .....</b>	<b>47</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>48</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>51</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>115</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
ANOVA	Analysis of variance / Varianzanalyse
AV	Abhängige Variable
CBCL	Child Behavior Checklist
CFT	Culture Faire Intelligenztest
CSHQ-DE	Childrens Sleep Questionnaire
DCS	Diagnostikum für Cerebralschädigung
DSM IV	Diagnostisches und statistisches Manual psychischer Störungen
EEG	Elektroenzephalogramm
EMG	Elektromyogramm
EN	Eingewöhnungsnacht
EOG	Elektrookulogramm
ICD – 10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IQ	Intelligenzquotient
KiTAP	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder
K-SADS-PL	Kiddie - Revised Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children - Present and Lifetime Version
M	Mittelwert
MZP	Messzeitpunkt
OR	Orientierungsreaktion
PDS	Pubertal Development Scale
REM	Rapid eye movement
RT	Reaction time / Reaktionszeit
SD	Standardabweichung
SO	Slow Oscillations
SRTT	Serial Reaction time task
SSR-DE	Sleep Self Report

SWS

Slow-Wave-Sleep

UV

Unabhängige Variable

ZIP

Zentrum für Integrative Psychiatrie, Uni Kiel

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1: Gedächtnissysteme nach Squire (modifiziert nach Piosczyk et al., 2009) .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildung 2: Elektrodenpositionen des EEGs .....</b>	<b>18</b>
<b>Abbildung 3: Aufbau der Buttonbox.....</b>	<b>20</b>
<b>Abbildung 4: Ablauf 1. Anruf bis Diagnostik .....</b>	<b>25</b>
<b>Abbildung 5: Ablauf Eingewöhnungsnacht und Testnächte 1 und 2 .....</b>	<b>28</b>
<b>Abbildung 6: Reaktionszeiten der Buttonbox im Verlauf der MZP.....</b>	<b>35</b>

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabelle 2: Tastenfolge Buttonbox Set 1 und Set 2 .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabelle 3: Schematische Darstellung des Versuchsdesigns .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 4: Schematische Darstellung des Versuchsdesigns mit den Erwartungswerten der Reaktionszeiten..</b>	<b>31</b>
<b>Tabelle 5: Reaktionszeiten in der Stimulationsbedingung .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabelle 6: Reaktionszeiten in der Shamedbedingung .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabelle 7: Über verschiedene Messzeitpunkte gemittelte Reaktionszeiten .....</b>	<b>38</b>

## 1 Einleitung

Es ist mittlerweile bekannt, dass der Hippocampus bei der Enkodierung von deklarativen Gedächtnisinhalten eine wichtige Rolle spielt. Dieser speichert die Informationen zwischenzeitlich, sodass diese dann im Schlaf während des SWS (Slow-wave sleep) in das Langzeitgedächtnis integriert werden können. Diese Integration der Information in schon bestehende Netzwerke erfolgt sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen nach dem gleichen Muster. Unterschiedlich ist jedoch, dass Kinder weniger vorbestehende Systeme in ihrem Langzeitgedächtnis haben. Dieses Defizit wird im Schlaf der Kinder allerdings durch einen vermehrten Anteil an SWS wieder ausgeglichen. Während der Schlaf bei Erwachsenen die Konsolidierung prozeduraler Informationen fördert, ist bei Kindern in einigen Fällen sogar das Gegenteil der Fall. Ein Erklärungsansatz für diese verschlechterte prozedurale Leistung der Kinder nach dem Schlaf ist die Vermutung, dass eine Art kompetitive Hemmung des impliziten Gedächtnisses zugunsten des expliziten Gedächtnisses in Kraft tritt.

Bei der Betrachtung der Gedächtniskonsolidierung ist auch der Vergleich von gesunden Kindern mit Kindern, die an einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitäts-Störung (ADHS) leiden, von Interesse. Im Schlaf von Kindern mit ADHS finden sich einige Besonderheiten. Bekannt ist bereits, dass es bei Kindern mit ADHS zu einer Malfunktion des präfrontalen Kortex kommt, der u.a. für die Initiierung der langsamen Oszillationen des SWS verantwortlich ist. Daraus ergibt sich die Frage, ob Kinder mit ADHS aufgrund ihres veränderten SWS nach Schlaf eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung abrufen können.

Einige Studien zeigten bereits, dass eine transkranielle oder akustische Verstärkung der langsamen Oszillationen mit einem verstärkten SWS und auch mit einer Verbesserung dessen funktionalem Effekt in der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten einherging. Daraus ergibt sich die Frage, ob Kinder aufgrund des akustisch stimulierten SWS eine schlechtere prozedurale Gedächtnisleistung abrufen können.

Zur Klärung der Fragen wurde eine doppelt verblindete Studie sowohl mit gesunden Kindern als auch mit Kindern mit ADHS durchgeführt. Am Abend der beiden Testnächte erlernten die Kinder eine prozedurale Aufgabe, die dann am nächsten Morgen wieder abgerufen wurde. In einer der beiden Testnächte wurde die akustische Stimulation des SWS durchgeführt.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1. Schlaf und Schlafstadien

Beim Schlaf handelt es sich um ein komplexes Geschehen, welches eine essentielle und vitale Bedeutung für den Menschen hat. Objektiv betrachtet handelt es sich dabei um einen immer wiederkehrenden Zustand eines zeitweisen Bewusstseinsverlusts und konsekutiv verändertem Aktivitätszustand des Gehirns.

Während des menschlichen Schlafes können verschiedene Stadien unterschieden werden. Eine gängige Einteilung ist die nach Rechtschaffen und Kales. Demnach werden 6 verschiedene Stadien unterschieden. Das Stadium W beschreibt den Wachzustand. Stadium 1 und 2 beschreiben einen leichten Schlaf und Stadium 3 und 4 einen tiefen Schlaf. Der Tiefschlaf ist u.a. gekennzeichnet durch das Auftreten von sogenannten langsamen Oszillationen, welche den Slow-Wave-Sleep (SWS) charakterisieren. Das Stadium REM (Rapid Eye Movement) beschreibt eine Phase, in der die Augen sehr schnelle Bewegungen vollziehen, der restliche Körper jedoch einen sehr niedrigen Muskeltonus aufweist. Die Unterscheidung der Stadien geschieht mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG), des Elektrookulogramms (EOG) und des Elektromyogramms (EMG) (Rechtschaffen und Kales 1968). Während der Nacht durchläuft der Mensch mehrere Schlafzyklen, in denen er immer wieder von den leichtenen Schlafphasen in tiefere Schlafphasen wechselt. Der SWS dominiert in der ersten Schlafhälfte, der REM-Schlaf hingegen in der zweiten (Marshall und Born 2007). Der Slow-Wave-Sleep (SWS) ist definitionsgemäß gekennzeichnet durch hohe Anteile niederfrequenter aber hochamplitudiger EEG-Aktivität im Delta und Subdeltabereich (Rechtschaffen und Kales 1968).

### 2.2. Gedächtnis

Das Gedächtnis umfasst viele verschiedene Bereiche, von reinem Faktenwissen, über die Erinnerung an Emotionales und Vergangenes, bis hin zu dem unbewusst Erlernten. Diese Vielzahl und Komplexität lässt sich durch die Betrachtung verschiedener Gedächtnissysteme strukturieren. Zum einen lässt sich in der zeitlichen Dimension das Ultrakurzzeitgedächtnis,

das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis unterscheiden (Atkinson und Shiffrin 1968). Um die definierte Fragestellung beantworten zu können, war insbesondere das Langzeitgedächtnis von Interesse, sodass im Folgenden nur auf dieses eingegangen wird. Das Langzeitgedächtnis lässt sich inhaltlich in einen deklarativen und einen non-deklarativen Teil gliedern (Abb. 1). Das deklarative Gedächtnis umfasst das episodische und das semantische Gedächtnis. Das Non-deklarative Gedächtnis umfasst das Priming, die Konditionierung und – das für uns interessante – prozedurale Gedächtnis (Piosczyk et al. 2009).

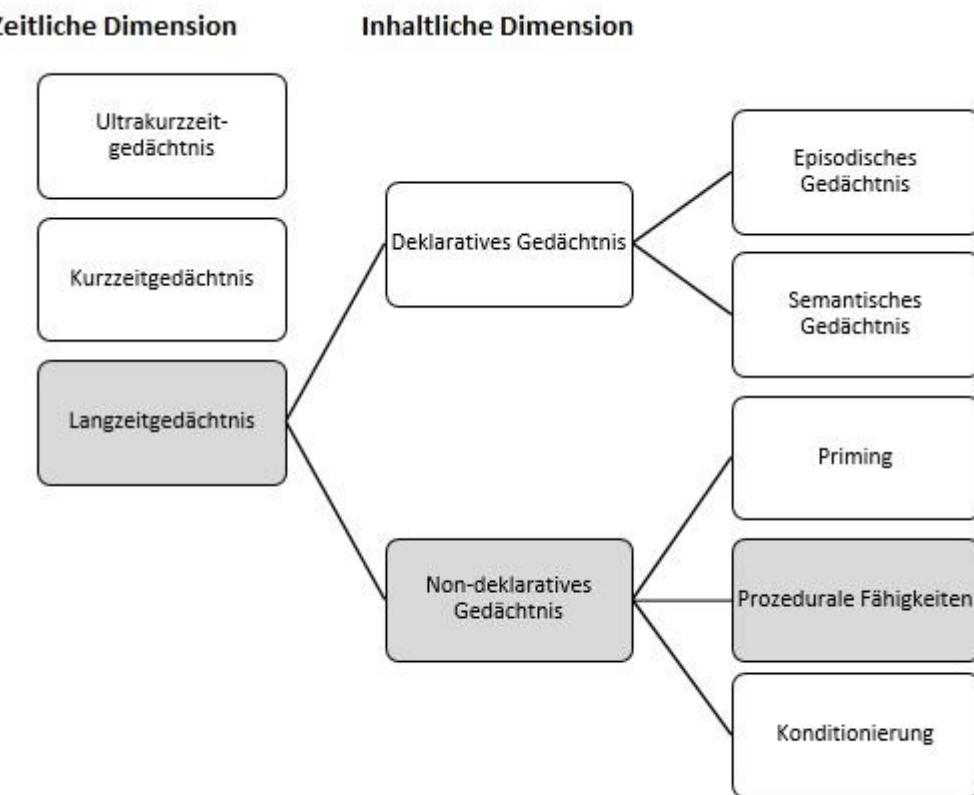


Abbildung 1: Gedächtnissysteme nach Squire (modifiziert nach Piosczyk et al., 2009)

### 2.2.1. Prozedurales Gedächtnis

Das prozedurale Gedächtnis umfasst Erlernen, Speichern und Wiederabrufen von sensorischen und motorischen Fähigkeiten sowie von komplexen Handlungsabläufen. Vereinfacht gesagt handelt es sich dabei um Bewegungen und Abläufe, welche zunächst erlernt werden müssen, dann aber – wenn sie einmal erlernt sind – unbewusst abgerufen und umgesetzt werden können. Als Beispiele für das prozedurale Gedächtnis gelten z.B. das

Laufen, das Rad- oder Autofahren, das Zubinden einer Schleife u.v.m.. Zu Beginn des Erlernens spielen also auch hier explizite, also bewusste Lernprozesse eine Rolle. Im Verlauf steht dann eher die implizite, also unbewusste Komponente im Vordergrund. Beim Erlernen von motorischen Fähigkeiten handelt es sich demnach um einen Prozess aus mehreren Schritten. Zu erlernende Abläufe müssen immer wieder und mehrmals durchgeführt werden. Zwischen den einzelnen Lernphasen sollten möglichst Ruhe- bzw. Schlafphasen liegen, denn die Konsolidierung der neu erlernten Gedächtnisinhalte findet nicht nur während des Lernens selbst statt, sondern auch in den Phasen nach dem Training (Luft und Buitrago 2005).

### 2.3. Schlaf und Gedächtnis bei Erwachsenen und Kindern

Schlaf fördert bei Erwachsenen die Konsolidierung von deklarativen und prozeduralen Gedächtnisinhalten (Diekelmann und Born 2010; Wilhelm et al. 2012; Prehn-Kristensen et al. 2009). Slow-Wave-Sleep fördert bei Erwachsenen eher die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte, der REM-Schlaf eher prozedurale Gedächtnisinhalte. Von einer strikten Trennung der Konsolidierungsvorgänge der verschiedenen Gedächtnisinhalte kann jedoch nicht ausgegangen werden, da bereits in mehreren Studien eine Interaktion der Vorgänge nachgewiesen werden konnte (Diekelmann et al. 2009; Wilhelm et al. 2012; Prehn-Kristensen et al. 2009). Zudem muss bei der Betrachtung von Schlaf und Gedächtnis auch zwischen Kindern und Erwachsenen unterschieden werden. Während bei Erwachsenen eine Verbesserung der prozeduralen Gedächtnisleistung nach Schlaf gezeigt werden konnte, ist dies bei Kindern nicht immer der Fall. Schlaf fördert die Konsolidierung von rein prozeduralen Gedächtnisinhalten bei Kindern eher nicht (Prehn-Kristensen et al. 2009; Wilhelm et al. 2012). Es wird diskutiert, dass die deklarativen Gedächtnisinhalte bei Kindern bevorzugt konsolidiert werden, sodass dies zu Lasten der Konsolidierung der prozeduralen Inhalte geht (Fischer et al. 2007; Prehn-Kristensen und Göder 2018). Diese Beobachtung kann u.a. durch die unterschiedliche Schlafarchitektur von Kindern und Erwachsenen erklärt werden. Kinder weisen insbesondere bis zu einem Alter von 10-12 Jahren eine deutliche höhere Aktivität an SWS auf. Der SWS fördert - wie oben bereits beschrieben - hauptsächlich die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte. Dies führt zu einer deutlichen Zunahme

der deklarativen Gedächtnisleistungen von Kindern über Nacht. Somit ist eine Art kompetitive Hemmung der prozeduralen Gedächtnisinhalte durch die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte denkbar (Wilhelm et al. 2012). Unter bestimmten Voraussetzungen jedoch, z. B. nach ausgiebigem und intensivem Training, kann auch der Schlaf bei Kindern zu einer Verbesserung der prozeduralen Gedächtnisleistung führen (Prehn-Kristensen und Göder 2018).

## 2.4. Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) nach DSM-5 und die hyperkinetische Störung nach ICD-10 beschreiben eine in der Kindheit beginnende, mindestens sechs Monate anhaltende und situationsübergreifend auftretende Entwicklungsstörung, welche durch die Symptomtrias aus Unaufmerksamkeit, Impulsivität und motorischer Unruhe gekennzeichnet ist. Die ADHS gehört mit einer weltweiten Prävalenz von 5,3 % zu den häufigsten psychischen Störungen im Kindes- und Jugendalter. Jungen sind deutlich häufiger betroffen als Mädchen (2:1). Prospektive Längsschnittstudien zeigen eine stetige Abnahme der Symptomausprägung mit zunehmendem Lebensalter. Die Ätiologie der Erkrankung ist komplex, u.a. spielen genetische Faktoren eine Rolle. Verwandte ersten Grades haben ein 5- bis 10-fach erhöhtes Erkrankungsrisiko. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen verschiedenen Umwelteinflüssen (z.B. mütterlicher Nikotin- oder Alkoholkonsum während der Schwangerschaft, niedriges Geburtsgewicht und Frühgeburtlichkeit, ungünstige psychosoziale Bedingungen) und dem Auftreten von ADHS festgestellt werden. Insgesamt sind die pathophysiologischen Mechanismen der ADHS allerdings noch unzureichend geklärt (Banaschewski et al. 2017). Festzustellen ist eine Hirnvolumenminderung im Bereich der präfrontalen Areale. Zudem konnten durch funktionelle Bildgebungsstudien hypoaktive Aktivitätsmuster in eben diesen Bereichen nachgewiesen werden (Shaw et al. 2007; Banaschewski et al. 2017). Die Diagnose der ADHS wird jedoch rein klinisch gestellt. Die Therapie der ADHS umfasst verschiedene Konzepte, im Vordergrund stehen die Psychoedukation von Kindern und Eltern sowie die medikamentöse Therapie mit Psychostimulanzien. Am häufigsten verschrieben wird Methylphenidat (MPH) (Banaschewski et al. 2017).

#### 2.4.1. Schlaf und ADHS

Viele Patienten mit einer ADHS (30% der Kinder) weisen subjektive Symptome von Schlafstörungen auf. Diese Symptome umfassen Tagesmüdigkeit, nächtliches Erwachen, verspätetes Einschlafen, verminderte Gesamtschlafzeit oder auch Syndrome wie das Restless-legs-Syndrom oder das Schlaf-Apnoe-Syndrom (Kirov und Brand 2014; Akinci et al. 2015; Yoon et al. 2012). Es fällt schwer, eine klare Trennung zwischen Schlafproblemen als Symptom oder gar Nebenwirkung der Behandlung der ADHS und von Schlafproblemen als Form einer Komorbidität, einer Schlafstörung, zu treffen (Yoon et al. 2012). Verschiedene subjektive Methoden und Studien konnten einen verspäteten Einschlafzeitpunkt sowie eine vermehrte Tagesmüdigkeit feststellen (Yoon et al. 2012). Bezuglich der REM-Schlaf Anteile im Vergleich zu gesunden Kindern gibt es uneinheitliche Ergebnisse (Yoon et al. 2012; Kirov und Brand 2014). Bei Kindern mit ADHS kann von einer Hypoaktivität im präfrontalen Kortex ausgegangen werden (s.o.). Der SWS tritt bei Kindern nicht in allen Bereichen des Gehirns gleichmäßig auf. Es lassen sich bestimmte Regionen ausmachen, in denen mehr und weniger SWS auftritt. Im Verlauf des Älterwerdens verändern sich diese Bereiche. Bei gesunden Kindern lässt sich i.d.R. eine Zuordnung zwischen dem Bereich des maximalen Auftretens des SWS und dem Alter des Kindes treffen. Bei Kindern mit einer ADHS lassen sich ähnliche charakteristische SWS Muster darstellen. Diese zeigen jedoch im Vergleich zu den gesunden Kindern eine weniger gereifte Gehirnstruktur (Ringli et al. 2013). Miano et al. (2019) konnten diese Befunde ebenfalls replizieren. In dieser Studie zeigte sich eine hohe Aktivität des SWS im centro-parieto-okzipitalen Bereich und eine niedrige Aktivität in frontalen Hirnregionen.

#### 2.4.2. Schlaf und Gedächtnis bei Kindern mit ADHS

Deklarative Gedächtnisinhalte werden – wie oben beschrieben – bei gesunden Kindern im Schlaf deutlich besser konsolidiert als prozedurale Gedächtnisinhalte.

In Bezug auf die deklarativen Gedächtnisinhalte besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Konsolidierung und dem Auftreten von langsamen Oszillationen (SWS). Dieser positive Zusammenhang konnte bei Kindern mit ADHS nicht nachgewiesen werden. Dies

kann durch die verminderte Aktivität im präfrontalen Kortex begründet sein (Prehn-Kristensen et al. 2011a).

In Bezug auf prozedurale Gedächtnisinhalte konnte ein gegenteiliger Effekt nachgewiesen werden. Hier besteht bei gesunden Kindern ein negativer Zusammenhang zwischen der Konsolidierung und dem Auftreten von langsamem Oszillationen (SWS), welche im präfrontalen Kortex entstehen. Kinder mit einer ADHS weisen eine präfrontale Hypoaktivität auf. So konnte davon ausgegangen werden, dass Kinder mit ADHS in Bezug auf die Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte mehr von Schlaf profitieren als gesunde Kinder. Eben diese Hypothese konnte bestätigt werden (Prehn-Kristensen et al. 2011b).

Ähnliche Befunde konnten in der Studie von Beldarrain et al. (2008) erhoben werden. Hier konnte gezeigt werden, dass Frontalhirnpatienten in Bezug auf die prozedurale Gedächtnisleistung mehr von Schlaf profitieren als die gesunden Kontrollen.

## 2.5. Stimulation von langsamem Oszillationen

Wie bereits zuvor erklärt, gibt es verschiedene Hinweise darauf, dass das Auftreten des SWS bei Kindern mit ADHS verändert ist und dass der SWS eine wichtige Rolle in Bezug auf die Konsolidierung, insbesondere von deklarativen Gedächtnisinhalten bei gesunden Kindern spielt. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden weiterführende Studien mit der Frage, ob und wie langsame Oszillationen stimuliert werden können und welche Auswirkungen diese Stimulation dann hat, durchgeführt. In den folgenden beiden Abschnitten werde ich auf die aktuelle Studienlage diesbezüglich eingehen.

### 2.5.1. Transkranielle Stimulation

Marshall et al. (2004) konnten zeigen, dass die transkranielle Stimulation von langsamem Oszillationen zu einer verbesserten deklarativen Gedächtnisleistung führt. Entsprechend dieses von Marshall et al. genutzten Prokolls führten Prehn-Kristensen et al. (2014) eine weiterführende Studie zur transkraniellen Stimulation von langsamem Oszillationen bei Kindern mit ADHS durch. Die Aktivität des SWS konnte durch die Stimulation gesteigert

werden. Die Leistung im Abruf der Aufgabe zum deklarativen Gedächtnis der Kinder mit ADHS konnte deutlich gesteigert werden. Im Vergleich zu den gesunden Kindern zeigte sich im Abruf kein signifikanter Unterschied mehr. Somit kann angenommen werden, dass eine Steigerung der SWS-Aktivität im Schlaf der Kinder mit ADHS deren Defizite im deklarativen Gedächtnis ausgleichen kann (Prehn-Kristensen et al. 2014).

Im Rahmen der oben genannten Studie von Prehn-Kristensen et al., werteten Munz et al. (2015) die Ergebnisse zur Ablenkbarkeit und zum motorischen Gedächtnis aus. Die Kinder mit ADHS wiesen in der Ablenkbarkeitsaufgabe nach der Stimulation deutlich kürzere Reaktionszeiten auf. Bei den Aufgaben zur Aufmerksamkeit und zum motorischen Gedächtnis wiesen die Kinder mit ADHS keine verbesserten Ergebnisse auf (Munz et al. 2015).

## 2.5.2. Akustische Stimulation

Wie oben beschrieben kann die Aktivität des SWS mittels transkranieller Stimulation gesteigert werden. Ngo et al. (2013) zeigten an gesunden Erwachsenen, dass die Aktivität der langsamen Oszillationen auch mittels einer akustischen Stimulation gesteigert werden kann. Zur Stimulation wurde sogenanntes Rosa Rauschen ( $1/f$ , 50 ms Dauer) rhythmisch über in-ear-Kopfhörer präsentiert. Die Aktivität der langsamen Oszillationen konnte bei Vorhandensein eines stabilen Non-REM Schlafes gesteigert werden (Ngo et al. 2013a). Zudem führten Ngo et al. (2013) eine weitere Studie zur akustischen Stimulation von langsamen Oszillationen an gesunden Erwachsenen durch. Im Unterschied zur oben genannten Studie wurde die akustische Stimulation nun in Form eines „Closed-Loop“ an das EEG der Versuchsperson angepasst, in der Erwartung, die endogenen langsamen Oszillationen weiter verstärken zu können. Außerdem wurde die Funktion der stimulierten langsamen Oszillationen durch eine deklaratives Wort-Paare-Paradigma überprüft. Auch hier konnte wieder eine deutliche Zunahme der langsamen Oszillationen durch die Stimulation erreicht werden. Die deklarative Gedächtnisaufgabe bestätigte deren funktionelle Effektivität in Form von besseren Gedächtnisleistungen nach Stimulation (Ngo et al. 2013b).

### 3 Ziel der Studie und Fragestellung

Ein Erklärungsansatz für die verschlechterte prozedurale Leistung der gesunden Kinder nach dem Schlaf ist die Vermutung, dass eine Art kompetitive Hemmung des impliziten Gedächtnisses zugunsten des expliziten Gedächtnisses in Kraft tritt. Da Kinder einen größeren Anteil an SWS in der Nacht aufweisen als Erwachsene, wird während des Schlafes bevorzugt die Konsolidierung hippocampusabhängiger Gedächtnisinhalte, also der expliziten Informationen, gestärkt. Der größere Anteil an SWS bei Kindern bietet also einen Erklärungsansatz für die schlechtere Konsolidierung von prozeduralen Gedächtnisinhalten. Bekannt ist bereits, dass es bei Kindern mit ADHS zu einer Malfunktion des präfrontalen Kortex kommt, der u.a. für die Initiierung der langsamen Oszillationen des SWS verantwortlich ist. Daraus ergibt sich die Frage, ob Kinder mit ADHS dann aufgrund ihres veränderten SWS nach Schlaf eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung abrufen können als gesunde Kinder. Darüber hinaus wurde in einigen Studien bereits gezeigt, dass die langsamen Oszillationen im SWS durch Stimulation (transkraenell oder akustisch) verstärkt werden können. Diese Verstärkung der Oszillationen ging mit einem verstärkten SWS und auch mit einer Verbesserung dessen funktionalem Effekt in der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten einher. Daraus ergibt sich die Frage, ob Kinder mit und ohne ADHS aufgrund des akustisch stimulierten und damit verstärkten SWS nach Schlaf eine schlechtere prozedurale Gedächtnisleistung abrufen können als nach einer Nacht, in der der SWS nicht akustisch stimuliert wurde.

Mit unserer Studie wollen wir herausfinden, welche Ergebnisse in der Kombination – also durch die akustische Stimulation des SWS bei Kindern mit ADHS – reproduziert werden können. Wie verändert sich die Gedächtnisleistung von Kindern mit ADHS, wenn deren SWS in der Nacht der akustischen Stimulation unterliegt?

#### Ableitung der Fragestellung:

Welchen Einfluss hat die akustische Stimulation des SWS auf die Verarbeitung prozeduraler Gedächtnisinhalte bei gesunden Kindern und dazu im Vergleich bei Kindern mit einer Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS)?

### 3.1. Ableitung der inhaltlichen Hypothesen

1. Nach einer unstimulierten Nacht zeigen die Patienten eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung als die gesunden Kinder.
2. Die Stimulation führt sowohl bei den gesunden Kindern als auch bei den Patienten zu einer Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung.
3. Die Stimulation sorgt für eine Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Patienten.

## 4 Versuchsteilnehmer, Material und Methoden

Die Patienten wurden über die Ambulanz der Kinder- und Jugendpsychiatrie im Zentrum für Integrative Psychiatrie (ZIP) sowie über Annoncen in lokalen Zeitungen rekrutiert. Gesunde Kontrollen wurden hauptsächlich über eben diese Annoncen in lokalen Zeitungen rekrutiert. Darüber hinaus wurden Patienten und Kontrollen, die schon einmal an anderen Studien der Arbeitsgruppe, welche mit dieser Studie nicht vergleichbar sind, teilgenommen haben, erneut gefragt und ggf. rekrutiert.

Vor Beginn der Durchführung wurde die Studie der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Aktenzeichen: A 141/13) vorgelegt. Es wurden keine berufsethischen Bedenken festgestellt, die Kommission hat der Durchführung der Studie am 24. Januar 2014 zugestimmt (siehe Anhang 1).

Alle Probanden und deren Erziehungsberechtige wurden sowohl mündlich am Telefon, schriftlich per Informationsmaterial (siehe Anhang 4 und 5) als auch in einem persönlichen Gespräch über alle Einzelheiten der Studie aufgeklärt. Es gab die Möglichkeit, etwaige Fragen zu klären. Das Einverständnis zur Studie wurde vor Beginn der Diagnostiksitzung in Form einer schriftlichen Einverständniserklärung erteilt (siehe Anhang 8 und 9).

Die Probanden erhielten nach der jeweils dritten Nacht im Schlaflabor eine Belohnung in Höhe von 100 € in Form eines Citti-Park Gutscheins. 80 € davon erhielten sie für die Teilnahme an der gesamten Studie (je 10 € pro Versuchsteil (Diagnostiksitzung, Eingewöhnungsnacht, 1. Testnacht, 2. Testnacht) und 40 € als Durchhaltebonus), 20 € für ihre Leistung beim deklarativen Gedächtnisparadigma. Die Probanden, die nach der Diagnostik ausgeschlossen werden mussten, erhielten einen Gutschein für den Citti-Park in Höhe von 10 € als Dankeschön für die Teilnahme an der Diagnostik.

### 4.1. Materialien in der Diagnostikphase

Am Termin der Diagnostiksitzung wurden folgende Unterlagen verwendet:

CFT 20-R: Der Culture Fair Intelligence Test (CFT 20-R) ist ein Grundintelligenztest, er misst also das allgemeine intellektuelle Niveau. Der Test ist für Kinder ab 8,5 Jahren geeignet. Der

Test besteht aus zwei Teilen, für die Diagnostik in dieser Studie wurde nur der Teil 1 durchgeführt. Der Teil 1 besteht aus vier Subtests, in denen Reihen fortgesetzt, Klassifikationen erkannt, Matrizen vervollständigt und Topologien wiedererkannt werden müssen. Für die Durchführung des Tests steht nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung, eine normale Testzeit und verlängerte Testzeit (Weiß 2006). Bei der Auswertung wurden die Ergebnisse mit Testzeitverlängerung betrachtet. Probanden mit einem Testergebnis von einem IQ < 85 wurden von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen, um auszuschließen, dass eine unterdurchschnittliche Intelligenz Einfluss auf die Ergebnisse der Gedächtnistestungen hat.

CFT 1-R: Der Culture Fair Intelligence Test (CFT 1-R) ist ein Grundintelligenztest, er misst also das allgemeine intellektuelle Niveau. Der Test ist für Kinder im Alter von 5;4 bis 9;11 Jahren geeignet. In unserer Untersuchung haben Probanden im Alter zwischen 8;0 und 8;5 Jahren diesen Test bearbeitet, Probanden ab einem Alter von 8;6 Jahren haben den CFT 20-R bearbeitet. Der Test besteht aus sechs Subtests, in denen figürliche Darstellungen mit dazugehörigen Symbolen substituiert, Labyrinthe durchfahren, Ähnlichkeiten an Zeichnungen erkannt, Reihen fortgesetzt, Klassifikationen wiedererkannt und Matrizen vervollständigt werden müssen. Für die Durchführung des Tests steht nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung, eine normale Testzeit und verlängerte Testzeit (Weiß und Osterland 2013). Bei der Auswertung wurden die Ergebnisse mit Testzeitverlängerung betrachtet. Probanden mit einem Testergebnis von einem IQ < 85 wurden von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen, um auszuschließen, dass eine unterdurchschnittliche Intelligenz Einfluss auf die Ergebnisse der Gedächtnistestungen hat.

