

Die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke
im Schlaf bei Kindern mit ADHS und einer opposi-
tionellen Störung des Sozialverhaltens

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Ina Molzow
Dipl.-Psych.

Kiel
2015

Erstgutachter: Prof. em. Dr. Günter Köhnken
Zweitgutachterin: Prof. Dr. Dr. Lioba Baving
Tag der mündlichen Prüfung: 25.11.2015
Durch den zweiten Prodekan, Prof. Dr. John Peterson
zum Druck genehmigt am: 11.12.2015

Danksagung

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

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Dr. Baving und Herrn Prof. em. Dr. Köhnken für die Ermöglichung und Betreuung dieser Arbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Prehn-Kristensen, der mir mit Rat und Tat zur Seite stand und mich bei jeder Phase dieser Arbeit unterstützte. Vielen Dank für die zahlreichen fruchtbaren Gespräche und die Ermutigungen, stetig „am Ball“ zu bleiben.

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Dr. Wiesner für die Unterstützung, die ich jederzeit gern in Anspruch nehmen konnte, und die Aufmunterung in „schweren Zeiten“ bei der Erstellung der Arbeit.

Auch möchte ich mich bei Frau Dipl.-Biol. Schneckenburger und Frau Kell, sowie Dr. Maxine Gesch, Nadine Siebenhühner und Alexandra Förster für die Unterstützung bei der Durchführung der Studie bedanken. Vielen Dank, liebe Petra, für die Fehlersuche.

Besonders möchte ich mich bei Frau Dipl.-Psych. Elisabeth Steinmann für das Korrekturlesen bedanken. Liebe Elli, vielen Dank für den motivierenden Zuspruch und Deine humorvolle unterstützende Art.

Ein großer Dank gilt den Kindern und deren Familien, die an dieser Studie teilgenommen haben.

Mein herzlichster Dank gilt meinem Partner, der mich jederzeit emotional und motivational unterstützte und der während der letzten Jahre einige Opfer bringen und Strapazen durchmachen musste. Seine Teilnahme, Geduld, Kritik und Toleranz waren heilsam und förderlich zugleich. Danke Micha.

1	Einleitung	11
2	Theoretischer Hintergrund	13
2.1	<i>ADHS</i>	13
2.1.1	Klassifikation und Einteilung diagnostischer Subtypen der ADHS	13
2.1.2	Epidemiologie und Prävalenz.....	15
2.1.3	Ätiologie.....	15
2.1.4	Komorbiditäten	18
2.1.5	Symptomverlauf	20
2.1.6	Therapie	21
2.2	<i>Emotionen</i>	23
2.2.1	Klassifikationsmodelle von Emotionen.....	23
2.2.2	Emotionale Entwicklung	24
2.2.3	Messung emotionaler Reaktionen und Urteile	26
2.2.3.1	Pupillometrie zur Erfassung emotionaler Reize.....	28
2.2.3.2	Blickdatenstudien Gesichter	31
2.3	<i>Gedächtnis</i>	32
2.3.1	Zeitliche Klassifikation des Gedächtnisses	32
2.3.2	Inhaltliche Klassifikation des Gedächtnisses	33
2.3.3	Prozessbasierte Einteilung des Gedächtnisses.....	35
2.3.4	Emotionales Gedächtnis	36
2.4	<i>Schlaf</i>	42
2.4.1	Schlafstadien.....	42
2.4.2	Funktion von Schlaf.....	43
2.4.3	Der kindliche Schlaf in seiner Entwicklung	45
2.5	<i>Zusammenfassung und empirische Befunde</i>	47
2.5.1	Emotionales Gedächtnis und Schlaf	47
2.5.2	Emotionswahrnehmung, Regulation und Emotionales Gedächtnis bei ADHS	57
3	Fragestellung und abgeleitete Hypothesen	68
4	Methoden.....	75
4.1	<i>Stichprobe</i>	75
4.1.1	Rekrutierung der Studienteilnehmer	75
4.1.2	Aus- und Einschlusskriterien.....	76
4.1.3	Ausschluss durch standardisierte Verfahren	77
4.1.4	Stichprobenbeschreibung für Fragestellungen zu den Gedächtnisdaten.....	80
4.1.5	Stichprobenbeschreibung für Fragestellungen zu den Bewertungsdaten	80
4.2	<i>Material, Paradigma und Apparatur</i>	82

4.2.1	Künstlich erzeugte affektive Gesichtsausdrücke.....	82
4.2.2	Auswahl und Bewertung der Stimuli.....	84
4.2.3	Lern- und Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichter.....	86
4.2.4	Aufbau und Eye-Tracking-System.....	89
4.2.5	Polysomnographie.....	90
4.2.6	Fragebögen und Tests zur Erhebung der Stichprobendaten.....	92
4.2.7	Fragebögen und Tests während der experimentellen Durchführung.....	99
4.3	<i>Design</i>	100
4.3.1	Unabhängige Variablen.....	100
4.3.2	Abhängige Variablen.....	102
4.3.2.1	Daten auf Verhaltensebene.....	102
4.3.2.2	Daten auf physiologischer Ebene.....	103
4.3.3	Kontrollvariablen.....	103
4.4	<i>Durchführung</i>	105
4.4.1	Erstkontakt.....	105
4.4.2	Diagnostiksituation.....	105
4.4.3	Experimentelle Untersuchung.....	106
4.4.3.1	Adaptationsnacht.....	106
4.4.3.2	Untersuchungsnacht.....	107
4.4.3.3	Untersuchungstag.....	108
4.4.3.4	Abschließende Untersuchung.....	109
4.5	<i>Datenreduktion und Auswertung</i>	110
4.5.1	Erinnerungsleistungen.....	110
4.5.2	Bewertungsdaten.....	112
4.5.2.1	Eindeutigkeitsindex.....	113
4.5.2.2	Emotionale Bewertung: Bewertungsausmaße und -differenzen.....	114
4.5.3	Reaktionszeiten.....	115
4.5.4	Schlafdaten.....	115
4.5.5	Oszillationen.....	116
4.5.6	Pupillendaten.....	117
4.5.7	Blickdaten.....	121
4.6	<i>Statistische Auswertung</i>	121
4.6.1	Verhaltensebene.....	122
4.6.2	Physiologische Ebene.....	124
5	Ergebnisse	127
5.1	<i>Erinnerungsleistungen</i>	127
5.1.1	Schlafassoziierte Konsolidierung.....	127
5.1.2	Explorative Zusatzanalyse.....	132

5.1.3	Erinnerungsleistung im Abruf 3.....	133
5.1.4	Störvariablen	134
5.1.5	Reaktionszeiten.....	138
5.2	<i>Bewertungsdaten</i>	141
5.2.1	Eindeutigkeitsindex	141
5.2.2	Bewertungsausmaße und -differenzen	145
5.2.2.1	Schlafassoziiertes Bewertungsausmaß.....	146
5.2.2.2	Zusatzanalyse Bewertungsausmaß, Valenz, Arousal	150
5.2.3	Bewertungsausmaß im Abruf 3.....	152
5.2.4	Störvariablen	155
5.3	<i>Schlafdaten</i>	157
5.3.1	Daten der Schlafparameter	157
5.3.2	Oszillationen.....	158
5.4	<i>Zusammenhänge der Verhaltensdaten und physiologischen Daten</i>	160
5.4.1	Erinnerungsleistungen und Schlaf	160
5.4.2	Bewertungsdaten und Schlaf	166
5.5	<i>Pupillendaten</i>	170
5.6	<i>Blickdaten</i>	177
5.7	<i>Aufmerksamkeitsleistung (KITAP: Alertness)</i>	179
6	Diskussion	181
6.1	<i>Erinnerungsleistungen</i>	182
6.2	<i>Bewertungsmaße</i>	195
6.3	<i>Pupillen- und Blickdaten</i>	205
6.4	<i>Limitationen der Studie</i>	207
6.5	<i>Implikationen für Folgestudien</i>	209
6.6	<i>Zusammenfassende Diskussion</i>	210
7	Zusammenfassung	214
8	Literatur	216
9	Anhang	235
9.1	<i>Telefon-Checkliste</i>	235
9.2	<i>Nächtebuch</i>	236
9.3	<i>Tagebuch</i>	244

9.4	<i>Schlaffragebogen für Eltern</i>	252
9.5	<i>Korrelationen</i>	255

1 Einleitung

Gesichter können Aufschluss über die Identität, das Alter und Geschlecht, über Attraktivität und nicht zuletzt über den emotionalen Zustand von Personen geben. Emotionale Gesichtsausdrücke sind eines der wichtigsten Kommunikationsmittel in sozialen Interaktionen. Neben der Körpersprache und der Stimmmodulation können Menschen emotionale Zustände differenziert und genau über die Gesichtsmuskulatur darstellen und diese können ebenso exakt durch das menschliche Gegenüber wahrgenommen werden. Die Fähigkeit der Wahrnehmung und Interpretation dieser emotionalen Gesichtsausdrücke anderer Menschen stellt eine wichtige Komponente in sozialen Interaktionen dar. Sie läuft unwillentlich, automatisch und in einer sehr kurzen Zeit ab. Die dahinter stehenden komplexen Prozesse spiegeln die enorme Leistung der menschlichen Informationsverarbeitungskapazitäten wider. Beeinträchtigungen in diesem Bereich führen zu Problemen in sozialen Interaktionen. Werden die emotionalen Zustände der Interaktionspartner nicht richtig wahrgenommen und interpretiert, kann auf das Gegenüber nicht in adäquater Art und Weise reagiert werden.

Die Aufmerksamkeitsdefizit/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) und die Störung des Sozialverhaltens stellen zwei psychische Störungen dar, bei denen Defizite in der Emotionswahrnehmung vorkommen können. Beide Erkrankungen treten häufig komorbid auf. Die ADHS ist zudem durch Gedächtnisdefizite gekennzeichnet. Gedächtnisinhalte, vor allem auch emotionale Gedächtnisinhalte, profitieren bei der Konsolidierung vom Schlaf. Der Schlaf hat zugleich einen Einfluss auf die emotionale Reaktivität von Menschen. Ob die Konsolidierung von verschiedenen Gesichtern und deren emotionalen Gesichtsausdrücken im Gedächtnis vom Schlaf profitieren und in welcher Form Kinder mit einer ADHS und einer oppositionellen Störung dabei Defizite zeigen, soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Des Weiteren soll untersucht werden, welchen Einfluss der Schlaf auf die Wahrnehmung und Interpretation von emotionalen Gesichtsausdrücken hat. Es wird untersucht, ob die Defizite in der Emotionswahrnehmung bei Patienten mit ADHS und einer oppositionellen Störung auf eine geringere Konsolidierung der Gedächtnisinhalte im Schlaf zurückzuführen sind. Dazu werden ei-

ner Gruppe mit gesunden Kindern und einer Gruppe mit Kindern mit ADHS und oppositioneller Störung sowohl vor einem Tag mit Wachheit als auch vor einer Nacht mit Schlaf emotionale Gesichtsausdrücke präsentiert. Diese Stimuli sollen hinsichtlich der Emotionalität eingestuft und gelernt werden. In einem Abruf nach den Bedingungen werden die gebildeten Gedächtnisinhalte abgerufen und die Bewertung der Emotionalität erneut erfasst. Es werden psychophysiologische Methoden, wie die Messung der Pupillenreaktion, Blickbewegungsdaten und die Messung der Hirnaktivität im Schlaf, verwendet. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der Interaktion von Emotion, Schlaf und Gedächtnis diskutiert und dabei Bezug auf die divergente Verarbeitung von Patienten mit einer ADHS und gesunden Kindern genommen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 ADHS

2.1.1 Klassifikation und Einteilung diagnostischer Subtypen der ADHS

Sowohl die ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10. Auflage) als auch das DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4. Auflage) definieren motorische Hyperaktivität, Impulsivität und Unaufmerksamkeit als Leitsymptome der ADHS (APA 1996; WHO 1993). In den diagnostischen Kriterien wird gefordert, dass die genannten Symptome bereits vor dem siebten Lebensjahr erstmalig aufgetreten sein müssen. Seit 2013 besteht eine fünfte Auflage des DSM, in der beschrieben wird, dass die Symptomatik vor dem 12. Lebensjahr beginnt (APA 2013). Hinsichtlich der Einteilung der Subtypen unterscheiden sich das ICD-10 und das DSM-IV voneinander (Tabelle 1).

Tabelle 1: Subtypen der ADHS und die entsprechenden Kriterien im ICD-10 und DSM-IV

Diagnosen nach ICD-10	Kriterien
Einfache Aufmerksamkeits- und Aktivitätsstörung (F90.0)	Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität + Impulsivität
Hyperkinetische Störung des Sozialverhaltens (F90.1)	s.o. und Störung des Sozialverhaltens
Sonstige Hyperkinetische Störung (F90.8)	Nicht alle Kriterien aus F90.0 erfüllt
Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität (F98.8)	Aufmerksamkeitsstörung
Diagnosen nach DSM-IV	
ADHS Mischtyp (314.01)	Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität/ Impulsivität
ADHS Vorwiegend unaufmerksamer Typ (314.00)	Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität/ Impulsivität
ADHS Vorwiegend hyperaktiv-impulsiver Typ (314.01)	Hyperaktivität/ Impulsivität ohne Aufmerksamkeitsstörung
Nicht näher bezeichnete ADHS, Residualtyp (314.9)	Nicht alle Kriterien erfüllt

Im DSM-IV wird der Mischtypus benannt, erfüllt werden dabei jeweils sechs der neun Kriterien für die Aufmerksamkeitsstörung mit Hyperaktivität/Impulsivität (entspricht der einfachen Aktivitäts- und Aufmerksamkeitsstörung in der ICD-10).

Weiterhin wird der vorwiegend unaufmerksame Typ beschrieben, dabei liegen mindestens sechs der neun Kriterien der Unaufmerksamkeit vor, jedoch weniger als sechs der Kriterien für hyperaktives impulsives Verhalten. Dieser Subtypus entspricht der Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität in der ICD-10 und wird dort als eine Restkategorie unter sonstige nicht näher bezeichnete Verhaltens- und emotionale Störungen mit Beginn in der Kindheit und Jugend eingruppiert. Der hyperaktiv-impulsive Typus erfüllt entsprechend mindestens sechs der neun Kriterien für Hyperaktivität/Impulsivität und es werden weniger als sechs der neun Kriterien der Unaufmerksamkeit diagnostiziert (siehe Hyperkinetische Störung des Sozialverhaltens in der ICD-10). In Tabelle 2 sind die DSM-IV Kriterien der ADHS aufgeführt.

Tabelle 2: DSM-IV Kriterien für die Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörung

Unaufmerksamkeit	Hyperaktivität / Impulsivität
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Schwierigkeiten die Aufmerksamkeit bei Aufgaben oder Spielen aufrecht zu erhalten ◦ Kann häufig Aufforderungen nicht nachkommen ◦ Vermeidet oft Aufgaben, die Aufmerksamkeit erfordern ◦ Häufig leicht abgelenkt ◦ Verliert oft Dinge, die für Aufgaben oder Aktivitäten wichtig sind ◦ Scheint nicht zuzuhören, wenn etwas zum Kind gesagt wird ◦ Macht Flüchtigkeitsfehler oder beachtet Details nicht ◦ Häufig vergesslich bei alltäglichen Aktivitäten ◦ Hat häufig Schwierigkeiten, sich zu organisieren 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Sitzt unruhig auf dem Stuhl oder fummelt mit den Händen rum ◦ Hat Schwierigkeiten sitzen zu bleiben, wenn es erforderlich ist ◦ Rennt viel umher oder klettert über Dinge in Situationen, in denen es unangemessen erscheint ◦ Zeigt ständig motorische Aktivität (scheint wie „auf dem Sprung“ zu sein) ◦ Häufig laut beim Spielen, kann nicht ruhig sein bei Freizeitaktivitäten ◦ Hat Schwierigkeiten, bei Spielen oder in Gruppensituationen abzuwarten ◦ Platzt häufig mit der Antwort heraus oder antwortet, bevor eine Frage zu Ende gestellt wurde ◦ Unterbricht oder stört andere ◦ Redet häufig exzessiv viel

Die Symptome müssen bei allen Subtypen für mindestens sechs Monate bestehen, eine Beeinträchtigung hervorrufen und dürfen durch keine andere psychische Erkrankung erklärbar sein. Die ADHS persistiert bei 30-60% der Betroffenen bis in das Erwachsenenalter (Wender, Wolf & Wasserstein, 2001), die Diagnosekriterien beziehen sich jedoch nur auf das Kindesalter, Änderungen

diesbezüglich wurden in der fünften Auflage des DSM vorgenommen. Die Patientengruppe in der vorliegenden Arbeit wurde nach den Kriterien des DSM-IV diagnostiziert.

2.1.2 Epidemiologie und Prävalenz

ADHS gehört zu den häufigsten Erkrankungen im kinder- und jugendpsychiatrischen Bereich, wenn auch das heutzutage bestehende Konzept der ADHS relativ neu ist (WHO 1993). Eine Meta-Analyse von Willcutt (2012) untersuchte die Prävalenzraten der ADHS nach den DSM-IV-Kriterien in 86 Studien mit Kindern und Jugendlichen und ermittelte eine Rate von 5,9-7,1%. Außerdem zeigte Willcutt, dass mehr Kinder und Jugendliche vom vorwiegend unaufmerksamen Subtypus in der Population vertreten sind (38-57% aller Patienten mit ADHS), während der Mischtypus und der vorwiegend hyperaktive Typus vor allem häufiger im klinischen Kontext vorzufinden sind. In klinischen Stichproben bilden somit Kinder mit ADHS des Mischtypus mit 73% den größten Anteil, gefolgt vom unaufmerksamen Typus mit 23% und dem vorwiegend hyperaktiven ADHS-Typus mit 4%. Eine Meta-Analyse von 2009 errechnete eine Punktprävalenz von 2,5% im Erwachsenenalter (Simon, Czobor, Balint, Meszaros & Bitter, 2009). Bei der Diagnose der ADHS besteht eine Jungenwendigkeit. In klinischen Stichproben ist das Verhältnis 9:1, in der allgemeinen Population liegt es bei 4:1, was an der häufig größeren Behandlungsbedürftigkeit bei Jungen liegen kann (Carlson, Tamm & Gaub, 1997).

2.1.3 Ätiologie

Aufgrund der Heterogenität des Störungsbildes wird ein multifaktorielles Ätiologiemodell angenommen. Eine genetische Komponente der ADHS ist mittlerweile allgemein hin akzeptiert (Wallis, Russell & Muenke, 2008). Familien-, Zwillings- und Adoptionsstudien belegen eine ausgeprägte Heritabilität der ADHS (siehe Biederman, 2005). Eine Heritabilität von 60-80% wird angenommen, sowie ein fünf-fach erhöhtes Risiko, in Verwandtschaft ersten Grades von einer ADHS betroffen zu sein (Sprich, Biederman, Crawford, Mundy & Faraone, 2000). Bei Zwillingsstudien zeigt sich eine erhöhte Konkordanzrate, monozygote Zwillinge weisen bei 50-80% der Fälle übereinstimmende Verhaltensauffälligkeiten auf, bei dizygoten Zwillingen liegt die Konkordanzrate immerhin noch bei 30-40% (für

einen ausführlichen Überblick Smidt et al., 2003; Sprich et al., 2000). Umweltfaktoren spielen bei der Entwicklung eine untergeordnete Rolle (Waldman & Gizer, 2006). In einer Familienstudie konnte gezeigt werden, dass Verwandte von ADHS-Betroffenen ein erhöhtes Risiko haben, an ADHS und antisozialen Störungen zu erkranken (Faraone, Biederman, Jetton & Tsuang, 1997).

