

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie, Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH (ZIP)

(Direktorin Frau Prof. Dr. Dr. Lioba Baving)

im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

# **DIE ROLLE PRÄFRONTALER FUNKTIONEN BEI DER ENKODIERUNGSLEISTUNG FÜR DIE SCHLAFASSOZIIERTE KONSOLIDIERUNG VERBAL-DEKLARATIVER GEDÄCHTNISLEISTUNG**

**Inauguraldissertation**

**zur**

**Erlangung der Doktorwürde der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät**

**der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

**vorgelegt von**

**Kristina-Marie Schwarz**

**aus Eutin**

**Kiel 2020**



Aus der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie, Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH (ZIP)

(Direktorin Frau Prof. Dr. Dr. Lioba Baving)

im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

# **DIE ROLLE PRÄFRONTALER FUNKTIONEN BEI DER ENKODIERUNGSLEISTUNG FÜR DIE SCHLAFASSOZIIERTE KONSOLIDIERUNG VERBAL-DEKLARATIVER GEDÄCHTNISLEISTUNG**

**Inauguraldissertation**

**zur**

**Erlangung der Doktorwürde der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät**

**der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

**vorgelegt von**

**Kristina-Marie Schwarz**

**aus Eutin**

**Kiel 2020**

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

2. Berichterstatter/in: Prof. Dr. Robert Göder, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie

Tag der mündlichen Prüfung: 18.03.2021

Zum Druck genehmigt: Kiel, den 27.11.2020

gez.: Prof. Dr. Petra Ambrosch

(Stellv. Vorsitzende des Ausschusses für Promotion)



# Inhalt

|  |     |
|--|-----|
| I. Abkürzungsverzeichnis .....                           | III |
| II. Tabellenverzeichnis .....                            | V   |
| III. Abbildungsverzeichnis.....                          | V   |
| 1. Einleitung .....                                      | 1   |
| 1.1. Schlaf.....   | 2   |
| 1.1.1. Schlaf und Entwicklung.....                       | 3   |
| 1.1.2. Funktion des Schlafs .....                        | 3   |
| 1.2. Gedächtnis .....                                    | 4   |
| 1.2.1. Gedächtnissysteme .....                           | 4   |
| 1.2.2. Gedächtnisprozesse .....                          | 4   |
| 1.3. Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung..... | 5   |
| 1.3.1. Ätiopathogenese und Behandlung.....               | 6   |
| 1.3.2. Gedächtnisdefizite bei ADHS.....                  | 6   |
| 1.4. Schlaf und Gedächtnis.....                          | 7   |
| 1.4.1. Befunde bei ADHS .....                            | 8   |
| 2. Ableitung der Fragestellung.....                      | 10  |
| 3. Methoden .....  | 11  |
| 3.1. Versuchsteilnehmer .....                            | 11  |
| 3.1.1. Ein- und Ausschlusskriterien .....                | 11  |
| 3.1.2. Beschreibung der finalen Stichprobe .....         | 12  |
| 3.2. Material.....                                       | 13  |
| 3.2.1. Screening.....                                    | 13  |
| 3.2.2. Verfahren zur Kontrolle von Störvariablen.....    | 15  |
| 3.2.3. Polysomnographie.....                             | 16  |
| 3.3. Gedächtnisparadigma .....                           | 17  |
| 3.3.1. Ablauf .....                                      | 18  |
| 3.4. Studienablauf .....                                 | 20  |
| 3.5. Design.....   | 23  |
| 3.5.1. Unabhängige Variablen .....                       | 23  |
| 3.5.2. Abhängige Variablen .....                         | 23  |
| 3.6. Statistische Hypothesen.....                        | 23  |
| 4. Ergebnisse.....                                       | 25  |

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Hypothesenorientierte Auswertung ..... | 25 |
| 4.2. Kontrollvariablen.....                 | 27 |
| 5. Diskussion .....                         | 31 |
| 6. Zusammenfassung .....                    | 36 |
| 7. Literaturverzeichnis .....               | 37 |
| 8. Anhang.....                              | 43 |
| 9. Danksagung .....                         | 85 |
| 10. Veröffentlichungen .....                | 86 |

## **I. Abkürzungsverzeichnis**

|                |  |
|----------------|--|
| ADHS           | Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung   |
| ANOVA          | Analysis of Variance (Varianzanalyse)  |
| CBCL           | Child Behavior Checklist   |
| CFT 20-R       | Cultur-Fair-Test (Grundintelligenztest Skala2 – Revision)  |
| CSHQ-DE        | Childrens Sleep Habits Questionnaire- deutsche Version   |
| DAT-1          | Dopamintransporter-Gen   |
| DCS            | Diagnostikum für Cerebralschädigung  |
| DSM-V          | Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Diagnostischer und Statistischer Leitfaden Psychischer Störungen) in 5. Auflage |
| EDI            | Edinburgh Händigkeitsinventar  |
| EEG            | Elektroenzephalogramm  |
| EMG            | Elektromyogramm  |
| EOG            | Elektrookulogramm  |
| ICD-10         | Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme  |
| IQ             | Intelligenzquotient  |
| KIDDIE-SADS-PL | Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version   |
| M              | Mittelwert   |
| MPH            | Methylphenidat   |
| MT             | Movement time  |
| N-Diff         | Nachtdifferenz   |
| PDS            | Pubertal Development Scale   |

|        |  |
|--------|--|
| PSG    | Polysomnographie                                   |
| REM    | Rapid eye movement                                 |
| SD     | Standardabweichung                                 |
| SEI    | Schlafeffizienzindex                               |
| SEM    | Standardfehler des Mittelwertes                    |
| SO     | Langsame Oszillationen                             |
| SPT    | Sleep period time                                  |
| SSR-DE | Sleep Self Report- deutsche Version                |
| SWA    | Slow wave Aktivität                                |
| SWS    | Slow wave sleep                                    |
| TBZ    | Traubenzucker                                      |
| T-Diff | Tagdifferenz                                       |
| TIB    | Time in bed  |
| TST    | Total sleep time                                   |
| T1     | Unmittelbarer Abruf ohne Feedback am ersten Morgen |
| T2     | Verzögerter Abruf mit Feedback am Abend            |
| T3     | Unmittelbarer Abruf ohne Feedback am Abend         |
| T4     | Verzögerter Abruf ohne Feedback am zweiten Morgen  |
| WASO   | Wake after sleep onset                             |
| WPL    | Wortpaaraufgabe                                    |
| ZIP    | Zentrum für Integrative Psychiatrie                |

## **II. Tabellenverzeichnis**

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe (N=18) .....   | 13 |
| Tabelle 2: Übersicht zur Durchführung/ Inhalte der Untersuchungssitzungen .....             | 22 |
| Tabelle 3: Ergebnisse der Wortpaaraufgabe ohne Puffer (Anzahl korrekter Wortpaare) .....    | 26 |
| Tabelle 4: Einstellung bzgl. der Wirksamkeit (MPH vs. TBZ) und des Einnahmezeitpunkts ..... | 28 |
| Tabelle 5: Subjektives Befinden in den Dimensionen "Valenz", "Arousal" und "Dominanz" ..... | 29 |
| Tabelle 6: Übersicht der Schlafparameter.....   | 30 |

## **III. Abbildungsverzeichnis**

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Gegenüberstellung der EEG-, EOG- und EMG-Signale während der verschiedenen Schlafphasen ..... | 2  |
| Abbildung 2: Die drei Dimensionen (Valenz, Arousal und Dominanz) der Self Assessment Manikin Skala .....   | 16 |
| Abbildung 3: Ablauf der Experimental- und Kontrollbedingung .....  | 18 |
| Abbildung 4: Enkodierung (t1) .....  | 20 |
| Abbildung 5: Enkodierungskontrolle mit Feedback (t2).....  | 20 |
| Abbildung 6: Darstellung der Gedächtnisleistung der Patienten .....  | 26 |
| Abbildung 7: Darstellung der base-line korrigierten Accuracy.....  | 27 |

## **1. Einleitung**

Dass Schlaf ein lebensnotwendiger Zustand ist, haben wahrscheinlich viele schon am eigenen Leib erfahren und auch wenn seine unmittelbaren Funktionen immer noch nicht endgültig geklärt sind, lässt sich bereits sagen, dass Schlaf einen förderlichen Einfluss auf viele Gedächtnisfunktionen hat. So unterstützt er aktiv die Konsolidierung (Festigung) von Gedächtnisinhalten. Voraussetzung ist hierbei, dass die Informationen zuvor erfolgreich enkodiert (initial gespeichert) wurden. Für diese Gedächtnisprozesse sind verschiedene Bereiche des Hirns von großer Bedeutung. Im Fokus stehen der Hippokampus und der Präfrontalkortex.

Bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS), welche zu den häufigsten psychischen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter zählt, kommt es, neben der Kernsymptomatik Hyperaktivität, Unaufmerksamkeit und Impulsivität, zu Defiziten in der mit Schlaf assoziierten Konsolidierung von Gedächtnisinhalten und zu Defiziten in der Enkodierung von Informationen. Das lässt sich u.a. darauf zurückführen, dass der hierfür wichtige Präfrontalkortex eine reduzierte Funktionalität aufweist. Methylphenidat (MPH) ist das Medikament der Wahl bei ADHS. Es verbessert die oben genannte Kernsymptomatik und unterstützt die Funktionalität der präfrontal lokalisierten Gedächtnisprozesse.

Bei gesunden Kindern konnte gezeigt werden, dass die Einnahme von MPH Leistungen des Langzeitgedächtnisses steigern kann. Bei ADHS ist noch unklar, ob MPH Enkodierungsprozesse im Rahmen von Langzeitgedächtnisleistungen beeinflusst. Anhand dieser Studie soll überprüft werden, welchen Einfluss MPH auf die Gedächtnisenkodierung und die schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung bei ADHS hat.

## 1.1. Schlaf

Als Schlaf wird ein reversibler Zustand verminderten Bewusstseins bezeichnet, der durch charakteristische elektrophysiologische Veränderungen der Gehirnaktivität gekennzeichnet ist (Klinke, Pape, & Silbernagl, 2005). Anhand einer Polysomnographie (PSG) lassen sich durch ein Elektroenzephalogramm (EEG), Elektrookulogramm (EOG) und Elektromyogramm (EMG) sechs verschiedene Schlafstadien bestimmen (Rechtschaffen & Kales, 1968). Unterschieden werden die Schlafstadien S1 bis S4, die zusammengefasst als non-REM-Schlaf (rapid eye movement) bezeichnet werden, von den REM-Schlaf-Phasen und dem Stadium Wach. REM-Schlaf ist durch ein desynchronisiertes EEG-Muster mit Alpha- und Thetaaktivität, schnellen Augenbewegungen und einer muskulären Atonie charakterisiert. Stadium 1 des non-REM-Schlafs ist nur von kurzer Dauer und bezeichnet den Übergang vom Wachzustand zum Schlaf. Es ist durch pendelnde Augenbewegungen und eine sehr niedrige Weckschwelle gekennzeichnet. Das darauffolgende Stadium 2 markiert den eigentlichen Schlafbeginn. Es ist durch spindelförmige Oszillationen (12-16Hz) und hochamplitudige Wellen (K-Komplexe) im EEG charakterisiert. Als Slow Wave Sleep (SWS) oder Deltaschlaf lassen sich die Schlafstadien 3 und 4 zusammenfassen. Im EEG sind Oszillationen von unter 1 Hz, sogenannte langsame Oszillationen (slow oscillations, SO), und ein hoher Anteil an Delta-Wellen (<4Hz) erkennbar (Marshall & Born, 2007; Stickgold, 2006).

Non-REM-Schlaf und REM-Schlaf verlaufen in regelmäßigen Zyklen. Ein Zyklus dauert im Durchschnitt 60 bis 90 Minuten und wiederholt sich pro Nacht ungefähr fünf bis sieben Mal. In der ersten Nachthälfte dominiert der non-REM-Schlaf und der REM-Schlaf dauert nur wenige Minuten. In der zweiten Nachthälfte wird der REM-Schlaf zunehmend dominierend und wechselt sich mit dem Stadium 2 des non-REM-Schlafs ab.

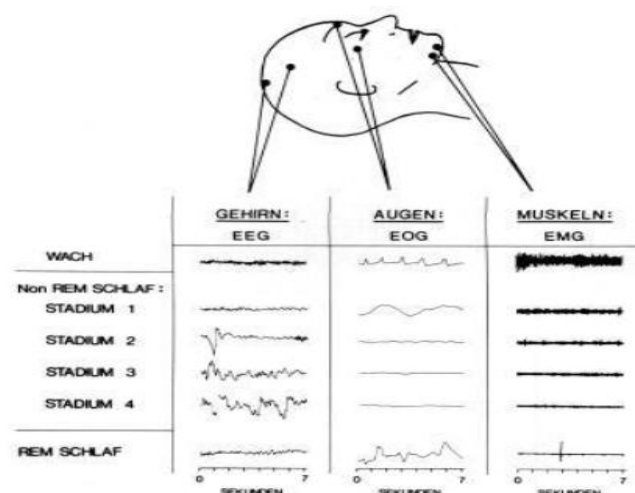


Abbildung 1: Gegenüberstellung der EEG-, EOG- und EMG-Signale während der verschiedenen Schlafphasen, (Borbely & Achermann, 1999)

### **1.1.1. Schlaf und Entwicklung**

Im Laufe des Lebens verändert sich der tägliche Schlaf-Wach-Rhythmus. Der größte Bedingungsfaktor ist hierbei das Alter. So zeigt ein Neugeborenes ein polyphasisches Schlafverhalten mit vielen Schlafzyklen über den Tag und die Nacht verteilt, ein Kleinkind ein biphasisches Schlafverhalten mit Mittagsschlaf und ein Grundschulkind ein monophasisches dem Erwachsenen ähnelndes Schlafverhalten, wobei sich Schlafdauer und Schlafstadien noch unterscheiden. Im Neugeborenenalter findet sich ein REM-Schlaf-Anteil von 50%, der sich bis zum Erwachsenenalter auf 25% reduziert. Auch der Anteil an Slow Wave Aktivität (SWA) ist bei Kindern höher als bei Erwachsenen. Er steigt bis zum Beginn der Pubertät und sinkt danach wieder ab (Campbell et al., 2011; Schäfer, 2011). Hierbei kommt es jedoch nicht nur zu einem Wandel der prozentualen Anteile der SWA am Schlaf, sondern es zeigt sich auch eine Veränderung topographischer Aspekte. So wurde in einer Studie mit hochauflösendem Schlaf-EEG gezeigt, dass sich im Verlauf der Kindheit bis zum Jugendalter die maximale SWA von posterioren Hirnregionen nach anterior verlagert. Dieser topographische Verlauf kann mit einer kortikalen Reifung, die in posterioren Arealen beginnt und sich nach rostral über den frontalen Kortex ausbreitet, in Verbindung gebracht werden (Kurth et al., 2010).

### **1.1.2. Funktion des Schlafs**

Die Funktion des Schlafs ist nach wie vor Gegenstand intensiver Forschung. Ein Teil der Funktion des Schlafs lässt sich beantworten, wenn man die Schlafdauer experimentell manipuliert. Man fühlt sich müde, schlapp, unkonzentriert, gereizt und die Leistungsfähigkeit nimmt ab. Schlaf hat demnach eine Erholungsfunktion für unseren Körper. Gestörter Schlaf kann bei Kindern mit einer Reihe verminderter Leistungen in neuropsychologischen Funktionen einhergehen (Sadeh, Gruber, & Raviv, 2002). Studien haben weiterhin gezeigt, dass durch das Ausbleiben von Schlaf ein Organismus nach einer gewissen Zeit stirbt (Rechtschaffen & Bergmann, 1995). Außerdem beeinflusst Schlaf die Ausschüttung von Wachstumshormonen und das Immunsystem mit Regeneration und Wundheilung (Wiater & Lehmkuhl, 2011). Zusätzlich kommt ihm eine regenerative Funktion zur Wiederherstellung der kognitiven Leistungsfähigkeit zu. Die Schlafdauer ist positiv assoziiert mit Exekutivfunktionen, Schulnoten, sowie komplexen kognitiven Aufgaben. Zusätzlich haben bildgebende Studien zeigen können, dass durch Schlafmangel besonders die kognitiven Leistungen negativ beeinflusst werden können, die eine Beteiligung des Präfrontalkortex erfordern (Astill, Van der Heijden, Van Ijzendoorn, & Van Someren, 2012; Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof, & Bogels, 2010; Schlarb, Milicevic, Schwerdtle, & Nuerk, 2012). Neben all diesen Funktionen kommt dem Schlafen eine besondere Bedeutung bei dem Lernen und der Gedächtnisbildung zu. Da diese die für die vorliegende Arbeit wichtigsten Funktionen darstellen, werden sie detaillierter im Kapitel 1.4. ausgeführt.

## **1.2. Gedächtnis**

### **1.2.1. Gedächtnissysteme**

Das Gedächtnis lässt sich zum einen zeitlich in Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis, zum anderen inhaltlich in deklaratives und non-deklaratives Gedächtnis unterteilen, wovon letztere Gedächtnisleistungen dem Langzeitgedächtnis zuzuordnen sind. Bewusst verbalisierende Gedächtnisinhalte wie Fakten und episodische Ereignisse beinhaltet das deklarative Gedächtnis, welches stark hippokampusabhängig ist, wohingegen das non-deklarative Gedächtnis eher unbewusste Gedächtnisformen wie motorische Fertigkeiten, klassische Konditionierung und Assoziationen beinhaltet und keiner bestimmten Hirnregion zuzuordnen ist. Zusätzlich kann nach der Art des Materials, welches erinnert werden soll, in das verbale und visuell-räumliche Gedächtnis unterteilt werden (Klinke et al., 2005; Prehn-Kristensen & Göder, 2018). Bereits bei gesunden Neugeborenen kann die Fähigkeit zu non-deklarativen Gedächtnisvorgängen beobachtet werden. Das deklarative Gedächtnis reift jedoch erst später mit der Maturierung des Hippokampus aus. Des Weiteren reifen die Gedächtniskapazität, das Vorwissen und die Fähigkeit zur Anwendung von Strategien während der Enkodierung oder des Abrufs und können somit die Gedächtnisbildung unterstützen (Prehn-Kristensen, 2014). Das Arbeitsgedächtnis, eine Form des Kurzzeitgedächtnisses, stellt zudem eine Art wachabhängigen Arbeitsspeicher dar, welcher sowohl für die Bildung als auch für die schnelle Zugriffsmöglichkeit des deklarativen Gedächtnisses erforderlich ist (Klinke et al., 2005). Die Gedächtnisbildung ist wiederum mit der Präfrontalkortexfunktionalität, welche vollständig nach der Pubertät ausgereift ist, eng assoziiert (Hebscher, Barkan-Abramski, Goldsmith, Aharon-Peretz, & Gilboa, 2016; Moscovitch, 1992; Shing et al., 2010).

### **1.2.2. Gedächtnisprozesse**

Neben der inhaltlichen und zeitlichen Einteilung des Gedächtnisses werden auch die Gedächtnisprozesse unterteilt, die an der Gedächtnisbildung beteiligt sind. Unterschieden werden drei Phasen: Enkodierung (initiale Einspeicherung), Konsolidierung (Festigung der enkodierten Informationen) und der Abruf der gefestigten Informationen (Schermer, 2006). Während der Enkodierung finden komplexe Prozesse der Informationsaufnahme und -integration statt. Sensorische Repräsentationen werden hierbei zeitlich begrenzt zwischengespeichert, sodass sie für eine nachfolgende Gedächtniskonsolidierung aufbereitet werden können (McGaugh, 2000). Durch die Konsolidierung können diese noch schwach zwischengespeicherten sensorischen Repräsentationen in bereits vorhandenes Wissen, also in Gedächtnisspuren bereits bestehender neuronaler Netzwerke, eingebunden werden, wodurch ein Abruf ermöglicht wird. Allerdings ist dieser Prozess störanfällig und bedarf einer Fokussierung kognitiver Ressourcen (Straube, 2012). Hierbei ist das mesolimbische System mit dem Hippokampus und dem präfrontalen Kortex

maßgeblich beteiligt (Eichenbaum, 2000). Dem Präfrontalkortex wird eine wichtige Rolle bei der Ressourcenverteilung zugeschrieben. So wird angenommen, dass über eine motivational gesteuerte top-down Regulation vom Präfrontalkortex ausgehend aufgabenrelevante Informationen bevorzugt verarbeitet, wohingegen aufgabenirrelevante Informationen unterdrückt oder nachrangig behandelt werden. Bildgebende Studien konnten zeigen, dass der Enkodierungserfolg für Langzeitgedächtnisprozesse anhand der Aktivität präfrontaler Hirnstrukturen vorhergesagt werden konnte (Blumenfeld & Ranganath, 2007).

Die Enkodierung und der Abruf finden faktisch nur im Wachen statt, wohingegen die Konsolidierung ihr optimales Milieu im Schlaf findet. Enkodierung und Abruf hängen jedoch auch mit der Schlafqualität und der damit zusammenhängenden kognitiven Leistungsfähigkeit am Tag zusammen (Carskadon, Harvey, & Dement, 1981). So haben die Schlafdauer, Schlafeffizienz, Schlafqualität oder Schlafprobleme Einfluss auf z.B. Aufmerksamkeits- oder Gedächtnisleistungen (Schlarb et al., 2012). Auf den Einfluss des Schlafs auf die Gedächtniskonsolidierung wird in Kapitel 1.4. genauer eingegangen.

### **1.3. Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung**

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ist eine der am häufigsten diagnostizierten psychiatrischen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter (Döpfner, Frölich, & Lehmkuhl, 2013) und tritt mit einer Prävalenz von ungefähr 5% auf (Sayal, Prasad, Daley, Ford, & Coghill, 2018), wovon Jungen um den Faktor 4,3 häufiger mit einer ADHS diagnostiziert werden als Mädchen (Schlack, Hölling, Kurth, & Huss, 2007). Für die Diagnosestellung gelten zwei internationale Klassifikationssysteme: Das diagnostische und statistische Manual psychischer Störungen (DSM-IV; American Psychiatric Association, 2000) und die internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10; Graubner, 2013). Der Diagnostik im Verlauf der Studie liegen die Kriterien des DSM-IV zugrunde. Bei diesem Klassifikationssystem sind für die ADHS die Leitsymptome Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit kennzeichnend, welche vor dem Alter von sechs Jahren auftreten, in mehreren Lebensbereichen und Situationen nachweisbar sind und für mindestens sechs Monate anhalten müssen (Döpfner et al., 2013). Die ADHS ist außerdem von fronto-striatalen Dysfunktionen begleitet, die Auswirkungen auf Arbeitsgedächtnisleistungen, Aufmerksamkeitsprozesse oder die Inhibitionskontrolle haben (Hart, Radua, Nakao, Mataix-Cols, & Rubia, 2013; McCarthy, Skokauskas, & Frodl, 2014; van Ewijk, Heslenfeld, Zwiers, Buitelaar, & Oosterlaan, 2012). Die Erkrankung stellt sowohl für das betroffene Kind als auch für seine Umwelt eine hohe Belastung dar (Knölker, 2001).

### **1.3.1. Ätiopathogenese und Behandlung**

Bislang sind die Ursachen und Entstehungsmechanismen der ADHS nicht vollständig geklärt. Jedoch haben Untersuchungen gezeigt, dass das Störungsbild nicht auf einen Risikofaktor zurückzuführen ist, sondern es sich um eine multifaktoriell bedingte Erkrankung handelt (Thapar & Cooper, 2016). Durch Familien-, Zwillings- und Adoptionsstudien gestützt, wird von einer starken genetischen Disposition ausgegangen (Faraone & Biederman, 1998). Eine Heritabilität von 60-80% wird angenommen (Smidt et al., 2003). Derzeit am besten belegt ist die Beteiligung von Polymorphismen der Dopamin-Rezeptor-Gene DRD-4, DRD-5 und DRD-2 und des Dopamintransporter-Gens (DAT-1; Heiser et al., 2004; Wu, Xiao, Sun, Zou, & Zhu, 2012). Methylphenidat gilt als Mittel der ersten Wahl bei ADHS (www.awmf.de, „Kurzfassung der interdisziplinären evidenz- und konsensbasierten (S3) Leitlinie „Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter“ AWMF-Registernummer 028-045“) und führt zu einer Inhibition des DAT-1, wodurch die Konzentration von Dopamin in der Synapse erhöht wird (Volkow, Fowler, Wang, Ding, & Gatley, 2002). Ohne die Einnahme von MPH kann, durch eine erhöhte Expression des DAT-1, Dopamin schneller in die präsynaptische Endigung aufgenommen werden, was zu einem Dopaminmangel im synaptischen Spalt führt (Krause, Dresel, Krause, la Fougere, & Ackenheil, 2003). Abweichungen frontaler Funktionen bei ADHS werden unter anderem auf die verminderte dopaminerge Signaltransduktion zurückgeführt (Wu et al., 2012). Die Einnahme von MPH führt zu einer Normalisierung der dopaminergen Signaltransduktion und somit der fronto-striatalen Hirnaktivität, was zu einer Verbesserung frontal verorteter kognitiver Leistungen führt (Prehn-Kristensen et al., 2014; Rubia et al., 2014; Spencer, Devilbiss, & Berridge, 2014) und zu einer Verbesserung der ADHS-Symptomatik (Coghill et al., 2014). Außerdem hat MPH einen unterstützenden Effekt auf die Enkodierung (Ilieva, Hook, & Farah, 2015).

Zusätzlich zu genetischen Einflüssen müssen exogene Risikofaktoren bei der Ätiologie der ADHS berücksichtigt werden. Hierzu zählen u.a. psychosoziale Risikofaktoren, wie z.B. familiäre Vernachlässigung, der Verlust eines Elternteils oder Deprivation (Biederman et al., 1995), pränatale Einflüsse, wie Alkohol-, Tabak- und/oder Drogenkonsum und/oder der Einfluss von Umwelttoxinen (Thapar & Cooper, 2016; Thapar, Cooper, Eyre, & Langley, 2013).

### **1.3.2. Gedächtnisdefizite bei ADHS**

Kinder und Erwachsene, die an einer ADHS erkrankt sind, zeigen Gedächtnisdefizite, die sowohl das verbale als auch das räumliche Arbeitsgedächtnis betreffen (Cubillo, Halari, Smith, Taylor, & Rubia, 2012; Kasper, Alderson, & Hudec, 2012). Dies führt zum Beispiel zu Schwierigkeiten bei der Suche nach Gegenständen oder dem Behalten von Aufgaben, die erledigt werden müssen. Bildgebende Studien haben hierbei Störungen einer Vielzahl an Hirnregionen gezeigt. Betroffen sind frontale,

parietale und temporale Kortexregionen (Bayerl et al., 2010; Kobel et al., 2010; Valera et al., 2010; Wolf et al., 2009). Im Fokus steht die Präfrontalkortexfunktionalität, die bei einer ADHS eine geringere Effizienz aufweist als bei gesunden Probanden. Sie ist wichtig bei der Aufmerksamkeit und der Kontrolle von Reaktionen und Handlungen. Läsionen führen zu Ablenkbarkeit, Vergesslichkeit und/oder schlechter Planung von Vorhaben (Frith & Dolan, 1996; Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002). Des Weiteren wurden bei Patienten mit einer ADHS auch schlechtere Langzeitgedächtnisleistungen beobachtet (Krauel et al., 2007; Skodzik, Holling, & Pedersen, 2017), die in Zusammenhang mit gestörten präfrontal vermittelten Enkodierungsprozessen stehen könnten (Blumenfeld & Ranganath, 2007). Die Gedächtnisdefizite der ADHS-Erkrankten hängen außerdem mit dem Schlaf zusammen. Auf diese Befunde wird in 1.4.3. genauer eingegangen.

#### **1.4. Schlaf und Gedächtnis**

Wie in 1.1.2. und 1.2.2 bereits angedeutet, spielt der Schlaf eine unterstützende Rolle bei der Konsolidierung von Gedächtnisinhalten (Rasch & Born, 2013). Bei der Konsolidierung sollen Interferenzen anfällige Informationen in einen stabilen Zustand überführt werden. Der Schlaf zeigt hierbei das optimale Milieu, da hier kaum Interferenzen anfallen. Es gibt aktuell zwei Modelle der Konsolidierung im Schlaf: Das der aktiven Systemkonsolidierung (Diekelmann & Born, 2010) und das der synaptischen Homöostase (Tononi & Cirelli, 2006).

Gemäß der Hypothese der aktiven Systemkonsolidierung werden zwei separate Gedächtnisspeicher, der Kurzzeitgedächtnisspeicher (Hippokampus) und der Langzeitgedächtnisspeicher (Neokortex), vorausgesetzt. Neu encodierte Informationen werden im Schlaf wiederholt reaktiviert, was dazu führt, dass die neuen Gedächtnisspuren von dem Hippokampus in den Neokortex überführt werden können, wo sie verstärkt und in bereits vorhandene Gedächtnisspuren integriert werden. Hierbei spielen die SO im SWS eine wichtige Rolle: Durch sie werden die Reaktivierung und der Transfer der instabilen Gedächtnisspuren orchestriert (Diekelmann & Born, 2010; Rasch & Born, 2013).

Gemäß der Hypothese der synaptischen Homöostase werden Synapsen im Wachen durch die Enkodierung von Informationen potenziert, was zu einer Zunahme der synaptischen Stärke führt. Nur die Synapsen, die vor dem Schlafen eine gewisse Mindeststärke erreicht haben, bleiben bestehen. Synapsen, die die gewisse Mindeststärke nicht überschreiten, werden im non-REM-Schlaf durch SWA wieder abgebaut, damit Energie und Raum für neue Lern- und Verarbeitungsvorgänge zur Verfügung gestellt werden können (Tononi & Cirelli, 2006). Prozesse des Vergessens während des Schlafs können mit der Hypothese der synaptischen Homöostase in Verbindung gebracht werden (Feld & Born, 2017).

Mehrere Studien konnten den förderlichen Einfluss des Schlafs auf die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisleistungen bei gesunden Kindern nachweisen (Backhaus, Hoeckesfeld, Born, Hohagen, & Junghanns, 2008; Wilhelm, Prehn-Kristensen, & Born, 2012). Hierbei spielte es keine Rolle, ob der Schlaf direkt nach dem Lernen oder nach einer Wachphase stattfand (Backhaus et al., 2008). Der schlafabhängige Gedächtnisvorteil korrelierte dabei positiv mit non-REM-Schlafparametern und negativ mit REM-Schlafparametern (Marshall, Helgadottir, Molle, & Born, 2006; Ngo, Martinetz, Born, & Molle, 2013). Außerdem konnte gezeigt werden, dass die durch Präfrontalkortexaktivität generierten SO die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte unterstützen (Marshall et al., 2006; Marshall, Mölle, Hallschmid, & Born, 2004).

#### **1.4.1. Befunde bei ADHS**

Bei Kindern mit einer ADHS liegt die Prävalenz der subjektiv berichteten Schlafauffälligkeiten mit bis zu 74%, je nach Methode und Studie, sehr hoch. Sie geben Probleme beim Zubettgehen, beim Wiedereinschlafen oder eine erhöhte Tagesmüdigkeit an (Cortese, Faraone, Konofal, & Lecendreux, 2009; Owens, Maxim, Nobile, McGuinn, & Msall, 2000; Sung, Hiscock, Sciberras, & Efron, 2008). Solch hohe Prävalenzen ließen sich in objektiven Studien nicht replizieren, jedoch zeigten auch hier Metaanalysen eine vermehrte Tagesmüdigkeit, eine reduzierte Gesamtschlafmenge, eine geringere Schlafeffizienz sowie vermehrte schlafgebundene Atem- und Bewegungsstörungen (Cortese et al., 2009; Cortese, Konofal, Yateman, Mouren, & Lecendreux, 2006). Diese Auffälligkeiten des Schlafverhaltens können als verstärkend für die Kernsymptomatik der ADHS angesehen werden (Gruber et al., 2011). Bergwerff und Kollegen fanden mit objektivierbaren Messmethoden hingegen keine Unterschiede in der Schlafquantität und -qualität bei Kindern mit ADHS im Vergleich zu gesunden Kindern, daraus schlussfolgern sie, dass ADHS kein Risikofaktor für Schlafstörungen darstellt (Bergwerff, Luman, & Oosterlaan, 2016). Durch bildgebende Studien wurde gezeigt, dass der Reifungszustand vieler kortikaler Regionen bei ADHS eine Verzögerung von bis zu 2 Jahren aufweist. Allerdings scheint die Motorkortexregion vorgereift zu sein (Shaw et al., 2007). Eine Studie von Ringli et al. zeigte, dass auch die SWA eine abweichende Verteilung im Vergleich zu gesunden Kindern während des SWS aufwies. Über dem motorischen Kortex ist die SWA bei ADHS erhöht, wohingegen sie über frontalen Regionen vermindert scheint (Ringli et al., 2013).

Die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte wird durch den Schlaf bei Kindern mit ADHS nicht so gefördert, wie es bei gesunden Kindern der Fall ist und zeigt eine geringere Behaltensleistung (Prehn-Kristensen, Molzow, et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Diese Verringerung der Behaltensleistung ist nicht auf die Menge an SO zurückzuführen, da sich diese im Vergleich zu gesunden Kindern nicht unterscheidet, sondern auf die verminderte Funktionalität des Präfrontalkortex, der die für die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte unterstützenden SO

vornehmlich generiert (Marshall et al., 2006; Marshall et al., 2004; Wilhelm et al., 2012). Durch die Dysfunktionalität des Präfrontalkortex kommt es somit bei einer ADHS zu einer Dysfunktionalität endogener SO und daraus folgend zu einer geringeren Behaltensleistung deklarativer Gedächtnisinhalte (Prehn-Kristensen et al., 2017).

## **2. Ableitung der Fragestellung**

Schlaf hat einen förderlichen Einfluss auf die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte (Born, Rasch, & Gais, 2006). Neurophysiologisch tragen die Sequenz aus SWS und REM-Schlaf eine entscheidende Rolle (Ribeiro et al., 2007). Diese Zusammenhänge konnten für Erwachsene und Kinder aufgezeigt werden (Wilhelm et al., 2012). Kinder mit einer ADHS weisen allerdings Defizite in der Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte auf (Prehn-Kristensen, Göder, et al., 2011), die mit Parametern des SWS zusammenhängen (Prehn-Kristensen, Göder, et al., 2011; Prehn-Kristensen, Molzow, et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Außerdem zeigen Kinder mit einer ADHS Hinweise auf eine kortikale Entwicklungsverzögerung durch eine abnorme Topographie neurophysiologischer Korrelate im Schlaf (Ringli et al., 2013). Voraussetzung für eine erfolgreiche Gedächtniskonsolidierung ist die erfolgreiche Enkodierung der zu erinnernden Information. Studien haben hierbei belegt, dass die Aktivität der präfrontalen Hirnstrukturen den Enkodierungserfolg für Langzeitgedächtnisprozesse vorhersagen kann (Blumenfeld & Ranganath, 2007). ADHS-Erkrankte weisen Defizite in frontal verorteten kognitiven Funktionen auf (Cubillo et al., 2012; Kasper et al., 2012). Darüber hinaus konnten auch schlechtere Langzeitgedächtnisleistungen beobachtet werden (Krauel et al., 2007; Skodzik et al., 2017), welche vermutlich mit den gestörten, präfrontal vermittelten Enkodierungsprozessen zusammenhängen (Blumenfeld & Ranganath, 2007). Die Abweichungen frontaler Funktionen bei ADHS werden u.a. auf die verminderte dopaminerge Signaltransduktion zurückgeführt (Wu et al., 2012). MPH erhöht als Mittel der ersten Wahl bei ADHS die Verfügbarkeit von Dopamin (Arnsten & Dudley, 2005). Darunter kommt es zu einer Normalisierung fronto-striataler Hirnaktivität und zu einer Verbesserung frontal verorteter kognitiver Leistungen (Prehn-Kristensen, Krauel, et al., 2011; Rubia et al., 2014; Spencer et al., 2014; Wu et al., 2017).

Bei Gesunden kann die Gabe von MPH Leistungen des Langzeitgedächtnisses steigern (Ilieva et al., 2015), ob MPH den Enkodierungsprozess im Rahmen von Langzeitgedächtnisleistungen jedoch auch bei ADHS beeinflusst, ist noch nicht ausreichend erforscht. Mit Hilfe dieser Studie soll überprüft werden, ob eine Unterstützung präfrontaler Funktionen durch MPH während der Enkodierung eine anschließende schlafabhängige Gedächtniskonsolidierung verbessern kann.

### **3. Methoden**

#### **3.1. Versuchsteilnehmer**

Die Rekrutierung der teilnehmenden ADHS-Patienten erfolgte zum einen über das Aushängen von Flyern in Kinderarztpraxen und Jugendämtern, zum anderen wurde auf Kinder aus der Datenbank der Kinder- und Jugendpsychiatrie zurückgegriffen.

In einem ersten Telefoninterview wurden interessierte Familien über Inhalt, Umfang und eine mögliche Aufwandsentschädigung aufgeklärt. Außerdem wurden wichtige Ausschlusskriterien im Überblick ermittelt, auf die im nächsten Abschnitt genauer eingegangen wird (s. Anhang II). Nach vorläufiger Eignung wurden den Familien postalisch oder per E-Mail Unterlagen zugeschickt, die schriftliches Informationsmaterial für Eltern und Kind über die Studie, eine Einverständniserklärung und eine Anreisebeschreibung zur Klinik beinhalteten (s. Anhang III-VI u. IX). Das Informationsmaterial sollte mit dem Kind durchgegangen werden, um dann gemeinsam über eine Teilnahme zu entscheiden. Einige Tage später wurden die Familien wieder per Telefon kontaktiert, um, falls vorhanden, weitere Fragen zu klären und um zu erfragen, ob sie teilnehmen möchten. Wenn dieses bejaht wurde, dann wurden die Familien zu einem Screeningtermin eingeladen, der durch wissenschaftliches Personal der Kinder- und Jugendpsychiatrie durchgeführt wurde. Bis zu 80 Euro als Aufwandsentschädigung in Form eines Gutscheins für ein Einkaufszentrum sowie eine Fahrtkostenerstattung wurden den teilnehmenden Familien in Aussicht gestellt.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel geprüft und gebilligt und folgt der Deklaration von Helsinki (Ethikantrag: AZ.: D 436/15, s. Anhang I). Die Sorgeberechtigten der Patienten und auch die Patienten selber gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Durchführung der Studie.

##### **3.1.1. Ein- und Ausschlusskriterien**

48 Kinder mit einer ADHS wurden insgesamt über die Studie informiert, wobei in einer telefonischen Befragung erste Ein- und Ausschlusskriterien abgeklärt wurden, die bei vorläufiger Eignung in der späteren Screeningsitzung nähergehend überprüft wurden:

##### **Einschlusskriterien**

- Männliches Geschlecht
- Alter zwischen 9 und 12 Jahren zum Zeitpunkt des Screenings
- Diagnose einer ADHS (314.00 und 314.01 nach DSM-IV) durch die Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (KIDDIE-SADS-PL; Kaufman et al., 1997)
- Mindestens 1-jährige, erfolgreiche medikamentöse Behandlung mit MPH laut Elternurteil

- Schriftliche Einwilligung zur Studienteilnahme

### **Ausschlusskriterien**

- Behandlung mit anderen ADHS-Medikamenten (Atomoxetin/Strattera, Lisdexamfetamin/Elvanse etc.)
- Normabweichender Intelligenzquotient (IQ; <85) im Culture Fair Intelligence Test Revised Version (CFT 20-R; Weiß, 2006)
- Chronische, neurologische, hormonelle oder immunologische Erkrankung
- Verletzungen/Erkrankungen in der Anamnese wie zum Beispiel Schädel-Hirn-Traumata, Hirnblutungen, Kopfverletzungen, Hirntumore, Commotio/Contusio cerebri
- Alkoholismus oder/und Drogenkonsum in der Schwangerschaft
- Geburtsgewicht < 1500 g oder Geburt vor der 30. Schwangerschaftswoche

Aufgrund mangelnden Interesses oder der Angst, dass man dem Kind zu viel Stress zumuten würde, lehnten 16 Familien eine Teilnahme ab. 14 Patienten konnten aufgrund der oben genannten Ausschlusskriterien nicht an der Studie teilnehmen. Kein Kind musste von der Auswertung ausgeschlossen werden.

### **3.1.2. Beschreibung der finalen Stichprobe**

Die endgültige Stichprobe bestand aus 18 Jungen zwischen 9 und 12 Jahren. Das mittlere Alter betrug 10,9 Jahre. Der Intelligenzquotient wies Werte zwischen 86 und 144 auf und hatte im Mittel einen Wert von 104 (s. Tabelle 1). Der Diagnostikum für Cerebralschädigung Prozentrang (DCS-II; Weidlich, Lamberti, & Hartje, 2001) zeigte Werte zwischen 0 und 90,6 und einen Mittelwert von 34,7 mit einer Standardabweichung von 26,5. Auf der Pubertal Development Scale (PDS; Watzlawik, 2009) zeigten die Patienten einen Mittelwert von 3,6 mit einem Range von 3-5. In der CBCL zeigte sich ein Gesamtrange von 50-76 bei einem mittleren Wert von 66. Der höchste Mittelwert (67) wurde auf der Skala der Aufmerksamkeitsprobleme erreicht. Im Sleep Self Report- deutsche Version (SSR-DE; B. Schwerdtle, Roeser, Kübler, & Schlarb, 2010) lag der Mittelwert bei 24,3. Die Range lag hier zwischen 18 und 32. Bei einem SSR Summenscore  $\geq 25$  ist eine Schlafstörung laut der Autoren wahrscheinlich. Acht Patienten hatten einen Summenscore von  $\geq 25$ . Im Childrens Sleep Habits Questionnaire- deutsche Version (CSHQ-DE; B. Schwerdtle & Hautzinger, 2010) zeigten sich Werte zwischen 38 und 51 und der Mittelwert lag bei 44. Ab einem CSHQ Wert von  $\geq 44$  ist eine Schlafstörung laut der Autoren wahrscheinlich. Zehn Patienten hatten einen CSHQ Wert von  $\geq 44$ . Bei allen Patienten wurde die Diagnose einer ADHS gestellt. Zwölf Patienten wiesen als Komorbidität eine Störung des Sozialverhaltens mit oppositionellem, aufsässigem Verhalten auf. Bei einem Jungen wurde als Komorbidität eine phobische Angststörung festgestellt.

**Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe (N=18)**

|                     | <b>Range</b> | <b>M</b> | <b>SD</b> |
|---------------------|--------------|----------|-----------|
| Alter bei Screening | 9,1-12,8     | 10,9     | 1,3       |
| IQ                  | 86-144       | 104      | 13,9      |
| DCS-II-Prozentrang  | 0-90,6       | 34,7     | 26,5      |
| PDS                 | 3-5          | 3,6      | 0,8       |
| CBCL                | 50-76        | 66       | 7,0       |
| CSHQ                | 38-51        | 44       | 4,2       |
| SSR-DE              | 18-32        | 24,3     | 3,9       |

Range, Angabe der Spannbreite; M, Mittelwert; SD, Standardabweichung

## **3.2. Material**

### **3.2.1. Screening**

Die für die Screeningphase verwendeten Materialien werden nachfolgend in chronologischer Reihenfolge aufgeführt. Hierzu gehören die Telefoncheckliste, das Informationsmaterial, die Einverständniserklärung, die Anreisebeschreibung, das Kiddie-SADS-PL, das DCS-II, der CFT 20-R, der Edinburgh Händigkeitsinventar (EDI; Oldfield, 1971), der SSR-DE, der CSHQ, der PDS, der Lernfragebogen, der CBCL, der Medikamentenfragebogen und die Fahrtkostenabrechnung (s. Anhang X).

Die Telefoncheckliste ist ein von uns selbst entwickelter Fragebogen, der im Rahmen des ersten Telefoninterviews mit interessierten Familien durchgegangen wurde. Mit ihr wurden orientierend die wichtigsten Kriterien für und gegen die Studienteilnahme, wie Schlafgewohnheiten und Schlafprobleme, Geburtsgewicht, akute und chronische Erkrankungen, Substanzkonsum, bisherige Diagnosen, Leistungsprobleme, Verhaltensauffälligkeiten, ob ein MPH-Medikament eingenommen wird und wenn ja, ob es hilft und beibehalten werden soll und seit wann es eingenommen wird, erfragt (s. Anhang II).

Das den interessierten Familien zugeschickte Informationsmaterial bestand aus jeweils einer Version für das Kind und einer Version für die Eltern. In beiden Versionen wurde über die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung, das Forschungsziel, das Schlaf-EEG, den Ablauf der

Studie, Risiken bei der Versuchsdurchführung, Daten- und Versicherungsschutz, Widerrufsrecht der Einwilligung in die Teilnahme, sowie über die Aufwandsentschädigung aufgeklärt (s. Anhang III u. IV).

Die unterschriebene Einverständniserklärung der Sorgeberechtigten und Patienten war Voraussetzung für die Studienteilnahme. Sie beinhaltet die Bestätigung sowohl mündlich als auch schriftlich ausreichend über Inhalt und Ablauf sowie die Vor- und Nachteile der Teilnahme informiert worden zu sein (s. Anhang V u. VI).

Das Diagnostikum für Cerebralschädigung (DCS-II; Weidlich et al., 2001) ist ein Hirnfunktionstest für den Bereich des Figuralgedächtnisses, welcher neben Aussagen zur Merkfähigkeit, Gestaltwahrnehmung und Gestaltreproduktion, auch bei Störungen der Gedächtnisfunktion im Rahmen von Hirnschädigungen Anwendung findet. Neun Karten mit geometrischen Figuren wurden dem Patient sechsmal nacheinander visuell präsentiert, mit der Aufgabe, sich die Figuren einzuprägen und im Anschluss an die Darbietung aus dem Gedächtnis mit fünf Holzstäbchen nachzulegen. Es wurde die Häufigkeit der Versuche erfasst, die bis zur korrekten Reproduktion benötigt wurden. Hierbei gab es keinen cut-off. Die Erfassung diente als Stichprobenbeschreibung.

Bei der deutschen Version (Delmo et al., 2000) der Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (Kiddie-SADS-PL; Kaufman et al., 1997) handelt es sich um ein semi-strukturiertes Interview für die Erfassung zurückliegender und gegenwärtiger psychiatrischer Symptome des gesamten ICD 10-Spektrums bei Kindern und Jugendlichen. Eltern und Kind wurden hierbei separat voneinander zu insgesamt 22 Störungsgebieten befragt. Die einzelnen Symptome wurden in die Kategorien „keine Information, nicht vorhanden, unterschwellig oder überschwellig“ eingeteilt. Lag bei einem Symptom die Kategorisierung „überschwellig“ vor, so wurde das entsprechende Erweiterungsinterview durchgeführt, wovon insgesamt fünf existieren: 1. Affektive Störungen, 2. Psychotische Störungen, 3. Angststörungen, 4. ADHS/Störung des Sozialverhaltens und 5. Substanzmissbrauch und andere Störungen. Als Zusatzinterview wurde mit allen Patienten das Erweiterungsinterview Nr.4 durchgeführt.

Mit dem Culture Fair Intelligence Test Revised Version (CFT 20-R; Weiß, 2006) lässt sich sowohl sprachfrei als auch kulturunabhängig die Grundintelligenz, mit dessen Hilfe eine Einschätzung der „general fluid ability“ als ein Maß für die geistige Leistungsfähigkeit ermöglicht wird (Cattell, 1963), ableiten. Der Test besteht aus zwei Testteilen mit jeweils vier Subtests (Reihenfortsetzen, Klassifikationen, Matrizenvervollständigung und topologischen Schlussfolgerungen), die in einer vorgegebenen Zeit mit oder ohne Zeitverlängerung bearbeitet werden. In der vorliegenden Arbeit wurde nur der erste Testteil mit verlängerter Testzeit vorgegeben. Der cut-off für die vorliegende Untersuchung lag bei einem IQ von <85.

Mit dem Edinburgh Händigkeitsinventar (EDI; Oldfield, 1971) wird die Händigkeit erfasst. Hierbei gibt der Patient für eine Reihe verschiedenster alltäglicher Tätigkeiten an, ob er diese mit der rechten, linken oder beiden Händen ausübt. Die Erfassung diente lediglich der Stichprobenbeschreibung und enthielt kein Ausschlusskriterium.

Der Sleep Self Report- deutsche Version (SSR-DE; B. Schwerdtle et al., 2010) ist ein Selbstbeurteilungsinstrument zur Erfassung von Schlafstörungen bei Kindern zwischen 7-12 Jahren. Die Zubettgezeit, das Schlafverhalten und die Tagesmüdigkeit sind die drei abgefragten Themenbereiche. Bei einem SSR Summenscore >25 ist eine Schlafstörung laut der Autoren wahrscheinlich. Die Erfassung diente als Stichprobenbeschreibung.

Der Childrens Sleep Habits Questionnaire- deutsche Version (CSHQ; B Schwerdtle & Hautzinger, 2010) ist ein Fremdbeurteilungsinstrument durch das elterliche Urteil zur Erkennung von Schlafstörungen im Kindesalter. Ab einem CSHQ Wert von > 44 ist eine Schlafstörung laut der Autoren wahrscheinlich. Die Erfassung diente der Stichprobenbeschreibung.

Die Pubertal Development Scale (PDS; Watzlawik, 2009) diente der Erfassung der körperlichen Entwicklung. Als cut-off galt ein Wert über fünf, da sich die Schlafarchitektur in der Pubertät verändert und der Vergleichbarkeit wegen nur präpubertäre Kinder in die Studie eingeschlossen wurden.

Der Lernfragebogen ist ein von uns selbst erstellter Fragebogen mit der wir die Meinung der Patienten zu der Frage: „Wie lernt man gut?“ erfahren wollten. Darin enthalten waren außerdem Fragen, ob Traubenzucker und Methylphenidat beim Lernen helfen oder nicht (s. Anhang VII). Abgefragt wurde dieses auf einer visuellen Analogskala mit den Endpunkten „stimmt gar nicht (0)“ und „stimmt voll und ganz (100)“.

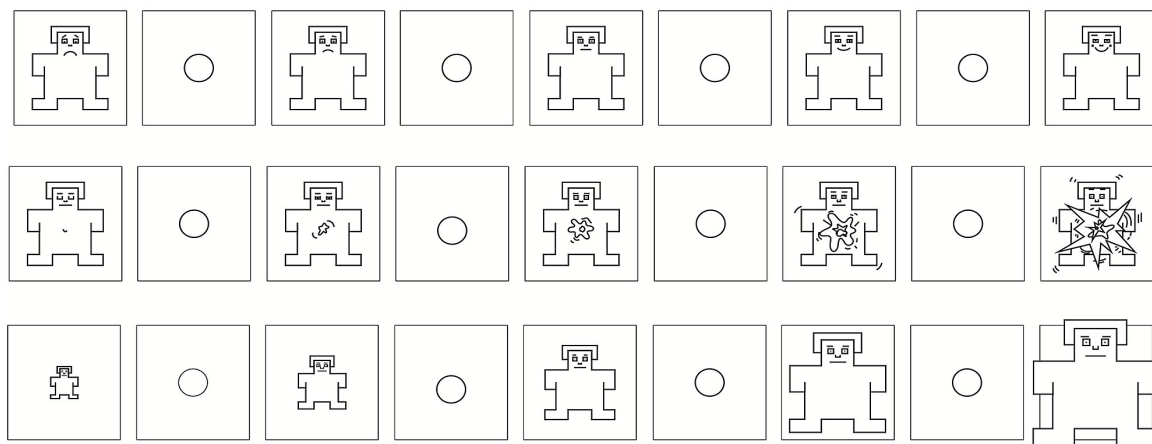
Die Child Behavior Checklist (CBCL; Achenbach, 1991) ist ein Elternfragebogen mit dem Verhaltensauffälligkeiten und -kompetenzen von Kindern und Jugendlichen zwischen 4-18 Jahren erfasst werden. Er diente nur der Stichprobencharakterisierung.

Der Medikamentenfragebogen ist ein von den Eltern auszufüllender, selbst erstellter Fragebogen mit dem wir die Medikamentenwirksamkeit der letzten zwölf Monate erfasst haben (s. Anhang VIII).

### **3.2.2. Verfahren zur Kontrolle von Störvariablen**

Das Tage- und Nächtebuch galt als Kontrollvariable, um zu erfassen, ob die emotionale Reaktivität, die subjektive Schlafqualität und der zirkadiane Rhythmus einen Einfluss auf das Lernen haben. Vor jeder Testung wurde dieses unter Kontrolle ausgefüllt. Dadurch sollte Aufschluss über die Müdigkeit, den Schlaf, die Schlafzeiten, emotionale Reaktivität, die Einnahme von Medikamenten und den

Konsum koffeinhaltiger Getränke, sowie das Auftreten außergewöhnlicher Ereignisse und ausgeübter Aktivitäten gewonnen werden. Mit dem Bewertungssystem „Self Assessment Manikin“ (Bradley & Lang, 1994) wurde der Gefühlszustand erhoben. Es handelt sich um ein visuelles, non-verbales Messinstrument, welches aus drei Dimensionen (Valenz, Arousal, und Dominanz) mit jeweils fünf Figuren besteht. Die Kinder sollten sich die Figur aussuchen, die am besten ihren emotionalen Zustand beschreibt. Neben den fünf Figuren gab es zusätzlich jeweils vier Zwischenstufen, sodass die Kinder zwischen neun Stufen wählen konnten. Über die Valenz-Dimension sollte eine Einstufung des Gemütszustands vor bzw. nach dem Schlafen stattfinden. Die Arousal-Dimension gab Auskunft darüber, wie erregt sich die Patienten fühlten und die Dominanz-Dimension sollte das Gefühl der Kontrolle der Kinder in der Experimentalbedingung erfassen. Anhand der subjektiven Angaben der Kinder konnte die tageszeitliche emotionale Reaktivität festgehalten werden (s. Anhang XI).



**Abbildung 2: Die drei Dimensionen (Valenz, Arousal und Dominanz) der Self Assessment Manikin Skala (Bradley & Lang, 1994)**

Nach erfolgter letzter Testung sollten die Kinder auf einem selbsterstellten Nachbefragungsbogen angeben, inwiefern Traubenzucker und MPH beim Lernen geholfen haben und ob die Einnahme vor oder nach dem Lernen besser geholfen hat. Abgefragt wurde dieses auf einer visuellen Analogskala mit den Endpunkten „gar nicht (0)“ und „voll und ganz (100)“ bei der Frage, ob Traubenzucker und MPH beim Lernen geholfen haben und den Endpunkten „vorher (-50)“ und „nachher (50)“ bei der Frage, ob es besser hilft vor oder nach dem Lernen MPH oder Traubenzucker einzunehmen. Außerdem wurde noch die Motivation bei der computergestützten Aufgabe abgefragt (s. Anhang XII). Abgefragt wurde diese ebenfalls auf einer visuellen Analogskala mit den Endpunkten „überhaupt nicht (0)“ und „sehr gut (100)“ bei der Frage, wie die Wortpaaraufgabe einem gefallen hat.

### 3.2.3. Polysomnographie

Im Verlauf des Schlafintervalls wurde eine ambulante Polysomnographie durchgeführt um das Schlafprofil und die Schlafphasen aufzuzeichnen. Hierfür wurde das tragbare Gerät SOMNOscreen<sup>TM</sup>

plus der Firma Somnomedics (Randersacker) verwendet. Zur Ableitung des EEGs wurden die Elektroden nach dem internationalen 10-20 System (JASPER, 1958) an definierten Punkten (P3, P4, C3, C4, Cz, F7, F8, Fz, Fpz) auf dem Kopf platziert. Hierzu wurden 9 unipolare Elektroden (Ag/AgCl-Napfelektroden der Firma Grass) mit Elektrodenpaste (EC2® genuine grass electrode cream) an zuvor mit Peelingpaste (NUPREP Hautvorbereitungsgel) vorsichtig gereinigte Kopfhaut angebracht. Die Referenzelektrode (Ref, selbstklebende Elektrode (Blue Sensor)) wurde an der Nasenspitze befestigt. Zur Ableitung des EMGs wurden drei selbstklebende Elektroden (EMG+, EMG-, EMG-Ground) am Unterkiefer und zur Ableitung des EOGs zwei selbstklebende Elektroden (EOG unten unterer rechter Decanthus, EOG oben oberer linker Decanthus) platziert. Es wurden folgende standardisierte Schlafparameter aufgezeichnet und von einer ausgebildeten Fachkraft visuell nach Rechtschaffen und Kales (1968) ausgewertet: Bettzeit [TIB (time in bed)], Gesamtschlafzeit [TST (total sleep time)], Schlafperiode [SPT (sleep period time)], welches die Zeit zwischen dem Schlafbeginn und der letzten Epoche Schlaf ist, Wachzeit während des Schlafens [WASO (wake after sleep onset)], Schlaffeffizienz-Index [SEI =  $TST/TIB \times 100$ ], REM-Latenz, Bewegungszeit [MT (movement time)], sowie die absolute Dauer der einzelnen Schlafstadien und deren relative Anteile am Gesamtschlaf.

### **3.3. Gedächtnisparadigma**

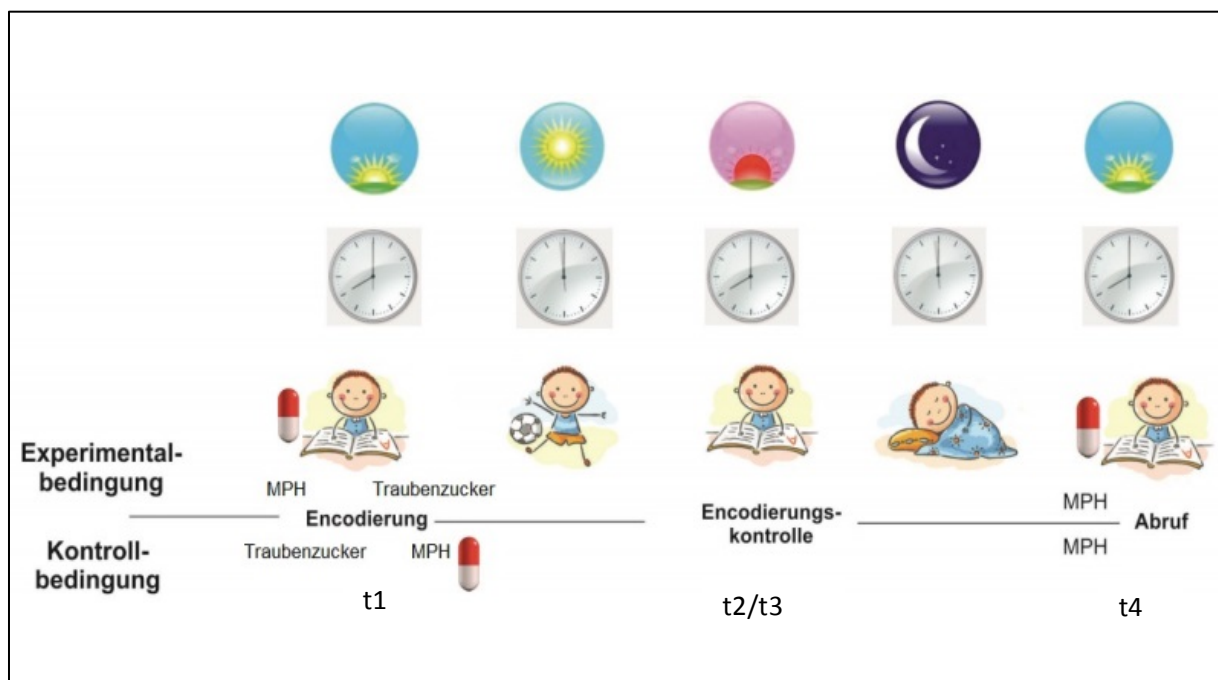
Um das verbale deklarative Gedächtnis zu testen, wurde eine Wortpaaraufgabe (WPL) benutzt. Sie bestand aus 60 Wortpaaren, die zu jeweils zehn in insgesamt sechs Blöcken vorlagen. Zusätzlich gab es zwölf Wortpaare, von denen jeweils eins am Anfang und Ende eines Blockes standen und dafür da waren den Primacy-Recency-Effekt abzpuffern. Diese wurden nicht mit in die Auswertung genommen. Die Reihenfolge der Wortpaare wurde zunächst in den Blöcken randomisiert und dann für alle Patienten in gleicher Reihenfolge dargeboten. Die Wörter stammten aus dem ChildLex (Schroeder, Würzner, Heister, Geyken, & Kliegl, 2015), einer online Datenbank, die die häufigsten deutschen Wörter zusammengetragen hat, die von Kindern in ihrer Freizeit gelesen werden. Differenziert wird hier zwischen drei Altersklassen (6-8, 9-10 und 11-12), wobei wir für unsere Studie Wörter aus allen Altersklassen genommen haben.

Da der Ablauf der Studie aus zwei Untersuchungsbedingungen bestand, wurden die Wortpaare auf zwei Sets mit jeweils 36 Wortpaaren aufgeteilt. Damit die beiden Sets vergleichbar waren, wurde bei der Wortpaarzusammenstellung auf Wortlänge, Wortsilben und Wortschwierigkeit geachtet. Außerdem wurde Wert auf die Abstraktheit, Assozierbarkeit und Visualisierung der Wortpaare gelegt. So gab es im ersten Set ein fünfsilbiges Wort, 2 viersilbige, 15 dreisilbige, 36 zweisilbige und 18 einsilbige Wörter. Im zweiten Set gab es 1 fünfsilbiges Wort, 3 viersilbige, 12 dreisilbige, 41 zweisilbige und 15 einsilbige Wörter. Pro Block gab es vier abstrakte Wörter, die wir als schwer einstufen und miteinander zu zwei Wortpaaren kombinierten. Woraus sich ergibt, dass jedes Set

insgesamt 12 schwere, abstrakte Wörter à sechs Wortpaare beinhaltete. Jeder Block beinhaltete außerdem fünf bis sechs mittelschwere Wortpaare und zehn bis elf leichte. Das erste und das letzte Wortpaar eines Blocks waren miteinander assoziierbar und wurden von uns als sehr leicht eingestuft (s. Anhang XIV).

### 3.3.1. Ablauf

Jede Untersuchungsbedingung (MPH- oder Traubenzuckerbedingung) bestand aus drei Sitzungen. Die erste Sitzung, eine Stunde nach Einnahme von MPH oder Traubenzucker am Morgen (ca. 8 Uhr), beinhaltete die Enkodierung mit einem unmittelbaren Abruf ohne Feedback (t1). Die zweite Sitzung fand am selben Abend zwei Stunden vor der Zubettgehzeit statt (ca. 19 Uhr) und beinhaltete einen verzögerten Abruf (Enkodierungskontrolle) mit Feedback (t2) und einen darauffolgenden unmittelbaren Abruf ohne Feedback (t3). Am nächsten Morgen fand die dritte Sitzung eine Stunde nach Einnahme des MPH statt (ca. 8 Uhr), welche einen verzögerten Abruf ohne Feedback (t4) beinhaltete.



**Abbildung 3: Ablauf der Experimental- und Kontrollbedingung**

Zu Beginn der Enkodierung erfolgte eine Instruktion, die auf einem HP ProBook 4530s Laptopbildschirm eingeblendet wurde und vom Testleiter vorgelesen wurde. Für jede Sitzung gab es entsprechende standardisierte Instruktionen. Die zu erlernenden Wortpaare wurden mit Hilfe der Software Presentation (Neurobehavioral Systems) Version 17.1 dargeboten. Das Programm präsentierte ein Wortpaar für 5000ms. In dieser Zeit las der Testleiter das Wortpaar vor. Darauffolgend sollte der Patient bei leerem Bildschirm das Wortpaar wiederholen. Anschließend

erschien das erste Wort (cue) und der Patient sollte das dazugehörige zweite Wort (target) benennen. Bei falscher Nennung wurde die Präsentation des Wortpaares wiederholt (s. Abbildung 4). Nach Präsentation aller zwölf Wortpaare eines Blocks erfolgte ein unmittelbarer Abruf ohne Feedback (t1), bei dem die cues in gleicher Reihenfolge nacheinander präsentiert und vorgelesen wurden und der Patient die entsprechenden targets nennen sollte. Nach kurzer Pause erfolgte der gleiche Durchgang für den zweiten und dritten Block der Wortpaare.

Bei dem verzögerten Abruf am Abend mit Feedback (t2) erfolgte nach Instruktion zunächst eine visuelle und über Vorlesen durch den Testleiter eine auditive Präsentation des isolierten cues, woraufhin das Kind das target benennen sollte. Unabhängig von der Antwort der Patienten erfolgte unmittelbar nach der Targetnennung die erneute Präsentation des Wortpaares, also des cues und des zugehörigen targets, für 5000ms (s. Abbildung 5). Es wurde deshalb erneut ein Feedback und damit die Möglichkeit einer erneuten Enkodierung gegeben, damit die Patienten in beiden Bedingungen mit einer substanziellen Anzahl an erfolgreich gelernten Wortpaaren schlafen gingen. Die Gefahr bestand, dass die Patienten in der Traubenzuckerbedingung initial nicht ausreichend Informationen enkodierten und somit mit einem eindeutigen Nachteil in den Schlaf gingen. Mit dem erneuten Feedback vor dem Schlafen sollte erreicht werden, dass nun in beiden Bedingungen ähnlich viele Items gelernt wurden, die sich jedoch nur noch in der Enkodierungstiefe unterscheiden sollten. Nach Durchgang des ersten Blocks erfolgte ein unmittelbarer Abruf ohne Feedback (t3) identisch dem am Morgen. Anschließend wurde mit dem zweiten und dritten Block gleich verfahren.

Der verzögerte Abruf am nächsten Morgen (t4) beinhaltete eine visuelle und auditive Präsentation aller 36 cues hintereinander in der gelernten Reihenfolge mit Nennung der targets durch die Patienten ohne Feedback. Während aller drei Sitzungen gab es keine zeitliche Beschränkung für die Nennung der targets und kein Lernkriterium.

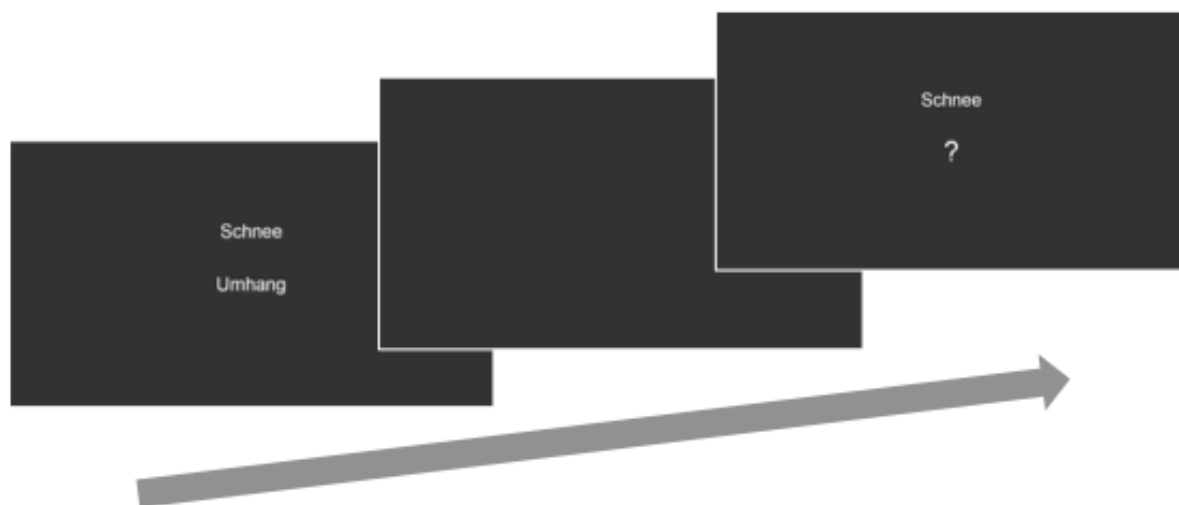


Abbildung 4: Enkodierung (t1)

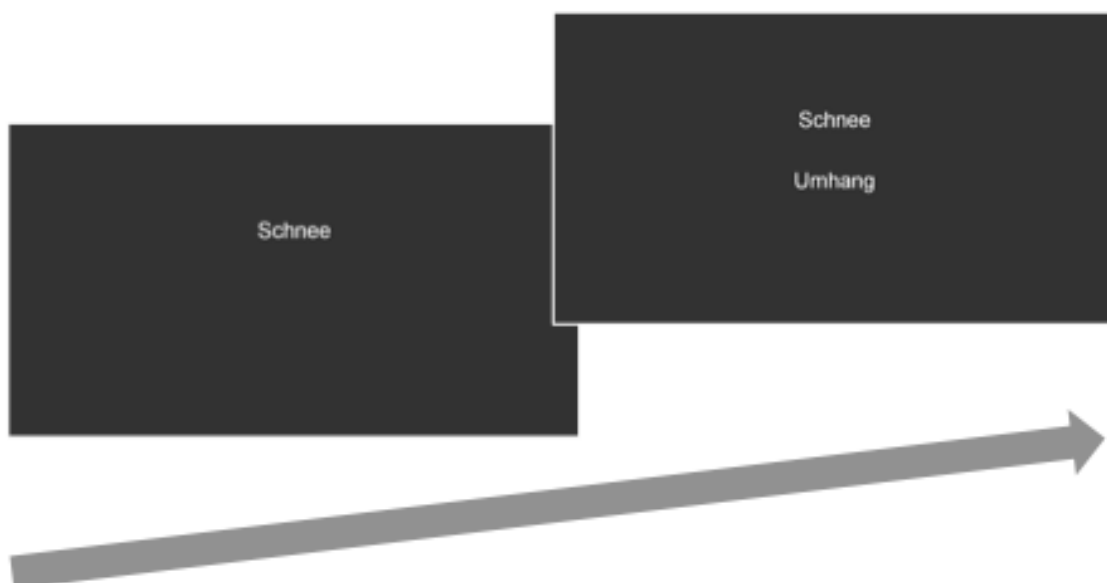


Abbildung 5: Enkodierungskontrolle mit Feedback (t2)

### 3.4. Studienablauf

Die Untersuchung gliederte sich in eine Screening- und Experimentalphase. Diejenigen Kinder, die die Einschlusskriterien des Telefoninterviews erfüllten, wurden mit ihren Eltern zur ausgiebigen Screeningsitzung in die Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie des Zentrums für Integrative Psychiatrie gGmbH (ZIP) in Kiel eingeladen. Nach umfangreicher Aufklärung, Beantwortung aufgekommener Fragen und Vorlage der unterschriebenen Einverständniserklärungen

der sorgeberechtigten Eltern und des Kindes begann die Screeningphase. Mit den Patienten wurde das DCS, der CFT 20-R, der Kiddie-SADS-PL, das EDI, der SSR-DE, die PDS und der Schlaffragebogen durchgeführt bzw. ausgefüllt. Die Eltern wurden ebenfalls mit der Kiddie-SADS-PL interviewt und hinzukommend gebeten, den CSHQ-DE, den CBCL, die PDS und den Medikamentenfragebogen auszufüllen. Die Screeningphase dauerte ungefähr zwei Stunden.

Nach festgestellter Eignung in der Screeningsitzung absolvierten die Patienten die Experimentalphase zu zwei Bedingungen. In der einen Bedingung wurde MPH vor dem Lernen und Traubenzucker nach dem Lernen am Morgen gegeben (Experimentalbedingung/MPH-Bedingung) und in der anderen Bedingung Traubenzucker vor dem Lernen und MPH nach dem Lernen (Kontrollbedingung/Traubenzuckerbedingung; s. Abbildung 3). Für jede Untersuchungsbedingung wurden die Patienten in ihrem Wohnumfeld aufgesucht und die Sitzungen gliederten sich in einen Morgen und Abend am gleichen Tag und einen darauffolgenden Morgen. Vorab wurden die Familien gebeten mit ihrem Kind eine Eingewöhnungsnacht mit einem Dummy-EEG durchzuführen. Hierbei wurde den Patienten von den Eltern eine PSG-Atrappe angebaut, um sich an das Schlafen unter experimentellen Bedingungen zu gewöhnen. Telefonisch wurde vorab von uns überprüft, ob es zu Auffälligkeiten des Schlafs durch das Dummy-EEG kam.

Am ersten Morgen einer Untersuchungsbedingung wurden die Familien um 7:00 Uhr von einem Mitarbeiter der Kinder- und Jugendpsychiatrie angerufen, um mitzuteilen, ob nun das Medikament oder der Traubenzucker von dem Kind eingenommen werden sollten. Der Testleiter, der nicht über die Randomisierung informiert wurde, erschien etwa um 7:45 Uhr bei dem Kind zu Hause. Zuerst wurde in ca. fünf Minuten das Nächtebuch durch das Kind ausgefüllt, daraufhin folgte die WPL-Aufgabe, die ungefähr 15 Minuten beanspruchte und aus der Enkodierung mit unmittelbarem Abruf ohne Feedback (t1) bestand. Zusätzlich wurden noch zwei weitere Aufgaben durchgeführt, die insgesamt ungefähr 25 Minuten dauerten. Diese interferierten nicht mit der WPL-Aufgabe dieser Arbeit und werden demnach nicht ausgewertet. Danach wurde das Kind von dem Testleiter zur geheimen Einnahme des Medikamentes oder des Traubenzuckers aufgefordert. Die Einnahme wurde von den schriftlich, sowie mündlich durch einen Mitarbeiter instruierten Eltern überwacht. Dies diente zur Verblindung des Testleiters. Anschließend wurde sich verabschiedet. Das Kind sollte seinem normalen Tagesablauf nachgehen und wurde dazu angehalten, weder Getränke mit Koffein zu sich zu nehmen, noch Mittagsschlaf zu halten.

Am Abend erschien der Testleiter ca. zwei Stunden vor der Zubettgehzeit des Patienten in der Regel um 19 Uhr. Zunächst wurden die EEG-Elektroden für die spätere Polysomnographie und das SOMNOscreen-Gerät befestigt. Dann wurde das Tagebuch ausgefüllt und anschließend die WPL-Aufgabe durchgeführt. Diese bestand aus verzögertem Abruf mit Feedback (t2) und darauffolgendem

unmittelbaren Abruf ohne Feedback (t3) und dauerte ungefähr 15 Minuten. Anschließend wurden die EMG- und EOG-Elektroden angebracht, das Gerät gestartet und das Kind ins Bett geschickt. Die Eltern sollten an dem Gerät markieren, wann das Licht ausgeschaltet wurde.

Am nächsten Morgen erfolgte ein Anruf des Testleiters um 7 Uhr bei der Familie, um an die MPH-Einnahme zu erinnern. Nach Eintreffen des Testleiters wurde das SOMNOscreen gestoppt und die Elektroden wurden entfernt. Anschließend erfolgte das Ausfüllen des Nächtebuchs und der verzögerte Abruf der WPL-Aufgabe ohne Feedback (t4), welches zusammen ungefähr zehn Minuten dauerte. Wenn es sich um den letzten Termin der Experimentalphase handelte, dann wurde mit dem Kind der Nachbefragungsbogen durchgegangen und der Gutschein übergeben.

Der Testleiter war zu jeder Zeit anwesend und protokollierte Anfangs- und Endzeiten der Testung sowie besondere Vorkommnisse. Die Versuchsabläufe folgten einer strukturierten Vorgabe.

**Tabelle 2: Übersicht zur Durchführung/ Inhalte der Untersuchungssitzungen**

| <u>Sitzung</u>           | <u>Untersuchung</u>  |
|--------------------------|--|
| <u>Screeningphase</u>    |  |
| 1                        | Telefoninterview (ca. 15 min)  |
| 2                        | DCS, CFT 20-R, K-SADS-PL, CBCL, CSHQ, SSR-DE, EDI, PDS, Lernfragebogen, Medikamentenfragebogen (ca. 2 h)                             |
| <u>Experimentalphase</u> |  |
| 3                        | Nächtebuch, Enkodieren mit unmittelbaren Abruf ohne Feedback (t1) (ca. 1 h 30 min)   |
| 4                        | Tagebuch, Verzögerter Abruf mit Feedback (t2) und darauffolgendem unmittelbaren Abruf ohne Feedback (t3), Polysomnographie (ca. 2 h) |
| 5                        | Nächtebuch, verzögerter Abruf ohne Feedback (t4), bei zweiter Testung Nachbefragungsbogen (ca. 1 h 15 min)                           |

### 3.5. Design

Bei der Studie handelt es sich um ein vollständig gekreuztes, varianzanalytisches Messwiederholungsdesign. Der Testleiter war während des gesamten Testzeitraums verblindet. Über alle Teilnehmer hinweg wurde die Reihenfolge der Bedingungen und der Sets vollständig ausbalanciert. Somit begann ein Teil der Patienten die Testung mit der Kontrollbedingung, die anderen Patienten begannen mit der Experimentalbedingung. Jeder Patient durchlief beide Bedingungen.

#### 3.5.1. Unabhängige Variablen

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden die Messwiederholungsfaktoren REIHENFOLGE (MPH-Traubenzucker vs. Traubenzucker-MPH) und ZEITPUNKT [(Unmittelbarer Abruf am Morgen (t1) vs. verzögerter Abruf mit Feedback am Abend (t2) vs. unmittelbarer Abruf am Abend (t3) vs. verzögerter Abruf am Morgen (t4)] eingeführt.

#### 3.5.2. Abhängige Variablen

Die abhängige Variable definiert die Gedächtnisleistung zu den vier Zeitpunkten, an denen die Leistungen abgerufen worden sind. Zur Prüfung der Hypothese wurde die Differenz der Anzahl korrekter Wortpaare im letzten Abruf (t4) und der Anzahl korrekter Wortpaare des unmittelbaren Abrufs am Abend (t3), welches die Differenz Nacht (N-Diff) bildet, sowie die Differenz korrekter Wortpaare der Enkodierungskontrolle (t2) und des ersten Abrufs (t1), als Differenz Tag (T-Diff; „base-line korrigierte Accuracy“) gebildet. Diese base-line Korrektur wurde vorgenommen, um den individuellen Ausgangswert nach der Lerneinheit zu berücksichtigen, wodurch eine reine Betrachtung der schlaf- und wachabhängigen Gedächtniskonsolidierung ohne Einfluss der Lernleistung ermöglicht wurde. Wiedergegeben wird die Gedächtnisleistung je für die Messwiederholungsfaktoren REIHENFOLGE und ZEITPUNKT.

### 3.6. Statistische Hypothesen

Es wird erwartet, dass die Unterstützung der präfrontalen Funktionen durch die Einnahme von MPH zum Zeitpunkt vor der Enkodierung zu einer Unterstützung der schlafassoziierten Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte führt und somit zu einer besseren base-line korrigierten Accuracy als die Einnahme nach der Enkodierung.

N-Diff: t1-t2

T-Diff: t3-t4

$H_0$ : T-Diff – N-Diff: MPH  $\leq$  Traubenzucker

$H_1$ : T-Diff – N-Diff: MPH  $>$  Traubenzucker

Diese Hypothesen wurden mit einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA), aufgesetzt mit den oben angegebenen Faktoren, überprüft.

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

## 4. Ergebnisse

Es wurde erwartet, dass die Einnahme von MPH zum Zeitpunkt vor der Enkodierung im Vergleich zur Einnahme von Traubenzucker (TBZ) zu einer Verbesserung der schlafassoziierten Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte führt. Diese Hypothese sollte sich in einer ANOVA mit den Messwiederholungsfaktoren ZEITPUNKT und REIHENFOLGE in Form einer Interaktion zwischen den beiden Faktoren widerspiegeln. Hierzu wurde insbesondere die base-line korrigierte Accuracy als Differenz Tag und Differenz Nacht überprüft. Diese fiel stets negativ aus, d.h., dass kein Patient seine zuvor erreichte Lernleistung nach der Konsolidierungsphase erreicht hat. Die deskriptive Statistik der Wortpaaraufgabe ist in Tabelle 4 dargestellt.

### 4.1. Hypothesenorientierte Auswertung

Die Überprüfung der Haupthypothese mittels ANOVA ergab, dass die vermutete Interaktion zwischen den Faktoren REIHENFOLGE x ZEITPUNKT die Signifikanz verfehlte [ $F(3,51) = 0,7$ ;  $p = .584$ ]. Hingegen zeigten sich Haupteffekte des Faktors REIHENFOLGE [ $F(1,17) = 4,9$ ;  $p = .041$ ] und des Faktors ZEITPUNKT [ $F(3,51) = 224,6$ ;  $p < .001$ ] als signifikant.

Der Haupteffekt REIHENFOLGE zeigt auf, dass die Gedächtnisleistungen in der MPH-Bedingung höher waren als im Vergleich zu der Traubenzuckerbedingung. Die Daten verweisen demnach darauf, dass die Gedächtnisdaten in der MPH-Bedingung den Leistungen in der Traubenzucker-Bedingung jederzeit überlegen waren. Der Haupteffekt ZEITPUNKT weist darauf hin, dass sich die Gedächtnisleistung, abhängig vom Zeitpunkt an dem sie abgerufen worden ist, voneinander unterschied. Dies war zu erwarten, da jedem Zeitpunkt andere Lernvoraussetzungen gegeben waren. Wie oben beschrieben, zeigte sich keine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren REIHENFOLGE und ZEITPUNKT [ $F(3,51) = 0,7$ ;  $p = .584$ ], sodass die Haupthypothese verworfen werden muss. Trotz mangelnder Signifikanz erfolgte eine explorative Überprüfung der Haupthypothese mittels t-Test für abhängige Stichproben. Dieser zeigte einen signifikanten Unterschied [ $t(17) = 2,3$ ;  $p = .035$ ] zum Zeitpunkt des verzögerten Abrufs mit Feedback am Abend ( $t_2$ ) zwischen der MPH- und der Traubenzuckerbedingung (s. Tabelle 3). Zu allen weiteren Zeitpunkten war MPH zwar dem Traubenzucker überlegen, jedoch erreichte diese Überlegenheit keine statistische Signifikanz ( $p \geq .065$ ).

Tabelle 3: Ergebnisse der Wortpaaraufgabe ohne Puffer (Anzahl korrekter Wortpaare). Angegeben ist der Mittelwert (Standardfehler des Mittelwerts (SEM)) beider Bedingungen mit t- und p-Wert.

| ZEITPUNKT                                       | MPH<br>(SEM) | TBZ<br>(SEM) | t   | p    |
|---|--------------|--------------|-----|------|
| Unmittelbarer Abruf am Morgen (t1)              | 16,83 (1,39) | 14,67 (1,33) | 1,9 | .065 |
| Verzögerter Abruf mit Feedback am Abend (t2)    | 8,22 (1,24)  | 5,89 (1,11)  | 2,3 | .035 |
| Unmittelbarer Abruf am Abend ohne Feedback (t3) | 21,22 (1,34) | 19,94 (1,31) | 1,6 | .128 |
| Verzögerter Abruf am Morgen (t4)                | 18,56 (1,51) | 17,22 (1,52) | 1,3 | .222 |
| Base-line korrigierte Accuracy                  |              |              |     |      |
| Differenz Tag (T-Diff)                          | -8,61 (0,67) | -8,78 (0,82) | 0,2 | .874 |
| Differenz Nacht (N-Diff)                        | -2,67 (0,44) | -2,72 (0,39) | 0,1 | .929 |

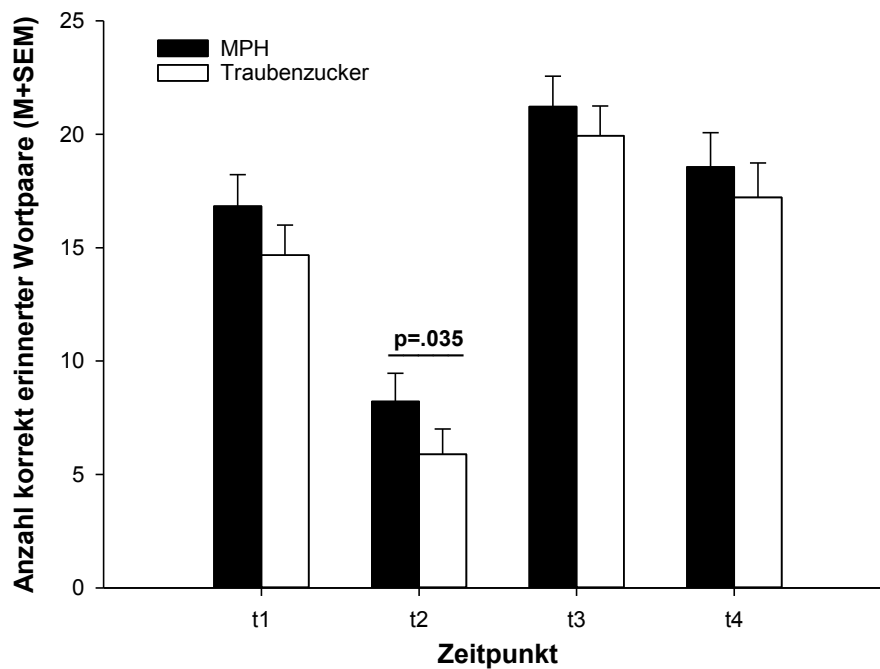


Abbildung 6: Darstellung der Gedächtnisleistung der Patienten. Angegeben ist der Mittelwert (M; Standardfehler des Mittelwerts (SEM)) zu den Testzeitpunkten t1 (unmittelbarer Abruf am Morgen), t2 (verzögerter Abruf mit Feedback am Abend), t3 (unmittelbarer Abruf am Abend ohne Feedback) und t4 (verzögerter Abruf am Morgen).

Die Betrachtung der base-line korrigierten Accuracy mittels t-Test ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Tag- und Nachtdifferenz in beiden Bedingungen [ $t(17) \geq 0,1$ ;  $p \geq .874$ ], was aufzeigt, dass die Behaltensleistung bzw. Vergessensrate in beiden Bedingungen vergleichbar war.

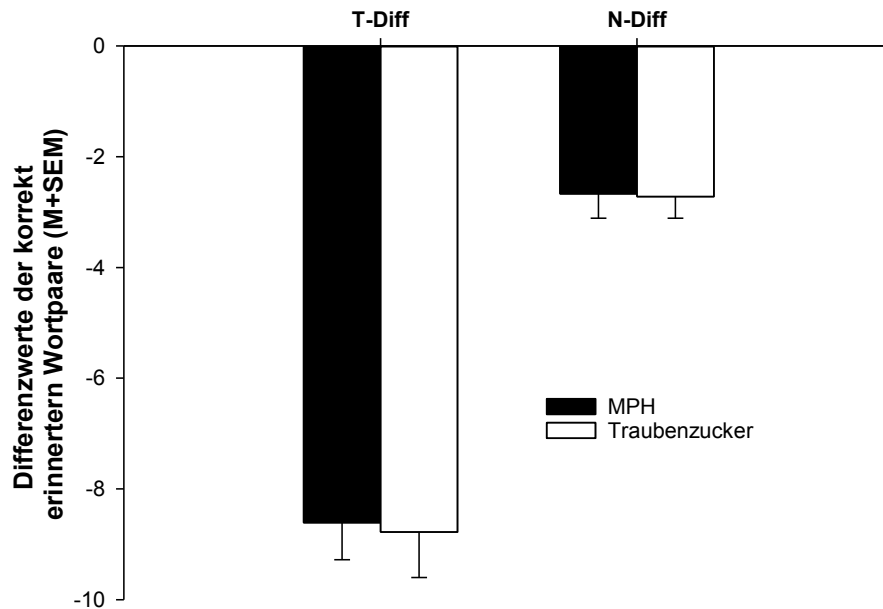


Abbildung 7: Darstellung der base-line korrigierten Accuracy. Angegeben ist der Mittelwert (M; Standardfehler des Mittelwerts (SEM)) der Tag- und Nachtdifferenz.

## 4.2. Kontrollvariablen

Die bei der Screeningsitzung im Lernfragebogen erfragte Einstellung, ob die Traubenzucker- und Methylphenidateinnahme bei dem Lernen helfen, ergaben auf einer Skala von 0-100 (stimmt gar nicht – stimmt voll und ganz) einen Mittelwert von 45,5 (SEM=5,39) für Traubenzucker und 85,6 (SEM=4,57) für Methylphenidat (MPH). Die im Nachbefragungsbogen gleich gestellte Frage ergab einen Mittelwert von 58,6 (SEM=6,34) für Traubenzucker und 80,8 (SEM=5,84) für Methylphenidat. Hinsichtlich der Frage, ob die Einnahme von Traubenzucker und Methylphenidat besser vor dem Lernen oder nach dem Lernen beim Lernen helfen, ergab auf einer Skala von -50-50 (vorher - nachher) einen Mittelwert von -0,8 (SEM=7,41) für Traubenzucker und von -24,4 (SEM=6,78) für Methylphenidat (s. Tabelle 4).

Die varianzanalytische Auswertung mit den Faktoren WIRKSTOFF (MPH vs. Traubenzucker) und ZEITPUNKT (Lernfragebogen vs. Nachbefragungsbogen) ergab einen Haupteffekt für WIRKSTOFF [ $F(1,17) = 32,9$ ;  $p > .001$ ]. Andere ANOVA-Effekte wurden nicht signifikant ( $p \geq .133$ ). Im t-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen MPH und Traubenzucker sowohl im Lernfragebogen

[ $t(16)=-5,7$ ;  $p<.001$ ], als auch im Nachbefragungsbogen [ $t(17)=-2,9$ ;  $p=.008$ ]. Und auch bezüglich des Einnahmezeitpunktes ergab sich im t-Test ein statistisch signifikanter Unterschied [ $t(17)=2,1$ ;  $p=.047$ ].

**Tabelle 4: Einstellung bzgl. der Wirksamkeit (MPH vs. TBZ) und des Einnahmezeitpunkts. Angegeben ist der Mittelwert für beide Bedingungen mit t- und p-Wert.**

| Item   | Zeitpunkt                                 | MPH   | TBZ  | t    | p    |
|--|---|-------|------|------|------|
| Hilft die Einnahme beim Lernen? (0-100)                      | Lernfragebogen (vor Beginn der Testungen) | 85,6  | 45,5 | -5,7 | .001 |
|  | Nachbefragungsbogen (nach den Testungen)  | 80,8  | 58,6 | -2,9 | .008 |
| Hilft die Einnahme besser vor oder nach dem Lernen? (-50-50) | Nachbefragungsbogen (nach den Testungen)  | -24,4 | -0.8 | 2,1  | .047 |

Erläuterung: (0-100), Rating von (stimmt gar nicht – stimmt voll und ganz); (-50-50), Rating von (hilft vorher besser- hilft nachher besser).

Anhand der Self-Assessment-Manikins des Tage- und Nächtebuches, welches die Patienten vor jeder Testeinheit ausfüllten, konnte das subjektive Befinden der Patienten in den Dimensionen Valenz, Arousal und Dominanz während der drei Sitzungen bei beiden Bedingungen abgefragt werden. Hiermit sollte ein möglicher Tageszeiteffekt auf die emotionale Befindlichkeit aufgedeckt werden. Die varianzanalytische Auswertung mit den Faktoren REIHENFOLGE (MPH vs. Traubenzucker) und ZEITPUNKT (erster Morgen vs. abends vs. zweiter Morgen) ergab für die Angaben auf der Skala „Valenz“ einen Haupteffekt für REIHENFOLGE [ $F(1,17)= 5.4$ ,  $p= .032$ ], der aufzeigt, dass die Kinder in der Traubenzuckerbedingung angaben, glücklicher zu sein als in der MPH-Bedingung. Weiterhin verfehlte auf der Skala „Valenz“ der Haupteffekt des Faktors ZEITPUNKT [ $F(1,17)= 2,9$   $p= .067$ ] marginal die Signifikanz. Andere ANOVA-Effekte wurden in der Dimension „Valenz“ nicht signifikant ( $p\geq .782$ ). In den Dimensionen „Arousal“ ( $p\geq .117$ ) und „Dominanz“ ( $p\geq .168$ ) ergaben sich keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen in der varianzanalytischen Auswertung (s. Anhang XIII). Zusätzlich ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den t-Tests [ $p\geq .094$ ; s. Tabelle 5]. Mit Hilfe des Tage- und Nächtebuches konnten auch subjektive Angaben zu der Erholbarkeit und Wachheit der Patienten gemacht werden. Die varianzanalytische Auswertung mit den Faktoren REIHENFOLGE und ZEITPUNKT ergab für die Angaben der Wachheit einen Haupteffekt für ZEITPUNKT [ $F(2,34)= 3.5$ ,  $p= .041$ ], der aufzeigt, dass die Kinder sich abends wacher fühlten als morgens. Andere ANOVA-Effekte wurden nicht signifikant. Auch für die Angaben der Erholbarkeit ( $p\geq .351$ ) ergaben sich kein signifikanter Haupteffekt oder Interaktion (s. Anhang XIII). In den t-Tests ergaben sich bezüglich beider Testbedingungen keine signifikanten Unterschiede ( $p\geq .245$ ).

**Tabelle 5: Subjektives Befinden in den Dimensionen "Valenz", "Arousal" und "Dominanz"** Angegeben ist der Mittelwert (Standardabweichung des Mittelwerts (SD)) des jeweiligen Messzeitpunktes (t1 (unmittelbarer Abruf am Morgen), t2 (verzögerter Abruf mit Feedback am Abend), t3 (unmittelbarer Abruf am Abend ohne Feedback) und t4 (verzögerter Abruf am Morgen)) für beide Bedingungen (MPH- vs. Traubenzuckerbedingung mit t- und p-Wert).

| Skala           | Zeitpunkt | MPH<br>(SD) | TBZ<br>(SD) | t   | p    |
|-----------------|-----------|-------------|-------------|-----|------|
| <b>Valenz</b>   | t1        | 2,22 (1,63) | 2,83 (1,04) | 1,8 | .094 |
|                 | t2/t3     | 1,28 (1,99) | 2,00 (2,09) | 1,6 | .132 |
|                 | t4        | 1,89 (2,42) | 2,94 (1,26) | 1,6 | .136 |
| <b>Arousal</b>  | t1        | 3,72 (1,64) | 4,61 (2,40) | 1,2 | .230 |
|                 | t2/t3     | 3,67 (2,85) | 4,06 (2,29) | 0,8 | .447 |
|                 | t4        | 4,28 (2,54) | 4,50 (2,28) | 0,3 | .749 |
| <b>Dominanz</b> | t1        | 6,00 (1,53) | 6,00 (1,82) | 0   | 1    |
|                 | t2/t3     | 5,94 (1,98) | 6,06 (2,07) | 0,4 | .717 |
|                 | t4        | 5,89 (2,08) | 6,61 (1,72) | 1,3 | .204 |

Es handelt sich um piktographische Skalen von -4 bis +4 für „Valenz“ und „Arousal“ bzw. von 1 bis 9 für „Dominanz“.

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, gab es bei der Auswertung der Daten der Polysomnographie keinen Unterschied in der globalen Schlafarchitektur zwischen den beiden Versuchsbedingungen. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den t-Tests ( $p > .357$ ; s. Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht der Schlafparameter. Angegeben ist der Mittelwert (Standardabweichung des Mittelwertes (SD)) der MPH- und Traubenzuckerbedingung mit t- und p-Wert.

|  | <b>MPH<br/>(SD)</b> | <b>TBZ<br/>(SD)</b> | <b>t</b> | <b>p</b> |
|--|---------------------|---------------------|----------|----------|
| <b>Bettzeit (min)</b>                                    | 567,53 (42,99)      | 571,53 (35,44)      | -0,4     | .741     |
| <b>Gesamtschlafzeit(min)</b>                             | 515,77 (25,53)      | 517,13 (36,79)      | -0,1     | .893     |
| <b>Schlafeffizienz (%)</b>                               | 90,97 (5,42)        | 90,73 (7,11)        | 0,2      | .852     |
| <b>Schlafperiode (min)</b>                               | 526,47 (76,49)      | 540,47 (36,38)      | -0,8     | .442     |
| <b>S1-Latenz (min)</b>                                   | 18,99 (15,99)       | 15,09 (15,61)       | 0,9      | .357     |
| <b>S2-Latenz (min)</b>                                   | 22,45 (16,33)       | 18,78 (15,04)       | 0,9      | .389     |
| <b>S3/S4-Latenz (min)</b>                                | 31,23 (18,22)       | 27,95 (14,87)       | 0,7      | .470     |
| <b>REM-Latenz (min)</b>                                  | 126,87 (34,16)      | 134,70 (48,46)      | -0,6     | .554     |
| <i>Schlafstadien in min:</i>                             |                     |                     |          |          |
| <b>Wachzeit</b>  | 44,69 (34,14)       | 46,47 (44,76)       | -0,2     | .825     |
| <b>Bewegungszeit</b>                                     | 8,19 (2,77)         | 7,71 (3,16)         | 0,7      | .475     |
| <b>S1</b>  | 26,06 (14,47)       | 25,71 (10,67)       | 0,1      | .893     |
| <b>S2</b>  | 241,59 (25,29)      | 239,72 (25,89)      | 0,2      | .818     |
| <b>S3</b>  | 44,93 (8,73)        | 43,54 (10,77)       | 0,5      | .632     |
| <b>S4</b>  | 80,58 (18,82)       | 83,56 (14,73)       | -0,8     | .433     |
| <b>REM</b>   | 121,48 (16,43)      | 127,92 (32,64)      | -0,8     | .415     |
| <i>Anteil der Schlafstadien an Gesamtschlafzeit (%):</i> |                     |                     |          |          |
| <b>S1</b>  | 5,07 (2,77)         | 4,99 (2,11)         | 0,2      | .885     |
| <b>S2</b>  | 46,97 (4,49)        | 46,34 (3,69)        | 0,6      | .545     |
| <b>S3</b>  | 8,72 (1,56)         | 8,47 (2,13)         | 0,5      | .654     |
| <b>S4</b>  | 15,63 (3,47)        | 16,22 (2,99)        | -0,7     | .467     |
| <b>REM</b>   | 23,62 (3,06)        | 23,98 (4,78)        | -0,4     | .727     |

## 5. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss von MPH auf die Enkodierung und die schlafabhängige Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte bei Kindern mit einer ADHS untersucht. Vermutet wurde, dass eine Unterstützung präfrontaler Funktionen durch die Einnahme von MPH zu einer verbesserten Enkodierung und somit zu einer verbesserten schlafassoziierten Konsolidierung führt. Die Ergebnisse zeigen, dass MPH zu allen Messzeitpunkten zu besseren Abrufleistungen führt. Bei explorativer Betrachtung der einzelnen Messzeitpunkte zeigt sich jedoch, dass sich nur nach 12h beim ersten Abruf (t2) ein signifikanter Enkodierungsvorteil in der MPH-Bedingung im Vergleich zu der Traubenzucker-Bedingung beobachten ließ. Nach einer erneuten abendlichen Übung sowie einem weiteren 12h-Intervall mit nächtlichem Schlaf ließen sich keine signifikanten Leistungsunterschiede mehr nachweisen, sodass der initiale Enkodierungsvorteil keinen signifikanten Einfluss auf die schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung hatte und unsere Hypothese falsifiziert worden ist.

Basierend auf Studien mit gesunden Erwachsenen wurde angenommen, dass der Präfrontalkortex während der Enkodierung eine Art „Tagging“ der Erinnerungen, die er als relevant für die Zukunft betrachtet, vornimmt, welche dann während der nachtabhängigen Konsolidierung bevorzugt abgespeichert werden (Diekelmann & Born, 2010; Wilhelm et al., 2011). Kinder mit einer ADHS weisen Defizite in der schlafabhängigen Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte auf (Prehn-Kristensen, Göder, et al., 2011), die in Zusammenhang mit gestörten präfrontal vermittelten Enkodierungsprozessen stehen könnten (Blumenfeld & Ranganath, 2007). Unter anderem wird angenommen, dass dieses „Tagging“ während der Enkodierung bei ADHS-Patienten aufgrund der Hypofrontalität eingeschränkt verläuft und dass aus diesem Grund während der schlafabhängigen Konsolidierung nicht adäquat zwischen relevanten und irrelevanten Erinnerungen unterschieden werden kann. Dies könnte als Folge zu einer Einschränkung der Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte führen. Bildgebende Studien konnten zeigen, dass der Enkodierungserfolg für Langzeitgedächtnisprozesse anhand der Aktivität präfrontaler Hirnstrukturen vorhergesagt werden konnte (Blumenfeld & Ranganath, 2007). Die Einnahme von MPH führt zu einer Normalisierung der fronto-striatalen Hirnaktivität (Prehn-Kristensen et al., 2014; Rubia et al., 2014; Spencer et al., 2014) und dadurch zu einer Verbesserung der Enkodierung (Iliev et al., 2015).

Auch in dieser vorliegenden Studie ließen die Daten auf einen Enkodierungsvorteil in der MPH-Bedingung gegenüber der Traubenzucker-Bedingung schließen. Durch ADHS bei Kindern verursachte Defizite während der Enkodierung können somit vermutlich durch MPH ausgeglichen werden, sodass es zu einer höheren Behaltensleistung kommt, als wenn kein MPH eingenommen worden ist. Ausschlaggebend könnte hierbei auch der positive Einfluss des MPHs auf die Exekutivfunktionen sein

(Coghill et al., 2014). So kann unter MPH die Reaktionshemmung, also die Fähigkeit, andere Reize auszublenden und nur eine Aufgabe fokussiert auszuführen, sowie das Arbeitsgedächtnis und die Aufmerksamkeitssteuerung positiv beeinflusst werden, was wiederum zu besseren Abrufleistungen führen könnte. Allerdings erbrachte der Enkodierungsvorteil in der vorliegenden Arbeit nur einen Vorteil in der wachabhängigen Konsolidierung und nicht in der schlafassoziierten Konsolidierung, sodass zunächst die Befunde der wachabhängigen Konsolidierung interpretiert werden und anschließend die der schlafassoziierten Konsolidierung.

Der Enkodierungsvorteil in der MPH-Bedingung erreichte explorativ Signifikanz nach einem 12h Intervall bei dem verzögerten Abruf mit Feedback am Abend (t2). MPH vor dem Enkodieren könnte demnach einen Enkodierungsvorteil bewirken, der einen positiven Einfluss auf die wachabhängige Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte haben könnte. In einer anderen Studie konnte auch ein signifikanter Einfluss von MPH auf die wachabhängige Gedächtniskonsolidierung bei gesunden Erwachsenen im Vergleich zu einem Placebo gesehen werden (Linssen, Vuurman, Sambeth, & Riedel, 2012). In der soeben genannten Studie wurde eine ähnliche Wortpaaraufgabe benutzt wie in dieser Studie und die wachabhängige Konsolidierung unter unterschiedlich hoch dosiertem MPH oder Placebo betrachtet. Auch wurde in dieser Studie der unmittelbare Enkodierungserfolg abgerufen und zeigte sich statistisch nicht signifikant. Signifikanz wurde auch hier erst im verzögerten Abruf erreicht. Hieraus lässt sich vermuten, dass MPH nicht nur bei Gesunden, sondern auch bei an ADHS erkrankten Kindern einen positiven Einfluss auf die wachabhängige deklarative Gedächtniskonsolidierung hat.

In einer Studie von Skodzik, Holling und Pedersen (2013) wurde beschrieben, dass bei Erwachsenen mit ADHS Defizite des Langzeitgedächtnisses vornehmlich durch Lerndefizite während der Enkodierung hervorgerufen werden. Ilieva et al. (2015) zeigte in einer Metaanalyse, in der 48 Studien mit unterschiedlichen Gedächtnistest inkludiert waren, dass MPH nicht nur einen positiven Einfluss auf die Enkodierung, sondern auch auf Langzeitgedächtnisleistungen selbst bei Gesunden haben kann. Bezüglich der wachabhängigen Konsolidierung lässt sich dieses auf unsere Studie übertragen, da MPH einen Enkodierungsvorteil erbrachte und zu besseren Langzeitgedächtnisleistungen führte, wie die Differenz der Abrufleistungen über den Tag andeuten.

Bezüglich der schlafassoziierten Konsolidierung erbrachte MPH jedoch keinen Vorteil und führte zu keinen besseren Langzeitgedächtnisleistungen, wie die Differenz der Abrufleistungen über die Nacht andeuten. Vielmehr deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Kinder im Schlaf dazu in der Lage waren, den positiven Enkodierungsvorteil und wachabhängigen Konsolidierungsvorteil längerfristig aufzuheben, da sich die finalen Abrufleistungen nicht mehr unterschieden. Es deutet demnach darauf hin, dass Defizite in der schlafassoziierten Gedächtniskonsolidierung (Pregn-Kristensen et al., 2016)

nicht auf Defizite der Enkodierung zurückzuführen sind, sondern klar durch Defizite in der schlafabhängigen Konsolidierung begründet sind. In den Studien von Prehn-Kristensen, Göder, et al. (2011) und Wilhelm et al. (2012) wurde vermutet, dass durch die reduzierte Funktionalität des Präfrontalkortex die dort hervorgebrachten SO verantwortlich für die Defizite der schlafassoziierten Konsolidierung sein könnten. Auch wenn gezeigt werden konnte, dass die Zeit, die in SWS, sowie in SO und Delta-Power verbracht wurde, sich nicht zwischen gesunden und an ADHS erkrankten Kindern unterschied, so kann vermutet werden, dass es durch die Dysfunktionalität des Präfrontalkortex zu einer Dysfunktionalität endogener SO kommt und daraus folgend zu einer geringeren Konsolidierungsleistung deklarativer Gedächtnisinhalte (Prehn-Kristensen et al., 2017). Somit ließe sich sagen, dass die Defizite nicht bei der Enkodierung liegen, sondern am ehesten bei der Konsolidierung. Interessant wäre es zu überprüfen, ob die Einnahme von MPH am Abend einen Einfluss auf die schlafassoziierte Konsolidierung hat. Allerdings stellt MPH am Abend keine therapeutische Indikation dar. Zur Überprüfung dieser Fragestellung könnten jedoch langwirksame Medikamente wie Atomoxetin oder Guanfacin dienen, da diese durch ihre 24 Stunden Wirkung auch den Schlaf beeinflussen. Allerdings würde aufgrund der langen Halbwertszeiten nur ein Between-Groups Design gewählt werden können, sodass pro Versuchsperson nur eine einzige Bedingung durchlaufen werden könnte. Dies würde wiederum bedeuten, dass die Stichprobengröße entsprechend erhöht werden müsste.

Die Interpretation dieser Studie weist Limitationen auf. Zum einen kann eine gewisse Voreingenommenheit durch die einfache Verblindung der Testleiter und somit der fehlenden Verblindung der Patienten gegenüber dem Medikament und dem Traubenzucker angenommen werden. Es zeigte sich in unseren Auswertungen, dass die Patienten MPH als hilfreicher beim Lernen empfanden als den Traubenzucker. Es lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass die Patienten aufgrund des Wissens MPH einzunehmen motivierter waren, bessere Enkodierungsleistungen zu zeigen, da sie von einer besseren Unterstützung durch das Medikament ausgingen. So wurde in einer Metaanalyse zusammenfassend vermutet, dass MPH bei Gesunden eher die Motivation als die kognitiven Fähigkeiten steigert (Ilieva et al., 2015). In der Abfrage des subjektiven Befindens anhand der Self-Assessment-Manikins zeigte der Haupteffekt in der Traubenzuckerbedingung im Vergleich zu der MPH-Bedingung ein höheres Rating auf der Skala „Valenz“. Die Kinder gaben an, in dieser Bedingung glücklicher gewesen zu sein. Ob das subjektiv als glücklicher eingestufte Befinden Einfluss auf die Motivation bei der Bearbeitung der Aufgabe gehabt hat, kann nicht beurteilt werden, da die Motivation der Kinder während der Aufgaben in unseren Testungen nicht überprüft worden ist. Das Wissen darüber, ob MPH oder Traubenzucker eingenommen worden ist, könnte durch eine unterschiedliche Motivation oder Valenz jedoch einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben.

Außerdem erhielten die Kinder beim verzögerten Abruf am Abend (t2) ein Feedback, wodurch eine erneute Enkodierung durchgeführt worden ist. Uns war daran gelegen, dass die Patienten mit einer vergleichswisen Menge an enkodierter Information schliefen. Dadurch, dass in beiden Bedingungen durch die erneute Enkodierung ein vergleichbares Wissenslevel erreicht worden ist, erhofften wir uns, einen signifikanten Vorteil der MPH-Bedingung durch das effizientere „Tagging“ während der ersten Enkodierung und somit einen klareren Hinweis darauf, dass die Enkodierung entscheidend für die schlafassoziierte Konsolidierung ist, zu sehen. Dies zeigte sich nicht. In der MPH-Bedingung zeigten die Kinder bessere Leistungen, allerdings erreichte der Unterschied zu der Traubenzuckerbedingung in unseren statistischen Auswertungen keine Signifikanz. Die erneute Enkodierung und das anschließende Schlafen führten also zu einem Aufheben des zuvor gemessenen Vorteils. Zusätzlich sollte erwähnt werden, dass zum Zeitpunkt der erneuten Enkodierung am Abend die Patienten in beiden Bedingungen MPH im Blutkreislauf hatten. Die Patienten in der Traubenzuckerbedingung erhielten MPH zusätzlich ungefähr zwei Stunden später als in der MPH-Bedingung. Dies könnte eine höhere Konzentration im Blut zur Folge haben, was zu besseren Ergebnissen während der erneuten Enkodierung am Abend führen könnte (Banaschewski et al., 2006). Allerdings ist dieses eher unwahrscheinlich, da in unserer Studie eine MPH-sensitive Aufgabe durchgeführt worden ist, die in einer anderen Arbeit besprochen wird. Diese ergab, dass am Abend beide Bedingungen keine signifikanten Unterschiede erzielten. Für Folgestudien könnten sich daraus allerdings zwei unterschiedliche Kontrollbedingungen ergeben. Zum einen wäre es wünschenswert eine Kontrollbedingung einzuschließen, bei der am Abend kein Feedback gegeben wird und somit keine erneute Enkodierung stattfindet. Es wäre zu erwarten, dass in der MPH-Bedingung die Vergessensrate beim verzögerten Abruf am zweiten Morgen (t4) niedriger ist als in der Traubenzucker-Bedingung. Es könnte dadurch der Einfluss der initialen Enkodierung auf die schlafassoziierte Konsolidierung genauer betrachtet werden, da keine erneute Enkodierung stattfinden würde. Zum anderen wäre eine Kontrollbedingung denkbar, bei der in der einen Bedingung nur MPH und in der anderen Bedingung nur Traubenzucker eingenommen wird. Somit könnte ausgeschlossen werden, dass das MPH bei der erneuten Enkodierung am Abend (t2) einen Einfluss haben könnte, da aufgrund der Halbwertszeit kein Wirkstoff mehr im Körper sein sollte (Banaschewski et al., 2006). Allerdings könnten die unterschiedlichen Bedingungen zu unterschiedlichen Schlafqualitäten führen. So gibt es Studien, die MPH einen positiven Einfluss auf die Schlafqualität zusprechen (Sobanski, Schredl, Kettler, & Alm, 2008) und Studien, die das Gegenteil belegen und demnach MPH einen negativen Einfluss auf die Schlafqualität zusprechen (Faraone, Po, Komolova, & Cortese, 2019). Dies könnte wiederum Folgen für die schlafabhängige Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte haben (Carskadon et al., 1981). Um in diesen beiden genannten Kontrollbedingungen keine Einstellungsverzerrungen vorliegen zu haben, wäre es

zusätzlich wünschenswert, wenn Traubenzucker durch ein Placebo ausgetauscht werden könnte und zum einen die Patienten und zum anderen die Testleiter verblindet wären und die Studie somit doppelt verblindet wäre. Natürlich wären auch größere Stichproben für eine größere Aussagekraft wünschenswert.

Es lässt sich zusammenfassen, dass Defizite der schlafassoziierten Gedächtniskonsolidierung vermutlich nicht auf Defizite der Enkodierung zurückzuführen sind, da in unserer Studie trotz unterschiedlicher Enkodierungsbedingungen ein ähnliches Ergebnis im finalen Abruf nach dem Schlafen erzielt werden konnte. Es kann dadurch vermutet werden, dass der Ursprung der vorbeschriebenen Gedächtnisdefizite in gestörten Prozessen der Konsolidierung selbst liegt. Für an ADHS erkrankte Kinder und ihre Familien könnte dies bedeuten, dass die bei ADHS beschriebenen Defizite in der schlafassoziierten Gedächtniskonsolidierung nicht durch die morgendliche Gabe von MPH kompensiert werden. Jedoch scheint der Schlaf bei Kindern mit ADHS solche Gedächtnisdefizite zu kompensieren, welche tagsüber aufgrund ungünstiger Zeitpunkte der Einnahme von MPH entstanden sind, sofern die Gedächtnisinhalte vor dem Schlafen erneut abgerufen werden.

## 6. Zusammenfassung

An der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung Erkrankte weisen Defizite in frontal verorteten kognitiven Funktionen auf. Hierzu können auch Enkodierungsprozesse zur Bildung von Langzeitgedächtnisleistungen gezählt werden. Methylphenidat führt zu einer Normalisierung fronto-striataler Hirnaktivität und zu einer Verbesserung frontal verorteter kognitiver Leistungen. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss von Methylphenidat auf die Enkodierung und die nachfolgende schlafabhängige Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte bei Kindern mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung untersucht. Vermutet wurde, dass eine Unterstützung präfrontaler Funktionen durch die Einnahme von Methylphenidat zu einer verbesserten Enkodierung und dadurch zu einer verbesserten schlafassoziierten Konsolidierung führt. Die Untersuchung erfolgte an 18 Jungen mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung im Alter von 9-12 Jahren, die mindestens ein Jahr erfolgreich mit Methylphenidat therapiert worden sind. Die Patienten durchliefen eine Methylphenidat- und eine Traubenzucker-Bedingung. Die Gedächtnisaufgabe bestand aus einer Wortpaar-Assoziationsaufgabe mit je 36 Wortpaaren pro Bedingung. Während in der Methylphenidat-Bedingung um 7 Uhr die therapeutisch verschriebene Dosis Methylphenidat eingenommen worden ist und nach der Enkodierung um 8 Uhr der Traubenzucker, nahmen Teilnehmer der Traubenzucker-Bedingung zu diesem Zeitpunkt Methylphenidat ein. Am Abend desselben Tages wurden eine Enkodierungskontrolle sowie eine weitere Übungseinheit durchgeführt. Nach einer Nacht im häuslichen Umfeld, in der eine Polysomnographie durchgeführt worden ist, wurden die Leistungen am Morgen final abgerufen. Es zeigte sich, dass die morgendliche Gabe von Methylphenidat im Vergleich zur Traubenzucker-Bedingung nach 12h beim verzögerten Abruf am Abend einen Enkodierungsvorteil bewirkt hat. Nach einer erneuten abendlichen Übung sowie einem weiteren 12h-Intervall mit nächtlichem Schlaf ließen sich jedoch keine Leistungsunterschiede mehr nachweisen. Die Auswertung der Polysomnographie bestätigte, dass die Patienten in beiden Bedingungen vergleichbar gut schliefen. Und auch die Auswertung der subjektiv-verbalen Selbsteinschätzung bezüglich Stimmung und Schlafverhalten blieben vergleichbar.

Somit lässt sich zusammenfassen, dass Methylphenidat die initiale Enkodierung und die wachabhängige Konsolidierung verbal-deklarativer Gedächtnisinhalte positiv beeinflussen kann, jedoch hat dieser initiale Vorteil keinen Einfluss auf die schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung. Vielmehr lässt sich vermuten, dass durch erneute Übungseinheiten am Abend und durch anschließenden Schlaf die positiven Effekte des Methylphenidats auf die Gedächtnisenkodierung und -konsolidierung längerfristig aufgehoben werden können.

## 7. Literaturverzeichnis

- Achenbach, T. M. (1991). *Manual for the child behavior checklist/4-18 and 1991 Profile*. Burlington, Vermont: Department of Psychiatry, University of Vermont.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorders, 4th ed. (Text revision): DSM IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Arnsten, A. F., & Dudley, A. G. (2005). Methylphenidate improves prefrontal cortical cognitive function through alpha2 adrenoceptor and dopamine D1 receptor actions: Relevance to therapeutic effects in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Behavioral and Brain Functions*, 1(1), 2. doi: 1744-9081-1-2 [pii] 10.1186/1744-9081-1-2 [doi]
- Astill, R. G., Van der Heijden, K. B., Van Ijzendoorn, M. H., & Van Someren, E. J. (2012). Sleep, cognition, and behavioral problems in school-age children: a century of research meta-analyzed. *Psychol Bull*, 138(6), 1109-1138. doi: 10.1037/a0028204
- Backhaus, J., Hoeckesfeld, R., Born, J., Hohagen, F., & Junghanns, K. (2008). Immediate as well as delayed post learning sleep but not wakefulness enhances declarative memory consolidation in children. *Neurobiol Learn Mem*, 89, 76-80.
- Banaschewski, T., Coghill, D., Santosh, P., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, 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.
- Bayerl, M., Dielentheis, T. F., Vucurevic, G., Gesierich, T., Vogel, F., Fehr, C., . . . Konrad, A. (2010). Disturbed brain activation during a working memory task in drug-naïve adult patients with ADHD. *Neuroreport*, 21(6), 442-446. doi: 10.1097/WNR.0b013e328338b9be
- 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., Milberger, S., Faraone, S. V., Kiely, K., Guite, J., Mick, E., . . . Reed, E. (1995). Family-environment risk factors for attention-deficit hyperactivity disorder. A test of Rutter's indicators of adversity. *Arch Gen Psychiatry*, 52(6), 464-470.
- Blumenfeld, R. S., & Ranganath, C. (2007). Prefrontal cortex and long-term memory encoding: an integrative review of findings from neuropsychology and neuroimaging. *Neuroscientist*, 13(3), 280-291. doi: 13/3/280 [pii] 10.1177/1073858407299290 [doi]
- Borbely, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *J Biol Rhythms*, 14(6), 557-568.
- Born, J., Rasch, B., & Gais, S. (2006). Sleep to Remember. *Neuroscientist*, 12, 410-424.
- 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.
- 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.
- Carskadon, M. A., Harvey, K., & Dement, W. C. (1981). Sleep loss in young adolescents. *Sleep*, 4(3), 299-312.
- Cattell, Raymond B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1.
- Coghill, D. R., Seth, S., Pedroso, S., Usala, T., Currie, J., & Gagliano, A. (2014). Effects of methylphenidate on cognitive functions in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence from a systematic review and a meta-analysis. *Biol Psychiatry*, 76(8), 603-615. doi: 10.1016/j.biopsych.2013.10.005
- Cortese, S., Faraone, S. V., Konofal, E., & Lecendreux, M. (2009). Sleep in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: meta-analysis of subjective and objective studies. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 48(9), 894-908. doi: 0.1097/CHI.0b013e3181ac09c9

- Cortese, S., Konofal, E., Yateman, N., Mouren, M.-C., & Lecendreux, M. (2006). Sleep and Alertness in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review of the Literature. *Sleep*, 29(4), 504-511.
- Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Taylor, E., & Rubia, K. (2012). A review of fronto-striatal and fronto-cortical brain abnormalities in children and adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and new evidence for dysfunction in adults with ADHD during motivation and attention. *Cortex*, 48(2), 194-215. doi: 10.1016/j.cortex.2011.04.007
- 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.
- Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., & Bogels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Med Rev*, 14(3), 179-189. doi: 10.1016/j.smrv.2009.10.004
- Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature reviews. Neuroscience*, 11(2), 114-126. doi: nrn2762 [pii] 10.1038/nrn2762 [doi]
- Döpfner, Manfred, Frölich, Jan, & Lehmkuhl, Gerd. (2013). *Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)* (Vol. 1): Hogrefe Verlag.
- Eichenbaum, H. (2000). A cortical-hippocampal system for declarative memory. *Nat Rev Neurosci*, 1(1), 41-50. doi: 10.1038/35036213
- Faraone, S. V., & Biederman, J. (1998). Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 44(10), 951-958.
- Faraone, S. V., Po, M. D., Komolova, M., & Cortese, S. (2019). Sleep-Associated Adverse Events During Methylphenidate Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analysis. *J Clin Psychiatry*, 80(3). doi: 10.4088/JCP.18r12210
- Feld, G. B., & Born, J. (2017). Sculpting memory during sleep: concurrent consolidation and forgetting. *Curr Opin Neurobiol*, 44, 20-27. doi: 10.1016/j.conb.2017.02.012
- Frith, C., & Dolan, R. (1996). The role of the prefrontal cortex in higher cognitive functions. *Brain Res Cogn Brain Res*, 5(1-2), 175-181.
- Graubner, Bernd. (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., Wiebe, S., Montecalvo, L., Brunetti, B., Amsel, R., & Carrier, J. (2011). Impact of sleep restriction on neurobehavioral functioning of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Sleep*, 34(3), 315-323.
- Hart, H., Radua, J., Nakao, T., Mataix-Cols, D., & Rubia, K. (2013). Meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies of inhibition and attention in attention-deficit/hyperactivity disorder: exploring task-specific, stimulant medication, and age effects. *JAMA Psychiatry*, 70(2), 185-198. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2013.277
- Hebscher, M., Barkan-Abramski, M., Goldsmith, M., Aharon-Peretz, J., & Gilboa, A. (2016). Memory, Decision-Making, and the Ventromedial Prefrontal Cortex (vmPFC): The Roles of Subcallosal and Posterior Orbitofrontal Cortices in Monitoring and Control Processes. *Cereb Cortex*, 26(12), 4590-4601. doi: 10.1093/cercor/bhv220
- Heiser, P., Friedel, S., Dempfle, A., Konrad, K., Smidt, J., Grabarkiewicz, J., . . . Hebebrand, J. (2004). Molecular genetic aspects of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neurosci Biobehav Rev*, 28(6), 625-641. doi: 10.1016/j.neubiorev.2004.09.010
- JASPER, Herbert Henri. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Kasper, L. J., Alderson, R. M., & Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a meta-analytic review. *Clin Psychol Rev*, 32(7), 605-617. doi: 10.1016/j.cpr.2012.07.001
- Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U., Flynn, C., Moreci, P., . . . Ryan, N. (1997). Schedule for affective disorders and schizophrenia for school-age children - Present and lifetime version

- (K-SADS-PL): Initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36, 980–988.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *J Cogn Neurosci*, 14(1), 1-10. doi: 10.1162/089892902317205276
- Klinke, R, Pape, HC, & Silbernagl, S. (2005). Physiologie.(5. komplett überarbeitete Auflage): Stuttgart: Thieme.
- Knölker, Ulrich. (2001). *Aufmerksamkeits-Defizit/Hyperaktivitäts-Störungen (ADHS): Fakten und Legenden, Probleme und Lösungen*: UNI-MED-Verlag.
- Kobel, M., Bechtel, N., Specht, K., Klarhofer, M., Weber, P., Scheffler, K., . . . Penner, I. K. (2010). Structural and functional imaging approaches in attention deficit/hyperactivity disorder: does the temporal lobe play a key role? *Psychiatry Res*, 183(3), 230-236. doi: 10.1016/j.psychres.2010.03.010
- Krauel, K., Duzel, E., Hinrichs, H., Santel, S., Rellum, T., & Baving, L. (2007). Impact of Emotional Salience on Episodic Memory in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Biological Psychiatry*, 61, 1370–1379.
- Krause, K. H., Dresel, S. H., Krause, J., la Fougere, C., & Ackenheil, M. (2003). The dopamine transporter and neuroimaging in attention deficit hyperactivity disorder. *Neurosci Biobehav Rev*, 27(7), 605-613.
- 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. *Journal of Neuroscience*, 30(40), 13211-13219. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2532-10.2010 [pii]
- Linssen, A. M., Vuurman, E. F., Sambeth, A., & Riedel, W. J. (2012). Methylphenidate produces selective enhancement of declarative memory consolidation in healthy volunteers. *Psychopharmacology (Berl)*, 221(4), 611-619. doi: 10.1007/s00213-011-2605-9
- Ilieva, Irena P., Hook, Cayce J., & Farah, Martha J. (2015). Prescription Stimulants' Effects on Healthy Inhibitory Control, Working Memory, and Episodic Memory: A Meta-analysis. *J Cogn Neurosci*, 1-21. doi: 10.1162/jocn\_a\_00776
- Marshall, L., & Born, J. (2007). The contribution of sleep to hippocampus-dependent memory consolidation. *Trends Cogn Sci*, 11(10), 442-450.
- Marshall, L., Helgadottir, H., Molle, M., & Born, J. (2006). Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory. *Nature*, 444(7119), 610-613. doi: 10.1038/nature05278
- Marshall, L., Mölle, M., Hallschmid, M., & Born, J. (2004). Transcranial Direct Current Stimulation during Sleep Improves Declarative Memory. *J Neurosci*, 24(44), 9985-9992. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2725-04.2004
- McCarthy, H., Skokauskas, N., & Frodl, T. (2014). Identifying a consistent pattern of neural function in attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis. *Psychol Med*, 44(4), 869-880. doi: 10.1017/s0033291713001037
- McGaugh, J. L. . (2000). Memory - a Century of Consolidation. *Science*, 287, 248-251.
- Moscovitch, M. (1992). Memory and Working-with-Memory: A Component Process Model Based on Modules and Central Systems. *J Cogn Neurosci*, 4(3), 257-267. doi: 10.1162/jocn.1992.4.3.257
- Ngo, H. V., Martinetz, T., Born, J., & Molle, M. (2013). Auditory closed-loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory. *Neuron*, 78(3), 545-553. doi: 10.1016/j.neuron.2013.03.006
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Owens, J. A., Maxim, R., Nobile, C., McGuinn, M., & Msall, M. (2000). Parental and self-report of sleep in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Pediatr Adolesc Med.* , 154(6), 549-555. doi: 10.1001/archpedi.154.6.549

- Prehn-Kristensen, A. (2014). Entwicklungsbedingte Gedächtnisstörungen bei Kindern und Jugendlichen. In T. Bartsch & P. Falkai (Eds.), *Gedächtnisstörungen* (pp. 95-109). Heidelberg: Springer.
- Prehn-Kristensen, A., Berghäuser, J., Brandes, L., Schulze, L., Lentfer, L., Mölle, M., . . . L., Baving, L. (2017). Der Einfluss von akustischer Stimulation während des Schlafs auf die Konsolidierung deklarativer und prozeduraler Gedächtnisleistungen bei Kindern mit und ohne Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung. In S. Kerzel (Ed.), *Brücken bauen - Kinderschlafmedizin verbindet. Aktuelle Kinderschlafmedizin 2017*. Dresden: kleanthes.
- Prehn-Kristensen, A., & Göder, R. (2018). Schlaf und Kognition bei Kindern und Jugendlichen. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 5, 1-18.
- 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 Medicine*, 12(7), 672-679. doi: S1389-9457(11)00144-4 [pii] 10.1016/j.sleep.2010.10.010 [doi]
- Prehn-Kristensen, A., Krauel, K., Hinrichs, H., Fischer, J., Malecki, U., Schuetze, H., . . . Baving, L. (2011). Methylphenidate does not improve interference control during a working memory task in young patients with attention-deficit hyperactivity disorder. *Brain Research*, 1388, 56-68. doi: S0006-8993(11)00431-8 [pii] 10.1016/j.brainres.2011.02.075 [doi]
- Prehn-Kristensen, A., Molzow, I., Forster, A., Siebenhühner, N., Gesch, M., Wiesner, C. D., & Baving, L. (2016). 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
- Prehn-Kristensen, A., Molzow, I., Munz, M., Wilhelm, I., Müller, K., Freytag, D., . . . Baving, L. (2011). Sleep restores daytime deficits in procedural memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2480-2488. doi: S0891-4222(11)00268-X [pii] 10.1016/j.ridd.2011.06.021 [doi]
- Prehn-Kristensen, A., Munz, M., Göder, R., Wilhelm, I., Korr, K., Vahl, W., . . . Baving, L. (2014). Transcranial Oscillatory Direct Current Stimulation During Sleep Improves Declarative Memory Consolidation in Children With Attention-deficit/hyperactivity Disorder to a Level Comparable to Healthy Controls. *Brain Stimul*, 7(6), 793-799. doi: 10.1016/j.brs.2014.07.036
- 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. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3667133/> 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., & Bergmann, B. M. (1995). Sleep deprivation in the rat by the disk-over-water method. *Behav Brain Res*, 69(1-2), 55-63.
- 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.
- Ribeiro, Sidarta, Shi, Xinwu, Engelhard, Matthew, Zhou, Yi, Zhang, Hao, Gervasoni, Damien, . . . Nicolelis, Miguel AL. (2007). Novel experience induces persistent sleep-dependent plasticity in the cortex but not in the hippocampus. *Frontiers in Neuroscience*, 1(1), 43.
- 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.
- Rubia, K., Alegria, A. A., Cubillo, A. I., Smith, A. B., Brammer, M. J., & Radua, J. (2014). Effects of stimulants on brain function in attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Biol Psychiatry*, 76(8), 616-628. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.10.016

- Sadeh, A., Gruber, R., & Raviv, A. (2002). Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school-age children. *Child Dev*, 73(2), 405-417.
- Sayal, K., Prasad, V., Daley, D., Ford, T., & Coghill, D. (2018). ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. *Lancet Psychiatry*, 5(2), 175-186. doi: 10.1016/s2215-0366(17)30167-0
- Schäfer, T. (2011). Physiologie und altersbezogene Merkmale des kindlichen Schlafes. In A. Wiater & G. Lehmkuhl (Eds.), *Handbuch Kinderschlaf. Grundlagen, Diagnostik und Therapie organischer und nichtorganischer Schlafstörungen*. . Schattenauer: Stuttgart: Wiater, A.; Lehmkuhl, G.
- Schermer, Franz J. (2006). *Lernen und Gedächtnis* (Vol. 10): W. Kohlhammer Verlag.
- Schlack, Robert, Hölling, Heike, Kurth, B-M, & Huss, Michael. (2007). Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 50(5-6), 827-835.
- Schlarb, A. A., Milicevic, V., Schwerdtle, B., & Nuerk, H. - C. (2012). Die Bedeutung von Schlaf und Schlafstörungen für Lernen und Gedächtnis bei Kindern – ein Überblick. *Lernen und Lernstörungen*, 1(2), 255-280. doi: 10.1024/2235-0977/a000025
- Schroeder, Sascha, Würzner, Kay-Michael, Heister, Julian, Geyken, Alexander, & Kliegl, Reinhold. (2015). childLex: a lexical database of German read by children. *Behavior Research Methods*, 47(4), 1085-1094. doi: 10.3758/s13428-014-0528-1
- 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.
- Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D., . . . Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(49), 19649-19654. doi: 10.1073/pnas.0707741104
- Shing, Y. L., Werkle-Bergner, M., Brehmer, Y., Muller, V., Li, S. C., & Lindenberger, U. (2010). Episodic memory across the lifespan: the contributions of associative and strategic components. *Neurosci Biobehav Rev*, 34(7), 1080-1091. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.11.002
- Skodzik, T., Holling, H., & Pedersen, A. (2013). Long-Term Memory Performance in Adult ADHD: A Meta-Analysis. *J Atten Disord*.  
<http://jad.sagepub.com/content/early/2013/11/14/1087054713510561>  
doi:10.1177/1087054713510561
- Skodzik, T., Holling, H., & Pedersen, A. (2017). Long-Term Memory Performance in Adult ADHD. *J Atten Disord*, 21(4), 267-283. doi: 10.1177/1087054713510561
- Smidt, J., Heiser, P., Dempfle, A., Konrad, K., Hemminger, U., Kathofer, A., . . . Hebebrand, J. (2003). [Formal genetic findings in attention-deficit/hyperactivity-disorder]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 71(7), 366-377. doi: 10.1055/s-2003-40561
- Sobanski, E., Schredl, M., Kettler, N., & Alm, B. (2008). Sleep in adults with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) before and during treatment with methylphenidate: a controlled polysomnographic study. *Sleep*, 31(3), 375-381.
- Spencer, R. C., Devilbiss, D. M., & Berridge, C. W. (2014). The Cognition-Enhancing Effects of Psychostimulants Involve Direct Action in the Prefrontal Cortex. *Biol Psychiatry*. doi: 10.1016/j.biopsych.2014.09.013
- Stickgold, R. (2006). Neuroscience: a memory boost while you sleep. *Nature*, 444(7119), 559-560.
- Straube, B. (2012). An overview of the neuro-cognitive processes involved in the encoding, consolidation, and retrieval of true and false memories. *Behav Brain Funct*, 8, 35. doi: 10.1186/1744-9081-8-35

- Sung, V., Hiscock, H., Sciberras, E., & Efron, D. (2008). Sleep problems in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: prevalence and the effect on the child and family. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 162(4), 336-342. doi: 10.1001/archpedi.162.4.336
- Thapar, A., & Cooper, M. (2016). Attention deficit hyperactivity disorder. *Lancet*, 387(10024), 1240-1250. doi: 10.1016/s0140-6736(15)00238-x
- Thapar, A., Cooper, M., Eyre, O., & Langley, K. (2013). What have we learnt about the causes of ADHD? *J Child Psychol Psychiatry*, 54(1), 3-16. doi: 10.1111/j.1469-7610.2012.02611.x
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2006). Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Med Rev*, 10(1), 49-62. doi: S1087-0792(05)00042-0 [pii] 10.1016/j.smrv.2005.05.002 [doi]
- Valera, E. M., Brown, A., Biederman, J., Faraone, S. V., Makris, N., Monuteaux, M. C., . . . Seidman, L. J. (2010). Sex differences in the functional neuroanatomy of working memory in adults with ADHD. *Am J Psychiatry*, 167(1), 86-94. doi: 10.1176/appi.ajp.2009.09020249
- van Ewijk, H., Heslenfeld, D. J., Zwiers, M. P., Buitelaar, J. K., & Oosterlaan, J. (2012). Diffusion tensor imaging in attention deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 36(4), 1093-1106. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.01.003
- Volkow, N. D., Fowler, J. S., Wang, G. J., Ding, Y. S., & Gatley, S. J. (2002). Role of dopamine in the therapeutic and reinforcing effects of methylphenidate in humans: results from imaging studies. *Eur Neuropsychopharmacol*, 12(6), 557-566.
- Watzlawik, Meike. (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, & Hartje, W. (2001). Diagnosticum für Cerebralschädigung (DCS). *Ein visueller Lern-und Gedächtnistest nach F. Hiller*, 4.
- Weiß, R. H. (2006). *Grundintelligenztest Skala 2, CFT 20-R [Basic Intelligence Test, Scale 2, CFT 20 (revised)]*. Göttingen, Germany: Hogrefe.
- Wiater, A., & Lehmkuhl, G. (Eds.). (2011). *Handbuch Kinderschlaf - Grundlagen, Diagnostik und Therapie organischer und nichtorganischer Schlafstörungen*. Stuttgart: Schattauer.
- Wilhelm, I., Diekelmann, S., Molzow, I., Ayoub, A., Molle, M., & Born, J. (2011). Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *J Neurosci*, 31(5), 1563-1569. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3575-10.2011 [doi]
- Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A. , & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation - What can be learnt from children? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(7), 1718-1728. doi: S0149-7634(12)00044-9 [pii] 10.1016/j.neubiorev.2012.03.002 [doi]
- Wolf, R. C., Plichta, M. M., Sambataro, F., Fallgatter, A. J., Jacob, C., Lesch, K. P., . . . Vasic, N. (2009). Regional brain activation changes and abnormal functional connectivity of the ventrolateral prefrontal cortex during working memory processing in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Hum Brain Mapp*, 30(7), 2252-2266. doi: 10.1002/hbm.20665
- Wu, J., Xiao, H., Sun, H., Zou, L., & Zhu, L. Q. (2012). Role of dopamine receptors in ADHD: a systematic meta-analysis. *Mol Neurobiol*, 45(3), 605-620. doi: 10.1007/s12035-012-8278-5
- Wu, Z. M., Bralten, J., An, L., Cao, Q. J., Cao, X. H., Sun, L., . . . Wang, Y. F. (2017). Verbal working memory-related functional connectivity alterations in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder and the effects of methylphenidate. *J Psychopharmacol*, 31(8), 1061-1069. doi: 10.1177/0269881117715607

## 8. Anhang

### I. Zustimmung der Ethikkommission

MEDIZINISCHE FAKULTÄT  
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL

ETHIK-KOMMISSION



Universitäts-Greifbühl - Schürzenweg 20 - 24105 Kiel

Dipl.-Psych. Dr. Alexander Prehn-Kristensen  
Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Niemannsweg 147  
24105 Kiel

Postadresse:  
Arnold Heller Straße 3 / Haus 8  
24105 Kiel

Telefon: 0431 / 587-1818  
Telefax: 0431 / 587-5830  
ethikkom@med.uni-kiel.de

Datum: 10.3.2015

AZ.: D 436/15 (bitte stets angeben)

**Studienplan:** Die Rolle präfrontaler Funktionen bei der Encodierungsleistung für die schlafassoziierte Gedächtniskonsolidierung  
Anschreiben vom 10.2.2015: Prüfplan und abert. Basisformular für einen Ethik-Antrag, Datenträger, Aushang zur Rekrutierung, Information und Einwilligungserklärung für Eltern, Information und Einwilligungserklärung für Kinder,

**Studienleiter und Antragsteller:** Dipl.-Psych. Dr. Alexander Prehn-Kristensen, ZIP gGmbH  
**Erst-Antrag vom:** 10. Februar 2015 (Eingang: 16. Februar 2015)

Sehr geehrter Herr Dr. Prehn-Kristensen,

wir bestätigen den Eingang des obengenannten Antrages zur Beratung gemäß § 15 Berufsordnung (BO) der Ärztekammer Schleswig-Holstein.

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

**Die im Folgenden aufgeführten Hinweise müssen beachtet werden:**

1. Es wird darauf hingewiesen, dass künftige Änderungen der Studie der Ethik-Kommission anzuzeigen sind und gegebenenfalls eine erneute Beratung erforderlich machen.
2. Die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung dieser Studie verbleibt beim Projektleiter und den an der Studie teilnehmenden Mitarbeitern.
3. Die Ethik-Kommission weist darauf hin, dass für eventuell in Zukunft weitere teilnehmende Zentren eine berufsrechtliche Beratung bei der jeweils für sie zuständigen Ethik-Kommission erforderlich ist.
4. Gemäß Deklaration von Helsinki **muss** die Studie vor Beginn der Rekrutierung in einer öffentlich zugänglichen Datenbank registriert werden. Wir empfehlen die Registrierung im Deutschen Register für Klinische Studien ([www.drks.de](http://www.drks.de)).

5. Gemäß Deklaration von Helsinki **muss** der Ethik-Kommission nach Studienende ein Abschlussbericht vorgelegt werden, der eine Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Studie enthält.

6. In den Einwilligungserklärungen muss die Unterschrift des Aufklärenden einschließlich Datum und Namen ergänzt werden.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Ingolf Cascorbi  
Stv. Vorsitzender der Ethik-Kommission



Dr. med. Christine Glinicke  
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

## II. Telefoncheckliste

|  |   |       |                    |             |  |
|--|---|-------|--------------------|-------------|--|
| <b>Telefon-Checkliste Vpn, ADHS und Schlaf/Encodierung<br/>MPH – Studie 22</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Datum</td> <td style="padding: 2px;">Vp-Nr. (Blattzahl)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Interviewer</td> <td></td> </tr> </table> | Datum | Vp-Nr. (Blattzahl) | Interviewer |  |
| Datum  | Vp-Nr. (Blattzahl)  |       |                    |             |  |
| Interviewer  |   |       |                    |             |  |

**Studieninformation geben! siehe Vorlage Elterngespräch**

Kontakt durch: \_\_\_\_\_ vorherige Studienteilnahme: \_\_\_\_\_

Name Kind: \_\_\_\_\_ Name Eltern: \_\_\_\_\_

Tel. privat: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_ E-Mail: \_\_\_\_\_

Geb.-Datum: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ (9 – 12 Jahre)

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

Leistungsprobleme: ☐ ja welche? \_\_\_\_\_ ☐ nein

**LRS ?**

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

(Verhaltensauffälligkeiten, psychische Auffälligkeiten/Störungen, traumatische Erlebnisse)

Beratungsstelle aufgesucht? \_\_\_\_\_ ☐ nein

(Kinder-/ Jugendpsychiater/ Schulpsychologen)

Wer ist behandelnder Arzt? \_\_\_\_\_ ☐ nein

☐ ADHS ☐ ADS

weitere Symptome/Diagnose: \_\_\_\_\_ Geburtsgewicht\*\*: \_\_\_\_\_

(Suizidalität, Borderline) (Ausschluss < 1500gr)

Ist das Kind gesund?

Akute Erkrankungen ☐ ja welche? \_\_\_\_\_ ☐ nein

Chronische Erkrankungen? ☐ ja welche? \_\_\_\_\_ ☐ nein

(Wahrnehmungsstörungen; hormonell: Schilddrüse, Diabetes; immunologisch: Allergien; Asthma; neurologisch: Hirntumor)

Gehirnerschütterung? ☐ ja Alter? \_\_\_\_ ☐ Erbrechen ☐ Bewusstlosigkeit ☐ Krankenhausaufenthalt ☐ nein

abgeklärt? ☐ EEG ☐ MRT Befund: \_\_\_\_\_

Zurzeit ADHS- Medikamente? → bitte Verpackung holen und vorlesen ☐ nein

Name: \_\_\_\_\_ Einnahmebeginn: \_\_\_\_\_ Wie oft pro Tag: \_\_\_\_\_

1 Jahr Methylphenidat bei Medikamentenwechsel: jetzt zufrieden?

Pharma-Unternehmen: \_\_\_\_\_ retard: ☐ nein ☐ ja

→ Ausschluss: Strattera/Atomoxetin, Elvanse/Lisdexamfetamin

erfolgreiche Behandlung? ☐ ja ☐ nein (→ Ausschluss)

weitere Medikamente:

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

Schlafprobleme: ☐ ja welche? \_\_\_\_\_ ☐ nein

(letzte 2 Wo.: Einschlaf-, Durchschlafstörungen, vorzeitiges Erwachen, Schlafwandeln; schläft Kind allein im Bett? unregelmäßiger Schlaf-Wach-Rhythmus, Tagesschläfrigkeit; organische Schlafstörungen: Restless-Legs, Bettnässen, Atemaussetzer, Schnarchen/Schlaf-Apnoe) **allein, ungestört schlafen?**

Schlafgewohnheiten? Aufstehen \_\_\_\_\_ Uhr Einschlafen \_\_\_\_\_ Uhr regelm. Mittagsschlaf? \_\_\_\_\_ Uhr

(mind. 4x/ Woche)

Benötigt Brille? \*\*\* ☐ ja ☐ nein

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

**Wie geht es weiter?**

- postalisch Zusenden der Informationen\* für Kind und Eltern/Sorgeberechtigte oder per E-Mail
- Sorgerechtsituation?
- Wann rufen wir das nächste Mal an → *eintragen*
- wenn Interesse besteht, folgt als nächstes der Diagnostik-Termin: machen wir individuell aus
- zu diesem Termin benötigen wir die Einverständniserklärung mit der Unterschrift aller Sorgeberechtigten

Wann nächstes Telefon-Gespräch: \_\_\_\_\_ wann am besten zu erreichen: \_\_\_\_\_

**\* Unterlagen für Familie:**

Post: *Anschreiben, Anreisebeschreibung, Infomaterial Kind, Infomaterial Eltern, Einverständniserklärung für Eltern und Kind*

E-Mail: als pdf: *Anreisebeschreibung, Infomaterial Kind, Infomaterial Eltern*  
postalisch: *Anschreiben und Einverständniserklärung für Eltern und Kind*

**2. Telefongespräch:     *siehe Vorlage Elterngespräch***

Anmerkungen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Diagnostik-Termin (Datum und Uhrzeit): \_\_\_\_\_

**3. Erinnerungsanruf:**   ☐ nein   ☐ ja, erledigt am: \_\_\_\_\_

**4. Terminabsprache:**

| Abstand zwischen Dummy-Nacht und erster Testnacht | Abstand zwischen Testnacht 1 und Testnacht 2     |
|---|--|
| mindestens eine Nacht                             | nach Möglichkeit 2 Wochen<br>Minimum ist 1 Woche |

Dummy-Nacht:

TN1:

TN2:



### III. Informationsmaterial der Eltern



Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH  
Prävention - Therapie - Rehabilitation

#### Campus Kiel

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Institut für Sexualmedizin und  
Forensische Psychiatrie u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

#### Campus Lübeck

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

#### Campus Kiel und Campus Lübeck

Trauma-Ambulanz  
Flucht und Migration



#### Ansprechpartner:

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 500-98317 Fax: 0431 500 98342  
E-Mail: julia.berghaeuser@uksh.de

### Studie

#### „Lernen mit Traubenzucker oder Medikament bei Kindern mit ADHS“

#### Information

Liebe Eltern,

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

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

Bei Ihrem Sohn wurde vermutlich eine Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS) festgestellt. Diese Krankheit ist durch Aufmerksamkeits- und Konzentrationsprobleme sowie Bewegungsunruhe gekennzeichnet. Oftmals müssen Kinder mit ADHS von Eltern oder anderen Erwachsenen ermahnt werden, sich besser zu konzentrieren oder ruhig zu sitzen. Diese Probleme sind Teil der Erkrankung und bestehen meist schon von klein auf. Wissenschaftler nehmen an, dass bei Kindern mit ADHS bestimmte Teile im Gehirn nicht gleichmäßig arbeiten, was möglicherweise am Stoffwechsel des Gehirns liegt. Damit sich Kinder und



Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 834 172 144  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KI)  
260102537 (HL)

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

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67  
SWIFT/BIC: NOLA DE 21 KIE



Jugendliche mit einer ADHS besser konzentrieren können, erhalten sie oft ein Medikament, welches hilft, den Stoffwechsel wieder auszugleichen.

#### Ziel der Studie

In dieser Studie wollen wir untersuchen, ob Traubenzucker und der damit verbundene „Energieschub“ und das ADHS-Medikament gleichermaßen dabei helfen, sich bestimmte Sachen oder Dinge besser zu merken. Außerdem interessiert uns, wie lange die Wirkung des Traubenzuckers und des ADHS-Medikaments anhalten. Deswegen findet die Einnahme zu unterschiedlichen Zeitpunkten statt.

Vielleicht haben Sie bei sich selbst schon einmal beobachtet, dass Sie sich nach einer Nacht, in der Sie gut geschlafen haben, besser konzentrieren können als nach einer Nacht, in der Sie nicht gut geschlafen haben. Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper sondern auch das Gehirn erholt. Um festzustellen, wie gut Ihr Sohn in der Nacht nach dem Lernen geschlafen hat, wollen wir seinen Schlaf mit Hilfe eines Schlaf-EEG aufzeichnen. Was ein Schlaf-EEG ist und wie die Studie genau aufgebaut ist, lesen Sie weiter unten.

#### Was ist ein Schlaf-EEG?

Hirnaktivität, ob am Tage oder in der Nacht, zieht immer eine geringfügige Veränderung von messbaren elektrischen Potentialen nach sich. Mit Hilfe hochempfindlicher Messelektroden, welche vorsichtig an der Kopfhaut befestigt werden, können solche unterschiedlichen elektrischen Potentiale erfasst werden. Über ein spezielles Messgerät werden diese Unterschiede als Kurven aufgezeichnet. Man kann überall am Körper auf der Haut solche Potentialunterschiede messen. Werden diese Unterschiede nun auf der Kopfhaut gemessen, um die darunterliegende Hirnaktivität beschreiben zu können, so bezeichnet man dies auch als Elektroenzephalogramm (EEG). Eine Erfassung dieser EEG-Signale während des Schlafs wird wiederum als Schlaf-EEG bezeichnet. Um nun den Schlaf umfänglich beurteilen zu können, werden neben den EEG-Ableitungen auch die Muskelspannung am Kinn und die Augenbewegungen gemessen.

Die Messung des Schlafes erfolgt bei Ihnen zu Hause. Ihr Sohn kann also in seinem eigenen Bett schlafen.

#### Wie wird die Untersuchung durchgeführt?

Die Untersuchung besteht aus den drei Abschnitten Diagnostik, Probeschlafen mit EEG sowie Lernaufgaben und Schlafen mit EEG:

**Diagnostik:** Im ersten Abschnitt führen wir verschiedene diagnostische Verfahren durch, um herauszufinden, ob Ihr Sohn an unserer Studie teilnehmen kann. Dieser Termin wird ungefähr zwei bis drei Stunden dauern. Da wir auch Sie zu Ihrem Kind befragen möchten, bitten wir Sie, sich ebenfalls ca. 2 Stunden für diesen Termin Zeit zu nehmen.

**Probeschlafen mit EEG:** Damit sich Ihr Sohn schon einmal an das EEG-Gerät gewöhnen kann, geben wir Ihnen eine Attrappe mit nach Hause. Diese Attrappe misst keinerlei Daten. Ihr Sohn soll diese für eine Nacht umlegen, damit er sich so an diese Schlafsituation gewöhnen kann. Wir erklären Ihnen selbstverständlich wie das funktioniert und Sie bekommen eine bebilderte Anleitung mit nach Hause. Bei diesem Probeschlafen werden Sie keine Elektroden auf dem Kopf Ihres Kindes anbringen. Lediglich zwei Elektroden sollen in das Gesicht geklebt werden.

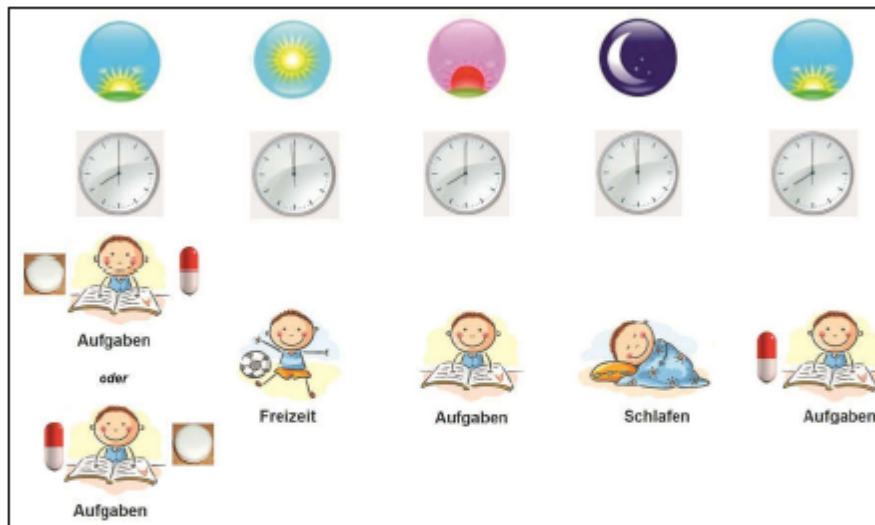


Abbildung 1. Der Ablauf der Studie. An einem Tag bekommt ihr Sohn von Ihnen erst ein Traubenzuckerbonbon und macht dann die Aufgaben und das andere Mal bekommt er erst das ADHS-Medikament. (Die Reihenfolge kann auch andersherum sein.) Ihr Sohn bekommt also jedes Mal ein Traubenzuckerbonbon und das ADHS-Medikament, allerdings zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

**Lernaufgaben und Schlafen mit EEG:** Der Ablauf dieses Abschnitts ist in der Abbildung 1 dargestellt. Für diesen Abschnitt besuchen wir Sie und Ihren Sohn sowohl am Morgen als auch am Abend eines verabredeten schulfreien Tages sowie am darauffolgenden Tag am Morgen (z.B. Samstag und Sonntag oder in den Schulferien). Um die Aufgaben durchzuführen, benötigen wir einen ruhigen, am besten geschlossenen Raum mit einem freien Tisch, an dem 2 Personen Platz finden.

Am Morgen des ersten Tages kommen wir ca. 8:00 Uhr zu Ihnen und Ihrem Sohn nach Hause und machen mit ihm Lernaufgaben und eine Reaktionsaufgabe am Computer. Dieser Teil wird ca. 1 Stunde dauern. Bevor wir kommen, möchten wir Sie bitten, Ihrem Sohn um 7:00 Uhr je nach Absprache ein Traubenzuckerbonbon, das Sie vorher von uns erhalten haben, oder sein normales Medikament zu geben. Wichtig ist, dass Sie und Ihr Sohn der Versuchsleiterin nicht mitteilen, ob er das Traubenzuckerbonbon oder das Medikament bekommen hat. Dies hat den Zweck, dass sie die Aufgaben unbeeinflusst durchführt. Nach dem Lernen bekommt Ihr Sohn dann geheim von Ihnen das Medikament oder das Traubenzuckerbonbon. Nach dem Lernen kann ihr Sohn seinen gewohnten Aktivitäten nachgehen. Am Abend desselben Tages besuchen wir Sie und Ihren Sohn um 19:00 Uhr wieder bei Ihnen zu Hause. Zunächst bringen wir nun die Elektroden mit einer Art Paste auf dem Kopf Ihres Sohnes an. Anschließend machen wir mit ihm die Aufgaben am Computer. Gegen 21:00 Uhr sollte er sich bettfertig machen und dann schlafen gehen. Es wäre wünschenswert, wenn er bis spätestens 21:30 Uhr eingeschlafen ist. Sie wecken Ihren Sohn am nächsten Morgen um 7:00 Uhr und geben ihm bitte sein Medikament. Sie können gerne gemeinsam frühstücken und ihren normalen morgendlichen Aktivitäten nachgehen. Um 8:00 Uhr machen wir dann noch einmal die Aufgaben.

Diesen gesamten Abschnitt „Lernaufgaben und Schlafen“ wiederholen wir nach ca. 2 Wochen noch einmal. Wir kommen wieder zu Ihnen nach Hause und machen mit Ihrem Sohn zusammen die Aufgaben. Der einzige

Unterschied ist, dass wir beim Lernen am Morgen die Reihenfolge der Einnahme von Traubenzuckerbonbon und Medikament vertauscht ist.

#### Medikamente

Da einige Medikamente einen Einfluss auf den Schlaf haben können, geben Sie uns bitte Bescheid, ob Ihr Sohn, neben den ADHS-Medikamenten, weitere Medikamente einnimmt. Wir müssen dann im Einzelfall prüfen, ob eine Teilnahme an der Studie möglich ist.

#### Risiken

Bei einem EEG bzw. einem Schlaf-EEG werden lediglich die natürlich auftretenden, geringfügigen elektrischen Veränderungen am Körper gemessen. Die Ableitung des Schlafs hat keine Störungen oder Langzeitschäden der Gesundheit zur Folge. Für eine erfolgreiche Messung der elektrischen Signale wird eine Paste verwendet, welche den Kontakt zwischen der Elektrode und der Kopfhaut herstellt. Bei der Verwendung dieser Paste kann es in Ausnahmefällen zu lokalen Hautrötungen kommen, die nach Entfernung der Paste wieder rasch abklingen. Zusätzliche Risiken durch die Schlafableitung und durch das Absolvieren der Aufgaben bestehen nicht.

#### Vertraulichkeit der Unterlagen

Wenn Sie sich entschlossen haben, die Teilnahme Ihres Kindes an der Studie zu befürworten, möchten wir Sie bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Alle Informationen werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt. Alle Mitarbeitenden unterliegen der Schweigepflicht und der Einhaltung des Datenschutzes. Alle im Rahmen der Studie anfallenden Daten werden zunächst in pseudonymisierter Form gespeichert. Das bedeutet, dass Ihre Daten und die Ihres Sohnes nicht unter Ihrem/ seinem richtigen Namen sondern unter einer Studiencode-Nummer gespeichert werden. Ihr richtiger Name sowie Adresse und Geburtsdaten werden lediglich auf einer sog. Referenzliste gespeichert. Die Referenzliste wird nach Abschluss der Studie gelöscht. Damit können Ihre Daten/ die Daten Ihres Sohnes nicht mehr Ihrem Namen/ dem Namen Ihres Sohnes zugeordnet werden. In diesem Moment sind die Daten anonymisiert.

Eine Veröffentlichung der Daten erfolgt nur in anonymisierter Form, sodass der Datenschutz in voller Weise gewährleistet ist. Ihre und die anonymisierten Daten Ihres Kindes werden auf einem geschützten Datenträger gespeichert und nach 10 Jahren gelöscht.

#### Können Sie oder Ihr Sohn die Einwilligung auch zurückziehen?

Ja! Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie können Ihre Einwilligung zur Teilnahme Ihres Kindes an der Untersuchung jederzeit ohne Angaben von Gründen zurücknehmen. Ihre Einwilligung oder Nicht-Einwilligung hat keinerlei Einfluss auf die medizinische oder psychotherapeutische Behandlung Ihres Sohnes. Die Studie wird ausschließlich von wissenschaftlichem Personal durchgeführt, das nicht in die Behandlung Ihres Kindes eingebunden ist. Für den Fall, dass Sie oder Ihr Sohn die Einwilligung vor der Veröffentlichung der Ergebnisse zurückziehen, entscheiden Sie und Ihr Kind selber, ob Ihre Daten gelöscht werden sollen oder ob diese von uns weiterhin in anonymisierter Form verwendet oder veröffentlicht werden dürfen. Auch nach einer Veröffentlichung der anonymisierten Daten werden auf Ihren Wunsch hin alle Ihre Daten gelöscht. Jedoch weisen wir darauf hin, dass der Teil der Daten, welcher bereits veröffentlicht wurde, nicht mehr nachträglich aus der entsprechenden Veröffentlichung gelöscht werden kann.

#### Aufwandsentschädigung

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden Ihrem Sohn 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins gutgeschrieben. Nach Abschluss des letzten Untersuchungsteils erhält er zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 €, ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für ihn eine Aufwandsentschädigung von insgesamt 80 €.

#### Versicherungsschutz

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

#### Wem können Sie weitere Fragen stellen?

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin), wissenschaftliche Mitarbeiterin der ZIP gGmbH, Telefon: 0431- 500 98317, ist gern bereit, Ihre Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

#### IV. Informationsmaterial der Kinder



VERBODEN TOEGANG TOT DEZE DOCUMENTEN

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

##### Campus Kiel

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Institut für Sexualmedizin und  
Forensische Psychiatrie u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

##### Campus Lübeck

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Ratzeburger Allee 180, 23538 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

##### Campus Kiel und Campus Lübeck

Trauma-Ambulanz  
Flucht und Migration



##### Ansprechpartner:

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 500-98317 Fax: 0431 500-98342  
E-Mail: julia.berghaeuser@uksh.de

#### Studie

#### „Lernen mit Traubenzucker oder Medikament bei Kindern mit ADHS“

##### Information

Lieber

die folgenden Seiten sollen dich über die so genannte **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung**, unser Forschungsziel und den geplanten Ablauf der Studie informieren. Bevor du dich entscheidest mitzumachen, lies bitte dieses Informationsblatt gut durch. Wenn dir das Durchlesen schwerfällt, dann bitte deine Eltern dir diese Seiten vorlesen. Falls du etwas nicht verstehen solltest, dann frage bitte bei deinen Eltern und bei uns noch einmal nach. Diese Information ist für dich bestimmt, du kannst sie gerne behalten.

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

Bei dir wurde wahrscheinlich eine **Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS)** festgestellt. Das bedeutet, dass es dir vermutlich nicht so leicht fällt, dich für längere Zeit zu konzentrieren oder still zu sitzen. Vielleicht kennst du das auch, dass deine Eltern oder Lehrer dich deswegen häufiger ermahnen. Auch wenn du es dir ganz fest vornimmst, schaffst du es nicht so gut, im Unterricht die ganze Zeit aufzupassen oder dich nicht ablenken zu lassen. Damit du dich aber besser konzentrieren kannst, nimmst du ein Medikament ein, welches dir hoffentlich gut hilft.



Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 HRB 6088  
USt-ID: DE 814 172 344  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KI)  
260102537 (HL)

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. Jens Scholtz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Baxmann

Bankverbindung:  
Förde Sparkasse  
IBAN: DE05 2105 0170 0090 0258 67  
SWIFT/BIC: NOLA DE 21 KIE



1/5

#### Ziel der Studie

In dieser Studie wollen wir untersuchen, ob dir Traubenzucker und der damit verbundene „Energieschub“ und das ADHS-Medikament gleichermaßen dabei helfen, dir bestimmte Dinge besser zu merken. Außerdem interessiert uns, wie lange die Wirkung des Traubenzuckers und des ADHS-Medikaments anhalten. Deswegen findet die Einnahme zu unterschiedlichen Zeitpunkten statt. Vielleicht hast du bei dir selbst schon einmal beobachtet, dass du dich nach einer Nacht, in der du gut geschlafen hast, besser konzentrieren kannst, als nach einer Nacht, in der du nicht gut geschlafen hast. Das liegt daran, dass sich im Schlaf nicht nur der Körper, sondern auch das Gehirn erholt. Um festzustellen, wie gut du in der Nacht nach dem Lernen nun geschlafen hast, wollen wir deinen Schlaf mit Hilfe eines Schlaf-EEG aufzeichnen. Was ein Schlaf-EEG ist und wie die Studie genau aufgebaut ist, liest du weiter unten.

#### Was ist ein Schlaf-EEG?

Immer wenn du etwas denkst oder tust, dann hat das etwas mit deinem Gehirn zu tun – es hat gearbeitet. Aber auch wenn du Pause machst, an nichts denkst oder schläfst, dann arbeitet dein Gehirn. Mit Hilfe von kleinen Metallplättchen, die man vorsichtig auf dem Kopf festklebt, kann man messen, wie sehr das Gehirn gerade arbeitet. Diese Plättchen sind ungefähr so groß wie eine 1-Cent-Münze. Man nennt sie auch **Elektroden**. Diese Elektroden können erkennen, ob irgendwo in der Nähe ein elektrischer Strom zu finden ist. Wenn dein Gehirn arbeitet, entstehen ganz automatisch verschiedene ganz kleine Ströme. Und die Elektroden auf dem Kopf können eben genau diese Ströme messen. Du selber merkst diese Ströme gar nicht, weil sie für uns Menschen viel zu schwach sind, um sie wahrzunehmen. Aber die Elektroden können dies. Wenn Elektroden auf dem Kopf angebracht sind, dann nennen wir das ein **Elektroenzephalogramm** oder abgekürzt **EEG**. Werden nun diese EEG-Ströme während des Schlafs erfasst, so nennen wir dies dann **Schlaf-EEG**. Für ein ganzes Schlaf-EEG messen wir auch kleine Ströme in der Nähe der Augen und am Kinn. Du wirst von den Messungen überhaupt nichts merken. Du bekommst auch **keinen Strom zugefügt oder abgesogen**, wir beobachten einfach nur die winzig-kleinen Ströme, die bei dir ganz normal und natürlich da sind. Alle Messungen finden bei dir zu Hause statt, sodass du immer in deinem Bett schlafen kannst.

#### Wie wird die Untersuchung durchgeführt?

Die Untersuchung besteht aus den drei Abschnitten Diagnostik, Probeschlafen mit EEG sowie Lernaufgaben und Schlafen mit EEG:

**Diagnostik:** Wir treffen uns mit deinen Eltern bei uns im Zentrum für Integrative Psychiatrie (ZIP). Hier stellen wir dir einige leichte und einige schwerere Aufgaben (wir nennen das „Testverfahren“). Gleichzeitig bitten wir deine Eltern, einige Fragebögen auszufüllen. Dann führen wir sowohl mit dir als auch mit deinen Eltern eine Art Interview durch. Bei diesem Treffen finden wir heraus, ob du an unserer Studie teilnehmen kannst. Dieses Treffen wird ungefähr zwei bis drei Stunden dauern.

**Probeschlafen mit EEG:** Damit du dich daran gewöhnen kannst, wie es ist zu schlafen, wenn ein Schlaf-EEG gemacht wird, machen deine Eltern eine Probemessung mit dir. Dafür geben wir ihnen eine EEG-Attrappe mit zu euch nach Hause, die sie dir dann für eine Nacht umlegen werden. So kannst du dich schon mal an diese Situation gewöhnen.

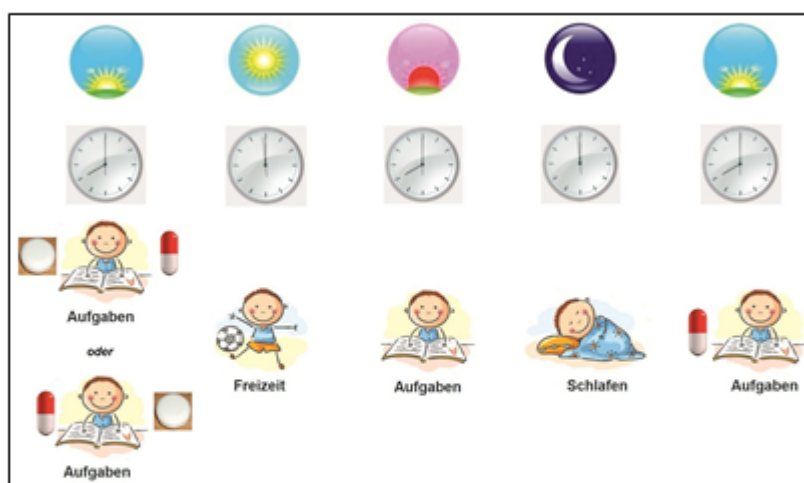


Abbildung 1. Der Ablauf der Studie. An einem Tag bekommst du erst ein Traubenzuckerbonbon und machst dann die Aufgaben und das andere Mal bekommst du erst das ADHS-Medikament. (Die Reihenfolge kann auch andersherum sein.) Du bekommst also jedes Mal ein Traubenzuckerbonbon und das ADHS-Medikament, allerdings zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

**Lernaufgaben und Schlafen mit EEG:** Hierfür besuchen wir dich sowohl am Morgen als auch am Abend eines verabredeten Tages, an dem du schulfrei hast. Der Ablauf dieses Abschnittes ist auch in der Abbildung 1 dargestellt. Am **Morgen** dieses Tages kommen wir ca. 8:00 Uhr zu dir nach Hause. Hier wollen wir mit dir Lernaufgaben (Wörter und Bilder) und eine Reaktionsaufgabe am Computer machen. Dieser Teil wird ca. 1 Stunde dauern. Vor und nach den Aufgaben bekommst du von deinen Eltern ein Traubenzuckerbonbon oder das Medikament. Ob du das Traubenzuckerbonbon oder das Medikament bekommen hast, ist dein Geheimnis. Das darfst du uns nicht verraten. Nachdem wir gemeinsam die Aufgaben gemacht haben, gehen wir und du kannst machen, was du an diesem Tage vorhast. Am **Abend** desselben Tages kommen wir dich um 19:00 Uhr wieder besuchen. Wir befestigen als erstes die Elektroden mit einer Art Klebepaste. Um 20:00 Uhr machen wir noch einmal Lernaufgaben und die Reaktionsaufgabe am Computer. Gegen 21:00 Uhr solltest du dich bettfertig machen und dann schlafen gehen. Am nächsten Morgen erhältst du um 7:30 Uhr von deinen Eltern dein Medikament. Du kannst frühstücken und deinen normalen morgendlichen Aktivitäten nachgehen. Um 8:00 Uhr kommen wir wieder zu dir nach Hause und machen gemeinsam die Aufgaben. Damit ist der Abschnitt „Lernaufgaben und Schlafen mit EEG“ zu Ende.

Diesen gesamten Abschnitt „Lernaufgaben und Schlafen“ wiederholen wir nach ca. 2 Wochen noch einmal. Wir kommen wieder zu dir nach Hause und machen zusammen die Aufgaben. Der einzige Unterschied ist, dass beim Lernen am Morgen die Reihenfolge der Einnahme von Traubenzuckerbonbon und Medikament vertauscht wird.

#### Medikamente

Da einige Medikamente einen Einfluss auf den Schlaf haben können, sag uns bitte Bescheid, ob du andere Medikamente als die ADHS-Medikamente einnimmst.

#### Risiken

Durch die Messung der Elektroden kann dir gar nichts passieren. Vielleicht kann es sein, dass die Haut an den Stellen, an denen wir die Elektroden festgeklebt haben, durch den Kleber ein bisschen rot ist. Das vergeht aber schnell wieder. Wir hoffen, dass dir die Lernaufgaben sogar ein bisschen Spaß machen. Wir sind uns auf jeden Fall sicher, dass die Aufgaben nicht unangenehm sind.

#### Vertraulichkeit der Unterlagen

Wenn du dich entschlossen hast, an der Studie teilzunehmen, möchten wir dich bitten, eine Einwilligungserklärung zu unterschreiben. Auf dieser Einwilligungserklärung steht zum Beispiel, dass du weißt, worum es in dieser Studie geht, dass du alles verstanden hast und dass du einverstanden bist mitzumachen. Dort steht auch, dass alle Informationen **streng vertraulich** behandelt werden. Damit meinen wir, dass wir Anderen nichts Persönliches von dir erzählen werden. Dazu gehören, zum Beispiel dein Name, deine Adresse oder dein Geburtsdatum.

Solange die Studie läuft, werden deine Daten **pseudonymisiert** gespeichert. Das bedeutet, dass alle deine Daten nicht unter deinem richtigen Namen gespeichert, sondern mit einem Code versehen sind. Dies könnte beispielsweise der Code 22\_51\_p sein. Nur wir aus der Forschungsabteilung wissen, wer sich hinter dem Code verbirgt – alle anderen können mit dem Code nichts anfangen. Solange noch wenigstens einer von uns deinen Namen den Daten zuordnen kann, nennt man das **pseudonymisiert**. Auf einem geschützten Computer halten wir die Listen mit der Zuordnung von Name und Code aber nur solange gespeichert, bis die Studie abgeschlossen ist. Das kann bis zu 2 Jahre dauern. Nach einer Löschung der Liste kann wirklich niemand mehr sagen, wer an der Studie teilgenommen hat – das nennt man dann **anonymisiert**. Nach Abschluss der Studie sind deine Daten also nur noch anonymisiert gespeichert.

Damit auch andere Forscher von dem Ergebnis der Studie erfahren, möchten wir die Ergebnisse der Studie in einer Zeitschrift veröffentlichen. Dabei berichten wir die Ergebnisse aber nur so, dass keiner erkennen kann, dass genau du daran teilgenommen hast. Wir wollen zum Beispiel schreiben, dass 40 Kinder an der Studie teilgenommen haben, die im Durchschnitt ungefähr 10 Jahre alt waren. Dann wollen wir zum Beispiel weiter schreiben, ob es einen Unterschied beim Lernen gemacht hat, ob man Traubenzucker oder das Medikament genommen hat. Wir verraten aber keinem deine Ergebnisse. Auch verraten wir keinem dein Geburtsdatum, wo du wohnst oder sonst etwas über dich, woran man dich oder deine Familie **wiedererkennen** könnte. Somit würden wir deine Ergebnisse also nur anonymisiert veröffentlichen. Nach **10 Jahren** werden alle Informationen, die wir mit dir in dieser Studie gesammelt haben, **automatisch gelöscht**.

#### Kannst du deine Einwilligung auch zurückziehen?

Ja! Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Du kannst deine Einwilligung zu deiner Teilnahme an der Untersuchung **jederzeit ohne Angabe von Gründen zurücknehmen**. Deine Einwilligung oder Nicht-Einwilligung hat keinerlei Einfluss auf deine medizinische oder psychotherapeutische Behandlung. Die Studie wird ausschließlich von wissenschaftlichem Personal durchgeführt, das nicht in deine Behandlung eingebunden ist. Für den Fall, dass du die Einwilligung vor der Veröffentlichung der Schlaf- und Gedächtnisergebnisse zurückziehst, entscheidest du selber, ob deine Daten gelöscht werden sollen oder ob diese von uns weiterhin in anonymisierter Form verwendet oder veröffentlicht werden dürfen. Auch nach einer Veröffentlichung der anonymisierten Schlaf- und Gedächtnisergebnisse werden auf deinen Wunsch hin alle deine Daten gelöscht.

Jedoch solltest du wissen, dass der Teil der Ergebnisse, welcher bereits veröffentlicht wurde, nicht mehr nachträglich aus der entsprechenden Veröffentlichung gelöscht werden kann.

#### **Aufwandsentschädigung**

Nach Beendigung der Teilnahme wird eine Aufwandsentschädigung ausbezahlt. Für jeden abgeschlossenen Untersuchungsteil werden dir 10 € in Form eines Einkaufsgutscheins gutgeschrieben. Nach Abschluss des letzten Untersuchungsteils erhältst du zusätzlich einen „Durchhaltebonus“ in Höhe von 40 €, ebenfalls in Form eines Einkaufsgutscheins. Somit ergibt sich nach Abschluss aller Untersuchungsteile für dich eine Aufwandsentschädigung von insgesamt 80 €.

#### **Versicherungsschutz**

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

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

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin), wissenschaftliche Mitarbeiterin der ZIP gGmbH, Telefon: 0431- 500 98317, ist gern bereit, deine Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu beantworten, auch jederzeit während des weiteren Studienverlaufs.

**Vielen Dank für deine Unterstützung!**

## V. Einverständniserklärung der Eltern



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


### Campus Kiel

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Institut für Sexualmedizin und  
Forensische Psychiatrie u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

### Campus Lübeck

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

### Campus Kiel und Campus Lübeck

Trauma-Ambulanz   
Flucht und Migration

### Ansprechpartner:

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 500-98317 Fax: 0431 500-38342  
E-Mail: julia.berghaeuser@uksh.de

## EINVERSTÄNDNIS

### „Lernen mit Traubenzucker oder Medikament bei Kindern mit ADHS“

\_\_\_\_\_  
Vor- und Nachnamen beider Sorgeberechtigten\*

\_\_\_\_\_  
Anschriften

\*Ich besitze das alleinige Sorgerecht (bei Zutreffen bitte ankreuzen) ☐

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

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

**UK  
SH**  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

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

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Bakmann

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



**Wir erklären uns damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie personenbezogene Daten über unser Kind - insbesondere auch die im Rahmen der Diagnostik erstellten Tonband- und Videoaufnahmen - erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Forschungsabteilung der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (ZiP gGmbH, UK-SH, Niemannsweg 147, 24105 Kiel) aufgezeichnet werden. Wir erklären uns damit einverstanden, dass die Daten unseres Kindes in pseudonymisierter Form nach Beendigung oder Abbruch des Forschungsvorhabens gemäß den gesetzlichen Fristen aufbewahrt werden. Einer wissenschaftlichen Auswertung der anonymisierten Daten und einer möglichen Veröffentlichung der Ergebnisse stimmen wir zu.**

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

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

Unterschriften aller Sorgeberechtigten

|       |              |       |              |
|-------|--------------|-------|--------------|
| _____ | _____        | _____ | _____        |
| Datum | Unterschrift | Datum | Unterschrift |

Das Aufklärungsgespräch wurde geführt von: \_\_\_\_\_  
Vor- und Nachname

|       |              |
|-------|--------------|
| _____ | _____        |
| Datum | Unterschrift |

## VI. Einverständniserklärung der Kinder



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

### **Campus Kiel**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Institut für Sexualmedizin und  
Forensische Psychiatrie u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

### **Campus Lübeck**

Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

### **Campus Kiel und Campus Lübeck**

Trauma-Ambulanz  
Flucht und Migration



### **Ansprechpartner:**

Julia Berghäuser (M. Sc. Psychologin)  
Tel.: 0431 500-98317 Fax: 0431 500-98342  
E-Mail: julia.berghaeuser@uksh.de

## EINVERSTÄNDNIS

### „Lernen mit Traubenzucker oder Medikament bei Kindern mit ADHS“

Vor- und Nachnamen des Studienteilnehmers

Anschrift

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

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

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

**UK  
SH**  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein

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

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

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



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

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

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

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Studienteilnehmers

Das Aufklärungsgespräch wurde geführt von: \_\_\_\_\_

Vor- und Nachname

\_\_\_\_\_  
Datum

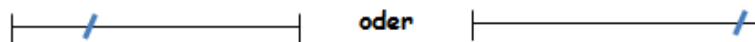
\_\_\_\_\_  
Unterschrift

## VII. Lernfragebogen

Code:

Datum:

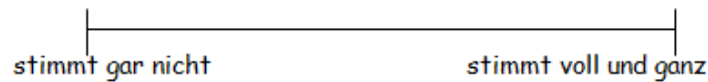
Wir möchten gerne deine Meinung wissen zur Frage: „Wie lernt man gut?“  
Du kannst zum Beispiel an die Schule denken oder an das Erledigen deiner Hausaufgaben. Bitte gib an, inwiefern du den 7 Aussagen weiter unten zustimmst oder nicht zustimmst! Zeichne dazu einen Strich auf der Linie ein. Es geht nur darum, wie du das siehst. Es gibt also keine richtige oder falsche Antwort. Du kannst *an jeder Stelle* der Linie einen Strich machen, wie zum Beispiel:



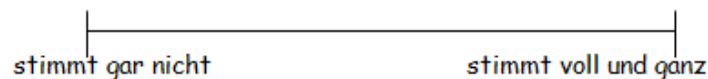
Vielen Dank!

---

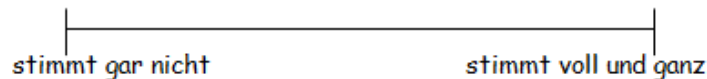
**Eine ruhige Umgebung hilft beim Lernen.**



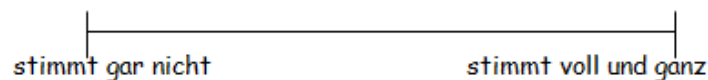
**Traubenzucker hilft beim Lernen.**



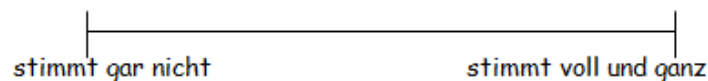
**Ausgeschlafen zu sein hilft beim Lernen.**



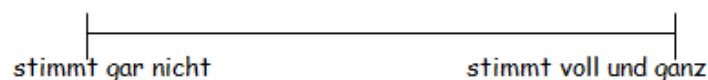
**Cola hilft beim Lernen.**



**Beaufsichtigung durch Eltern oder Lehrer hilft beim Lernen.**



**ADHS-Medikamente helfen beim Lernen.**



**Eine Belohnung zu bekommen hilft beim Lernen.**



## VIII. Medikamentenfragebogen

| Code | Datum |
|------|-------|
|------|-------|

Im Folgenden möchten wir Sie zur medikamentösen ADHS-Behandlung Ihres Sohnes befragen. Es geht allein um Ihre persönliche Einschätzung. Versuchen Sie dabei die letzten 12 Monate zu berücksichtigen.

Bitte machen Sie ein Kreuz in das jeweilige Kästchen oder zeichnen Sie einen senkrechten Strich auf der Linie ein, der anzeigt inwieweit Sie der Aussage zustimmen. Sie können den Strich an jeder Stelle der Linie einzeichnen.

Vielen Dank!

1. Die medikamentöse ADHS-Behandlung meines Sohnes ist aus meiner Sicht erfolgreich: ☐ ja ☐ nein

2. Bei meinem Sohn sind Aufmerksamkeitsprobleme ...

...ohne Medikament

gar nicht  
vorhanden

erheblich  
beeinträchtigt

...mit Medikament

gar nicht vorhanden

erheblich beeinträchtigend

3. Hyperaktives Verhalten ist bei meinem Sohn ...

...ohne Medikament

gar nicht vorhanden

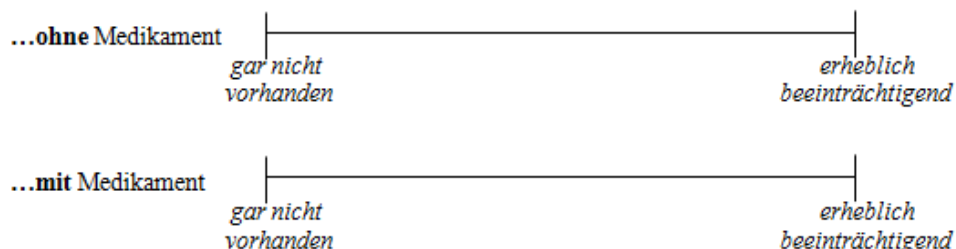
erheblich beeinträchtigend

...mit Medikament

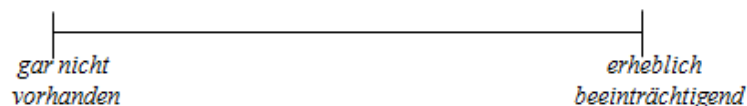
gar nicht vorhanden

erheblich beeinträchtigend

4. Impulsives Verhalten ist bei meinem Sohn ...



5. Nebenwirkungen des ADHS-Medikaments wie Kopfschmerzen, Schwindel, Schlafstörungen, Reizbarkeit, Nervosität, Appetitlosigkeit oder Magenbeschwerden sind ...



☞ Bitte notieren Sie die ggf. auftretenden Nebenwirkungen des ADHS-Medikaments:

.....

.....

6. Die medikamentöse ADHS-Behandlung meines Sohnes soll aus meiner Sicht fortgesetzt werden: ☐ ja ☐ nein

Hier ist Platz für Ihre Anmerkungen:

## IX. Anreisebeschreibung



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

**Campus Kiel**  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Institut für Sexualmedizin und  
Forensische Psychiatrie u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

**Campus Lübeck**  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ambulanzzentrum  
Ratzeburger Allee 180, 23558 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

**Campus Kiel und Campus Lübeck**  
Trauma-Ambulanz  
Flucht und Migration



### Anreisebeschreibung zum Zentrum für Integrative Psychiatrie (ZIP)

Die Studie wird von der Forschungsabteilung der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie durchgeführt. Die Anschrift lautet:

Zentrum für Integrative Psychiatrie ZIP gGmbH  
Niemannsweg 147  
24105 Kiel

Das Zentrum für Integrative Psychiatrie- ZIP gGmbH befindet sich im Kieler Stadtteil **Düsternbrook**. Die Klinik ist über den Niemannsweg (Haupteingang) oder den Forstweg (Nebeneingang) zu erreichen (siehe Anlage).

Über die Auffahrt vom Niemannsweg kann mit dem Pkw bis zum Haupteingang vorgefahren werden, dort bestehen **kostenpflichtige** Parkmöglichkeiten. Zu Fuß ist das ZIP auch über den Nebeneingang am Forstweg zu erreichen. Alternative Parkmöglichkeiten gibt es zum Beispiel am Blücherplatz und in den umliegenden Straßen.

Unsere Forschungsabteilung befindet sich im Haus 3 im 5. OG. Im Erdgeschoss von Haus 3 befindet sich die Ambulanz der Kinder- und Jugendpsychiatrie. Das Haus 3 befindet sich am Nebeneingang am Forstweg.

Sollten Sie weitere Fragen zur Anreise haben, wenden Sie sich gerne an  
Petra Schneckenburger (MTA, Sekretariat): Telefon: 0431 500 98341

**-bitte wenden-**



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

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. Jens Scholtz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hohagen  
Manfred Bakenmann

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





## X. Fahrtkostenabrechnung



Zentrum für Integrative Psychiatrie – ZIP gGmbH  
Campus Kiel, Niemannsweg 147, 24105 Kiel

Kostenstelle: 91 059 100

Finanzierungsschlüssel:

gezeichnet **KiJu-Forschung**:

Zentrum für Integrative  
Psychiatrie gGmbH  
Prävention – Therapie – Rehabilitation

Campus Kiel  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Kinder- und Jugendpsychiatrie  
und -psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Niemannsweg 147, 24105 Kiel  
www.zip-kiel.de

Campus Lübeck  
Psychiatrie u. Psychotherapie  
Psychosomatik u. Psychotherapie  
Ratzeburger Allee 163, 23538 Lübeck  
www.zip-luebeck.de

Ansprechpartner: S. Kell  
Tel.: 0431 500-95343 Fax: 0431 500-35342  
E-Mail: s.kell@zip-kiel.de

### Fahrtkostenabrechnung

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Name   |                                     |
| Anschrift  |                                     |
| Fahrt am   |                                     |
| von - nach   | ZIP, Niemannsweg 147,<br>24105 Kiel |
| von - nach   | ZIP, Niemannsweg 147,<br>24105 Kiel |
| Grund  | Vorgespräch für Studienteilnahme    |
| Fahrtkosten Pkw (km á 0,20€)<br><small>(Kilometer mögliche Strecke wird berechnet)</small> |                                     |
| Fahrtkosten Bus / Bahn<br><small>(Fahrtkosten bitte beifügen)</small>                      |                                     |

Bitte überweisen Sie mir o.g. Betrag auf folgendes Konto:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Name des Kontoinhabers   |  |
| Name des Kreditinstituts |  |
| IBAN                     |  |

(Ort, Datum)

(Unterschrift)



Zentrum für Integrative Psychiatrie gGmbH  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein  
Sitz und Amtsgericht Kiel 501 180 6088  
USt-ID: DE 314 172 764  
Institutionskennzeichen: 260102376 (KJ)  
260102537 (HJ)

Geschäftsführung:  
Prof. Dr. Jens Scholz  
Christa Meyer  
Prof. Dr. Fritz Hähggen  
Manfred Baumann

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



## XI. Das Tage- und Nächtebuch

|       |      |         |
|-------|------|---------|
| Datum | Code | Session |
|-------|------|---------|



### Mein „Tagebuch“

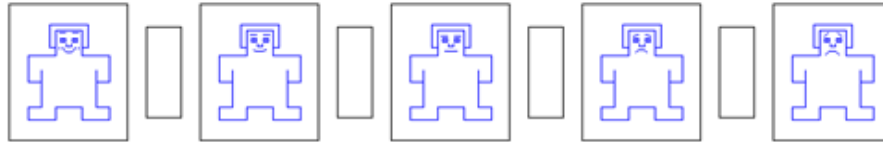
Mit Hilfe dieses Fragebogens wollen wir herausfinden, wie es dir **im Moment** geht und was du **heute** alles erlebt hast.  
Hierfür wirst du gebeten, nach dem Aufstehen und vor dem Schlafengehen die folgenden Fragen zu beantworten.

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

Nach dem Aufstehen

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**.

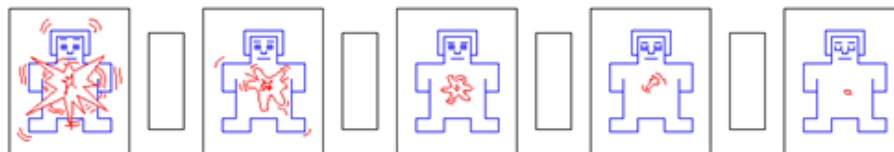
Die erste Reihe ist die **glücklich vs. unglücklich Skala**.



Auf dieser Skala kannst du angeben, wie glücklich du dich im Moment fühlst. Wenn du dich **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.

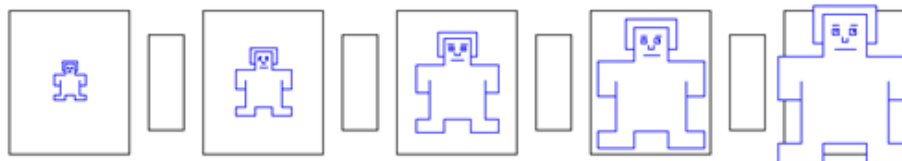
Die Figuren erlauben dir auch dazwischen liegende Gefühlszustände darzustellen, indem du ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzt. Falls Deiner Beurteilung nach Dein Gefühlszustand *zwischen* zwei der Bilder fällt, dann setze ein „X“ zwischen die Figuren.

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**.

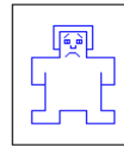
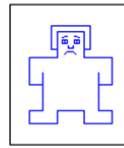
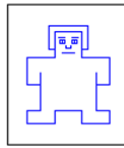
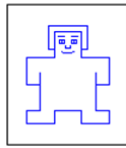
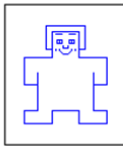


Fühlst du dich **völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen**, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Wenn du dich hingegen **völlig einflussreich, alles unter Kontrolle habend, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant oder autonom** fühlst, dann setze ein „X“ auf 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.

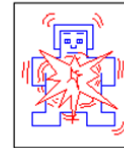
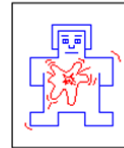
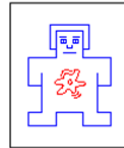
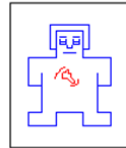
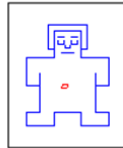
**völlig**  
glücklich  
erfreut  
zufrieden  
optimistisch



**völlig**  
unglücklich  
genervt  
unzufrieden  
traurig  
verzweifelt

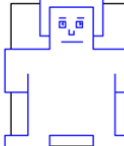
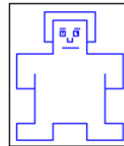
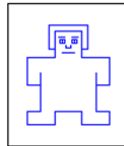
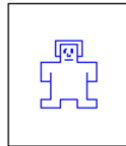
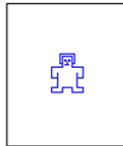
Neutral

**völlig**  
entspannt  
ruhig  
schwerfällig  
träge  
schläfrig  
unerregt



**völlig**  
angeregt  
rasend  
nervös  
hellwach  
erregt

**völlig**  
fremdbestimmt  
beeinflusst  
umsorgt  
eingeschüchtert  
geführt  
unterlegen



**völlig**  
einflussreich  
alles unter  
Kontrolle  
selbstbestimmt  
bedeutsam  
dominant  
autonom

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?**

|  |        |        |       |
|--|--------|--------|-------|
| <b>Wann bist du heute Morgen aufgewacht?</b><br><br>ca. _____ Uhr  |        |        |       |
| <b>Wie erholsam war dein Schlaf?</b><br><br><div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">              <br/>gar nicht<br/>erholsam           </div> <div style="flex-grow: 1; border-top: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0; border-top: 1px solid black;"></div> </div> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr<br/>erholsam           </div> </div> |        |        |       |
| <b>Wie fühlst du dich jetzt?</b><br><br><div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr müde           </div> <div style="flex-grow: 1; border-top: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: -5px; left: 0; right: 0; border-top: 1px solid black;"></div> </div> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr wach           </div> </div>                          |        |        |       |
| <b>Wann bist du ungefähr ins Bett gegangen?</b><br><br>ca. _____ Uhr   |        |        |       |
| <b>Wie lange hat es gedauert, bis du eingeschlafen bist?</b><br><br>ca. _____ Minuten<br><br><b>War das für dich vergleichsweise</b><br><table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px 20px;">kurz</td> <td style="padding: 5px 20px;">normal</td> <td style="padding: 5px 20px;">lang?</td> </tr> </table>  | kurz   | normal | lang? |
| kurz   | normal | lang?  |       |

Warst du heute Nacht wach?

☐

Nein

Ja

☐

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

War das für dich vergleichsweise

|        |        |      |
|--------|--------|------|
| selten | normal | oft? |
|--------|--------|------|

Wie lange warst du heute Nacht insgesamt wach?

ca. \_\_\_\_\_ Minuten

War das für dich vergleichsweise

|      |        |       |
|------|--------|-------|
| kurz | normal | lang? |
|------|--------|-------|

Was glaubst du, wie lange hast du geschlafen?

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

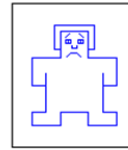
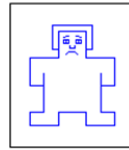
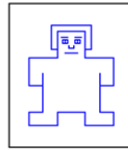
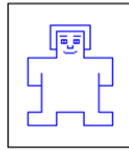
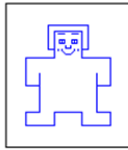
War das für dich vergleichsweise

|      |        |       |
|------|--------|-------|
| kurz | normal | lang? |
|------|--------|-------|

# Vor dem Schlafengehen

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

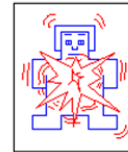
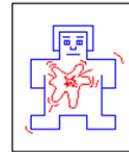
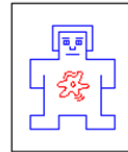
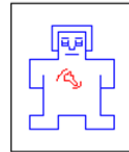
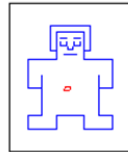
**völlig**  
glücklich  
erfreut  
zufrieden  
optimistisch



**völlig**  
unglücklich  
genervt  
unzufrieden  
traurig  
verzweifelt

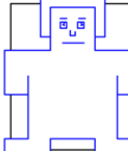
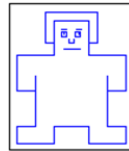
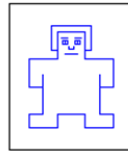
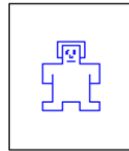
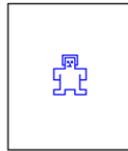
Neutral

**völlig**  
entspannt  
ruhig  
schwerfällig  
träge  
schläfrig  
unerregt



**völlig**  
angeregt  
rasend  
nervös  
hellwach  
erregt

**völlig**  
fremdbestimmt  
beeinflusst  
umsorg  
:ingeschüchtert  
geführt  
unterlegen



**völlig**  
einflussreich  
alles unter  
Kontrolle  
selbstbestimmt  
bedeutsam  
dominant  
autonom

Bitte beantworte die folgenden Fragen indem du einen **senkrechten Strich** auf die Linie setzt, eine **Zahl** einträgst und das zutreffende **Kästchen ankreuzt** oder ein **paar Stichworte** als Antwort schreibst.

**Hast du alles verstanden?**

|   |
|---|
| <p style="text-align: center;"><b>Wie fühlst du dich jetzt?</b></p> <div style="text-align: center;"><div style="display: inline-block; width: 100px; height: 10px; border: 1px solid black; position: relative;"><div style="position: absolute; left: 0; top: -5px; width: 10px; height: 10px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></div><div style="position: absolute; right: 0; top: -5px; width: 10px; height: 10px; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black;"></div></div><div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"><span>sehr müde</span><span>sehr wach</span></div></div> |
| <p style="text-align: center;"><b>Hast du heute tagsüber geschlafen?</b></p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"><div><input type="checkbox"/> Nein</div><div><input type="checkbox"/> Ja, von _____ bis _____ Uhr</div></div>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Welche Aktivitäten hast du heute ausgeübt?</b></p> <p>Morgens/Vormittags: _____</p> <p>Mittags: _____</p> <p>Nachmittags: _____</p> <p>Abends: _____</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Ist dir heute etwas Aufregendes oder Außergewöhnliches passiert?</b></p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"><div><input type="checkbox"/> Nein</div><div><input type="checkbox"/> Ja</div></div> <p>Wenn ja: Was ist passiert?</p> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></div>            |

**Hast du heute weitere Medikamente eingenommen?**

☐ Nein ☐ Ja

Wenn ja:

Welche? \_\_\_\_\_ Wann?: \_\_\_\_\_

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

**Hast du heute oder gestern Cola oder Kaffee getrunken?**

☐ Nein ☐ Ja

Wenn ja:

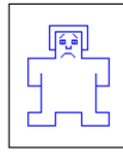
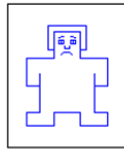
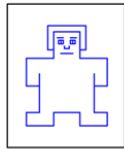
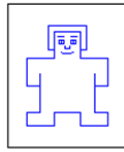
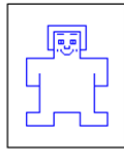
Wann? um ca. \_\_\_\_\_ Uhr

Wie viel? \_\_\_\_\_ Gläser/ Tassen

# Nach dem Aufstehen

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

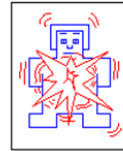
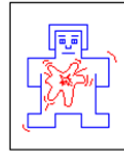
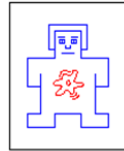
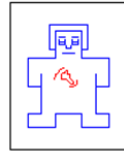
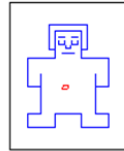
**völlig**  
glücklich  
erfreut  
zufrieden  
optimistisch



**völlig**  
unglücklich  
genervt  
unzufrieden  
traurig  
verzweifelt

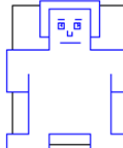
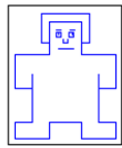
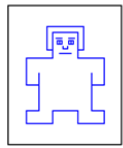
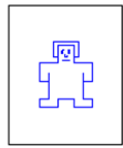
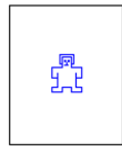
Neutral

**völlig**  
entspannt  
ruhig  
schwerfällig  
träge  
schläfrig  
unerregt



**völlig**  
angeregt  
rasend  
nervös  
hellwach  
erregt

**völlig**  
fremdbestimmt  
beeinflusst  
umsorgt  
eingeschüchtert  
geführt  
unterlegen



**völlig**  
einflussreich  
alles unter  
Kontrolle  
selbstbestimmt  
bedeutsam  
dominant  
autonom

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>Wann bist du heute Morgen aufgewacht?</b></p> <p>ca. _____ Uhr</p>  |        |        |       |
| <p><b>Wie erholsam war dein Schlaf?</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">              <br/>gar nicht<br/>erholsam         </div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: 0; top: -5px; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent; border-right: 5px solid transparent; border-bottom: 10px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: 0; top: -5px; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent; border-right: 5px solid transparent; border-bottom: 10px solid black;"></div> </div> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr<br/>erholsam         </div> </div> |        |        |       |
| <p><b>Wie fühlst du dich jetzt?</b></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr müde         </div> <div style="flex-grow: 1; border-bottom: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; left: 0; top: -5px; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent; border-right: 5px solid transparent; border-bottom: 10px solid black;"></div> <div style="position: absolute; right: 0; top: -5px; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent; border-right: 5px solid transparent; border-bottom: 10px solid black;"></div> </div> <div style="text-align: center;">              <br/>sehr wach         </div> </div>                          |        |        |       |
| <p><b>Wann bist du ungefähr ins Bett gegangen?</b></p> <p>ca. _____ Uhr</p>   |        |        |       |
| <p><b>Wie lange hat es gedauert, bis du eingeschlafen bist?</b></p> <p>ca. _____ Minuten</p> <p><b>War das für dich vergleichsweise</b></p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px 20px;">kurz</td> <td style="padding: 5px 20px;">normal</td> <td style="padding: 5px 20px;">lang?</td> </tr> </table>  | kurz   | normal | lang? |
| kurz  | normal | lang?  |       |

**Warst du heute Nacht wach?**

☐

Nein

Ja

☐

**Wie viel Mal bist du heute Nacht aufgewacht? \_\_\_\_\_**

**War das für dich vergleichsweise**

|        |        |      |
|--------|--------|------|
| selten | normal | oft? |
|--------|--------|------|

**Wie lange warst du heute Nacht insgesamt wach?**

ca. \_\_\_\_\_ Minuten

**War das für dich vergleichsweise**

|      |        |       |
|------|--------|-------|
| kurz | normal | lang? |
|------|--------|-------|

**Was glaubst du, wie lange hast du geschlafen?**

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

**War das für dich vergleichsweise**

|      |        |       |
|------|--------|-------|
| kurz | normal | lang? |
|------|--------|-------|

## XII. Nachbefragungsbogen

Code:

Datum:

### Nachbefragung

Wir möchten gerne wissen, wie dir die Aufgaben gefallen haben, die wir gemeinsam gemacht haben. Bitte zeichne dazu auf der Linie einen Strich ein. Es geht nur darum, wie du sie findest. Es gibt also keine richtigen oder falschen Antworten. Du kannst *an jeder Stelle* auf der Linie den Strich machen.

Wie hat dir die Wortpaar-Aufgabe gefallen?

überhaupt nicht  sehr gut

Wie hat dir die Bilder-Aufgabe gefallen?

überhaupt nicht  sehr gut

Wie hat dir die Pfeil-Aufgabe gefallen?

überhaupt nicht  sehr gut

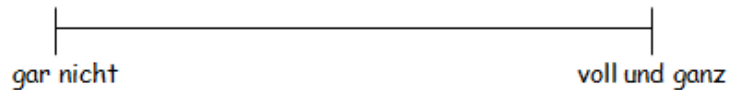
Kamen dir die Wörter bei der Wortpaar-Aufgabe bekannt vor? ☐ ja ☐ nein

Wenn ja, woher? \_\_\_\_\_

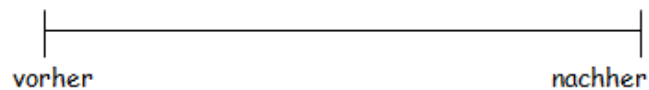
Ist dir etwas aufgefallen oder möchtest du uns etwas mitteilen?

Bitte gib an, inwiefern du den Aussagen zustimmst! Zeichne dazu einen Strich auf der Linie ein. Es geht nur um dein persönliches Urteil. Es gibt also keine richtige oder falsche Antwort. Du kannst wieder *an jeder Stelle* auf der Linie den Strich machen.

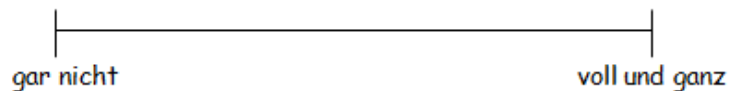
Wie sehr hat dir der Traubenzucker beim Lernen geholfen?



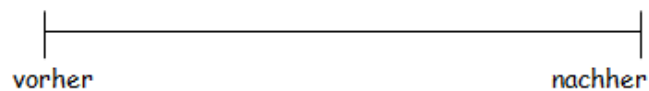
Hat dir der Traubenzucker besser vor oder nach dem Lernen geholfen?



Wie sehr hat dir das Medikament beim Lernen geholfen?



Hat dir das Medikament besser vor oder nach dem Lernen geholfen?



**Vielen Dank für deine Teilnahme!**

### XIII. Tabellen

Tabelle: Mehrfaktorielle ANOVA der abhängigen Variablen „Valenz“, „Arousal“ und „Dominanz“ mit den Innersubjektfaktoren REIHENFOLGE (MPH vs. Traubenzucker) und ZEITPUNKT (erster Morgen vs. abends vs. zweiter Morgen). Es werden die F-Werte der Teststatistik sowie p-Werte (2-seitig) angegeben.

|                       | F    | P    |
|-----------------------|------|------|
| <b>Valenz</b>         |      |      |
| REIHENFOLGE           | 5.45 | .032 |
| ZEITPUNKT             | 2.93 | .067 |
| REIHENFOLGE*ZEITPUNKT | 0.25 | .782 |
| <b>Arousal</b>        |      |      |
| REIHENFOLGE           | 2.73 | .117 |
| ZEITPUNKT             | 0.62 | .545 |
| REIHENFOLGE*ZEITPUNKT | 0.25 | .778 |
| <b>Dominanz</b>       |      |      |
| REIHENFOLGE           | 0.80 | .383 |
| ZEITPUNKT             | 0.42 | .662 |
| REIHENFOLGE*ZEITPUNKT | 1.88 | .168 |

Tabelle: Mehrfaktorielle ANOVA der abhängigen Variablen Wachheit und Erholbarkeit mit den Innersubjektfaktoren REIHENFOLGE (MPH vs. Traubenzucker) und ZEITPUNKT (erster Morgen vs. abends vs. zweiter Morgen). Es werden die F-Werte der Teststatistik sowie p-Werte (2-seitig) angegeben.

|                       | F    | P    |
|-----------------------|------|------|
| <b>Wachheit</b>       |      |      |
| REIHENFOLGE           | 1.22 | .286 |
| ZEITPUNKT             | 3.51 | .041 |
| REIHENFOLGE*ZEITPUNKT | 0.74 | .485 |
| <b>Erholbarkeit</b>   |      |      |
| REIHENFOLGE           | 0.92 | .351 |
| ZEITPUNKT             | 0.06 | .815 |
| REIHENFOLGE*ZEITPUNKT | 0.43 | .521 |

#### XIV. Wortpaarlisten

##### Version 1

|          |          |
|----------|----------|
| Film     | Kino     |
| Glück    | Fell     |
| Schnee   | Umhang   |
| Ereignis | Geschöpf |
| Wind     | Nebel    |

|           |             |
|-----------|-------------|
| Parkplatz | Ausgang     |
| Gewissen  | Restaurant  |
| Abenteuer | Besen       |
| Maske     | Indianer    |
| Raum      | Unterschied |
| Lichtung  | Natur       |
| Rucksack  | Schüler     |

|             |           |
|-------------|-----------|
| Sand        | Handtuch  |
| Münze       | Schuh     |
| Dinosaurier | Professor |
| Tunnel      | Höhle     |
| Zuhause     | Geruch    |

|            |               |
|------------|---------------|
| Geheimnis  | Flasche       |
| Bach       | Zweig         |
| Gegenstand | Hausmeister   |
| Regal      | Seil          |
| Mannschaft | Wunsch        |
| Idee       | Vergangenheit |
| Planet     | Mond          |

|            |             |
|------------|-------------|
| Jahr       | Monat       |
| Augenblick | Luft        |
| Post       | Hotel       |
| Kamera     | Geschenk    |
| Publikum   | Jahrhundert |

|          |         |
|----------|---------|
| Zauberei | Spiegel |
| Muschel  | Antwort |
| Bahnhof  | Heimweg |
| Schritt  | Vulkan  |
| Ordnung  | Moment  |
| Fenster  | Wald    |
| Wolke    | Himmel  |

##### Version 2

|          |              |
|----------|--------------|
| Haustür  | Eingang      |
| Leiter   | Baumhaus     |
| Geräusch | Stimme       |
| Inhalt   | Freundschaft |
| Schatten | Wand         |

|            |           |
|------------|-----------|
| Fest       | Rakete    |
| Wochenende | Ufer      |
| Schrank    | Anzug     |
| Mensch     | Nachricht |
| Vorhang    | Tag       |
| Abstand    | Situation |
| Nacht      | Traum     |

|          |        |
|----------|--------|
| Lehrer   | Tafel  |
| Kunst    | Wüste  |
| Umgebung | Zufall |
| Keller   | Suppe  |
| Beweis   | Gesetz |

|           |              |
|-----------|--------------|
| Erfahrung | Turnier      |
| Schnabel  | Bemerkung    |
| Gewitter  | Zelt         |
| Horizont  | Turm         |
| Orden     | Gesellschaft |
| Detektiv  | Perle        |
| Boot      | Hafen        |

|          |           |
|----------|-----------|
| Brötchen | Frühstück |
| Tagebuch | Gefühl    |
| Dach     | Tropfen   |
| Gast     | Eindruck  |
| Strecke  | Ziel      |

|               |           |
|---------------|-----------|
| Insel         | Treffen   |
| Bibliothek    | Gedicht   |
| Information   | Astronaut |
| Stange        | Werkzeug  |
| Angelegenheit | Form      |
| Versteck      | Mauer     |
| Minute        | Stunde    |

## **9. Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die zur Fertigstellung dieser Dissertation beigetragen haben.

Ich bedanke mich herzlich bei Frau Prof. Dr. Dr. Baving für die Möglichkeit über dieses Thema am ZIP zu promovieren.

Der allergrößte Dank gilt Herrn PD Dr. Alexander Prehn-Kristensen für die geduldige Betreuung, die Hilfe bei den Auswertungen und die schnelle und effektive Beantwortung meiner vielen Fragen.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei Frau Dipl.-Biol. Petra Schneckenburger und Frau Susanne Kell bedanken, die mir während der Jahre stets mit Rat und Tat zur Seite standen und sich hierbei die allergrößte Mühe gegeben haben. Auch danke ich meiner Mitdoktorandin Anna-Katharina Sandner, sowie der Diplompsychologin Julia Berghäuser für die sehr schöne, ausgesprochen unkomplizierte, angenehme und kurzweilige Zusammenarbeit.

Des Weiteren danke ich allen Studienteilnehmern und ihren Familien, ohne die die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen wäre.

Schließlich möchte ich mich bei meiner Familie und insbesondere meinen Eltern bedanken, die mir das Medizinstudium ermöglicht haben und mich jederzeit und uneingeschränkt unterstützt und motiviert haben und somit wesentlich zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben. Danke für eure Geduld, euer Verständnis und eure bedingungslose Liebe.

## **10. Veröffentlichungen**

Prehn-Kristensen, A., Berghäuser, J., Schwarz, K.M., Sandner, A.K., Baving, L., (2017). Der Einfluss von Methylphenidat auf die Encodierung und die schlafabhängige Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte bei Kindern mit einer ADHS. Eine Placebo-kontrollierte Vergleichsstudie. Somnologie, Band 21, Sonderheft 2, S. 129