DCS: Das Diagnosticum für Cerebralschädigung ist ein visueller Lern- und Gedächtnistest. Bei diesem visumotorischen Test werden dem Probanden neun verschiedene abstrakte grafische Figuren nacheinander präsentiert. Der Proband hat die Aufgabe, sich diese Figuren einzuprägen und die Figuren im Anschluss mit Hilfe von fünf Holzstäbchen zu reproduzieren. Es können bis zu 6 Lern- und Reproduktionsdurchgänge durchgeführt werden. Eine zeitliche Beschränkung gibt es bei diesem Test nicht. Dieser Test überprüft mehrere Fähigkeiten, z.B. die selektive Aufmerksamkeit, die Gestaltwahrnehmung, die Merkfähigkeit und die Gestaltreproduktion. Für die Auswertung werden Normwerte verschiedener Altersklassen herangezogen. Probanden, deren Ergebnisse unterhalb des 16. Prozentranges lagen,

mussten von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen werden, da dies ein Hinweis auf eine Lern- und Gedächtnisstörung ist (Lamberti und Weidlich 1999).

PDS: Die Pubertal Development Scale dient der Erfassung des Pubertätsstatus (Petersen et al. 1988). Die PDS besteht aus einem leicht anzuwendenden Fragebogen zur Selbsteinschätzung durch den Probanden und einem Fragebogen mit den gleichen Fragen zur Fremdeinschätzung durch die Eltern. Der Fragebogen für Jungen besteht aus drei Fragen zur Schambehaarung, zum Bartwuchs und zum Stimmbruch. Pro Frage gibt es 4 Antwortmöglichkeiten. Bei der Auswertung wird ein Gesamtscore errechnet, der zwischen 3 und 12 liegen kann (Watzlawik 2009). Probanden mit einem Gesamtscore von > 5 in einem Fragebogen (Selbst- oder Fremdeinschätzung) mussten von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen werden. Sie befinden sich nicht mehr in dem Status der Präpubertät oder beginnenden Pubertät, somit ist davon auszugehen, dass sich auch ihre Schlafarchitektur ändert.

CBCL/4-18: Die Child Behavior Checklist ist ein Fragebogen mit 120 Items zur Fremdeinschätzung des Probanden durch die Eltern. Der Fragebogen ist für die Einschätzung von Kindern im Alter von 4 bis 18 Jahren geeignet. Die CBLC umfasst Fragen zu Kompetenzen, Verhaltensauffälligkeiten, emotionalen Auffälligkeiten und körperlichen Beschwerden des Probanden (Achenbach 1991). Die Auswertung erfolgt anhand von drei Kompetenzskalen: den Aktivitäten, den sozialen Kompetenzen und der Schule. Gesunde Kontrollen mussten von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen werden, wenn aufgrund der Ergebnisse der CBCL von einem auffälligen Verhalten auszugehen war.

CSHQ-DE: Der Childrens Sleep Questionnaire ist ein Fragebogen zur Erfassung von Schlafstörungen und -problemen im Kindesalter durch die Einschätzung der Eltern. Er kann als Screeninginstrument verwendet werden. In die Auswertung geht der Gesamtwert, der Sleep Disturbance Score, ein, sowie die acht Subskalen Zubettgehschwierigkeiten, Einschlafverzögerung, Schlafdauer, schlafbezogene Ängste, nächtliches Erwachen, Parasomnien, schlafbezogene Atemstörungen und Tagesschläfrigkeit (Schlarb et al. 2010). Dieser Fragebogen wurde nicht zum Ausschluss bestimmter Probanden verwendet.

SSR-DE: Der Sleep Self Report ist ein Fragebogen zur Erfassung von Schlafstörungen und –problemen durch Selbsteinschätzung von Kindern im Alter von 7 bis 12 Jahren. Wird auf eine

Selbsteinschätzung der Kinder verzichtet und sich nur auf die Fremdeinschätzung durch die Eltern verlassen, können bis zu einem Drittel der vorhandenen Schlafstörungen bei Kindern übersehen werden. Mit dem Fragebogen werden die Themenbereiche Zubettgezeit, Schlafverhalten und Tagesmüdigkeit abgefragt (Schwerdtle et al. 2010). Dieser Fragebogen wurde nicht zum Ausschluss bestimmter Probanden verwendet.

K-SADS-PL (Kiddie-Sads-Present and Lifetime Version): Hierbei handelt es sich um ein semistrukturiertes, diagnostisches Interview, welches separat mit den Eltern und dem Kind durchgeführt wird. Es werden sowohl aktuelle, als auch vergangene psychiatrische Symptome des gesamten ICD Spektrums erfasst. Das Interview besteht aus einem unstrukturierten Eingangsinterview, einem Screeninginterview und fünf verschiedenen Erweiterungsinterviews (Kaufman et al. 1997). Das Erweiterungsinterview zum Thema Verhaltensstörungen wurde bei allen Patienten durchgeführt. Die gesunden Kinder durften in diesem Interview keinerlei Auffälligkeiten zeigen, bei den Patienten musste die Diagnose der ADHS bestätigt werden, um sie zur Studienteilnahme zuzulassen.

Edinburgh Händigkeitsinventar: Mit der deutschen Version des „Edinburgh Handedness Inventory“ wurde durch die Abfrage von 10 Items, bei denen es sich jeweils um typische Handlungen im kindlichen Tagesablauf handelt, die Händigkeit der Probanden bestimmt (Oldfield 1971). Durch dieses Verfahren wurde niemand von der Studienteilnahme ausgeschlossen, es ging lediglich darum, die dominante und die nicht-dominante Hand für die Durchführung der Buttonbox, der motorischen Lernaufgabe, zu bestimmen.

#### 4.2. Ein- und Ausschlusskriterien

Vor der Studienteilnahme wurde eine ausführliche und umfassende Diagnostik mit allen Probanden und deren Eltern durchgeführt, um die Ein- bzw. Ausschlusskriterien zu überprüfen. Der besseren Übersichtlichkeit wegen werden diese Kriterien im Folgenden als Aufzählung dargestellt:

##### **Einschlusskriterien**

- Für Patienten und Kontrollen:

- Männliches Geschlecht
- Alter: 8-12 Jahre
- Schriftliches Einverständnis der Erziehungsberechtigten und des Probanden in die Teilnahme der Studie
- Für Patienten:
  - ICD-10 Diagnosen: F90.0, F90.1, F91, F98.8

### **Ausschlusskriterien**

- Für Patienten und Kontrollen:
  - Unterdurchschnittliche Intelligenz (IQ-Wert < 85; CFT-20-R/CFT 1-R)
  - Erhebliche Gedächtnisdefizite (Prozentrang <16; DCS)
  - Vorangeschrittene Pubertätsentwicklung (PDS > 5)
  - Somatische, chronische Erkrankungen (z.B. Asthma bronchiale, Enuresis)
  - Vermutliche Unreife bei der Geburt (Geburtsgewicht < 1800g; Geburt vor der 30. Schwangerschaftswoche; Alkoholismus oder Drogenkonsum/-substitution in der Schwangerschaft)
- Für Patienten:
  - Psychische Erkrankungen (Alle außer den ICD-10 Diagnosen F90.0, F90.1, F91, F98.8; K-SADS-PL)
  - Medikation mit dem Präparat Atomoxetin (Straterra®)
  - Unmöglichkeit des Absetzens der aktuellen ADHS-Medikation für den Zeitraum 48 h vor und während der Nächte im Schlaflabor
- Für gesunde Kontrollen:
  - Überdurchschnittliche Werte auf den Problemstufen (T-Wert > 67; CBCL/4-18)
  - Psychische Erkrankungen (Alle ICD-10 Diagnosen; K-SADS-PL)

### **4.3. Stichprobenbeschreibung**

An der Studie nahmen insgesamt 32 Jungen teil, davon gehörten 16 zu der Kontrollgruppe und die anderen 16 Jungen waren ADHS-Patienten. In die Auswertung der Studie fließen 28 Jungen ein, da es bei der Durchführung der Studie bei 3 Patienten und einer Kontrolle zu

technischen Problemen bzw. Fehlern kam, sodass diese von der Auswertung ausgeschlossen werden mussten.

Die Altersspanne der finalen Stichprobe erstreckte sich von 8.21 bis 12.92 Jahren. Die Gruppe der Kontrollen und der Patienten unterschied sich im Hinblick auf dieses Kriterium nicht signifikant [Patienten:  $M=10.3$ ,  $SD=1.66$ ; Kontrollen:  $M=11.1$ ,  $SD=1.49$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=1.38$ ,  $p=.178$ ]. Auch hinsichtlich des Intelligenzquotienten unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant. Bei den Teilnehmern ließ sich ein Wert zwischen 92 und 133 diagnostizieren [Patienten:  $M=106$ ,  $SD= 12.8$ ; Kontrollen:  $M=112.1$ ,  $SD=8.90$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=1.49$ ,  $p=.149$ ]. Der Pubertätsstatus, bestimmt mit dem Pubertal Developmental Scale (PDS), betrug aus der Sicht der Eltern sowohl für die Patienten als auch für die Kontrollen Werte von 3-5. Aus Sicht der Kinder wurden sowohl für die Patienten als auch für die Kontrollen Werte von 3-4 bestimmt [PDS laut Eltern: Patienten:  $M=3.4$ ,  $SD=0.70$ ; Kontrollen:  $M=3.47$ ,  $SD=0.74$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(23)=0.22$ ,  $p=.824$ ; PDS laut Kindern: Patienten:  $M=3.08$ ,  $SD=0.29$ ; Kontrollen:  $M=3.33$ ,  $SD=0.49$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(25)=1.57$ ,  $p=.130$ ]. Außerdem wurde die generelle Merkfähigkeit mit Hilfe des Diagnostikums für Cerebralschädigung (DCS) getestet und es wurden keine Gruppenschiede festgestellt. [Patienten:  $M=42.1$ ,  $SD=18.3$ ; Kontrollen:  $M=50.4$ ,  $SD=22.1$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=1.07$ ,  $p=.295$ ].

Sowohl im CSHQ als auch im SSR wurde deutlich, dass die Patienten ein auffälliges Schlafverhalten aufweisen, dass sich auch signifikant von dem der Kontrollen unterscheidet [CSHQ: Patienten:  $M=42.5$ ,  $SD=6.36$ ; Kontrollen:  $M=37.5$ ,  $SD=2.67$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(23)=-2.78$ ,  $p=.010$ ; SSR: Patienten:  $M=21.8$ ,  $SD=2.59$ ; Kontrollen:  $M=19.7$ ,  $SD=1.50$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=-2.68$ ,  $p=.013$ ]. Es ist bekannt, dass Patienten mit ADHS vermehrt unter Schlafproblemen leiden.

In der CBCL unterschieden sich die die Patienten auf allen Skalen signifikant von den Kontrollen [CBCL Gesamtwert: Patienten:  $M=66.8$ ,  $SD=4.60$ ; Kontrollen:  $M=41.9$ ,  $SD=7.27$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=-10.7$ ,  $p<.001$ ]. Die auffälligste Diskrepanz findet sich bei der Aufmerksamkeitsskala [Patienten:  $M=70.2$ ,  $SD=5.44$ ; Kontrollen:  $M=50.4$ ,  $SD=1.3$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(26)=13.6$ ,  $p<.001$ ].

Eine Übersicht und weitere Details zur Stichprobe dieser Studie können der Tabelle 1 entnommen werden.

		ADHS M ± SD	Kontrollen M ± SD	ADHS vs. Kontrollen T-Wert p-Wert	
Alter	in Jahren	10.3 ± 1.66	11.1 ± 1.49	1.38	.178
IQ		106 ± 12.8	112.1 ± 8.90	1.49	.149
Pubertätsstatus	laut Eltern	3.4 ± 0.70	3.47 ± 0.74	0.22	.824
	laut Kind	3.08 ± 0.29	3.33 ± 0.49	1.57	.130
Gedächtnis	DCS Score	42.1 ± 18.3	50.4 ± 22.1	1.07	.295
Schlafverhalten	SSR Score	21.8 ± 2.59	19.7 ± 1.50	-2.68	.013
	CSHQ Score	42.5 ± 6.36	37.5 ± 2.67	-2.78	.010
CBCL (T Scores)	Sozialer Rückzug	58.2 ± 5.06	52.4 ± 4.40	-3.22	.003
	Körperliche Beschwerden	60.2 ± 6.73	53.7 ± 5.02	-2.91	.007
	Ängstlich depressiv	61.4 ± 5.32	51.5 ± 3.70	-5.75	< .001
	Soziale Probleme	63.5 ± 9.36	50.9 ± 2.47	-5.03	< .001
	Schizoid-Zwanghaft	54.2 ± 5.94	50.6 ± 2.32	-2.14	.042
	Aufmerksamkeitsprobleme	70.2 ± 5.44	50.4 ± 1.30	-13.6	< .001
	Dissoziales Verhalten	61.5 ± 6.98	50.9 ± 1.88	-5.66	< .001
	Agressives Verhalten	65.5 ± 8.32	50.7 ± 2.09	-6.66	< .001
	Internalisierend	61.9 ± 4.46	47.5 ± 7.55	-6.04	< .001
	Externalisierend	64.3 ± 7.00	41.6 ± 7.01	-8.55	< .001
	Gesamtwert	66.8 ± 4.60	41.9 ± 7.27	-10.7	< .001

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung

#### 4.4. Materialien in der Testphase

##### 4.4.1. EEG, EMG und EOG

Bei der technischen Umsetzung der Studie, d.h. bei der Ableitung der Schlafparameter und bei der Durchführung der akustischen Stimulation, orientierten wir uns am Studienprotokoll von (Ngo et al. 2013b). Ein EEG mit 16 Kanälen wurde kontinuierlich mittels V-Amp DC amplifier (Brain Products) abgeleitet (Fp1, Fp2, Fpz, AFz, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1,

Oz, O2), welches gegen das gemittelte Signal der Mastoide (M1, M2) referenziert wurde. (Abb. 2)

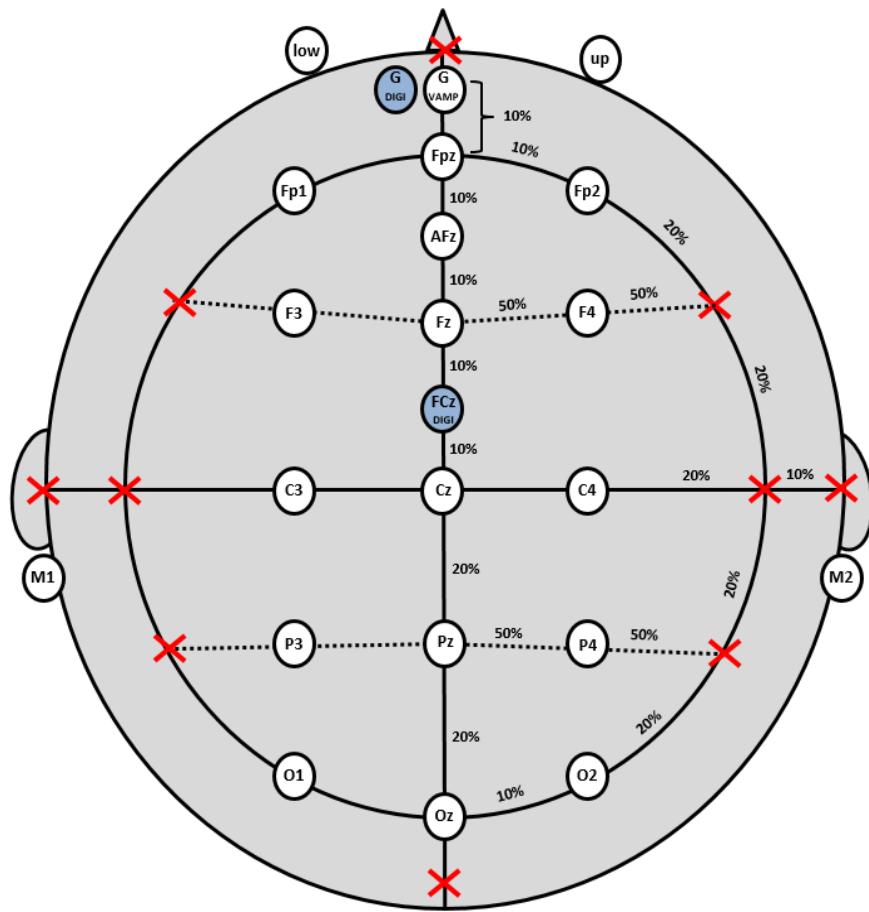


Abbildung 2: Elektrodenpositionen des EEGs

Es wurden Ag/AgCl Elektroden verwendet. Während des gesamten Versuchs wurde darauf geachtet, dass die Impedanzen jeder einzelnen Elektrode  $< 5\text{k}\Omega$  sind. Zudem wurden ein Elektrookulogramm (EOG) mittels zwei Elektroden im Bereich des M. orbicularis oculi (in der Abbildung 2 mit „up“ und „low“ bezeichnet) und ein Elektromyogramm (EMG) mittels drei Elektroden im Bereich des Kinns abgeleitet. Das abgeleitete EEG, sowie EOG und EMG wurde für die PSG-Auswertung verwendet.

#### 4.4.2. Kontrollvariablen

Nächtebuch: Vor und nach allen 3 Nächten wurde den Probanden das Nächtebuch (siehe Anhang 10) zum selbstständigen Ausfüllen vorgelegt. Am Abend wurde der aktuelle psychische Zustand der Probanden anhand von 3 Analogskalen, der Grad der Müdigkeit und Koffein bzw. Medikamentenkonsum im Laufe des Tages abgefragt. Am Morgen wurde auf identische Weise der psychische Zustand der Probanden abgefragt. Darüber hinaus wurden Fragen zur subjektiven Einschätzung des Schlafes hinsichtlich Qualität, Dauer und Unterbrechungen gestellt. Bei keinem der Probanden wurden Auffälligkeiten gefunden, die einen Ausschluss begründet hätten.

KITAP: Bei der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (KITAP) handelt es sich um ein computergestütztes Testverfahren, welches verschiedene Aspekte der Aufmerksamkeit überprüft. Für diese Studie wurde nur der Untertest „Alertness“ verwendet, welcher die momentane Wachheit testet. Die Probanden hatten die Aufgabe auf einen visuellen Stimulus mit einem Tastendruck zu reagieren. Dabei wurde die Reaktionszeit gemessen (Zimmermann et al. 2005). Mit Hilfe dieser relativ einfachen Aufmerksamkeitstestung konnte eine eventuelle Beeinflussung der Messdaten durch fehlende Aufmerksamkeit der Probanden festgestellt werden. Die KITAP wurde am Abend vor und am Morgen nach jeder Testnacht durchgeführt.

#### 4.4.3. Prozedurales Gedächtnisparadigma Buttonbox

Mit der Buttonbox wird eine motorische Lernaufgabe ausgeführt, mit der das prozedurale Gedächtnis überprüft werden kann. Die Buttonbox besteht aus einer verkleideten Computertastatur auf der acht verschiedenfarbige Druckknöpfe, sogenannte Buttons, angebracht wurden (Abb. 3). Die oberen vier Buttons sind weiß, die unteren vier farbig (von links nach rechts: grün, rot, gelb, blau). In jedem der Buttons ist eine Glühlampe eingebaut, sodass jeder Button einzeln aufleuchten kann. Die Buttonbox ist mit einem Laptop verbunden und wird über ein Computersystem gesteuert.

Die Testung eines Probanden läuft wie folgt ab: Zunächst werden dem Probanden die Instruktionen der Aufgabe vorgelesen und erklärt (siehe Anhang 12). Wenn der Proband

keine Fragen mehr hat, beginnt die eigentliche Testung. Dazu leuchten zunächst einmal alle Buttons gleichzeitig für wenige Sekunden auf. Das bedeutet „Achtung, gleich geht's los!“. Auch auf dem Bildschirm des Laptops erscheint „Achtung!“ als Startsignal. Danach leuchtet immer nur ein Button zurzeit auf. Der Proband hat die Aufgabe, diesen leuchtenden Button so schnell und so korrekt wie möglich mit seiner nicht dominanten Hand zu drücken, damit der Button ausgeschaltet wird und nicht mehr leuchtet. Danach leuchtet dann der nächste Button auf. Wieder hat der Proband die Aufgabe, den leuchtenden Button so schnell und so korrekt wie möglich zu drücken.

Die acht Buttons leuchten in einer festen Reihenfolge nacheinander auf. Diese Reihenfolge wiederholt sich fünfmal, sodass insgesamt 40 aufleuchtende Buttons einen Block ergeben. Nach einem Block hat der Proband immer 10 Sekunden Pause. Diese wird ihm auf dem Bildschirm des Laptops angezeigt. Ebenso wird auf dem Bildschirm die mittlere Reaktionsgeschwindigkeit in Millisekunden des letzten Blocks angezeigt. Um den Probanden auf den Beginn des nächsten Blocks hinzuweisen, leuchten wieder einmal alle Buttons gleichzeitig auf und auf dem Bildschirm erscheint wieder das Wort „Achtung“. Dann folgt der 2. Block. Dieser Ablauf wiederholt sich so oft, bis alle 10 Blöcke durchlaufen worden sind.



Abbildung 3: Aufbau der Buttonbox

In der Testung kamen zwei verschiedene Sets von Tastenabfolgen zum Einsatz, sodass der Proband sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Testnacht ein neues, ihm

unbekanntes Set bearbeitete. Die Reihenfolge der Sets wurde annährend ausbalanciert. Die Tastenfolgen der beiden Sets waren wie folgt aufgebaut (siehe Tabelle 2):

Set 1	Set 2
Lernbedingung:	Lernbedingung:
1. bis 10. Block: 8-6-1-3-2-7-5-4	1. bis 10. Block: 4-5-7-2-3-1-6-8
Abrufbedingung:	Abrufbedingung:
1. bis 6. Block: 8-6-1-3-2-7-5-4	1. bis 6. Block: 4-5-7-2-3-1-6-8
7. Block: 1-5-3-6-4-7-8-2	7. Block: 2-8-7-4-6-3-5-1
8. Block: 7-3-1-6-2-5-4-8	8. Block: 8-4-5-2-6-1-3-7
9. Block: 8-2-5-3-1-4-7-6	9. Block: 6-7-4-1-3-5-2-8
10. Block: 8-6-1-3-2-7-5-4	10. Block: 4-5-7-2-3-1-6-8

Tabelle 2: Tastenfolge Buttonbox Set 1 und Set 2

Im abendlichen Lerndurchgang wurden dem Probanden 10 Blöcke mit der jeweiligen Standardabfolge präsentiert. Im morgendlichen Abruf wurden der siebte, achte und neunte Block durch neue, unbekannte Tastenabfolgen ersetzt. Der 10. Block am Morgen war dann wieder die bekannte Standardabfolge.

Das Computerprogramm „Presentation“ (Neurobehavioral Systems, USA), mit dem die Steuerung der Button Box realisiert wurde, speicherte sowohl die jeweiligen Tastenanschläge als auch die entsprechenden Reaktionszeiten. Darüber hinaus wurden Zeit und Dauer der Aufgabendurchführung, genauso wie etwaige Besonderheiten dokumentiert (siehe Anhang 15). Auf Basis dieser Informationen konnten die Daten ausgewertet werden.

Um einen möglichen Effekt durch den jeweiligen Versuchsleiter so gering wie möglich zu halten, gab es für alle Aufgaben, die an den Testnächten durchgeführt wurden,

ausformulierte Instruktionen mit Informationen zur Aufgabenstellung und deren Durchführung (siehe Anhang 11 und 12). Es wurde versucht, die Instruktionen so wortgetreu und standardisiert wie möglich wiederzugeben. Außerdem gab es Ablaufprotokolle für jede Eingewöhnungs- und Testnacht der Probanden im Schlaflabor, die die gesamten Abläufe am Abend und am Morgen vorgaben (siehe Anhang 13 und 14).

Die Probanden führten während der Nächte im Schlaflabor noch weitere Paradigmen durch, welche in dieser Arbeit aber nicht ausgewertet werden:

- Random-Number-Generation-Task (RGNT), ca. 5 min Zeitaufwand am Abend der Eingewöhnungsnacht
- Zahlen Nachsprechen, ca. 10 min Zeitaufwand an beiden Abenden und Morgen der Testnächte, testet das Arbeitsgedächtnis
- Wortpaare-Paradigma, ca. 45 min Zeitaufwand an beiden Abenden und Morgen der Testnächte, testet das deklarative Gedächtnis
- N-back, ca. 15 min Zeitaufwand an beiden Morgen der Testnächte, testet das Arbeitsgedächtnis

Die Auswertung dieser Aufgaben wurde anderen Personen der Arbeitsgruppe überlassen. Die Nennung der Paradigmen dient an dieser Stelle zur Einhaltung der Vollständigkeit. Im Studienablauf wird auf die genaue Reihenfolge der Durchführung der Paradigmen näher eingegangen.

#### 4.4.4. Ablauf der Stimulation

In einer der beiden Testnächte erfolgte die Stimulation durch akustische Reize. Bei der Durchführung der akustischen Stimulation haben wir uns an dem Protokoll von Ngo et al. (2013a) orientiert. Das EEG wurde in Echtzeit abgeleitet, sodass auch die langsame Oszillationen in Echtzeit detektiert werden konnten. Zunächst wurde abgewartet, bis sich der Proband im Schlafstadium S2 befand. Danach wurden zwei Probetonpaare abgegeben. Sofern durch diese Töne keine Weck-Reaktion ausgelöst wurde, begann die Stimulation ab diesem Moment für 210 Minuten. Die Stimulation wurde manuell überwacht. Befand sich

der Proband laut EEG in einem Schlafstadium S2, S3 oder S4 wurde die Stimulation weitergeführt. War der Patient in einem weniger tiefen Schlafstadium, wurde die Stimulation manuell pausiert.

Um die Online Detektion der Slow Oscillations und die akustische Stimulation durchführen zu können, wurde neben dem V-Amp DC amplifier (Brain Products) ein weiteres EEG System genutzt. Hierzu verwendeten wir den „Digitimer D360“ als EEG Aufnahmegerät (Digitimer) und das „Power 1401 mk2“-Gerät als hochleistungsfähige Datenerfassungsschnittstelle (Cambridge Electronic Design). Zur Analyse des Stimulationszeitpunktes wurde eine weitere Elektrode in der FCz-Position (siehe Abb. 2) angebracht. Mittels eines eigens für diesen Zweck entwickelten Skripts wurde das EEG-Signal der FCz-Elektrode in Echtzeit abgeleitet. Dieses Skript wurde in dem Programm Spike2 programmiert. Spike2 ist die die zugehörige Software zum „Power 1401 mk2“-Gerät von Cambridge Electronic Design. Sobald das abgeleitete EEG-Signal die Grenze von  $-80\mu\text{V}$  unterschritt, wurde die akustische Stimulation gestartet.

Der akustische Stimulus war sogenanntes Rosa Rauschen (50ms, 55dB), welcher mittels in-ear Kopfhörern präsentiert wurde (MDR-EX50LP Sony Deutschland). Der erste Stimulus wurde nach der entsprechenden individuellen Delaytime des Probanden präsentiert, der zweite Stimulus nach einem festen Intervall von 900ms nach dem ersten Stimulus. Nach Abgabe dieser beiden Stimuli wurde die Detektion von Slow Oscillations für 2,5 Sekunden ausgesetzt.

Die individuelle Delaytime der Probanden wurde zunächst in der Eingewöhnungsnacht analysiert. Hierzu wurden wie auch in den Testnächten die Slow Oscillations detektiert. Gemessen wurde dann die Zeit zwischen dem negativen Peak der Slow Oscillation und dem darauf folgenden positiven Peak. Der Mittelwert dieser Zeit aus der Eingewöhnungsnacht wurde dann für die Testnächte verwendet. Während der Testnächte wurde die eingestellte Delaytime im Verlauf kontrolliert und gegebenenfalls angepasst. Hierzu wurde in den Testnächten die individuelle Delaytime des Probanden in der gerade laufenden Testnacht zuerst nach 8 Stimuli, danach alle 30 Minuten gemessen. Sofern diese gemessene Delaytime  $> 50$  ms von der aktuell eingestellten Delaytime (entweder die aus der Eingewöhnungsnacht bekannten Delaytime oder bereits zuvor einmal in der Nacht aufgrund dieses Algorithmus

geänderten Delaytime) abwich, wurde die jetzt neu gemessene Delaytime als neue Delaytime eingestellt und nach 30 Minuten erneut überprüft (siehe Anhang 16).

#### 4.5. Studienablauf

Bei einem Ersttelefonat wurden der grundsätzliche Ablauf sowie der grobe Hintergrundgedanke der Studie erläutert. Zudem wurden die Eltern über mögliche Ausschlusskriterien informiert. Dabei wurde auf folgende Punkte eingegangen: Medikamenteneinnahmen, Erkrankungen, Schlafprobleme und Geburtsgewicht und -zeitpunkt des Kindes. Bei Interesse zur Teilnahme an der Studie erhielten die Familien nach dem Telefonat ausführliches Informationsmaterial zur Studie per Post oder E-Mail. In einem zweiten Telefonat wurden etwaige Fragen geklärt, bevor bei bestehendem Interesse zur Teilnahme an der Studie ein Termin für die ca. 2-3 stündige Diagnostiksitzung vereinbart wurde.

Zur Diagnostiksitzung wurden das Kind und mindestens ein Erziehungsberechtigter des Kindes eingeladen. Die Sitzung fand in den Räumlichkeiten der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie des ZIP statt. Vor Ort wurde zunächst noch einmal über den Hintergrund und den Ablauf der Studie gesprochen, etwaige Fragen geklärt und dann wurden die schriftlichen Einverständniserklärungen unterschrieben, bevor mit der eigentlichen Diagnostik begonnen wurde. Für die Diagnostik wurden Kind und Erziehungsberechtigte räumlich voneinander getrennt. Mit dem Kind wurden der DCS, der CFT-20R, der Edinburgh-Händigkeitsinventar, ein Fragebogen zum Pubertätsstadium, der Sleep-Self-Report und das Kiddie-SADS durchgearbeitet. Die Eltern füllten die Child Behavior Checklist, den CSHQ-DE und ebenfalls einen Fragebogen zum Pubertätsstatus aus, bevor auch mit ihnen das Kiddie-SADS bearbeitet wurde. Am Ende der Diagnostiksitzung wurde allen Familien angeboten, das Schlaflabor und das Zimmer schon einmal kurz zu besichtigen, in dem das Kind schlafen würde.

Eine übersichtliche Darstellung des Ablaufes vom 1. Anruf bis zur Diagnostiksitzung ist in Abbildung 4 zu finden.

<b>1. Anruf</b>	Erklärung der Studie kurze Checkliste																		
<b>Zusenden des Informationsmaterials</b>																			
<b>2. Anruf</b>	Klärung etwaiger Fragen Termin für Diagnostiksitzung vereinbaren																		
<b>Diagnostiksitzung</b>	<p>Aufklärung von Eltern und Kind, danach schriftliche Einverständniserklärung</p> <p>Testungen bzw. Bearbeitung von Fragebögen getrennt mit Kind und Eltern:</p> <table> <thead> <tr> <th><u>Kind</u></th> <th><u>Eltern</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DCS</td> <td>CSHQ-DE 5-10</td> </tr> <tr> <td>CFT 20-R</td> <td>CBCL</td> </tr> <tr> <td>Edinburgh Händigkeitsinventar</td> <td>PDS</td> </tr> <tr> <td>PDS</td> <td>K-SADS-PL</td> </tr> <tr> <td>Self-Sleep-Report</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K-SADS-PL</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Besichtigung des Schlaflabors</td></tr> <tr> <td colspan="2">ggf. Vereinbarung von Terminen für die Nächte im Schlaflabor</td></tr> </tbody> </table>	<u>Kind</u>	<u>Eltern</u>	DCS	CSHQ-DE 5-10	CFT 20-R	CBCL	Edinburgh Händigkeitsinventar	PDS	PDS	K-SADS-PL	Self-Sleep-Report		K-SADS-PL		Besichtigung des Schlaflabors		ggf. Vereinbarung von Terminen für die Nächte im Schlaflabor	
<u>Kind</u>	<u>Eltern</u>																		
DCS	CSHQ-DE 5-10																		
CFT 20-R	CBCL																		
Edinburgh Händigkeitsinventar	PDS																		
PDS	K-SADS-PL																		
Self-Sleep-Report																			
K-SADS-PL																			
Besichtigung des Schlaflabors																			
ggf. Vereinbarung von Terminen für die Nächte im Schlaflabor																			

Abbildung 4: Ablauf 1. Anruf bis Diagnostik

CBCL: Child Behavior Checklist; CFT 20-R: Culture Fair Intelligence Test 20 - Revision; CSHQ-DE 5-10: Childrens Sleep Habits Questionnaire - deutsche Version; DCS: Diagnostikum für Cerebralschädigung; K-SADS-PL: Kiddie-S

Vorausgesetzt es gab keinen Ausschlussgrund für den jeweiligen Probanden, wurden anschließend Termine für die 3 Nächte im Schlaflabor vereinbart. Die erste Nacht war immer eine Eingewöhnungsnacht. Zwischen Eingewöhnungsnacht und erster Testnacht musste mindestens eine Nacht liegen. Zwischen den beiden Testnächten mussten mindestens 12 Tage liegen, um eine mögliche Beeinflussung, durch eine zu zeitnah stattgefundene erste Testnacht, zu verhindern. Eine kurze, übersichtliche Darstellung der Abläufe der Eingewöhnungs- und Testnächte findet sich in Abbildung 5.

Der Ablauf der Eingewöhnungsnacht gestaltete sich wie folgt: Nachdem der Proband gegen 19 Uhr im Schlaflabor eingetroffen war, wurde gemeinsam Abendbrot gegessen. Gegen 19:30 Uhr wurde dann zunächst der Hörtest durchgeführt, dann das EEG, EOG und EMG angebracht und im Zuge dessen alle Impedanzen überprüft und deren Werte dokumentiert (siehe Anhang 15). Im Anschluss gegen 20:30 Uhr hat der Proband den 1. Teil des sogenannten Nächtebuchs ausgefüllt und dann eine kleine Aufgabe, die Random-Number-Generation-Task, ausgeführt. Diese Aufgabe diente in der Eingewöhnungsnacht der Simulation einer Testsituation, damit das Kind schon einmal einen kleinen Eindruck davon

bekam, wie die dann folgenden Testnächte ablaufen werden. Danach wurde zum einen die Vision Recorder Software gestartet, sodass ab dem jetzigen Zeitpunkt das EEG, welches mittels BrainAmp DC abgeleitet wurde, aufgezeichnet werden konnte. Zum anderen wurde die Software „Spike2“ gestartet, mit welcher gemeinsam mit dem „Digitimer D360“ und dem „Power1401 mk 2“ die online-Detektion der langsam Oszillationen und in den Testnächten auch das Abspielen der Stimulationstöne realisiert wurde. Vor Beginn der Nacht wurden die Impedanzen erneut überprüft, sodass gegen 21 Uhr das Licht ausgeschaltet werden konnte. In der Nacht wurden dann alle Schlafparameter genauso wie in den Testnächten detektiert und aufgezeichnet. Am nächsten Morgen wurde der Proband um 07:00 Uhr geweckt, das EEG, EMG und EOG abgenommen und gemeinsam gefrühstückt. Bevor der Proband um 08:00 Uhr abgeholt wurde, füllte er noch den 2. Teil des Nächtebuchs (siehe Anhang 10) aus.

Bei den Testnächten gab es jeweils eine Stimulationsnacht, in der die akustische Stimulation durchgeführt wurde, sowie eine Shamnacht. Bei der Shamnacht gab es für den Probanden keinen ersichtlichen Unterschied zur Stimulationsnacht, allerdings wurde in der Nacht keine akustische Stimulation durchgeführt. Die Studie lief sowohl für den Probanden als auch den Versuchsleiter, der die Paradigmen mit dem Probenden durchführte, doppel-blind ab. In der Umsetzung sah dies wie folgt aus: Alle Testnächte wurden von zwei Versuchsleitern betreut, im Folgenden als Versuchsleiter 1 und Versuchsleiter 2 bezeichnet. Der Versuchsleiter 1 war genauso wie der Proband verblindet und führte alle Paradigmen mit dem Probanden durch. Der Versuchsleiter 1 verließ das Schlaflabor nach der Durchführung der Paradigmen. Nur der Versuchsleiter 2 kannte die jeweilige Bedingung für die Nacht und führte die Stimulation in der entsprechenden Nacht durch und überwachte die Stimulation. Versuchsleiter 2 verließ nach der Stimulation das Schlaflabor. Die nächsten Stunden wurde der Proband durch eine Nachtwache des Schlaflabors betreut. Am Morgen kam dann wieder der Versuchsleiter 1 ins Schlaflabor, um den Probanden zu wecken und den Abruf der Paradigmen durchzuführen.

Der Ablauf der Testnächte gestaltete sich wie folgt: Nachdem der Proband gegen 17:30 Uhr im Schlaflabor eingetroffen war, wurde zunächst der Hörtest durchgeführt und dann das EEG, EOG und EMG angebracht und im Zuge dessen alle Impedanzen überprüft und deren Werte dokumentiert (siehe Anhang 15). Im Anschluss daran wurde gemeinsam Abendbrot gegessen. Gegen 19 Uhr wurde mit der experimentellen Testung begonnen. Zunächst füllte der Proband wieder den 1. Teil des Nächtebuchs aus. Dann wurde die KiTAP zur Testung der

Aufmerksamkeit des Probanden durchgeführt, gefolgt vom Zählen Nachsprechen. Danach folgte eine deklarative Gedächtnisaufgabe, dessen Auswertung Gegenstand einer anderen Dissertation war. Diese Aufgabe umfasste das Lernen von insgesamt 48 Wortpaaren. Diese Wortpaare hatten weder eine inhaltliche noch eine semantische Assoziation zueinander. Der letzte Teil der abendlichen Testung war dann die Ausführung der motorischen Aufgabe an der Buttonbox. Alle Aufgaben wurden in Ruhe erklärt und es gab die Möglichkeit, etwaige Fragen zu klären. Nach Beendigung aller Paradigmen wurden alle Programme zur Applikation der closed-loop Stimulation und EEG-Aufzeichnung wie in der Eingewöhnungsnacht gestartet (Details siehe oben) und die Impedanzen erneut überprüft, sodass gegen 21 Uhr das Licht ausgeschaltet werden konnte. In einer Shamnacht wurden keine weiteren Veränderungen vorgenommen. Die Schlafparameter wurden aufgezeichnet und etwaige Besonderheiten in der Nacht sorgfältig protokolliert. In einer Stimulationsnacht wurden die Schlafparameter genauso wie in einer Shamnacht aufgezeichnet. Darüber hinaus wurde die Stimulationsphase gestartet, sobald sich der Proband in der Schlafphase S2 befand und nach 2 Probetonpaaren keinerlei Aufwach- oder Arousalreaktion zeigte. Die Stimulation wurde dann für 210 min durchgeführt.

Am nächsten Morgen wurde der Proband um 07:00 Uhr geweckt, die Elektroden für das EEG, EMG und EOG wurden entfernt und anschließend gemeinsam gefrühstückt. Eine Stunde nach dem Aufstehen wurde mit dem Abruf der Paradigmen begonnen. Der Abruf hat in der gleichen Reihenfolge stattgefunden wie das Lernen am Abend zuvor. Dementsprechend wurde zunächst der 2. Teil des Nächtebuchs ausgefüllt. Dann folgte eine Alertnesstestung mit der KiTAP und erneut das Zählen nachsprechen. Danach hat der Abruf der deklarativen Gedächtnisaufgabe, das Abfragen der 48 am Vorabend gelernten Wortpaare stattgefunden. Es folgte dann gegen 08:45 Uhr der Abruf der motorischen Aufgabe an der Buttonbox. Als letztes wurde dann noch eine Aufgabe ausgeführt, die am Abend keinen Lerndurchgang hatte, nämlich die sogenannte „n-back“-Aufgabe. Die Ergebnisse dieser Messung waren rein explorativ und sind nicht Teil dieser Arbeit.

Bevor der Proband dann nach der dritten Nacht das Schlaflabor gegen kurz vor 10:00 Uhr verließ, erhielt er die Belohnung in Form von Citti-Park Gutscheinen. Jeder Proband bekam 80 € für die Teilnahme an der gesamten Studie plus 20 € für die entsprechende Leistung

beim Lernen der Wortpaare bei der deklarativen Gedächtnisaufgabe. Dementsprechend bekam jeder Proband 100 € in Form von Citti-Park Gutscheinen.

### Eingewöhnungsnacht

19:00 Uhr	Ankunft im Schlaflabor
19:05 Uhr	Abendbrot
19:30 Uhr	Hörtest
19:35 Uhr	Anbringen von EEG, EOG und EMG
20:30 Uhr	Nächtebuch, 1. Teil
20:35 Uhr	Random Number Generation Task (RNGT)
21:00 Uhr	Licht aus, Aufnahme der Schlafparameter
07:00 Uhr	Wecken
07:30 Uhr	Frühstück
07:50 Uhr	Nächtebuch, 2. Teil

### Testnächte 1 und 2

- Zwischen der Eingewöhnungsnacht und der ersten Testnacht lag mindestens eine Nacht
- Zwischen beiden Testnächten lagen mindestens 12 Tage

17:30 Uhr	Ankunft im Schlaflabor
17:35 Uhr	Hörtest
17:40 Uhr	Anbringen von EEG, EOG und EMG
18:30 Uhr	Abendbrot
19:00 Uhr	Nächtebuch, 1. Teil
19:05 Uhr	KiTAP, Alertness
19:10 Uhr	Zahlen nachsprechen
19:20 Uhr	Lernen Deklaratives Paradigma, "Wortpaare"
20:10 Uhr	Lernen Prozedurales Paradigma, Buttonbox
21:00 Uhr	Licht aus

bei Stimulation: 210 min akustische Stimulation, wenn Proband in S2, S3 oder S4

bei Sham: nur Aufnahme der Schlafparameter

07:00 Uhr	Wecken
07:30 Uhr	Frühstück
08:00 Uhr	Nächtebuch, 2. Teil
08:05 Uhr	KiTAP, Alertness
08:10 Uhr	Zahlen nachsprechen
08:20 Uhr	Abruf Deklaratives Paradigma, "Wortpaare"
08:45 Uhr	Abruf Prozedurales Paradigma, Buttonbox
09:00 Uhr	N-Back-Task

nach Testnacht 2: Ausgabe der Gutscheine im Wert von 100 €

alle Uhrzeiten sind durchschnittliche Uhrzeiten, kleine Abweichungen im zeitlichen Ablauf waren möglich

Abbildung 5: Ablauf Eingewöhnungsnacht und Testnächte 1 und 2

## 4.6. Studiendesign

Die Studie wurde als doppelt verblindete Studie durchgeführt. Weder der Versuchsleiter, der die Paradigmen mit dem Probanden durchführte, noch der Proband wussten, ob es sich bei der Testnacht um eine Stimulations- oder um eine Shamnacht handelte. Die Anwendung der Bedingungen Stimulations- und Shamnacht erfolgten annährend ausbalanciert.

### Unabhängige Variablen

#### UV 1: Gruppe - ADHS vs. Kontrollen

Die erste unabhängige Variable unterschied zwischen der Patienten- und der Kontrollgruppe. Zu der Patientengruppe gehörten die Jungen mit ADHS, zu der Kontrollgruppe die gesunden Kinder.

#### UV 2: Bedingung – Sham vs. Stimulation

Die zweite unabhängige Variable unterschied zwischen der Stimulations- und der Shambedingung. In der Stimulationsbedingung wurde in der Nacht die akustische Stimulation des SMS mittels sog. Rosa Rauschen durchgeführt, in der Shambedingung fand keinerlei Stimulation statt. Alle Probanden unterzogen sich beiden Bedingungen.

#### UV3: Session – Lernen vs. Abruf

Die dritte unabhängige Variable unterschied zwischen den beiden verschiedenen Sessions, Lernen am Abend vor und Abruf am Morgen nach der Testnacht.

#### UV4: Messzeitpunkte (MZP) - 1 bis 10

Die vierte unabhängige Variable unterschied zwischen den zehn verschiedenen Messzeitpunkten. Sowohl das Lernen vor als auch der Abruf nach der Nacht wurde in 10 Blöcken organisiert.

## Abhängige Variablen

Als abhängige Variable betrachteten wir die Reaktionszeiten in der Bearbeitung der Buttonbox. In die Analyse flossen nur die Reaktionszeiten der korrekten Tastendrücke ein. Als Maß für die Encodierung wurden die Reaktionszeiten aller Lerndurchgänge (MZP 1-10) gewählt, als Maß für den Abruf die ersten drei Durchgänge beim Abruf (MZP 1-3).

## 4.7. Datenverarbeitung

Nach Erhebung aller Daten führten wir eine detaillierte, manuelle Sichtung aller erhobenen Daten durch. Insbesondere bei den Daten der Buttonbox fielen einige Werte auf, die aus logischen und mathematischen Betrachtungen als Ausreißer zu werten waren. So wendeten wir folgendes Schema auf die Gesamtheit der Buttonbox Daten an, bevor wir sie der weiteren Auswertung unterzogen:

- Wenn die Reaktionszeit (RT) des ersten Trials eines Blocks mehr als zwei Standardabweichungen (SD) über der mittleren Reaktionszeit des Blockes des Probanden lag, wurde diese erste RT als Orientierungsreaktion (OR) gewertet und nicht mit in die Auswertung einbezogen.
- Wenn die erste RT eines richtigen Tastendrucks nach einem oder mehreren falschen Tastendrücken mehr als zwei SD über der mittleren Reaktionszeit des Blockes lag, wurde diese RT als OR gewertet und nicht mit in die Auswertung einbezogen.
- Wenn eine RT unter 100ms lag, wurde diese nicht mit in die Auswertung einbezogen, da es aus logischen Gesichtspunkten als unrealistisch gilt, bewusst, eine so kurze RT zu erzeugen.

## 4.8. Statistische Hypothesen

		Sham										Stim									
		Lernen					Abruf					Lernen					Abruf				
Kontrollen	ADHS	MZP 1																			

Tabelle 3: Schematische Darstellung des Versuchsdesigns

		Sham				Stim				
		Lernen		Abruf		Lernen		Abruf		
Kontrollen	ADHS	MZP 1-10		MZP 1-10		MZP 1-10		MZP 1-10		
		$\mu_{11}$		$\mu_{12}$		$\mu_{13}$		$\mu_{14}$		
		$\mu_{21}$		$\mu_{22}$		$\mu_{23}$		$\mu_{24}$		
		$\mu_{.1}$		$\mu_{.2}$		$\mu_{.3}$		$\mu_{.4}$		

Tabelle 4: Schematische Darstellung des Versuchsdesigns mit den Erwartungswerten der Reaktionszeiten

Die erste Hypothese lautet, nach einer unstimulierten Nacht zeigen die Patienten eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung in Form von kürzeren Reaktionszeiten als die gesunden Kinder. Gemessen wird dies anhand der abhängigen Variablen der Reaktionszeiten der Patienten und der Kontrollen. Die zugehörige statistische Hypothese lautet:

$$H_0: (\mu_{11} - \mu_{12}) \leq (\mu_{21} - \mu_{22})$$

$$H_1: (\mu_{11} - \mu_{12}) > (\mu_{21} - \mu_{22})$$

Die zweite Hypothese besagt, dass die Stimulation sowohl bei den gesunden Kindern, als auch den Patienten zu einer Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung in Form von längeren Reaktionszeiten führt. Auch hier haben wir die Veränderung der Reaktionszeiten als abhängige Variable gewählt. Die zugehörige statistische Hypothese lautet:

$$\text{Hypothese 2: } H_0: (\mu_{1.} - \mu_{2.}) \leq (\mu_{3.} - \mu_{4.})$$

$$H_1: (\mu_{1.} - \mu_{2.}) > (\mu_{3.} - \mu_{4.})$$

Die dritte Hypothese besagt, dass die Stimulation für eine Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Patienten sorgt. Als abhängige Variable wurde wieder die Veränderung der Reaktionszeiten (vor und nach einer Nacht) gewählt. Die zugehörige statistische Hypothese lautet:

$$\text{Hypothese 3: } H_0: (\mu_{11} - \mu_{12}) - (\mu_{21} - \mu_{22}) \leq (\mu_{13} - \mu_{14}) - (\mu_{23} - \mu_{24})$$

$$H_1: (\mu_{11} - \mu_{12}) - (\mu_{21} - \mu_{22}) > (\mu_{13} - \mu_{14}) - (\mu_{23} - \mu_{24})$$

Alle Hypothesen sollen anhand einer 2x2x10x ANOVA mit den drei Innersubjektfaktoren „STIM“ (Stimulation vs. Sham), „SESSION“ (Lernen vs. Abruf), „MESSZEITPUNKT“ (MZH 1-10) und dem Zwischengruppenfaktor „GRUPPE“ (ADHS vs. Kontrolle) auf ihre Gültigkeit überprüft werden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Software IBM SPSS Statistics 25. Das Signifikanzniveau der angewandten Tests wurde zuvor auf  $\alpha \leq 5\%$  festgelegt.

## 5 Ergebnisse

### 5.1. Hypothesengeleitete Auswertung der Reaktionszeiten

Für die Auswertung der Reaktionszeiten wurde zunächst wie geplant eine univariate 2x2x10x2 ANOVA mit den drei Innersubjektfaktoren „STIM“ (Stimulation vs. Sham), „SESSION“ (Lernen vs. Abruf), „MESSZEITPUNKT“ (MZP 1-10) und dem Zwischengruppenfaktor „GRUPPE“ (ADHS vs. Kontrolle) durchgeführt. Aufgrund des umfangreichen varianzanalytischen Modells soll an dieser Stelle nur auf solche Effekte eingegangen werden, welche für die Überprüfung der Hypothesen relevant sind. Im Anhang (17) befindet sich die vollständige Darstellung aller Haupteffekte und Interaktionen. Zur Orientierung sind in den Tabellen 3 und 4 jedoch alle deskriptiven Kennwerte (Mittelwert und Standardfehler) der mittleren Reaktionszeiten dargestellt, welche in die Analyse einbezogen wurden.

		ADHS		Kontrollen		ADHD vs. Kontrollen		
		M	SEM	M	SEM	t	P	
Stimulation	Lernen	1	597,2	24,2	512,0	22,7	2,57	<b>0,016</b>
		2	538,6	23,1	481,5	21,9	1,79	0,085
		3	511,8	22,6	457,9	22,6	1,68	0,106
		4	528,1	23,9	426,7	18,6	3,39	<b>0,002</b>
		5	481,4	23,5	427,6	20,3	1,74	0,093
		6	478,0	22,5	424,5	22,7	1,67	0,107
		7	480,0	21,5	404,4	13,3	3,08	<b>0,005</b>
		8	447,6	19,6	407,2	17,5	1,53	0,138
		9	433,3	20,6	396,4	17,5	1,32	0,198
		10	438,1	23,5	387,4	17,7	1,75	0,091
	Abruf	1	367,2	14,1	348,0	12,7	1,01	0,320
		2	334,9	13,6	327,1	11,3	0,44	0,661
		3	335,2	13,8	329,4	14,0	0,29	0,771
		4	357,1	15,9	325,6	14,0	1,49	0,147
		5	339,4	16,0	306,2	10,7	1,76	0,090
		6	356,1	18,7	322,8	15,1	1,40	0,174
		7	523,7	14,4	459,8	12,5	3,30	<b>0,002</b>
		8	489,0	19,1	443,1	14,7	1,97	0,060
		9	537,7	20,1	458,0	10,7	3,63	<b>0,001</b>
		10	378,0	22,1	328,0	12,7	2,02	0,053

Tabelle 5: Reaktionszeiten in der Stimulationsbedingung; Signifikante p-Werte wurden fett gedruckt.

Sham			ADHS		Kontrollen		ADHD vs. Kontrollen	
			M	SEM	M	SEM	t	P
Lernen	1	619,7	30,7	509,0	16,6	3,29	<b>0,003</b>	
	2	541,7	27,2	478,9	13,0	2,17	0,039	
	3	540,8	27,1	446,0	15,7	3,13	<b>0,004</b>	
	4	511,5	25,3	435,2	13,5	2,75	<b>0,011</b>	
	5	529,7	32,9	430,0	13,7	2,94	<b>0,007</b>	
	6	494,6	24,4	415,2	13,9	2,96	<b>0,006</b>	
	7	495,7	25,5	422,7	15,2	2,47	<b>0,020</b>	
	8	479,5	23,9	411,2	14,5	2,50	<b>0,019</b>	
	9	472,8	24,8	395,4	13,9	2,80	<b>0,010</b>	
	10	440,3	19,2	381,9	12,9	2,58	<b>0,016</b>	
Abruf	1	394,5	19,0	330,4	9,6	3,13	<b>0,004</b>	
	2	372,8	15,8	325,0	11,1	2,52	<b>0,018</b>	
	3	377,5	21,1	313,2	8,5	2,98	<b>0,006</b>	
	4	369,9	21,5	317,9	11,4	2,22	<b>0,035</b>	
	5	360,2	18,2	301,0	11,1	2,84	<b>0,009</b>	
	6	380,4	12,4	307,5	12,2	4,17	<b>0,000</b>	
	7	544,8	23,7	457,6	11,9	3,36	<b>0,002</b>	
	8	513,2	17,2	439,7	11,3	3,69	<b>0,001</b>	
	9	559,6	26,2	456,5	12,2	3,73	<b>0,001</b>	
	10	395,3	13,3	323,8	10,3	4,30	<b>0,000</b>	

Tabelle 6: Reaktionszeiten in der Shamedingung; Signifikante p-Werte wurden fett gedruckt.

Die Alternativhypothesen 1-3 müssen dann sicher verworfen werden, wenn keine signifikante 4-fach Interaktion zwischen den Faktoren MZP, STIMULATION, SESSION und GRUPPE vorliegt. Tatsächlich erreichte diese 4-fach Interaktion nicht die Signifikanz [ $F(9,234)=0,8$ ,  $p=.585$ ]. Somit müssten alle Hypothesen verworfen werden. Da sich die Hypothesenprüfung jedoch überwiegend auf die Leistungen zum Zeitpunkt des Abrufs bezieht, soll an dieser Stelle die Auswertung neu organisiert werden: Unter Aufgabe des Faktors SESSION werden die Reaktionszeiten während der Encodierung und während des Abrufs getrennt analysiert und dargestellt.

Bei der separaten Auswertung der Encodierungsleistungen zeigten sich lediglich signifikante Haupteffekte für die Faktoren MZP [ $F(9,234)=83,1$ ,  $p<.001$ ] und GRUPPE [ $F(1,26)=11,5$ ,  $p=.002$ ]. Wie in Abbildung 6 dargestellt, lässt sich über die Messzeitpunkte hinweg ein deutlicher Trainingseffekt in Form einer verringerten Reaktionszeit beobachten.

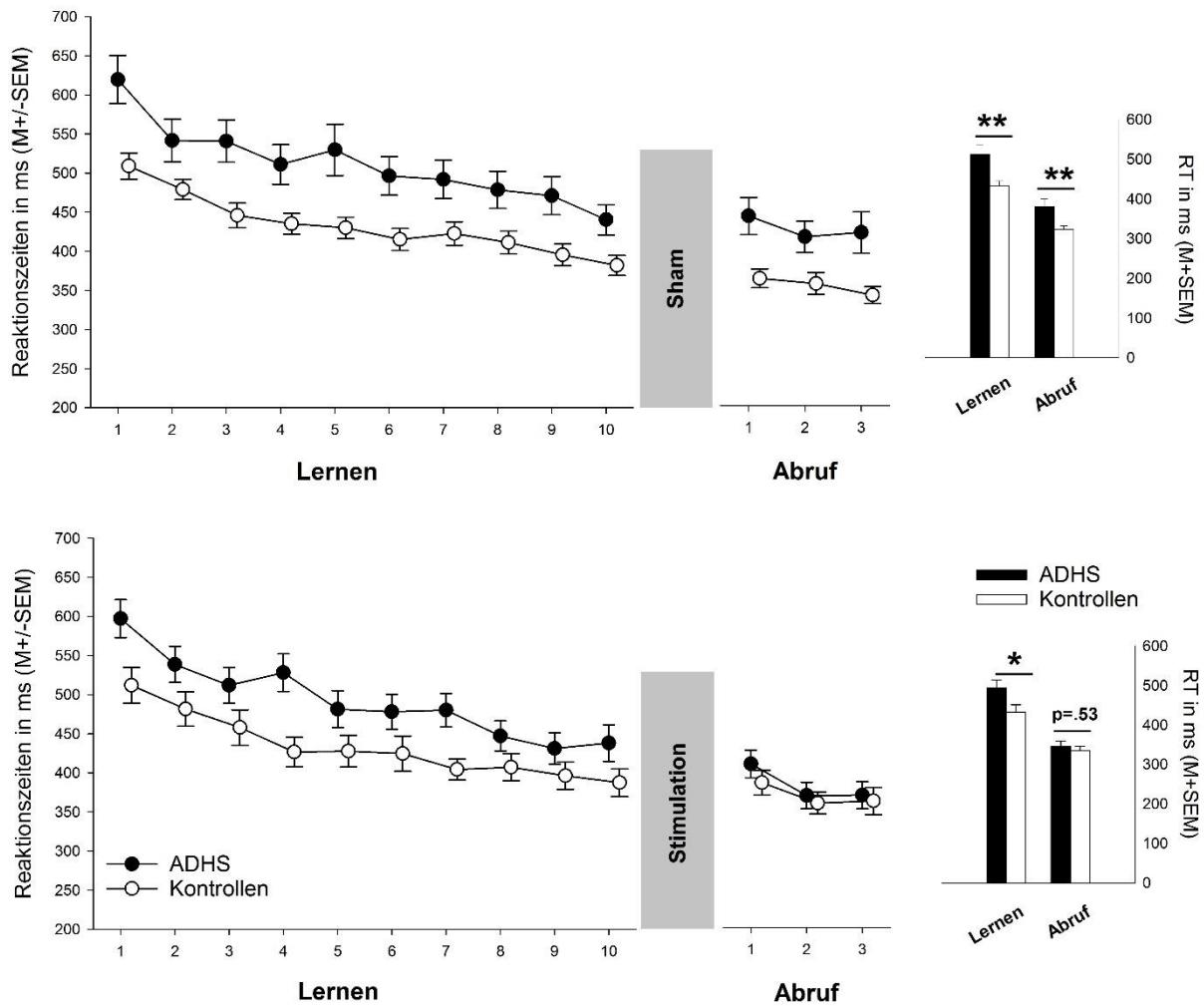


Abbildung 6: Reaktionszeiten der Buttonbox im Verlauf der MZP

Oben links: Reaktionszeiten in der Schambedingung beim Lernen (MZP 1-10) und beim Abruf (MZP 1-3)

Oben rechts: gemittelte Reaktionszeiten in der Schambedingung über Lernen und Abruf

Unten links: Reaktionszeiten in der Stimbedingung beim Lernen (MZP 1-10) und beim Abruf (MZP 1-3)

Unten rechts: gemittelte Reaktionszeiten in der Stimbedingung über Lernen und Abruf

M = Mittelwert; SEM = Standard Error of the Mean; RT = Reaktionszeit, \*p < .05, \*\*p < .01

Zudem wiesen Patienten im Vergleich zu den Kontrollen grundsätzlich langsamere Reaktionszeiten auf. Jedoch wurden in der Encodierungs-Session weder der Haupteffekt für den Faktor STIMULATION signifikant [ $F(1,26)=0.3$ ,  $p=.567$ ], noch wurden signifikante Interaktionen unter Einbezug des Faktors STIMULATION festgestellt ( $p>.157$ ). Diese Daten zeigen deutlich, dass sich der Trainingserfolg und der Gruppenunterschied nicht zwischen der Stimulations- und Schambedingung unterschieden. Somit sollten mögliche spätere Effekte der Stimulation zum Zeitpunkt des Abrufs nicht auf differenzielle Encodierungsleistungen zurückzuführen sein.

Im Gegensatz zu den Encodierungsleistungen zeigt sich bei der separaten Auswertung der Abrufleistungen (MZP 1-3) die vermutete Interaktion zwischen den Faktoren STIMULATION, und GRUPPE [ $F(1,26)=8.4$ ,  $p=.008$ ]. Aufgrund dieser Datenlage soll nun die Hypothesenprüfung lediglich auf die Reaktionszeiten während des Abrufs angewandt werden. Eine Besprechung der Zulässigkeit dieses Vorgehens findet sich in der Diskussion.

Hypothese 1: Nach einer unstimulierten Nacht zeigen die Patienten eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung als die Kontrollen.