Weiterhin wurde eine Cosegregation der ADHS, das heißt eine gemeinsame Vererbung von verschiedenen Genen, mit Störungen des Sozialverhaltens gefunden, was für eine distinkte Störung der hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens spricht (Coolidge, Thede & Young, 2000; Jain et al., 2007). Somit lässt sich die häufig komorbid auftretende Störung des Sozialverhaltens (unterteilt in Oppositionelles Trotzverhalten, engl. Oppositional Defiant Disorder, im Folgenden ODD abgekürzt, und Störung des Sozialverhaltens mit aggressiv-dissozialem Verhalten, engl. Conduct Disorder, abgekürzt CD) bei ADHS durch gemeinsame genetische Faktoren erklären, wobei auch Umweltfaktoren das gestörte Sozialverhalten beeinflussen (Thapar, Harrington & McGuffin, 2001).

Verschiedene Kandidatengene wurden identifiziert, jedoch kommen Wallis und Kollegen zu dem Schluss, dass keines dieser Gene allein einen hinreichenden Effekt ausübt und die genaue Ätiologie der ADHS noch nicht geklärt wurde (Wallis et al., 2008). Kandidatengene des dopaminergen, noradrenergen bzw. serotonergen Systems wurden untersucht. Insgesamt scheinen die Risikogene nur 1% der Varianz in diesem Phänotypen zu erklären, den größten Einfluss scheinen DRD4 und DRD5 (Dopaminrezeptorgene) und das Dopamintransporter-(DAT1-) Gen zu haben (Plomp, Van Engeland & Durston, 2009). Auffälligkeiten und Anomalien im dopaminergen und noradrenergen System haben der Katecholaminhypothese nach einen Einfluss auf die Ätiologie der ADHS (Faraone & Biederman, 1998; Solanto, 2002). Eine Hypofunktion dieser Systeme bedingt die Symptome der ADHS. Ebenfalls wurde ein Zusammenhang zwischen der Dysfunktionalität im serotonergen System und der Impulsivität bei ADHS berichtet (McKay & Halperin, 2001).

Neben den Störungen des Neurotransmitter-Stoffwechsels sind *Umweltfaktoren* zu nennen, die prä-, peri- und postnatal wirken können und die Vulnerabilität für die Entwicklung einer ADHS erhöhen können. So können Nikotin- und Alko-

holkonsum während der Schwangerschaft, ein geringes Geburtsgewicht und Hirnschädigungen nach der Geburt das Risiko für ADHS erhöhen (für einen Überblick Millichap, 2008; Wankerl et al., 2014).

Neuropsychologische Studien zeigten, dass Patienten mit ADHS Einschränkungen in den exekutiven Funktionen haben, sowie motivationale Störungen zeigen (für einen Überblick Matthews, Nigg & Fair, 2014). Die exekutiven Funktionen umfassen Handlungsplanungen, Arbeitsgedächtnis-prozesse, Reaktionshemmung oder die kognitive Flexibilität. Patienten mit einer ADHS zeigen zudem erhöhte Reaktionszeiten und eine erhöhte Reaktionszeitvariabilität (Tamm et al., 2012). Einschränkungen in diesen Bereichen werden mit einer verminderten Aktivität im präfrontalen Kortex (PFC) und einer eingeschränkten Konnektivität mit interagierenden Netzwerken in Zusammenhang gebracht (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone & Pennington, 2005). Neben diesen Top-down-Prozessen werden auch Bottom-up-Prozesse als beeinträchtigt geschildert, dazu zählen Motivations-, Belohnungs- und Emotionsregulationsprozesse (Luman, Oosterlaan & Sergeant, 2005; Sonuga-Barke, 2005). Bei ADHS wird von einer spezifisch erhöhten Abneigung gegenüber Belohnungsverzögerung ausgegangen, die sich in einer Vermeidung der Verzögerung äußert und somit motivationale Störungen bedingt (Nigg, Willcutt, Doyle & Sonuga-Barke, 2005). Matthews und Kollegen führen in ihrem Review (2014) Überlegungen zum dualen Modell inhibitorischer und motivationaler Dysfunktionen nach Sonuga-Barke (2002) an. Demnach werden Belohnungserwartungen durch das dopaminerge System (z.B. ventrales tegmentales Areal, Striatum) gesteuert und emotionale Prozesse durch die Beteiligung der Amygdala, des PFC, des Anterioren Cingulären Cortex, des ventralen Striatums oder Nucleus accumbens und der Insula gesteuert. Emotionsregulation und Emotionsinhibition können somit durch Dysfunktionen in diesen Systemen beeinträchtigt sein und mit emotionalen Problemen bei ADHS einhergehen.

Neuroanatomische Befunde deuten auf Hirnvolumenverminderungen der weißen und grauen Substanz hin (Castellanos et al., 2002). Verminderungen finden sich vor allem im PFC, in den Basalganglien, dem Corpus Callosum und dem Kleinhirn, jedoch sind auch weitere subkortikale Regionen betroffen (siehe Matthews et al., 2014).

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die primären Ursachen, wie die genetische Disposition, Schädigungen des zentralen Nervensystems und ungünstige psychosoziale Bedingungen auf die neurobiologischen und neuropsychologischen Prozesse negativen Einfluss haben und somit die Symptombereiche der ADHS bedingen.

2.1.4 Komorbiditäten

Komorbiditäten sind mit bis zu 80 % charakteristisch für die ADHS (Biederman, Newcorn & Sprich, 1991; Kadesjo & Gillberg, 2001). Die Vielzahl verschiedenster begleitender Störungen weist auf das heterogene Störungsbild der ADHS hin. So ist die ADHS gekennzeichnet durch das komorbide Auftreten externalisierender, aber auch internalisierender Verhaltensstörungen. Störungen wie Angst-, Tic- und Lernstörungen, Depressionen, Enuresis und soziale Dysfunktionen können neben der ADHS bestehen (Biederman et al., 1996). Die häufigste gemeinsam auftretende Störung bildet die oppositionelle Störung in 30% bis 60% aller Patienten mit ADHS im Kindesalter (Biederman et al., 1991; Elia, Ambrosini & Berrettini, 2008; Huh et al., 2011; Wilens et al., 2002). Da die Patientenstichprobe der vorliegenden Arbeit die Diagnosen einer ADHS und einer oppositionellen Störung erfüllt, soll auf diese komorbide Störung genauer eingegangen werden.

Im DSM-IV wird zwischen der Störung des Sozialverhaltens (engl. Conduct Disorder, CD) und der Oppositional Defiant Disorder (ODD, was in der ICD-10 der Diagnose F91.3, Störung des Sozialverhaltens mit oppositionellem aufsässigem Verhalten entspricht) unterschieden. Die ODD geht mit oppositionellem, aufsässigem und ungehorsamen Verhalten gegenüber Autoritätspersonen einher und gilt als mildere Form der CD, bzw. als deren prodromale Form (Loeber, Burke & Lahey, 2002). Symptome der CD werden als aggressives Verhalten gegenüber Menschen, Tieren und fremdem Eigentum beschrieben (APA 1996). Die diagnostischen Kriterien der ODD nach DSM-IV sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: DSM-IV Kriterien der Oppositional Defiant Disorder

Muster ständig wiederkehrender, trotziger, ungehorsamer und feindseliger Verhaltensweisen gegenüber Autoritätspersonen und besteht für mindestens 6 Monate, vier der acht Verhaltensweisen müssen vorhanden sein

1. Verliert häufig die Selbstbeherrschung
 2. Streitet viel mit Erwachsenen
 3. Widersetzt sich häufig aktiv den Anweisungen oder Regeln von Erwachsenen oder weigert sich, diese zu befolgen
 4. Ärgert andere häufig absichtlich
 5. Schiebt häufig die Schuld für eigene Fehler oder eigenes Fehlverhalten auf andere
 6. Ist häufig empfindlich oder lässt sich von anderen leicht ärgern
 7. Ist häufig wütend und beleidigt
 8. Ist häufig boshaft oder rachsüchtig
-

Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass ADHS ein Prädiktor für die ODD ist, ODD ein Prädiktor für die CD und die CD ein Prädiktor für eine spätere antisoziale Persönlichkeitsstörung sein kann (Lahey, Loeber, Burke & Rathouz, 2002). Jedoch legen andere Studien nahe, dass die Mehrheit der Betroffenen von ODD keine CD entwickelt (Nock, Kazdin, Hiripi & Kessler, 2007). Vielmehr würden Patienten mit ODD andere Störungen, wie beispielsweise Angst- und Lernstörungen, entwickeln, die keine Aspekte der CD enthalten (Lahey et al., 2002). Zwar sind Symptome der ODD auch bei gesunden Vorschulkindern anzutreffen, jedoch sind die Symptome der ODD überdauernd und führen zu Spannungen in den Familien sowie Beeinträchtigungen in sozialen und schulischen Bereichen und somit im Funktionsniveau der Kinder (Fraser & Wray, 2008).

Neben den zuvor erwähnten externalen Störungen sind auch internale Störungen mit Angst (20 bis 25 %) und Depression (15 bis 20 %) als Komorbidität der ADHS zu verzeichnen. Kinder mit einer ADHS und komorbider depressiver Störung zeigen ein geringeres psychosoziales Funktionsniveau, höhere Raten stationärer Behandlungen und Beeinträchtigungen in zwischenmenschlichen und familiären Beziehungen. Angststörungen und ADHS gehen ebenfalls mit einer vermehrten psychiatrischen Behandlung, stärker beeinträchtigten psychosozialen Funktionen und einer Familienanamnese mit häufig auftretenden Angststörungen einher (Spencer, Biederman & Mick, 2007).

Patienten mit einer ADHS zeigen häufig Schlafprobleme (Cortese, Konofal, Bernardina, Mouren & Lecendreux, 2009; Ganelin-Cohen & Ashkenasi, 2013;

Spruyt & Gozal, 2011). Während Fragebogenstudien (subjektive Angaben) darauf hinweisen, dass es einen Zusammenhang von ADHS und Schlafproblemen gibt, zeigen objektive Studien (z.B. Polysomnographiestudien) heterogene Ergebnisse (Cortese et al., 2009). Cortese und Kollegen (2009) fanden in ihrer Meta-Analyse bei ADHS-Patienten signifikant höhere Zubettgehschwierigkeiten, Ein- und Durchschlafprobleme, Schwierigkeiten beim morgendlichen Erwachen, obstruktive Atemwegserkrankungen und Tagesschläfrigkeit im Vergleich zu Kontrollprobanden. Bei den objektiven Studien zeigten sich bei Kindern mit ADHS eine erhöhte Schlaf-Beginn-Latenz, eine erhöhte Anzahl von Schlafstadienwechsel je Stunde Schlaf und ein erhöhter Apnoe-Hypopnoe-Index. Zudem zeigten die Patienten eine geringere Schlaffeffizienz und Gesamtschlafzeit. Weitere Schlafstörungen bei ADHS sind das Restless-Legs-Syndrom (RLS), eine neurologische Erkrankung mit Gefühlsstörungen und Bewegungsdrang in den Beinen und Füßen, und die Periodischen Bewegungen der Extremitäten im Schlaf (PLMS), die vermutlich beide mit Funktionsstörungen im dopaminergen System einhergehen (Konofal et al. 2010).

2.1.5 Symptomverlauf

Die Symptomentwicklung und der Verlauf der Symptomatik einer ADHS muss differenziert betrachtet werden. Insgesamt lässt sich eine Reduzierung der Symptomatik mit zunehmendem Alter verzeichnen. So zeigte sich bei den Sieben- bis Zehnjährigen der BELLA-Studie nach den DSM-Kriterien eine Prävalenzrate von 6,4%, bei den 14- bis 17-Jährigen nur noch eine Prävalenzrate von 3,9% (Döpfner et al., 2008). Jedoch bleiben vor allem die Symptome der Unaufmerksamkeit bis ins Jugendalter und sogar bis in das Erwachsenenalter stabil, die Symptome der Hyperaktivität und Impulsivität vermindern sich mit zunehmendem Alter. Einen Überblick zum Verlauf der Symptomatik bieten (Döpfner, Frölich & Lehmkuhl, 2013, S. 19-22). Im Vorschulalter stehen vor allem die motorische Hyperaktivität und die damit einhergehende Unfallneigung und erschwerte Integration in ein soziales Umfeld im Vordergrund. Es werden Entwicklungsdefizite deutlich, häufig wird ein oppositionelles Verhalten beschrieben. Döpfner et al. (2013) markieren den Eintritt in das Schulalter als Verlagerung der Symptomatik hin zu Lern- und Leistungsproblemen, mit dem Auffälligwerden der Unruhe und Ablenkbarkeit im Unterricht, den Teilleistungsschwächen und der Ablehnung durch die

Gleichaltrigen. Diese Probleme gehen dann oft mit aggressivem Verhalten und einer Selbstwertproblematik einher. Während des Jugendalters treten die Symptome der motorischen Unruhe in den Hintergrund, wohingegen die Aufmerksamkeitsprobleme persistieren. Delinquente Handlungen, Drogen- und Alkoholmissbrauch werden zunehmend zu einem Problem in dieser Altersklasse. Das Risiko der Entwicklung weiterer psychischer Störungen ist erhöht (Mao & Findling, 2014). Im Erwachsenenalter erfüllen etwa 40 % der von ADHS Betroffenen noch die Kriterien für das Vollbild einer ADHS, ein weit größerer Anteil zeigt weiterhin eine Residualproblematik (Biederman, Mick & Faraone, 2000). Demnach ist ADHS eine im frühen Kindesalter erscheinende Störung, die sich in einem chronischen Verlauf bis in das Erwachsenenalter fortsetzt und somit einer früheinsetzenden Behandlung bedarf.

2.1.6 Therapie

Die Behandlung der ADHS sieht ein multimodales therapeutisches Vorgehen vor, das die Psychoedukation und Psychotherapie, sowie psychosoziale Interventionen und Pharmakotherapie beinhaltet. Die *Psychoedukation* der Eltern und des Kindes sowie der Lehrer stellt die Grundlage für jegliche therapeutische Interventionen dar. Eine medikamentöse Therapie sollte eingesetzt werden, wenn sich eine stark ausgeprägte und situationsübergreifende Symptomatik zeigt und verhaltenstherapeutische Interventionen nicht ausreichen. Die *Pharmakotherapie* sieht zwei Wirkstoffklassen vor. Die Psychostimulanzien, vor allem Methylphenidat- und Amphetaminpräparate, erzielen eine Blockade des Dopamin-Transporter-Systems und führen dadurch eine Erhöhung (Normalisierung) des Dopaminspiegels. Atomoxetin, als zweite wichtige Wirkstoffgruppe, hemmt hauptsächlich die Noradrenalin-Wiederaufnahme. Die Wirksamkeit der Stimulanzientherapie konnte gut belegt werden (Banaschewski et al., 2006; Faraone, Biederman, Spencer & Aleardi, 2006). *Verhaltenstherapeutische Maßnahmen* können in den Bereichen Familie, Schule und Kindergarten und selbstverständlich beim Patienten selbst angewendet werden. Elterntrainings und strukturierte Therapieprogramme zielen auf die Vermeidung und Modifikation dysfunktionaler Interaktionsmuster ab und fördern den Aufbau günstiger Beziehungen zwischen dem Kind oder Jugendlichen und dessen Bezugspersonen. Die Wirksamkeit verhaltenstherapeutischer Maßnahmen wurde bereits belegt (Fabiano et al., 2009;

Pelham & Fabiano, 2008), die Interventionen reduzieren die ADHS-Symptomatik und vermeiden komorbide Störungen.

Für die vorliegende Arbeit sind besonders die Behandlung mit Methylphenidat und verhaltenstherapeutische Maßnahmen, wie ein Soziales Kompetenztraining von Bedeutung. In dieser Arbeit werden kognitive und emotionale Aspekte untersucht. Gerade in den kognitiven Bereichen, wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis zeigen Kinder mit einer ADHS Beeinträchtigungen. Methylphenidatpräparate können diese Defizite vermindern (Coghill et al., 2014) und somit ein bedeutendes therapeutisches Mittel darstellen. Emotionale Beeinträchtigungen, wie Defizite in der Wahrnehmung von Emotionen des Gegenübers, sind bei ADHS stark ausgeprägt (siehe Abschnitt 2.5.2). Insbesondere die Förderung sozialer Fertigkeiten und Kompetenzen sollte bei Kindern mit einer ADHS oder einer oppositionellen Störung im Vordergrund stehen, um den alltäglichen Umgang mit Gleichaltrigen und Erwachsenen zu erleichtern.

2.2 Emotionen

Es können zwei Hauptbereiche in der Emotionsforschung unterschieden werden. Zum einen können die emotionalen Reaktionen innerhalb eines Individuums betrachtet werden, zum anderen wird die Fähigkeit, Emotionen bei anderen Menschen wahrzunehmen, untersucht. In der vorliegenden Arbeit steht vor allem der Forschungszweig zur Wahrnehmung mimischer Gesichtsausdrücke im Vordergrund.

2.2.1 Klassifikationsmodelle von Emotionen

Die Befürworter des Kategorialen Klassifikationssystems nehmen eine Reihe von primären affektiven Emotionskategorien an (Adelmann & Zajonc, 1989; Ekman & Friesen, 1971). Es wird für gewöhnlich dabei verschiedene Emotionen, wie Ärger, Angst, Freude, Trauer, Ekel und Überraschung, in überordnenden Cluster zusammengefügt. Diese Basisemotionen werden definiert als Affektprogramme, die durch spezifische Stimuli hervorgerufen werden. Dabei werden emotionsspezifische Antwortmuster, wie prototypische Gesichtsausdrücke, physiologische Reaktionen und Handlungstendenzen, ausgelöst. Die Theorie der Basisemotionen geht davon aus, dass diese Emotionsmuster biologisch determiniert sind und somit eine Universalität implizieren. In den späten 60er Jahren des 20. Jahrhunderts ist man vermehrt dieser Annahme nachgegangen (Ekman, Sorenson & Friesen, 1969; Izard, 1971). Es zeigte sich, dass emotionale Ausdrücke in den einzelnen Kulturen eine weitest gehende Übereinstimmung in der Zuordnung der Emotionsbegriffe zu den Bildern haben, sie aber in ihrer Ausgestaltung durch Lernvorgänge, kulturelle Bedingungen und durch den situativen Kontext (Display-Rules) moduliert werden (z.B. Ekman & Friesen, 1971; Stephan, Stephan & de Vargas, 1996).

Die dimensionalen Modelle stellen einen Ansatz dar, durch wenige Dimensionen eine Vielzahl von Emotionen zu beschreiben. In typischen Studien wird eine repräsentative Auswahl von z.B. Emotionswörtern oder Fotos mit Emotionsausdrücken gezeigt und im nächsten Schritt die Ähnlichkeit dieser Emotionen bestimmt. Die so entstandenen Ähnlichkeitsmatrizen für die Emotionen werden mittels Faktorenanalysen in Dimensionen übermittelt. Dabei haben sich die zwei

Dimensionen Valenz (von negativ bis positiv) und Erregung (von niedrigem Arousal bis hohem Arousal) bewährt, während die dritte Dimension Dominanz wenig replizierbar war (Schmidt-Atzert, 2013).

Neben der Messung von Emotionen auf der subjektiven Ebene werden bei der dimensionalen Theorie auch auf der physiologischen Ebene verschiedene Verfahren in den Forschungsbereichen angewendet. Biosignale, wie die Herzfrequenz, elektrodermale Reaktionen und Muskelpotenziale, sind wichtige Indikatoren für das emotionale Erregungsniveau. In der vorliegenden Arbeit wird die Pupillometrie angewandt. Dabei handelt es sich um die kontinuierliche Messung von Veränderungen der Pupillenweite über die Zeit bei Betrachtung eines Stimulus. Die Pupillometrie wird gesondert im Abschnitt 2.2.3.1 genauer beschrieben. An dieser Stelle sei nur erwähnt, dass die Pupillendilatation (Pupillenerweiterung) als Maß von Aktivierung gilt und somit in weiterem Sinne mit der Dimension Erregung zusammenhängt (Schandry, 1996).

2.2.2 Emotionale Entwicklung

Im Laufe von Kindheit und Jugend entwickeln sich die verschiedenen Aspekte von Emotionen im Rahmen der Veränderungen neuropsychologischer Funktionen, der Sprache, Theory of Mind und Metakognitionen weiter. Durch diese Veränderungen entstehen neue Möglichkeiten des Erlebens und Bewertens, des Ausdrucks und der Regulierung von Emotionen. Seit den ersten Lebenstagen können Säuglinge Emotionen auf ihrem Gesicht abbilden, es lassen sich bis zum sechsten Lebensmonat die Emotionen Freude, Ärger, Überraschung, Ekel und Trauer, sowie Schmerz und Unbehagen erkennen. Furcht scheint erst später heranzureifen. Beispielsweise ist die Angst vor Fremden erst dann möglich, wenn ein Baby ein unbekanntes Gesicht von einem ihm bekannten Gesicht unterscheiden könne, sie zeigen dieses Verhalten ab dem siebten Monat. Somit können Babys innerhalb der ersten acht bis neun Monate die sogenannten Basisemotionen ausdrücken (Lewis, 2008). Mit dem Voranschreiten der Sprachentwicklung im zweiten Lebensjahr wird dem Kleinkind die Benennung der inneren Befindlichkeit möglich. Emotionen können nun verbal kommuniziert werden und reduzieren somit Missverständnisse, was einer Emotionsregulation entsprechen kann. Doch auch zu diesem Zeitpunkt erlernen die Kinder durch Fremdeinfluss erst die Be-

deutung ihrer Worte und übernehmen Urteile wie „gut“ und „böse“. Durch das Sprechen über Gefühle und Stimmungen und das Ausdrücken von Gefühlen gegenüber dem Kind lernt dieses die Perspektivenübernahme und die Abgrenzung der eigenen Emotionen von denen der anderen. Somit ist bereits mit einem Alter von drei Jahren das Emotionsleben von Kleinkindern weit ausdifferenziert und lässt ein komplexes Emotionssystem erkennen. Im Vorschulalter gewinnen Kinder an Verständnis für die emotionale Befindlichkeit anderer, unabhängig von der Situation. Durch die Entwicklung einer „Theory of Mind“ gelingt es ihnen besser, sich in die andere Person hinein zu versetzen und deren Emotion nachzuempfinden. Des Weiteren sind die Kinder in der Lage, ihre emotionalen Ausdrucksvarianten zu modulieren und gezielt einzusetzen und somit Frust oder Ärger in unangemessenen Situationen zu verbergen. Ebenso gelingt es Schulkindern nun auch, ihre Aufmerksamkeit besser zu kontrollieren und sich von möglichen emotionsauslösenden negativen Stimuli abzuwenden oder abzulenken. Für das Jugendalter kennzeichnet von Salisch (2008) die Fortschritte bei der Emotionsentwicklung durch die Fähigkeit zur Metakognition. Jugendliche sind nun in der Lage, über das eigene Denken und Fühlen nachzudenken und somit weitere Strategien zur Neu- und Umbewertung zu erlangen. Adaptive, aber auch maladaptive Strategien, wie Selbstabwertung und Grübeln, werden verstärkt eingesetzt.

Silk und Kollegen (2009, S. 2) fassen in ihrem Artikel zusammen, dass Veränderungen in einigen Hirnregionen, die vor allem sozial-emotionale Funktionen unterstützen (z.B. auf soziale Reize reagieren, Wahrnehmung und Beurteilung von Risiko und Belohnung), direkt mit Pubertät und Reifung in Verbindung gebracht werden können. Durch eine Reorganisation dieser Areale werden Netzwerke im Gehirn, die Belohnungssysteme, soziale Informationen und Emotionen regulieren, während der Pubertät verfeinert, werden sensibler oder erst aktiviert. Es wird angenommen, dass die Pubertät neuronale Systeme beeinflusst, die soziale und emotionale Aspekte regulieren. Hingegen ist die Entwicklung von Arealen, die höheren kognitiven Funktionen dienen, relativ unbeeinflusst durch die Pubertät und schreitet langsam weiter voran. Somit könnten Kinder und Jugendliche, die heutzutage einer früheren pubertären Reifung unterliegen, mit emotional herausfordernden Situationen konfrontiert sein und somit mehr Beeinträchtigungen in sozialen und emotionalen Bereichen zeigen (Silk et al., 2009). Die Be-

wertung hinsichtlich Arousal und Valenz negativer, positiver und neutraler Bilder aus dem International Affective Picture System (IAPS, Bradley and Lang (2007)) durch Kinder ähnelt jedoch denen von Jugendlichen und Erwachsenen (McManis, Bradley, Berg, Cuthbert & Lang, 2001).

Beeinträchtigungen durch soziale, biologische oder genetische Faktoren in der Entwicklung von Emotionen und Emotionsregulationsstrategien ziehen häufig emotionales Problemverhalten und eine emotionale Unausgeglichenheit nach sich. Kinder und Jugendliche, die beispielsweise aufgrund von Impulsivität nur eingeschränkten Zugang zu den eigenen Emotionen und denen von Anderen erhalten, werden vermutlich Schwierigkeiten in sozialen Interaktionen haben. Ebenso fällt es Kindern und Jugendlichen, die nur unzureichend Emotionsregulationsstrategien erlernt haben oder anwenden können, schwerer, ihr eigenes Gefühlsleben zu beherrschen und zu modulieren. Diese Aspekte sind in Anbetracht der hohen Komorbidität von ADHS und oppositionellen Störungen besonders zu betrachten.

2.2.3 Messung emotionaler Reaktionen und Urteile

Emotionale Reaktionen können durch verschiedene Methoden erfasst werden. Bildgebende Verfahren wie fMRT oder PET können Aussagen über die an den Prozessen von Emotionen beteiligten Hirnstrukturen und Netzwerken machen. Psychophysiologische Indikatoren zur Erfassung emotionaler Aspekte werden häufig von biologisch orientierten Wissenschaftlern angewandt. Zu diesen Methoden gehören beispielsweise auch die Erfassung der elektrodermalen Aktivität (EDA, mittels Messung der Hautleitfähigkeit oder des -potentials), der kardiovaskulären Aktivität (EKG, in Form von Herzschlagfrequenz, Variabilität der Schlagfrequenz und Blutdruck), der elektrischen Muskelaktivität (EMG) oder der hirnelektrischen Aktivität (EEG). Die Pupillometrie stellt eine Methode dar, mittels derer die Veränderung der Pupillengröße, die mit verschiedenen psychophysischen und psychischen Einflüssen einhergehen kann, gemessen wird. Da in der vorliegenden Arbeit die Veränderung der Pupillengröße bei der Bearbeitung einer Lern- und Bewertungsaufgabe gemessen wird, soll auf die Spezifikation dieser Messmethode gesondert eingegangen werden. Neben dem Einsatz psychophysiologischer Messmethoden werden auch sprachliche Methoden eingesetzt, um

emotionales Verhalten messbar zu machen. Der Vorteil von sprachlichen Methoden ist die Erfassung des nur dem Individuum zugänglichen subjektiven Erlebens. Sie werden eingesetzt, um ergänzende Aussagen zu beispielsweise psychophysiologisch erhobenen Daten machen zu können. Dazu können Fragebögen und Adjektivskalen mit dichotomen Urteilen, mehrkategoriale Urteilserfassungen mit numerischen oder verbalen Kategoriezeichnungen oder analoge Urteilserfassungen mit visuellen Analog-Skalen eingesetzt werden (vgl. Debus, 2000). Da aber auch Selbstauskünfte durch die Studienteilnehmer nicht das komplette Emotionsspektrum abbilden können, bzw. durch soziale Erwünschtheit oder andere Faktoren verzerrt sein können, ist die Kombination aus psychophysiologischen und sprachlichen Methoden zu bevorzugen. Lang und seine Kollegen (1994) entwarfen eine 9-Punkt-Skala für die Bewertung des Ausmaßes von Valenz und Arousal (SAM, Self-Assessment Manikin; Bradley und Lang (1994)) siehe Abbildung 1.

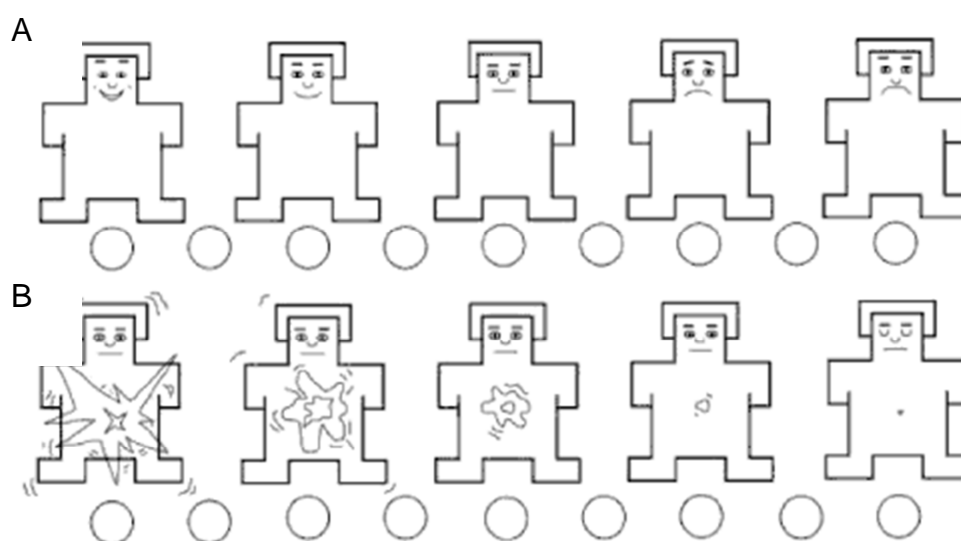


Abbildung 1: Self-Assessment Manikin (modifiziert nach Bradley & Lang, 1994, S. 51). Dabei zeigt die Skala Valenz (A) Strichmännchen mit für positive Gefühle typischen Kennzeichen über neutrale Gefühlslage hin zu negativen Gefühlen. Die Skala Erregung (B) zeigt Strichmännchen mit deutlichen Charakteristika für Erregung hin zu Kennzeichen von Entspannung.

Dabei werden die Dimensionen Valenz, Erregung und Dominanz in Form von kleinen, sich in fünf Schritten verändernden Männchen dargestellt. Die SAM-Skalen wurden neben einer Reihe von verschiedenen Situationen auch in Studien mit Kindern verwendet (vgl. Bradley & Lang, 1994).

Neben standardisierten Verfahren, wie der Skala der Self-Assessment Manikin, werden auch verschiedene den Zielsetzungen angepasste Verfahren entwickelt. Die in der vorliegenden Untersuchung angewandte non-verbale Methode zur Erfassung der subjektiven emotionalen Urteile der Probanden wird im Abschnitt 4.2.3 näher erläutert. Eine weitere Methode zur Erfassung von ablaufenden psychischen Prozessen während der Wahrnehmung eines emotionalen Stimulus stellt das Eye-Tracking dar. Mittels Aufzeichnung von Blickverläufen und deren Analysen, Fixationen und Sakkaden können Aussagen über emotionsinduzierte Aufmerksamkeitsausrichtung gemacht werden. Im Folgenden sollen die Methoden der Pupillometrie und des Eye-Tracking kurz skizziert werden.

2.2.3.1 Pupillometrie zur Erfassung emotionaler Reize

Die allgemeine Struktur des Auges ähnelt der einer Kamera. Durch die Linse wird das einfallende Licht gebündelt und auf die Retina fokussiert. Wie viel Licht die Retina erreicht, wird durch eine Blende, die Iris, reguliert. Die Öffnung in der Iris, durch die das Licht einfällt, erscheint als dunkle Pupille, die Pupillengröße wird durch zwei antagonistische Muskeln der Iris beeinflusst. Der Musculus sphincter pupillae verläuft kreisförmig um die Pupille. Die Kontraktion dieses Muskels führt zu einer Verengung der Pupille. Dieser Muskel wird parasympathisch innerviert. Der Musculus dilatator pupillae verläuft fächerförmig an der Hinterseite der Iris und wird sympathisch innerviert, er dient der Pupillenöffnung (siehe Abbildung 2). Die Pupillenreaktion ist also nicht willentlich steuerbar.

Somit wird die Größe der Pupille durch die Aktivität des sympathischen und des parasympathischen Systems bestimmt. Einige Veränderungen der Pupillengröße werden durch Einflüsse optischer Natur erzielt. So spielen der pupillometrische Lichtreflex als auch der Akkomodationsreflex eine Rolle. Erstgenannter Reflex dient der Regulierung der Menge des einfallenden Lichts, die Pupille zieht sich bei viel Licht zusammen und öffnet sich bei Dunkelheit. Der Akkomodationsreflex bedingt eine Veränderung der Pupillengröße und geht mit der Krümmung der Linse einher, die zur Regulation der Sehschärfe bei Nähe und weiterer Entfernung eines Objektes hergestellt wird. Neben diesen beiden Ursachen unterschiedlicher Pupillengrößen spielt auch die perzeptuelle, mentale und emotionale Verarbeitung eine Rolle.

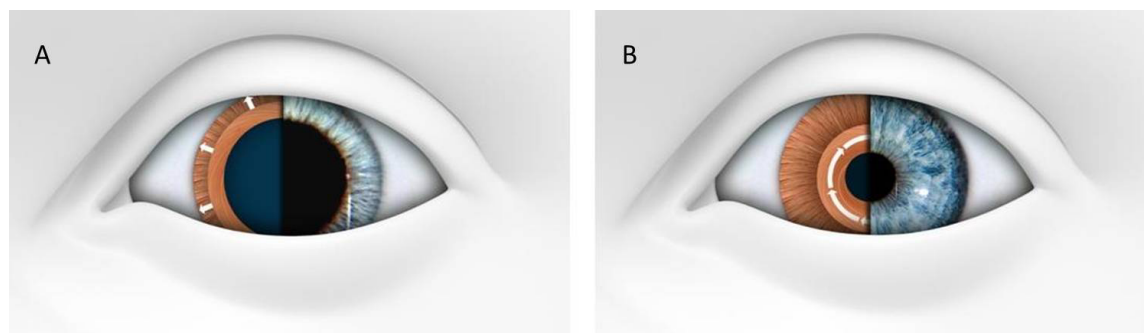


Abbildung 2: Darstellung des menschlichen Auges. Durch sympathische Stimulation wird der Musculus dilatator pupillae angespannt, die Dilatation folgt (A). Bei parasympathischer Stimulation wird der Musculus sphincter pupillae kontrahiert, die Pupille verengt sich, Kontraktion entsteht (B).

Beispielsweise weitet sich die Pupille bei der Betrachtung von Gesichtern der eigenen Ethnie im Vergleich zu Gesichtern einer fremden ethnischen Bevölkerungsgruppe (Own-Race-Bias), was eine kognitive Beanspruchung andeutet (Goldinger, He & Papesh, 2009).

Mittels der Pupillometrie, der Messung der Pupillendilatation und -konstriktion, können Informationen über kognitive und emotionale Prozesse ermittelt werden. Bereits 1966 konnten Kahneman und Beatty in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Pupillendilatation und der kognitiven Beanspruchung während einer Gedächtnisaufgabe zeigen. Demnach zeigten die Probanden eine stärkere Pupillendilatation bei der Wiedergabe von Zahlenfolgen mit einer größeren Länge (Kahneman & Beatty, 1966).

In ihrem Review fassen Goldinger und Papesh (2012) die Studien über den Zusammenhang von Pupillendilatation und kognitiven Aufgaben zusammen. Aber nicht nur die Beanspruchung während einer Gedächtnisaufgabe wird psychophysiologisch durch die Pupillendilatation messbar, sondern auch das Erkennen eines Stimulus als alt bzw. neu kann abgebildet werden. So erzielten Stimuli, die während des Abrufs als alt bewertet werden, eine Pupillenvergrößerung im Vergleich zu Stimuli, die als unbekannt und neu beurteilt werden (Montefinese, Ambrosini, Fairfield & Mammarella, 2013; Otero, Weekes & Hutton, 2011; Vö et al., 2008). Vö und Kollegen (2008) konnten zudem einen emotionsabhängigen Effekt zeigen. Der Alt/Neu-Effekt war größer bei neutralen Stimuli und geringer bei emotionalen Stimuli (emotionale und neutrale Wörter). Die Autoren erklären diesen inversen Effekt damit, dass während das korrekte Erinnern eines emotio-

neutralen alten Wortes weniger kognitiv beanspruchend ist (geringere Pupillendilatation), das Benennen eines neuen emotionalen Wortes als Neu (und dabei dem Bias, eher Alt zu antworten auszuweichen, da emotionale Stimuli einen Alt-Bias haben) im Vergleich zu neutralen neuen Wörtern mehr kognitive Leistung erfordert. Dies spiegelt sich in einer größeren Dilatation bei neuen emotionalen Wörtern im Vergleich zu neuen neutralen Wörtern wieder (Vö et al., 2008). Den Einfluss der Valenz eines Stimulus auf die Pupillendilatation konnten Prehn und Kollegen (2011) in einer Studie mit positiven, negativen und neutralen Wörtern zeigen. Demnach folgte negativen Wörtern eine stärkere Pupillendilatation im Vergleich zu positiven und neutralen Wörtern. Eine genannte Erklärung könnte das mit einer negativen Valenz oftmals verbundene starke Arousal sein und somit die damit einhergehende emotionale Signifikanz des Stimulusmaterials (Prehn et al., 2011). Dass ein größeres Arousal des Stimulusmaterials zu einer verstärkten Dilatation der Pupille führt, konnte bereits gezeigt werden (Bradley, Miccoli, Escrig & Lang, 2008), jedoch wird auch nicht ausgeschlossen, dass auch eine negative Valenz eine verstärkte Pupillendilatation hervorruft (Silk et al., 2007; van Steenbergen, Band & Hommel, 2011). Kret und ihre Kollegen (2013) untersuchten die Pupillenreaktionen von Probanden während des Betrachtens von ärgerlichen, freundlichen und ängstlichen Personen. Stimuli mit ärgerlichen Personen führten zu einer größeren Pupillendilatation im Vergleich zu freundlichen und ängstlichen Personen. Die Autoren diskutieren somit eine von der Valenz und dem Arousal eines Stimulus abhängigen Veränderung der Pupillengröße (Kret et al., 2013). Die Bedeutung der Messung der Pupillendilatation als Reaktion auf einen emotionalen Stimulus wird deutlich durch eine Studie mit zwei Patienten mit unilateral zerstörtem visuellem Kortex mit entsprechender Blindheit. Trotz der nicht bewusst wahrgenommenen emotionalen Gesichter wurde bei den Patienten eine stärkere Pupillendilatation durch Gesichter mit ängstlichem Ausdruck im Vergleich zu freundlichen Gesichtern gemessen (Tamietto et al., 2009). Die Befunde machen deutlich, dass die Messung der Pupillendilatation eine geeignete Methode darstellt, um Reaktionen auf emotionale Stimuli zu messen.

2.2.3.2 *Blickdatenstudien Gesichter*

Eye Tracking, als eine Methode der Blickbewegungsmessung, gilt als ein objektives Verfahren, um detaillierte Informationen während der Präsentation emotionaler Stimuli zu messen und findet auch in der vorliegenden Arbeit Anwendung. Bei der Betrachtung emotionaler Gesichtsausdrücke sind einige Areale des Gesichtes von größerer Bedeutung als andere, zudem variiert dies in Abhängigkeit vom gezeigten emotionalen Ausdruck. Wichtige aufgesuchte Areale eines Gesichtes (sogenannte Regions of Interests, ROI) sind beispielsweise die Augen, Nase, Mund, Stirn und Nasion, da diese Bereiche Informationen enthalten, die die Erkennung verschiedener emotionaler Gesichtsausdrücke fördern. Je nach Emotion werden unterschiedliche Muskeln aktiviert, die den entsprechenden Affekt generieren und somit zwischen verschiedenen Emotionen diskriminieren lassen (Ekman & Friesen, 1978). Die Aufzeichnung von Augenbewegungen bei der Betrachtung von emotionalen Gesichtern deutet auf Strategien hin, an denen Aufmerksamkeitsprozesse beteiligt sind (Kowler, 2011). In einer weiteren Studie wurden die Blickbewegungen während der Präsentation emotionaler Gesichtsausdrücke untersucht (Schurgin et al., 2014). Die Autoren unterteilten die präsentierten Gesichter in 21 verschiedene Areale und zählten die Fixationen in diesen Bereichen. Etwa 88% aller Fixationen wurden in den Arealen Augen, oberer und unterer Nasenbereich, Oberlippe und Nasion registriert. Zudem konnten die Autoren verschiedene Fixationsmuster für die verschiedenen Emotionen erkennen. Beispielsweise wurden bei ärgerlichen Gesichtern vor allem die Augen und das Nasion fixiert, während bei fröhlichen Gesichtern vor allem die Oberlippe die Aufmerksamkeit auf sich zog (vgl. Schurgin et al., 2014). Veränderte Blickbewegungsmuster könnten ursächlich für emotionale und soziale Probleme sein, Befunde für Patienten mit einer ADHS und deren Emotionserkennung und Blickbewegungen werden im Abschnitt 2.5.2 dargestellt. Dabei spielen auch die Scanpaths eine wichtige Rolle. Sie stellen den Verlauf der Blickbewegungen dar. Ein ausgedehnter langer Scanpath deutet eine ausgiebige Betrachtung oder ein Suchverhalten an.

2.3 Gedächtnis

Erst das Gedächtnis ermöglicht es, Zusammenhänge zwischen zeitlich und räumlich getrennten Ereignissen herzustellen und zwischen Vergangenheit und Gegenwart zu unterscheiden. Markowitsch (1999) definiert Gedächtnis „als Endprodukt eines Lernvorgangs“, wobei unter Lernen die „erfahrungsbedingte Modifikation von Verhalten“ zu verstehen sei. Squire (1987) definiert in ähnlicher Weise wie folgt: „learning is the process of acquiring new information, while memory refers to the persistence of learning in a state that can be revealed at a later time.“

Entsprechend seiner verschiedenen Funktionen ist das Gedächtnis als ein Konstrukt zu beschreiben, welches nach unterschiedlichen Kriterien gegliedert werden kann. Nachfolgend sollen die Einteilungen nach zeitlichen Dimensionen und inhaltlichen Kriterien gemacht werden, sowie Stufen der Informationsverarbeitung und ihren neuroanatomischen Korrelaten beschrieben werden.

2.3.1 Zeitliche Klassifikation des Gedächtnisses

Die heutige Unterteilung des Gedächtnisses in Hinblick auf die zeitliche Dimension geht auf das Mehr-Speicher-Modell von Atkinson und Shiffrin (1968) zurück. Dieses wird in der Vorstellung eines Kurzzeit- und Langzeitgedächtnisses ausgedrückt. Das Modell geht von einem seriellen zeitabhängigen Prozess der Informationsverarbeitung aus.

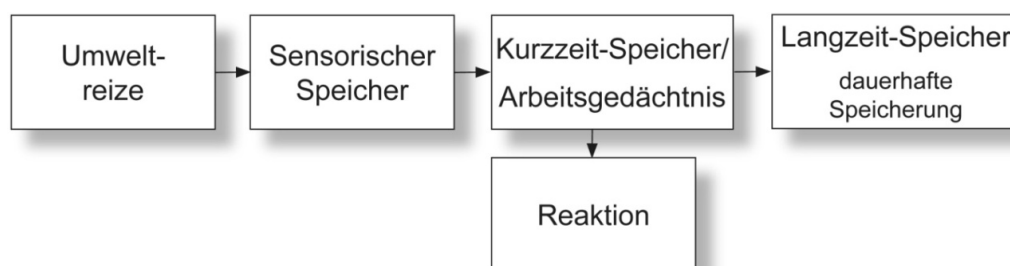


Abbildung 3: Mehr-Speicher-Modell nach Atkinson und Shiffrin, 1971, in Anlehnung an Baddeley, 2009.

Dabei werden Informationen in das Ultrakurzzeitgedächtnis oder in das sensorische Gedächtnis aufgenommen, in das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis überführt und schließlich im Langzeitgedächtnis abgelegt (siehe Abbildung 3). Es

wird davon ausgegangen, dass es modalitätsspezifische sensorische Speicher (z.B. visuell, auditorisch, gustatorisch) gibt. Umweltreize werden durch die Sinnesorgane aufgenommen und so für weitere Informationsverarbeitungsprozesse zugänglich gemacht. Das Ultrakurzzeitgedächtnis, bzw. der sensorische Speicher, ist dem Kurzzeitgedächtnis vorgeschaltet, die Speicherung von Informationen erfolgt maximal für Sekunden. Im Kurzzeitgedächtnis findet die weitere Verarbeitung der Reize statt. Dieser Speicher hat eine Kapazität von 7 ± 2 Items, beispielsweise Ziffern (Miller, 1956) und hält die Information so lange, wie sie benötigt wird. Baddeley und Hitch (1974) differenzieren zwischen dem Kurzzeitgedächtnis und dem Arbeitsgedächtnis, das nicht nur neue Informationen verarbeitet, sondern auch bereits gespeicherte Inhalte aus dem Langzeitgedächtnis bereitstellen kann, um Beziehungen zwischen neuem und altem Wissen herzustellen (Dudai, 2004). Das Langzeitgedächtnis ist durch alles definiert, was hinsichtlich der Zeit und der Kapazität über das Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis hinausgeht. Das Langzeitgedächtnis interagiert nicht nur mit dem Arbeitsgedächtnis, um bestimmte Ereignisse und Fakten dem Bewusstsein wieder zugänglich zu machen. Es werden auch Verbindungen zum Ultrakurzzeitgedächtnis gezogen, um über einen Austausch Informationen über Fakten, Gegenstände und Ereignisse zur Verfügung zu stellen sowie Filter- und Identifikationsmechanismen zu unterstützen.

2.3.2 Inhaltliche Klassifikation des Gedächtnisses

Das Gedächtnis als ein umfassendes und komplexes System wird nicht nur hinsichtlich der zeitlichen Kriterien differenziert. Es wird auch im Hinblick auf inhaltliche Komponenten in verschiedene Teilbereiche untergliedert.

Squire und seine Kollegen (Squire, 2004; Squire & Zola-Morgan, 1988) unterschieden zwei Komponenten des Langzeitgedächtnisses, das *deklarative und das non-deklarative Gedächtnissystem*. In Abbildung 4 ist die Taxonomie des Langzeitgedächtnisses dargestellt. Die Inhalte des deklarativen Gedächtnisses sind als Faktenwissen zu beschreiben. Es sind Informationen über Ereignisse (Episodisches Gedächtnis) und Tatsachen (Semantisches Gedächtnis), die im Laufe des Lebens erlernt und abgespeichert wurden. Diese Informationen sind

verbalisierbar und somit deklarierbar und können abgerufen werden, um sie dem Bewusstsein zugänglich zu machen.

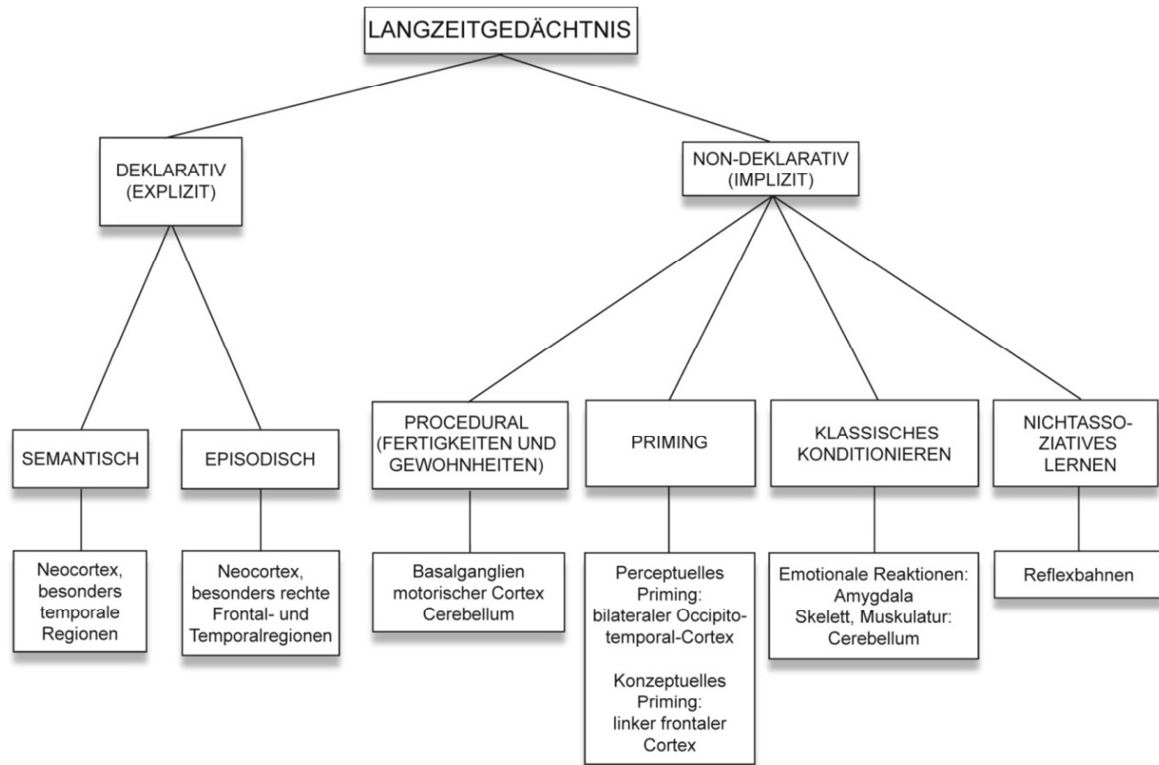


Abbildung 4: Taxonomie des Langzeitgedächtnisses mit spezifischen Hirnstrukturen, welche in jedes System involviert sind (modifiziert nach Squire & Zola-Morgan, 1996, S. 13516).

Squire versteht unter semantischem Gedächtnis das Wissen der Welt, wie z.B. Fakten und Vokabeln, die nicht in einem zeitlichen oder örtlichen Kontext stehen. Das episodische Gedächtnis beschreibt hingegen die Fähigkeit, Ereignisse, die an Ort und Zeit gebunden sind oder einen autobiografischen Kontext beinhalten, wieder zu erleben (Squire, 2004). Im Gegensatz dazu sind die non-deklarativen Gedächtnisinhalte auch ohne bewusste Kontrolle abrufbar, aber auch erlernbar. Diese Informationen sind ebenfalls lern- und erfahrungsabhängig, jedoch in der Regel nur schwerlich verbalisierbar und daher non-deklarativ. Dieses System speichert prozedurale Gedächtnisinhalte, die durch Übung erlernt wurden und aus motorischen Fertigkeiten und Erfahrungen bestehen. Weitere Unterkategorien des non-deklarativen Gedächtnisses sind das assoziative Lernen, z.B. Konditionierungsvorgänge, aber auch das nicht-assoziative Lernen, wie

z.B. das Ausbilden von Gewohnheiten. Eine vierte Einheit bildet das Priming, das die Eigenschaft beschreibt, Stimuli zu identifizieren oder schnell zu erinnern, die kurze Zeit vorher präsentiert wurden (Squire, 2004).

Als neuroanatomische Korrelate des deklarativen Gedächtnisses werden mediale Temporallappenstrukturen wie die Amygdala, der Hippocampus, sowie der perirhinale und parahippocampale Cortex angesehen. Zudem werden präfrontale Regionen angegeben (Squire & Zola-Morgan, 1991). Bidirektionale Verbindungen zwischen dem Hippocampus und neokortikalen, voneinander unabhängigen Speicherorten resultieren in der Einspeicherung der Stimuli. Somit stellt der Hippocampus ein Bindeglied dar, das bei einer Schädigung zu starken Einbußen deklarativer Gedächtnisleistungen führt. Das non-deklarative Gedächtnissystem arbeitet Hippocampus-unabhängig und involviert neokortikale Strukturen, die Amygdala, das Cerebellum und das Striatum.

2.3.3 Prozessbasierte Einteilung des Gedächtnisses

Neben der zeitlichen und der inhaltlichen Einteilung des Gedächtnisses werden auch die an der Gedächtnisbildung beteiligten Prozesse unterteilt. Unterschieden werden drei Teilprozesse der Informationsverarbeitung: die Enkodierung / Konsolidierung, die Ablagerung und der Abruf.

Über die Sinnesorgane werden zunächst semantische und episodische Informationen wahrgenommen und anschließend weiterverarbeitet. Sie gelangen in das Kurzzeitgedächtnis, daran sind Strukturen des Parietal- und des Frontallappens beteiligt. Die weitere Auswertung der Informationen setzt sich in den limbischen Strukturen fort, dort werden die Inhalte mit bestehenden oder vorherigen Informationen in Zusammenhang gebracht, tiefer verarbeitet (konsolidiert) und in das Langzeitgedächtnis transferiert. Die angelegte Gedächtnisspur, bzw. deren Inhalte, kann schließlich jederzeit aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden.

Die Konsolidierung stellt die weitere Verknüpfung der Informationen dar und begünstigt die Stabilisierung und Erweiterung der Informationsverarbeitung und des neuronalen Netzwerkes. Bei der Konsolidierung sind der Papez'sche (Papez, 1995) und der basolaterale limbische Schaltkreis von Bedeutung. Der

Papez'sche Kreis setzt sich aus den Strukturen hippocampale Formation, Mammillarkörper, anteriorer Thalamus und cingulärer Kortex zusammen. Dieser Schaltkreis analysiert primär kognitive Anteile der frisch eingespeicherten Information (Calabrese & Markowitsch, 2003). Emotionale Aspekte werden durch den basolateralen limbischen Schaltkreis analysiert. Dieser besteht aus Amygdala, mediodorsalem Thalamus und Teilen des basalen Vorderhirns (Sarter & Markowitsch, 1985). Die Schaltkreise sind untereinander verbunden und interagieren während der Konsolidierungsprozesse. Die Ablagerung der Informationen erfolgt weitestgehend in Netzwerken auf cerebraler Kortexebene. Vor allem Assoziationscortices und polymodale Cortexgebiete sind für die längerfristige Speicherung entscheidend.

Den letzten der drei Gedächtnisprozesse stellt der Abruf dar - Informationen können nach erfolgreicher Enkodierung, Konsolidierung und Speicherung zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar gemacht werden. Vor allem bei semantischem und episodischem Wissen wird ein Netzwerk verschiedener Hirnstrukturen beansprucht. Dabei sind vorrangig präfrontale und medial temporale Regionen beteiligt. Während des Abrufs einer Information kommt es zu einer Re-Aktivierung der an der Enkodierung und Konsolidierung beteiligten Areale.

2.3.4 Emotionales Gedächtnis

Emotionale Gedächtnisinhalte stellen eine besondere Form von Gedächtnis Spuren dar. Sie werden meist besser erinnert als neutrale Reize (LaBar & Cabeza, 2006). Dieser emotionale Gedächtniseffekt konnte für verschiedenste Stimulusarten gezeigt werden, vier bedeutende Aspekte wurden dabei herausgearbeitet: 1) die Amygdala stellt den primären Ort der Verarbeitung emotionaler Stimuli dar, ohne die emotionale Effekte auf das Gedächtnis nicht vorhanden wären; 2) die Amygdala beeinflusst explizite Gedächtnisinhalte durch die Modulation oder die Verstärkung der Aktivität anderer Hirnregionen, die an Gedächtnisprozessen beteiligt sind; 3) Negatives emotionales Arousal kann Gedächtnisinhalte durch die Ausschüttung von Stresshormonen, die mit der Amygdala interagieren, beeinflussen; und 4) der modulatorische Einfluss des emotionalen Arousal über die Amygdala ist an Konsolidierungsprozessen beteiligt, die in Gedächtnisregionen wie dem Hippocampus ablaufen (vgl. Hamann, 2001, S. 395).

Die Verarbeitung emotionaler Gedächtnisinhalte ist abhängig von der Dimension der Emotionalität. Die Dimensionen Valenz und Arousal beeinflussen die Gedächtnisbildung in verschiedener Hinsicht. Es wurde vielfach berichtet, dass Gedächtnisleistungen für positive und negative Stimuli verbessert waren im Vergleich zu neutralen Stimuli (vgl. Buchanan & Adolphs, 2002). Die Verarbeitung der Dimension Valenz wird vor allem mit einer Aktivität in der Amygdala und in hippocampalen Regionen assoziiert. Der Einfluss der Valenz eines Stimulus auf die Gedächtnisbildung wird jedoch vielfach diskutiert. Kensinger und Schacter (2008) fassen zusammen, dass häufig ähnliche Leistungen sowohl für positive als auch für negative Stimuli berichtet werden. Andere Arbeiten deuten jedoch einen Effekt vor allem negativer verbaler und bildlicher Stimuli an. Autobiographische Studien oder solche, die Informationen beinhalten, die in Zusammenhang mit der eigenen Person enkodiert werden, zeigen eine größere Tendenz hin zur verbesserten Gedächtnisleistung positiver Ereignisse (Kensinger & Schacter, 2008). Die Autoren diskutieren diese konfligierenden Ergebnisse im Zusammenhang mit Vermeidungs- und Annäherungsprozessen. Das Erinnern an ein negatives Ereignis könnte relevant für das Überleben oder Wohlbefinden sein, somit wird diesem Ereignis mehr Aufmerksamkeit geschenkt und somit auch besser erinnert. Jedoch könnten auch positive Ereignisse relevant oder sogar relevanter als negative Ereignisse sein, und somit zielführender und dementsprechend gedächtnisfördernder (siehe Kensinger & Schacter, 2008). Die Verarbeitung der Dimension Valenz findet vorwiegend im PFC-hippocampalen Netzwerk statt, welches mit kontrollierten, selbst erzeugten Enkodierungsprozessen verbunden ist (Kensinger & Corkin, 2004). Steinmetz und ihre Kollegen (2010) untersuchten die Konnektivität verschiedener Strukturen bei der Verarbeitung negativer und positiver emotional erregender Stimuli. Negative Informationen gingen dabei mit einer verstärkten Konnektivität der Amygdala mit dem inferioren frontalen Gyrus und dem mittleren occipitalen Gyrus einher; positive Stimuli zogen hingegen eine Verminderung dieser Amygdala-Efferenzen nach sich. Außerdem fanden die Autoren einen eher globalen Einfluss des Arousal für negative Stimuli auf die Konnektivität zwischen den einzelnen Komponenten des emotionalen Gedächtnisnetzwerkes, während der Effekt des Arousal auf Gedächtnisinhalte für positive Informationen auf die Efferenzen der Amygdala beschränkt blieb (Mickley

Steinmetz, Addis & Kensinger, 2010). Interessanterweise profitieren nicht alle Elemente eines emotional erregenden Stimulus von der Emotionalität bei Gedächtnisprozessen. Der Easterbrook-Hypothese (Easterbrook, 1959) nach werden vor allem zentrale Aspekte eines Stimulus fokussiert (sogenannte Gists) und die Aufmerksamkeit somit auf Details im Vordergrund gelenkt und periphere Details eher vernachlässigt. Daraus resultieren verbesserte Gedächtnisleistungen für Gists und Defizite bei der Konsolidierung von peripheren Details einer Gedächtnisrepräsentation (Burke, Heuer & Reisberg, 1992). Für diesen Effekt der Fokussierung auf zentrale Aspekte und der Vernachlässigung peripherer Informationen bei emotional erregenden Stimuli ist die Amygdala verantwortlich. Adolphs und Kollegen (2001) konnten eine reduzierte Gedächtnisleistung für Gists und eine verbesserte Leistung für periphere Details bei Amygdalaschädigungen finden (Adolphs et al., 2001). Aufgrund von Lateralisierungseffekten bei Männern und Frauen in der Amygdala bei der Verarbeitung emotionaler Stimuli muss dies in Studien, die eine solche untersuchen, dringend Beachtung finden. Frauen zeigen eine stärkere Aktivierung der linken Amygdalahälfte, die mit der Verarbeitung peripherer Details assoziiert ist, während bei Männern die rechte Hälfte der Amygdala bei der Enkodierung emotional erregender Stimuli aktiviert ist, diese wird mit der Verarbeitung der Gists in Verbindung gebracht (Cahill, 2003). In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich männliche Probanden untersucht.

Die Literatur gibt widersprüchliche Ergebnisse für emotionale Gesichtsausdrücke als besondere emotionale Gedächtnisinhalte wieder. Einige Studien deuten ein verbessertes Gedächtnis für positive (fröhliche) Gesichter im Vergleich zu negativen Gesichtsausdrücken (traurig, ärgerlich, ängstlich) an, andere Studien zeigen hingegen verbesserte Gedächtnisleistungen für Gesichter mit negativen Ausdrücken im Vergleich zu positiven oder neutralen Gesichtern (vgl. D'Argembeau & Van der Linden, 2011). In Studien wurden aufgrund der unterschiedlichen Verarbeitung der Gesichter-Identität und des emotionalen Ausdrucks Gedächtniseffekte untersucht, indem während der Enkodierungsphase Bilder mit emotionalen Ausdrücken präsentiert wurden und in der Abrufphase diese Gesichter einen neutralen Ausdruck zeigten. Nachdem ein Gesicht als bekannt eingestuft wurde, sollten die Probanden zusätzlich den initialen Gesichtsausdruck

nennen. So konnten einige Studien zeigen, dass ein fröhlicher Gesichtsausdruck im Vergleich zu ärgerlichen Gesichtern zu besseren Gedächtnisleistungen führte (vgl. D'Argembeau & Van der Linden, 2007). Es gibt Befunde die zeigen, dass freundliche Gesichter schneller und leichter enkodiert werden als negative Gesichtsausdrücke (Calvo & Lundqvist, 2008). Dies könnte durch die physischen Charakteristika eines freundlichen Gesichtes bedingt werden. Freundliche Gesichter haben relativ wenige mit anderen Gesichtsausdrücken überschneidende Eigenschaften und können somit möglicherweise schneller enkodiert werden (Johnston, Katsikitis & Carr, 2001). Negative Gesichtsausdrücke nehmen demnach mehr Verarbeitungsressourcen in Anspruch, was zu einer verminderten Gedächtnisleistung führt; Gesichter mit positiven Ausdrücken bedürfen weniger Kapazitäten, sodass mehr Ressourcen für die Verarbeitung der Identität zur Verfügung stehen (vgl. D'Argembeau & Van der Linden, 2007). Die Arbeitsgruppe um Liu (2014) untersuchte den Happy-Face-Bias im direkten Vergleich zu allen anderen Basisemotionen. Ihre Ergebnisse unterstützen die bevorzugte Konsolidierung freundlicher Gesichter im Vergleich zu Gesichtern mit dem Ausdruck Ekel, jedoch war dieser Vorteil im Vergleich zu anderen Emotionen kaum erkennbar (Liu et al., 2014). Chen und Kollegen (2011) untersuchten in ihrer Matching-Task-Studie (Vergleich zweier Gesichter zu einem Zeitpunkt) den Einfluss des Gesichtsausdruckes auf die Gedächtnisleistung in einem direkten Abruf. Sie diskutieren, dass der Vorteil fröhlicher Gesichter durch Gedächtniskonsolidierung stattfinden könnte und somit eher ein Langzeitgedächtnis-Phänomen sei, während bei potentiell vorrangigen Situationen negative Gesichtsausdrücke direkte Aufmerksamkeit erfordern und somit einen Vorteil erzielen (Chen, Lander & Liu, 2011). In einer weiteren Studie wurde die Beteiligung neuronaler Korrelate bei Gedächtnisprozessen für emotionale Szenen und emotionale Gesichter untersucht. Negative Items wurden besser erinnert als positive und neutrale Stimuli. Zudem diskutieren die Autoren, dass das Gedächtnis für emotionale Gesichter im Vergleich zu emotionalen Szenen eher durch Strukturen, die der kognitiven Steuerung dienen, vermittelt werden (in der Studie rostrolaterale präfrontale Regionen; Keightley, Chiew, Anderson & Grady, 2011). Dem gegenüber stehen andere Befunde, die vor allem eine verstärkte Konsolidierung über einen längeren Zeitraum (24 Stunden) von ängstlichen Gesichtern zeigten (Wang, 2013).

Die Bildung von Gedächtnisinhalten für Gesichter mit emotionalen Ausdrücken wurde bei Kindern bisher nur wenig untersucht. Die Kindheit und Jugend ist eine vulnerable Phase für die Entwicklung emotionaler Störungen, hier findet die Ausreifung wichtiger, für Emotion und Kognition zuständiger neuronaler Areale statt. Kinder zeigen gleichfalls, wie Erwachsene, einen Gedächtnis-Bias für emotionale Stimuli (Cordon, Melinder, Goodman & Edelstein, 2013). Da emotionale Stimuli aus ethischen Gründen häufig für Kinder ungeeignet sind, muss das emotionale Material in seiner Intensität kindgerecht angepasst werden, z. B. durch die Verwendung emotionaler Gesichtsausdrücke. In einigen Studien wurde die Beteiligung neuronaler Strukturen bei der Verarbeitung und Enkodierung emotionaler Gesichter durch Kinder untersucht. In einer fMRT-Studie (Pinabiaux et al., 2013) mit Kindern zwischen acht und zwölf Jahren und Jugendlichen im Alter von 13-17 Jahren wurde die Rolle des Amygdala-Komplexes (AC) für die Gedächtnisbildung ängstlicher und neutraler Gesichter untersucht. Die Gruppe der Jugendlichen zeigte eine verbesserte Gedächtnisleistung für ängstliche Gesichter gegenüber neutralen Gesichtern, Kinder zeigten diesen Unterschied nicht. Die Beteiligung verschiedener neuronaler Strukturen bei Jugendlichen ähnelt der von Erwachsenen. Das Enkodieren ängstlicher Gesichter bei Kindern hingegen wird durch frontale und posteriore Aktivität, sowie Beteiligung des centro-mesialen AC-Nukleus begleitet, welche nicht mit einer verstärkten Gedächtniskonsolidierung einhergeht. Somit diskutieren die Autoren, dass ein Gedächtnis-Bias für ängstliche Gesichter erst durch eine Art Expertise für die Verarbeitung solcher Gesichtsausdrücke entsteht (Pinabiaux et al., 2013). Pine und Kollegen (2004) untersuchten Kinder und Jugendliche im Alter von 9-19 Jahren. Ältere Jugendliche zeigten bessere Leistungen als Jüngere, insgesamt wurden für ärgerliche Gesichter bessere Gedächtnisleistungen als für freundliche und ängstliche Gesichter gezeigt (Pine et al., 2004). Nelson und Kollegen (2003) untersuchten die Gedächtnisbildung von ängstlichen, ärgerlichen, freundlichen und neutralen Gesichtern bei 9-17 Jahre alten Kindern und Jugendlichen sowie bei Erwachsenen. Die Gedächtnisleistung für die emotionalen Gesichter war ähnlich gut zwischen Erwachsenen und Kindern, jedoch zeigten sich unterschiedliche Ausprägungen der neuronalen Aktivitäten. Die Autoren erklären, dass Kinder und Jugendliche möglicherweise eine größere Aktivierung neuronaler Strukturen benötigen, um ausreichende, den

Erwachsenen ähnliche Ergebnisse zu zeigen. Eine verstärkte neuronale Aktivität bei Jugendlichen könnte die Ineffizienz des jugendlichen Gehirns widerspiegeln. Eine andere Erklärung, die die Autoren liefern, ist eine tiefere Verarbeitung in Regionen, die in emotionale Prozesse involviert sind und somit für Jugendliche in bestimmten Entwicklungsstadien wichtiger sind als für Erwachsene. Weiterhin benennen die Autoren die Phase dieser Veränderungen als eine vulnerable Phase für die Entwicklung affektiver Störungen (Nelson et al., 2003). Die Untersuchungen bezogen sich bisher auf Stichproben mit einem großen Altersrange, betrachteten lediglich kurze Retentionsintervalle oder beinhalteten nicht alle affektiven Gesichtsausdrücke. In der vorliegenden Arbeit sollen Kinder im Alter von acht bis 13 Jahren untersucht werden, die sich einerseits noch in einem präpubertalen Stadium befinden und andererseits negative sowie positive emotionale Gesichtsausdrücke enkodieren und nach einem längeren Intervall (12h) wiedergeben sollen.

In diesem Abschnitt wurden die grundlegenden Erkenntnisse zum Thema Gedächtnis zusammengetragen. Einen wichtigen Einfluss auf das Gedächtnis hat der Schlaf. Das Thema Schlaf und die Zusammenhänge zum Gedächtnis sollen in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

2.4 Schlaf

Schlaf stellt keinen passiven Zustand dar, sondern ein dynamisches Verhalten mit spezieller Hirnaktivität, gesteuert und kontrolliert durch vielschichtige Mechanismen (Hobson, 1995). Schlaf ist ein hochkomplexes Geschehen und von besonderer Wichtigkeit für die physische und psychische Gesundheit.

2.4.1 Schlafstadien

Der menschliche Schlaf ist gekennzeichnet durch den REM-Schlaf (rapid eye-movement) und den NREM-Schlaf (non rapid eyemovement), definiert durch Kriterien für verschiedene Muster von oszillatorischer elektrischer Hirnaktivität, Muskel-Aktivität (gemessen im EMG) und Augenbewegungen. Die Schlafphasen sind in fünf Stadien unterteilt und in Tabelle 4 dargestellt.

Der NREM-Schlaf wird in die Schlafstadien S1-S4 (Schlafstadien 1-4) nach den Vorgaben durch Rechtschaffen und Kales (1968) unterteilt. Den Übergang vom Wachzustand zu Schlaf bildet S1 mit langsamen Schwankungen im Elektrookulogram (EOG), die durch pendelnde Augenbewegungen zustande kommen. Das darauffolgende Schlafstadium 2 kennzeichnet den eigentlichen Schlafbeginn und ist charakterisiert durch spindelförmige Oszillationen im Elektroenzephalogramm (EEG) im Bereich von 12-16 Hz. Es treten vereinzelt langsame, hoch-amplitudige Wellen, die sogenannten K-Komplexe auf. Sie erscheinen spontan etwa alle 1-1,7 Minuten oder als Reaktion auf akustische Stimulation. Schlaf-Spindeln und K-Komplexe fungieren möglicherweise gemeinsam als Inhibitoren von Aktivität, um den Schlaf aufrechtzuerhalten (Zolovska & Shatkin, 2013). Je tiefer das Schlafstadium ist, umso niedriger ist die EEG-Frequenz und umso höher die Amplitude der Wellen. Die Schlafstadien S3 und S4, die sich zum SWS (Slow Wave Sleep) oder Deltaschlaf zusammenfassen lassen, sind gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Delta-Wellen mit einem Frequenzbereich von <4Hz (>20% in S3, >50% in S4, Slow Wave Activity, SWA). Das EEG-Muster zeigt in diesen Schlafphasen sogar Oszillationen von unter 1 Hz, die sogenannten Slow Oscillations (SO) (Stickgold, 2006).

Der REM-Schlaf ist gekennzeichnet durch ein desynchronisiertes EEG-Muster mit Theta- und Alphaaktivität. Auffallend sind die raschen Augenbewegungen, die

dem Stadium den Namen verleihen. Die muskuläre Atonie, abgesehen von gelegentlichen Zuckungen, ist neben den REMS (rapid eyemovements) charakteristisch für dieses Stadium.

Tabelle 4 Schlafstadieneinteilung mit den Kriterien nach Rechtschaffen und Kales (1968).

Stadien	Hirnstromwellen (EEG)	Augenmuskeln (EOG)	Kinnmuskel (EMG)
S1	< 50% Alpha(2-7Hz), Vertex-Wellen	Langsame rollende Augenbewegungen	Leichte Tonusabnahme
S2	Schlafspindeln(12-14Hz), K-Komplexe	Keine Augenbewegungen	Weitere Tonusabnahme
S3	20-50% Delta(0,5-4Hz)	Keine Augenbewegungen	Weitere Tonusabnahme
S4	>50% Delta (0,5-4Hz)	Keine Augenbewegungen	Weitere Tonusabnahme
REM	Beta-Muster mit Alpha- und Thetawellen	Schnelle Augenbewegungen	Muskelspannung auf Null, gelegentliche Zuckungen

Der Schlaf Gesunder Menschen besitzt einen zyklischen Charakter und folgt einem Wechsel von NREM-Schlaf und REM-Schlaf. Nach dem Übergang von Wachheit in das Schlafstadium 1 werden die weiteren Schlafstadien 2-4 durchlaufen. Ein Zyklus endet mit dem REM-Schlaf und dauert bei einem Erwachsenen im Durchschnitt 60 bis 90 Minuten. Daran anschließend folgt der nächste Zyklus mit leichtem NREM-Schlaf beginnend und wieder in der Schlaftiefe absteigender Abfolge bis hin zum REM-Schlaf. Über den Nachtschlaf hinweg werden dabei drei bis fünf Schlafzyklen durchlaufen. Dabei verändern sich die Anteile der einzelnen Schlafstadien in einem Zyklus. So wird der Schlaf in der ersten Nachthälfte vor allem durch Tiefschlaf dominiert, die REM-Schlafphasen dauern nur wenige Minuten an. Zum Ende der Nacht zeigt sich ein verändertes Muster. In der zweiten Nachthälfte besteht der Schlaf vor allem aus einem Wechsel von REM-Schlaf und dem leichten Schlafstadium S2. Die REM-Schlafphasen können dabei bis zu 60 Minuten andauern.

2.4.2 Funktion von Schlaf

Dem Schlaf wird ein Energie erhaltender und restaurativer Charakter zugeschrieben, dies scheint vor allem für das Gehirn zuzutreffen. Zwar können sich

alle physiologischen Systeme während einer ruhigen Wachphase nach Stress z.B. durch intensive Aktivität oder verlängerter Wachheit erholen, das Gehirn profitiert von einer ruhigen Wachphase jedoch nicht. Zudem gibt ein Lebewesen während des Schlafes seine Wachsamkeit auf und ist damit Feinden und Angreifern ausgeliefert. Schlaf muss also eine besondere Bedeutung zukommen, wenn ein Organismus dadurch dermaßen in Gefahr gebracht wird. Jedoch führt Schlafverlust auch zu physiologischen Verschiebungen, die nicht direkt mit Gehirnmechanismen verbunden sind. Durch das Ausbleiben von Schlaf stirbt ein Organismus nach einer gewissen Zeit (Rechtschaffen & Bergmann, 1995). Benington und Heller (1995) formulierten eine Energie-Hypothese des Schlafes bezüglich der Metabolite Adenosin und Glycogen. Demnach würde der Adenosin-Spiegel mit zunehmender Wachheit steigen und der Glycogen-Spiegel sinken, was den ansteigenden Energiebedarf während der Wachheit widerspiegelt. Im Schlaf könnte dann die Energiebalance des Gehirns restauriert und wieder hergestellt werden (Benington & Heller, 1995). Durch die Molekulargenetik konnten Erkenntnisse zur Funktion des Schlafes hinsichtlich der Genexpression gewonnen werden. So werden im Schlaf bestimmte Gene hochreguliert, deren Produkte die Transportproteine, den Lipidstoffwechsel, die Proteinbiosynthese, antioxidante Enzyme und die Energieregulation betreffen. Auch die Ausschüttung von Wachstumshormonen im Schlaf und das Immunsystem mit Wundheilung und Regeneration werden beeinflusst (Wiater & Lehmkuhl, 2011). Dem Schlaf kommt zudem eine Rolle bei der Bildung und dem Abbau neuer Synapsen zu. Der Synapsen-Homöostase-Hypothese zufolge kommt es während der Wachheit zu einer Potenzierung der Synapsen in kortikalen Netzwerken; im Non-Rem Schlaf werden durch SWA diese synaptischen Verbindungen wieder abgebaut, um Energie und Platz im Zentralnervensystem zu regulieren (Tononi & Cirelli, 2006). Dieser Prozess dient zum einen der Regulation, zum anderen neuronalen Funktionen wie Anpassungs- und Lernaufgaben. Denn erst durch die Lockerung irrelevanter synaptischer Verbindungen kann Raum für neue wichtigere Verbindungen geschaffen werden. Damit kann die für die vorliegende Arbeit wichtigste Funktion des Schlafes benannt werden: das Lernen und die Gedächtnisbildung im Schlaf. Schlaf fördert die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten. Dies wird als aktiver Konsolidierungsprozess verstanden, in dem Gedächtnisinhalte reaktiviert

und von einem temporären Speicher in einen Langzeitspeicher transferiert werden. Auf diese Funktion des Schlafes soll hier nicht weiter eingegangen werden, da eine detailliertere Ausführung im Kapitel 2.5.1 erfolgt. Zusammenfassend kommt dem Schlaf eine bedeutende Rolle für homöostatische Prozesse sowie für kognitive und körperliche Funktionen zu. Zudem geht gestörter Schlaf bei Kindern mit einer Reihe verminderter Leistungen in neuropsychologischen Funktionen einher (Sadeh, Gruber & Raviv, 2002).

2.4.3 Der kindliche Schlaf in seiner Entwicklung

Der Aufbau und die Charakteristika des Schlafes unterliegen einer ontogenetischen Entwicklung. Das Alter ist der größte Bedingungsfaktor für das Schlafmuster. Schäfer fasst diese Veränderungen wie folgt zusammen (Schäfer, 2011): die Makrostruktur des Schlafes durchläuft eine Entwicklung von polyphasischem Schlafverhalten mit vielen Schlafzyklen bei Neugeborenen, mit vielen Schlafzyklen über den Tag verteilt, hin zu einem biphasischen Schlafmuster bei Kleinkindern, mit einem Mittagsschlaf am Tag. Grundschul Kinder zeigen ein dem Erwachsenen ähnelndes monophasisches Schlafverhalten, dabei sind jedoch die Schlafdauer und der Anteil der Schlafstadien noch different. Die Schlafdauer beträgt in etwa zehn Stunden bei Grundschulkindern und acht Stunden bei Erwachsenen. Auch der Anteil an SWS und REM-Schlaf ist bei Kindern wesentlich höher als bei Erwachsenen.

Zolovska und Shatkin (2013) geben einen Überblick über die hauptsächlichen Unterschiede in den Schlafstadien bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen. Das Leichtschlafstadium S1 steigt um 5% im Alter zwischen 20 und 70 Jahren an, mit einer großen interindividuellen Variabilität. Der Anteil an S2 steigt je 5-Jahres-Periode um etwa 7% bei 5-15-Jährigen und um 5% im Alter von 20-70 Jahren an. Jedoch sind die Ergebnisse inkonsistent und ergeben in Studien, die an Schultagen durchgeführt wurden, geringere Anstiege, als in Studien, die an Nicht-Schultagen das Schlafverhalten untersuchten. Ein Abfall des SWS-Anteils um 7% ist bei Kindern im Alter zwischen fünf und 15 Jahren zu verzeichnen. Im späten Erwachsenenalter ist kaum noch SWS vorhanden, was jedoch auch mit häufigerer Tagesschläfrigkeit zusammenhängen kann (Feinberg & Campbell, 2010).

Kinder zeigen im Verlauf ihrer Entwicklung nicht nur einen Wandel der prozentualen Anteile am Schlaf der SWA, sondern auch eine Veränderung topographischer Aspekte. So konnten Kurth et al. (2010) in einer hochauflösenden Schlaf-EEG-Studie zeigen, dass sich die maximale SWA im Verlauf von Kindheit bis zum Jugendalter sich von posterior nach anterior verlagert. Dieser topographische Verlauf kann mit einer kortikalen Reifung in Verbindung gebracht werden, die in posterioren Arealen beginnt und sich rostral über den frontalen Kortex ausbreitet.

Der REM-Schlaf unterliegt ebenfalls Schwankungen im Laufe der Entwicklung vom Kindes- in das Jugend- und später Erwachsenenalter. So liegt der REM-Schlaf-Anteil bei Neugeborenen bei 50%, der sich jedoch auf 25% herabsenkt und damit dem der Erwachsenen ähnelt. Zolovska und Shatkin (2013) beschreiben in ihrem Überblick eine nonlineare Veränderung des REM-Schlaf-Anteils mit einem Absinken von der Neugeborenen-Periode bis zur frühen Kindheit. Dann wird ein Anstieg von der Kindheit bis in die Jugend und ins junge Erwachsenenalter verzeichnet, was wiederum in ein Absinken bis ins mittlere Erwachsenenalter umschlägt und sich bei Älteren stabilisiert bzw. leicht ansteigt. Der leichte Anstieg in der Jugend und im jungen Erwachsenenalter ist das Resultat der Begrenzung der Gesamtschlafzeit mit verhältnismäßig geringem Absinken des REM-Schlaf-Anteils. REM-Schlaf ist möglicherweise mit verschiedenen Funktionen in verschiedenen Entwicklungsstadien assoziiert (Zolovska & Shatkin, 2013). Die verkürzten Schlafzeiten ab Ende des Grundschulalters über die Pubertät mit Eintritt in die Adoleszenz von anfangs 10 Stunden auf nur knapp 7,5 bis 8 Stunden liegt womöglich eher an einer Verschiebung der Zubettgehzeiten nach hinten bei gleichbleibenden Aufstehzeiten, als an einem geringeren Bedarf, was sich an der Schläfrigkeit und Müdigkeit am Tage bei Jugendlichen widerspiegelt. Gründe dafür sind veränderte zirkadiane Rhythmen aufgrund vermehrter Anforderungen in der Schule und außerschulischer Aktivitäten (Wiater & Lehmkuhl, 2011).

2.5 Zusammenfassung und empirische Befunde

In den vorangegangenen Kapiteln wurde zum einen auf die Einzelheiten der Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsstörung sowie der oppositionellen Störung eingegangen, zum anderen wurden die Grundlagen von Emotionen, Gedächtnis und Schlaf näher beleuchtet. Die Integration dieser vier Kapitel stellt die Basis der vorliegenden Arbeit dar. Im Folgenden soll auf die Verarbeitung und Konsolidierung emotionaler Stimuli und Gedächtnisinhalte im Schlaf bei gesunden Kindern und Kindern mit einer ADHS und einer komorbiden ODD eingegangen werden. Dazu soll grundlegend auf die Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte im Schlaf eingegangen werden. Weiterhin sollen bisherige Studien über die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke bei der in dieser Arbeit untersuchten Patientenklientel näher erläutert werden. Schließlich wird auf die Besonderheiten des Schlafes bei ADHS und der Gedächtniskonsolidierung bei ADHS im Schlaf eingegangen. Aus den bisherigen empirischen Befunden sollen Annahmen und Hypothesen abgeleitet und im anschließenden Kapitel 3 benannt und zusammengefasst werden.

2.5.1 Emotionales Gedächtnis und Schlaf

Gedächtnisleistungen hängen von einer erfolgreichen Beteiligung aller Teilprozesse der Informationsverarbeitung ab. In der vorliegenden Arbeit ist besonders der Prozess der Konsolidierung von besonderer Bedeutung. Während die Enkodierung und der Gedächtnisabruf offensichtlich optimal während der Wachheit stattfinden, unterstützt der Schlaf die Konsolidierung der Gedächtnisinhalte (Rasch & Born, 2013). Wie bereits beschrieben, stellt die Konsolidierung einen Prozess dar, in dem neu erworbenes, für Interferenzen noch anfälliges Material in einen Zustand überführt wird, in dem die Informationen stabiler und weniger sensibel für interferierende Inhalte sind. Dieser Prozess kann im Schlaf besonders effektiv durchlaufen werden, da hier keine Interferenzen durch Enkodierung und Abruf stattfinden. Diekelmann und Born (2010) fassen in ihrer Übersichtsarbeit zwei grundlegende Mechanismen zusammen, die die schlafabhängige Gedächtniskonsolidierung erklären können. Der Konsolidierungsprozess beruht auf einer Reaktivierung neuronaler Schaltkreise, die auch während der Enkodierung involviert waren. Damit können sowohl die Hypothese der System-Konsolidierung als

auch der synaptischen Konsolidierung unterstützt werden (vgl. Diekelmann & Born, 2010). Ein grundlegender Mechanismus der System-Konsolidierung ist ein hippocampal-neocorticaler Dialog (Buzsaki, 1996). Nach dem Enkodieren wird der Abruf deklarativer Gedächtnisinhalte zuerst über den Hippocampus vermittelt. Dieser temporäre Speicher ermöglicht ein schnelles Lernen und Abrufen. Mit der Konsolidierung, die Wochen oder Monate andauern kann, werden die Inhalte in den Neocortex transferiert und immer unabhängiger vom Hippocampus (Squire & Zola-Morgan, 1991). Neue Informationen können zu Interferenzen mit dem bisher Gelernten führen. Um dies zu verhindern, werden die neuen Informationen langsam durch wiederholte Informationstransfers aus dem Hippocampus in das bereits bestehende Wissensnetzwerk in neokortikalen Arealen während des Schlafes in einem Off-line-Modus, hauptsächlich dem SWS, eingebaut (vgl. Diekelmann & Born, 2010). Demnach stellt der Hippocampus einen Zwischenspeicher dar, der Informationen zwar schnell aufnehmen kann, aber nur eine geringe Kapazität aufweist. Der Neocortex fungiert als Langzeitspeicher in dem durch Reaktivierung die Gedächtnisrepräsentationen verstärkt werden (Abbildung 5).

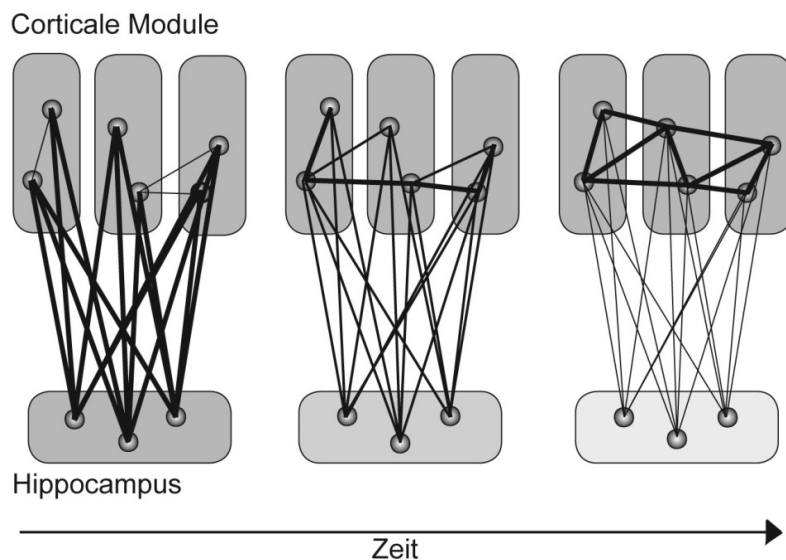


Abbildung 5: Modell des Konsolidierungsprozesses: der Hippocampus speichert Informationen zwischen, Informationen werden in den Neocortex transferiert und über die Zeit hippocampusunabhängig (modifiziert nach Frankland & Bontempi, 2005).

Als zweiter Mechanismus der Konsolidierung wird die Synapsen-Konsolidierung angeführt. Das Modell der Langzeitpotenzierung (eng: long-term potentiation, LTP) beschreibt eine Form der neuronalen Plastizität und ist zu ver-

stehen als eine lang andauernde Verstärkung der synaptischen Übertragung (Frankland & Bontempi, 2005). Dieser Prozess ist ein Teil der bereits eingeführten Synapsen-Homöostase-Hypothese. Schlaf unterdrückt molekulare Signale, die das mit der LTP einhergehende Umstrukturieren der Synapsen einleiten, gleichfalls unterstützt Schlaf, vor allem SWS, die Langzeit-Depression (engl. Long-term depression, LTD). Jedoch findet die LTP auch während des Schlafes statt, vor allem in Regionen, die während der Enkodierung involviert waren, und dieser Prozess wird durch REM-Schlaf unterstützt. Diekelmann und Born spekulieren, dass SWS die Re-Aktivierung neuer Gedächtnisinhalte fördert (System-Konsolidierung), was die LTP einleitet und relevante Netzwerke für die Synapsen-Konsolidierung während des REM-Schlafes vorbereitet (vgl. Diekelmann & Born, 2010). Somit wäre für eine erfolgreiche Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten sowohl der SWS als auch der REM-Schlaf notwendig. In einigen Arbeiten konnte jedoch kein eindeutiger Effekt durch den Schlaf auf die verstärkte Konsolidierung emotionaler Inhalte gefunden werden (Baran, Pace-Schott, Ericson & Spencer, 2012; Campanella & Hamann, 2011; Lewis, Cairney, Manning & Critchley, 2011). Das „Active System Consolidation“-Modell integriert Aspekte der „Dual-Prozess-Hypothese“ (verschiedene Schlafstadien fördern verschiedene Gedächtnisformen) und der „Sequenziellen Hypothese“ (erst die Abfolge von Zyklen aus SWS und REM-Schlaf fördert die Gedächtniskonsolidierung) (vgl. Rasch & Born, 2013, S. 691). Das Modell geht davon aus, dass Gedächtniskonsolidierung während des Schlafes durch die wiederholte Reaktivierung der neu enkodierten Gedächtnisrepräsentationen entsteht. Die Reaktivierungen, die während des SWS stattfinden, führen zu einer Umverteilung und Integration der vorübergehend gespeicherten Informationen aus dem Hippocampus in das bereits existierende Langzeitgedächtnis in neokortikalen Arealen (siehe Abbildung 6A). Die Konsolidierung während des SWS beruht auf einem Dialog zwischen Neocortex und Hippocampus unter der Top-Down-Kontrolle durch neokortikale SO. Depolarisierende Up-Phases der Slow Oscillations (langsame neokortikale Oszillationen < 1Hz, SO) führen zur wiederholten Reaktivierung der hippocampalen Gedächtnisrepräsentationen zusammen mit den sogenannten Sharp-Wave-Ripples im Hippocampus und thalamokortikalen Spindeln. Diese

Synchronisierung führt zu einer Einbettung und Vernetzung der Informationen im Langzeitspeicher (siehe Abbildung 6B).

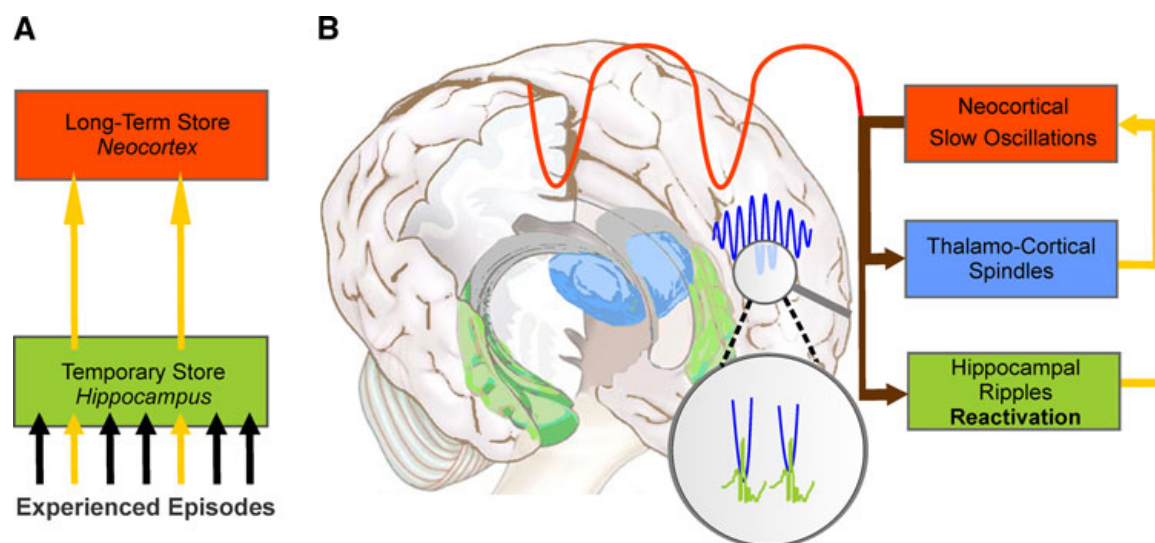


Abbildung 6: Einspeicherung fragiler Informationen in das Langzeitgedächtnis (A) unter der Beteiligung hippocampaler Sharp-Wave-Ripples, thalamokortikaler Spindeln und neokortikaler Langsamer Oszillationen (B) (aus Born & Wilhelm, 2012, S. 194).

SWS geht somit mit neokortikalen SO, thalamo-kortikalen Spindeln, aber auch mit hippocampalen Sharp-Wave-Ripples einher. REM-Schlaf ist gekennzeichnet durch Theta-Aktivität. Während SO die Konsolidierung Hippocampus-abhängiger Gedächtnisinhalte unterstützt (Born, 2010; Diekelmann, Wilhelm & Born, 2009; Marshall, Helgadottir, Mollé & Born, 2006; Mollé & Born, 2011), steht die Theta-Aktivität im REM-Schlaf mit Amygdala-assoziierten Gedächtniskonsolidierungen, also auch emotionalen Inhalten und prozeduralen Gedächtnisspuren, in Zusammenhang (Nishida, Pearsall, Buckner & Walker, 2009; Prehn-Kristensen et al., 2013). Eine exakte Trennung zwischen den Funktionen dieser beiden Schlafstadien ist nicht möglich, so wurde außerdem auch ein Profit durch SWS bei nicht-deklarativen Aufgaben gefunden (Gais, Plihal, Wagner & Born, 2000) und ein Vorteil durch REM-Schlaf bei einigen Bereichen des deklarativen Gedächtnisses gezeigt (Fogel, Smith & Cote, 2007).

In der vorliegenden Arbeit beinhaltet das zu lernende Stimulusmaterial (Gesichter mit emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken) einerseits eine emotionale Komponente (emotionaler Ausdruck), andererseits auch einen deklarativen Anteil (Identität des Gesichts). Walker und van der Helm (Walker, 2010;

Walker & van der Helm, 2009) schlugen ein Modell vor, welches die Annahme macht, dass REM-Schlaf nach einer (aversiven) emotionalen Erfahrung den Inhalt dieser Gedächtnisrepräsentation verstärkt, den emotionalen Gehalt jedoch gleichzeitig verringert. Diese „sleep to forget sleep to remember“-Hypothese (SFSR) geht von einer Beteiligung des REM-Schlafes über mehrere Nächte aus (Abbildung 7).

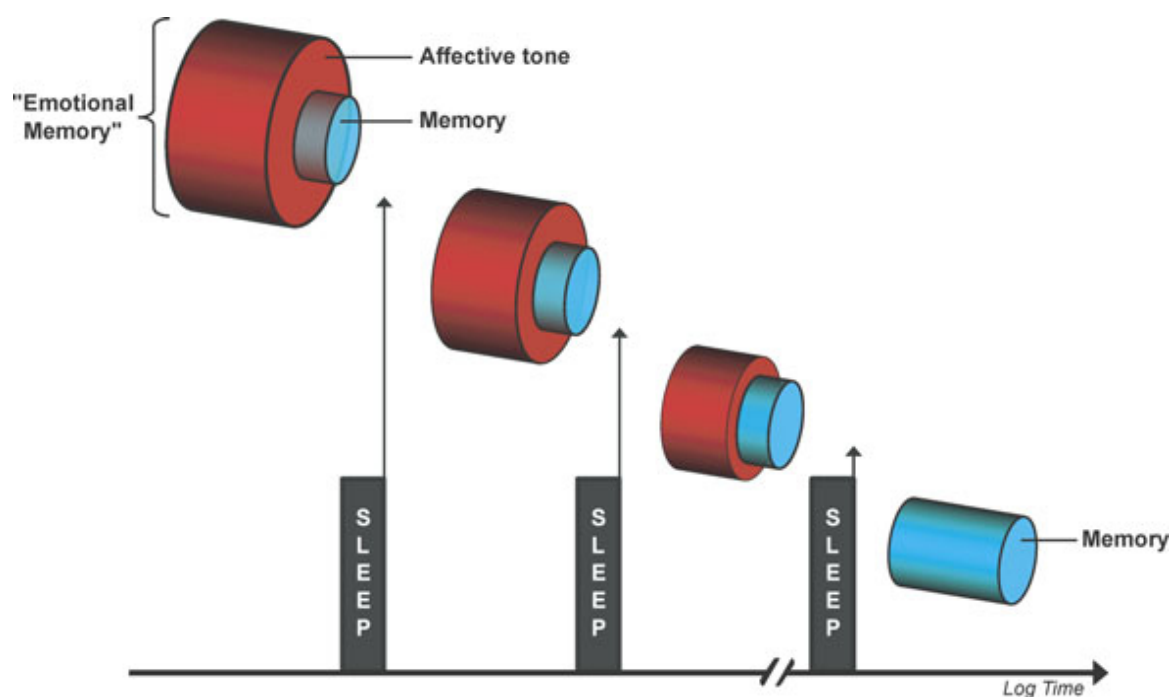


Abbildung 7: Sleep to Forget Sleep to Remember (SFSR)-Hypothese: Eine neu enkodierte emotionale Gedächtnisrepräsentation wurde während eines hohen adrenergen Levels geformt und ist dadurch mit einem affektiven Gehalt „ummantelt“. Mit Abfolge mehrerer Schlafphasen (vor allem REM) wird die Gedächtnisrepräsentation an sich verstärkt, der affektive Gehalt und damit die Reaktivität auf diesen Gedächtnisinhalt werden abgeschwächt. Nach mehreren Schlafphasen bleibt allein die Erfahrung erhalten und ist losgelöst von jeglicher emotionaler Färbung, die vorher mit dieser Erinnerung verbunden war (aus Walker & van der Helm, 2009, S. 190).

Walker geht davon aus, dass der Grund für die verstärkte Konsolidierung emotionaler Inhalte in einer Beteiligung autonomer neurochemischer Reaktionen liegt, die eine solche Erfahrung erst zu einem emotionalen Gedächtnisinhalt machen. Ein späterer Abruf geht jedoch nicht mit einer solchen autonomen (Re-)Aktivierung einher (Walker & van der Helm, 2009). Diese Annahme wird durch einige Befunde unterstützt, die eine verstärkte Konsolidierung emotionaler Inhalte zeigen (Hu, Stylos-Allan & Walker, 2006; Payne & Kensinger, 2011; Wagner,

Gais & Born, 2001; Wagner, Kashyap, Diekelmann & Born, 2007) und durch Untersuchungen, die eine verringerte Amygdala-Aktivität, aber eine gleichbleibende Hippocampus-Aktivität für emotionale Stimuli im Vergleich zu neutralen Stimuli nachwiesen (Dolcos, LaBar & Cabeza, 2005). Sterpenich und Kollegen (2007) zeigten zudem bei Probanden, die die erste Nacht schlafdepriviert wurden, eine größere Amygdala-Aktivität während eines Abrufs 72 Stunden nach der Enkodierung emotionaler Stimuli (Sterpenich et al., 2007). Walker (2009) macht zudem die Annahme, dass das Ausmaß der Konsolidierung und der Verringerung der Reaktivität auf eine solche emotionale Erfahrung mit der Menge an REM-Schlaf zusammenhängt und wie schnell der REM-Schlaf nach der Enkodierung eintritt (Walker & van der Helm, 2009).

In diesem Sinne konnten Van der Helm und Kollegen in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen REM-Schlaf und der Reduzierung der Amygdala-Aktivität sowie auf Verhaltensebene eine Reduzierung der Reaktivität auf zuvor enkodierte affektive Stimuli zeigen (Van der Helm, Yao, Walker, 2011). Diese Untersuchungen gehen davon aus, dass aufgrund der reduzierten aminergen neurochemischen Prozesse und der reaktivierten limbischen anatomischen Strukturen während des REM-Schlafes (Hobson & Pace-Schott, 2002), dieses Schlafstadium eine optimale Voraussetzung für die Depotenzierung vorher erlernter negativer Erfahrungen ist und somit die affektive Reaktivität nach dem Schlaf senkt. Gujar und die Forschergruppe um Walker machten es sich in einer Studie (2011) zur Aufgabe, den Effekt des Schlafes auf verschiedene Emotionstypen und die daraus resultierende differenzierte Modulation der Reaktivität auf diese Typen zu untersuchen. Die Autoren bildeten Sets aus emotionalen Gesichtern, mit unterschiedlicher Ausprägung der Emotionen Angst, Freude, Ärger, Trauer, sowie neutrale Gesichter. Die Probanden wurden entweder einer Nap- (kurzer Schlaf am Tage) oder einer No-Nap-Gruppe zugeordnet. Vor einer Phase mit Schlaf oder Wachheit bewerteten die Probanden die Gesichter hinsichtlich der Intensität der gezeigten Emotion, ebenso nach dieser Phase. Nach einer Phase ohne Schlaf zeigten die Probanden eine verstärkte Reaktivität auf Ärger- und Angst-Gesichter, wohingegen ein Nap diese verstärkte Reaktivität blockierte und bei Freude-Gesichtern sogar erhöhte. Dieser Effekt zeigte sich nur bei Probanden, die während ihres Mittagsschlafes auch eine REM-Schlaf-Phase erreich-

ten (Gujar, McDonald, Nishida & Walker, 2011). Die Autoren diskutieren verschiedene Annahmen für die verstärkte Reaktivität auf negative Stimuli über einen längeren Zeitraum der Wachheit. Eine Erklärung könnten Veränderungen der präfrontalen regulatorischen Kontrollprozesse sein, die durch verlängerte Wachheit entstehen. Teile der präfrontalen Regionen modulieren subkortikale limbische und Basalganglien-Netzwerke, die mit negativen Emotionen assoziiert sind. Eine alternative Erklärung führen die Autoren über das Modell der circadianen Oszillationen an. Demnach könnte es aufgrund des steigenden Schlafdrucks und der schwindenden Aufmerksamkeitsbereitschaft zu einer adaptiven Strategie des Gehirns kommen, wodurch die Aufmerksamkeit speziell auf Furcht-relevante Stimuli gelenkt wird. Die Effekte durch den Schlaf erklären die Autoren durch die bereits beschriebene reduzierte noradrenerge und serotonerge Aktivität während des REM-Schlafes und der damit einhergehenden Verminderung der Reaktivität auf solche Furcht-assoziierten Stimuli (Gujar et al., 2011). Das SFSR-Modell (Walker & van der Helm, 2009) geht von einer Konsolidierung der emotionalen Stimuli aus, bei gleichzeitiger Reduzierung der Reaktivität innerhalb mehrerer Schlafphasen mit REM-Schlaf. Die Studie von Gujar (2010) untersuchte keine Konsolidierungseffekte, konnte jedoch eine Reduzierung der Reaktivität auf negative emotionale Stimuli nach nur einer kurzen REM-Phase zeigen.

Entgegen dieser Befunde, die das SFSR-Modell unterstützen, zeigen einige Arbeiten (z.B. Baran et al., 2012; Groch, Wilhelm, Diekelmann & Born, 2013) einen verstärkenden Einfluss des REM-Schlafes auf die Reaktivität auf emotionale Stimuli. Valenz-Ratings aversiver emotionaler Bilder, die vor einer späten Schlafphase (zweite Nachthälfte) mit viel REM-Schlaf gelernt wurden, waren nach dieser Phase erhöht, im Vergleich zu einer frühen Schlafphase ohne den hohen Anteil an REM-Schlaf. Arousal-Ratings habituieren leicht für bereits gezeigte Bilder, jedoch verstärkte der Schlaf generell nachfolgende Arousal-Ratings (Wagner, Fischer & Born, 2002). Ebenso zeigte eine REM-Schlaf-Deprivations-Studie, dass ein größerer Anteil an REM-Schlaf mit einer Reduzierung der Arousal-Bewertung negativer Stimuli, die am nächsten Morgen erneut präsentiert wurden, einhergeht (Lara-Carrasco, Nielsen, Solomonova, Levrier & Popova, 2009). Die Ergebnisse wurden durch weitere neuere Studien unterstützt, die eine Abnahme der emotionalen Reaktivität über die Wachheit zeigten, wohingegen durch Schlaf

die Reaktivität erhalten blieb. Während Groch und Kollegen dabei einen „emotion enhancement effect“ fanden, blieb dieser Effekt in der Studie von Baran und Kollegen aus (Baran et al., 2012; Groch et al., 2013). In einer fMRT-Studie zeigte sich zudem ein Anstieg der Amygdala-Aktivität bei gelernten emotionalen Bildern nach dem Schlaf (Payne & Kensinger, 2011).

Kinder profitieren bei der Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte vom Schlaf (Prehn-Kristensen et al., 2009; 2013). Entwicklungsbedingt zeigen Kinder mehr SWS und REM-Schlaf, was sich während der Entwicklung von Kindheit über Jugend hin zum Erwachsenenalter verändert (Ohayon, Carskadon, Guilleminault & Vitiello, 2004). Da SWS und REM-Schlaf mit der Konsolidierung deklarativer und eben auch emotionaler Gedächtnisinhalte einhergeht, kann vermutet werden, dass Kinder in der Gedächtniskonsolidierung in besonderer Weise vom Schlaf profitieren (Wilhelm, Prehn-Kristensen & Born, 2012). Prehn-Kristensen und Kollegen konnten zeigen, dass Kinder emotionale Bilder durch eine Phase mit Schlaf besser im Gedächtnis verankerten, als durch eine Phase mit Wachheit. Zwar zeigte sich auch eine Tendenz für neutrale Bilder, sodass Schlaf generell die Konsolidierung deklarativer Gedächtnisinhalte fördert, jedoch insbesondere für emotionale Bilder (Prehn-Kristensen et al., 2009).

2013 veröffentlichte die Arbeitsgruppe um Prehn-Kristensen eine Studie, in der sie mittels eines ähnlichen Paradigmas die Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte im Schlaf bei Kindern, Kindern mit einer ADHS und bei Erwachsenen untersuchten. Gesunde Kinder zeigten einen stärkeren emotionalen Gedächtnis-Bias im Vergleich zu Kindern mit ADHS, aber auch im Vergleich zu gesunden Erwachsenen. Diese Ergebnisse zeigten erstmalig, dass die emotionale Gedächtnisleistung von Kindern diejenige der Erwachsenen übertrifft. Gleichzeitig stand der schlafabhängige emotionale Gedächtnis-Bias beider Gruppen (gesunde Kinder und Erwachsene) in einem korrelativen Zusammenhang mit der SO-Aktivität im SWS und der Theta-Aktivität im REM-Schlaf (Prehn-Kristensen et al., 2013). Einen Überblick zum Zusammenhang von Schlaf und anderen (nicht emotionalen) Gedächtnisinhalten bei Kindern bieten Wilhelm et al. (2012) und Kopasz et al. (2010).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Schlaf, vor allem REM-Schlaf, die Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte unterstützt (Prehn-Kristensen et al., 2013), es jedoch auch Befunde gibt, die keinen eindeutigen schlafabhängigen Konsolidierungseffekt emotionaler Inhalte zeigen (Baran et al., 2012; Campanella & Hamann, 2011). Ebenso bestehen widersprüchliche Ergebnisse bezüglich der emotionalen Reaktivität auf gelernte emotionale Stimuli nach Wachheit und Schlaf (Groch et al., 2013; Gujar et al., 2011). Kinder zeigen ebenfalls einen schlafabhängigen emotionalen Gedächtnisbias, die Modulation der Reaktivität auf gelernte emotionale Stimuli durch den Schlaf wurde bisher bei Kindern nicht untersucht.

Ebenso rar sind Befunde zur Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke im Schlaf. Die korrekte Wahrnehmung emotionaler Gesichtsausdrücke wird durch Schlafdeprivation beeinträchtigt, im Vergleich zu Leistungen während der Wachheit. In einer Studie wurden ärgerliche, traurige und freundliche Gesichter mit unterschiedlichen Intensitäten der Emotionen untersucht. Schlafdeprivation hatte demnach einen selektiven Einfluss auf die Wahrnehmung der Emotionen. Die Identifikation salienter sozialer Hinweisreize von Furcht-relevanten (Ärger) und Belohnungs-relevanten (Freude) Gesichtern wurde beeinträchtigt. Damit übernimmt der Schlaf eine wichtige Funktion hinsichtlich der Emotionsregulation am nachfolgenden Tag (van der Helm, Gujar & Walker, 2010). Neben der bereits genannten Studie von Baran et al. (2012) untersuchten Wagner und Kollegen (2003, 2007) den Einfluss des Schlafes auf die Gedächtniskonsolidierung von Gesichtern und später auch emotionalen Gesichtern. Sie stellten fest, dass REM-Schlaf die Konsolidierung von Gedächtnisrepräsentationen von Gesichtern fördert.

Wagner und Kollegen (2003) fanden in ihrer Repetition-Priming-Studie einen auf den ersten Blick konträren Befund. Repetition-Priming bedeutet den Einfluss, der eine initiale Präsentation eines Stimulus auf die Reaktion auf diesen hat, wenn er erneut präsentiert wird. Die Autoren nahmen an, dass Gesichter, die vor dem REM-Schlaf mittels Priming präsentiert wurden, durch den REM-Schlaf schnellere Reaktionen auf bestimmte erfragte Eigenschaften hervorrufen als unbekannte Gesichter. Im Gegensatz zur gestellten Annahme zeigten sich jedoch

langsamere Reaktionszeiten. Dieses Ergebnis erklären die Autoren damit, dass das automatische Wahrnehmen eines Gesichtes mit der Leistung interferiert, wenn die Aufgabe nicht die Identifikation des Gesichtes beinhaltet. Durch die Verstärkung der Gedächtnisrepräsentation der Gesichter durch den REM-Schlaf kommt es somit zu den Interferenzen und eben zu verlängerten Reaktionszeiten. Hatten die Probanden jedoch die Aufgabe, sich an die Gesichter zu erinnern, zeigten sie tatsächlich einen umgekehrten Effekt (Wagner et al., 2003).

Der Einfluss des Schlafes auf das explizite Lernen von Gesichtern wurde erstmalig von Clemens und Kollegen (2005) untersucht. Gesichter stellten in ihrer Studie die nonverbale Kontrollaufgabe zur verbalen deklarativen Lernaufgabe (freie Wiedergabe von gelernten Namen) dar. Die Gedächtnisleistungen für Gesichter korrelierten mit der Dauer des Non-REM-Schlafes (S1-S4). In einer folgenden Studie untersuchten Wagner und Kollegen (Wagner et al., 2007) die schlafabhängige Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte mit Gesichtern. Auch in dieser Studie korrelierte die Dauer der im Non-REM-Schlaf verbrachten Zeit positiv mit besseren Gedächtnisleistungen, wohingegen REM-Schlaf mit schnelleren Reaktionen auf erlernte Gesichter assoziiert war. Die Valenz der Gesichter (Ärger, Freude gegen Neutral) zeigte keinen Einfluss auf die Gedächtnisleistungen, was die Autoren damit erklären, dass das Stimulusmaterial möglicherweise in seiner Affektivität nicht ausreichend war oder der verspätete Abruf zwei Tage nach dem Lernen stattfand.

Während in den beiden zuletzt genannten Studien (Clemens et al., 2005; Wagner et al., 2007) ein positiver Zusammenhang zwischen der Dauer der im Non-REM-Schlaf verbrachten Zeit und der Gedächtnisleistung für Gesichter gefunden wurde, argumentierten Mograss und Kollegen, dass vielmehr die Schlafgewohnheiten und der circadiane Rhythmus einen Einfluss haben. Sie untersuchten habituierte Kurzeitschläfer (<7h Schlaf), durchschnittliche Schläfer und Langzeitschläfer (>9h Schlaf) und konnten bessere Leistungen bei den Kurzeitschläfern zeigen, die auch generell verhältnismäßig mehr SWS in einer Nacht haben (Mograss, Guillem & Stickgold, 2010). Dagegen wird in einer Identifikationsaufgabe mit Gesichtern auch kein Einfluss des Schlafes auf die Leistung gefunden (Hussain, Sekuler & Bennett, 2008). Die schlafabhängige Konsolidierung

des Gedächtnisses für emotionale Gesichter bei Kindern wurde bislang nicht untersucht.

2.5.2 Emotionswahrnehmung, Regulation und Emotionales Gedächtnis bei ADHS

Neben Störungen der Exekutivfunktionen und einer verstärkten Aversion gegen verzögerte Belohnung (Sonuga-Barke, 2002) sowie einer Reaktionszeiten-Variabilität (Castellanos et al., 2005) weisen Patienten mit einer ADHS Beeinträchtigungen emotionaler Funktionen auf. So werden Defizite in der Emotionsregulation und auch der Emotionswahrnehmung gezeigt (siehe Dickstein & Castellanos, 2012; Sjöwall, Roth, Lindqvist & Thorell, 2013). Erfolgreiche soziale Interaktion ist abhängig von der Fähigkeit, anderer Menschen Absichten und Gefühle zu verstehen. Die Grundlage dafür bilden soziale Kognitionen, die die Enkodierung und Interpretation von sozialen Reizen, die Wahrnehmung von Emotionen in Gesichtern und aus Prosodie, „Theory of Mind“ (ToM) und Empathie sowie Humor umfassen (vgl. Luman et al., 2005, S. 734). ADHS ist assoziiert mit Beeinträchtigungen in solchen sozialen und emotionalen Funktionsbereichen (für einen Überblick Luman et al., 2005). In der vorliegenden Arbeit steht die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke im Vordergrund.

Das Erkennen emotionaler Gesichtsausdrücke stellt eine der grundlegendsten Fertigkeiten sozialer Kompetenzen dar. Eine Reihe von Studien konnte Defizite in der korrekten Erkennung emotionaler Gesichtsausdrücke bei Patienten mit einer ADHS, mit Störung des Sozialverhaltens oder bei nicht-klinischen Probanden mit problematischem Verhalten zeigen (siehe Tabelle 5). Bei der Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke zeigen Patienten mit einer ADHS signifikant schlechtere Leistungen im Vergleich zu gesunden Kontrollstichproben, vor allem für negative Emotionen wie Ärger, Trauer und Angst (z.B. Guyer et al., 2007; Pelc, Kornreich, Foisy & Dan, 2006; Singh et al., 1998).

Tabelle 5: Wichtige Studien zur Verarbeitung emotionaler Gesichter bei ADHS-Patienten und Patienten mit gestörtem Sozialverhalten. Chronologische Reihenfolge.

Studie	Stichprobe	Stimulusmaterial	Aufgabe	Hauptergebnisse
(Singh et al., 1998)	ADHS (n=50) J.	5-13 J. 24 Gesichter: Ärger, Angst, Trauer, Freude, Überraschung, Ekel	Emotionale Gesichter Geschichten zuordnen	74% korrekt, ähnliche Verteilung der Emotionen wie normale Population, jedoch mehr Fehler bei Ärger
(Corbett & Glidden, 2000)	ADHS (n=37) Kontrollen (n=37) J.	Kon- 7-12 J. 21 Gesichter: Ärger, Angst, Trauer, Freude, Überraschung, Ekel, Neutral	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	Gesamtleistung ADHS < Kontrollen
(Cadesky, Mota & Schachar, 2000)	ADHS (n=86) CD (n=24) ADHS/CD (n=63) Kontrollen (n=27) 7-13 J.	Gesichter von Erwachsenen und Kindern, sowie Körpersprache: 21 Freude-Items, 24 Trauer-Items, 21 Ärger-Items, 22 Angst-Items	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	Korrekt: ADHS, CD < Kontrollen und ADHS/CD bei allen Emotionen, nicht bei Ärger ADHS/CD = Kontrollen
(Marsh et al., 2000; Marsh & Williams, 2006)	ADHS (n=42) Schizophr. (n=20) Kontrollen (n=37)	Gesichter: Freude, Trauer, Neutral	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen, Blickbewegungen bei Betrachtung der Gesichter	Korrekt: ADHS und Schizophr. < Kontrollen bei Neutral ADHS zeigt ausgedehnte Scanspaths
(Downs & Smith, 2004)	ADHS/ODD (n=16) ASD (n=10) Kontrollen (n=10) 5-9 J.	Fragenkatalog mit Fotos und Zeichnungen	Emotionales Verständnis, z.B. Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS/ODD zeigen geringeres emotionales Verständnis als ASD und Kontrollen
(Pelc et al., 2006)	ADHS (n=30) Kontrollen (n=30) 7-12 J.	16 veränderte Gesichter mit unterschiedlicher Intensität von Freude, Ärger, Ekel, Trauer	Anzahl Fehler identifizierter Emotionen	Fehler ADHS > Kontrollen, vor allem bei Ärger und Trauer

Studie	Stichprobe	Stimulusmaterial	Aufgabe	Hauptergebnisse
(d'Acremont & Van der Linden, 2007)	Schüler (n=86) 13-17 J.	24 Gesichter: Ärger, Freude, Neutral	Gedächtnisabfrage	Kinder mit gestörtem Sozialverhalten oder Hyperaktivität und Unaufmerksamkeit zeigten Gedächtnis-Bias für Ärger-Gesichter, Bias verstärkt bei Impulsivität
(Kats-Gold, Besser & Priel, 2007)	Schüler mit Risiko für ADHS (n=50) Kontrollen (n=61) 9-11 J.	48 Gesichter: Freude, Trauer, Furcht, Ärger	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS-Risiko < Kontrollen, schlechte Leistungen bei ADHS-Risiko korrelierte mit Defiziten in sozialen Kompetenzen und problem. Verhalten
(Yuill & Lyon, 2007)	Teil 1: ADHS (n=19) Kontrollen (n=19) 5-11 J.	6 Bilder eines Jungen mit Freude, Ärger, Trauer, Überraschung, Furcht, Ekel, 6 x neutral, 6 emot. und nicht-emotionale Situationen	Emotionale Gesichter Situationen zuordnen	ADHS < Kontrollen in emot. und nicht-emot. Situationen
	Teil 2: ADHS (n=17) Kontrollen (n=13) 5-10 J. 5-6 J.	Wie Teil 1 + Inhibitionsunterstützung	Emotionale Gesichter Situationen zuordnen	ADHS = Kontrollen in nicht-emot. Situationen ADHS < Kontrollen in emot. Situationen
(Guyer et al., 2007)	Bipol. Stö. (n=42) Aff. Dysreg. (n=39) ADHS/CD (n=44) Angst/Depr. (n=35) Kontrollen (n=92) 7-18 J.	24 Gesichter von Kindern und Erwachsenen mit Emotionen Freude, Trauer, Ärger, Angst	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS/CD = Kontrollen Alle Gruppen machten mehr Fehler bei Ärger > Trauer, Angst, Freude; bei Angst > Trauer, Freude; bei Trauer > Freude
(Sinzig, Morsch & Lehmkuhl, 2008)	ADHS (n=30) ASD (n=19) ADHS/ASD (n=21) Kontrollen (n=29) 6-8 J.	50 Gesichter, 40 Augenpaare: Freude, Trauer, Angst, Ärger, Überraschung, Ekel, Neutral	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS < Kontrollen bei Gesichtern und Augenpaaren, ADHS+ASD < Kontrollen bei Augenpaaren

Studie	Stichprobe	Stimulusmaterial	Aufgabe	Hauptergebnisse
(Shin, Lee, Kim, Park & Lim, 2008)	ADHS (n=42) Kontrollen (n=27) 6-10 J.		Emotion Recognition Task – Revised und Aufmerksamkeits-aufgabe	ADHS = Kontrollen für positive und negative emot. Gesichter, aber geringeres kontextuelles Verständnis
(Williams et al., 2008)	ADHS (n=51) mediziert und unmediziert Kontrollen (n=51) 8-17 J.	48 3D-Gesichter: je Ärger, Angst, Trauer, Freude, Ekel, Neutral	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS < Kontrollen für Ärger und Angst (Missinterpretation als Neutral oder Trauer) Medikation normalisierte die Leistungen
(Boakes, Chapman, Houghton & West, 2008)	ADHS (n=24) Kontrollen (n=24)	72 Gesichter: Freude, Trauer, Angst, Ärger, Überraschung Ekel	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS < Kontrollen bei Angst und Ekel
(Marsh et al., 2008)	ODD/CD (n=12) ADHS (n=12) Kontrollen (n=12)	10 Gesichter unterschiedlicher Intensität: Ärger, Angst, Neutral	fMRT-Scan während Betrachtung der Gesichter	Amygdala-Aktivität bei Angst ODD/CD < Kontrollen, ADHS
(Da Fonseca, Segui, Santos, Poinso & Deruelle, 2009)	ADHS (n=27) Kontrollen (n=27) 5-15 J.	26 Gesichter Erwachsener und 16 Kindergesichter aus französischen Magazinen: Ärger, Angst, Trauer, Freude	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen und Kontextaufgabe	ADHS < Kontrollen bei Identifikation und kontextueller Information
(Jones, Laurens, Herba, Barker & Viding, 2009)	CD (n=17) Kontrollen (n=13) 10-12 J.	10 Gesichter: Angst, Neutral (25% Freude)	fMRT-Scan während Betrachtung der Gesichter	Rechte Amygdala-Aktivität bei Angst CD < Kontrollen
(Sjöwall et al., 2013)	ADHS (n=102) Kontrollen (n=102) 7-13 J.	36 Gesichter: Ärger, Angst, Trauer, Freude, Überraschung, Ekel	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	ADHS < Kontrollen bei Ärger, Angst, Trauer, Freude, Überraschung
(Köchel, Leutgeb & Schienle, 2014)	ADHS (n=16) Kontrollen (n=16) 8-11 J.	6 Gesichter: je Ärger, Trauer, Freude, Neutral	Go/NoGo-Task, Ereignis-korrel. Potenzial	P300-Amplitude bei Ärger ADHD < Kontrollen, keine P300 Differenzierung

Studie	Stichprobe	Stimulusmaterial	Aufgabe	Hauptergebnisse
(Sebastian et al., 2014)	CD mit starker emo. Unbeteiligtheit (n=17) CD mit geringer emo. Unbeteiligtheit (n=17) Kontrollen (n=17) 10-16 J.	4 Gesichter: je Angst, Neutral	fMRT-Scan während Betrachtung der Gesichter	Amygdala- und ACC/OFC Aktivität: CD mit geringer emo. Unbeteiligtheit > Kontrollen bei Angst
(Aspan et al., 2014)	ADHS (n=22) Kontrollen (n=22) 13-16 J.	60 Gesichter: Ärger, Ekel, Angst, Freude, Trauer, Überraschung	Anzahl korrekt identifizierter Emotionen	Ekel: ADHS > Kontrollen, Angst und Trauer: ADHS < Kontrollen

In einer Studie mit der Methode der Nahinfrarotspektroskopie (Ichikawa et al., 2014) untersuchten die Autoren die Aktivität in bilateralen temporalen Arealen von Kindern mit und ohne ADHS auf freundliche und ärgerliche Gesichter. Dieser Bereich wird mit der Gesichtswahrnehmung assoziiert und war bei gesunden Kindern bei beiden Stimuli aktiviert, bei Patienten mit ADHS jedoch nur bei freundlichen Gesichtern. Die Autoren bringen diese divergente Aktivität mit der Fähigkeit, freundliche Gesichter zu erkennen, jedoch Defizite bei ärgerlichen Gesichtern zu haben, in Verbindung.

Es bleibt jedoch offen, ob die Defizite in der Emotionswahrnehmung auf die ADHS als solche oder eher durch gestörte Funktionen bei zur ADHS komorbiden Störung des Sozialverhaltens erzeugt werden. In einer fMRT-Studie zeigte sich, dass Kinder mit einer Störung des Sozialverhaltens (ODD oder CD) im Vergleich zu Kindern mit ADHS oder gesunden Kindern eine reduzierte Amygdala-Aktivität bei der Betrachtung ängstlicher Gesichter zeigten (nicht aber bei neutralen oder ärgerlichen Gesichtern). Gleichfalls war die Konnektivität zwischen Amygdala und dem präfrontalen Kortex bei diesen Kindern verringert. ADHS-Patienten ohne komorbide Störung waren davon nicht betroffen, zeigten jedoch gesteigerte Aktivität im frontalen und posterioren cingulären Kortex in Reaktion auf ärgerliche Gesichter. Die Autoren merken an, dass Störungen des Sozialverhaltens und ADHS beide mit Impulsivität und Unverantwortlichkeit assoziiert werden, jedoch mit unterschiedlichen neurokognitiven Dysfunktionen verbunden sind (Banaschewski et al., 2003; siehe auch Kim et al., 2010; Marsh et al., 2008). Diese Befunde werden durch weitere Konnektivitätsstudien gestützt (z.B. Jerotskaja et al., 2009).

Cadesky et al. (2000) untersuchten die Wahrnehmung emotionaler Gesichter (Ärger, Angst, Freude, Trauer) bei Patienten mit ADHS, einer Gruppe von Kindern mit CD, einer kombinierten Gruppe (ADHS+CD) und einer gesunden Kontrollstichprobe. Die Kontrollgruppe und ADHS+CD zeigten die besten Leistungen in der Emotionserkennung gefolgt von der ADHS-Gruppe und der CD-Gruppe. Die Gruppen mit ADHS und CD zeigten Beeinträchtigungen bei allen Emotionen außer Ärger. Im Vergleich zur CD-Gruppe, die andere Emotionen eher als Ärger missinterpretierten, machte die ADHS-Gruppe mehr zufällige Fehler. Dieses Feh-

lermuster ähnelte dem der gesunden Kinder. Dieser Befund lässt darauf schließen, dass die Defizite bei ADHS-Patienten durch Unaufmerksamkeit oder anderen Regulationsprozessen hervorgerufen werde.

Der Behauptung, dass die Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung emotionaler Gesichtsausdrücke auf gestörte kognitive Funktionen bei ADHS zurückgehen, gingen Yuill and Lyon (2007) nach. Sie konnten zeigen, dass die Leistungen in einer Emotionserkennungsaufgabe trotz der Kontrolle von Impulsivität weiterhin defizitär ausfielen, wenn auch etwas angeglichenener zu denen von gesunden Kindern. Sinzig und Kollegen (2008) untersuchten den Zusammenhang von geringen Leistungen in der Identifikation von emotionalen Gesichtern und ADHS-Symptomen und zeigten, dass diese einen Einfluss auf die Emotionswahrnehmung haben (Sinzig et al., 2008). Die Ergebnisse der beiden letztgenannten Studien sprechen somit für einen Einfluss der Unaufmerksamkeit und Impulsivität auf die Emotionswahrnehmung, aber auch für distinkte Defizite.

Entgegen diesen Befunden finden andere Studien keine Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne ADHS (Guyer et al., 2007; Shapiro, Hughes, August & Bloomquist, 1993). Shapiro und Kollegen (1993) fanden, dass sich in einer Testbatterie zur emotionalen Verarbeitung Kinder mit ADHS insgesamt nicht von sich typisch entwickelnden Kindern unterscheiden. Jedoch zeigten die Ergebnisse, dass jüngere Kinder mit ADHS mehr Beeinträchtigungen zeigten als ältere Kinder mit und ohne ADHS. Guyer und Kollegen (2007) fanden keine Unterschiede zwischen gesunden Kindern und Kindern mit ADHS und / oder CD, was sie mit dem höheren Alter der Teilnehmer erklärten, basierend auf den Ergebnissen von Shapiro und Kollegen (1993). Entgegen den Ergebnissen der beiden Studien zuvor wird angenommen, dass Defizite in der Emotionswahrnehmung bis in das Erwachsenenalter persistieren. Rapport, Friedman, Tzelepis and Van Voorhis (2002) konnten zeigen, dass Erwachsene mit ADHS schlechtere Leistungen in der Affektwahrnehmung aufweisen als gesunde Erwachsene.

Sollten Defizite in der Emotionswahrnehmung auf Unaufmerksamkeit und Impulsivität zurückzuführen sein, dürfte dies an der Blickausrichtung auf Gesichter bei Patienten mit einer ADHS deutlich werden. So sollten die Patienten keinem Bias auf eine bestimmte Emotion unterliegen und eher ein ausgedehntes, aber

defizitäres Muster zeigen (Marsh & Williams, 2006). Studien, die faziale Muskelbewegungen aufzeichnen, konnten zeigen, dass einige Emotionen mehr Aktivität in bestimmten Regionen des Gesichts hervorrufen. Beispielsweise werden positive Emotionen vermehrt im unteren Bereich des Gesichts (Jochbeinmuskel) und negative Emotionen im oberen Bereich (Stirn) ausgedrückt (Dimberg & Petterson, 2000). Weiterhin wurden positive Zusammenhänge zwischen Fixationszeit und Anzahl von Fixationen auf den Bereich der Augen und der Genauigkeit und Schnelligkeit der Emotionserkennung gefunden (Hall, Hutton & Morgan, 2009). Marsh und Kollegen zeigten in einer vorläufigen Untersuchung (2000), dass die Blickbewegungsmuster erwachsener ADHS-Patienten während des Betrachtens und Benennens emotionaler Gesichter durch längere Scanpaths gekennzeichnet sind. In einer weiteren Studie (Bal, 2011) wurden Blickbewegungen von Kindern mit und ohne ADHS bei der Betrachtung kurzer Filme aufgezeichnet. Die Filme zeigten Personen, die Emotionen von neutral zu ausgeprägt ausdrückten (Ärger, Ekel, Angst, Freude, Trauer, Überraschung). Die Patienten mit ADHS machten mehr Fehler bei Ärger- und Ekel-Gesichtern im Vergleich zu den gesunden Kindern. Insgesamt zeigten die beiden Gruppen keine Unterschiede hinsichtlich der Dauer der betrachteten ROI's (Mund, Augen). Weitere Studien, die Blickbewegungsmuster von Kindern mit ADHS und Emotionserkennung untersuchen, scheinen nicht vorzuliegen.

Mit ADHS wird häufig emotionale Dysregulation in Verbindung gebracht. Shaw und Kollegen (2015) definieren emotionale Regulation als die Fähigkeit, einen emotionalen Zustand zu beeinflussen und somit zielorientiertes angepasstes Verhalten zu fördern. Drei wichtige Erkenntnisse ziehen die Autoren aus ihrer Literaturrecherche. Erstens tritt die emotionale Dysregulation bei Patienten mit ADHS während der gesamten Lebensspanne auf. Die Autoren fassen zusammen, dass Patienten mit einer ADHS und einer emotionalen Dysregulation stärker beeinträchtigt sind als Patienten, die nur eine ADHS haben. Dies zeigt sich in den Bereichen Freundschaften mit Gleichaltrigen, im Familienleben und in der Verwirklichung beruflicher und akademischer Ziele. Als zweiten Punkt geben Shaw und Kollegen an, dass die emotionale Dysregulation bei ADHS aus Beeinträchtigungen in sozialen Kognitionen entstehen kann. Diese Defizite gehen mit einer Dysfunktion in striato-amygdalo-medialen präfrontalen kortikalen Netzwerken

einher. Als dritten Punkt führen die Autoren die Bedeutung und Beachtung der emotionalen Dysregulation für therapeutische und klinische Fragen an (Shaw, Stringaris, Nigg & Leibenluft, 2014).

Dass in vielen der zuvor aufgeführten Studien Auffälligkeiten bei negativen Emotionen zu finden sind, geht konform mit Studien, die die Reaktivität auf emotionale Stimuli bei ADHS-Patienten untersuchten. Beispielsweise finden Herpertz und Kollegen (2005) bei Patienten mit ADHS und einer komorbiden Störung des Sozialverhaltens geringere vegetative Reaktionen auf sowohl angenehme und unangenehme als auch auf neutrale Stimuli. