

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie  
(Direktorin: Frau Prof. Dr. Dr. Baving)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Die schlafassoziierte Konsolidierung von Gesichtsausdrücken bei Kindern mit  
ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten im Vergleich zu  
gesunden Kindern**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von  
**Nadine Siebenhühner**

aus  
**Kiel**  
Kiel (2017)

1. Berichterstatter: PD Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Alexander Prehn-Kristensen

2. Berichterstatter: PD Dr. Helmut Laufs

Tag der mündlichen Prüfung: 26.03.2018

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 26.03.2018

gez.: Prof. Dr. Ralf Baron  
(Vorsitzender der Prüfungskommission)

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Theoretischer Hintergrund.....	2
2.1 ADHS.....	2
2.1.1 Ätiologie.....	2
2.1.2 Komorbiditäten.....	3
2.1.3 Symptomverlauf.....	4
2.2 Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtern.....	5
2.3 Schlaf.....	6
2.3.1 Ontogenetische Entwicklung des Schlafs.....	7
2.3.2 Schlaf und ADHS.....	7
2.4 Schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung.....	8
2.5 Pupillometrie.....	9
2.6 Ableitung der Fragestellung und inhaltliche Hypothesen.....	10
3 Material und Methoden.....	11
3.1 Stichprobe.....	11
3.1.1 Rekrutierung der Probanden.....	11
3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien.....	11
3.1.3 Beschreibung der finalen Stichprobe.....	12
3.2 Messverfahren und Materialien.....	15
3.2.1 Material zur Stichprobenbeschreibung und Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien.....	15
3.2.2 Gedächtnisparadigma.....	17
3.2.3 Pupillometrie.....	19
3.2.3 Kontrollvariablen.....	20
3.2.3.1 Polysomnographie.....	20
3.2.3.2 Tage- und Nächtebuch.....	21
3.2.3.3 Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (KiTAP).....	21
3.3 Versuchsablauf.....	22
3.3.1 Diagnostik.....	22
3.3.2 Eingewöhnungsnacht.....	22
3.3.3 Schlafbedingung.....	23
3.3.4 Wachbedingung.....	24
3.4 Design.....	24
3.4.1 Unabhängige Variablen.....	24
3.4.2 Abhängige Variablen.....	25

3.4.3 Statistische Hypothesen .....	25
3.4.4 Verwendete statistische Verfahren.....	26
4 Ergebnisse.....	27
4.1 Gedächtnisdaten .....	27
4.2 Pupillendaten .....	29
4.3 Post-hoc-Analyse der Gedächtnisdaten .....	32
4.4 Kontrollvariablen .....	33
5 Diskussion.....	35
6 Zusammenfassung.....	38
7 Danksagung .....	39
8 Literaturverzeichnis .....	40
9 Anhänge.....	46

## Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
Ag/ AgCl	Argentumchlorid = Silberchlorid
CBCL	Child Behavior Checklist
CD	Conduct Disorder
CFT	Culture Fair Intelligence Test
CSHQ	Children´s Sleep Habits Questionnaire
DAT	Dopamintransporter
DCS	Diagnostikum für Cerebralschädigung
DR	Dopaminrezeptor
DSM-IV	Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders; 4.Auflage
EEG	Elektroencephalogramm
EHS	Edinburgh Händigkeitinventar
EKG	Elektrokardiogramm
EMG	Elektromyogramm
EOG	Elektrooculogramm
FEFA	Frankfurter Test und Training zur Erkennung von fazialem Affekt
Hz	Hertz
ICD-10	International Classification of Diseases and related health problems; 10. Revision
IQ	Intelligenzquotient
KITAP	Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung
K-SADS-PL	Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version
Ms	Millisekunde
ODD	Oppositional Defiant Disorder
PDS	Pubertal Development Scale
PSG	Polysomnogramm
REM	Rapid Eye Movement
SSR-DE	Self Sleep Report-deutsche Version
SWA	Slow-Wave-Activity
SWS	Slow-Wave-Sleep

# 1 Einleitung

Das Wahrnehmen des menschlichen Gegenübers und die Einschätzung des emotionalen Zustands anhand des Gesichtsausdrucks sind die Voraussetzungen für angemessene soziale Interaktionen. Geradezu unbewusst erfolgt der Ablauf von Erkennen und Zuordnen von Gesichtern im alltäglichen Miteinander und ist für unsereins selbstverständlich. Eine Art nonverbale Kommunikation ist über den Gesichtsausdruck möglich, vorausgesetzt das Gegenüber kann diesen wahrnehmen und interpretieren. So ist es nachvollziehbar, dass die Erkrankung der Prosopagnosie (bezeichnet die Unfähigkeit, die Identität einer bekannten Person anhand ihres Gesichtes zu erkennen) schwerwiegende soziale Probleme mit sich bringt. Die Fähigkeit des Erkennens und Zuordnen von Gesichtern kann bereits bei Neugeborenen beobachtet werden, obwohl ihr Sehvermögen in den ersten Lebenswochen noch sehr eingeschränkt ist (Hoehl et al., 2012; Simion et al., 2015; Wilmer et al., 2010). Probleme in der Erkennung von Gesichtern und der Interpretation sozialer Situationen findet man bei Patienten mit gestörtem Sozialverhalten (Aspan et al., 2014; Cadesky et al., 2000; Downs et al., 2004). ADHS, eine der häufigsten psychischen Störungen des Kindes- und Jugendalters, wird oft mit einem gemeinsamen Auftreten der Störung des Sozialverhaltens diagnostiziert. Neben Unaufmerksamkeit, Impulsivität und Hyperaktivität ist die ADHS durch Gedächtnisdefizite gekennzeichnet. Schlaf fördert die Konsolidierung von deklarativen und emotionalen Gedächtnisinhalten (Wagner et al., 2001; Wagner et al., 2006). Studien zeigen, dass gesunde Erwachsene vom Schlaf hinsichtlich des Wiedererkennens von Gesichtern mit neutralen oder auch emotionalen Gesichtsausdrücken profitieren (Mogras et al., 2008; Mogras et al., 2006; Wagner et al., 2003; Wagner et al., 2007). Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, herauszufinden, ob gesunde Kinder im Vergleich zu Kindern mit ADHS und oppositionellem Trotzverhalten vom Schlaf hinsichtlich des Wiedererkennens von Gesichtern profitieren. Basierend auf zuvor durchgeführten Studien nehmen wir an, dass gesunde Kinder einen größeren Vorteil vom Schlaf bezüglich der Gesichtserkennung haben als Kinder mit ADHS. Hierzu werden einer Gruppe von gesunden Kindern und einer Gruppe von Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten, sowohl vor einem Tag mit Wachheit als auch vor einer Nacht mit Schlaf, Gesichter mit verschiedenen Ausdrücken (Freude, Angst, Ärger und Neutral) präsentiert. Am Ende jeder Bedingung werden die Gesichtsausdrücke erneut gezeigt und dabei die Gedächtnisinhalte abgerufen. Neben der Erhebung von Verhaltensreaktionen erfassten wir mittels Pupillometrie, als objektives Messinstrument, die Wiedererkennungsleistung.

## **2 Theoretischer Hintergrund**

### **2.1 ADHS**

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist mit einer Prävalenz von 4,8 % in Deutschland eine der häufigsten psychischen Störungen im Kindes – und Jugendalter (Schlack et al., 2007). Bei Jungen wurde die ADHS um den Faktor 4,3 häufiger diagnostiziert als bei Mädchen. Im deutschen Sprachraum verwendet man die Klassifikationssysteme nach ICD-10 (International Classification of Diseases and related health problems, 10. Revision; Graubner, 2013) und DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4. Auflage; American Psychiatric Association, 2000). Nach DSM-IV lassen sich vier Subtypen der ADHS unterscheiden: den Mischtyp, den vorwiegend unaufmerksamen Typ, den vorwiegend hyperaktiv-impulsiven Typ sowie den Residualtyp. Nach ICD-10 existiert nur ein Typus, der sich durch die Leitsymptome der ADHS, nämlich Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit, definiert. In beiden Klassifikationssystemen müssen die genannten Symptome vor dem 7. Lebensjahr aufgetreten sein und für mindestens 6 Monate anhalten. So fordern es die Diagnosekriterien. In der fünften Auflage des DSM von 2013 wird beschrieben, dass die Symptomatik vor dem 12. Lebensjahr beginnt. Die Erkrankung weitete sich über mehrere Lebensbereiche aus. Sie stellt sowohl für das Kind selbst als auch für seine Umwelt eine erhebliche Belastung dar (Knölker, 2001). In der vorliegenden Arbeit wurde die Patientengruppe mittels der Diagnosekriterien nach DSM-IV klassifiziert.

#### **2.1.1 Ätiologie**

Die Ursachen und Entstehungsmechanismen der ADHS sind bislang noch nicht vollständig geklärt. Es ist davon auszugehen, dass das Störungsbild nicht nur auf eine Ursache zurückzuführen ist. Mehrere Komponenten sind für die Ausprägung verantwortlich. Inzwischen wird unter anderem von einer genetischen Disposition ausgegangen (Wallis et al., 2008). Diese Annahme wird durch Familien-, Zwillings- und Adoptionsstudien gestützt, welche eine ausgeprägte Vererbung der ADHS belegen (Biederman, 2005). Es wird eine Heritabilität von 60-80% angenommen (Smidt et al., 2003; Sprich et al., 2000). In einer Familienstudie (Faraone et al., 1997) konnte gezeigt werden, dass Menschen ein erhöhtes Risiko haben an ADHS und antisozialen Störungen zu erkranken, wenn die Verwandten von ADHS betroffen sind. Verschiedene Kandidatengene sind bisher identifiziert worden. Hervorgehoben werden DRD4 und DRD5 (Dopaminrezeptorgene) und das DAT1-10-Transporter-Gen (Plomp et al., 2009). Abweichungen im Sinne einer Hypofunktion im dopaminergen und noradrenergen System

haben der Katecholaminhypothese nach einen Einfluss auf die Ätiologie der ADHS (Faraone et al., 1998; Solanto, 2002). Hierüber erklärt sich der medikamentöse Ansatz in der Behandlung. Medikamente erster Wahl sind Psychostimulanzien wie Methylphenidat. Sie erzielen eine Blockade des Dopamin-Transporter-Systems. Infolge dessen kommt es zu einer Steigerung des Dopaminspiegels im synaptischen Spalt. Eine weitere wichtige Wirkstoffgruppe sind Amphetamine und der Noradrenalinwiederaufnahmehemmer Atomoxetin. Die Wirksamkeit der Stimulanzientherapie konnte gut belegt werden (Banaschewski et al., 2006; Faraone et al., 2006). Auch Umweltfaktoren bzw. exogene Risikofaktoren müssen bei der Ätiologie der ADHS berücksichtigt werden. So führen Toxine in der Schwangerschaft, wie z.B. Nikotin-, Alkohol- oder Benzodiazepinkonsum, pränatal zu einem erhöhten Risiko für das Auftreten von ADHS. Dies gilt ebenso für ein geringes Geburtsgewicht und für Hirnschädigungen durch Schwangerschafts- oder Geburtskomplikationen (Millichap, 2008; Wankerl et al., 2014). Neuropsychologische Untersuchungen zeigen neben Störungen des Motivations- und Belohnungssystems bei ADHS-Patienten auch Beeinträchtigungen von Emotionsregulationsprozessen (Sonuga-Barke, 2005). Es wird angenommen, dass emotionale Prozesse durch die Beteiligung der Amygdala, des präfrontalen Cortex, des anterioren cingulären Cortex, des ventralen Striatums oder Nucleus accumbens und der Insula gesteuert werden. Emotionsregulation und Emotionsinhibition können somit durch Dysfunktionen in diesen Systemen beeinträchtigt sein und mit emotionalen Problemen bei ADHS einhergehen. Neuroanatomische Befunde deuten auf Hirnvolumenverminderungen der weißen und grauen Substanz hin (Castellanos et al., 2002). Vor allem der präfrontale Cortex, die Basalganglien, das Corpus Callosum und das Kleinhirn sind von diesen Verminderungen betroffen. Auch weitere subcortikale Regionen weisen Veränderungen auf (Matthews et al., 2014).

### **2.1.2 Komorbiditäten**

Das Auftreten komorbider Störungen ist bei ADHS eher die Regel als die Ausnahme. Zu über 80% haben Kinder mit ADHS eine weitere Diagnose. Neben Tic- und Lernstörungen zeigen sich auch affektive Störungen und Zwangsstörungen nicht allzu selten (Gillberg et al., 2004). Die häufigste gemeinsam auftretende Störung bildet jedoch die oppositionelle Störung in 30% bis 60% der Fälle der Patienten mit ADHS im Kindesalter (Biederman et al., 1991; Elia et al., 2008; Huh et al., 2011; Wilens et al., 2002). Da in dieser Arbeit die Patientengruppe durch die Diagnose ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten definiert ist, soll auf diese komorbide Störung genauer eingegangen werden. Nach DSM-IV unterscheidet man zwischen der Störung des Sozialverhaltens (englische Bezeichnung Conduct Disorder, CD) und der Oppositionellen Störung (englische Bezeichnung Oppositional Defiant Disorder,

ODD), welche in der ICD-10 der Diagnose F91.3, Störung des Sozialverhaltens mit oppositionellem aufsässigem Verhalten entspricht. Die ODD geht mit sich wiederholendem und andauerndem Muster eines negativen, trotzigem oder sogar feindseligem Verhalten gegen Autoritätspersonen einher. Dieses besteht über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten. Sie gilt als milder ausgeprägte Form der CD (Loeber et al., 2002).

### **2.1.3 Symptomverlauf**

Häufig lassen sich bei Kindern und Jugendlichen, die von ADHS betroffen sind, Auffälligkeiten bis ins Säuglings- und Kleinkindalter zurückverfolgen. Bereits im frühesten Alter fallen die Kinder mit Anpassungsproblemen wie Ess- oder Schlafproblemen auf (Wolke et al., 2002). Im Kindergartenalter zeigt sich neben motorischer Unruhe häufig die Unfähigkeit zu ruhigen Beschäftigungen. Im Grundschulalter ist die Problematik der nur kurzzeitigen Aufmerksamkeit im Unterricht bei gleichzeitiger großer Ablenkbarkeit führend. Mit Beginn der Pubertät gehen die Symptome zum Teil zurück (Hart et al., 1995). Diese Annahme stützt die BELLA-Studie, in der bei den 7- bis 10-Jährigen nach den DSM-Kriterien eine Prävalenzrate von 6,4% und bei den 14- bis 17-Jährigen nur noch eine Prävalenzrate von 3,9% auftrat (Döpfner et al., 2008). Allerdings werden delinquente Handlungen, Drogen- und Alkoholmissbrauch zu einem Problem in der Pubertät. Zudem ist das Risiko der Entwicklung weiterer psychischer Störungen erhöht (Mao et al., 2014). Im Erwachsenenalter erfüllen in etwa 40 % der von ADHS Betroffenen noch die Kriterien für das Vollbild einer ADHS. Ein weitaus größerer Anteil zeigt eine Residualproblematik (Biederman et al., 2000). Bei einer Querschnittsuntersuchung in einer Jugendstrafanstalt zeigte sich, dass mehr als die Hälfte der inhaftierten Jugendlichen und Heranwachsenden mit ADHS bereits vor Eintritt der Strafmündigkeit durch Delinquenz auf sich aufmerksam gemacht hatten. Es war eine generelle Tendenz zu häufigeren Verurteilungen gegenüber Inhaftierten zu erkennen, die nicht an einer hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens litten (Rösler et al., 2004). In der Mannheimer Längsschnittstudie (Lay et al., 2001) hatte sich herausgestellt, dass eine ADHS in der Kindheit ein signifikanter Prädiktor für spätere Rezidivdelinquenz ist. In verschiedenen Gefängnispopulationen sind hohe Prävalenzen für ADHS festgestellt worden. Die Prävalenzraten schwanken zwischen 14 und 72%, was auf unterschiedliche Untersuchungspopulationen und diagnostische Kriterien zurückgeführt werden kann (Vermeiren et al., 2000). ADHS ist eine bereits im frühen Kindesalter auftretende Störung, die sich in einem chronischen Verlauf bis in das Erwachsenenalter fortsetzt. Umso wichtiger ist die frühzeitige adaptive multimodale Diagnostik und Therapie dieser Erkrankung.

## 2.2 Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtern

Der Mensch ist von Natur aus sozial. Die Fähigkeit Gesichter wahrzunehmen, wiederzuerkennen bzw. einordnen zu können, kann bereits bei Neugeborenen beobachtet werden (Hoehl & Peykarjou, 2012; Simion & Giorgio, 2015; Wilmer et al., 2010) und steht im Laufe der Entwicklung unter dem Einfluss von Lernen und Erfahrung. Die Fähigkeit Gesichtsausdrücke und die entsprechenden Emotionen wahrzunehmen und angemessen zu reagieren ist von großer Bedeutung. Zu den Basisemotionen zählen Ärger, Angst, Freude, Trauer, Ekel und Überraschung (Ekman et al., 1971). Diese werden durch spezifische Stimuli hervorgerufen und lösen dabei emotionsspezifische Antwortmuster aus. Dazu gehören z.B. prototypische Gesichtsausdrücke, physiologische Reaktionen und Handlungstendenzen. Diese Basisemotionen werden von allen Menschen kulturübergreifend in gleicher Weise erkannt und ausgedrückt. Die von Ekman und Kollegen als elementar beschriebenen Gesichtsausdrücke sind nicht kulturell erlernt, sondern genetisch bedingt. Diesem kategorialen Klassifikationsmodell stehen dimensionale Modelle gegenüber. Hierbei wird eine Vielzahl von Emotionen durch wenige Dimensionen beschrieben. Diese umfassen zum einen die Valenz (von negativ bis positiv) und zum anderen die Erregung (von niedrigem Arousal bis hohem Arousal). Die dritte Dimension Dominanz hat sich bisher nicht bewährt (Wirtz et al., 2014). In diversen Studien konnte gezeigt werden, dass unter anderem die Amygdala, der orbitofrontale Cortex und der Inselcortex eine Rolle bei der Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke spielen (Tsukiura, 2012). Allerdings sind in der Literatur widersprüchliche Ergebnisse für die Gedächtnisbildung im Zusammenhang mit emotionalen Gesichtsausdrücken zu finden. Einige Studien deuten ein verbessertes Gedächtnis für positive (fröhliche) Gesichter im Vergleich zu negativen Gesichtsausdrücken (traurig, ärgerlich, ängstlich) an, andere Studien zeigen hingegen verbesserte Gedächtnisleistungen für Gesichter mit negativen Ausdrücken im Vergleich zu positiven oder neutralen Gesichtern (D'Argembeau et al., 2011). Andererseits gibt es Hinweise, dass freundliche Gesichter schneller und leichter enkodiert werden als negative Gesichtsausdrücke (Calvo et al., 2008). ADHS ist assoziiert mit Beeinträchtigungen in sozialen und emotionalen Funktionsbereichen (Luman et al., 2005). In Studien konnte mehrfach gezeigt werden, dass Patienten mit ADHS und Störung des Sozialverhaltens Defizite in der Erkennung und Zuordnung emotionaler Gesichtsausdrücke aufweisen (Corbett et al., 2000; Pelc et al., 2006; Sinzig et al., 2008). Betrachtet man die Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken, wird deutlich, dass Patienten mit einer ADHS eine geringere Leistung zeigen als gesunde Kontrollstichproben. Dies gilt insbesondere für negative Emotionen wie Ärger, Trauer und Angst (Pelc et al., 2006; Singh et al., 1998). Einige Forscher gehen davon aus, dass die Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung emotionaler Gesichtsausdrücke auf gestörte kognitive Funktionen bei ADHS zurückzuführen sind. Beispielsweise zeigten Yuill und Lyon, dass die Leistungen der Patienten in einer Emotionserkennungsaufgabe trotz

Kontrolle der Impulsivität schlechter ausfielen als bei den Kontrollpersonen (Yuill et al., 2007). Sinzig und Kollegen untersuchten den Zusammenhang von geringen Leistungen in der Identifikation von emotionalen Gesichtern und ADHS-Symptomen und zeigten, dass diese Symptome einen Einfluss auf die Emotionswahrnehmung haben (Sinzig et al., 2008). Diese Untersuchungen zeigen den Einfluss der Unaufmerksamkeit und Impulsivität auf die Emotionswahrnehmung.

## 2.3 Schlaf

Schlaf ist definiert als ein schnell reversibler Zustand reduzierter Antwortbereitschaft auf Umgebungsreize und allgemein verminderter Interaktionen mit der Umwelt (Klinke et al., 2005). Der Schlaf füllt circa 30% der Lebenszeit des Menschen. Es lassen sich charakteristische und rhythmisch auftretende Schlafzyklen sowie alterstypische Schlafzyklen definieren. Während des Schlafes lassen sich mit Hilfe der Polysomnographie neurophysiologische Prozesse erfassen. Der Wechsel von Frequenzen und Amplituden im Polysomnogramm ermöglicht es, Schlafstadien zu erkennen. Nach Rechtschaffen und Kales (1968) unterscheidet man den Non-REM-Schlaf, mit den Schlafstadien S1-S4, von dem REM-Schlaf, auch paradoxer Schlaf genannt. Es lassen sich Veränderungen im EEG, EOG und EMG erkennen. Während der Muskeltonus über die Schlafstadien abnimmt, ändert sich das EEG von hochfrequent und niedrigamplitudig zu niedrigfrequent und hochamplitudig. Das frühe Schlafstadium S1 ist nur von kurzer Dauer (wenige Minuten) und stellt den Übergang vom Wachzustand zum Schlaf dar. Es ist gekennzeichnet durch langsam rollende Augenbewegungen und eine sehr niedrige Weckschwelle. Im darauffolgenden Schlafstadium S2 (5-15 Minuten Dauer) treten charakteristische Schlafspindeln auf. Hierbei handelt es sich um spindelförmige Oszillationen im EEG von 12-16 Hz. Darüber hinaus treten hochamplitudige Wellen, die sogenannten K-Komplexe auf. Sie erscheinen spontan etwa alle 1-1,7 Minuten oder als Reaktion auf akustische Stimulation. Die Schlafstadien S3 und S4, lassen sich zum SWS (Slow Wave Sleep) oder auch Deltaschlaf zusammenfassen. Hier ist der hohe Anteil an Delta-Wellen mit einem Frequenzbereich von <4Hz (>20% in S3, >50% in S4, Slow Wave Activity, SWA) charakteristisch. Im EEG-Muster lassen sich in diesen Schlafphasen sogar Oszillationen von unter 1 Hz, die sogenannten Slow Oscillations (SO) erkennen (Stickgold, 2006). Im REM-Schlaf ähnelt das EEG dem Stadium 1, es lässt sich ein desynchronisiertes Muster erkennen. Der Muskeltonus fehlt völlig, und ein besonderes Charakteristikum sind die schnellen Augenbewegungen, die als "rapid eye movements" dem Stadium seinen Namen gegeben haben. Im Verlaufe des Schlafes einer Nacht werden die Perioden von Non-REM- und REM-Schlaf in regelmäßigen Zyklen 5-7 Mal durchlaufen. Ein Zyklus endet mit dem REM-Schlaf und dauert bei einem Erwachsenen im Durchschnitt 60 bis 90 Minuten. Die erste Nachthälfte wird vor allem durch Tiefschlaf dominiert, die REM-Schlafphasen

dauern nur wenige Minuten an. Zum Ende der Nacht zeigt sich ein verändertes Muster. In der zweiten Nachthälfte besteht der Schlaf vor allem aus einem Wechsel von REM-Schlaf und dem leichten Schlafstadium S2. Die REM-Schlafphasen können dabei bis zu 60 Minuten andauern.

### **2.3.1 Ontogenetische Entwicklung des Schlafs**

Das periodische Muster des täglichen Schlaf-Wach-Rhythmus verändert sich während der ontogenetischen Entwicklung und des Alterns. Das Neugeborene zeigt einen polyphasischen Schlaf-Wach-Zyklus im Vergleich zu Kleinkindern, die ein biphasisches Schlafverhalten mit Mittagsschlaf aufweisen. Bei Grundschulkindern erkennt man ein dem Erwachsenen ähnelndes monophasisches Schlafverhalten. Schlafdauer und Schlafstadien unterscheiden sich jedoch noch. Bei Neugeborenen findet man einen REM-Schlaf-Anteil von 50%, der sich im Laufe des Lebens auf einen Anteil von 25% bei Erwachsenen reduziert. Kinder zeigen im Verlauf ihrer Entwicklung eine Veränderung des Anteils an Slow Wave Aktivität (SWA). Bis zum Beginn der Pubertät im Alter von 10-12 Jahren steigt der Anteil an SWA und nimmt bemerkenswerterweise danach wieder ab (Campbell et al., 2011; Jenni et al., 2004; Kurth et al., 2010). Hierbei verändert sich nicht nur der prozentuale Anteil der SWA am Schlaf, sondern auch eine Veränderung topographischer Aspekte. In einer Studie mit hochauflösendem Schlaf-EEG wurde gezeigt, dass sich die maximale SWA im Verlauf von der Kindheit bis zum Jugendalter von posterioren Hirnregionen nach anterior verlagert. Dieser Verlauf kann mit einer corticalen Reifung in Verbindung gebracht werden, die in posterioren Arealen beginnt und sich rostral über den frontalen Cortex ausbreitet (Kurth et al., 2010).

### **2.3.2 Schlaf und ADHS**

Bei Kindern mit einer ADHS sind Schlafprobleme als Begleitsymptomatik gehäuft anzutreffen. 25-30% der Kinder geben an, unter Schlafproblemen zu leiden (Gruber, 2009). Die Problematik zeigt sich vielfältig. Die Ursachen für die Schlafprobleme im Zusammenhang mit ADHS sind komplex und werden in Studien unterschiedlich diskutiert. Häufig sind Zubettgeh-Resistenz, Einschlafprobleme und nächtliches Erwachen für eine schlechte Schlafqualität verantwortlich. Die Kinder empfinden zudem eine erhebliche Tagesmüdigkeit. Hierbei handelt es sich um subjektive Angaben (Cortese et al., 2009). Objektive Befunde sind durch die Aufzeichnung einer Polysomnographie erhoben worden. Es zeigen sich eine verminderte Schlafeffizienz, erhöhte Einschlaflatenz sowie ein erhöhter Apnoe-Hypopnoe-Index im Vergleich zu Gesunden (Cortese, 2015). Bergwerff und Kollegen konnten hingegen zeigen,

dass ADHS kein Risikofaktor für Schlafstörungen darstellt. Mit objektivierbaren Messmethoden wie Aktigraphie und Polysomnographie wurden keinerlei Unterschiede in Schlafqualität und Quantität bei Kindern mit ADHS im Vergleich zu gesunden Kindern gefunden (Bergwerff et al., 2016). Ringli et al. konnten in einer Studie mittels Hochauflösungs-EEG einen Unterschied der Topographie der Slow-Wave-Aktivität bei Kindern mit ADHS im Vergleich zu Gesunden zeigen. Gesunde Kinder generieren den Hauptanteil der Slow-Wave-Aktivität im frontalen Cortex. Kinder mit ADHS zeigen hingegen eine hohe Aktivität im zentralen Areal des Gehirns (Ringli et al., 2013).

## **2.4 Schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung**

Generell unterstützt der Schlaf die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten (Rasch et al., 2013). Die Konsolidierung stellt einen Prozess dar, in dem neu erworbene, für Interferenzen anfällige Informationen in einen stabilen Zustand überführt werden. Im Schlaf kann dieser Prozess besonders effektiv ablaufen, da hier keine Interferenzen anfallen. Für eine erfolgreiche Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten ist sowohl der SWS als auch der REM-Schlaf notwendig. Das Modell „Active System Consolidation“ beinhaltet zum einen Aspekte der „Dual-Prozess-Hypothese“ (verschiedene Schlafstadien fördern verschiedene Gedächtnisformen), und zum anderen der „Sequenziellen Hypothese“ (erst die Abfolge von Zyklen aus SWS und REM-Schlaf fördert die Gedächtniskonsolidierung) (Rasch & Born, 2013). In diesem Modell wird davon ausgegangen, dass während des Schlafes durch wiederholte Reaktivierung der neu encodierten Gedächtnisspuren die Konsolidierung entsteht. Die Reaktivierungen finden während des SWS statt. Hierdurch werden vorübergehend gespeicherte Informationen aus dem Hippocampus in das bereits bestehende Langzeitgedächtnis in neocorticalen Arealen überführt. Die Konsolidierung während des SWS beruht auf einem Dialog zwischen Neocortex und Hippocampus unter der Top-Down-Kontrolle durch neocorticale Slow Oscillations. Während des auf den SWS folgenden REM-Schlafes kommt es zu einer Desynchronisation neuronaler Netzwerke, was möglicherweise zu einer Entkopplung der Gedächtnisspeicher untereinander führt. Es wird vermutet, dass der REM-Schlaf eine ungestörte synaptische Konsolidierung ermöglicht und somit die zuvor verarbeiteten Gedächtnisinhalte festigt (Diekelmann et al., 2010). In vergangenen Studien konnte bei Kindern mit ADHS eine veränderte schlafabhängige Konsolidierung beobachtet werden. Zum einen profitieren Kinder mit ADHS bei der Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisinhalte vom Schlaf im Vergleich zu gesunden Kindern (Prehn-Kristensen et al., 2011). Hingegen fördert der Schlaf bei Kindern mit ADHS nicht die Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten, so wie es bei Gesunden der Fall ist (Prehn-Kristensen et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Man vermutet, dass die verminderte Aktivität im präfrontalen Cortex

während des Schlafes bei Kindern mit ADHS für die gestörte Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte verantwortlich ist (Wilhelm et al., 2012). Schlaf unterstützt auch die Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte bei gesunden Kindern im Vergleich zu Kindern mit ADHS (Prehn-Kristensen et al., 2013). Hingegen gibt es jedoch auch Befunde, die keinen eindeutigen schlafabhängigen Konsolidierungseffekt emotionaler Inhalte zeigen (Baran et al., 2012). Wagner und Kollegen untersuchten den Einfluss des Schlafes nach dem Lernen auf das Gedächtnis hinsichtlich des Wiedererkennens von Gesichtern mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken (neutrale, glückliche und ärgerliche Gesichter). Zwölf gesunde Teilnehmer bewerteten die Emotionalität von Gesichtern während einer Schlaf- und einer Wachbedingung. Es konnte gezeigt werden, dass Schlaf nach dem Lernen im Gegensatz zur Wachheit die Gedächtnisleistung hinsichtlich des Wiedererkennens von Gesichtern fördert. Dieser Effekt war unabhängig von der Emotionalität der Gesichtsausdrücke. Zudem konnte gezeigt werden, dass der Anteil an Non-REM-Schlaf während der Schlafbedingung positiv mit der Gedächtnisleistung korrelierte (Wagner et al., 2007).

## **2.5 Pupillometrie**

Die Pupillenreaktion wird durch die Aktivität des sympathischen und parasympathischen Nervensystems beeinflusst und ist nicht willentlich steuerbar. Die Kontraktion des parasympathisch innervierten Musculus sphincter pupillae führt zu einer Verengung der Pupille. Der Musculus dilatator pupillae hingegen wird sympathisch innerviert und dient der Pupillenerweiterung. Mittels der Pupillometrie, der Messung der Pupillendilatation und -konstriktion, können Informationen über kognitive und emotionale Prozesse ermittelt werden. Den Zusammenhang zwischen Pupillendilatation und kognitiver Beanspruchung im Rahmen einer Gedächtnisaufgabe, zeigte die Studie von Kahneman und Beatty (Kahneman et al., 1966). Hier zeigten die Probanden eine stärkere Pupillendilatation bei der Wiedergabe von Zahlenfolgen von einer größeren Länge. Die Pupillendilatation ist nicht nur während einer Gedächtnisaufgabe messbar. Auch die Reaktion beim Erkennen eines bereits bekannten oder neu präsentierten Stimulus, lässt sich durch die Pupillometrie erfassen. So erzielen Stimuli, die während des Abrufs als alt bewertet werden, eine Pupillenvergrößerung im Vergleich zu Stimuli, die als unbekannt und neu beurteilt werden (Montefinese et al., 2013; Otero et al., 2011; Vo et al., 2008).

## 2.6 Ableitung der Fragestellung und inhaltliche Hypothesen

Studien konnten belegen, dass der Schlaf generell die Konsolidierung von deklarativen und emotionalen Gedächtnisinhalten unterstützt (Rasch & Born, 2013). Auch gesunde Kinder profitieren vom Schlaf hinsichtlich der Konsolidierung von deklarativen und auch emotionalen Gedächtnisinhalten. Kinder mit einer ADHS scheinen allerdings vom Schlaf weniger zu profitieren als gesunde Kinder (Prehn-Kristensen et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Es ist außerdem bekannt, dass Patienten mit ADHS und Störung des Sozialverhaltens sowohl Defizite in der Erkennung und Zuordnung emotionaler Gesichtsausdrücke als auch in der Verarbeitung von diesen aufweisen (Corbett & Glidden, 2000; Pelc et al., 2006; Sinzig et al., 2008). Der Einfluss des Schlafes auf die Wiedererkennung von Gesichtern mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken wurde bisher nur bei gesunden Erwachsenen untersucht. In einer Untersuchung von Wagner und Kollegen (2007) war dieser positive Effekt unabhängig von der Emotionalität der Gesichter. Inwiefern Kinder vom Schlaf hinsichtlich der Wiedererkennung von Gesichtern profitieren ist bisher nicht untersucht worden. In dieser Arbeit soll untersucht werden, inwiefern der Schlaf bei gesunden Kindern im Vergleich zu Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten die Konsolidierung von Gesichtsausdrücken fördert. Zur Überprüfung des Wiedererkennungseffektes auf physiologischer Ebene wird die Pupillometrie genutzt. Mittels Messung der Pupillendilatation und -konstriktion lassen sich Informationen über das Erkennen eines bereits bekannten oder neu präsentierten Stimulus erfassen.

Es wird erwartet, dass gesunde Kinder (Kontrollgruppe) im Vergleich zu Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten (Patientengruppe) vom Schlaf bezüglich der Wiedererkennung der Gesichter profitieren. Die Wiedererkennung der Gesichter spiegelt sich nicht nur im Verhalten, sondern auch in der Vergrößerung des Pupillendurchmessers wider.

Hypothese 1: Gesunde Kinder zeigen im Gegensatz zu den Patienten nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung eine bessere Wiedererkennungsleistung.

Hypothese 2: Gesunde Kinder zeigen nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung einen stärkeren Wiedererkennungseffekt in der Pupillenreaktion im Gegensatz zu den Patienten.

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Stichprobe**

#### **3.1.1 Rekrutierung der Probanden**

Zur Durchführung der Studie wurden männliche Probanden im Alter von 8-13 Jahren gesucht. Die Patientengruppe bildeten Kinder mit der Diagnose ADHS (DSM-IV 314.0) und zusätzlicher Störung mit oppositionellem Trotzverhalten (DSM-IV 318.81). Diesen wurde eine Kontrollgruppe von gesunden Kindern gegenübergestellt. Die Rekrutierung der Patienten erfolgte über die angegliederte Ambulanz der Kinder- und Jugendpsychiatrie in Kiel sowie über Flyer in Arztpraxen und Beratungsstellen. Gesunde Kinder wurden über Aushänge und Elternbriefe in Schulen sowie Sportvereinen rekrutiert. Zusätzlich konnten Probanden über eine Zeitungsannonce gewonnen werden. Alle Probanden und deren gesetzliche Vertreter erhielten mündlich und schriftlich vor der Teilnahme eine Aufklärung über den Ablauf der Studie und erklärten schriftlich ihr Einverständnis. Für ihre Teilnahme erhielten die Probanden eine Aufwandsentschädigung in Form von Wertgutscheinen eines Einkaufszentrums. Diese Studie wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Kiel geprüft und folgt den ethischen Standards der Deklaration von Helsinki. Siehe Anhang A.

#### **3.1.2 Ein- und Ausschlusskriterien**

Es wurde festgelegt, dass die Teilnehmer männlichen Geschlechts sind und sich im Alter zwischen 8 und 13 Jahren befinden. Die Pubertät sollte noch nicht eingesetzt haben. Die Kinder durften keine relevanten somatischen (hierzu zählen u.a. neurologische, endokrinologische und immunologische Begleiterkrankungen) oder psychiatrischen Komorbiditäten aufweisen. Ein weiteres Ausschlusskriterium stellte eine dauerhafte Medikamenteneinnahme dar. Die Kinder und der Patientengruppe, die auf das Medikament Methylphenidat eingestellt waren, wurden darüber informiert, dass ein Absetzen des Medikaments von 48 Stunden vor den Testtagen und Testnächten notwendig sei. Es war ebenso von Bedeutung, dass ein physiologisches Schlafverhalten (regelmäßiger Schlaf- Wach-Rhythmus) vorherrschte. Schwerwiegende Schlafstörungen sowie ein regelmäßiger Mittagsschlaf führten zum Ausschluss der Probanden. Des Weiteren führten eine Hoch- oder Minderbegabung sowie Gedächtnisstörungen zum Ausschluss an der Teilnahme an der Studie.

Weiterhin fand eine Überprüfung der im Folgenden aufgelisteten Teilnahme Kriterien bei 54 Kindern mittels standardisierten Messverfahren statt (Beschreibung der Tests und Ablauf s.u.).

1. Neben der Diagnose ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten durfte keine weitere psychiatrische Erkrankung bei den Probanden vorliegen. Erfasst wurde der Status mit dem strukturierten Interview Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL; Delmo et al., 2000). Drei Kinder der Kontrollstichprobe erfüllten drei oder mehr Symptome der ADHS und wurden von der Studie ausgeschlossen. Drei Kinder der Patientengruppe erfüllten die Kriterien der Diagnose der Störung mit oppositionellem Trotzverhalten nicht.
2. Die Teilnehmer sollten keine grundlegenden Gedächtnisdefizite aufweisen. Visuomotorische Gedächtnisbeeinträchtigungen wurden mit dem Diagnostikum für Cerebralschädigung (DCS; Weidlich et al., 2001) erfasst. Ein Prozentrang >16 führte zum Ausschluss. Ein Junge der Patientengruppe wurde daraufhin ausgeschlossen.
3. Ein fortgeschrittener Pubertätsstatus der Kinder, erfasst mit der Pubertal Development Scale (PDS; Watzlawik, 2009) (Total- Score >16), führte zum Ausschluss. Ein Junge der Kontrollgruppe wurde deshalb ausgeschlossen.
4. Jungen der Kontrollstichprobe mit Schlafproblemen, erfasst mittels Children's Sleep Habit Questionnaire (CSHQ-DE; Schwerdtle et al., 2010) mit einem Gesamtwert >47 und dem Sleep Self Report (SSR-DE) mit einem Stanine-Wert >8, wurden von der Studie ausgeschlossen. Dieses traf auf keinen der gesunden Probanden zu.
5. Probanden mit einer Hoch- oder Minderbegabung (IQ <85 und >140), gemessen anhand des Culture Fair Intelligence Tests (CFT-20-R), wurden ebenfalls nicht in die Studie aufgenommen.

### **3.1.3 Beschreibung der finalen Stichprobe**

Zunächst wurden 54 Kinder, davon 28 Patienten und 26 gesunde Kinder, bezüglich der Teilnahme Kriterien in einer Diagnostik Sitzung getestet und untersucht. In die Studie wurden 18 Patienten und 17 gesunde Kindern eingeschlossen. In die endgültige Auswertung gingen schließlich die Daten von 16 männlichen Kindern mit der Diagnose ADHS begleitet von einer Störung mit oppositionellem Trotzverhalten im Alter von 8-11 Jahren (M=11.4, SEM=0.38) und von 16 gesunden männlichen Kindern im Alter von 9- 11 Jahren (M=1.1, SEM=0.28). Die Kinder der Patienten- und Kontrollgruppe unterschieden sich nicht hinsichtlich des Alters, Pubertätsstatus oder IQ (siehe Tabelle 1). In Anlehnung an die DSM-IV-Klassifikation erfüllten alle Patienten die Kriterien der

Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (13x Mischtypus DSM 314.01, 3x unaufmerksam Typus DSM 314.0) begleitet von einer Störung mit oppositionellem Trotzverhalten (DSM 318.81). Zusätzlich litt ein Patient unter nächtlichem Einnässen. Die Werte der Child Behavior Checklist (CBCL, deutsche Fassung; Döpfner et al., 1994), welche die Verhaltensweisen der Kinder beschrieben, unterschieden sich erwartungsgemäß signifikant in mehreren Bereichen. Dazu gehörten unter anderem: ängstlich-depressiv ( $p=.001$ ), sozialer Rückzug ( $p=.001$ ), soziale Probleme ( $p<.001$ ), Aufmerksamkeitsprobleme ( $p<.001$ ), dissoziales Verhalten ( $p<.001$ ), aggressives Verhalten ( $p<.001$ ) (siehe Tabelle 1). Die Kinder der Kontrollgruppe waren von keiner psychischen Erkrankung betroffen. Dem Sleep Self Report-DE (SSR; deutsche Version; Schwerdtle et al., 2010) nach gaben die Patienten häufiger Schlafprobleme an als die Kinder der Kontrollgruppe [ADHS:  $M=25.4$ ,  $SEM=1.2$ ; Kontrollgruppe:  $M=20.9$ ,  $SEM=0.6$ ; ADHS vs. Kontrollgruppe:  $t(30)=3.4$ ,  $p=.002$ ]. Die Angaben der Patienten wurden durch die Einschätzung der Eltern im Children's Sleep Habit Questionnaire (CSHQ; Schwerdtle & Hautzinger, 2010) bestätigt [ADHS:  $M=34.9$ ,  $SEM=1.5$ ; Kontrollgruppe:  $M=38.6$ ,  $SEM=1.0$ ; ADHS vs. Kontrollgruppe:  $t(30)=2.9$ ,  $p=.006$ ]. Alle Teilnehmer der Studie wiesen jedoch in der nächtlich abgeleiteten Polysomnographie keine objektivierbaren Veränderungen des Schlafes an sich auf. Um mögliche Gruppenunterschiede bezüglich der Wahrnehmung bzw. der Zuordnung von emotionalen Gesichtsausdrücken zu kontrollieren, durchliefen alle Probanden den computergestützten FEFA-Test. Obwohl die Patienten generell bei der Zuordnung der Emotionen schlechter abschnitten (FEFA Gesamt-Score Patienten:  $M=69.7\%$ ,  $SD=2.9$ ; Kontrollen:  $M=79.2$ ;  $SD=7.5$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(30)=2.75$ ,  $p=.01$ ) und mehr Fehler bei der Zuordnung der neutralen Gesichtsausdrücke machten ( $M=90.2\%$ ,  $SD=16.3$ ; Kontrollen:  $M=99.0$ ,  $SD=3.7$ ; Patienten vs. Kontrollen:  $t(29)=2.06$ ,  $p=.048$ ), unterschieden sich die Kinder nicht hinsichtlich des Erkennens der in unserer Studie relevanten und im Gedächtnistest verwendeten Emotionen Ärger, Angst oder Freude ( $p>.147$ ). Die Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich der Mittelwerte der Tests und Fragebögen sowie die Vergleiche von Patienten und Kontrollgruppe sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe

		ADHS	Kontrollen	ADHS vs. Kontrollen	
		Mean ± SEM	Mean ± SEM	t/U	P
Alter		11.4 ± 0.38	11.1 ± 0.28	0.6	.547
IQ		104.7 ± 3.8	110.4 ± 2.8	1.2	.236
Pubertätsstatus	laut Eltern	3.5 ± 0.26	3.3 ± 0.11	0.5 <sup>#</sup>	.724
	laut Kind	3.6 ± 0.22	3.4 ± 0.16	0.5 <sup>#</sup>	.696
Gedächtnis	DCS score	50.4 ± 6.5	72.3 ± 5.1	2.5 <sup>#</sup>	<b>.014</b>
Schlafverhalten	SSR score	25.4 1.2	20.9 0.6	3.4	<b>.002</b>
	CSHQ score	34.9 1.5	38.6 1.0	2.9	<b>.006</b>
CBCL (T scores)	Ängstlich/depressive	62.3 ± 2.3	52.7 ± 1.2	3.7	<b>.001</b>
	Sozialer Rückzug	61.1 ± 1.8	53.6 ± 1.2	3.5	<b>.001</b>
	Somatische Beschwerden	59.0 ± 2.1	54.9 ± 2.3	1.4	.187
	Soziale Probleme	67.4 ± 2.3	52.2 ± 1.1	6.1	<b>&lt;.001</b>
	Schizoid-zwanghaft	56.6 ± 1.8	52.8 ± 1.6	1.6	.130
	Aufmerksamkeitsprobleme	71.7 ± 1.5	53.6 ± 1.0	10.5	<b>&lt;.001</b>
	Dissoziales Verhalten	68.1 ± 1.9	52.6 ± 1.0	6.8	<b>&lt;.001</b>
	Aggressives Verhalten	73.2 ± 1.6	52.1 ± 1.3	10.6	<b>&lt;.001</b>
	Internalisierend	62.5 ± 2.1	50.4 ± 2.3	3.8	<b>.001</b>
	Externalisierend	71.6 ± 1.4	47.2 ± 2.4	8.9	<b>&lt;.001</b>
FEFA	Global	71.4 ± 1.2	48.1 ± 2.5	8.5	<b>&lt;.001</b>
	Ärger	5.6 ± 0.40	5.7 ± 0.32	0.1 <sup>#</sup>	.922
	Angst	2.1 ± 0.39	2.9 ± 0.46	1.3 <sup>#</sup>	.202
	Freude	8.3 ± 0.18	7.9 ± 0.38	0.6 <sup>#</sup>	.626
	Neutral	6.3 ± 0.23	6.9 ± 0.07	1.8 <sup>#</sup>	.216
	Trauer*	5.1 ± 0.35	6.7 ± 0.32	2.9 <sup>#</sup>	<b>.003</b>
	Überraschung*	3.8 ± 0.44	5.2 ± 0.33	2.5 <sup>#</sup>	<b>.015</b>
	Ekel*	3.8 ± 0.36	4.2 ± 0.42	0.8 <sup>#</sup>	.446
Global	69.8 ± 2.91	79.3 ± 1.87	2.2 <sup>#</sup>	<b>.026</b>	

Hinweis: Signifikante Unterschiede sind fett gedruckt; ADHS, Aufmerksamkeitsdefizits-/Hyperaktivitätsstörung; CBCL, Child Behavior Checklist; FEFA, "Frankfurter Test und Training fazialen Affekts", ein computerbasiertes Programm zur Erkennung von fazialem Affekt; \*, Emotion wurde in dieser Studie nicht verwendet; #, U-Werte laut Mann-Whitney-U-Test, ansonsten sind t-Werte aufgeführt

## **3.2 Messverfahren und Materialien**

### **3.2.1 Material zur Stichprobenbeschreibung und Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien**

#### Pubertal Development Scale (PDS)

Dieser Selbst- und Fremdbeurteilungsbogen dient zur Erfassung des Pubertätsstatus (Watzlawik, 2009). Er wurde sowohl von den Eltern als auch von den Kindern ausgefüllt. Die körperliche Entwicklung bringt psychologische und hormonelle Veränderungen mit sich. Ebenso verändert sich die Schlafarchitektur der Kinder. Deshalb wurden Probanden mit einem Totalscore > 7 (fortgeschrittene Pubertät) von der Studie ausgeschlossen, um eine Vergleichbarkeit der Kinder hinsichtlich ihrer körperlichen Entwicklung zu gewährleisten.

#### Self Sleep Report-deutsche Version (SSR-DE)

Hierbei handelt es sich um einen Fragebogen zur Selbstbeurteilung des Schlafes. Die Bereiche Zubettgehzeit, Schlafverhalten und Tagesmüdigkeit werden abgefragt. Dieses Diagnostikum dient der Einschätzung des Schlafverhaltens und Erfassung möglicher Schlafstörungen. Gesunde Kinder mit einem Stanine-Wert von 8 oder höher wurden von der Studie ausgeschlossen.

#### Children's Sleep Habits Questionnaire – deutsche Version (CSHQ-DE-4-14)

Bei diesem Fragebogen handelt es sich um ein Screeningverfahren zur Erfassung von Schlafstörungen im Kindesalter (Schwerdtle et al., 2010). Hierbei beurteilen die Eltern das Schlafverhalten der Kinder. Gesunde Kinder des Kontrollkollektivs mit einem Gesamtwert > 47 wurden von der Studie ausgeschlossen.

#### Diagnostikum für Cerebralschädigung (DCS)

Hierbei handelt es sich um einen visuellen Lern- und Gedächtnistest nach F. Hillers (Weidlich et al., 2001). Das DCS eignet sich zur Erfassung mnestischer Hirnfunktionsstörungen in der Folge von Hirnschädigungen unterschiedlichster Ätiologie. Das Ausschlusskriterium für Probanden zwischen 9 und 12 Jahren lag bei einem Prozentrang von unter 16.

### Culture Fair Intelligence Test revidierte Version (CFT-20-R)

Dieses Verfahren wurde zur Erfassung der Grundintelligenz durchgeführt (Weiss, 2006). Es handelt sich hierbei um einen sprachfreien Test, der darin besteht eine Reihenfortsetzung, eine Klassifikation, eine Vervollständigung von Matrizen und eine topologische Schlussfolgerung in vorgegebener Zeit zu bearbeiten. Es wurde festgelegt, dass die Probanden mindestens einen IQ von 85 aufweisen sollten.

### Kiddie-Sads-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL)

Bei dem Screening Interview (5.Auflage der deutschen Forschungsversion, 2001) handelt es sich um ein semistrukturiertes diagnostisches Interview. Es dient zur Erfassung gegenwärtiger und zurückliegender Episoden psychischer Störungen bei Kindern und Heranwachsenden. Das Interview wurde sowohl mit den Kindern selbst als auch mit den Eltern durchgeführt.

### Frankfurter Test und Training zur Erkennung von fazialem Affekt (FEFA)

Mit der Durchführung des Frankfurter Tests und Trainings zur Erkennung von fazialem Affekt (FEFA; Bölte et al., 2003) sollte sichergestellt werden, dass die Probanden in der Lage sind, Emotionen in Gesichtern zu erkennen und diese richtig einordnen zu können. Es werden insgesamt 50 Gesichter mit den Emotionen Freude (9), Trauer (9), Angst (5), Zorn (8), Überraschung (6), Ekel (6) und neutrale Gesichtsausdrücke (7) präsentiert. Den gezeigten Gesichtern soll die korrekte Emotion zugeordnet werden. Anschließend kann der Gesamtscore berechnet werden. Der Test diente in unserer Studie zur Aufdeckung einer generellen Unfähigkeit des Erkennens von Emotionen. Dies war bei keinem Probanden der Fall. Zudem wurde diese Erfassung zur Beschreibung der Stichprobe genutzt

### Child Behavior Checklist (CBCL 4-18)

Bei der Child Behavior Checklist für Kinder von 4-18 Jahren handelt es sich um einen Fragebogen, bei dem Eltern das Verhalten und die Befindlichkeit ihrer Kinder beurteilen sollen (Achenbach 1991, im deutschen von der Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist). Es sollen die Kompetenzen des Kindes erfasst sowie Störungen im emotionalen und sozialen Verhalten erkannt werden. Der Cut-Off-Wert zur klinischen Auffälligkeit liegt für den Gesamtscore bei einem T-Wert von 63 (Grenzbereich 60-63; dies gilt auch für die Skalen „Internalisierend“, „Externalisierend“ und T-Wert  $\geq 70$ , Grenzbereich 67-70 für die weiteren acht Skalen). Ein Überschreiten dieser Werte diente als Ausschlusskriterium.

### Edinburgh Händigkeitinventar (EHS)

Mit diesem Fragebogen (Oldfield, 1971) wurde die Händigkeit der Probanden erfasst. Es wurden 10 einfache Fragen zur Benutzung bzw. Präferenz einer Hand bei bestimmten Tätigkeiten (z. B. schreiben, malen, werfen, schneiden) gestellt. Dieses Verfahren enthielt kein Ausschlusskriterium. Es sollte sichergestellt werden, dass die Probanden bei Experimentalaufgabe die dominante Hand zur Bedienung der Computermaus benutzten.

### **3.2.2 Gedächtnisparadigma**

Es wurden Gesichtsausdrücke mit verschiedenen emotionalen Ausdrücken als Stimuli verwendet. Die Gesichter bildeten die Emotionen Ärger, Angst und Freude ab. Zudem waren Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck zu erkennen. Bei allen Bildern handelte es sich um Schwarz-Weiß-Fotografien von erwachsenen Frauen und Männern unterschiedlichen Alters. Diese stammten aus verschiedenen Datenbanken: FACES-Database of Facial Expressions in young, middle-aged, and older women and men (Ebner et al., 2010), NimStim Set of Facial Expressions (Tottenham et al., 2009), Productive Aging Laboratory (PAL) Face Database (Minear et al., 2004), 2D Facial Emotional Stimuli (Gur et al., 2002) und KDEF -Karolinska Directed Emotional Faces System (Lundqvist et al., 1998). Insgesamt wurden 320 graustufige Bilder erstellt und in Größe, Format, Kontrast und Hintergrund aufeinander abgestimmt. Die eine Hälfte der Bilder stellte männliche Gesichter, die andere Hälfte weibliche Gesichter dar. Je Geschlecht standen jeweils 40 Gesichter mit den Emotionen Ärger, Angst, Freude oder einem neutralen Gesichtsausdruck zur Verfügung. Diese 320 Bilder wurden in 2 Sets (Set 1 „Schlafbedingung“; Set 2 „Wachbedingung“) à 160 Bilder aufgeteilt. Diese umfassten sowohl die gleiche Anzahl an männlichen und weiblichen Gesichtern als auch die gleiche Anzahl an unterschiedlichen Emotionen. Jedes dieser beiden Sets wurde nochmals unterteilt in ein Set „Lernen-Enkodierung“, Set „kurzfristiger Abruf-Baseline“ und Set „langfristiger Abruf“.

#### Lernen-Enkodierung

Während der Lernaufgabe wurden den Probanden in pseudorandomisierter Reihenfolge 80 Gesichter mit unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken (20 Freude, 20 Ärger, 20 Angst, 20 Neutral) auf dem PC präsentiert. Damit ein Bild erschien, mussten die Probanden auf ein Fixationskreuz sehen. Erst nach Fixierung des Kreuzes von 500 Millisekunden erschien das Gesicht und wurde für 2,5 Sekunden auf dem Bildschirm präsentiert. Die vorausgehende Fixation diente

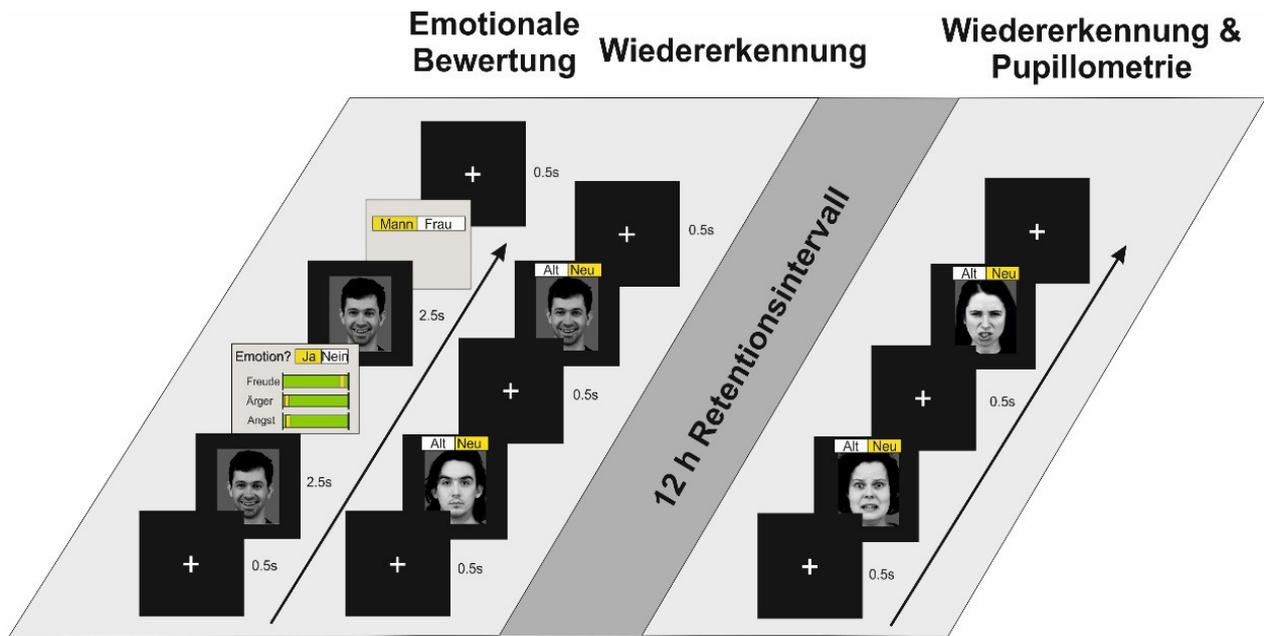
der Überprüfung der Blickrichtung der Teilnehmer. Anschließend erschien eine Bewertungsskala. Die Probanden sollten angeben, ob sie dem Gesicht eine Emotion zuordnen können. Außerdem sollten sie auf einer Skala in Form eines Balkens festlegen, wie stark jeweils Ärger, Angst und Freude in dem Gesicht empfunden wird (diese Daten sind Inhalt einer weiteren Dissertation, Alexandra Förster, in Vorbereitung). Das Gesicht wurde erneut für 2,5 Sekunden präsentiert und die Probanden sollten das Gesicht einem Geschlecht zuordnen. Nach 40 präsentierten und bewerteten Bildern erschien die Information, dass sie die Hälfte der Bilder gesehen haben und eine kurze Pause zur Erholung einlegen können. An diese Lernaufgabe schloss sich der kurzfristige Abruf-Baseline an.

#### Kurzfristiger Abruf-Baseline

Das Set „kurzfristiger Abruf-Baseline“ bestand aus insgesamt 40 Gesichtern. Von den 40 Bildern stammten 20 Bilder aus dem Set „Lernen-Enkodierung“ und wurden demnach in der Lernaufgabe zuvor gesehen. 20 weitere Gesichter wurden dem Probanden zum ersten Mal präsentiert (Jeweils 5 Freude, 5 Ärger, 5 Angst, 5 neutral). Um die Lernleistung bzw. Rekognitionsleistung zu erfassen, wurden die Probanden im kurzfristigen Abruf gebeten, Gesichter als neu oder alt zu bewerten. Dieser Abruf diente als Baseline. Die Patienten wurden instruiert, so schnell und genau wie möglich zu entscheiden und per Mausklick (linke Taste: „altes“ Bild, rechte Maustaste: „neues“ Bild) zu antworten. Jedes Gesicht erschien so lange auf dem Bildschirm bis der Proband per Mausklick reagiert hatte. Es wurden 40 Gesichter in pseudorandomisierter Reihenfolge wieder unter Fixationskontrolle gezeigt. Zur Veranschaulichung siehe auch Abbildung 1.

#### Langfristiger Abruf

Der langfristige Abruf wurde nach einem Retentionsintervall je nach Bedingung entweder am Abend des gleichen Tages oder nach einer geschlafenen Nacht am Morgen durchgeführt. Dem Probanden wurden 120 Gesichter (60 alte Bilder aus dem Set Lernen-Enkodierung und 60 neue Bilder) gezeigt. Diese wurden, wie im kurzfristigen Abruf beschrieben, per Mausklick als „alt“ oder „neu“ bewertet. Anschließend bewerteten die Probanden noch einmal die Bilder aus der Lernaufgabe bezüglich der Intensität der gezeigten Gefühle. Dieses wurde für eine Fragestellung einer anderen Dissertation (Alexandra Förster, in Vorbereitung) ausgewertet.



	Lernen	Baseline		Abruf
Schlaf Bedingung	20:00		 Schlaf	08:00
Wach Bedingung	08:00		 Wach	20:00

Abbildung 1: Gedächtnisparadigma mit Schlaf- und Wachbedingung

### 3.2.3 Pupillometrie

Mit Hilfe des Tobii TX300 Eye-Tracker Systems (Tobii Technology, Schweden) wurde der Pupillendurchmesser der Probanden bei der Präsentation der Stimuli während des langfristigen Abrufs gemessen und aufgezeichnet. Der Abstand zwischen Kamera und den Augen der Probanden betrug in etwa 60 cm, der Sehwinkel betrug 17,7°. Der Präsentationsbildschirm, an welchem die Kamera angebracht war, besaß eine Größe von 23 Zoll. Die Aufzeichnung der Pupillengröße erfolgte bei einer Sampling-Rate von 300 Hz mit der Dark-Pupil-Technik, bei welcher die dunkle Ellipse der Pupille in der Iris detektiert wird. Bei dieser Aufzeichnungsfrequenz ergaben sich nach allen 75 ms ein Datenpunkt (Bin). Die Datenreduktion erfolgte über eine in Matlab R2013a (MathWorks, USA) implementierte, eigens programmierte Auswerteroutine. Mithilfe dieser Software wurde das kontinuierliche Signal zunächst in einzelne ereignis-korrelierte Trials von jeweils 3000 ms segmentiert (von -500 ms bis +2500 ms nach Reizerset). Eine erste visuelle Inspektion ergab, dass im Zeitfenster von 1500 ms nach Reizerset verhältnismäßig häufig Lidschlussreaktionen auftraten, was zu einem Ausschluss der Trials

hätte führen müssen. Um auf eine größtmögliche Anzahl an Trials zurückgreifen zu können, wurde somit das Zeitfenster der Analyse auf -500 - +1500 ms nach Reizerset verkürzt. Fehlende Datenpunkte wurden durch Interpolation ergänzt. Anschließend wurde das Signal mittels gleitenden Mittelwert geglättet (Mittelung von  $\pm 8$  Datenpunkten; Range:  $\pm 26.7$  ms) und baselinekorrigiert (-100 ms als Baseline). In einer abschließenden visuellen Inspektion wurden Trials, in welchen Lidschlussreaktionen identifiziert wurden (ca. 24%), manuell von der Analyse ausgeschlossen. Danach wurden die Daten beider Augen gemittelt. Eine erste Auswertung ergab für den Zeitraum der ersten 5 Bins (0-375 ms) eine deutliche Helligkeitsreaktion der Pupille. Erst danach ließ sich deskriptiv eine Wiedererkennungreaktion der Pupillen identifizieren. Für die weiterführende Auswertung der Wiedererkennungreaktionen der Pupille wurde nun das Signal über die Bins 5-20 (375-1500 ms) gemittelt.

### **3.2.3 Kontrollvariablen**

#### **3.2.3.1 Polysomnographie**

Sowohl in der Eingewöhnungsnacht als auch während der Testnacht wurde im Schlaflabor des Zentrums für Integrative Psychiatrie in Kiel (ZIP) von jedem Probanden ein Polysomnogramm aufgezeichnet. Hierfür wurde ein portables PSG-Gerät der Firma Somnomedics, Randersacker (Messgerät SOMNOScreen TM plus Version 2.2.0) verwendet. Die Aufzeichnung umfasste unter anderem ein EEG. Dieses wurde frontal (F3, F4), zentral (C3, Cz, C4) und parietal (P3, Pz, P4) über Ag/AgCl-Napfelektroden (Firma Grass) nach dem 10-20-System (Jasper, 1958) gegen eine Referenzelektrode an der Nasenwurzel abgeleitet. Die kontinuierliche Aufzeichnungsrate lag bei 128 Hz (Bandpassfilter 0,2-35 Hz). Um die Muskelaktivität über die Nacht zu registrieren, wurde submental ein EMG mit einer Aufzeichnungsrate von 256 Hz (Bandpassfilter 0,2-128 Hz) abgeleitet. Zudem wurde die Muskelaktivität des Musculus tibialis anterior aufgezeichnet (nur in der Adaptationsnacht), um mögliche periodische nächtliche Beinbewegungen zu erfassen. Die Aufzeichnung des EOGs diagonal unter dem linken und über dem rechten Auge erfolgte mit einer Aufzeichnungsrate von 128 Hz (Bandpassfilter 0,2-75Hz). Auch ein 2-Kanal-EKG (Ableitung 32 Hz) gehörte zur Polysomnographie dazu. Ein Abdomenatemgurt registrierte das nächtliche Atembewegungsmuster. In der Eingewöhnungsnacht wurde zum Ausschluss von schlafassoziierten Atemstörungen zusätzlich ein Atemflussdiagramm über einen Thermistor erhoben. Alle physiologischen Daten wurden aufgezeichnet und per Telemetrie online auf einen Monitor im Stationszimmer übertragen. Zudem wurden die Probanden per Videokamera gefilmt, um den Schlaf

und besondere Vorkommnisse zu erfassen. Eine Nachtwache war jederzeit im Stationszimmer anwesend. Die Schlafstadien wurden offline nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales (Rechtschaffen et al., 1968) analysiert und ausgewertet. Zudem wurden in jeder Nacht weitere Daten ermittelt: die Uhrzeit des Zeitpunktes des Zubettgehens, die Einschlafzeit (Zeitraum vom Löschen des Lichtes bis zum Nachweis des Auftretens des Schlafstadium 2), die Gesamtschlafzeit (in Minuten), Schlaffeffizienz (Anteil der tatsächlichen Schlafzeit von der Gesamtschlafzeit), Häufigkeit des Auftretens von Wach-Phasen und Arousals sowie die Anzahl der REM-Phasen.

### **3.2.3.2 Tage- und Nächtebuch**

Das Tagebuch wurde jeweils vor Beginn und nach Abschluss der Untersuchungseinheit von den Probanden in der Wachbedingung ausgefüllt. Ebenso wurde in der Nachtbedingung das Nächtebuch geführt. Es wurde nach der aktuellen Befindlichkeit, Müdigkeit sowie besonderen Ereignissen und ausgeübten Aktivitäten gefragt. Außerdem sollten die Probanden angeben, ob sie koffeinhaltige Getränke zu sich genommen hatten oder eine Medikamenteneinnahme in den letzten 2 Tagen erfolgt war. Der emotionale Gefühlszustand wurde über das Bewertungssystem „Self Assessment Manikin“ (Bradley et al., 1994) erhoben. Siehe Anhang C und D.

### **3.2.3.3 Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (KiTAP)**

Mit der Kinderversion der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung wurde die Alertness, die gerichtete Aufmerksamkeit, erfasst. Die Alertness stellt einen zentralen Aspekt der intrinsischen Aufmerksamkeit dar (Zimmermann et al., 2004). Die Aufgabe besteht darin, bei Erscheinen eines visuellen Reizes (Eine Hexe erscheint in einem Schlossfenster) schnellstmöglich per Mausklick zu reagieren. Die Durchführungszeit dauert 1,5 Minuten. Jeder Proband führte diesen Test vor der Bearbeitung der eigentlichen Experimentalaufgabe durch.

## **3.3 Versuchsablauf**

### **3.3.1 Diagnostik**

In einem ersten telefonischen Screening wurde die vorläufige Eignung festgestellt (siehe Anhang B) und ein Termin für eine eingehende Überprüfung der Eingangsvoraussetzungen („Diagnostiksitzung“) vereinbart. In dieser Diagnostiksitzung erfolgte die Aufklärung über Inhalt und Ablauf der Studie. Neben der Unterzeichnung der Einverständniserklärung erfolgte die Feststellung der Eignung zur Studienteilnahme. Hierfür wurden folgende standardisierte Fragebögen und Tests hinzugezogen (siehe auch 3.2). Zur Durchführung der diagnostischen Tests und des semistrukturierten Interviews nach Kiddie-Sads-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL) wurden Kind und Eltern zunächst räumlich voneinander getrennt. Die Eltern füllten die Fragebögen CBCL, CSHQ und PDS aus. Im Anschluss daran wurde mit den Eltern das K-SADS-PL-Interview durchgeführt. Währenddessen wurde der Proband von der zweiten Versuchsleiterin betreut und füllte zunächst die Fragebögen SSR, PDS, EHS aus. Im Anschluss daran wurde mit dem Proband der DCS und CFT-20-R durchgeführt. Anschließend erfolgte das K-SADS-PL-Interview. Zum Abschluss wurde der FEFA-Test am PC durchgeführt. Nach Auswertung der diagnostischen Verfahren, Kontrolle des Untersuchungsheftes und der Zeugnisse wurden die Probanden informiert, ob sie zur Teilnahme geeignet sind und gegebenenfalls die Termine für die Testungen verabredet. Die Probanden wurden instruiert, zu den Terminen keine koffeinhaltigen Getränke zu sich zunehmen sowie keinen zusätzlichen Schlaf tagsüber zu halten. Patienten sollten 48 Stunden vor dem Beginn der Experimentalbedingungen auf die Einnahme von Methylphenidat verzichten. Alle Probanden haben sich an diese Vorgaben gehalten.

### **3.3.2 Eingewöhnungsnacht**

Alle Probanden nahmen an einer Eingewöhnungsnacht im Schlaflabor teil, in der bereits eine Polysomnographie abgeleitet wurde. Die Probanden sollten sich mit der Umgebung vertraut machen sowie an das Schlafen unter experimentellen Bedingungen gewöhnt werden. Die Termine fanden hauptsächlich an den Wochenenden oder in den Schulferien statt, um den Schulalltag der Kinder nicht zu stören. Für die Eingewöhnungsnacht fanden sich die Kinder gegen 20.00 Uhr im Schlaflabor ein, machten sich für das Zubettgehen fertig und füllten das Nächtebuch aus. Nach dem Anbringen aller Utensilien für die Ableitung der Polysomnographie (siehe 3.2.3.1) hatten die Kinder

die Möglichkeit sich bis zur Nachtruhe um 22.00 Uhr noch mit Lesen oder Ähnlichem zu beschäftigen. Am nächsten Morgen wurden die Kinder um 7.00 Uhr geweckt und die Aufzeichnung der Polysomnographie beendet. Das Nächtebuch wurde von den Kindern vervollständigt und anschließend wurden sie von den Eltern abgeholt. Zwischen der Eingewöhnungsnacht und dem Beginn mit einer der beiden Experimentalbedingungen sollten die Kinder mindestens eine Nacht zu Hause in gewohnter Umgebung geschlafen haben.

### **3.3.3 Schlafbedingung**

Zur Teilnahme an der Schlafbedingung erschienen die Probanden um 19.30 Uhr in der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie des ZIP. Zunächst wurden die Kopfelektroden für die spätere Ableitung der Polysomnographie befestigt. Nachdem der Befindlichkeitsbogen und das Nächtebuch ausgefüllt wurden, begann um 20.00 Uhr die Testung mit der KiTAP Aufgabe. Im Anschluss daran wurde eine Aufgabe zum probabilistischen Belohnungslernen am PC durchgeführt, welche Gegenstand einer anderen Dissertation (Gesch, 2014) war. Bei dieser Aufgabe sollten bestimmte visuelle Reize (eine von zwei Inseln) gegenüber anderen bevorzugt werden. Da es sich hierbei um ein implizites Gedächtnisparadigma handelt, bei welchem der Proband keine Einsicht in die zugrundeliegenden Belohnungskontingenzen erhält, wird von keinem interferierenden Einfluss des probabilistischen Belohnungslernens auf das Wiedererkennen von Gesichtern ausgegangen. Die Aufgabe zum Belohnungslernen nahm 10 Minuten in Anspruch. Danach startete die Lern- und Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichtsausdrücke. Nach der Bearbeitung von Beispielaufgaben erfolgte die Kalibrierung des Eye-Tracking-Systems und die Experimentalaufgabe (Lernen bzw. Encodierung) begann. Nachdem die Hälfte der Bilder präsentiert wurde, hatten die Kinder die Möglichkeit eine kurze Pause einzulegen. Anschließend bearbeiteten sie die zweite Hälfte der Aufgabe. Nach Beendigung dieser Lernaufgabe folgte der kurzfristige Abruf (Erhebung der Baseline). Gegen 21.00 Uhr bezogen die Probanden ihr Zimmer im Schlaflabor des ZIP, die restlichen Elektroden für die Polysomnographie wurden angebracht und um 21.30 Uhr wurde spätestens das Licht gelöscht. Um 7.00 Uhr endete die Aufzeichnung der Polysomnographie und die Kinder wurden geweckt. Nachdem die Kinder geduscht und gefrühstückt hatten, fanden sie sich wieder in den Räumlichkeiten ein, wo am Vorabend die Testung stattgefunden hatte. Zu Beginn sollten sie erneut ihre Befindlichkeit dokumentieren. Um ein Retentionsintervall von 12 Stunden zu gewährleisten, begannen die Kinder

um 8:00 Uhr mit der KiTAP-Aufgabe. Daran schloss sich die Rekognitionsaufgabe, der langfristige Abruf, an. Zum Abschluss erfolgte das Spiel zum Belohnungslernen.

### **3.3.4 Wachbedingung**

Die Durchführung der Testung der Wachbedingung begann um 8.00 Uhr morgens in den Räumlichkeiten der ZIP und verlief äquivalent zur Schlafbedingung. Nach Ausfüllen des Befindlichkeitsbogens und des Tagebuches wurden die Aufgaben (KiTAP, Belohnungslernen und die Lern- und Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichtsausdrücke) am PC begonnen. Nach Testende wurden die Probanden von ihren Eltern abgeholt und konnten ihren Tag frei gestalten. Sie wurden jedoch darauf hingewiesen keinen Mittagsschlaf zu halten. Nach einem Retentionsintervall von 12 Stunden fanden sich die Kinder um 20.00 Uhr wieder ein, um die Testung für die Wachbedingung abzuschließen. Zu jeder Testung herrschten in den Räumlichkeiten eine ruhige Atmosphäre und konstante Lichtverhältnisse. Der Versuchsleiter war zu jeder Zeit anwesend und protokollierte Anfangs- und Endzeiten der Testung sowie besondere Vorkommnisse. Die Versuchsabläufe folgten einer strukturierten Vorgabe.

## **3.4 Design**

Bei dem vorliegenden Studiendesign handelt es sich um ein vollständig gekreuztes varianzanalytisches Design. Innerhalb der Patienten- und der Kontrollgruppe wurde die Reihenfolge der Bedingungen und der Sets vollständig ausbalanciert. Somit begann ein Teil der Probanden das Experiment mit einer Wachbedingung (Testtag), die anderen begannen mit der Schlafbedingung (Testnacht). Jeder Proband durchlief beide Bedingungen.

### **3.4.1 Unabhängige Variablen**

Die unabhängigen Variablen der Arbeit werden definiert durch den Zwischengruppenfaktor GRUPPE (ADHS vs. Kontrollen) und die Innersubjektfaktoren SCHLAF (Schlaf vs. Wach) und EMOTION (Freude vs. Angst vs. Ärger vs. Neutral).

### 3.4.2 Abhängige Variablen

Die Gedächtnisleistungen werden erfasst als die Differenz zwischen der Wiedererkennungslleistung (accuracy) aus dem kurz- und dem langfristigen Abruf. Die accuracy gibt einen Wert wieder, der sowohl die richtig erkannten Bilder als auch die Fehler berücksichtigt. Es gibt die Möglichkeit bei einem alten bereits bekannten Bild richtig (hit: altes Bild wird als alt erkannt) oder falsch (miss: altes Bild wird als neu eingestuft) zu liegen. Ein neues unbekanntes Bild kann als richtig (correct rejected: neues Bild wird als neu eingestuft) oder falsch (false alarm: neues Bild wird als bereits bekannt eingestuft) eingeordnet werden. Relativiert an der Gesamtzahl der alten und neuen Bilder ergeben sich die hit rate und die false alarm rate, deren Differenz die accuracy ist. Die Bestimmung der accuracy, der hits und misses, sowie der correct rejected und false alarms beruht auf der Signal- Detection- Theorie.

hit rate = hits / Gesamtanzahl alter Bilder

false alarm rate = false alarms / Gesamtanzahl der neuen Bilder

accuracy rate = hit rate – false alarm rate

Somit beschreibt die Abhängige Variable der Gedächtnisleistungen die baseline-korrigierte Wiedererkennungslleistung. Die abhängige Variable der Pupillometrie beschreibt die Größe der Pupillen in mm gemessen während der Betrachtung der Stimuli zum Zeitpunkt des langfristigen Abrufs. Dabei soll die Pupillengröße zu jedem einzelnen Messzeitpunkt als Datenpunkt in die Analyse einfließen.

### 3.4.3 Statistische Hypothesen

#### Gedächtnisleistungen

Es wird erwartet, dass die Kinder der Kontrollgruppe im Vergleich zu den Patienten nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung eine bessere baseline-korrigierte Wiedererkennungslleistung zeigen. Die zugehörigen statistischen Hypothesen lauten:

$H_0: \sim H_1$

$H_1: \text{ADHS } [\mu_{(\text{Schlaf})} - \mu_{(\text{Wach})}] < \text{Kontrollen } [\mu_{(\text{Schlaf})} - \mu_{(\text{Wach})}]$

Es wird erwartet, dass Bilder mit emotionalen Gesichtsausdrücken grundsätzlich besser wiedererkannt werden als neutrale. Auf explorativer Ebene soll jedoch überprüft werden, ob der spezifische emotionale Gehalt der Bilder einen Einfluss auf die schlafabhängige baseline-korrigierte Wiedererkennung von Gesichtern hat und ob dieser Einfluss in beiden Probandengruppen im vergleichbaren Ausmaß zu beobachten ist. Somit werden bezüglich der Emotionskategorien des Bildmaterials keine spezifischen Hypothesen formuliert.

#### Pupillometrie

Es wird erwartet, dass während des langfristigen Abrufs der Pupillendurchmesser bei der Betrachtung von zuvor gesehenen Bildern („Targets“) stärker vergrößert ist, als im Vergleich dazu bei der Betrachtung von neuen, unbekanntem Bildern („Distraktoren“). Ein solcher Wiedererkennungseffekt der Pupillenreaktion drückt sich in folgender statistischen Hypothese aus:

$$H_0: \mu_{\text{(Target)}} \leq \mu_{\text{(Distraktor)}}$$

$$H_1: \mu_{\text{(Target)}} > \mu_{\text{(Distraktor)}}$$

Zudem wird erwartet, dass die Kinder der Kontrollgruppe im Vergleich zur Patientengruppe nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung einen stärkeren Wiedererkennungseffekt der Pupillenreaktion zeigen. Die zugehörigen statistischen Hypothesen lauten:

$$H_0: \neg H_1$$

$$H_1: \text{ADHS } [\mu_{\text{(Schlaf)}} - \mu_{\text{(Wach)}}] < \text{Kontrollen } [\mu_{\text{(Schlaf)}} - \mu_{\text{(Wach)}}]$$

Auch hier soll auf explorativer Ebene ein möglicher Einfluss der Emotionalität des Bildmaterials auf die Pupillen-Wiedererkennungsreaktion der Kinder der Patienten- und der Kontrollgruppe geprüft werden. Somit werden auch hier bezüglich der Emotionskategorien des Bildmaterials keine spezifischen Hypothesen formuliert.

### **3.4.4 Verwendete statistische Verfahren**

Die Überprüfung der Hypothese bezüglich der Gedächtnisleistungen erfolgt bei gegebenen Voraussetzungen mit Hilfe einer univariaten, mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit den Messwiederholungsfaktoren SCHLAF (Schlaf vs. Wach) und EMOTION (Freude vs. Angst vs. Ärger vs. Neutral) sowie mit dem Zwischengruppenfaktor GRUPPE (ADHS vs. Kontrollen). Es wird eine

signifikante Interaktion zwischen den Faktoren SCHLAF und GRUPPE erwartet. Eine Auflösung dieser Interaktion erfolgt mit Hilfe von t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben.

Die Überprüfung der Hypothesen bezüglich der Pupillenreaktionen erfolgt bei gegebenen Voraussetzungen ebenfalls mithilfe einer univariaten, mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit den Messwiederholungsfaktoren SCHLAF (Schlaf vs. Wach), TARGET (Target vs. Distraktor) und EMOTION (Freude vs. Angst vs. Ärger vs. Neutral) sowie mit dem Zwischengruppenfaktor GRUPPE (ADHS vs. Kontrollen). Während die erstgenannte Hypothese über eine Überprüfung des Haupteffekts TARGET erfolgt, wird für die Überprüfung der zweiten Alternativhypothese eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren SCHLAF, TARGET und GRUPPE erwartet. Auch hier soll eine Auflösung der Interaktion mit Hilfe von t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben erfolgen.

## 4 Ergebnisse

In dem folgenden Abschnitt wird das Störungsbild der Patienten lediglich mit ADHS aufgeführt, gemeint ist ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten.

### 4.1 Gedächtnisdaten

#### Separate Überprüfung der kurz- und langfristigen Abrufleistungen

Bevor die Ergebnisse der baseline-korrigierten Wiedererkennungsleistungen (als Differenzen zwischen kurz- und langfristigem Abruf) dargestellt werden, sollen zunächst für eine transparente Ergebnisdarstellung die Leistungen im kurz- und langfristigen Abruf separat voneinander überprüft werden (siehe auch Tabelle 2). Hierzu wurden in zwei unabhängigen, univariaten und mehrfaktoriellen Varianzanalysen mit den Faktoren SCHLAF, EMOTION und GRUPPE zum einen nur die Leistungen im kurzfristigen Abruf und anschließend nur für die Leistungen im langfristigen Abruf analysiert. Dabei ergab sich für die Leistungen im kurzfristigen Abruf ein Haupteffekt für den Faktor SCHLAF, der aufzeigte, dass alle Probanden während der Erhebung der Baseline eine bessere Gedächtnisleistung in der Wachbedingung als in der Schlafbedingung aufwiesen [ $F(1,30)=21.1, p<.001$ ]. Kein weiterer Haupteffekt und keine Interaktion erreichte die Signifikanz ( $p<.1$ ). Bei der Auswertung der langfristigen Gedächtnisleistungen ergab sich ebenfalls ein Haupteffekt für den Faktor SCHLAF, der jedoch aufzeigte, dass nun die Leistungen in der Schlafbedingung denen in der Wachbedingung überlegen

waren [ $F(1,30)=6.2$ ,  $p=.019$ ]. Zudem zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor EMOTION [ $F(3,90)=11.8$ ,  $p>.001$ ]. Nachfolgende t-Tests zeigten, dass freudige Gesichter besser erinnert wurden als neutrale Gesichtsausdrücke [ $t(31)=3.1$ ,  $p=.004$ ], als ängstliche Gesichter [ $t(31)=6.2$ ,  $p<.001$ ] und auch als ärgerliche Gesichter [ $t(31)=2.4$ ,  $p=.022$ ]. Außerdem wurden Bilder mit ärgerlichen Gesichtern besser erinnert als ängstliche Gesichter [ $t(31)=3.3$ ,  $p=.003$ ] und neutrale Gesichter wurden besser wiedererkannt als Gesichter mit ängstlichen Gesichtsausdrücken [ $t(31)=2.7$ ,  $p=.010$ ]. Es gab keinen Unterschied hinsichtlich der Gedächtnisleistung im Wiedererkennen von neutralen oder ärgerlichen Gesichtern [ $t(21)=0.6$ ,  $p=.564$ ]. Weder ein anderer Haupteffekt noch eine Interaktion bezüglich der Daten des Abrufs wurden signifikant ( $p>.08$ ).

#### Baseline-korrigierte Wiedererkennungslleistung

Bei der Auswertung der baseline-korrigierten Wiedererkennungslleistung, welche die eigentliche Gedächtnisleistung abbildet, zeigte sich ein Haupteffekt für den Faktor EMOTION [ $F(3,90)=5.8$ ,  $p=.001$ ]. Nachfolgende t-Tests ergaben eine höhere Gedächtnisleistung nach dem 12-Stunden-Intervall für freudige Gesichter im Gegensatz zu ärgerlichen [ $t(31)=3.5$ ,  $p=.001$ ] und neutralen Gesichtern [ $t(31)=3.6$ ,  $p=.001$ ]. Außerdem wurden ärgerliche Gesichter geringfügig besser erinnert als neutrale Gesichter [ $t(31)=2.0$ ,  $p=.057$ ]. Kein weiterer Haupteffekt oder eine Interaktion der einzelnen Faktoren brachten ein signifikantes Ergebnis hervor [Haupteffekt SCHLAF:  $F(1,30)=0.8$ ,  $p=.378$ , Haupteffekt GRUPPE:  $F(1,30)=1.1$ ,  $p=.311$ , Interaktion SCHLAF x GRUPPE:  $F(1,30)=0.8$ ,  $p=.390$ , Interaktion SCHLAF x EMOTION:  $F(3,90)=2.1$ ,  $p=.1$ , Interaktion SCHLAF x GRUPPE x EMOTION:  $F(3,90)=0.5$ ,  $p=.689$ ]. Somit muss zunächst die Hypothese, dass gesunde Kinder im Vergleich zu Patienten mit einer ADHS eine bessere schlafabhängige Wiedererkennungslleistung zeigen, verworfen werden.

Tabelle 2 : Gedächtnisleistung Baseline, Abruf und der Baseline-korrigierte Accuracy (Abruf-Baseline)

Emotions- Kategorien		ADHS			Kontrollen		
		Baseline	Abruf	Abruf- Baseline	Baseline	Abruf	Abruf- Baseline
		M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM
SCHLAF	Zusammen- gefasst	0.58 ± 0.05	0.39 ± 0.04	-0.19 ± 0.04	0.58 ± 0.04	0.38 ± 0.04	-0.19 ± 0.03
	Ärger	0.60 ± 0.07	0.38 ± 0.07	-0.22 ± 0.08	0.55 ± 0.06	0.46 ± 0.06	-0.09 ± 0.08
	Angst	0.51 ± 0.08	0.36 ± 0.05	-0.15 ± 0.09	0.54 ± 0.07	0.25 ± 0.05	-0.29 ± 0.09
	Freude	0.56 ± 0.08	0.48 ± 0.05	-0.08 ± 0.05	0.50 ± 0.08	0.47 ± 0.07	-0.03 ± 0.08
	Neutral	0.64 ± 0.08	0.34 ± 0.05	-0.30 ± 0.08	0.73 ± 0.06	0.37 ± 0.05	-0.36 ± 0.08
WACHHEIT	Zusammen- gefasst	0.48 ± 0.06	0.29 ± 0.04	-0.19 ± 0.06	0.61 ± 0.04	0.34 ± 0.05	-0.27 ± 0.04
	Ärger	0.61 ± 0.09	0.27 ± 0.05	-0.35 ± 0.08	0.71 ± 0.07	0.33 ± 0.06	-0.39 ± 0.08
	Angst	0.39 ± 0.12	0.25 ± 0.04	-0.14 ± 0.12	0.44 ± 0.08	0.24 ± 0.06	-0.20 ± 0.11
	Freude	0.41 ± 0.06	0.35 ± 0.06	-0.07 ± 0.06	0.64 ± 0.09	0.41 ± 0.07	-0.22 ± 0.07
	Neutral	0.49 ± 0.09	0.29 ± 0.05	-0.20 ± 0.09	0.65 ± 0.08	0.37 ± 0.06	-0.28 ± 0.09

## 4.2 Pupillendaten

Bei der Auswertung der Pupillenreaktionen bestätigte sich der vermutete Haupteffekt TARGET, welcher aufzeigt, dass Target-Bilder im Vergleich zu neuen, unbekanntem Bildern (Distraktoren) eine stärkere Pupillendilatation ausgelöst haben [ $F(1,90)=30.9, p<.001$ ]. Zudem zeigten sich Haupteffekte für den Faktor SCHLAF [im Allgemeinen vergrößerte sich der Pupillendurchmesser nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachheit: SCHLAF:  $F(1,90)=10.3, p=.003$ ], für den Faktor EMOTION [die stärkste Pupillendilatation wurde bei der Beobachtung von ärgerlichen und ängstlichen Gesichtsausdrücken festgestellt, die geringste Reaktion des Pupillendurchmessers wurde bei glücklichen Gesichtern verzeichnet:  $F(3,90)=38.0, p<.001$ ] und für den Faktor GRUPPE [bei gesunden Kinder ließ sich im Vergleich zu den Kindern mit ADHS ein insgesamt erhöhter Pupillendurchmesser erkennen:

$F(1,30)=4.4, p=0.45$ ]. Sowohl die die Interaktion EMOTION x TARGET x GRUPPE [ $F(3,90)=3.3, p=.025$ ] aber auch die vorhergesagte Interaktion SCHLAF x TARGET x GRUPPE [ $F(1,30)= 7.3, p.001$ ] erreichten die Signifikanz. Die Auflösung der vorhergesagten Interaktionen SCHLAF x TARGET x GRUPPE zeigte, dass die gesunden Kinder bei Präsentation der Target-Bilder im Vergleich zu neuen Bildern eine ausgeprägte Pupillendilatation in der Schlafbedingung [ $t(15)=5.3, p<.001$ ], jedoch nicht in der Wachbedingung [ $t(15)=1.6, p=.230$ ], aufwiesen. Im Gegensatz hierzu wurde offensichtlich, dass bei den Kindern mit ADHS die Pupillendilatation bei Konfrontation mit Target-Bildern im Vergleich zu neuen Bildern nur in der Wachbedingung zunahm [ $t(15)=4,9, p<.001$ ], allerdings nicht in der Schlafbedingung [ $t(15)=1.5, p=.144$ ]. Die Vierfachinteraktion SCHLAF x EMOTION x TARGET x GRUPPE wurde nicht signifikant [ $F(3,90)=0.7, p=.522$ ]. Damit konnte zwar die Hypothese bestätigt werden, dass Kontrollen im Vergleich zu Patienten nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung einen stärkeren Wiedererkennungseffekt der Pupillenreaktion zeigen, jedoch scheint der emotionale Gehalt der Bilder keinen Einfluss zu haben. Zur Veranschaulichung siehe Abbildung 2.

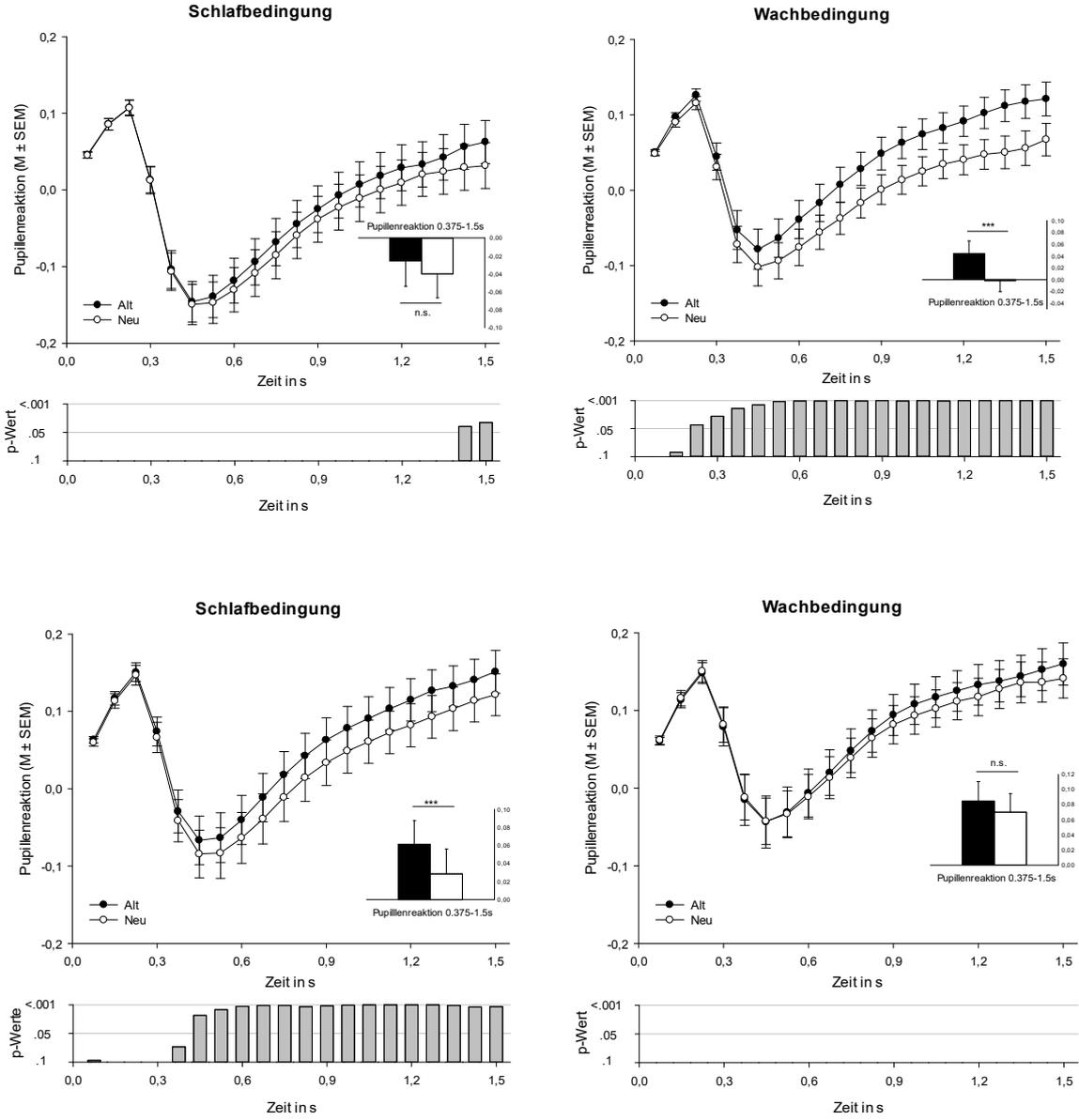


Abbildung 2: Ergebnisse Pupillendaten der Patientengruppe (oben) und der Kontrollgruppe (unten) in der Schlafbedingung (links) und der Wachbedingung (rechts)

### 4.3 Post-hoc-Analyse der Gedächtnisdaten

In unserer Studie geht die Verarbeitung der Target-Bilder, im Vergleich zu neu präsentierten Bildern, mit einer ausgeprägten Pupillendilatation bei den Probanden einher. Somit kann der Pupillendurchmesser, wie auch schon in anderen Studien gezeigt, als stabiler Marker für das Wiedererkennen von Bildern in Betracht gezogen werden (Goldinger et al., 2009; Laeng et al., 2012; Papeš et al., 2012). Basierend auf dem signifikanten Ergebnis der Interaktion SCHLAF x GRUPPE x TARGET bezüglich der Pupillendaten, scheinen gesunde Kinder Target-Bilder besser in der Schlaf- als in der Wachbedingung wiederzuerkennen. Das umgekehrte Muster ließ sich bei den Kindern mit ADHS finden. Trotz der nicht signifikanten Interaktion von SCHLAF x GRUPPE in der baseline-korrigierten Wiedererkennungslleistung wurde die Gedächtnisleistung in der Schlaf- und Wachbedingung für gesunde Kinder und Patienten mit ADHS erneut, jedoch getrennt voneinander, berechnet. In Übereinstimmung mit den Pupillendaten der gesunden Kinder fanden wir eine bessere Erinnerungsleistung in der Schlaf- als in der Wachbedingung [ $t(15)=2.1, p=.0497$ ] (s. Abbildung 3). Bei den Kindern mit ADHS ergab sich kein Unterschied hinsichtlich der Erinnerungsleistung in der Schlaf- oder Wachbedingung [ $t(15)=-.01, p=.990$ ].

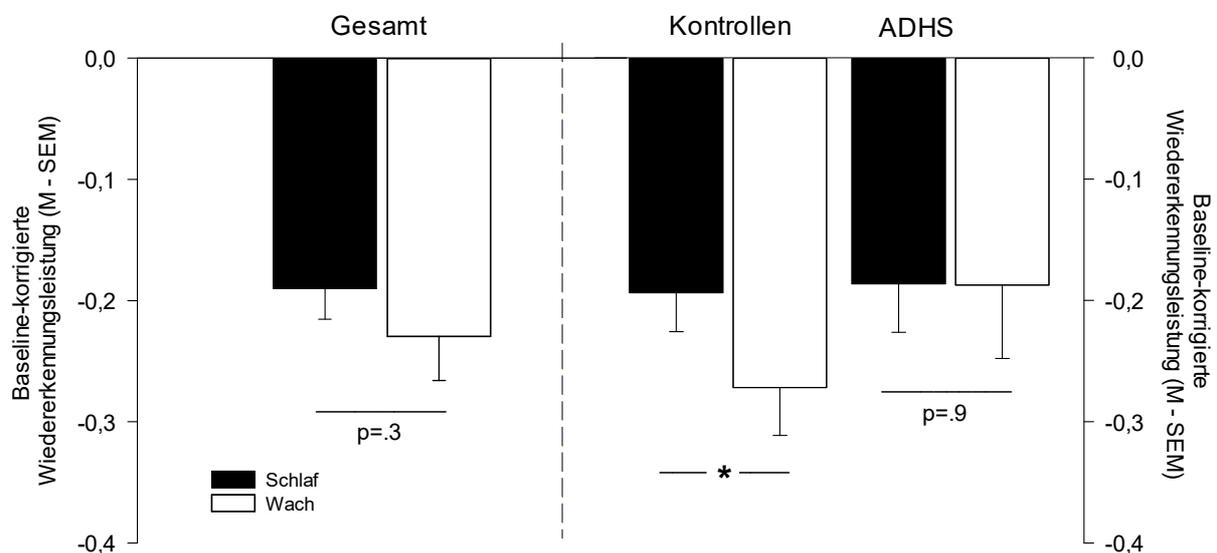


Abbildung 3 : Darstellung Ergebnisse der baseline-korrigierten Wiedererkennungslleistung

## 4.4 Kontrollvariablen

In der Auswertung der Daten der Polysomnographie zeigte sich in keinerlei Hinsicht ein Unterschied zwischen den Kindern der Patienten- oder der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Ergebnisse der Schlafparameter

	ADHS	Kontrollen	ADHS vs. Kontrollen	
	M ± SEM	M ± SEM	<i>t</i>	<i>P</i>
Gesamtzeit im Bett	532.9 ± 8.3	545.5 ± 6.7	1.2	.246
Einschlaf latenz (min)	21.6 ± 4.3	20.9 ± 2.0	0.3	.804
Gesamtschlafzeit (min)	480.4 ± 10.6	488.2 ± 8.6	0.6	.571
Schlafeffizienz (%)	90.1 ± 1.2	89.4 ± 0.7	0.5	.650
Wach nach Einschlafen (min)	45.5 ± 6.8	50.4 ± 3.8	0.6	.531
REM Latenz	109.8 ± 9.5	106.8 ± 8.8	0.2	.816
Schlafstadien, Zeit in min				
Schlafstadium 1	38.3 ± 4.0	46.9 ± 3.2	1.7	.104
Schlafstadium 2	241.3 ± 6.9	231.3 ± 10.1	0.8	.420
Schlafstadium 3	39.5 ± 2.7	39.6 ± 1.8	0.1	.962
Schlafstadium 4	71.7 ± 5.2	72.3 ± 5.0	0.8	.935
non-REM Schlaf	352.6 ± 8.9	343.3 ± 9.3	0.7	.479
REM Schlaf	89.9 ± 4.8	97.9 ± 4.2	1.3	.199
Totale REM Dichte (%)	15.0 1.4	17.3 1.4	1.2	.257

Hinweis: REM, rapid-eye movement sleep

Da die Testungen zu unterschiedlichen Tageszeitpunkten erfolgten, wurde die tageszeitabhängige Aufmerksamkeit durch die Alertness-Aufgabe KiTAP überprüft. Bei allen Probanden fielen in der Schlafbedingung schnellere Reaktionszeiten auf als in der Wachbedingung. In der ANOVA zeigte sich ein Haupteffekt für SCHLAF [ $F(1,30)=8.1$ ,  $p=.008$ ]. Ansonsten erwies sich kein weiterer Haupteffekt ( $p>.3$ ) oder eine Interaktion ( $p>.05$ ) als signifikant. Insbesondere die Interaktion bezüglich des Zwischensubjektfaktors GRUPPE ( $p>.25$ ) war nicht signifikant (siehe Tabelle 4).

Vor jeder Testeinheit wurden die Kinder aufgefordert ein Tage- bzw. Nächtebuch auszufüllen. Mit diesem Instrument wurde die emotionale Befindlichkeit (Valenz und Arousal) der Probanden erfasst. Zudem können besondere Vorkommnisse, die sich während des Retentionsintervalls ereignet haben, notiert werden. Hiermit soll ein möglicher Tageszeiteffekt auf die emotionale Befindlichkeit aufgedeckt

werden. Bezüglich der Valenz ergab sich ein Haupteffekt für SESSION [F(1,30)=4.2, p=.049], was darauf hinweist, dass sich alle Kinder zu Beginn des Abrufs zufriedener fühlten als zu Beginn der Lernsitzung. Alle anderen Haupteffekte (p>.5) oder Interaktionen (p>.2) erreichten keinerlei Signifikanz. In der Auswertung der Angaben hinsichtlich des Arousal der Kinder ergaben sich keine signifikanten Haupteffekte (p>.4) oder Interaktionen (p>.2). In Bezug auf die Angaben zur Müdigkeit zeigte sich ein Haupteffekt für SESSION [F(1,30)=5.2, p=0.29], was darauf hindeutet, dass sich die Probanden zu Beginn des Abrufs weniger müde fühlten als zu Beginn der Lernsitzung. Es ergab sich kein signifikantes Ergebnis für weitere Haupteffekte (p>.067) oder Interaktionen (p>.3). Tabelle 4 zeigt die deskriptive Statistik bezüglich der Selbstbeurteilung und der Aufmerksamkeit.

Tabelle 4: Kontrollvariablen (Selbstbeurteilung, Aufmerksamkeit)

		ADHS		Kontrollen	
		Lernen	Abruf	Lernen	Abruf
		M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM	M ± SEM
Valenz (-4 – 4)	Schlaf	1.5 ± 0.4	2.3 ± 0.4	1.5 ± 0.4	1.4 ± 0.4
	Wach	1.5 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.4 ± 0.3	1.8 ± 0.4
Arousal (1-9)	Schlaf	3.7 ± 0.5	3.9 ± 0.7	3.6 ± 0.5	3.3 ± 0.4
	Wach	4.1 ± 0.7	3.9 ± 0.7	3.2 ± 0.5	3.6 ± 0.4
Müdigkeit (0-100)	Schlaf	51.8 ± 8.6	73.1 ± 5.8	57.3 ± 6.9	66.3 ± 5.4
	Wach	52.1 ± 7.9	48.2 ± 8.7	47.6 ± 6.7	63.4 ± 5.9
Aufmerksamkeit/ Alertness (RZ)	Schlaf	308.2 ± 14.9	301.8 ± 11.3	306.4 ± 18.4	287.9 ± 12.8
	Wach	322.4 ± 12.1	340.4 ± 17.2	305.5 ± 11.4	311.6 ± 15

Hinweis: RZ, Reaktionszeit in ms

## 5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit sollte überprüft werden, inwiefern der Schlaf Einfluss auf die Konsolidierung von Gesichtern bei gesunden Kindern im Vergleich zu Kindern mit ADHS und einer Störung mit oppositionellem Trotzverhalten hat. Wir vermuteten, dass gesunde Kinder im Vergleich zu Patienten mit einer ADHS und einer Störung mit oppositionellem Trotzverhalten eine bessere schlafabhängige Wiedererkennungsleistung für Gesichter zeigen.

Zunächst überprüften wir separat die Wiedererkennungsleistungen des kurz- und des langfristigen Abrufs der Gedächtnisdaten. Hier sahen wir in der Wachbedingung eine grundsätzlich bessere Baseline-Leistung als in der Schlafbedingung. Das lässt vermuten, dass die Kinder am Morgen nach dem Schlaf die Gesichter besser lernen und verarbeiten (Baseline Wachbedingung) konnten als nach einer langen Phase Wachheit am Abend (Baseline Schlafbedingung). Zu beiden Tageszeiten war die Aufmerksamkeit durch die KiTAP kontrolliert worden. Es zeigte sich kein Tageszeiteffekt bezüglich der Aufmerksamkeit. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Kinder die Lernaufgabe zu beiden Zeitpunkten aufmerksam bearbeiteten. Die Auswertung der langfristigen Gedächtnisleistungen zeigte, dass die Kinder wiederum am Morgen nach einer Nacht Schlaf eine bessere Leistung erbrachten als nach einer Phase Wachheit. Es ist möglich, dass die Kinder über Nacht weniger Gesichter vergessen konnten als während der Wachheit, da bereits die Leistung in der Baseline während der Schlafbedingung geringer war als in der Wachbedingung. Andererseits lässt dieses Ergebnis vermuten, dass ein tatsächlicher Konsolidierungseffekt durch den Schlaf vorliegt und die Leistungen deshalb nach einer Schlafphase besser ausfielen.

Bei der Auswertung der baseline-korrigierten Wiedererkennungsleistungen, welche die tatsächliche Gedächtnisleistung abbildet, ließ sich zunächst kein Effekt des Schlafes auf die Gedächtnisleistung nachweisen. Ebenso zeigte sich kein signifikanter Gruppenunterschied bei der schlafassoziierten Gedächtnisleistung. Die Messung des Pupillendurchmessers während des langfristigen Abrufs diente, auf psychophysiologischer Ebene, als Maß der Wiedererkennung. Wir konnten sehen, dass die Target-Bilder eine stärkere Pupillendilatation bei beiden Gruppen auslöste im Vergleich zu neuen, unbekanntem Bildern (Distraktoren). Diese Daten stehen im Einklang mit vergangenen Studien, in denen gezeigt wurde, dass der Pupillendurchmesser eines Menschen ein sehr valides Maß ist, wenn es um das Wiedererkennen von bekanntem Stimulusmaterial geht (Goldinger et al., 2009; Laeng et al., 2012; Papesh et al., 2012). Wie bereits in der Auswertung der Pupillendaten gezeigt, rief die Verarbeitung der Target-Bilder bei den gesunden Kindern eine stärkere Pupillendilatation hervor als die der Distraktoren. Dieses war nur während der Schlafbedingung der Fall, nicht hingegen bei der Wachbedingung. In der Post-hoc-Analyse wurde die Gedächtnisleistung in der Schlaf- und

Wachbedingung für gesunde Kinder und Patienten mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten erneut, jedoch getrennt voneinander, berechnet. In Übereinstimmung mit den Pupillendaten der gesunden Kinder fanden wir eine bessere Erinnerungsleistung in der Schlaf- als in der Wachbedingung. Zurückliegende Ergebnisse, die darauf hinweisen, dass Schlaf die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten in Form von Gesichtern fördert, können wir basierend auf der Post-hoc-Analyse bestätigen (M. A. Mograss et al., 2008; M. Mograss et al., 2006; Wagner et al., 2003b; Wagner et al., 2007a). Im Vergleich zu gesunden Kindern, war bei den Patienten mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten keine stärkere Pupillendilatation bei der Präsentation von bekannten Target-Bildern in der Schlafbedingung zu beobachten. Die Post-hoc-Analyse der Verhaltensdaten führte zu dem Ergebnis, dass die Kinder der Patientengruppe nicht vom Schlaf profitieren, so wie es bei den gesunden Kindern der Fall war. Interessanterweise fiel bei den Patienten eine stärkere Pupillendilatation während der Wachbedingung auf, was einen Vorteil des Wachzustands für die Wiedererkennung von Gesichtern vermuten lässt. Die Verhaltensdaten deuten auf deskriptiver Ebene darauf hin, dass die Patienten im Gegensatz zu den Kontrollen in der Schlafbedingung nicht schlechter abschnitten. Allerdings sind sie in der Wiedererkennungslleistung während der Wachbedingung verhältnismäßig besser. Diese Anzeichen eines umgekehrten Schlaf/Wach-Vorteils bei der Wiedererkennung von Gesichtern bei Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten kann nicht einzig und allein dem Tageszeiteffekt bei der Encodierung oder beim Abruf zugeschrieben werden. Denn weder die Aufmerksamkeitsüberprüfung mittels KiTAP, noch die subjektiven Angaben (Stimmung, Müdigkeit) zeigen einen Tageszeiteffekt bei den Kindern mit und ohne ADHS. Außerdem hatte die Tageszeit keinen Einfluss auf die Kontrollvariablen bezüglich der Gedächtnisaufgabe selbst. Der Unterschied der beiden Gruppen hinsichtlich der Schlafparameter konnte nicht bestätigt werden, obwohl die Kinder der Patientengruppe häufiger Schlafprobleme angaben. Dem Sleep Self Report nach gaben die Patienten selbst häufiger Schlafprobleme an als die Kinder der Kontrollgruppe. Die Angaben der Patienten wurden durch die Einschätzung der Eltern im Children's Sleep Habit Questionnaire bestätigt. Alle Teilnehmer der Studie wiesen jedoch in der nächtlich abgeleiteten Polysomnographie keine pathologischen Veränderungen der Schlafparameter auf (siehe Tabelle 3).

Betrachtet man die Ergebnisse der Pupillendaten im Zusammenhang mit den Verhaltensdaten, führt dies zur Annahme, dass Wachheit die Erinnerungsleistung für sozial relevante Stimuli bei ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten stärker fördert als der Schlaf. In vergangenen Studien wurde gezeigt, dass Kinder mit ADHS im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden ein Defizit in der schlafabhängigen Konsolidierung sowohl deklarativer als auch emotionaler Gedächtnisinhalte haben (Prehn-Kristensen et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Die vorliegende Studie präsentiert

allerdings ein komplexeres Bild. Im Vergleich zu den vorherigen Studien, in denen fast keine sozialen Stimuli benutzt wurden, sind in der jetzigen Studie ausschließlich soziale Stimuli in Form von Gesichtern verwendet worden. Obwohl Patienten mit ADHS und oppositioneller Störung eine veränderte Verarbeitung sozialer Informationen zeigen (Aspan et al., 2014; Cadesky et al., 2000; Downs & Smith, 2004; Jones et al., 2009; Marsh et al., 2008), kann es sein, dass für diese Patienten soziale Stimuli in Form von Gesichtern äußerst relevant sind. Patienten mit ADHS bringen sich häufiger in soziale Interaktionen ein als gesunde Kinder (Nijmeijer et al., 2008). Dabei haben sie jedoch Probleme ihr Verhalten im Kontakt mit anderen Leuten angemessen anzupassen (Ronk et al., 2011; Stroes et al., 2003). Ob Patienten mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten wirklich hinsichtlich der Gedächtnisleistung von der Wachheit profitieren, wenn es sich um soziale Stimuli in Form von Gesichtern handelt, sollte in weiteren psychophysiologischen Studien überprüft werden. In der vorliegenden Studie wurden nur Gesichter von Erwachsenen als Stimulus verwendet. Es wäre interessant, ob Gesichtsausdrücke von Gleichaltrigen bei gesunden Kindern und auch bei Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten zu einem anderen Gedächtniseffekt führen würden. Es ist möglich, dass Gesichtsausdrücke von Gleichaltrigen relevanter eingestuft werden, da sich Kinder mit ihnen eher identifizieren können. Der Umgang und das Gewinnen von Akzeptanz unter Kindern und Jugendlichen sowie das Lernen voneinander spielt im Alltag eine wichtige Rolle.

Interessanterweise zeigte sich in den Verhaltensdaten, dass Freude die Emotion ist, die sowohl bei den Patienten als auch bei den Kontrollprobanden am besten erinnert wurde und insgesamt über beide Retentionsintervalle hinweg am besten konsolidiert wurde. Es lässt sich vermuten, dass Gesichter mit der Emotion Freude bei Kindern von besonderer Bedeutung sind. In der Literatur ist beschrieben, dass freundliche Gesichter schneller und exakter verarbeitet werden als andere affektive Gesichtsausdrücke (Calvo et al., 2013). Somit könnte auch die erhöhte Gedächtnisleistung für Gesichter mit freudigem Gesichtsausdruck in der vorliegenden Untersuchung erklärt werden. Andererseits wird in der Literatur diskutiert, dass die Verarbeitung von Gesichtern mit freudigem Ausdruck weniger Aufmerksamkeitskapazitäten benötigt und somit mehr Ressourcen für die Identifikation der Gesichter zur Verfügung stehen. Daher könnte eine erhöhte Gedächtnisleistung im Hinblick auf freudige Gesichtsausdrücke im Vergleich zu negativen Emotionen erzielt werden (D'Argembeau et al., 2007; D'Argembeau & Van der Linden, 2011).

Obwohl die Gedächtnisleistung und die Veränderung des Pupillendurchmessers von dem emotionalen Inhalt der Gesichter beeinflusst wurden, gibt es keinen Hinweis darauf, dass eine bestimmte Emotion eines Gesichtsausdrucks bei der schlafabhängigen Konsolidierung bevorzugt wurde. In der Analyse der Pupillendaten sahen wir, dass Kontrollen im Vergleich zu Patienten nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachbedingung einen stärkeren Wiedererkennungseffekt der Pupillenreaktion zeigen, jedoch scheint

der emotionale Gehalt der Bilder keinen Einfluss zu haben. Wagner und Kollegen (2007) konnten ebenfalls zeigen, dass Schlaf nach dem Lernen im Gegensatz zur Wachheit die Gedächtnisleistung hinsichtlich des Wiedererkennens von Gesichtern fördert. Auch hier war der Effekt unabhängig von der Emotionalität der Gesichtsausdrücke. Das mag daran liegen, dass Gesichtsausdrücke, selbst neutrale Gesichter, als emotional bewertet werden können. Denn selbst ein neutraler Gesichtsausdruck des Gegenübers kann ein Gefühl auslösen (Ohman et al., 2001; Schrammel et al., 2009; Senju et al., 2009). Ein neutraler Gesichtsausdruck kann von dem Betrachter zum Beispiel als Interessenlosigkeit oder Gleichgültigkeit eingeordnet werden und bekommt somit eine emotionale Wertung.

Bei der Auswertung der Pupillendaten erkannten wir, dass die stärkste Pupillendilatation durch ärgerliche und ängstliche Gesichtsausdrücke bei beiden Gruppen hervorgerufen wurde. Dies lässt sich aus physiologischer Sicht nachvollziehen. Ärger und Angst sind Emotionen, die eine Stressreaktion hervorrufen und darüber zu einer Sympathikusaktivierung des vegetativen Nervensystems führen. Der postganglionäre Transmitter Noradrenalin führt zu einer bestimmten Wirkung an den jeweiligen Organen. An der Pupille kommt es durch die Aktivierung des Musculus dilatator pupillae zu einer Zunahme des Pupillendurchmessers. Die geringste Reaktion des Pupillendurchmessers wurde bei glücklichen Gesichtern verzeichnet. Vermutlich ruft die Emotion Freude einen Zustand der Entspannung hervor. Hier überwiegt der parasympathische Anteil des vegetativen Nervensystems. Bei gesunden Kinder ließ sich im Vergleich zu den Kindern mit ADHS ein insgesamt erhöhter Pupillendurchmesser erkennen.

Zusammenfassend betrachtet haben wir in der vorliegenden Studie zeigen können, dass Schlaf bei gesunden Kindern die Wiedererkennung von sozialen Stimuli in Form von Gesichtern fördert. Bezüglich der schlafabhängigen Konsolidierung bei gesunden Kindern konnten wir die Pupillometrie als objektive Messmethode einsetzen. Die Verhaltensdaten und die Pupillometrie offenbarten, dass Schlaf bei Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten keinen positiven Effekt auf die Wiedererkennungsleistung von Gesichtern hat.

## **6 Zusammenfassung**

Es ist bekannt, dass der Schlaf generell die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten fördert. Kinder mit ADHS zeigen allerdings eine veränderte schlafabhängige Konsolidierung. In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, inwiefern gesunde Kinder im Vergleich zu Kindern mit ADHS und Störung

mit oppositionellem Trotzverhalten vom Schlaf hinsichtlich der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten in Form von Gesichtsausdrücken profitieren. Hierzu durchliefen 18 Jungen (8-11 Jahre) mit ADHS begleitet von einer Störung mit oppositionellem Trotzverhalten und 17 gesunde Kinder (9-11 Jahre) ein Gedächtnisparadigma. Hierbei wurden ihnen Gesichter mit den affektiven Ausdrücken Ärger, Angst, Freude und neutrale Gesichtsausdrücke jeweils vor einer Nacht mit Schlaf und vor einem Tag mit Wachheit präsentiert. Die Kinder hatten die Aufgabe sich die Gesichter zu merken. Nach der Nacht bzw. nach dem Tag wurden die Gesichter erneut präsentiert und die Erinnerungsleistungen der Kinder auf der Verhaltensebene gemessen. Zudem wurde mittels Pupillometrie die Pupillenweite der Probanden während der Wiedererkennung erfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass die Patienten im Vergleich zu den Kontrollprobanden keine allgemeinen Defizite bei der Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte aufweisen. Es wurde jedoch deutlich, dass Schlaf bei gesunden Kindern die Wiedererkennung von sozial relevanten Stimuli in Form von Gesichtern fördert. Dieses spiegelte sich auch in der Pupillometrie, welche wir als objektives Messinstrument einsetzten, wider. Bei Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten sahen wir weder in den Verhaltensdaten noch in der Pupillometrie einen positiven Effekt des Schlafes auf die Wiedererkennungsleistung. Diese Daten weisen darauf hin, dass Kinder mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten im Vergleich zu gesunden Kindern nicht vom Schlaf hinsichtlich der Wiedererkennungsleistung von Gesichtern profitieren.

## **7 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zur Fertigstellung dieser Dissertation beigetragen haben. Frau Prof. Dr. Dr. Baving danke ich für die Möglichkeit der Durchführung der Arbeit an ihrer Klinik. Insbesondere möchte ich mich bei Frau Dr. Dipl.-Psych. Ina Molzow und Herrn PD Dipl.-Psych. Dr. Alexander Prehn-Kristensen für die intensive und geduldige Betreuung bedanken. Ihr habt mir jederzeit mit Rat und Tat zu Seite gestanden und mich motiviert diese Arbeit fertigzustellen. Ebenso möchte ich mich bei Frau Dipl.-Biol. Schneckenburger und Frau Kell für die technische Unterstützung bedanken. Für die ausgesprochen unkomplizierte und angenehme Zusammenarbeit während der Datenerhebung danke ich meinen „Mitdotorandinnen“ Dr. Maxine Gesch und Alexandra Förster. Außerdem möchte ich mich bei den Kindern und deren Familien bedanken, die an der Studie teilgenommen haben. Meinen größten und herzlichsten Dank möchte ich meinen Eltern und meinem Partner zukommen lassen. Ihr habt mir das Studium ermöglicht und mich durch Höhen und Tiefen in dieser Zeit begleitet. Danke für eure Geduld, euer Verständnis und eure bedingungslose Liebe.

## 8 Literaturverzeichnis

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorders, 4th ed. (Text revision): DSM IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Aspan, N., Bozsik, C., Gadoros, J., Nagy, P., Inantsy-Pap, J., Vida, P. & Halasz, J. (2014). Emotion recognition pattern in adolescent boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biomed Res Int*, 2014, 761340. doi: 10.1155/2014/761340
- Banaschewski, T., Coghill, D., Santosh, P., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, J., Danckaerts, M., Döpfner, M., Faraone, S. V., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H. C., Sonuga-Barke, E. J. & Taylor, E. (2006). Long-acting medications for the hyperkinetic disorders. A systematic review and European treatment guideline. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 15(8), 476-495.
- Baran, B., Pace-Schott, E. F., Ericson, C. & Spencer, R. M. (2012). Processing of emotional reactivity and emotional memory over sleep. *J Neurosci*, 32(3), 1035-1042. doi: 10.1523/jneurosci.2532-11.2012
- Bergwerff, C. E., Luman, M. & Oosterlaan, J. (2016). No objectively measured sleep disturbances in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Sleep Res*, 25(5), 534-540. doi: 10.1111/jsr.12399
- Biederman, J. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder: a selective overview. *Biol Psychiatry*, 57(11), 1215-1220. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.10.020
- Biederman, J., Mick, E. & Faraone, S. V. (2000). Age-dependent decline of symptoms of attention deficit hyperactivity disorder: impact of remission definition and symptom type. *Am J Psychiatry*, 157(5), 816-818. doi: 10.1176/appi.ajp.157.5.816
- Biederman, J., Newcorn, J. & Sprich, S. (1991). Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. *Am J Psychiatry*, 148(5), 564-577. doi: 10.1176/ajp.148.5.564
- Bölte, S., Feineis-Matthews, S. & Poustka, F. (2003). *Frankfurter Test und Training des Erkennens von facialem Affekt, FEFA*. Frankfurt am Main: J.W. Goethe-Universitätsklinikum.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Cadesky, E. B., Mota, V. L. & Schachar, R. J. (2000). Beyond words: how do children with ADHD and/or conduct problems process nonverbal information about affect? *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 39(9), 1160-1167. doi: 10.1097/00004583-200009000-00016
- Calvo, M. G. & Beltran, D. (2013). Recognition advantage of happy faces: tracing the neurocognitive processes. *Neuropsychologia*, 51(11), 2051-2061. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.07.010
- Calvo, M. G. & Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): identification under different display-duration conditions. *Behav Res Methods*, 40(1), 109-115.
- Campbell, I. G., Darchia, N., Higgins, L. M., Dykan, I. V., Davis, N. M., de Bie, E. & Feinberg, I. (2011). Adolescent changes in homeostatic regulation of EEG activity in the delta and theta frequency bands during NREM sleep. *Sleep*, 34(1), 83-91.
- Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, W., Jeffries, N. O., Greenstein, D. K., Clasen, L. S., Blumenthal, J. D., James, R. S., Ebens, C. L., Walter, J. M., Zijdenbos, A., Evans, A. C., Giedd, J. N. & Rapoport, J. L. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA* 288(14), 1740-1748.
- Corbett, B. & Glidden, H. (2000). Processing affective stimuli in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Child Neuropsychol*, 6(2), 144-155. doi: 10.1076/chin.6.2.144.7056
- Cortese, S. (2015). Sleep and ADHD: what we know and what we do not know. *Sleep Med*, 16(1), 5-6. doi: 10.1016/j.sleep.2014.10.003
- Cortese, S., Konofal, E., Bernardina, B. D., Mouren, M. C. & Lecendreux, M. (2009). Sleep disturbances and serum ferritin levels in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 18(7), 393-399. doi: 10.1007/s00787-009-0746-8

- D'Argembeau, A. & Van der Linden, M. (2007). Facial expressions of emotion influence memory for facial identity in an automatic way. *Emotion, 7*(3), 507-515. doi: 10.1037/1528-3542.7.3.507
- D'Argembeau, A. & Van der Linden, M. (2011). Influence of facial expression on memory for facial identity: effects of visual features or emotional meaning? *Emotion, 11*(1), 199-202. doi: 10.1037/a0022592
- Delmo, C., Weiffenbach, O., Gabriel, M., Bölte, S., Marchio, E. & Poustka, F. (2000). *Kiddie-SADS-present and lifetime version (K-SADS-PL), 3rd edn.* (3rd ed.). Frankfurt, Germany: Clinic of Child and Adolescent Psychiatry.
- Diekelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci, 11*(2), 114-126. doi: 10.1038/nrn2762
- Döpfner, M., Breuer, D., Wille, N., Erhart, M. & Ravens-Sieberer, U. (2008). How often do children meet ICD-10/DSM-IV criteria of attention deficit-/hyperactivity disorder and hyperkinetic disorder? Parent-based prevalence rates in a national sample--results of the BELLA study. *Eur Child Adolesc Psychiatry, 17 Suppl 1*, 59-70. doi: 10.1007/s00787-008-1007-y
- Döpfner, M., Schmeck, K. & Berner, W. (1994). *Handbuch: Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen: Forschungsergebnisse zur deutschen Fassung der Child Behavior Checklist (CBCL):* Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik.
- Downs, A. & Smith, T. (2004). Emotional understanding, cooperation, and social behavior in high-functioning children with autism. *J Autism Dev Disord, 34*(6), 625-635.
- Ebner, N. C., Riediger, M. & Lindenberger, U. (2010). FACES—A database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: Development and validation. *Behavior Research Methods, 42*(1), 351-362. doi: 10.3758/brm.42.1.351
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *J Pers Soc Psychol, 17*(2), 124-129.
- Elia, J., Ambrosini, P. & Berrettini, W. (2008). ADHD characteristics: I. Concurrent co-morbidity patterns in children & adolescents. *Child Adolesc Psychiatry Ment Health, 2*(1), 15. doi: 10.1186/1753-2000-2-15
- Faraone, S. V. & Biederman, J. (1998). Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry, 44*(10), 951-958.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Jetton, J. G. & Tsuang, M. T. (1997). Attention deficit disorder and conduct disorder: longitudinal evidence for a familial subtype. *Psychol Med, 27*(2), 291-300.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Spencer, T. J. & Aleardi, M. (2006). Comparing the efficacy of medications for ADHD using meta-analysis. *MedGenMed, 8*(4), 4.
- Gesch, M. (2014). *Der Einfluss von Schlaf versus Wachheit auf das Belohnungs- und Bestrafungslernen bei Kindern mit einer ADHS.* Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjo, B., Soderstrom, H., Rastam, M., Johnson, M., Rothenberger, A. & Niklasson, L. (2004). Co-existing disorders in ADHD -- implications for diagnosis and intervention. *Eur Child Adolesc Psychiatry, 13 Suppl 1*, 180-92. doi: 10.1007/s00787-004-1008-4
- Goldinger, S. D., He, Y. & Papesch, M. H. (2009). Deficits in cross-race face learning: insights from eye movements and pupillometry. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn, 35*(5), 1105-1122. doi: 10.1037/a0016548
- Graubner, B. (2013). *ICD-10-GM 2014 Systematisches Verzeichnis: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme 11. Revision-German Modification Version 2014:* Deutscher Ärzteverlag.
- Gruber, R. (2009). Sleep characteristics of children and adolescents with attention deficit-hyperactivity disorder. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am, 18*(4), 863-876.
- Gur, R. C., Sara, R., Hagendoorn, M., Marom, O., Hughett, P., Macy, L., Turner, T., Bajcsy, R., Posner, A. & Gur, R. E. (2002). A method for obtaining 3-dimensional facial expressions and its standardization for use in neurocognitive studies. *J Neurosci Methods, 115*(2), 137-143.

- Hart, E. L., Lahey, B. B., Loeber, R., Applegate, B. & Frick, P. J. (1995). Developmental change in attention-deficit hyperactivity disorder in boys: a four-year longitudinal study. *J Abnorm Child Psychol*, 23(6), 729-749.
- Hoehl, S. & Peykarjou, S. (2012). The early development of face processing--what makes faces special? *Neurosci Bull*, 28(6), 765-788. doi: 10.1007/s12264-012-1280-0
- Huh, Y., Choi, I., Song, M., Kim, S., Hong, S. D. & Joung, Y. (2011). A comparison of comorbidity and psychological outcomes in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Investig*, 8(2), 95-101. doi: 10.4306/pi.2011.8.2.95
- Jenni, O. G. & Carskadon, M. A. (2004). Spectral analysis of the sleep electroencephalogram during adolescence. *Sleep*, 27(4), 774-783.
- Jones, A. P., Laurens, K. R., Herba, C. M., Barker, G. J. & Viding, E. (2009). Amygdala hypoactivity to fearful faces in boys with conduct problems and callous-unemotional traits. *Am J Psychiatry*, 166(1), 95-102. doi: 10.1176/appi.ajp.2008.07071050
- Kahneman, D. & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.
- Klinke, R, Pape, HC & Silbernagl, S. (2005). Physiologie.(5. komplett überarbeitete Auflage): Stuttgart: Thieme.
- Knölker, U. (2001). *Aufmerksamkeits-Defizit/Hyperaktivitäts-Störungen (ADHS): Fakten und Legenden, Probleme und Lösungen*: UNI-MED-Verlag.
- Kurth, S., Ringli, M., Geiger, A., LeBourgeois, M., Jenni, O. G. & Huber, R. (2010). Mapping of cortical activity in the first two decades of life: a high-density sleep electroencephalogram study. *J Neurosci*, 30(40), 13211-13219. doi: 10.1523/jneurosci.2532-10.2010
- Laeng, B., Sirois, S. & Gredeback, G. (2012). Pupillometry: A Window to the Preconscious? *Perspect Psychol Sci*, 7(1), 18-27. doi: 10.1177/1745691611427305
- Lay, B., Blanz, B. & Schmidt, M. H. (2001). Effectiveness of home treatment in children and adolescents with externalizing psychiatric disorders. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 10 Suppl 1, 180-90.
- Loeber, R., Burke, J. D. & Lahey, B. B. (2002). What are adolescent antecedents to antisocial personality disorder? *Crim Behav Ment Health*, 12(1), 24-36.
- Luman, M., Oosterlaan, J. & Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: a review and theoretical appraisal. *Clin Psychol Rev*, 25(2), 183-213.
- Lundqvist, D., Flykt, A. & Öhman, A. (1998). Karolinska directed emotional faces (KDEF). *Karolinska Institutet, Stockholm*.
- Mao, A. R. & Findling, R. L. (2014). Comorbidities in adult attention-deficit/hyperactivity disorder: a practical guide to diagnosis in primary care. *Postgrad Med*, 126(5), 42-51. doi: 10.3810/pgm.2014.09.2799
- Marsh, A. A., Finger, E. C., Mitchell, D. G., Reid, M. E., Sims, C., Kosson, D. S., Towbin, K. E., Leibenluft, E., Pine, D. S. & Blair, R. J. (2008). Reduced amygdala response to fearful expressions in children and adolescents with callous-unemotional traits and disruptive behavior disorders. *Am J Psychiatry*, 165(6), 712-720. doi: 10.1176/appi.ajp.2007.07071145
- Matthews, M., Nigg, J. T. & Fair, D. A. (2014). Attention deficit hyperactivity disorder. *Curr Top Behav Neurosci*, 16, 235-266. doi: 10.1007/7854\_2013\_249
- Millichap, J. G. (2008). Etiologic classification of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 121(2), e358-365. doi: 10.1542/peds.2007-1332
- Minear, M. & Park, D. C. (2004). A lifespan database of adult facial stimuli. *Behav Res Methods Instrum Comput*, 36(4), 630-633.
- Mogras, M. A., Guillem, F. & Godbout, R. (2008). Event-related potentials differentiates the processes involved in the effects of sleep on recognition memory. *Psychophysiology*, 45(3), 420-434. doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00643.x
- Mogras, M.A., Godbout, R. & Guillem, F. (2006). The ERP old-new effect: A useful indicator in studying the effects of sleep on memory retrieval processes. *Sleep*, 29(11), 1491-1500.

- Montefinese, M., Ambrosini, E., Fairfield, B. & Mammarella, N. (2013). The "subjective" pupil old/new effect: is the truth plain to see? *Int J Psychophysiol*, *89*(1), 48-56. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.05.001
- Nijmeijer, J. S., Minderaa, R. B., Buitelaar, J. K., Mulligan, A., Hartman, C. A. & Hoekstra, P. J. (2008). Attention-deficit/hyperactivity disorder and social dysfunctioning. *Clin Psychol Rev*, *28*(4), 692-708. doi: 10.1016/j.cpr.2007.10.003
- Ohman, A., Lundqvist, D. & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: a threat advantage with schematic stimuli. *J Pers Soc Psychol*, *80*(3), 381-396.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*(1), 97-113.
- Otero, S. C., Weekes, B. S. & Hutton, S. B. (2011). Pupil size changes during recognition memory. *Psychophysiology*, *48*(10), 1346-1353. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01217.x
- Papesh, M. H., Goldinger, S. D. & Hout, M. C. (2012). Memory strength and specificity revealed by pupillometry. *Int J Psychophysiol*, *83*(1), 56-64. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.10.002
- Pelc, K., Kornreich, C., Foisy, M. L. & Dan, B. (2006). Recognition of emotional facial expressions in attention-deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Neurol*, *35*(2), 93-97. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2006.01.014
- Plomp, E., Van Engeland, H. & Durston, S. (2009). Understanding genes, environment and their interaction in attention-deficit hyperactivity disorder: is there a role for neuroimaging? *Neuroscience*, *164*(1), 230-240. doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.07.024
- Prehn-Kristensen, A., Göder, R., Fischer, J., Wilhelm, I., Seeck-Hirschner, M., Aldenhoff, J. & Baving, L. (2011). Reduced sleep-associated consolidation of declarative memory in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Sleep Med*, *12*(7), 672-679. doi: 10.1016/j.sleep.2010.10.010
- Prehn-Kristensen, A., Molzow, I., Munz, M., Wilhelm, I., Müller, K., Freytag, D., Wiesner, C. D. & Baving, L. (2011). Sleep restores daytime deficits in procedural memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Res Dev Disabil*, *32*(6), 2480-2488. doi: 10.1016/j.ridd.2011.06.021
- Prehn-Kristensen, A., Munz, M., Molzow, I., Wilhelm, I., Wiesner, C. D. & Baving, L. (2013). Sleep promotes consolidation of emotional memory in healthy children but not in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *PLoS One*, *8*(5), e65098. doi: 10.1371/journal.pone.0065098
- Rasch, B. & Born, J. (2013). About Sleep's Role in Memory. *Physiol Rev*, *93*(2), 681-766. doi: 10.1152/physrev.00032.2012
- Rechtschaffen, A. & Kales, A. (1968). *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages in Human Subject*. Washington DC: US Government Printing Office, National Institute of Health Publication.
- 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. *Cortex*, *49*(1), 340-347. doi: 10.1016/j.cortex.2012.07.007
- Ronk, M. J., Hund, A. M. & Landau, S. (2011). Assessment of social competence of boys with attention-deficit/hyperactivity disorder: problematic peer entry, host responses, and evaluations. *J Abnorm Child Psychol*, *39*(6), 829-840. doi: 10.1007/s10802-011-9497-3
- Rösler, M., Retz, W., Retz-Junginger, P., Hengesbach, G., Schneider, M., Supprian, T., Schwitzgebel, P., Pinhard, K., Dovi-Akue, N., Wender, P. & Thome, J. (2004). Prevalence of attention deficit-/hyperactivity disorder (ADHD) and comorbid disorders in young male prison inmates. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, *254*(6), 365-371. doi: 10.1007/s00406-004-0516-z
- Schlack, R., Holling, H., Kurth, B. M. & Huss, M. (2007). [The prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) among children and adolescents in Germany. Initial results from the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, *50*(5-6), 827-835. doi: 10.1007/s00103-007-0246-2

- Schrammel, F., Pannasch, S., Graupner, S. T., Mojzisch, A. & Velichkovsky, B. M. (2009). Virtual friend or threat? The effects of facial expression and gaze interaction on psychophysiological responses and emotional experience. *Psychophysiology*, *46*(5), 922-931. doi: 10.1111/j.1469-8986.2009.00831.x
- Schwerdtle, B & Hautzinger, M. (2010). Validation and psychometric properties of the German version of the Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ-DE). *Somnologie-Schlafforschung und Schlafmedizin*, *14*(4), 260-266.
- Schwerdtle, B., Roeser, K., Kübler, A. & Schlarb, A. A. (2010). Validierung und psychometrische Eigenschaften der deutschen Version des Sleep Self Report (SSR-DE). *Somnologie*, *14*, 267-274.
- Senju, A. & Johnson, M. H. (2009). The eye contact effect: mechanisms and development. *Trends Cogn Sci*, *13*(3), 127-134. doi: 10.1016/j.tics.2008.11.009
- Simion, F. & Giorgio, E. D. (2015). Face perception and processing in early infancy: inborn predispositions and developmental changes. *Front Psychol*, *6*, 969. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00969
- Singh, S. D., Ellis, C. R., Winton, A. S., Singh, N. N., Leung, J. P. & Oswald, D. P. (1998). Recognition of facial expressions of emotion by children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Behav Modif*, *22*(2), 128-142.
- Sinzig, J., Morsch, D. & Lehmkuhl, G. (2008). Do hyperactivity, impulsivity and inattention have an impact on the ability of facial affect recognition in children with autism and ADHD? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *17*(2), 63-72. doi: 10.1007/s00787-007-0637-9
- Smidt, J., Heiser, P., Dempfle, A., Konrad, K., Hemminger, U., Kathofer, A., Halbach, A., Strub, J., Grabarkiewicz, J., Kiefl, H., Linder, M., Knolker, U., Warnke, A., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B. & Hebebrand, J. (2003). [Formal genetic findings in attention-deficit/hyperactivity-disorder]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, *71*(7), 366-377. doi: 10.1055/s-2003-40561
- Solanto, M. V. (2002). Dopamine dysfunction in AD/HD: integrating clinical and basic neuroscience research. *Behav Brain Res*, *130*(1-2), 65-71.
- Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder: from common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biol Psychiatry*, *57*(11), 1231-1238. doi: 10.1016/j.biopsych.2004.09.008
- Sprich, S., Biederman, J., Crawford, M. H., Mundy, E. & Faraone, S. V. (2000). Adoptive and biological families of children and adolescents with ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *39*(11), 1432-1437. doi: 10.1097/00004583-200011000-00018
- Stickgold, R. (2006). Neuroscience: a memory boost while you sleep. *Nature*, *444*(7119), 559-560.
- Stroes, A., Alberts, E. & Van Der Meere, J. J. (2003). Boys with ADHD in social interaction with a nonfamiliar adult: an observational study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, *42*(3), 295-302. doi: 10.1097/00004583-200303000-00009
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., Marcus, D. J., Westerlund, A., Casey, B. J. & Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: judgments from untrained research participants. *Psychiatry Res*, *168*(3), 242-249. doi: 10.1016/j.psychres.2008.05.006
- Tsukiura, T. (2012). Neural mechanisms underlying the effects of face-based affective signals on memory for faces: a tentative model. *Front Integr Neurosci*, *6*, 50. doi: 10.3389/fnint.2012.00050
- Vermeiren, R., De Clippele, A. & Deboutte, D. (2000). A descriptive survey of Flemish delinquent adolescents. *J Adolesc*, *23*(3), 277-285. doi: 10.1006/jado.2000.0314
- Vo, M. L., Jacobs, A. M., Kuchinke, L., Hofmann, M., Conrad, M., Schacht, A. & Hutzler, F. (2008). The coupling of emotion and cognition in the eye: introducing the pupil old/new effect. *Psychophysiology*, *45*(1), 130-140. doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00606.x

- Wagner, U., Gais, S. & Born, J. (2001). Emotional memory formation is enhanced across sleep intervals with high amounts of rapid eye movement sleep. *Learn Mem*, 8(2), 112-119. doi: 10.1101/lm.36801
- Wagner, U., Hallschmid, M., Rasch, B. & Born, J. (2006). Brief sleep after learning keeps emotional memories alive for years. *Biol Psychiatry*, 60(7), 788-790. doi: 10.1016/j.biopsych.2006.03.061
- Wagner, U., Hallschmid, M., Verleger, R. & Born, J. (2003). Signs of REM sleep dependent enhancement of implicit face memory: a repetition priming study. *Biol Psychiatry*, 62, 197-210.
- Wagner, U., Kashyap, N., Diekelmann, S. & Born, J. (2007). The impact of post-learning sleep vs. wakefulness on recognition memory for faces with different facial expressions. *Neurobiol Learn Mem*, 87(4), 679-687. doi: 10.1016/j.nlm.2007.01.004
- Wallis, D., Russell, H. F. & Muenke, M. (2008). Review: Genetics of attention deficit/hyperactivity disorder. *J Pediatr Psychol*, 33(10), 1085-1099. doi: 10.1093/jpepsy/jsn049
- Wankerl, B., Hauser, J., Makulska-Gertruda, E., Reissmann, A., Sontag, T. A., Tucha, O. & Lange, K. W. (2014). [Neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 82(1), 9-29. doi: 10.1055/s-0033-1355710
- Watzlawik, M. (2009). Die Erfassung des Pubertätsstatus anhand der pubertal development scale: Erste Schritte zur Evaluation einer deutschen Übersetzung. *Diagnostica*, 55(1), 55-65.
- Weidlich, S. & Lamberti, G. (2001). *Diagnosticum für Cerebralschädigung: DCS; ein visueller Lern- und Gedächtnistest; nach F. Hillers*: Huber.
- Weiss, R. H. (2006). *CFT 20-R: grundintelligenztest skala 2-revision*: Hogrefe.
- Wilens, T. E., Biederman, J., Brown, S., Tanguay, S., Monuteaux, M. C., Blake, C. & Spencer, T. J. (2002). Psychiatric comorbidity and functioning in clinically referred preschool children and school-age youths with ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 41(3), 262-268. doi: 10.1097/00004583-200203000-00005
- Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A. & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation--what can be learnt from children? *Neurosci Biobehav Rev*, 36(7), 1718-1728. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.03.002
- Wilmer, J. B., Germine, L., Chabris, C. F., Chatterjee, G., Williams, M., Loken, E., Nakayama, K. & Duchaine, B. (2010). Human face recognition ability is specific and highly heritable. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 107(11), 5238-5241. doi: 10.1073/pnas.0913053107
- Wirtz, M. A. & Strohmmer, J. (2014). *Dorsch-Lexikon der Psychologie*.
- Wolke, D., Rizzo, P. & Woods, S. (2002). Persistent infant crying and hyperactivity problems in middle childhood. *Pediatrics*, 109(6), 1054-1060.
- Yuill, N. & Lyon, J. (2007). Selective difficulty in recognising facial expressions of emotion in boys with ADHD. General performance impairments or specific problems in social cognition? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 16(6), 398-404. doi: 10.1007/s00787-007-0612-5
- Zimmermann, P., Gondan, M & Fimm, B (2004). *KITAP Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder. Handbuch*. Freiburg: Psytest.

## **9 Anhänge**

A Zustimmung der Ethik-Kommission

B Telefoncheckliste

C Nächtebuch

D Tagebuch

E Persönliche Daten

## Anhang A Zustimmung der Ethik-Kommission

**MEDIZINISCHE FAKULTÄT  
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL**



A.D. 1665

### ETHIK-KOMMISSION

Universitäts-Kinderklinik · Schwanenweg 20 · 24105 Kiel

Dipl.-Psych. Dr. A. Prehn,  
Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Zentrum für Integrative Psychiatrie ZIP gGmbH  
Niemannsweg 147  
24105 Kiel

Postadresse:  
Arnold-Heller-Straße 3 / Haus 9  
D-24105 Kiel

Telefon 04 31 / 597-18 09  
Telefax 04 31 / 597-53 33

4.10.2011

Datum:

**AZ.: A 164/07**

(bitte stets angeben)

**Studienplan:**

**Die Bedeutung des Schlafs für die Konsolidierung emotionaler und nicht-emotionaler Gedächtnisinhalte bei Kindern mit und ohne Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**

**Antragsteller:**

**Dipl.-Psych. Dr. A. Prehn, Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie, Zentrum für Integrative Psychiatrie, Kiel**

**Datum des Erst-**

**Antrages:**

**16.10.2007**

**Ihr Schreiben**

**vom:**

**7.9.2011 – Erweiterungsantrag: „Gesichter und Schlaf“**

Sehr geehrter Herr Prehn-Kristensen,

vielen Dank für Ihr oben genanntes Schreiben mit dem Erweiterungsantrag und der Elterninformation und Einwilligungserklärung, Patienteninformation und Einwilligungserklärung sowie Probandeninformation und Einwilligungserklärung.

Nach Durchsicht der Unterlagen durch die Geschäftsstelle und durch mich als Vorsitzenden der Ethik-Kommission bestehen gegen die Durchführung der Studie keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken.

Wir bitten Sie, unsere Kommission über wesentliche Änderungen des Protokolls (Amendments) zu unterrichten und uns das Ende der Studie mitzuteilen, einschließlich eines kurzen Berichts mit einem Hinweis, ob im Laufe der Studie ethische oder juristische Probleme aufgetreten sind.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen

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

  
Dr. med. Christine Glinicke  
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

## Anhang B Telefoncheckliste

<b>Telefon-Checkliste EmoFace-Studie – Studie 9</b>	Datum	Vp-Nr.
		(Bleistift)

Patient  Kontrolle

Kontakt durch: \_\_\_\_\_ Name

Kind: \_\_\_\_\_

Name Eltern: \_\_\_\_\_ Tel.

privat: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_ weitere Tel:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ E-

Mail: \_\_\_\_\_

Geb.-Datum: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ (9 – 11 Jahre) Händigkeit:  li.  beid.  re.

Schulart:  Gym.  Real.  Haupt.  Grund.  Ges.  Sond.. Kl. \_\_\_\_ Leistungen (Ø Zeugnis): \_\_\_\_\_ \*

Leistungsprobleme:  ja

welche? \_\_\_\_\_  nein

(LRS abfragen wg. CFT-20)

Soz./emot. Probleme:  ja welche? \_\_\_\_\_

nein

(Verhaltensauffälligkeiten, psychische Auffälligkeiten/Störungen, traumatische Erlebnisse)

Vorheriger Kontakt zur Beratungsstelle  ja beschreibe: \_\_\_\_\_

nein

(Kinder-/ Jugendpsychiater/ Schulpsychologen/Erziehungsberatung)

Symptome/Diagnose: \_\_\_\_\_

(Suizidalität, Borderline, Asperger)

Geburtsgewicht\*\* : \_\_\_\_\_

(Ausschluss < 1500gr)

Ist das Kind gesund?

Akute Erkrankungen  ja welche? \_\_\_\_\_

nein

Chronische Erkrankungen?  ja welche? \_\_\_\_\_

nein (neurologisch: Kopfverletzungen, Gehirnerschütterung/bewusstlos ?, Hirntumor, Wahrnehmungsstörungen; hormonell: Schilddrüse, Diabetes; immunologisch: Allergien) Cortisonhaltige Präparate, Antihistaminika

Zurzeit Medikamente/ Drogen ?

nein

ja Name? \_\_\_\_\_ warum? \_\_\_\_\_ seit

wann? \_\_\_\_\_

Name? \_\_\_\_\_ warum? \_\_\_\_\_ seit

wann? \_\_\_\_\_

Schlafprobleme:  ja

welche? \_\_\_\_\_  nein

(letzte 2 Wo.: Einschlaf-, Durchschlafstörungen, vorzeitiges Erwachen,

unregelmäßiger Schlaf-Wach-Rhythmus, Tagesschläfrigkeit; organische Schlafstörungen: Restless-Legs, Bettnässen, Atemaussetzer, Schnarchen/Schlaf-Apnoe)

Schlafgewohnheiten? Aufstehen \_\_\_\_\_ Uhr      Einschlafen \_\_\_\_\_ Uhr      regelm. Mittagsschlaf?  
\_\_\_\_\_ Uhr  
(mind. 2x/  
Woche)

Benötigt Brille? \*\*\*                       ja       nein

sonstige Einschränkungen/ Behinderungen?       ja welche? \_\_\_\_\_  nein

Wenn keine Teilnahme: dürfen wir bei der nächsten Studie wieder anrufen?  ja       nein  
\_\_\_\_\_

Infomaterial: per Post       per Email       (Adressen überprüfen)

<p>Bemerkungen:</p>	<p><i>*Kopie od. Original d. Zeugnis mitbringen</i></p> <p><i>**U-Heft mitbringen</i></p> <p><i>*** Brille/ Kontaktlinsen mitbringen</i></p>
---------------------	--

## Anhang C Nächtebuch

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



## 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.

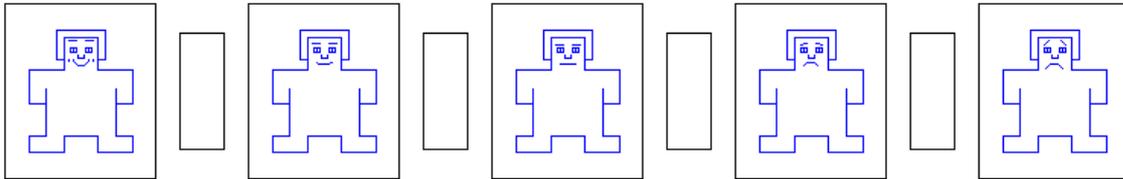
Aus diesem Grund bitten wir Dich, folgende Fragen zu beantworten.

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**.

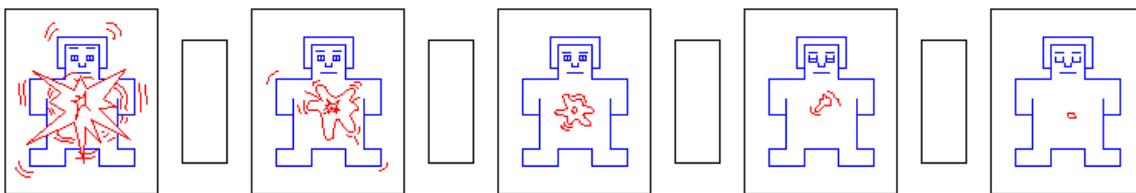
Die erste Reihe ist die **glücklich vs. unglücklich Skala**.



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.

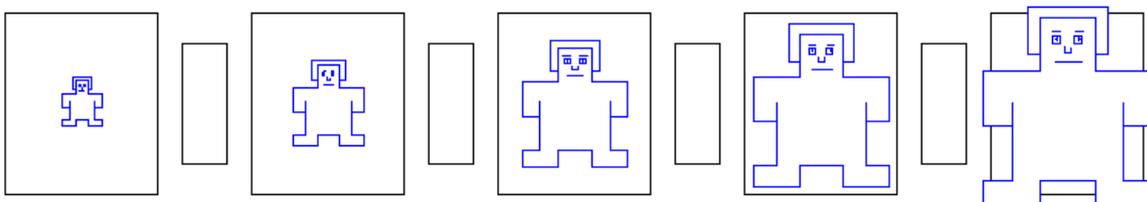
Die Figuren erlauben Dir auch dazwischen liegende Gefühlszustände darzustellen, indem Du ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzt. Falls Deiner Beurteilung nach Dein Gefühlszustand *zwischen* zwei der Bilder fällt, dann setze ein „X“ zwischen die Figuren.

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, schläfrig 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.

<p><b>völlig</b> glücklich erfreut zufrieden</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p><b>völlig</b> unglücklich genervt unzufrieden</p>
<p><b>völlig</b> entspannt ruhig schwerfällig träge</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p><b>völlig</b> angeregt rasend nervös</p>
<p>schliefzig</p>	Neutral			
<p><b>völlig</b> fremdbestimmt beeinflusst umsorg eingeschüchtert</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p><b>völlig</b> einflussreich alles unter Kontrolle selbstbestimmt bedeutsam</p>

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.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>völlig</b> glücklich erfreut zufrieden	Neutral			<b>völlig</b> unglücklich genervt unzufrieden
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>völlig</b> entspannt ruhig schwerfällig träge schläfrig				<b>völlig</b> angeregt rasend nervös
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>völlig</b> fremdbestimmt beeinflusst umsorg eingeschüchtert				<b>völlig</b> einflussreich alles unter Kontrolle selbstbestimmt bedeutsam

Bitte beantworte die folgenden Fragen indem Du entweder einen **senkrechten Strich** auf die Linie setzt, oder eine **Zahl** einträgst und 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> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"><div style="text-align: center;"> </div><div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"><div style="position: absolute; left: -5px; top: -5px; width: 10px; height: 10px;"></div><div style="position: absolute; right: -5px; top: -5px; width: 10px; height: 10px;"></div></div><div style="text-align: center;"> </div></div> <p style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"><span style="text-align: center;">sehr erholsam</span><span style="text-align: center;">gar nicht erholsam</span></p>			
<p><b>Wie fühlst Du Dich jetzt?</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"><div style="text-align: center;"> </div><div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"><div style="position: absolute; left: -5px; top: -5px; width: 10px; height: 10px;"></div><div style="position: absolute; right: -5px; top: -5px; width: 10px; height: 10px;"></div></div><div style="text-align: center;"> </div></div> <p style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"><span style="text-align: center;">sehr müde</span><span style="text-align: center;">sehr wach</span></p>			
<p><b>Wie lange hat es gedauert, bis Du eingeschlafen bist?</b></p> <p style="margin-top: 10px;">ca. _____ Minuten</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>Dauert es normalerweise</b></p> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">weniger lang</td><td style="padding: 5px;">gleich lang</td><td style="padding: 5px;">länger</td></tr></table> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;">?</p>	weniger lang	gleich lang	länger
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	?
--------	-------------	--------	---

Vielleicht kannst Du Dich noch an die Zeit erinnern, zu der Du

1. gestern Abend ins Bett gegangen bist? .....

2. heute Morgen aufgestanden bist? .....

## Anhang D Tagebuch

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



## Mein „Tagebuch“

Mit Hilfe dieses Fragebogens wollen wir herausfinden, wie es Dir **im Moment** geht und was Du **heute** alles erlebt hast.

Hierfür wirst Du gebeten, einmal nach dem Aufstehen und vor dem Schlafengehen die folgenden Fragen zu beantworten.

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

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

<p><b>völlig</b> glücklich erfreut zufrieden</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p><b>völlig</b> unglücklich genervt unzufrieden</p>
<b>Neutral</b>										
<p><b>völlig</b> entspannt ruhig schwerfällig träge</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p><b>völlig</b> angeregt rasend nervös</p>
<p><b>völlig</b> fremdbestimmt beeinflusst umsorgt eingeschüchtert</p>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<p><b>völlig</b> einflussreich alles unter Kontrolle selbstbestimmt bedeutsam</p>

Bitte beantworte die folgenden Fragen indem Du entweder einen **senkrechten Strich** auf die Linie setzt, oder eine **Zahl** einträgst und 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> <div style="text-align: center;"><p>sehr erholsam <span style="margin-left: 200px;">gar nicht erholsam</span></p></div>			
<p><b>Wie fühlst Du Dich jetzt?</b></p> <div style="text-align: center;"><p>sehr müde <span style="margin-left: 200px;">sehr wach</span></p></div>			
<p><b>Wie lange hat es gedauert, bis Du eingeschlafen bist?</b></p> <p>ca. _____ Minuten</p> <p><b>Dauert es normalerweise</b></p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"><tr><td style="padding: 5px;">weniger lang</td><td style="padding: 5px;">gleich lang</td><td style="padding: 5px;">länger ?</td></tr></table>	weniger lang	gleich lang	länger ?
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 hast Du geschlafen?**

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

**Schläfst Du normalerweise**

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

## Anhang E Persönliche Daten

Name: Nadine Siebenhühner

Geburtsdatum und -ort: 05.03.1983 in Kiel

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: ledig

### Schulische Ausbildung

1994-2002 Hans-Geiger-Gymnasium in Kiel  
Abitur

### Berufliche Ausbildung

01.04.2003-31.03.2006 Ausbildung zur Gesundheits- und Krankenpflegerin  
am UKSH Campus Kiel

### Studium

Oktober 2008-Oktober 2014 Studium der Humanmedizin an der CAU in Kiel

### Beruflicher Werdegang

01.04.2006-31.08.2007 Klinik für Neurologie im UKSH am Campus Kiel  
*Tätigkeit als Gesundheits- und Krankenpflegerin in  
der Grund- und Behandlungspflege*

01.09.2007–30.09.2008 Klinik für Anästhesiologie und Operative  
Intensivmedizin im UKSH am Campus Kiel  
*Tätigkeit als Gesundheits- und Krankenpflegerin im  
Funktionsbereich der Anästhesie*

Seit 01.03.2015 Abteilung für Anästhesie und operative  
Intensivmedizin im Städtisches Krankenhaus Kiel  
*Tätigkeit als Assistenzärztin in Weiterbildung*

## **Praktika**

24.12.2001-04.01.2002	Pflegepraktikum in der Schmerzlinik Kiel
01.08.2002-26.09.2002	Pflegepraktikum im St. Elisabeth- Krankenhaus in Kiel

## Famulaturen

28.02.2011-30.01.2011	Famulatur im Nephrologischen Zentrum in Kiel
12.09.2011-25.09.2011	Famulatur in der Klinik für Dermatologie UKSH am Campus Kiel
26.09.2011-10.10.2011	Famulatur in der Abteilung Anästhesie und Operative Intensivmedizin im Städtischen Krankenhaus in Kiel
03.09.2012-30.09.2012	Famulatur in der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe UKSH am Campus Kiel
28.02.2013-01.04.2013	Famulatur in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie UKSH am Campus Kiel

## Praktisches Jahr

August 2013-Dezember 2014	Chirurgie im FEK Neumünster
Dezember 2013-März 2014	Innere Medizin in der Imland Klinik Rendsburg
April 2014-August 2014	Anästhesie am UKSH Campus Kiel

## **Promotionsarbeit**

Seit 15.11.2012	Doktorandin in der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie der ZIP gGmbH Medizinische Dissertation zum Thema: „Schlafassoziierte Konsolidierung von Gesichtsausdrücken bei Kindern mit ADHS und Störung mit oppositionellem Trotzverhalten im Vergleich zu gesunden Kindern“
-----------------	---

## Publikationen

Vortrag auf dem Kongress der DGKJP, 2013,  
Rostock

Molzow, I., Prehn-Kristensen, A., Siebenhüner, N., Förster A., Munz, M., Baving, L. (2013). Konsolidierung und Bewertung emotionaler Gesichtsausdrücke bei Patienten mit einer hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens im Vergleich zu gesunden Kindern.

Biological Psychology; 2017

Prehn-Kristensen, A., Molzow, I., Förster, A., Siebenhüner, N., Gesch, M., Wiesner, C. D. & Baving, L. (2017). Memory consolidation of socially relevant stimuli during sleep in healthy children and children with attention- deficit/ hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder: what you can see in their eyes. *Biol Psychol*, 123, 196-204. doi:10.1016/j.biopsycho.2016.12.017