In der ANOVA über die Reaktionszeiten beim Abruf gemittelt über die Messzeitpunkte 1-3 ergibt die Auflösung der Interaktion STIMULATION\*GRUPPE mittels t-Tests für unabhängige Stichproben, dass die Patienten im Vergleich zu Kontrollen beim Abruf in der Shambedingung signifikant längere Reaktionszeiten aufweisen [Patienten:  $M=381.5$ ,  $SEM=18.0$ , Kontrollen:  $M=322.9$ ,  $SEM=8.9$ ,  $t(26)=3.1$ ,  $p=.005$ ]. In der ANOVA über die Reaktionszeiten bei trainierten (MZP 1-6) und untrainierten Sequenzen (MZP 7-9) im Abruf erreicht die Auflösung der Interaktion STIMULATION\*GRUPPE: [ $F(1,26)=5.8$ ,  $p=.023$ ] ebenfalls Signifikanz. Der Unterschied zwischen Patienten und Kontrollen ist in der Shambedingung signifikant größer als in der Stimulationsbedingung. Somit muss diese Hypothese verworfen werden.

Hypothese 2: Die Stimulation führt sowohl bei den Kontrollen als auch den Patienten zu einer Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung.

Anders als vermutet ließen sich in der Shambedingung längere Reaktionszeiten beobachten als in der Stimulationsbedingung [Sham:  $M=353.2$ ,  $SEM=9.6$ ; Stim:  $M=340.3$ ,  $SEM=8.5$ ]. Der entsprechende Haupteffekt STIMULATION [ $F(1,26)=2.1$ ,  $p=.160$ ] wurde jedoch nicht signifikant. Daher muss die zugehörige Hypothese verworfen werden.

Hypothese 3: Die Stimulation sorgt für eine Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Patienten.

Um diese Hypothese beantworten zu können, wurden die Reaktionszeiten der Patienten und Kontrollen im Abruf betrachtet. Die ANOVA über die Reaktionszeiten beim Abruf gemittelt über die Messzeitpunkte 1-3 zeigte eine signifikante Interaktion von STIMULATION\*GRUPPE:  $[F(1,26)=5.8, p=.023]$ . Die Auflösung der Interaktion STIMULATION\*GRUPPE mittels t-Tests für unabhängige Stichproben zeigt auf, dass Patienten im Vergleich zu Kontrollen beim Abruf nur in der Shambedingung längere Reaktionszeiten aufweisen [Patienten:  $M=381.5$ ,  $SEM=18.0$ , Kontrollen:  $M=322.9$ ,  $SEM=8.9$ ,  $t(26)=3.1$ ,  $p=.005$ ], nicht aber nach der Stimulationsnacht [Patienten:  $M=346.1$ ,  $SEM=13.1$ , Kontrollen:  $M=334.8$ ,  $SEM=11.2$ ;  $t(26)=0.7$ ,  $p=.527$ ]. Ein ähnliches Ergebnis ergab die ANOVA über die Reaktionszeiten bei trainierten (MZP 1-6) und untrainierten Sequenzen (MZP 7-9) im Abruf (siehe 5.2 und Anhang 17). Somit kann diese Hypothese weiterhin angenommen werden.

## 5.2. Explorative Analyse

Zur weiteren explorativen Analyse der Daten wurde noch eine weitere ANOVA durchgeführt, die Aufschluss geben sollte über den Trainingseffekt innerhalb des Paradigmas, sodass der Faktor „TRAINING“ (trainierte Sequenzen [MZP 1-6 im Abruf] vs. untrainierten Sequenzen [MZP 7-9 im Abruf] neu aufgenommen wurde. Weiterhin bestehend blieben auch in dieser ANOVA die Faktoren „STIM“ (Stimulation vs. Sham) und „GRUPPE“ (ADHS vs. Kontrolle).

Siehe hierzu auch Tabelle 7, welche die gemittelten Reaktionszeiten beim Lernen, beim Abruf und für die trainierten und untrainierten Sequenzen in der Stimulations- und Shambedingung darstellt.

			ADHD		Controls		ADHD vs. Controls	
		Sequenzen	M	SEM	M	SEM	t	P
Stimulation	<b>Lernen</b>	1 - 10	493,2	20,1	432,6	18,5	2,22	0,035
	<b>Abruf – gesamt</b>	1 - 9	404,5	14,1	368,9	11,3	1,99	0,057
	<b>Abruf – erste Sequenzen</b>	1 - 3	345,7	13,0	334,8	11,2	0,64	0,527
	<b>Abruf - trainierte Sequenzen</b>	1 - 6	348,3	13,5	326,5	11,7	1,23	0,231
	<b>Abruf - untrainierte Sequenzen</b>	7 - 9	516,8	17,0	453,6	11,9	3,11	0,005
Sham	<b>Lernen</b>	1 - 10	512,1	23,1	432,6	12,4	3,15	0,004
	<b>Abruf – gesamt</b>	1 - 9	430,1	16,5	361,0	8,4	3,90	0,001
	<b>Abruf – erste Sequenzen</b>	1 - 3	381,5	17,9	322,9	8,9	3,06	0,005
	<b>Abruf - trainierte Sequenzen</b>	1 - 6	375,6	16,6	315,8	8,9	3,28	0,003
	<b>Abruf - untrainierte Sequenzen</b>	7 - 9	539,0	21,3	451,3	10,5	3,85	0,001

Tabelle 7: Über verschiedene Messzeitpunkte gemittelte Reaktionszeiten

Auch hier verpasst der Haupteffekt STIMULATION [ $F(1,26)=2.0$ ,  $p=.170$ ] die Signifikanz. Die beiden Haupteffekte TRAINING [ $F(1,26)=530,8$ ,  $p<.001$ ] und GRUPPE [ $F(1,26)=11.5$ ,  $p=.002$ ] werden jedoch signifikant. Sowohl die Interaktion STIMULATION\*GRUPPE: [ $F(1,26)=5.8$ ,  $p=.023$ ] ist signifikant, wie auch die Interaktion TRAINING\*GRUPPE: [ $F(1,26)=7.2$ ,  $p=.012$ ]. Das bedeutet, der Unterschied zwischen Patienten und Kontrollen ist in der Shambedingung ( $M=69.1$ ;  $SEM=17.9$ ) signifikant größer als in der Stimulationsbedingung ( $M=35.6$ ,  $SEM=17.9$ ). Ebenso ist der Unterschied zwischen Patienten und Kontrollen bei den untrainierten Sequenzen höher ( $M=75.5$ ,  $SEM=20.2$ ) als bei den trainierten Sequenzen ( $M=40.8$ ,  $SEM=16.1$ ). Die beiden Interaktionen STIMULATION\*TRAINING: [ $F(1,26)=0.04$ ,  $p=.851$ ] und STIMULATION\*TRAINING\*GRUPPE: [ $F(1,26)=0.6$ ,  $p=.444$ ] verpassen die Signifikanz.

### 5.3. Kontrollvariablen

Mit dem Nächtebuch wurde u.a. die Schläfrigkeit der Probanden vor und nach den Nächten abgefragt. Die Analyse zeigte in Bezug auf den Haupteffekt SESSION eine Tendenz [ $F(1,27)=2.9$ ,  $p=.098$ ], dass die Probanden am Abend beim Lernen etwas müder waren ( $M=68.9$ ,  $SEM=4.2$ ) als beim Abruf am Morgen ( $M=75.4$ ,  $SEM =4.1$ ). In Bezug auf den Haupteffekten GRUPPE und STIMULATION sowie alle weiteren Interaktionen konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden ( $p>222$ ).

Mittels der KiTAP, der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder, wurde die Aufmerksamkeit der Kinder sowohl am Abend als auch am Morgen vor den Testungen überprüft. Die Analyse der Daten zeigte signifikante Haupteffekte für den Faktor GRUPPE [ $F(1,27)=9.1$ ,  $p=.005$ ] und SESSION [ $F(1,27)=7.0$ ,  $p=.013$ ]. Diese Daten zeigen zum einen, dass die Patienten ( $M=356.9$ ,  $SEM=14.9$ ) langsamer waren als die Kontrollen ( $M=294.3$ ,  $SEM=14.4$ ) und zum anderen, dass die Reaktionszeiten am Abend ( $M=333.0$ ,  $SEM=10.9$ ) langsamer waren als am Morgen ( $M=318.1$ ,  $SEM=10.6$ ). Darüber hinaus waren keine weiteren Haupteffekte oder Interaktionen signifikant ( $p>.399$ ).

## 6 Diskussion

Slow Oscillations spielen eine kausale Rolle bei der Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte. Prozedurale Gedächtnisleistungen werden zwar zu den non-deklarativen Gedächtnisleistungen gezählt, jedoch beinhalten sie gerade zu Beginn des Erwerbs der Fertigkeit auch oft deklarative Anteile. Diese deklarativen Anteile haben wiederum einen kompetitiven, hemmenden Einfluss auf die Konsolidierung rein non-deklarativer Anteile. Da gesunde Kinder einen erhöhten Anteil an SWS aufweisen, kommt es hier zu einer verstärkten kompetitiven Hemmung im Rahmen der schlafassoziierten Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisanteile, also auch non-deklarativer Anteile bei einer prozeduralen Gedächtnisaufgabe. Im Rahmen dieser Arbeit sollte nun die Frage geklärt werden, ob durch eine akustische Stimulation der langsamen Oszillationen die kompetitive Interaktion während der Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte bei gesunden Kindern und bei Kindern mit ADHS manipuliert werden kann.

Die erste Hypothese postulierte eine bessere prozedurale Gedächtnisleistung der Patienten im Vergleich zu den Kontrollen nach einer unstimulierten Nacht. Diese Hypothese musste verworfen werden. In vorhergegangenen Studien konnte nachgewiesen werden, dass Kinder mit ADHS in Bezug auf die Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte mehr von Schlaf profitieren als gesunde Kinder (Prehn-Kristensen et al. 2011b). Beim Lernen zeigten die Patienten signifikant langsamere Reaktionszeiten als die Kontrollen. Diese signifikant langsameren Reaktionszeiten ließen sich auch noch nach der Shamnacht im Abruf nachweisen. Somit kann der zuvor von Prehn-Kristensen et al. (2011b) dokumentierte Benefit in dieser Studie nicht bestätigt werden.

Die zweite Hypothese postulierte eine Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung sowohl bei den Patienten als auch bei den Kontrollen nach einer stimulierten Nacht. Entgegen der Annahme zeigten die Patienten deskriptiv sogar eine Verbesserung der Reaktionszeiten im Abruf nach einer stimulierten Nacht. Nur bei den Kontrollen deutete sich eine Verschlechterung der Reaktionszeiten im Abruf nach einer stimulierten Nacht an, somit musste auch diese Hypothese verworfen werden. Die andeutungsweise Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Kontrollen ist kongruent mit einigen vorherigen Studien (Prehn-Kristensen et al. 2009; Wilhelm et al.

2012), welche bereits zeigten, dass Schlaf die Konsolidierung von prozeduralen Gedächtnisinhalten bei gesunden Kindern nicht bzw. nur unter bestimmten Bedingungen fördert. Dieses Ergebnis ist ebenfalls übereinzubringen mit der Theorie, dass der vermehrte SWS eher die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte fördert und dazu die Konsolidierung der prozeduralen Gedächtnisinhalte in einer kompetitiven Hemmung steht. (Fischer et al. 2007; Wilhelm et al. 2012)

Die deskriptive Verbesserung der Reaktionszeiten der Patienten in der Stimulationsnacht ist am ehesten übereinzubringen mit den Ergebnissen von (Prehn-Kristensen et al. 2011b), die - wie oben schon erwähnt - nachweisen konnten, dass Kinder mit ADHS in Bezug auf die Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte mehr von Schlaf profitieren als gesunde Kinder. Die langsamen Oszillationen konnten durch die akustische Stimulation nicht nur lokal im Bereich des präfrontalen Kortex verstärkt werden, der u.a. für die Initiierung der langsamen Oszillationen des SWS verantwortlich ist, sondern positionsunspezifisch, also auch im Bereich des Motorkortex. In diesem Bereich zeigen die Patienten im Vergleich zu den gesunden Kindern auch ohne Stimulation eine erhöhte Aktivität an langsamen Oszillationen (Ringli et al. 2013; Miano et al. 2019). Shaw et al. (2007) erkannten diese Besonderheit bei den Kindern mit ADHS im Bereich des Motorkortex auch und beschrieben diese Veränderung als vorgereiften Motorkortex. Im Hinblick auf diese Erkenntnisse wäre es interessant zu wissen, ob der vorgereifte Motorkortex mit der erhöhten Aktivität an langsamen Oszillationen ursächlich für die ADHS ist oder ob diese Veränderung eine Folge der Erkrankung ist. Diesbezüglich besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Wie oben erwähnt musste die zweite Hypothese verworfen werden, da weder bei den Patienten noch bei den Kontrollen eine signifikante Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung gemessen werden konnte. Die Patienten zeigten eine deskriptive Verbesserung, die Kontrollen eine tendenzielle Verschlechterung. Dieses Ergebnis wäre übereinzubringen mit den Ergebnissen von Marshall et al. (2004), die mit der transkraniellen Stimulation auch eine vermehrte Aktivität von SWS bei Erwachsenen nachweisen konnten, welche allerdings keinen Einfluss auf die prozedurale Gedächtnisleistung hatte. Selbstverständlich sind beide Studien nur im gewissen Maße vergleichbar, insbesondere da Marshall et al. keine Kinder als Probanden wählten. An dieser Stelle wären also auch weitere Studien zur Verifizierung nötig.

Die dritte Hypothese postulierte, dass die akustische Stimulation zu einer Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Patienten im Vergleich zu den Kontrollen führte. Wie erwartet konnte nur im Abruf nach einer unstimulierten Nacht ein signifikanter Unterschied der Reaktionszeiten zwischen Patienten und Kontrollen nachgewiesen werden, nach einer stimulierten Nacht konnte kein signifikanter Unterschied mehr gemessen werden. Somit kann diese Hypothese weiterhin angenommen werden. Diese Ergebnisse sind kongruent mit denen von Prehn-Kristensen et al. (2011a). Die verminderte Aktivität im präfrontalen Kortex bei Kindern mit ADHS (Shaw et al. 2007; Banaschewski et al. 2017) und die erhöhte Aktivität von langsamen Oszillationen in zentralen Bereichen (Ringli et al. 2013; Miano et al. 2019) konnte durch die akustische Stimulation insofern verändert werden, dass es zu einer generalisierten Zunahme der langsamen Oszillationen kam, welche dann auch mit einer Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisleistung der Patienten einherging. Wie genau es zu dieser Normalisierung kam, können wir anhand dieser Studie allerdings nicht erklären. Die Aktivität an SWS im gesamten Gehirn konnte durch die akustische Stimulation erhöht werden, welche detaillierten Folgen dies aber im Hinblick auf z.B. die Konnektivität der verschiedenen Hirnareale insbesondere bei den Patienten hatte, kann anhand der erhobenen Daten nicht geklärt werden.

Eines der Ziele dieser Studie war es, die endogenen langsamen Oszillationen bei den Probanden durch die akustische Stimulation zu steigern, wie es bereits Ngo et al. (2013a) an erwachsenen Probanden zeigten. Durch die akustische Stimulation konnte eine signifikante Zunahme der langsamen Oszillationen während des Non-REM Schlafes verglichen mit einer nicht stimulierten Nacht erreicht werden (Prehn-Kristensen et al. 2017). Somit konnte mit dieser Studie erstmals gezeigt werden, dass auch bei Kindern mit und ohne ADHS mittels akustischer Stimulation eine Manipulation der langsamen Oszillationen im Schlaf erreicht werden konnte. Folglich kann eine unzureichende, fehlerhafte oder schlichtweg nicht funktionierende akustische Stimulation nicht als Erklärungsansatz für das Nicht-Erfüllen der inhaltlichen Hypothesen herangezogen werden.

Die Hypothesenprüfung für diese Arbeit erfolgte lediglich aufgrund der separaten Auswertung der Abrufleistungen (MZP 1-3) und nicht unter Hinzuziehung der Encodierungsleistungen. Die Hypothesen 1-3 hätten verworfen werden müssen, da keine signifikante 4-fach Interaktion zwischen den Faktoren MZP, STIMULATION, SESSION und

GRUPPE vorlag. Da sich die Hypothesenprüfung jedoch ausschließlich auf die Leistungen zum Zeitpunkt des Abrufs bezieht, wurde die Auswertung neu organisiert: Unter Aufgabe des Faktors SESSION wurden die Reaktionszeiten während der Encodierung und während des Abrufs getrennt analysiert und dargestellt. Diese Neuorganisation der Auswertung wurde für sinnvoll erachtet, da in dieser Studie in erster Linie die Folgen der akustischen Stimulation betrachtet und untersucht werden sollten. Dass es Unterschiede in der Gedächtnisleistung, dem Schlafverhalten, der Aktivität im präfrontalen Kortex und in der Konsolidierung von deklarativem und prozeduralen Gedächtnis bei gesunden Kindern und dazu im Vergleich bei Kindern mit ADHS gibt, ist bereits gut bekannt und wurde auch in dieser Arbeit zu Beginn deutlich dargestellt. Die Leistungen der Probanden unterschieden sich in der Encodierung zwischen Patienten und Kontrollen kaum bis gar nicht. Dagegen unterschieden sich die Leistungen der Probanden im Abruf deutlich. Somit ist der Abruf die für diese Arbeit relevante Größe, sodass sich bei der Auswertung auch hauptsächlich auf eben diese bezogen wurde. Da lediglich die Interaktion zwischen Encodierung und Abruf nicht signifikant wurde, ist davon auszugehen, dass dies durch eine zu niedrige Power zu begründen ist.

Die Arbeit wurde auf Basis einer doppelt verblindeten Studie erstellt. Mit der doppelten Verblindung wurde soweit irgend möglich sichergestellt, dass es nicht zu einem Rosenthal- oder Hawthorne-Effekt kommt. Mit dem gleichen Ziel wurden die Versuchsbedingungen (Stim-/Shamnacht) in ihrem zeitlichen Ablauf im gleichen Verhältnis abgewechselt.

Das Studiendesign dieser Studie beinhaltete, dass alle Probanden das prozedurale Gedächtnisparadigma zwei Mal lernten und abriefen - einmal in der ersten Testnacht und einmal in der zweiten Testnacht. Um eine Vergleich- und Auswertbarkeit zwischen Stim- und Shamnacht gewährleisten zu können, musste das gleiche Paradigma verwendet werden. Um hier einen Lerneffekt zu vermeiden, da ein schon bekannter Test in der zweiten Testnacht noch einmal durchgeführt wurde, wurde sichergestellt, dass zwischen erster und zweiter Testnacht mindestens 12 Nächte lagen. Zudem wurden die Sets der Buttonbox (mit Sequenz A und Sequenz B) im gleichen Verhältnis abgewechselt, wie es auch schon zuvor in anderen Studiensesttings geschehen ist (Prehn-Kristensen et al. 2011b).

An der Studie zu dieser Arbeit nahmen nur 32 Probanden teil, im Endeffekt konnten nur 28 in der Auswertung berücksichtigt werden. Die sehr kleine Teilnehmergruppe ist in dem

hohen Durchführungsaufwand der Studie begründet. Durch eine größere Anzahl an Versuchsteilnehmern wäre es voraussichtlich möglich, valide Antworten zu geben. Zudem wurde die Probandenklientel auf lediglich männliche Probanden reduziert, da es sehr viel mehr Jungen gibt, die an ADHS erkrankt sind als Mädchen (Banaschewski et al. 2017). Um eine Vergleichbarkeit innerhalb der Studie gewährleisten zu können, wurde auch die Kontrollgruppe nur aus Jungen aufgestellt. In einer größer angelegten Studie wäre es sicherlich sinnvoll, auch weibliche Patienten und Kontrollen miteinzubeziehen, um geschlechterspezifische Unterschiede ausschließen oder erkennen zu können.

In Anbetracht aller oben genannten Diskussionspunkte sind weitere Studien und Untersuchungen insbesondere im Hinblick auf die mögliche Beeinflussung, Funktionalität und Konnektivität der langsamen Oszillationen bei Kindern mit ADHS auf die Gedächtnisleistung notwendig, um die Generalisierbarkeit der hier dargestellten Ergebnisse zu überprüfen.

## 7 Zusammenfassung

Wie in einigen Studien vorgeschlagen, steht die schlafabhängige Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte umgekehrt proportional zum Auftreten der Aktivität von langsamem Oszillationen. Kinder zeigen im Vergleich zu Erwachsenen eine erhöhte Aktivität an langsamem Oszillationen, sodass gesunde Kinder nur unter bestimmten Bedingungen vom Schlaf in Hinblick auf die prozedurale Gedächtniskonsolidierung profitieren. Kinder mit einer ADHS zeigen eine abweichende Funktionalität der langsamem Oszillationen. Es konnte beobachtet werden, dass diese Patientengruppe motorische Abläufe im Schlaf besser konsolidiert als gesunde Kinder. Ziel dieser Studie war es zu zeigen, dass eine Erhöhung der Aktivität der langsamem Oszillationen mittels akustischer closed-loop Stimulation zu einer Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung sowohl von gesunden Kindern als auch Kindern mit ADHS führt.

Zur Überprüfung der Fragestellung und der aufgestellten Hypothesen untersuchten wir insgesamt 28 Jungen (15 Kontrollen, 13 Patienten) im Alter von 8-12 Jahren mit einem durchschnittlichen oder überdurchschnittlichen IQ und weitergehend unauffälligem Schlafverhalten. Zur Messung der prozeduralen Gedächtnisleistung wurde die Buttonbox genutzt. Am Abend erfolgte das Lernen, am Morgen der Abruf. In einer der beiden Testnächte erfolgte die akustische Stimulation mittels sogenanntem Rosa Rauschen (50ms, individuell angepasste Lautstärke), welche angepasst an das zeitgleich abgeleitete EEG während der Schlafphasen S2, S3 und S4 in den ersten 210 Minuten des Nachschlafes erfolgte. Die akustische Stimulation sollte zu einer Verstärkung der endogenen langsamem Oszillationen führen. In der jeweils anderen Nacht erfolgte keine Stimulation.

Entgegen der ersten Hypothese in dieser Arbeit musste festgestellt werden, dass die Patienten ohne Stimulation keine bessere prozedurale Gedächtnisleistung erbrachten als die Kontrollen. Die zweite Hypothese musste ebenfalls verworfen werden, da die akustische Stimulation nur bei den Kontrollen zu einer Verschlechterung der prozeduralen Gedächtnisleistung führte, bei den Patienten hingegen zu einer Verbesserung. Lediglich die dritte Hypothese, die postuliert, dass die Stimulation zu einer Normalisierung der prozeduralen Gedächtnisinhalte führt, kann weiterhin angenommen werden.

Diese Daten zeigen, dass die akustische closed-loop Stimulation bei Kindern erfolgreich eingesetzt werden kann. Zudem deuten die Daten darauf hin, dass die akustische Stimulation bei ADHS-Patienten zu einer Normalisierung prozeduraler Gedächtnisleitungen am Morgen führen kann.

## 8 Veröffentlichungen

Prehn-Kristensen, A.; Ngo, H.-V. V.; Lentfer, L.; Berghäuser, J.; **Brandes, L.**; Schulze, L. et al. (2020): Acoustic closed-loop stimulation during sleep improves consolidation of reward-related memory information in healthy children but not in children with ADHD. In: *Sleep*. DOI: 10.1093/sleep/zsaa017.

Prehn-Kristensen, A.; Berghäuser, J.; **Brandes, L.**; Schulze, L.; Lentfer, L.; Mölle, M. et al. (2017): The effect of closed-looped acoustic stimulation during sleep on memory consolidation in children with and without ADHD. 17th International Congress of ESCAP 2017, Geneva. Geneva, 2017.

## Literaturverzeichnis

- Achenbach, T. M. (1991): Manual for the child behavior checklist/4-18 and 1991 Profile. Burlington, Vermont: Department of Psychiatry, University of Vermont.
- Akinci, G.; Oztura, I.; Hiz, S.; Akdogan, O.; Karaarslan, D.; Ozek, H.; Akay, A. (2015): Sleep Structure in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In: *Journal of child neurology* 30 (11), S. 1520–1525. DOI: 10.1177/0883073815573318.
- Atkinson, R. C.; Shiffrin, R. M. (1968): Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In: *Human Memory: A Proposed System and its Control Processes*, Bd. 2. 2. Aufl.: Elsevier (Psychology of Learning and Motivation), S. 89–195.
- Banaschewski, T.; Becker, K.; Döpfner, M.; Holtmann, M.; Rösler, M.; Romanos, M. (2017): Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. In: *Deutsches Arzteblatt international* 114 (9), S. 149–159. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0149.
- Beldarrain, M. G.; Astorgano, A. G.; Gonzalez, A. B.; Garcia-Monco, J. C. (2008): Sleep improves sequential motor learning and performance in patients with prefrontal lobe lesions. In: *Clinical neurology and neurosurgery* 110 (3), S. 245–252. DOI: 10.1016/j.clineuro.2007.11.004.
- Diekelmann, S.; Born, J. (2010): The memory function of sleep. In: *Nature reviews. Neuroscience* 11 (2), S. 114–126. DOI: 10.1038/nrn2762.
- Diekelmann, S.; Wilhelm, I.; Born, J. (2009): The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. In: *Sleep medicine reviews* 13 (5), S. 309–321. DOI: 10.1016/j.smrv.2008.08.002.
- Fischer, S.; Wilhelm, I.; Born, J. (2007): Developmental differences in sleep's role for implicit off-line learning: comparing children with adults. In: *Journal of cognitive neuroscience* 19 (2), S. 214–227. DOI: 10.1162/jocn.2007.19.2.214.
- Kaufman, J.; Birmaher, B.; Brent, D.; Rao, U.; Flynn, C.; Moreci, P. et al. (1997): Schedule for affective disorders and schizophrenia for school-age children - Present and lifetime version (K-SADS-PL). Initial reliability and validity data. In: *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 36, S. 980–988.
- Kirov, R.; Brand, S. (2014): Sleep problems and their effect in ADHD. In: *Expert review of neurotherapeutics* 14 (3), S. 287–299. DOI: 10.1586/14737175.2014.885382.
- Lamberti, G.; Weidlich, S. (1999): DCS - A visual Learning and Memory Test for Neuropsychological Assessment (3rd ed.). Goettingen: Hogrefe.
- Luft, A. R.; Buitrago, M. M. (2005): Stages of Motor Skill Learning. In: *MN* 32 (3), S. 205–216. DOI: 10.1385/MN:32:3:205.
- Marshall, L.; Born, J. (2007): The contribution of sleep to hippocampus-dependent memory consolidation. In: *Trends in cognitive sciences* 11 (10), S. 442–450. DOI: 10.1016/j.tics.2007.09.001.
- Marshall, L.; Mölle, M.; Hallschmid, M.; Born, J. (2004): Transcranial direct current stimulation during sleep improves declarative memory. In: *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience* 24 (44), S. 9985–9992. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2725-04.2004.

- Miano, S.; Amato, N.; Garbazza, C.; Abbafati, M.; Foderaro, G.; Pezzoli, V. et al. (2019): Shooting a high-density electroencephalographic picture on sleep in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. In: *Sleep* 42 (11). DOI: 10.1093/sleep/zsz167.
- Munz, M. T.; Prehn-Kristensen, A.; Thielking, F.; Mölle, M.; Göder, R.; Baving, L. (2015): Slow oscillating transcranial direct current stimulation during non-rapid eye movement sleep improves behavioral inhibition in attention-deficit/hyperactivity disorder. In: *Frontiers in cellular neuroscience* 9, S. 307. DOI: 10.3389/fncel.2015.00307.
- Ngo, H.-V. V.; Claussen, J. C.; Born, J.; Mölle, M. (2013a): Induction of slow oscillations by rhythmic acoustic stimulation. In: *Journal of sleep research* 22 (1), S. 22–31. DOI: 10.1111/j.1365-2869.2012.01039.x.
- Ngo, H.-V. V.; Martinetz, T.; Born, J.; Molle, M. (2013b): Auditory closed-loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory. In: *Neuron* 78 (3), S. 545–553. DOI: 10.1016/j.neuron.2013.03.006.
- Oldfield, R. C. (1971): The assessment and analysis of handedness. the Edinburgh inventory. In: *Neuropsychologia* 9 (1), S. 97–113.
- Petersen, A. C.; Crockett, L.; Richards, M.; Boxer, A. (1988): A self-report measure of pubertal status: Reliability, validity, and initial norms. In: *Journal of youth and adolescence* 17 (2), S. 117–133. DOI: 10.1007/BF01537962.
- Piosczyk, H.; Kloepfer, C.; Riemann, D.; Nissen, C. (2009): Schlaf, Plastizität und Gedächtnis. In: *Somnologie* (13), S. 43–51.
- Prehn-Kristensen, A.; Berghäuser, J.; Brandes, L.; Schulze, L.; Lentfer, L.; Mölle, M. et al. (2017): The effect of closed-looped acoustic stimulation during sleep on memory consolidation in children with and without ADHD. 17th International Congress of ESCAP 2017, Geneva. Geneva, 2017.
- Prehn-Kristensen, A.; Göder, R. (2018): Schlaf und Kognition bei Kindern und Jugendlichen. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 46 (5), S. 405–422. DOI: 10.1024/1422-4917/a000614.
- Prehn-Kristensen, A.; Göder, R.; Chirobeja, S.; Bressmann, I.; Ferstl, R.; Baving, L. (2009): Sleep in children enhances preferentially emotional declarative but not procedural memories. In: *Journal of experimental child psychology* 104 (1), S. 132–139. DOI: 10.1016/j.jecp.2009.01.005.
- Prehn-Kristensen, A.; Göder, R.; Fischer, J.; Wilhelm, I.; Seeck-Hirschner, M.; Aldenhoff, J.; Baving, L. (2011a): Reduced sleep-associated consolidation of declarative memory in attention-deficit/hyperactivity disorder. In: *Sleep medicine* 12 (7), S. 672–679. DOI: 10.1016/j.sleep.2010.10.010.
- Prehn-Kristensen, A.; Molzow, I.; Munz, M.; Wilhelm, I.; Muller, K.; Freytag, D. et al. (2011b): Sleep restores daytime deficits in procedural memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. In: *Research in developmental disabilities* 32 (6), S. 2480–2488. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.06.021.
- Prehn-Kristensen, A.; Munz, M.; Göder, R.; Wilhelm, I.; Korr, K.; Vahl, W. et al. (2014): Transcranial oscillatory direct current stimulation during sleep improves declarative memory consolidation in children with attention-deficit/hyperactivity disorder to a level comparable to healthy controls. In: *Brain Stimulation* 7 (6), S. 793–799. DOI: 10.1016/j.brs.2014.07.036.

- Rechtschaffen, A.; Kales, A. (1968): A Manual of Standardized Terminology, Techniques, and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects.
- Ringli, M.; Souissi, S.; Kurth, S.; Brandeis, D.; Jenni, O. G.; Huber, R. (2013): Topography of sleep slow wave activity in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. In: *Cortex* 49 (1), S. 340–347. DOI: 10.1016/j.cortex.2012.07.007.
- Schlarb, A. A.; Schwerdtle, B.; Hautzinger, M. (2010): Validation and psychometric properties of the German version of the Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ-DE). In: *Somnologie* 14 (4), S. 260–266. DOI: 10.1007/s11818-010-0495-4.
- Schwerdtle, B.; Roeser, K.; Kübler, A.; Schlarb, A. A. (2010): Validierung und psychometrische Eigenschaften der deutschen Version des Sleep Self Report (SSR-DE). In: *Somnologie* 14, S. 267–274.
- Shaw, P.; Eckstrand, K.; Sharp, W.; Blumenthal, J.; Lerch, J. P.; Greenstein, D. et al. (2007): Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (49), S. 19649–19654. DOI: 10.1073/pnas.0707741104.
- Watzlawik, M. (2009): Die Erfassung des Pubertätsstatus anhand der Pubertal Development Scale. In: *Diagnostica* 55 (1), S. 55–65. DOI: 10.1026/0012-1924.55.1.55.
- Weiβ, R. H. (2006): Grundintelligenztest Skala 2 Revision, CFT 20-R. Göttingen: Hogrefe.
- Weiβ, R. H.; Osterland, J. (2013): Grundintelligenztest Skala 1 – Revision, CFT 1-R. Göttingen: Hogrefe.
- Wilhelm, I.; Prehn-Kristensen, A.; Born, J. (2012): Sleep-dependent memory consolidation--what can be learnt from children? In: *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 36 (7), S. 1718–1728. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2012.03.002.
- Yoon, S. Y. R.; Jain, U.; Shapiro, C. (2012): Sleep in attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adults: past, present, and future. In: *Sleep medicine reviews* 16 (4), S. 371–388. DOI: 10.1016/j.smrv.2011.07.001.
- Zimmermann, P.; Gondan M.; Fimm, B. (2005): KITAP. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder.

## Anhang

<b>Anhang 1: Ethikantrag.....</b>	<b>52</b>
<b>Anhang 2: Checkliste "Erster/Zweiter Anruf" - Patient.....</b>	<b>54</b>
<b>Anhang 3: Checkliste "Erster/Zweiter Anruf" - Kontrolle.....</b>	<b>56</b>
<b>Anhang 4: Informationsmaterial Eltern - Kontrolle.....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang 5: Informationsmaterial Kind - Kontrolle .....</b>	<b>62</b>
<b>Anhang 6: Informationsmaterial Eltern - Patient.....</b>	<b>66</b>
<b>Anhang 7: Informationsmaterial Kind - Patient .....</b>	<b>71</b>
<b>Anhang 8: Einverständniserklärung Eltern.....</b>	<b>76</b>
<b>Anhang 9: Einverständniserklärung Kind .....</b>	<b>79</b>
<b>Anhang 10: Nächtebuch .....</b>	<b>82</b>
<b>Anhang 11: Instruktionen KiTAP .....</b>	<b>91</b>
<b>Anhang 12: Instruktionen Buttonbox .....</b>	<b>92</b>
<b>Anhang 13: Protokoll Einführungsnacht .....</b>	<b>93</b>
<b>Anhang 14: Protokoll Testnacht .....</b>	<b>100</b>
<b>Anhang 15: Datenqualitätszettel.....</b>	<b>108</b>
<b>Anhang 16: Protokoll zur Delaytime-Anpassung.....</b>	<b>111</b>
<b>Anhang 17: Ausführliche explorative Datenanalyse .....</b>	<b>113</b>

MEDIZINISCHE FAKULTÄT  
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL

ETHIK-KOMMISSION



Universitäts-Kinderklinik · Schwanenweg 20 · 24105 Kiel

Dr. Alexander Prehn-Kristensen  
Zentrum für Integrative Psychiatrie  
ZIP gGmbH, Campus Kiel  
Niemannsweg 147  
24105 Kiel

Postadresse:  
Arnold-Heller-Straße 3 / Haus 9  
D-24105 Kiel  
Telefon 0431 / 597-18 09  
Telefax 0431 / 597-53 33  
ethikkomm@email.uni-kiel.de

Datum: 24. Januar 2014

AZ.: A 141/13 (bitte stets angeben)  
Studienplan: Normalisierung der schlafgebundenen Gedächtniskonsolidierung bei Jungen mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung durch akustische Stimulation im Schlaf  
-Anschreiben vom 27.09.2013; Stellungnahme vom 17.1.2014  
-Versuchsplan mit Zusammenfassung – geänderte Version mit Schreiben vom 17.1.2014  
-Information für Kinder (jeweils eine Version für Patienten und Kontrollen) – geänderte Version mit Schreiben vom 17.1.2014  
-Elterninformationen (jeweils eine Version für Patienten und Kontrollen) – geänderte Version mit Schreiben vom 17.1.2014  
-EC Declaration of Conformity  
-Nächtebuch  
-Aushänge zur Rekrutierung der Patienten und gesunden Kinder  
Antragsteller: Dr. Alexander Prehn-Kristensen, Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH, Campus Kiel  
Antrag vom: 27. September 2013  
Nachreichung vom: 17. Oktober 2013 (Eingang 21. Oktober 2013)  
Nachreichung vom: 06. November 2013 (Eingang 08. November 2013)  
Datum des überarb. Antrags: 17. Januar 2014 (Eingang 23. Januar 2014)

V o t u m

Die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel hat die zu dem oben genannten Antrag gemäß § 15 Berufsordnung (BO) der Ärztekammer Schleswig-Holstein eingereichten Unterlagen auf mögliche berufsethische und berufsrechtliche Bedenken hin überprüft.

Die Kommission stimmt darin überein, dass gegen die Durchführung der Studie nunmehr keine Bedenken bestehen.

Die im Folgenden aufgeführten Hinweise müssen beachtet werden:

1. Es wird darauf hingewiesen, dass künftige Änderungen der Studie der Ethik-Kommission anzuseigen sind und gegebenenfalls eine erneute Beratung erforderlich machen.
2. Die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung dieser Studie verbleibt beim Projektleiter und den an der Studie teilnehmenden Mitarbeitern.
3. Die Ethik-Kommission weist darauf hin, dass für eventuell in Zukunft weitere teilnehmende Zentren eine berufsrechtliche Beratung bei der jeweils für sie zuständigen Ethik-Kommission erforderlich ist.
4. Nach Abschluss der Studie erbittet die Kommission einen kurzen Bericht mit einem Hinweis, ob im Laufe der Studie ethische oder juristische Probleme aufgetreten sind.

  
Prof. Dr. med. H. M. Mehdorn  
Vorsitzender der Ethik-Kommission

  
Dr. med. Christine Glinicke  
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

**Nachfolgend sind die Mitglieder der Ethik-Kommission aufgeführt, die diese Studie im Umlaufverfahren beurteilt haben:**

Frau Prof. Dr. med. R. Fölster-Holst (Dermatologie)  
Prof. Dr. med. N. Frey (Innere Medizin und Kardiologie)  
Prof. Dr. med. Dr. jur. H.-J. Kaatsch (Rechtsmedizin)  
Prof. Dr. med. H.M. Mehdorn (Neurochirurgie)  
Frau PD Dr. med. S. Nikolaus (Innere Medizin)  
PD Dr. med. D. Proppe (Innere Medizin und Klinische Pharmakologie)  
Prof. Dr. med. J. Biederer (Diagnostische Radiologie)  
Frau PD Dr. med. H. Muhle (Neuropädiatrie)  
Frau Dr. M. Schwinge (Pröpstin i.R.)

**Erster Anruf - PATIENT**

Name Kind \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum/ Alter: \_\_\_\_\_

Telefonnummer \_\_\_\_\_

Studien zuvor \_\_\_\_\_

Noch generell Studieninteresse im Moment? \_\_\_\_\_

Nimmt es Medikamente wg ADHS? \_\_\_\_\_ (Straterra geht nicht)

Andere Medikamente/ körperliche Erkrankungen? \_\_\_\_\_

ADHS Probleme noch vorhanden? \_\_\_\_\_

Schlafprobleme? Wenn ja welche? \_\_\_\_\_

Probleme Lesen, Schreiben, Sprechen \_\_\_\_\_  
(LRS problematisch)

Geburtsgewicht: \_\_\_\_\_ (>1500g)

Seit der letzten Studie andere Probleme dazugekommen? Beschreiben lassen:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Studie erklären:

- Diagnostik (ca 3Stunden), wenn vorher schon mal Studienteilnahme ca. 45min
- 3 Nächte im Schlaflabor, wenn Kind noch nie da war EEG erklären, Nachtwache ist da, Klingel am Bett, abends morgens Computerspiele, Möglichkeit das SL vorher zu besichtigen bei Diagnostiksitzung
- Eingewöhnungsnacht 19-8:00, Testnächte 17:30-10:00, WE
- 80-100 Euro Cittipark-Gutschein
- Was untersuchen wir? Wie schlafen Kinder mit ADHS? Abends was lernen, morgens gucken, was gemerkt. Wie merkt man sich Dinge wenn man tiefer schläf als sonst → Töne leise vormachen. Erklären, dass Kinder das nicht bemerken, da eben nur im Tiefschlaf
- Medikamente müssen für 48 Stunden pausiert werden, d.h. an dem Testtag und an dem Tag davor. Wäre das möglich? \_\_\_\_\_

Dürfen wir Infomaterial zuschicken? Per Post oder Email? Adresse geben lassen  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Wann rufen wir wieder an um zu besprechen ob das Kind Lust hat/ Termine abzusprechen?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nummer Ambulanz, wenn Anliegen bzgl. Therapie: 9900-2667

## Zweiter Anruf

Termin für Diagnostiksitzung absprechen (Entweder Alexander oder Luisa müssen Zeit haben)

**Eltern sollen mitbringen: gelbes U-Heft, Zeugnisse, Brille Kind wenn benötigt**

CFT-20-R (wenn einmal gemacht irgendwann bei uns reicht das), 30 Minuten, **Frage nach LRS!**

DCS (wenn einmal gemacht irgendwann reicht das, bei 13/14 nicht gemacht), 15-20 Minuten

CBCL (nicht älter als 3 Monate), bekommen die Eltern dann mit

CSHQ (nicht älter als 3 Monate), mit Eltern zusammen durchgehen, ca 5 Minuten

SSR (nicht älter als 3 Monate), 5 Minuten

PDS Eltern/ Kind (nicht älter als 3 Monate), je 2 Minuten

Interview ganz Eltern/ Kind (nicht älter als 6 Monate, wenn älter, dann Erweiterung Eltern!) 1h

Nur Erweiterungsinterview Eltern, 30 Minuten

Händigkeit

## Termine für SL absprechen

- Zwischen Eingewöhnungsnacht und Testnacht 1 müssen mindestens 1 Nacht zuhause-schlafen liegen, Uhrzeit 19h-8:00
- Zwischen den beiden Testnächsten müssen mindestens 2 Wochen liegen, Uhrzeit: 17:30-10:00
- Eltern erklären
  - Weg zur Pforte unten (Glaskasten), dort anrufen lassen
  - An dem Tag davor und an den Tag selbst keine Medikamente (Wochentage genau nennen)
  - An dem Testtag keine Cola/ Kaffee/ Mittagsschlaf
  - Wenn Kind krank/ bitte vorher anrufen und Bescheid geben, Petra-99002668
  - Schlafanzug, Buch (keine elektrischen Geräte), Waschzeug/ Duschzeug mit
  - Handynummer von dem der die Testung macht / in Empfang nimmt geben
- Termine dem SL mitteilen (99002664), Zimmer 7, Studie „AccuStim“
- Nachtwache finden  
Muss um 21h da sein!

**Erster Anruf - KONTROLLE**

Name Kind \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum/ Alter: \_\_\_\_\_

Telefonnummer \_\_\_\_\_

Studien zuvor \_\_\_\_\_

Noch generell Studieninteresse im Moment? \_\_\_\_\_

Nimmt es Medikamente? \_\_\_\_\_

Körperliche Erkrankungen? \_\_\_\_\_ (Asthma geht nicht)

Schlafprobleme? Wenn ja welche? \_\_\_\_\_

Probleme Lesen, Schreiben, Sprechen \_\_\_\_\_  
(LRS problematisch)

Geburtsgewicht: \_\_\_\_\_ (>1500g)

Seit der letzten Studie andere Probleme dazugekommen? Beschreiben lassen:

Studie erklären:

- Diagnostik (ca 3Stunden), wenn vorher schon mal Studienteilnahme ca. 45min
- 3 Nächte im Schlaflabor, wenn Kind noch nie da war EEG erklären, Nachtwache ist da, Klingel am Bett, abends morgens Computerspiele, Möglichkeit das SL vorher zu besichtigen bei Diagnostiksitzung
- Eingewöhnungsnacht 19-8:00, Testnächte 17:30-10:00, WE
- 80-100 Euro Cittipark-Gutschein
- Was untersuchen wir? Wie schlafen Kinder mit ADHS/ohne ADHS? Abends was lernen, morgens gucken, was gemerkt. Wie merkt man sich Dinge wenn man tiefer schläft als sonst  
→ Töne leise vormachen. Erklären, dass Kinder das nicht bemerken, da eben nur im Tiefschlaf

Dürfen wir Infomaterial zuschicken? Per Post oder Email? Adresse geben lassen

Wann rufen wir wieder an um zu besprechen ob das Kind Lust hat/ Termine abzusprechen?

## Zweiter Anruf

Termin für Diagnostiksitzung absprechen (Entweder Alexander oder Luisa müssen Zeit haben)

Zeitdauer richtet sich nach Tests die gemacht werden müssen (mit Susanne/ Luisa gucken)

**Eltern sollen mitbringen: gelbes U-Heft, Zeugnisse, Brille Kind wenn benötigt**

- CFT-20-R (wenn einmal gemacht irgendwann bei uns reicht das), 30 Minuten, **Frage nach LRS!**
- DCS (wenn einmal gemacht irgendwann reicht das, bei 13/14 nicht gemacht), 15-20 Minuten
- CBCL (nicht älter als 3 Monate), bekommen die Eltern dann mit
- CSHQ (nicht älter als 3 Monate), mit Eltern zusammen durchgehen, ca 5 Minuten
- SSR (nicht älter als 3 Monate), 5 Minuten
- PDS Eltern/ Kind (nicht älter als 3 Monate), je 2 Minuten
- Interview ganz Eltern/ Kind, 1h
- Händigkeit

## Termine für SL absprechen

- Zwischen Eingewöhnungsnacht und Testnacht 1 müssen mindestens 1 Nacht zuhause-schlafen liegen, Uhrzeit 19h-8:00
- Zwischen den beiden Testnächsten müssen mindestens 2 Wochen liegen, Uhrzeit: 17:30-10:00
- Eltern erklären
  - Weg zur Pforte unten (Glaskasten), dort anrufen lassen
  - An dem Tag davor und an den Tag selbst keine Medikamente (Wochentage genau nennen)
  - An dem Testtag keine Cola/ Kaffee/ Mittagsschlaf
  - Wenn Kind krank/ bitte vorher anrufen und Bescheid geben, Petra-99002668
  - Schlafanzug, Buch (keine elektrischen Geräte), Waschzeug/ Duschzeug mit
  - Handynummer von dem der die Testung macht / in Empfang nimmt geben
- Termine dem SL mitteilen (99002664), Zimmer 7, Studie „AccuStim“
- Nachtwache finden  
Muss um 21h da sein!



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartner:** Dipl.-Psych. Luisa Lentfer  
Tel.: 0431 9900-2665 Fax: 0431 9900-5262  
E-Mail: [Luisa.Lentfer@uksh.de](mailto:Luisa.Lentfer@uksh.de)

## Studie: „Tiefschlaf und Gedächtnis bei Jungen mit ADHS“

### Probandeninformation - Eltern

Liebe Eltern,

die folgenden Seiten sollen Sie über die so genannte **Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**, unser Forschungsziel und den geplanten Ablauf der Studie informieren. Bevor Sie sich für eine Teilnahme Ihres Kindes an der Studie entscheiden, lesen Sie sich dieses Informationsblatt bitte gut durch. Falls etwas nicht verständlich sein sollte, fragen Sie bitte noch einmal nach. Diese Information ist für Sie bestimmt, Sie können sie gerne behalten.

#### Ziel der Studie

Vielleicht beobachten Sie bei sich selbst, dass Sie sich nach einer Nacht, in der Sie gut geschlafen haben, besser konzentrieren können, als nach einer Nacht, in der Sie nicht gut geschlafen haben. Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper sondern auch das Gehirn erholt. Man hat bereits festgestellt, dass Personen, die am Anfang der Nacht sehr tief schlafen, am nächsten Tag sehr konzentriert Gedächtnisaufgaben lösen konnten. Mit einem relativ einfachen Verfahren (dem sog. akustisch verstärkter Tiefschlaf – Erklärung s. unten) kann man die Schlaftiefe leicht erhöhen. Wir wollen in dieser Studie untersuchen, ob sich Kinder mit ADHS durch eine leichte Erhöhung der Schlaftiefe am nächsten Morgen besser auf Gedächtnisaufgaben konzentrieren können. Die Aufzeichnung eines Schlaf-EEGs erfolgt standardmäßig und dient der Interpretation der Ergebnisse. Durch diese Untersuchung erhoffen wir uns ein besseres Verständnis der Erkrankung.



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
UST-ID: DE 814 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KI)  
260102537 (HL)

Geschäftsleitung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



### **Was ist eine Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung?**

In dieser Studie wollen wir Kinder mit einer **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS)** und zur Kontrolle von Gedächtnisleistungen auch gesunde Kinder untersuchen. Diese Krankheit ist durch Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen sowie Bewegungsunruhe gekennzeichnet. Oftmals müssen Kinder mit ADHS von Eltern oder anderen Erwachsenen ermahnt werden, sich besser zu konzentrieren oder ruhig zu sitzen. Diese Probleme sind Teil der Erkrankung und bestehen meist schon von klein auf. Kinder mit einer ADHS kommen oft abends nicht zur Ruhe und haben Schwierigkeiten einzuschlafen. Denn auch Einschlaf- oder Durchschlafprobleme kommen bei Kindern mit ADHS häufig vor. Wissenschaftler nehmen an, dass bei Kindern mit ADHS bestimmte Teile im Gehirn nicht gleichmäßig arbeiten, was möglicherweise am Stoffwechsel des Gehirns liegt.

### **Was ist ein Schlaf-EEG?**

Hirnaktivität, ob am Tage oder in der Nacht, zieht immer eine geringfügige Veränderung von messbaren elektrischen Potentialen nach sich. Mit Hilfe hochsensibler Messelektroden, welche vorsichtig an der Kopfhaut befestigt werden, können diese elektrischen Signale erfasst werden. Werden nun diese Signale während des Schlafs erfasst, so wird dies als Schlaf-EEG bezeichnet. Eine solche Aufzeichnung findet in der Regel in einem speziellen Labor – einem so genannten Schlaflabor – statt.

### **Wie funktioniert der akustisch verstärkte Tiefschlaf?**

Die sogenannte auditive Stimulation ist eine Methode, bei der während des Schlafes zeitgleich die Hirnaktivität analysiert wird und dann während des Tiefschlafs zu bestimmten Zeitpunkten mehrfach ein kurzer Rauschton über Kopfhörer dargeboten wird. Das Geräusch wird so eingestellt, dass es nicht lauter ist als normale Gesprächslautstärke. Da sich Ihr Kind während der Darbietung der Töne im Tiefschlaf befindet, wird der Schlaf sehr wahrscheinlich durch diese nicht gestört werden. Mithilfe dieser Töne können die Nerven während des Schlafs noch besser auf den natürlichen Tiefschlafrhythmus eingestimmt werden und der Schlaf wird tiefer und effizienter.

### **Wie wird die Untersuchung durchgeführt?**

Die gesamte Studie umfasst insgesamt vier Untersuchungsteile.

In einem **ersten Untersuchungsteil** führen wir verschiedene diagnostische Verfahren durch, um herauszufinden, ob Ihr Sohn an unserer Studie teilnehmen kann. Dieser Termin wird ungefähr zwei Stunden dauern. Im Rahmen dieses Termins werden wir mit Ihnen und Ihrem Sohn getrennt ein Interview durchführen, welches wir bei Ihrem Sohn auf Video und bei Ihnen auf Tonband aufzeichnen werden. Dies wird zur genaueren Diagnostik benötigt.

Die übrigen **Untersuchungsteile** umfassen drei Nächte und finden **im Schlaflabor** der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie der ZIP gGmbH statt. Zwischen der zweiten und der dritten Nacht sollen mindestens **zwei Wochen** liegen.

Die **erste Nacht** ist eine so genannte Eingewöhnungsnacht, in der Ihr Sohn sich an die Nacht bei uns gewöhnen kann. Während dieser Nacht analysieren wir bereits den Schlaf Ihres Sohnes um genau herauszufinden, wie die Töne in der Untersuchungsnacht am besten auf den Schlaf Ihres Sohnes angewendet werden können. In der **zweiten Nacht** im Schlaflabor schläft er dann bei uns schon fast wie zu Hause. In der **zweiten** oder **dritten Nacht** führen wir dann auch die Verstärkung

des Tiefschlafs durch die Einspielung der Töne durch. Wir messen den Schlaf, und wenn Ihr Sohn in die Tiefschlafphase kommt, geben wir in einer der Nächte für insgesamt 3 Stunden und 30 Minuten zu bestimmten Zeitpunkten die beschriebenen Töne, um den Tiefschlafrhythmus zu beeinflussen. Wenn Ihr Sohn in dieser Zeit aufwacht, wird die Stimulation pausiert, damit er ungestört wieder einschlafen kann. Nach dieser Zeitdauer schalten wir die Stimulation aus, und Ihr Sohn schläft ungestört weiter. In der anderen Testnacht legen wir die Kopfhörer und das Analysegerät ebenfalls an, es werden aber keine Töne dargeboten. In welcher der beiden Testnächte der Schlaf tatsächlich beeinflusst wurde, verraten wir erst nach Abschluss der Studie.

Im Schlaflabor werden Infrarotkameraaufnahmen von Ihrem Kind während des Schlafs aufgezeichnet. Es handelt es sich um Aufnahmen, die standardmäßig im Schlaflabor zur Überwachung aufgezeichnet werden. Diese werden jedoch am nächsten Morgen wieder gelöscht.

Damit Sie und Ihr Sohn sich schon vorab ein Bild von dem Schlaflabor machen können, besteht die Möglichkeit, die Räumlichkeiten zu besichtigen.

#### **Zeitlicher Ablauf eines Untersuchungssteils im Schlaflabor**

Für die Eingewöhnungsnacht im Schlaflabor wird Ihr Sohn um 19:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem er sich in seinem Schlafzimmer eingerichtet hat, werden die Elektroden zur Erfassung der nächtlichen Hirnaktivität angebracht. Gegen 20:30 Uhr sollte Ihr Sohn sich bettfertig machen. Wenn Ihr Sohn es möchte, können Sie natürlich gerne die ganze Zeit dabei sein. Bei Bedarf können wir Ihnen auch ein Bett zur Übernachtung anbieten. Ab spätestens 22:00 Uhr jedoch gilt die Nachtruhe.

Am nächsten Morgen wird Ihr Sohn um 6:30 Uhr geweckt werden. Es werden die Elektroden entfernt und er kann seinen alltäglichen Tätigkeiten (Schule, Freizeit etc.) nachgehen.

Für die zweite und dritte Nacht im Schlaflabor wird Ihr Sohn um 18:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem Ihr Sohn sich bettfertig gemacht hat, werden wir mit ihm einige Übungen am Computer und auf einer Tastatur machen. Hieran anschließend werden die Elektroden angebracht und er geht zu Bett, wobei wieder ab 22:00 Uhr die Nachtruhe gilt.

Am nächsten Morgen wird Ihr Sohn um 6:30 Uhr geweckt werden und er erhält, wenn er möchte, ein Frühstück. Im Anschluss daran bearbeitet er wieder einige Übungen am Computer und auf einer Tastatur. Danach werden die Elektroden entfernt, und Ihr Sohn kann seinen alltäglichen Tätigkeiten nachgehen.

#### **Was muss Ihr Sohn für die Untersuchung im Schlaflabor mitbringen?**

Bitte achten Sie darauf, dass Ihr Sohn einen Schlafanzug oder Ähnliches, einen Bademantel, ein Handtuch und Waschutensilien mitbringt. Für die Eingewöhnungsnacht darf Ihr Sohn gerne etwas zum Lesen oder Spielen mitbringen.

#### **Risiken**

Bei einem EEG bzw. einem Schlafl-EEG werden lediglich die natürlich auftretenden, geringfügigen elektrischen Veränderungen an der Kopfhaut gemessen. Die Ableitung eines Schlafl-EEGs hat **keine Störungen oder Langzeitschäden** der Gesundheit zur Folge. Für eine erfolgreiche Messung der EEG-Signale wird eine Paste verwendet, welche den Kontakt zwischen der Elektrode und der Kopfhaut herstellt. Bei der Verwendung dieser Paste kann es in Ausnahmefällen zu

lokalen Hautrötungen kommen. Zusätzliche Risiken durch die Schlafableitung und die neuropsychologische Testung bestehen nicht.

Es kann sein, dass Ihr Sohn das Gefühl hat, dass er in der Nacht, in der die Töne gegeben wurden, „irgendetwas bemerkt hat“, die Qualität des Schlafes wird jedoch nicht beeinflusst.

#### **Vertraulichkeit der Unterlagen**

Wenn Sie der Teilnahme Ihres Sohnes an der Studie zustimmen, möchten wir Sie bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Alle Informationen werden selbstverständlich **streng vertraulich** behandelt. Alle im Rahmen der Studie anfallenden Daten werden nur in **pseudonymisierter Form** gespeichert. Alle Mitarbeitenden unterliegen der Schweigepflicht und der Einhaltung des Datenschutzes. Eine Veröffentlichung der Daten erfolgt nur in **anonymisierter Form**, sodass der Datenschutz in voller Weise gewährleistet ist.

#### **Können Sie Ihre Einwilligung auch zurückziehen?**

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie oder Ihr Sohn können Ihre Einwilligung zur Teilnahme Ihres Sohnes an der Untersuchung **jederzeit ohne Angabe von Gründen zurücknehmen**.

#### **Aufwandsentschädigung**

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden Ihrem Sohn 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins für den Citti-Park gutgeschrieben. Nach Abschluss aller Untersuchungsteile erhält er zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 € ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für ihn eine Aufwandsentschädigung von 80 €. Dazu kann er bei beiden Testterminen bei dem Computerspiel zusätzlich jeweils bis zu 10 Euro verdienen. Die Summe die er insgesamt bekommt liegt also **zwischen 80 und 100 Euro**.

#### **Versicherungsschutz**

Die Durchführung der Studie fällt unter den Versicherungsschutz der ZIP gGmbH. Vorsorglich wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass ein Versicherungsschutz im Rahmen der Teilnahme an dieser Studie nur in solchen Fällen besteht, bei welchen Gesundheitsschäden oder sonstige Beeinträchtigungen auftreten, die auf schulhaftes Fehlverhalten eines Arztes oder seiner Mitarbeiter zurückzuführen sind. Eine Wegeunfallversicherung besteht nicht.

#### **Wem können Sie weitere Fragen stellen?**

Frau Dipl.-Psych. Luisa Lentfer, wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZIP gGmbH, Tel.: 0431- 9900 2665, ist gern bereit, Ihre Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs.

**Vielen Dank für Ihre Unterstützung!**



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartner:** Dipl.-Psych. Luisa Lentfer  
Tel.: 0431 9900-2665 Fax: 0431 9900-5262  
E-Mail: [Luisa.Lentfer@uksh.de](mailto:Luisa.Lentfer@uksh.de)

## Studie: „Tiefschlaf und Gedächtnis bei Jungen mit ADHS“

### Probandeninformation - Kinder

Lieber \_\_\_\_\_,

die folgenden Seiten soll dich über die so genannte **Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**, unser Forschungsziel und den geplanten Ablauf der Studie informieren. Bevor du dich für eine Teilnahme an der Studie entscheidest, lies dir dieses Informationsblatt bitte gut durch. Falls etwas nicht verständlich sein sollte, frage bitte noch einmal nach. Diese Information ist für dich bestimmt, du kannst sie gerne behalten.

#### Ziel der Studie

Vielleicht hast du bei dir selbst schon einmal beobachtet, dass du dich nach einer Nacht, in der du gut geschlafen hast, besser konzentrieren kannst, als nach einer Nacht, in der du nicht gut geschlafen hast. Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper sondern auch das Gehirn erholt. Man hat bereits festgestellt, dass Personen, die am Anfang der Nacht sehr tief schlafen, am nächsten Tage sehr konzentriert Gedächtnisaufgaben lösen konnten. Mit einem relativ einfachen Verfahren (dem sog. akustisch verstärkten Tiefschlaf – Erklärung s. unten) kann man den Schlaf so verändern, dass man tiefer schläft. Wir wollen in dieser Studie untersuchen, ob sich Kinder mit ADHS und gesunde Kinder durch so einen tieferen Schlaf am nächsten Morgen besser auf Gedächtnisaufgaben konzentrieren können. Hierzu werden wir während du schläfst die Aktivität deines Gehirns mit Elektroden mit einem sogenannten Schlaf-EEG erfassen. Wie das funktioniert erklären wir im nächsten Abschnitt. Durch diese Untersuchung erhoffen wir uns ein besseres Verständnis der Erkrankung ADHS.



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 814 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KL)  
260102537 (HL)

Geschäftsleitung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



### **Was ist eine Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung?**

In dieser Studie wollen wir Kinder mit einer **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS)** und zur Kontrolle von Gedächtnisleistungen auch gesunde Kinder untersuchen. Diese Krankheit ist durch Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen sowie Bewegungsunruhe gekennzeichnet. Oftmals müssen Kinder mit ADHS von Eltern oder anderen Erwachsenen ermahnt werden, sich besser zu konzentrieren oder ruhig zu sitzen. Diese Probleme sind Teil der Erkrankung und bestehen meist schon von klein auf. Kinder mit einer ADHS kommen oft abends nicht zur Ruhe und haben Schwierigkeiten einzuschlafen. Denn auch Einschlaf- oder Durchschlafprobleme kommen bei Kindern mit ADHS häufig vor. Wissenschaftler nehmen an, dass bei Kindern mit ADHS bestimmte Teile im Gehirn nicht gleichmäßig arbeiten, was möglicherweise am Stoffwechsel des Gehirns liegt.

### **Was ist ein Schlaf-EEG?**

Egal ob Du wach bist oder schlafst, Dein Gehirn ist eigentlich immer aktiv. Und Gehirnaktivität bedeutet, dass Nerven kleine elektrische Impulse aussenden. Diese elektrischen Impulse kann man tagsüber oder nachts an der Kopfoberfläche messen. Hierfür bringen wir sehr empfindliche Elektroden vorsichtig an deiner Kopfhaut an. Mit diesen Elektroden messen wird dann die elektrischen Signale deines Gehirns. Werden nun diese Signale während des Schlafs erfasst, so wird dies als Schlaf-EEG bezeichnet. Eine solche Aufzeichnung findet in der Regel in einem speziellen Labor – einem so genannten Schlaflabor – statt.

### **Wie funktioniert der akustisch verstärkte Tiefschlaf?**

Die sogenannte auditive Stimulation ist eine Methode, bei der während des Schlafes zeitgleich die Hirnaktivität gemessen und ausgewertet wird, um dann während des Tiefschlafs zu den richtigen Zeitpunkten mehrfach ein kurzer Rauschton über Kopfhörer darbieten zu können. Das Geräusch wird so eingestellt, dass es nicht lauter ist als normale Gesprächslautstärke. Da du dich während der Darbietung der Töne im Tiefschlaf befindest, wird dein Schlaf sehr wahrscheinlich durch diese nicht gestört werden. Mithilfe dieser Töne können die Nerven während des Schlafs noch besser auf den natürlichen Tiefschlafrhythmus eingestimmt werden und der Schlaf wird tiefer und vermutlich auch wirkungsvoller.

### **Wie wird die Untersuchung durchgeführt?**

Die gesamte Studie umfasst insgesamt vier Untersuchungsteile.

In einem **ersten Untersuchungsteil** führen wir verschiedene diagnostische Verfahren durch, um herauszufinden, ob du an unserer Studie teilnehmen kannst. Dieser Termin wird ungefähr zwei Stunden dauern. Im Rahmen dieses Termins werden wir mit dir und deinen Eltern getrennt ein Interview durchführen, welches wir bei dir auf Video und bei deinen Eltern auf Tonband aufzeichnen werden. Dies wird zur genaueren Diagnostik benötigt.

Die übrigen **Untersuchungsteile** umfassen drei Nächte und finden **im Schlaflabor** der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie der ZIP gGmbH statt. Zwischen der zweiten und der dritten Nacht sollen mindestens **zwei Wochen** liegen.

Die **erste Nacht** ist eine sogenannte Eingewöhnungsnacht, in der du dich an die Nacht bei uns gewöhnen kannst. Während dieser Nacht analysieren wir bereits deinen Schlaf um genau

herauszufinden, wie die Töne in der Untersuchungsnacht am besten auf deinen Schlaf angewendet werden können. In der **zweiten Nacht** im Schlaflabor schläfst du dann bei uns schon fast wie zu Hause. In der **zweiten oder dritten Nacht** führen wir dann auch die Verstärkung des Tiefschlafs durch die Einspielung der Töne durch. Wenn du in die Tiefschlafphase kommst, geben wir in einer der Nächte für insgesamt 3 Stunden und 30 Minuten zu bestimmten Zeitpunkten die beschriebenen Töne, um den Tiefschlafrhythmus zu beeinflussen. Falls du in dieser Zeit aufwachst, wird die Stimulation gestoppt, damit du ungestört wieder einschlafen kannst. Nach dieser Dauer von 3,5 Stunden schalten wir die Stimulation aus und du schläfst einfach weiter. In der anderen Testnacht legen wir die Kopfhörer und das Analysegerät ebenfalls an, es werden aber keine Töne dargeboten. In welcher der beiden Testnächte der Schlaf tatsächlich beeinflusst wurde, verraten wir erst nach Abschluss der Studie.

Im Schlaflabor werden mit Hilfe einer Infrarotkamera deine Bewegungen von dir während des Schlafs aufgezeichnet. Es handelt es sich um Aufnahmen, die standardmäßig im Schlaflabor zur Überwachung aufgezeichnet werden. Diese werden jedoch am nächsten Morgen wieder gelöscht. Damit du dir schon vorab ein Bild von dem Schlaflabor machen kannst, besteht die Möglichkeit, die Räumlichkeiten zu besichtigen.

#### **Zeitlicher Ablauf eines Untersuchungsteils im Schlaflabor**

Für die Eingewöhnungsnacht im Schlaflabor wirst du um 19:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem du dich in deinem Schlafzimmer eingerichtet hast, werden die Elektroden zur Erfassung der Hirnaktivität während des Schlafs angebracht. Gegen 20:30 Uhr solltest du dich bettfertig machen. Wenn du möchtest, können deine Mutter oder dein Vater natürlich gerne die ganze Zeit dabei sein. Bei Bedarf können wir deinen Eltern auch ein Bett zur Übernachtung anbieten. Ab spätestens 22:00 Uhr jedoch gilt die Nachtruhe.

Am nächsten Morgen wirst du um 6:30 Uhr geweckt. Es werden die Elektroden entfernt und du kannst deinem normalen Alltag (Schule, Freizeit etc.) nachgehen.

Für die zweite und dritte Nacht im Schlaflabor wirst du um 18:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem du dich bettfertig gemacht hast, werden wir mit dir einige Übungen am Computer machen. Hieran anschließend werden die Elektroden angebracht und du gehst zu Bett, wobei wieder ab 22:00 Uhr die Nachtruhe gilt.

Am nächsten Morgen wirst du um 6:30 Uhr geweckt und du erhältst, wenn du möchtest, ein Frühstück. Im Anschluss daran bearbeitest du wieder einige Übungen am Computer. Danach werden die Elektroden entfernt und du kannst deinen alltäglichen Tätigkeiten nachgehen.

#### **Was musst du für die Untersuchung im Schlaflabor mitbringen?**

Bitte bringe einen Schlafanzug oder Ähnliches, einen Bademantel, ein Handtuch und Waschutensilien mit. Für die Eingewöhnungsnacht darfst du gerne etwas zum Lesen oder Spielen mitbringen.

#### **Risiken**

Bei einem EEG bzw. einem Schlafl-EEG werden nur die natürlich auftretenden, geringfügigen elektrischen Veränderungen an der Kopfhaut gemessen. Die Ableitung eines Schlafl-EEGs hat **keine Störungen oder Langzeitschäden** der Gesundheit zur Folge. Für eine erfolgreiche Messung der EEG-Signale wird eine Paste verwendet, die den Kontakt zwischen der Elektrode

und der Kopfhaut herstellt. Bei der Verwendung dieser Paste kann es in Ausnahmefällen dazu kommen, dass die Haut an den betroffenen Stellen etwas gerötet sein kann. Zusätzliche Risiken durch die Schlafableitung und die neuropsychologische Testung bestehen nicht. Es kann sein, dass du das Gefühl hast, dass du in der Nacht, in der die Töne gegeben wurden, „irgendetwas bemerkst“, die Qualität des Schlafes wird jedoch nicht beeinflusst.

#### **Vertraulichkeit der Unterlagen**

Wenn du der Teilnahme an der Studie zustimmst, möchten wir dich bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Alle Informationen werden selbstverständlich **streng vertraulich** behandelt. Alle im Rahmen der Studie anfallenden Daten werden nur in **pseudonymisierter Form** gespeichert. Das bedeutet, dass wir deine Daten nicht mit deinem Namen zusammen speichern, sondern unter einem Code, der aus Zahlen besteht. Alle Mitarbeitenden unterliegen der Schweigepflicht und der Einhaltung des Datenschutzes. Eine Veröffentlichung der Daten erfolgt nur in **anonymisierter Form**, das heißt, dass dein Name oder dein Geburtsdatum in einer Veröffentlichung nicht erwähnt wird. Somit ist der Datenschutz in voller Weise gewährleistet.

#### **Kannst du deine Einwilligung auch zurückziehen?**

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Du kannst deine Einwilligung zu deiner Teilnahme an der Untersuchung **jederzeit ohne Angabe von Gründen zurücknehmen**.

#### **Aufwandsentschädigung**

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden dir 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins für den Citti-Park gutgeschrieben. Nach Abschluss des vierten Untersuchungsteils erhältst du zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 € ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für dich eine Aufwandsentschädigung von insgesamt 80 €. Dazu kannst du bei beiden Testterminen bei dem Computerspiel jeweils zusätzlich bis zu 10 Euro verdienen. Die Summe die du insgesamt bekommst liegt also **zwischen 80 und 100 Euro**.

#### **Versicherungsschutz**

Die Durchführung der Studie fällt unter den Versicherungsschutz der ZIP gGmbH. Vorsorglich wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass ein Versicherungsschutz im Rahmen der Teilnahme an dieser Studie nur in solchen Fällen besteht, bei welchen Gesundheitsschäden oder sonstige Beeinträchtigungen auftreten, die auf schuldhaftes Fehlverhalten eines Arztes oder seiner Mitarbeiter zurückzuführen sind. Eine Wegeunfallversicherung besteht nicht.

#### **Wem kannst du weitere Fragen stellen?**

Frau Dipl.-Psych. Luisa Lentfer, wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZIP gGmbH, Tel.: 0431- 9900 2665, ist gern bereit, deine Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs.

**Vielen Dank für Deine Unterstützung!**



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartnerin**

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 9900-2665 Fax: 0431 9900-5262  
E-Mail: [julia.berghaeuser@uksh.de](mailto:julia.berghaeuser@uksh.de)

## Studie: „Tiefschlaf und Gedächtnis bei Jungen mit ADHS“

### Patienteninformation - Eltern

Liebe Eltern,

die folgenden Seiten sollen Sie über die so genannte **Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**, unser Forschungsziel und den geplanten Ablauf der Studie informieren. Bevor Sie sich für eine Teilnahme Ihres Kindes an der Studie entscheiden, lesen Sie sich dieses Informationsblatt bitte gut durch. Falls etwas nicht verständlich sein sollte, fragen Sie bitte noch einmal nach. Diese Information ist für Sie bestimmt, Sie können sie gerne behalten.

#### Was ist eine Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung?

Bei Ihrem Sohn wurde eine **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS)** festgestellt. Diese Krankheit ist durch Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen sowie Bewegungsunruhe gekennzeichnet. Oftmals müssen Kinder mit ADHS von Eltern oder anderen Erwachsenen ermahnt werden, sich besser zu konzentrieren oder ruhig zu sitzen. Diese Probleme sind Teil der Erkrankung und bestehen meist schon von klein auf. Vielleicht kennen Sie von Ihrem Kind, dass es abends nicht zur Ruhe kommt und Schwierigkeiten hat einzuschlafen. Denn auch Einschlaf- oder Durchschlafprobleme kommen bei Kindern mit ADHS häufig vor. Wissenschaftler nehmen an, dass bei Kindern mit ADHS bestimmte Teile im Gehirn nicht gleichmäßig arbeiten, was möglicherweise am Stoffwechsel des Gehirns liegt.

#### Ziel der Studie

Vielleicht beobachten Sie bei sich selbst, dass Sie sich nach einer Nacht, in der Sie gut geschlafen haben, besser konzentrieren können, als nach einer Nacht, in der Sie nicht gut geschlafen haben.



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 814 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KL)  
260102537 (HL)

Geschäftsleitung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper sondern auch das Gehirn erholt. Man hat bereits festgestellt, dass Personen, die am Anfang der Nacht sehr tief schlafen, am nächsten Tag sehr konzentriert Gedächtnisaufgaben lösen konnten. Mit einem relativ einfachen Verfahren (dem sog. akustisch verstärkter Tiefschlaf – Erklärung s. unten) kann man die Schlaftiefe leicht erhöhen. Wir wollen in dieser Studie untersuchen, ob sich Kinder mit ADHS durch eine leichte Erhöhung der Schlaftiefe am nächsten Morgen besser auf Gedächtnisaufgaben konzentrieren können. Die Aufzeichnung eines Schlaf-EEGs erfolgt standardmäßig und dient der Interpretation der Ergebnisse. Durch diese Untersuchung erhoffen wir uns ein besseres Verständnis der Erkrankung.

#### **Was ist ein Schlaf-EEG?**

Hirnaktivität, ob am Tage oder in der Nacht, zieht immer eine geringfügige Veränderung von messbaren elektrischen Potentialen nach sich. Mit Hilfe hochsensibler Messelektroden, welche vorsichtig an der Kopfhaut befestigt werden, können diese elektrischen Signale erfasst werden. Werden nun diese Signale während des Schlafs erfasst, so wird dies als Schlaf-EEG bezeichnet. Eine solche Aufzeichnung findet in der Regel in einem speziellen Labor – einem so genannten Schlaflabor – statt.

#### **Wie funktioniert der akustisch verstärkte Tiefschlaf?**

Die sogenannte auditive Stimulation ist eine Methode, bei der während des Schlafes zeitgleich die Hirnaktivität analysiert wird und dann während des Tiefschlafs zu bestimmten Zeitpunkten mehrfach ein kurzer Rauschton über Kopfhörer dargeboten wird. Das Geräusch wird so eingestellt, dass es nicht lauter ist als normale Gesprächslautstärke. Da sich Ihr Kind während der Darbietung der Töne im Tiefschlaf befindet, wird der Schlaf sehr wahrscheinlich durch diese nicht gestört werden. Mithilfe dieser Töne können die Nerven während des Schlafs noch besser auf den natürlichen Tiefschlafrhythmus eingestimmt werden und der Schlaf wird tiefer und effizienter.

#### **Wie wird die Untersuchung durchgeführt?**

Die gesamte Studie umfasst insgesamt vier Untersuchungsteile.

In einem **ersten Untersuchungsteil** führen wir verschiedene diagnostische Verfahren durch, um herauszufinden, ob Ihr Sohn an unserer Studie teilnehmen kann. Dieser Termin wird ungefähr zwei Stunden dauern. Im Rahmen dieses Termins werden wir mit Ihnen und Ihrem Sohn getrennt ein Interview durchführen, welches wir bei Ihrem Sohn auf Video und bei Ihnen auf Tonband aufzeichnen werden. Dies wird zur genaueren Diagnostik benötigt.

Die übrigen **Untersuchungsteile** umfassen drei Nächte und finden **im Schlaflabor** der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie der ZIP gGmbH statt. Zwischen der zweiten und der dritten Nacht sollen mindestens **zwei Wochen** liegen.

Die **erste Nacht** ist eine so genannte Eingewöhnungsnacht, in der Ihr Sohn sich an die Nacht bei uns gewöhnen kann. Während dieser Nacht analysieren wir bereits den Schlaf Ihres Sohnes um genau herauszufinden, wie die Töne in der Untersuchungsnacht am besten auf den Schlaf Ihres Sohnes angewendet werden können. In der **zweiten Nacht** im Schlaflabor schläft er dann bei uns schon fast wie zu Hause. In der **zweiten** oder **dritten Nacht** führen wir dann auch die Verstärkung des Tiefschlafs durch die Einspielung der Töne durch. Wir messen den Schlaf, und wenn Ihr Sohn in die Tiefschlafphase kommt, geben wir in einer der Nächte für insgesamt 3 Stunden und 30 Minuten zu bestimmten Zeitpunkten die beschriebenen Töne, um den Tiefschlafrhythmus zu

beeinflussen. Wenn Ihr Sohn in dieser Zeit aufwacht wird die Stimulation pausiert, damit er ungestört wieder einschlafen kann. Nach dieser Zeitspanne schalten wir die Stimulation aus, und Ihr Sohn schläft ungestört weiter. In der anderen Testnacht legen wir die Kopfhörer und das Analysegerät ebenfalls an, es werden aber keine Töne dargeboten. In welcher der beiden Testnächte der Schlaf tatsächlich beeinflusst wurde, verraten wir erst nach Abschluss der Studie.

Im Schlaflabor werden Infrarotkameraaufnahmen von Ihrem Kind während des Schlafs aufgezeichnet. Es handelt sich um Aufnahmen, die standardmäßig im Schlaflabor zur Überwachung aufgezeichnet werden. Diese werden jedoch am nächsten Morgen wieder gelöscht.

Damit Sie und Ihr Sohn sich schon vorab ein Bild von dem Schlaflabor machen können, besteht die Möglichkeit, die Räumlichkeiten zu besichtigen.

#### **Zeitlicher Ablauf eines Untersuchungsteils im Schlaflabor**

Für die Eingewöhnungsnacht im Schlaflabor wird Ihr Sohn um 19:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem er sich in seinem Schlafzimmer eingerichtet hat, werden die Elektroden zur Erfassung der nächtlichen Hirnaktivität angebracht. Gegen 20:30 Uhr sollte Ihr Sohn sich bettfertig machen. Wenn Ihr Sohn es möchte, können Sie natürlich gerne die ganze Zeit dabei sein. Bei Bedarf können wir Ihnen auch ein Bett zur Übernachtung anbieten. Ab spätestens 22:00 Uhr jedoch gilt die Nachtruhe.

Am nächsten Morgen wird Ihr Sohn um 6:30 Uhr geweckt werden. Es werden die Elektroden entfernt und er kann seinen alltäglichen Tätigkeiten (Schule, Freizeit etc.) nachgehen.

Für die zweite und dritte Nacht im Schlaflabor wird Ihr Sohn um 18:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem Ihr Sohn sich bettfertig gemacht hat, werden wir mit ihm einige Übungen am Computer und auf einer Tastatur machen. Hieran anschließend werden die Elektroden angebracht und er geht zu Bett, wobei wieder ab 22:00 Uhr die Nachtruhe gilt.

Am nächsten Morgen wird Ihr Sohn um 6:30 Uhr geweckt werden und er erhält, wenn er möchte, ein Frühstück. Im Anschluss daran bearbeitet er wieder einige Übungen am Computer und auf einer Tastatur. Danach werden die Elektroden entfernt, und Ihr Sohn kann seinen alltäglichen Tätigkeiten nachgehen.

#### **Was muss Ihr Sohn für die Untersuchung im Schlaflabor mitbringen?**

Bitte achten Sie darauf, dass Ihr Sohn einen Schlafanzug oder Ähnliches, einen Bademantel, ein Handtuch und Waschutensilien mitbringt. Für die Eingewöhnungsnacht darf Ihr Sohn gerne etwas zum Lesen oder Spielen mitbringen.

#### **Medikamente**

Da eine medikamentöse Behandlung der ADHS-Symptomatik einen Einfluss auf den Schlaf haben kann, nehmen nur solche Patienten an der Studie teil, welche aktuell keine ADHS-Medikamente einnehmen. Das bedeutet gegebenenfalls, dass vor jeder der experimentellen Untersuchungseinheiten das Medikament mindestens 48 Stunden vorher abgesetzt werden muss.

## Risiken

Bei einem EEG bzw. einem Schlaf-EEG werden lediglich die natürlich auftretenden, geringfügigen elektrischen Veränderungen an der Kopfhaut gemessen. Die Ableitung eines Schlaf-EEGs hat **keine Störungen oder Langzeitschäden** der Gesundheit zur Folge. Für eine erfolgreiche Messung der EEG-Signale wird eine Paste verwendet, welche den Kontakt zwischen der Elektrode und der Kopfhaut herstellt. Bei der Verwendung dieser Paste kann es in Ausnahmefällen zu lokalen Hautrötungen kommen. Zusätzliche Risiken durch die Schlafableitung und die neuropsychologische Testung bestehen nicht.

Es kann sein, dass Ihr Sohn das Gefühl hat, dass er in der Nacht, in der die Töne gegeben wurden, „irgendetwas bemerkt hat“, die Qualität des Schlafes wird jedoch nicht beeinflusst.

## Vertraulichkeit der Unterlagen

Wenn Sie der Teilnahme Ihres Sohnes an der Studie zustimmen, möchten wir Sie bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Alle Informationen werden selbstverständlich **streng vertraulich** behandelt. Alle im Rahmen der Studie anfallenden Daten werden nur in **pseudonymisierter Form** gespeichert. Alle Mitarbeitenden unterliegen der Schweigepflicht und der Einhaltung des Datenschutzes. Eine Veröffentlichung der Daten erfolgt nur in **anonymisierter Form**, sodass der Datenschutz in voller Weise gewährleistet ist.

## Können Sie Ihre Einwilligung auch zurückziehen?

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie oder Ihr Sohn können Ihre Einwilligung zur Teilnahme Ihres Sohnes an der Untersuchung **jederzeit ohne Angabe von Gründen zurücknehmen**. Das Verhältnis zum behandelnden Therapeuten / zur behandelnden Therapeutin Ihres Kindes wird hierdurch nicht beeinflusst.

## Aufwandsentschädigung

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden Ihrem Sohn 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins für den Citti-Park gutgeschrieben. Nach Abschluss aller Untersuchungsteile erhält er zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 €, ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für ihn eine Aufwandsentschädigung von 80 €. Dazu kann er bei beiden Testterminen bei dem Computerspiel zusätzlich jeweils bis zu 10 Euro verdienen. Die Summe die er insgesamt bekommt liegt also **zwischen 80 und 100 Euro**.

## Versicherungsschutz

Die Durchführung der Studie fällt unter den Versicherungsschutz der ZIP gGmbH. Vorsorglich wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass ein Versicherungsschutz im Rahmen der Teilnahme an dieser Studie nur in solchen Fällen besteht, bei welchen Gesundheitsschäden oder sonstige Beeinträchtigungen auftreten, die auf schulhaftes Fehlverhalten eines Arztes oder seiner Mitarbeiter zurückzuführen sind. Eine Wegeunfallversicherung besteht nicht.

**Wem können Sie weitere Fragen stellen?**

Frau Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin), wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZIP gGmbH, ist gern bereit, Ihre Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs. Sie erreichen sie telefonisch unter 0431- 9900 2665 oder per E-Mail an [julia.berghaeuser@uksh.de](mailto:julia.berghaeuser@uksh.de)

**Vielen Dank für Ihre Unterstützung!**



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartnerin**  
Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 9900-2665 Fax: 0431 9900-5262  
E-Mail: [julia.berghaeuser@uksh.de](mailto:julia.berghaeuser@uksh.de)

## Studie: „Tiefschlaf und Gedächtnis bei Jungen mit ADHS“

### Patienteninformation - Kinder

Lieber \_\_\_\_\_,

die folgenden Seiten soll dich über die so genannte **Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**, unser Forschungsziel und den geplanten Ablauf der Studie informieren. Bevor du dich für eine Teilnahme an der Studie entscheidest, lies dir dieses Informationsblatt bitte gut durch. Falls etwas nicht verständlich sein sollte, frage bitte noch einmal nach. Diese Information ist für dich bestimmt, du kannst sie gerne behalten.

#### Was ist eine Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung?

Bei dir wurde eine **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS)** festgestellt. Diese Krankheit ist durch Aufmerksamkeits- und Konzentrationsprobleme sowie Bewegungsunruhe gekennzeichnet. Oftmals müssen Kinder mit ADHS von Eltern oder anderen Erwachsenen ermahnt werden, sich besser zu konzentrieren oder ruhig zu sitzen. Diese Probleme sind Teil der Erkrankung und bestehen meist schon von klein auf. Vielleicht kennst du es von dir selber, dass du abends nicht zur Ruhe kommst und Schwierigkeiten hast einzuschlafen. Denn auch Einschlaf- oder Durchschlafprobleme kommen bei Kindern mit ADHS häufig vor. Wissenschaftler nehmen an, dass bei Kindern mit ADHS bestimmte Teile im Gehirn nicht gleichmäßig arbeiten, was möglicherweise am Stoffwechsel des Gehirns liegt.

#### Ziel der Studie

Vielleicht hast du bei dir selbst schon einmal beobachtet, dass du dich nach einer Nacht, in der du gut geschlafen hast, besser konzentrieren kannst, als nach einer Nacht, in der du nicht gut



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 814 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KL)  
260102537 (HL)

Geschäftsleitung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



geschlafen hast. Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper sondern auch das Gehirn erholt. Man hat bereits festgestellt, dass Personen, die am Anfang der Nacht sehr tief schlafen, am nächsten Tage sehr konzentriert Gedächtnisaufgaben lösen konnten. Mit einem relativ einfachen Verfahren (dem sog. akustisch verstärkten Tiefschlaf – Erklärung s. unten) kann man den Schlaf so verändern, dass man tiefer schläft. Wir wollen in dieser Studie untersuchen, ob sich Kinder mit ADHS durch so einen tieferen Schlaf am nächsten Morgen besser auf Gedächtnisaufgaben konzentrieren können. Hierzu werden wir während du schläfst die Aktivität deines Gehirns mit Elektroden mit einem sogenannten Schlaf-EEG erfassen. Wie das funktioniert erklären wir im nächsten Abschnitt. Durch diese Untersuchung erhoffen wir uns ein besseres Verständnis der Erkrankung ADHS.

#### **Was ist ein Schlaf-EEG?**

Egal ob Du wach bist oder schläfst, Dein Gehirn ist eigentlich immer aktiv. Und Gehirnaktivität bedeutet, dass Nerven kleine elektrische Impulse aussenden. Diese elektrischen Impulse kann man tagsüber oder nachts an der Kopfoberfläche messen. Hierfür bringen wir sehr empfindliche Elektroden vorsichtig an deiner Kopfhaut an. Mit diesen Elektroden messen wird dann die elektrischen Signale deines Gehirns. Werden nun diese Signale während des Schlafs erfasst, so wird dies als Schlaf-EEG bezeichnet. Eine solche Aufzeichnung findet in der Regel in einem speziellen Labor – einem so genannten Schlaflabor – statt.

#### **Wie funktioniert der akustisch verstärkte Tiefschlaf?**

Die sogenannte auditive Stimulation ist eine Methode, bei der während des Schlafes zeitgleich die Hirnaktivität gemessen und ausgewertet wird, um dann während des Tiefschlafs zu den richtigen Zeitpunkten mehrfach ein kurzer Rauschton über Kopfhörer darbieten zu können. Das Geräusch wird so eingestellt, dass es nicht lauter ist als normale Gesprächslautstärke. Da du dich während der Darbietung der Töne im Tiefschlaf befindest, wird dein Schlaf sehr wahrscheinlich durch diese nicht gestört werden. Mithilfe dieser Töne können die Nerven während des Schlafs noch besser auf den natürlichen Tiefschlafrhythmus eingestimmt werden und der Schlaf wird tiefer und vermutlich auch wirkungsvoller.

#### **Wie wird die Untersuchung durchgeführt?**

Die gesamte Studie umfasst insgesamt vier Untersuchungsteile.

In einem **ersten Untersuchungsteil** führen wir verschiedene diagnostische Verfahren durch, um herauszufinden, ob du an unserer Studie teilnehmen kannst. Dieser Termin wird ungefähr zwei Stunden dauern. Im Rahmen dieses Termins werden wir mit dir und deinen Eltern getrennt ein Interview durchführen, welches wir bei dir auf Video und bei deinen Eltern auf Tonband aufzeichnen werden. Dies wird zur genaueren Diagnostik benötigt.

Die übrigen **Untersuchungsteile** umfassen drei Nächte und finden **im Schlaflabor** der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie der ZIP gGmbH statt. Zwischen der zweiten und der dritten Nacht sollen mindestens **zwei Wochen** liegen.

Die **erste Nacht** ist eine sogenannte Eingewöhnungsnacht, in der du dich an die Nacht bei uns gewöhnen kannst. Während dieser Nacht analysieren wir bereits deinen Schlaf, um genau herauszufinden, wie die Töne in der Untersuchungsnacht am besten auf deinen Schlaf angewendet werden können. In der **zweiten Nacht** im Schlaflabor schläfst du dann bei uns schon fast wie zu Hause. In der **zweiten oder dritten Nacht** führen wir dann auch die Verstärkung des

Tiefschlafs durch die Einspielung der Töne durch. Wenn du in die Tiefschlafphase kommst, geben wir in einer der Nächte für insgesamt 3 Stunden und 30 Minuten zu bestimmten Zeitpunkten die beschriebenen Töne, um den Tiefschlafrhythmus zu beeinflussen. Falls du in dieser Zeit aufwachst, wird die Stimulation gestoppt, damit du ungestört wieder einschlafen kannst. Nach dieser Dauer von 3,5 Stunden schalten wir die Stimulation aus und du schlafst einfach weiter. In der anderen Testnacht legen wir die Kopfhörer und das Analysegerät ebenfalls an, es werden aber keine Töne dargeboten. In welcher der beiden Testnächte der Schlaf tatsächlich beeinflusst wurde, verraten wir erst nach Abschluss der Studie.

Im Schlaflabor werden mit Hilfe einer Infrarotkamera deine Bewegungen von dir während des Schlafs aufgezeichnet. Es handelt es sich um Aufnahmen, die standardmäßig im Schlaflabor zur Überwachung aufgezeichnet werden. Diese werden jedoch am nächsten Morgen wieder gelöscht.

Damit du dir schon vorab ein Bild von dem Schlaflabor machen kannst, besteht die Möglichkeit, die Räumlichkeiten zu besichtigen.

#### **Zeitlicher Ablauf eines Untersuchungsteils im Schlaflabor**

Für die Eingewöhnungsnacht im Schlaflabor wirst du um 19:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem du dich in deinem Schlafzimmer eingerichtet hast werden die Elektroden zur Erfassung der Hirnaktivität während des Schlafs angebracht. Gegen 20:30 Uhr solltest du dich bettfertig machen. Wenn du möchtest, können deine Mutter oder dein Vater natürlich gerne die ganze Zeit dabei sein. Bei Bedarf können wir deinen Eltern auch ein Bett zur Übernachtung anbieten. Ab spätestens 22:00 Uhr jedoch gilt die Nachtruhe.

Am nächsten Morgen wirst du um 6:30 Uhr geweckt. Es werden die Elektroden entfernt und du kannst deinem normalen Alltag (Schule, Freizeit etc.) nachgehen.

Für die zweite und dritte Nacht im Schlaflabor wirst du um 18:00 Uhr in der Klinik erwartet. Nachdem du dich bettfertig gemacht hast, werden wir mit dir einige Übungen am Computer machen. Hieran anschließend werden die Elektroden angebracht und du gehst zu Bett, wobei wieder ab 22:00 Uhr die Nachtruhe gilt.

Am nächsten Morgen wirst du um 6:30 Uhr geweckt und du erhältst, wenn du möchtest, ein Frühstück. Im Anschluss daran bearbeitest du wieder einige Übungen am Computer. Danach werden die Elektroden entfernt und du kannst deinen alltäglichen Tätigkeiten nachgehen.

#### **Was musst du für die Untersuchung im Schlaflabor mitbringen?**

Bitte bringe einen Schlafanzug oder Ähnliches, einen Bademantel, ein Handtuch und Waschutensilien mit. Für die Eingewöhnungsnacht darfst du gerne etwas zum Lesen oder Spielen mitbringen.

#### **Medikamente**

Da Medikamente, die Kinder eventuell wegen ihrer ADHS-Erkrankung bekommen, den Schlaf beeinflussen können, nehmen nur solche Patienten an der Studie teil, welche aktuell keine ADHS-Medikamente einnehmen. Das bedeutet gegebenenfalls, dass vor jeder der experimentellen Untersuchungseinheiten das Medikament mindestens 48 Stunden vorher abgesetzt werden muss.

#### **Risiken**

Bei einem EEG bzw. einem Schlaf-EEG werden nur die natürlich auftretenden, geringfügigen elektrischen Veränderungen an der Kopfhaut gemessen. Die Ableitung eines Schlaf-EEGs hat **keine Störungen oder Langzeitschäden** der Gesundheit zur Folge. Für eine erfolgreiche Messung der EEG-Signale wird eine Paste verwendet, die den Kontakt zwischen der Elektrode und der Kopfhaut herstellt. Bei der Verwendung dieser Paste kann es in Ausnahmefällen dazu kommen, dass die Haut an den betroffenen Stellen etwas gerötet sein kann. Zusätzliche Risiken durch die Schlafableitung und die neuropsychologische Testung bestehen nicht. Es kann sein, dass du das Gefühl hast, dass du in der Nacht, in der die Töne gegeben wurden, „irgendetwas bemerkst“, die Qualität des Schlafes wird jedoch nicht beeinflusst.

#### **Vertraulichkeit der Unterlagen**

Wenn du der Teilnahme an der Studie zustimmst, möchten wir dich bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Alle Informationen werden selbstverständlich **streng vertraulich** behandelt. Alle im Rahmen der Studie anfallenden Daten werden nur in **pseudonymisierter Form** gespeichert. Das bedeutet, dass wir deine Daten nicht mit deinem Namen zusammen speichern, sondern unter einem Code, der aus Zahlen besteht. Alle Mitarbeitenden unterliegen der Schweigepflicht und der Einhaltung des Datenschutzes. Eine Veröffentlichung der Daten erfolgt nur in **anonymisierter Form**, das heißt, dass dein Name oder dein Geburtsdatum in einer Veröffentlichung nicht erwähnt wird. Somit ist der Datenschutz in voller Weise gewährleistet.

#### **Kannst du deine Einwilligung auch zurückziehen?**

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Du kannst deine Einwilligung zu deiner Teilnahme an der Untersuchung **jederzeit ohne Angabe von Gründen zurücknehmen**. Das Verhältnis zu deinem behandelnden Therapeuten / zur behandelnden Therapeutin wird hierdurch nicht beeinflusst.

#### **Aufwandsentschädigung**

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden dir 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins für den Citti-Park gutgeschrieben. Nach Abschluss des vierten Untersuchungsteils erhältst du zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 €, ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für dich eine Aufwandsentschädigung von insgesamt 80 €. Dazu kannst du bei beiden Testterminen bei dem Computerspiel jeweils zusätzlich bis zu 10 Euro verdienen. Die Summe, die du insgesamt bekommst, liegt also **zwischen 80 und 100 Euro**.

#### **Versicherungsschutz**

Die Durchführung der Studie fällt unter den Versicherungsschutz der ZIP gGmbH. Vorsorglich wird an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass ein Versicherungsschutz im Rahmen der Teilnahme an dieser Studie nur in solchen Fällen besteht, bei welchen Gesundheitsschäden oder sonstige Beeinträchtigungen auftreten, die auf schulhaftes Fehlverhalten eines Arztes oder seiner Mitarbeiter zurückzuführen sind. Eine Wegeunfallversicherung besteht nicht.

**Wem kannst du weitere Fragen stellen?**

Frau Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin), wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZIP gGmbH, ist gern bereit, deine Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs. Du kannst sie anrufen unter 0431- 9900 2665.

**Vielen Dank für Deine Unterstützung!**



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartner:**

PD Dr. Alexander Prehn-Kristensen (Dipl.-Psych.)  
Tel.: 0431 500-98316 Fax: 0431 500-98342  
E-Mail: [a.prehn@zip.de](mailto:a.prehn@zip.de)

## EINVERSTÄNDNIS

„Tiefschlaf und Gedächtnis bei ADHS“

Vor- und Nachnamen beider Sorgeberechtigten

Anschriften

Wir sind ausreichend in schriftlicher Form über Inhalt und Ablauf der Studie sowie die Vor- und Nachteile der Teilnahme informiert worden. Wir haben die Elterninformationen gelesen und den Inhalt verstanden. Wir hatten ausreichend Gelegenheit, die Studie mit dem Versuchsleiter zu besprechen und Fragen zu stellen. Alle unsere Fragen und Bedenken wurden zu unserer Zufriedenheit beantwortet.

Wir sind darauf hingewiesen worden, dass im Rahmen der Studie keine therapeutisch relevante Diagnostik stattfindet und die Untersuchungen lediglich wissenschaftlichen Zwecken dienen. Unserem Kind entsteht kein persönlicher Vorteil aus der Teilnahme an dieser Studie.

Wir erklären uns damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie personenbezogene Daten über unser Kind – insbesondere auch die im Rahmen der Diagnostik erstellten Tonband- und Videoaufnahmen – erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Forschungsabteilung der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (ZIP gGmbH, UK-SH, Niemannsweg 147, 24105 Kiel) aufgezeichnet werden. Wir erklären uns damit einverstanden, dass die Daten unseres Kindes in



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 814 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KL)  
260102537 (HL)

Geschäftsstelle:  
Prof. Dr. Jens Schötz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Fürde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



pseudonymisierter Form nach Beendigung oder Abbruch des Forschungsvorhabens gemäß den gesetzlichen Fristen aufbewahrt werden. Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimmen wir zu.

Wir wissen, dass die Studienteilnahme freiwillig ist und dass wir jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme unseres Kindes beenden können, ohne dass uns oder unserem Kind dadurch Nachteile entstehen. Beim Widerruf unserer Einwilligung haben wir das Recht, die Löschung aller bis dahin über uns und unser Kind gespeicherten personenbezogenen Daten zu verlangen.

Wir geben hiermit unsere freiwillige Zustimmung zur Teilnahme unseres Kindes an dieser Studie. Eine Kopie dieser Einwilligung sowie die Elterninformation haben wir erhalten.

---

Datum

Unterschrift der Sorgeberechtigten

## EINVERSTÄNDNIS

Datenschutz/ weitere Kontaktierung

Für weitere Studien, die zukünftig in der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie durchgeführt werden, würden wir Sie gerne wieder kontaktieren dürfen. Hierfür brauchen wir Ihr Einverständnis. Sie können dann unabhängig von diesem Einverständnis entscheiden, ob die vorgeschlagene Studie für Sie und Ihr Kind in Frage kommt.

- Wir sind damit einverstanden, dass wir bei weiteren Studien am ZIP / UK-SH erneut kontaktiert werden.
- Wir sind nicht mit einer erneuten Kontaktaufnahme einverstanden.

---

Datum

Unterschrift der Sorgeberechtigten



Zentrum für  
Integrative Psychiatrie

**Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH**

Prävention - Therapie - Rehabilitation

**Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
[www.zip-kiel.de](http://www.zip-kiel.de)

**Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
[www.zip-luebeck.de](http://www.zip-luebeck.de)

**Ansprechpartner:**

Luisa Lentfer  
Tel.: 0431 9900-2665 Fax: 0431 9900-5262  
E-Mail: [Luisa.Lentfer@uksh.de](mailto:Luisa.Lentfer@uksh.de)

Datum:

## EINVERSTÄNDNIS

„Tiefschlaf und Gedächtnis bei ADHS“

---

Vor- und Nachnamen des Studienteilnehmers

---

Anschrift

Ich bin ausreichend in schriftlicher Form über Inhalt und Ablauf der Studie sowie die Vor- und Nachteile der Teilnahme informiert worden. Ich habe die Studieninformationen gelesen und den Inhalt verstanden. Ich hatte ausreichend Gelegenheit, die Studie mit dem Versuchsleiter zu besprechen und Fragen zu stellen. Alle meine Fragen und Bedenken wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Ich bin darauf hingewiesen worden, dass im Rahmen der Studie keine therapeutisch relevante Diagnostik stattfindet und die Untersuchungen lediglich wissenschaftlichen Zwecken dienen. Mir entsteht kein persönlicher Vorteil aus der Teilnahme an dieser Studie.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie personenbezogene Daten über mich – insbesondere auch die im Rahmen der Diagnostik erstellten Tonband- und Videoaufnahmen – erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Forschungsabteilung der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und – psychotherapie (ZIP gGmbH, UK-SH, Niemannsweg 147, 24105 Kiel) aufgezeichnet werden. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten in pseudonymisierter



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
UST-ID: DE 814 172 144  
Institutionenkennzeichen: 260102376 (KI)  
260102537 (HL)

Geschäftsleitung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
Kto.-Nr. 900 258 67  
BLZ 210 501 70  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67



Form nach Beendigung oder Abbruch des Forschungsvorhabens gemäß den gesetzlichen Fristen aufbewahrt werden. Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimme ich zu.

Ich weiß, dass die Studienteilnahme freiwillig ist und dass ich jederzeit ohne Angabe von Gründen meine Teilnahme beenden kann, ohne dass mir dadurch Nachteile entstehen. Beim Wiederruf meiner Einwilligung habe ich das Recht, die Löschung aller bis dahin über mich gespeicherten personenbezogenen Daten zu verlangen.

Ich gebe hiermit meine freiwillige Zustimmung zu meiner Teilnahme an dieser Studie. Eine Kopie dieser Einwilligung sowie die Studieninformation habe ich erhalten.

Datum

Unterschrift des Studienteilnehmers

## EINVERSTÄNDNIS

Datenschutz/ weitere Kontaktierung

Für weitere Studien, die zukünftig in der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie durchgeführt werden, würden wir dich gerne wieder kontaktieren dürfen. Hierfür brauchen wir dein Einverständnis. Du kannst dann unabhängig von diesem Einverständnis entscheiden, ob die vorgeschlagene Studie für dich in Frage kommt.

- Ich bin damit einverstanden, dass ich bei weiteren Studien am ZIP / UK-SH erneut kontaktiert werde.
- Ich bin nicht mit einer erneuten Kontaktaufnahme einverstanden.

---

Datum

Unterschrift des Studienteilnehmers/ der Studienteilnehmerin

---

Datum	Code
-------	------

EN / NK1 / NK2

## Mein „Nächtebuch“

Mit Hilfe dieses Fragebogens wollen wir herausfinden, wie Du die Nacht geschlafen hast. Es interessiert uns auch, wie Du Dich vor und nach der Nacht gefühlt hast.

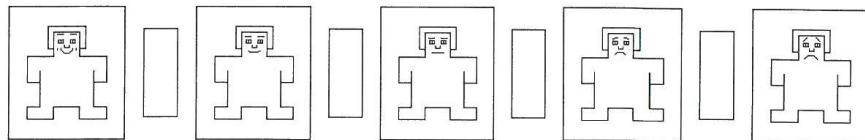
Aus diesem Grund bitten wir Dich, folgende Fragen zu beantworten.

Wenn Du etwas nicht verstehst, dann frage bitte einfach nach!

Vor dem Schlafengehen

Im Folgenden siehst Du drei Reihen mit jeweils fünf Figuren. Du kannst mit Hilfe der Figuren angeben, wie Du Dich gerade fühlst. Die Reihen zeigen drei verschiedene Arten von Gefühlen: **glücklich vs. unglücklich, erregt vs. ruhig und fremdbestimmt/unterlegen vs. selbstbestimmt/dominant**.

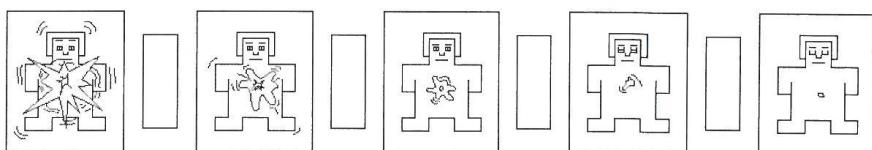
Die erste Reihe ist die **glücklich vs. unglücklich Skala**.



Auf dieser Skala kannst Du angeben, wie glücklich Du Dich im Moment fühlst. Wenn Du Dich vollkommen **völlig glücklich, erfreut, zufrieden oder optimistisch** fühlst, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Wenn Du Dich **völlig unglücklich, genervt, unzufrieden, traurig oder verzweifelt** fühlst, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz rechts. Wenn Du Dich weder glücklich noch traurig fühlst, setze ein „X“ über die Figur in der Mitte.

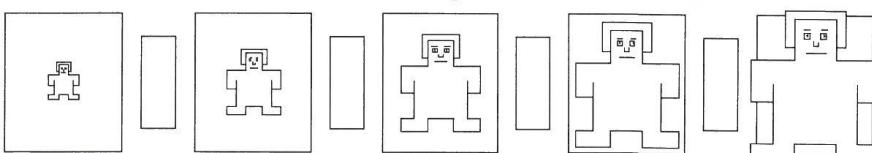
Die Figuren erlauben Dir auch dazwischen liegende Gefühlszustände darzustellen, indem Du ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzt. Falls Deiner Beurteilung nach Dein Gefühlszustand **zwischen** zwei der Bilder fällt, dann setze ein „X“ zwischen die Figuren.

Die zweite Reihe ist die **erregt vs. ruhig Skala**.



Hier kannst Du angeben, wie **erregt** oder **ruhig** Du Dich fühlst. Wenn Du Dich **völlig angeregt, rasend, nervös, hellwach oder erregt** fühlst, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Fühlst Du Dich hingegen **völlig entspannt, ruhig, schwerfällig, träge, schlafig oder unerregt**, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz rechts. Fühlst Du Dich weder erregt noch ruhig, dann setze ein „X“ auf die mittlere, neutrale Figur. Du kannst auch ein „X“ zwischen die Figuren setzen.

Die letzte Reihe ist die **fremdbestimmt/unterlegen vs. selbstbestimmt/dominant Skala**.

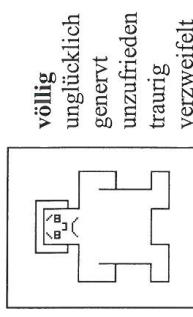
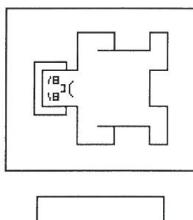
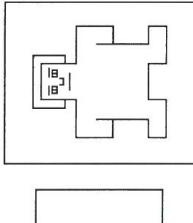
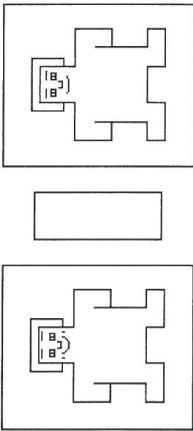


Fühlst Du Dich **völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen**, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Wenn Du Dich hingegen **völlig einflussreich, alles unter Kontrolle habend, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant oder autonom** fühlst, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz rechts setzen. Auch bei dieser Skala lassen sich durch die Figuren dazwischen liegende Gefühlszustände darstellen

**Hast Du alles verstanden?**

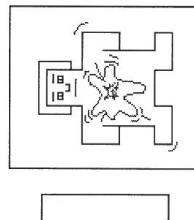
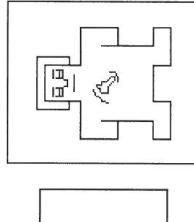
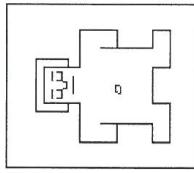
Bitte kreuze in jeder Reihe die Figur an, die am besten darstellt, wie Du Dich jetzt gerade im Moment fühlst.

**völlig**  
glücklich  
erfreut  
zufrieden  
optimistisch



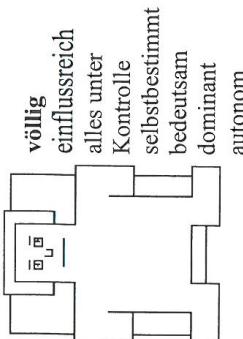
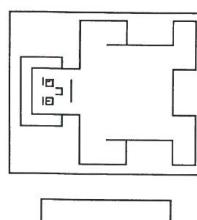
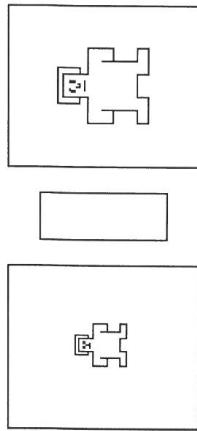
Neutral

**völlig**  
entspannt  
ruhig  
schwerfällig  
träge  
schläfrig  
unerregt



Neutral

**völlig**  
fremdbestimmt  
beeinflusst  
umsorg  
eingeschüchtert  
geführt  
unterlegen



Neutral

Bitte beantworte die folgenden Fragen indem Du entweder einen senkrechten Strich auf die Linie setzt, oder eine Zahl einträgst und das zutreffende Kästchen ankreuzt.

Hast Du alles verstanden?

Wie fühlst Du Dich jetzt?



Hast Du gestern/ heute Medikamente eingenommen?

Nein      Ja

Wenn ja:

Welche? \_\_\_\_\_

Wann? \_\_\_\_\_

Warum? \_\_\_\_\_

Hast Du gestern/ heute Cola oder Kaffee getrunken?

Nein      Ja

Wenn ja:

Wann? um ca. \_\_\_\_ Uhr

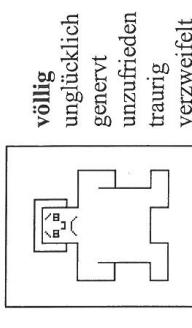
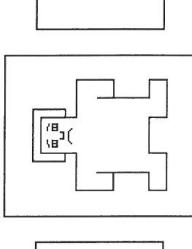
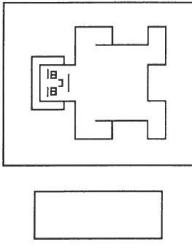
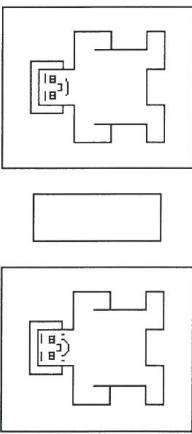
Wie viel? \_\_\_\_ Gläser/ Tassen

---

Nach dem Aufwachen

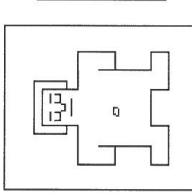
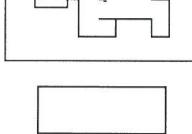
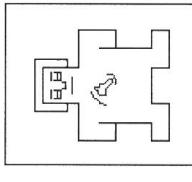
Bitte kreuze in jeder Reihe die Figur an, die am besten darstellt, wie Du Dich jetzt gerade im Moment fühlst.

**völlig**  
glücklich  
erfreut  
zufrieden  
optimistisch



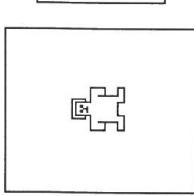
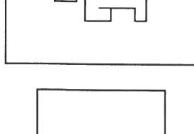
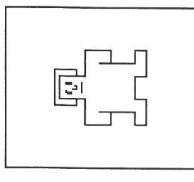
Neutral

**völlig**  
entspannt  
ruhig  
schwerfällig  
träge  
schläfrig  
unerregt



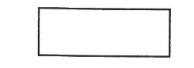
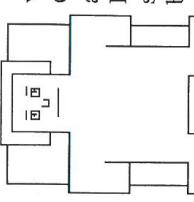
Neutral

**völlig**  
fremdbestimmt  
beeinflusst  
umsorg  
eingeschüchtert  
geführt  
unterlegen

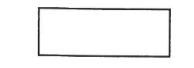
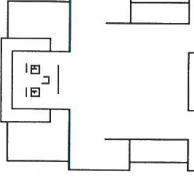


Neutral

**völlig**  
unglücklich  
genervt  
unzufrieden  
traurig  
verzweifelt



**völlig**  
angeregt  
rasend  
nervös  
hellwach  
erregt



Bitte beantworte die folgenden Fragen indem Du entweder einen senkrechten Strich auf die Linie setzt, eine Zahl einträgst oder das zutreffende Kästchen ankreuzt. Wenn Du z.B. beantworten sollst, ob Du heute Nacht vergleichsweise viel oder wenig geschlafen hast, dann sollst Du überprüfen, ob Du heute Nacht mehr oder weniger geschlafen hast verglichen mit den Nächten der vergangenen zwei Wochen.

Hast Du alles verstanden?

<p><b>Wie erholsam war Dein Schlaf?</b></p> 		
sehr erholsam	gar nicht erholsam	
<p><b>Wie fühlst Du Dich jetzt?</b></p> 		
sehr müde	sehr wach	
<p><b>Wie lange hat es gedauert, bis Du eingeschlafen bist?</b></p>		
<p>ca. _____ Minuten</p>		
<p><b>Dauert es normalerweise</b></p>		
weniger lang	gleich lang	länger
		?

Warst Du heute Nacht wach?

Nein      Ja

Wie viel Mal bist Du heute Nacht aufgewacht? \_\_\_\_\_

Wachst Du normalerweise

seltener	gleich oft	öfter
auf?		

Wie lange warst Du heute Nacht insgesamt wach? ca. \_\_\_\_\_ Minuten

War das

kürzer	gleich lang	länger
als normalerweise?		

Was glaubst Du, wie lange Du geschlafen hast?

ca. \_\_\_\_\_ Stunden

Schläfst Du normalerweise

kürzer	gleich lang	länger	?
--------	-------------	--------	---

Hast Du in der Nacht Rauschläufe gehört?  Nein      Ja

Wenn ja, haben die Dich gestört?  Nein      Ja

Hat Dich etwas anderes gestört?  Nein      Ja

Wenn ja, beschreibe bitte, was Dich gestört hat: \_\_\_\_\_

Möchtest Du die Untersuchung abbrechen?  Nein      Ja

## KiTAP / Aufmerksamkeit

- ( ) Dongle\_A / KiTAP einstecken (links)
- ( ) KiTAP- Tasten einstecken (hinten)
- ( ) KiTAP starten

=> Spacetaste  
=> Rechnereingaben: Untersucher: Studie\_16d  
Proband: neu  
Name: Nummer (16d\_...\_1 bis 16d\_...\_4) Sitzungsnummer!  
Schuljahr: xxx  
Geburtsdatum: xx.xx.xxxx  
Geschlecht: männlich

- => ok
- => Menüleiste: Test => Alertness, Proband auswählen
- ( ) Instruktion vorlesen

„Eine Hexe soll so schnell wie möglich vertrieben werden, bevor es ihr gelingt, einen bösen Zauber oder eine Verwünschung auszusprechen.  
Die Hexe verschwindet, wenn Du auf die Taste 1 drückst“

Hast Du dazu noch eine Frage?

=> Taste: Vortest => Instruktionen vorlesen => Spacetaste => Vortest läuft  
=> Taste: Haupttest => Spacetaste => Haupttest läuft

- 
- ( ) KiTAP beenden
  - ( ) KiTAP- Tasten entfernen
  - ( ) Dongle\_A / KiTAP entfernen

## Buttonbox

- ( ) Dongle (Buttonbox) einstecken (links)
  - => Buttonbox starten
  - => Menüleiste : Experiment
  - => Open Experiment
  - => Set auswählen (1 oder 2)
  - => Lernen oder Abruf wählen
  - => buttonbox\_Lernen oder buttonbox\_Abruf öffnen
  - => Taste : Run
  - => Rechnereingaben:
    - => Enter Subject / ID : 16d\_...\_p oder 16d\_...\_k
    - => Taste: Run Scenario
    - => Enter the initial value for Tag 1 oder 2 (int): 1
    - => Enter the initial value for Version 1 oder 2 (int): x
- ( ) Instruktion vorlesen

Du siehst hier ein Gerät mit acht Tasten. In der oberen Reihe sind vier weiße und in der unteren sind vier bunte. Die Farben spielen für unsere Aufgabe keine Rolle.

In jeder Taste befindet sich eine Glühlampe, so dass die Tasten leuchten können.

Dieses Gerät ist mit dem Rechner verbunden und wird durch ein Rechnerprogramm gesteuert.

Was passiert denn nun eigentlich?

Zuerst leuchten alle Tasten einmal gemeinsam auf.

Das heißt für Dich: Achtung es geht gleich los.

Dann leuchtet eine Taste auf. Deine Aufgabe ist es nun, dieses Licht so schnell wie möglich auszuschalten. Das passiert, indem Du auf die leuchtende Taste drückst.

Im nächsten Moment leuchtet eine andere Taste. Auch diese drücke bitte so schnell wie möglich wieder aus. Und so geht es bis zu einer Pause immer weiter. In der kleinen Pause (10 s)

kannst Du Dich ein wenig erholen. Durch das Achtungssignal - alle Tasten leuchten einmal gemeinsam auf – wird die Pause beendet.

Wieder leuchten nacheinander die Tasten auf und Du versuchst Sie möglichst schnell auszuschalten. Versuche jedoch nicht schneller zu sein als das Gerät, da das dann nur als Fehler gewertet werden kann. Auch dieser Durchgang endet mit einer Pause.

Insgesamt wird es zehn solcher Durchgänge geben.

Bitte schalte die Lichter immer nur mit einer Hand aus. Wenn Du Rechtshänder bist, dann nehme bitte die linke Hand. Als Linkshänder verwende bitte die rechte Hand.

Hast Du dazu noch Fragen?

=> Enter the initial value for Lernen 1 oder Abfrage 2 (int): 1

=> continue

=> finish

- 
- ( )Presentation beenden
  - ( )Buttonbox entfernen
  - ( )Dongle\_Presentation entfernen

VP-Code: \_\_\_\_\_

VL: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

### Ablaufprotokoll Eingewöhnungsnacht

to do	Check	Zeit	Bemerkungen
Schlüssel (für Nachtwache) von Pforte holen, Notausgang aufsperrn, andere Tür Gang aufschließen			
CED Power 1401 und Digitimer einschalten (gut: 1h vorher)			
Laptop B4 (links) Laptop B1 (rechts) aufbauen, Netzkabel in Strom, anschalten (B4:zip, zip-kiel) (B1:kijuadmin, accustim), <b>v-amp Daten von B4 löschen</b>			
V-amp (+ 1 Brücke) rechts neben B1 legen, VisionRecorder-Dongel in Laptop B4 (Seite), USB-Kabel zur Verbindung V-Amp und Laptop B4 einstecken			
Triggerkabel für den V-amp (kommt hinten aus dem CED, flaches Kabel, blaues Ende) in Zimmer legen			
Serielles Kabel (kommt hinten aus dem Digitimer, dunkelgrau, festschrauben) und USB-Kabel (kommt hinten aus dem CED Power, hellgrau) in den Laptop B1 einstecken			
Kopfhörer-Anschlusskabel (kommt vorne aus CED Power) bereit legen für den Hörttest			
EMG+EOG-Adapter auf Fensterbank (auf Klettpappe), Tape & Abdunklungspappe bereit legen, Digitimer-Box von der Wand auf die Fensterbank kleben			
<b>Laptop B1:</b> Digitimer-Software über D360-Client Desktop-Verknüpfung starten und „deblock“ aktivieren (Taste „dblck“ oben), dann Fenster minimieren			
<b>Laptop B4:</b> Vision Recorder Software starten, <i>File → open workspace → Studie_16_AccuStim2.rwksp</i> Impedanzcheck auswählen (2. Button links), Skala einstellen (0-10 kOhm)			
<b>Bereit legen:</b> Elektroden (mit Klebe-Elektroden), Grasspaste, Rubbelpaste, Tupfer, Tape, Kajalstift, Kopfansicht, Haarspangen, Schlauchverband, Anspitzer, Kappen, Wattestäbchen, Maßband, Bauchtasche			
Normalen Stuhl aus Zimmer (z.B. Zimmer 8) in Kontrollraum stellen			
<b>Kind kommt an:</b> Einverständnis, Fragebögen Kind/ Eltern			
Abendbrot			
Schlafshirt anziehen lassen, Toilette			
<b>Hörttest</b> <input type="text"/> dB + 15 dB= <input type="text"/> <b>Laptop B1, Spike2-Software</b> • Skript öffnen mit <i>File&gt;open</i> , Ordner: „Hörttest“, Dateityp auf Skript-Files ändern (*.s2s). Skript Auswählen <b>hearLvlMeasure-ADHD-Stim2</b>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sample Start → mit Leertaste Ton → +3dB Button (=Erhöhung Lautstärke um die Hälfte) → neuen Ton geben → Erhöhen → Ton geben → etc.</li> <li>• Bis Proband 1x angibt den Ton zu hören</li> </ul>			
Kind auf normalen Stuhl setzen, Netzstrumpf um Hals			
<b>Verkabeln, dabei Impedanzen prüfen im Vision Recorder</b> (Bis 5, aber bis 7 direkt nach kleben ok. Gesicht bis 12 ok)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf ausmessen, Cz anzeichen, Kappe aufsetzen, alles anzeichnen, Fpz, FCz, Oz nachzeichnen</li> <li>• Zuerst 2x Mastoide plus 2x Ground kleben, diese einstecken</li> <li>• Dann erst andere Elektroden kleben und im V-Amp einzeln testen (auch Ground-Digi, FCz, EMG, EOG)</li> <li>• Impedanzen notieren auf Datenqualitätszettel</li> </ul>			
Kopfhörer rein, aber noch nicht kleben, raushängen lassen			
Netzstrumpf erst jetzt hochziehen, Kabel aus V-Amp ziehen und ordnen, mit Tupfern an 2-3 Stellen verknoten, in Bauchtasche um den Rücken schnallen			
Nächtebuch (mit Paradigma-VL im Zimmer)			
RNGT			
Kopfhörerkabel, V-Amp-USB-Kabel, Trigger-Kabel ins Patientenzimmer legen			
Kleine Mahlzeit, Zähneputzen, Toilette, hinlegen, Aufklären über Alarmknopf			
Kamera starten: fester Rechner Zimmer 9, IP-Utility über Desktop starten. IP-Adresse xxxxx.117 auswählen			
Kopfhörer kleben			
<b>Elektroden des Vamp einstecken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M1 + M2 in Brücke</li> <li>- Adapter in AUX-Eingänge +/- je, EMG Ground in Mitte beim EMG-Adapter</li> </ul> V-Amp mit Pappe abdunkeln			
Impedanzen erneut überprüfen im Vision Recorder (Laptop B4), dann <b>Impedanz-Ansicht verlassen!</b>			
<b>Digitimer Elektroden einstecken</b> (DEBLOCK-Taste an Box!)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fcz in 1-rot</li> <li>- Digitimer-Ground in schwarz (links)</li> <li>- die Brücke in 1-blau (somit Ref-Buchse des V-Amp und die Ref-Buchse des Digitimers verbinden) in der Brücke müssen von oben auf einer Seite M1 und auf der anderen M2 setzen (Reihenfolge egal)</li> </ul>			
Zugentlastung kleben			

<b>Vision-Recorder, Laptop B4:</b> Über Auge-Symbol in Überwachungsmodus, mit Play-Taste Aufnahme starten, speichern unter <b>16d_xx_EN</b>			
<b>Spike2</b> öffnen, Ordnerebene zurück (Hongi-Skripte) Konfiguration laden mit <i>File&gt;load configuration</i> , Datei <b>SamplConfig.s2cx</b> öffnen. Folgendes Fenster mit ok schließen			
Spike2 Skript öffnen mit <i>File&gt;open...&gt;data</i> , Dateityp auf Skript-Files ändern (*.s2s). Skript Auswählen: <b>AcoustStimChidrKiel2</b>			
Skript mit F5 oder Symbol (Papier, Pfeil nach unten) starten.			
Dialog: Versuchsbedingung auswählen (Sham). Individuelle Schwelle plus 15 dB einstellen. OK drücken „Sounds loaded into play-wave area“ mit Ok bestätigen			
Wechseln in <b>D360-Client: Protocol Manager</b> (rechts), das <b>SO-Detect-1ch-Protokoll</b> aktivieren, Dialog mit Ja beantworten. Prüfen ob in Hauptfenster folgendes steht:  Channel 1 on 5000 0.25 4 In Channel 2 off			
D360-Client minimieren, Spike2 maximieren, <i>Sample Start</i> um Datenaufnahme zu starten			
Reingehen: Bioeichung erklären und Probeton ankündigen			
<u>Probeton abspielen mit (Trial-Stim). Werden Marker gesetzt? (in Vamp R1, in Spike2 08)</u>			
<b>Rechner A: CVBioeichung:</b> Augen Rollen ( <b>Taste 1</b> ), Zähne knirschen ( <b>Taste 2</b> ), Schlucken ( <b>Taste 3</b> ) (Eine Person mit in Zimmer)			
<b>Mit Nachtwache Toilettengang durchsprechen</b> (im Zimmer)			
<b>Licht aus (Taste 4)</b> <b>Digitimer:</b> Horizontalen Cursor im Hauptfenster auf -80mV einstellen			
<b>Mit Abdichtung und Kissen das Loch verschließen</b>			
Wenn in S2: Delaytime-Mittelung einstellen (in allen Nächten). <i>Analysis&gt;New Result View&gt;Waveform Average</i> 1. Im neuen Fenster: Channels: SoDetect (Waveform) Width: 4.0 Offset: 1.0 Trigger: 32 DigMark (Marker) Align data to: Nearest data point o Aktiviere „Display mean of data“ und „Error bars“			

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Weiter mit Klick auf "New"</li> </ul> <p>2. Oben „Gated Events“ auswählen, dann</p> <p>    Gate Channel: 32 DigMark(Marker)</p> <p>    Gate marker code (blank for all):</p> <p>    bei Stimulation=01, bei Sham=11</p> <p>    Sweep Length: 1.0</p> <p>    Pre-event time: 0.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ „Clear result data before process“ und „Optimise display after process“ <b>nicht aktivieren!</b></li> <li>○ Weiter mit OK</li> </ul> <p>3. Neues Fenster verkleinern und nach oben links über die EEG-Kurve. Vertikale Achse neu einstellen:      Doppelklick auf Achse, Top=200, Bottom=-300. Mit „Draw“ neue Werte übernehmen, mit „Close“ schließen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Dann Cursor 1 (vertikal) auf -0.55 und Cursor 2 auf 0</li> <li>● Dann Fenster minimieren</li> </ul>			
<p>Mit <i>StimPause</i> oder mit Leertaste Stimulation aktivieren/deaktivieren (nach Regeln)</p> <p>AUCH in der der Shamnacht/ Eingewöhnungsnacht ab Einschlafen deaktivieren!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alles eintragen in Tabelle unten!</li> </ul> <p><b>Marker müssen gesetzt werden! KEIN *STIMPAUSE*!!</b></p>			
<p>Mit Nachtwache absprechen:</p> <p>Toilette Anfang: <b>Taste 6</b>, Toilette Ende: <b>Taste 7</b>, morgens Wach notieren!</p>			



to do	Check	Zeit	Bemerkungen
Kind wecken, Licht-An-Marker setzen im Visionrecorder <b>(Taste 5) Laptop B4</b>			
<b>Spike2</b> (Laptop B1): <i>Sample Stop</i> und mit <i>Quit</i> beenden, Kreuz unteres Fenster Bei Aufforderung <b>unbedingt!!!</b> Daten speichern unter <b>Data_16d_xx_EN</b> . Average Fenster ebenfalls mit Kreuz schließen und Speichern unter <b>Average_16d_xx_EN</b> .			
<b>VisionRecorder</b> (Laptop B4): Aufnahme beenden mit Quadrat-Symbol, aus rotes S drücken um Speichern abzuschließen			
Abkabeln			
Duschen/ Waschen... ....während dessen Daten auf USB sichern <b>Laptop B4:</b> C→Vision→Raw Files→Studie16: 3 Dateien <b>Laptop B1:</b> C→ AccousStim...→HongiSkripte→4 Dateien, danach in „Daten 16d“ verschieben			
Frühstück			
Nächtebuch (ohne Info an VL!!)			
Geräte ausschalten, alles in Zimmer und Kontrollraum wegräumen Elektroden, Kopfhörer säubern und desinfizieren			
Daten von USB auf T sichern, danach von Laptop löschen (nur Luisa!)			

## Online Auswertung- Regeln

Einstellung Spike2: feste Hilfslinie auf -80

### Start:

- Im S3 „Train“ von 5 Durchschlägen durch die Linie abwarten. Sollte auf einer Bildschirmbreite liegen, train aber meistens enger/ gut zu erkennen, ab hier maximal noch 10 Minuten warten mit erstem Test. Wenn vorher in S4 (>50% SO), dann früher starten.
- Wenn Arousal/ Wach zwischendurch(EMG), dann erst wieder 5 Durchstöße suchen + Regel
- Eher konservativ beim Anstellen, bei erstem Anstellen besonders!
- Wenn nach Zeitdauer von 10 Minuten grade REM/ S1: ???

### Testen:

- Wenn Zeitpunkt zum Anstellen gekommen: Erstmal testen (ein Tonpaar, sofort pausieren danach), wenn EMG/ Augen keine Reaktion zeigen (5 Sekunden), dann zweiter Test ebenso
- Wenn 2 Tests erfolgreich ohne Weckreaktion, dann komplett anstellen

### Anlassen:

- Ab hier zählen die 210 Minuten!
- Anlassen in S4, S3, S2
- Bei plötzlichen sehr kleinen kurzen Arousals (schon vorbei und keine sonstigen Änderungen bevor reagiert werden konnte)

### Stoppen:

- Arousals/ Wach (wenn EMG langsam hochgeht. Wenn es dann oben stabil bleibt und EEG Schlaf zeigt wieder anstellen, ohne die Regel?)
- S1 (v.a. nach Bewegung oder wach, daher eigentlich nie wegen S1 Pause initiiert)
- REM (Wenn Augen nicht sichtbar, dann Thetawellen suchen(8 Peaks in 0,5s))

### Wieder Starten:

- 3 Ausschläge unter der Linie: 5- max. 10 Minuten warten bis Start. Wenn Arousal zwischendurch, dann erneut suchen

VP-Code: \_\_\_\_\_ Nacht: NK1 / NK2 Set: 1 / 2 Wortpaare: irrelevant / relevant

VL Paradigma: \_\_\_\_\_ VL Stimulation: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Hörschwelle zuvor: \_\_\_\_\_ Delaytime EN: \_\_\_\_\_ Händigkeit: \_\_\_\_\_

### Ablaufprotokoll Testnacht

to do	Check	Zeit	Bemerkungen
Schlüssel (für Nachtwache) von Pforte holen, Notausgang aufsperrn			
CED Power 1401 und Digitimer einschalten (gut: 1h vorher)			
Laptop B4 (links) Laptop B1 (rechts) aufbauen, Netzkabel in Strom, anschalten (B4: zip, zip-kiel) (B1: kijuadmin, accustim), <b>v-amp Daten von B4 löschen</b>			
V-amp (+ 1 Brücke) rechts neben B1 legen, VisionRecorder-Dongel in Laptop B4 (Seite), USB-Kabel zur Verbindung V-Amp und Laptop B4 einstecken			
Triggerkabel für den V-amp (kommt hinten aus dem CED, flaches Kabel, blaues Ende) in Zimmer legen			
Serielles Kabel (kommt hinten aus dem Digitimer, dunkelgrau, festschrauben) und USB-Kabel (kommt hinten aus dem CED Power, hellgrau) in den Laptop B1 einstecken			
Kopfhörer-Anschlusskabel (kommt vorne aus CED Power) bereit legen für den Hörttest			
EMG+EOG-Adapter auf Fensterbank (auf Klettpappe), Tape & Abdunklungspappe bereit legen, Digitimer-Box von der Wand auf die Fensterbank kleben			
<b>Laptop B1:</b> Digitimer-Software über D360-Client Desktop-Verknüpfung starten und „deblock“ aktivieren (Taste „dblck“ oben), dann Fenster minimieren			
<b>Laptop B4:</b> Vision Recorder Software starten, <i>File → open workspace → Studie_16_AccuStim2.rwksp</i> Impedanzcheck auswählen (2. Button links), Skala einstellen (0-10 kOhm)			
<b>Bereit legen:</b> Elektroden (mit Klebe-Elektroden), Grasspaste, Rubbelpaste, Tupfer, Tape, Kajalstift, Kopfansicht, Haarspangen, Schlauchverband, Anspitzer, Kappen, Wattestäbchen, Maßband, Bauchtasche			
Normalen Stuhl aus Zimmer (z.B. Zimmer 8) in Kontrollraum stellen			
<b>Kind kommt an:</b> Toilette, Schlafshirt anziehen lassen			
<b>Hörttest</b> <input type="text"/> dB + 15 dB= <input type="text"/> <b>Laptop B1, Spike2-Software</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skript öffnen mit <i>File&gt;open</i>, Ordner: „Hörttest“, Dateityp auf Skript-Files ändern (*.s2s). Skript Auswählen <b>hearLvlMeasure-ADHD-Stim2</b></li><li>• Sample Start → mit Leertaste Ton → +3dB Button (=Erhöhung Lautstärke um die Hälfte) → neuen Ton</li></ul>			

geben → Erhöhen → Ton geben → etc. Bis Proband 1x angibt den Ton zu hören			
Kind auf normalen Stuhl setzen, Netzstrumpf um Hals			
<b>Verkabeln, dabei Impedanzen prüfen im Vision Recorder</b> (Bis 5, aber bis 7 direkt nach kleben ok. Gesicht bis 12 ok)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kopf ausmessen, Cz anzeichen, Kappe aufsetzen, alles anzeichnen, Fpz, FCz, Oz nachzeichnen</li> <li>• Zuerst 2x Mastoide plus 2x Ground kleben, diese einstecken</li> <li>• Dann erst andere Elektroden kleben und im V-Amp einzeln testen (auch Ground-Digi, FCz, EMG, EOG)</li> <li>• Impedanzen notieren auf Datenqualitätszettel</li> </ul>			
Kopfhörer rein, aber noch nicht kleben, raushängen lassen			
Netzstrumpf erst jetzt hochziehen, Kabel aus V-Amp ziehen und ordnen, mit Tupfern an 2-3 Stellen verknoten, in Bauchtasche um den Rücken schnallen			
Abendbrot, Toilette			
Kamera starten: fester Rechner Zimmer 9, IP-Utility über Desktop starten. IP-Adresse xxx.xxx.117 auswählen			
Rechner B4 aufbauen im Zimmer (Kitap-Dongel, Presentation-Dongel, Kitap-Tasten, Maus, Verlängerungskabel) & Instruktionsmappe/ Protokolle ZN und Wortpaare, Material Wortpaare (Karten, Klemmbrett, 2x lamierte Übersichten, Geld)			
Nächtebuch (mit Paradigma-VL im Zimmer)			
KiTAP Alertness			
Zahlen-Nachsprechen			
Deklaratives Paradigma „Wortpaare“			
Buttonbox (jetzt erst ins Zimmer stellen)			
Kopfhörerkabel, V-Amp-USB-Kabel, Trigger-Kabel ins Patientenzimmer legen			
Kleine Mahlzeit, Zahneputzen, Toilette, hinlegen, Aufklären über Alarmknopf			
Laptop B4 wieder in Kontrollraum, Vision-Recorder starten, Workspace laden (s.o), Impedanz: Skala anpassen (0-10 kOhm)			
Kopfhörer kleben			
<b>Elektroden des Vamp einstecken</b> - M1 + M2 in Brücke			

<ul style="list-style-type: none"> <li>Adapter in AUX-Eingänge +/- je, EMG Ground in Mitte beim EMG-Adapter</li> </ul> <p>V-Amp mit Pappe abdunkeln</p>		
Impedanzen erneut überprüfen im Vision Recorder (Laptop B4), dann <b>Impedanz-Ansicht verlassen!</b>		
<p><b>Digitimer Elektroden</b> einstecken (DEBLOCK-Taste an Box!)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fcz in 1-rot</li> <li>Digitimer-Ground in schwarz (links)</li> <li>die Brücke in 1-blau (somit Ref-Buchse des V-Amp und die Ref-Buchse des Digitimers verbinden) in der Brücke müssen von oben auf einer Seite M1 und auf der anderen M2 setzen (Reihenfolge egal)</li> </ul>		
Zugentlastung kleben		
<p><b>B4: Vision-Recorder:</b> Über Auge-Symbol in Überwachungsmodus, mit Play-Taste Aufnahme starten, speichern unter <b>16d_xx_NK1/NK2</b></p>		
<p><b>B1: Spike2</b> öffnen, Ordnerebene zurück (Hongi-Skripte) Konfiguration laden mit <i>File&gt;load configuration</i>, Datei <b>SampConfig.s2cx</b> öffnen.</p> <p>Folgendes Fenster mit ok schließen</p>		
<p>Spike2 Skript öffnen mit <i>File&gt;open...&gt;data</i>, Dateityp auf Skript-Files ändern (*.s2s).</p> <p>Skript Auswählen: <b>AcoustStimChdrKiel2</b></p>		
<p>Skript mit F5 oder Symbol (Papier, Pfeil nach unten) starten.</p>		
<p>Dialog: Versuchsbedingung auswählen (Stim-Sham). Außer in der Eingewöhnungsnacht noch die individuelle Delayzeit einstellen auf: siehe oben!</p> <p>Individuelle Schwelle plus 15 dB einstellen. OK drücken</p> <p>„Sounds loaded into play-wave area“ mit Ok bestätigen</p>		
<p>Wechseln in <b>D360-Client: Protocol Manager</b> (rechts), das <b>SO-Detect-1ch-Protokoll</b> aktivieren, Dialog mit Ja beantworten. Prüfen ob in Hauptfenster folgendes steht:</p> <pre>Channel 1    on    5000  0.25  4    In Channel 2    off</pre>		
D360-Client minimieren, Spike2 maximieren, <i>Sample Start</i> um Datenaufnahme zu starten		
Reingehen: Bioeichung erklären und Probeton ankündigen		
<u>Probeton abspielen</u> mit (Trial-Stim). Werden Marker gesetzt? (in Vamp R1, in Spike2 08)		
<p><b>Rechner B4: CVBioeichung:</b> Augen Rollen (<b>Taste 1</b>), Zähne knirschen (<b>Taste 2</b>), Schlucken (<b>Taste 3</b>)</p> <p>(Eine Person mit in Zimmer)</p>		

<b>Mit Nachtwache Toilettengang durchsprechen (im Zimmer)</b>			
<b>Licht aus (Taste 4)</b> Digitimer: Horizontalen Cursor im Hauptfenster auf -80mV einstellen			
<b>Mit Abdichtung und Kissen das Loch verschließen</b>			
<b>B1:</b> Wenn in S2: Delaytime-Mittelung einstellen (in allen Nächten). <i>Analysis&gt;New Result View&gt;Waveform Average</i> 1. Im neuen Fenster: Channels: SoDetect (Waveform) Width: 4.0 Offset: 1.0 Trigger: 32 DigMark (Marker) Align data to: Nearest data point ○ Aktiviere "Display mean of data" und "Error bars" ○ Weiter mit Klick auf "New" 2. Oben „Gated Events“ auswählen, dann Gate Channel: 32 DigMark(Marker) Gate marker code (blank for all): bei Stimulation=01, bei Sham=11 Sweep Length: 1.0 Pre-event time: 0.5 ○ „Clear result data before process“ und „Optimise display after process“ <b>nicht aktivieren!</b> ○ Weiter mit OK 3. Neues Fenster verkleinern und nach oben links über die EEG-Kurve. Vertikale Achse neu einstellen: Doppelklick auf Achse, Top=200, Bottom=-300. Mit „Draw“ neue Werte übernehmen, mit „Close“ schließen ● Dann Cursor 1 (vertikal) auf -0.55 und Cursor 2 auf 0 ● danach minimieren			
Mit <i>StimPause</i> oder mit Leertaste Stimulation aktivieren/deaktivieren (nach Regeln) AUCH in der der Shamnacht/ Eingewöhnungsnacht ab Einschlafen deaktivieren! ● Alles eintragen in Tabelle unten!			
Mit Nachtwache absprechen: Toilette Anfang: <b>Taste 6</b> , Toilette Ende: <b>Taste 7</b> , morgens Wach notieren!			

VP-Code: \_\_\_\_\_

Nacht: NK1/NK2

Datum: \_\_\_\_\_



to do	Check	Zeit	Bemerkungen
Kind wecken, Licht-An-Marker setzen im Visionrecorder <b>(Taste 5)</b> Laptop B4			
<b>B1: Spike2</b> (Laptop B1): <i>Sample Stop</i> und mit <i>Quit</i> beenden, Kreuz unteres Fenster Bei Aufforderung <b>unbedingt!!!</b> Daten speichern unter <b><i>Data_16d_xx_NK1/NK2</i></b> . Average Fenster ebenfalls mit Kreuz schließen und Speichern unter <b><i>Average_16d_xx_NK1/NK2</i></b> .			
<b>VisionRecorder</b> (Laptop B4): Aufnahme beenden mit Quadrat-Symbol, aus rotes S drücken um Speichern abzuschließen			
Abkabeln			
Duschen/ Waschen... ....während dessen Daten auf USB sichern <b>Laptop B4:</b> C→Vision→Raw Files→Studie16: 3 Dateien <b>Laptop B1:</b> C→ AccousStim...→HongiSkripte→4 Dateien, danach in „Daten 16d“ verschieben			
Frühstück			
Nächtebuch (ohne Info an VL!!)			
KiTAP Alertness, frühestens 1h nach Wecken			
Zahlnachsprechen			
Deklaratives Paradigma			
ButtonBox			
N-Back-Task (Eprime)			
Gutschein (eventuell nur vorläufiger, wenn erste Testnacht)			
Geräte ausschalten, alles in Zimmer und Kontrollraum wegräumen			
Elektroden, Kopfhörer säubern und desinfizieren			
Daten von USB auf T sichern, danach von Laptop löschen (nur Luisa!)			

## Online Auswertung- Regeln

Einstellung Spike2: feste Hilfslinie auf -80

### Start:

- Im S3 „Train“ von 5 Durchschlägen durch die Linie abwarten. Sollte auf einer Bildschirmbreite liegen, train aber meistens enger/ gut zu erkennen, ab hier maximal noch 10 Minuten warten mit erstem Test. Wenn vorher in S4 (>50% SO), dann früher starten.
- Wenn Arousal/ Wach zwischendurch(EMG), dann erst wieder 5 Durchstöße suchen + Regel
- Eher konservativ beim Anstellen, bei erstem Anstellen besonders!
- Wenn nach Zeitdauer von 10 Minuten grade REM/ S1: ???

### Testen:

- Wenn Zeitpunkt zum Anstellen gekommen: Erstmal testen (ein Tonpaar, sofort pausieren danach), wenn EMG/ Augen keine Reaktion zeigen (5 Sekunden), dann zweiter Test ebenso
- Wenn 2 Tests erfolgreich ohne Weckreaktion, dann komplett anstellen

### Anlassen:

- Ab hier zählen die 210 Minuten!
- Anlassen in S4, S3, S2
- Bei plötzlichen sehr kleinen kurzen Arousals (schon vorbei und keine sonstigen Änderungen bevor reagiert werden konnte)

### Stoppen:

- Arousals/ Wach (wenn EMG langsam hochgeht. Wenn es dann oben stabil bleibt und EEG Schlaf zeigt wieder anstellen, ohne die Regel?)
- S1 (v.a. nach Bewegung oder wach, daher eigentlich nie wegen S1 Pause initiiert)
- REM (Wenn Augen nicht sichtbar, dann Thetawellen suchen(8 Peaks in 0,5s))

### Wieder Starten:

- 3 Ausschläge unter der Linie: 5- max. 10 Minuten warten bis Start. Wenn Arousal zwischendurch, dann erneut suchen

### Lautstärke:

- Wenn Kind 2x wach wird (direkt nach Ton oder relativ kurz nach Beginn der Stimulation = ca 5 Minuten) ODER wenn Schlaf durch Stimulation allgemein leichter wird (d.h. es geht immer in S2 oder S1 wenn man anfängt zu stimulieren), dann Lautstärke um 5 dB reduzieren: Oben rechts „Settings“, „Volume“ ändern auf neue dB, „ok“
- Wenn man zwei gute Zyklen Tiefschlaf stimulieren konnte (d.h. 2x ca 15-20 Minuten), dann reduziert man in der Nacht nicht mehr die Lautstärke, sondern verfährt mit an- und ausschalten einfach nach Protokoll

## **Studie\_16d**

### **Protokoll\_ Datenqualität**

ID:.....

---

#### **KiTAP Alertness**

Sitzung 1: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 2: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 3: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 4: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

---

#### **deklaratives Gedächtnis**

Sitzung 1: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 2: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 3: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 4: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

---

#### **n-Back**

Sitzung 1: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

Sitzung 2: Daten vorhanden      ja / nein  
.....

---

**Buttonbox**

Sitzung 1: Daten vorhanden      ja / nein

Run	Auffälligkeiten_Buttonbox_Set_A / B
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Sitzung 2: Daten vorhanden      ja / nein

Run	Auffälligkeiten_Buttonbox_Set_A / B
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Sitzung 3: Daten vorhanden      ja / nein

Run	Auffälligkeiten_Buttonbox_Set_A / B
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Sitzung 4: Daten vorhanden      ja / nein

Run	Auffälligkeiten_Buttonbox_Set_A / B
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Ergebnisse der Impedanzmessung NK										
		EN			NK1			NK2		
		≤5 kΩ	≤10 kΩ	> 10 kΩ	≤5 kΩ	≤10 kΩ	> 10 kΩ	≤5 kΩ	≤10 kΩ	> 10 kΩ
EOG	aux1									
EMG	aux2									
Ground										
Vamp	18									
M1/M2	17									
Ground	Digitimer									
Digi	black									
Fpz	3									
Fp1	1									
Fp2	2									
AFz	4									
Fz	6									
F3	5									
F4	7									
FCz	Digitimer									
Cz	red									
C3	9									
C4	8									
Pz	10									
P3	12									
P4	11									
Oz	13									
O1	15									
O2	14									
	16									

Sitzung 4: Daten vorhanden      ja / nein

.....

#### PSG

auswertbar :    ja / nein

Warum nicht auswertbar?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Besonderheiten?

.....

.....

.....

.....

.....

NK1----NK2

Code: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

### Vorgehen bei der Anpassung

Delaytime aus EN: \_\_\_\_\_

Nachdem die Detektion aktiviert wurde (über Stim-Pause) werden **8 Tonpaare** abgewartet.

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters (unten links)
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen (z.B. 0.612 = 612 ms)  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der alten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_ JA \_\_\_\_\_ NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird: Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

#### Nach insgesamt 30 Minuten:

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters (unten links)
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen (z.B. 0.612 = 612 ms)  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht  
Entscheidung: \_\_\_\_\_ JA \_\_\_\_\_ NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird: Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

#### Nach insgesamt 60 Minuten:

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters (unten links)
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen (z.B. 0.612 = 612 ms)  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_ JA \_\_\_\_\_ NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird: Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

#### Nach insgesamt 90 Minuten:

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters (unten links)
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.

4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen ( $0.612 = 612$  ms)  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_JA \_\_\_\_\_NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

**Nach insgesamt 120 Minuten:**

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters (unten links)
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen ( $0.612 = 612$  ms)  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_JA \_\_\_\_\_NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird: Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

**Nach insgesamt 150 Minuten:**

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_JA \_\_\_\_\_NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.
6. Notieren, wann das nächste Mal überprüft wird: Uhrzeit aktuell plus 30 Min: \_\_\_\_\_

---

**Nach insgesamt 180 Minuten:**

1. Minimieren des Data-Fensters
2. Maximieren des Average Fensters
3. Cursor 2 auf den Peak nach dem ersten Tal schieben.
4. Über „Cursor Regions“ die neue Delaytime ablesen  
Hier eintragen \_\_\_\_\_, Uhrzeit aktuell: \_\_\_\_\_
5. Prüfen ob die neue Zeit  $\geq$  (größer/ gleich) 50 ms von der letzten eingestellten abweicht,  
Entscheidung: \_\_\_\_\_JA \_\_\_\_\_NEIN
  - a. Wenn ja: Delaytime muss angepasst werden. Averagefenster minimieren. Data-Fenster maximieren.
  - b. Oben rechts „Settings“ auswählen. Neue Delaytime eingeben. Weiter mit OK.

### **Ausführliche explorative Datenanalyse**

Für die Auswertung wurde eine univariate 2x2x10x2 Varianzanalyse durchgeführt. Die ANOVA beinhaltete die drei Innersubjektfaktoren „STIM“ (Stimulation vs. Sham), „SESSION“ (Lernen vs. Abruf), „MESSZEITPUNKT“ (MZH 1-10) und den Zwischengruppenfaktor „GRUPPE“ (ADHS vs. Kontrolle). Daraus ergaben sich zunächst 3 signifikante Haupteffekte, der Haupteffekt Stimulation war nicht signifikant:

Haupteffekt STIMULATION [ $F(1,26)=0.7, p=.425$ ] ist nicht signifikant.

Haupteffekt SESSION [ $F(1,26)=369.4, p<.001$ ] ist signifikant.

Haupteffekt MZH [ $F(9,234)=103.3, p<.001$ ] ist signifikant.

Haupteffekt Gruppe [ $F(1,26)=11.5, p=.002$ ] ist signifikant.

Siehe hierzu auch Tabelle A:

	Haupteffekt Stimulation		Haupteffekt Session		Haupteffekt MZP		Haupteffekt Gruppe				
	M	SEM	M	SEM	M	SEM	M	SEM			
	Stim	421,3	18,7	Lernen	465,1	17,6	1	457,2	24,1	ADHS	458,4
Sham	429,5	19,3	Abruf	385,7	17,3	2	423,5	20,7	Controls	396,8	21,5
					3	412,0	20,0				
					4	406,6	18,8				
					5	394,6	19,6				
					6	395,4	17,4				
					7	470,3	14,5				
					8	451,7	13,5				
					9	460,6	16,3				
					10	382,0	13,7				

Tabelle A: Haupteffekte

In Bezug auf die Interaktionen der Faktoren ergeben sich folgende Signifikanzen:

- Interaktion MZP\*GRUPPE [ $F(9,234)=2.1, p=.029$ ] ist signifikant.
- Interaktion STIM\*GROUP [ $F(1,26)=1.3, p=.262$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion SESSION\*GROUP [ $F(1,26)=4.1, p=.052$ ] ist im Trend signifikant.
- Interaktion MZP\*STIM [ $F(9,234)=0.7, p=.686$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion MZP\*STIM\*GROUP [ $F(9,234)=1.3, p=.229$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion MZP\*SESSION [ $F(9,234)=196.5, p<.001$ ] ist signifikant.
- Interaktion MZP\*SESSION\*GROUP [ $F(9,234)=4.2, p<.001$ ] ist signifikant.
- Interaktion STIM\*SESSION [ $F(1,26)=0.0, p=.939$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion STIM\*SESSION\*GROUP [ $F(1,26)=0.4, p=.552$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion MZP\*STIM\*SESSION [ $F(9,234)=0.8, p=.624$ ] ist nicht signifikant.
- Interaktion MZP\*STIM\*SESSION\*GROUP [ $F(9,234)=0.8, p=.585$ ] ist nicht signifikant.

## Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei Frau Prof. Dr. Dr. Baving für die Überlassung des Arbeitsthemas und Bereitstellung des Arbeitsplatzes.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Alexander Prehn-Kristensen für die tolle Betreuung, geduldige Beantwortung aller Fragen und Korrektur meiner Arbeit bedanken.

Frau Luisa Lentfer und Frau Julia Berghäuser danke ich von Herzen für die großartige Unterstützung bei der Umsetzung der Studie, Klärung kleiner und großer Fragen und Lösung von jeglichen technischen Problemen zu den verschiedensten Tages- und Nachtzeiten.

Außerdem bedanke ich mich bei Frau Petra Schneckenburger und Frau Susanne Kell, die während der gesamten Arbeit immer unterstützend tätig waren und stets ein offenes Ohr hatten.

Darüber hinaus bedanke ich mich herzlichst bei meiner Mitdoktorandin Larissa Schulze für die gute Zusammenarbeit.

Besonderer Dank gilt allen Probanden und deren Eltern für die Teilnahme an der Studie.

Schließlich möchte ich mich auch bei meiner Familie und meinen engsten Freunden bedanken, die immer an mich geglaubt, mich unterstützt und motiviert haben.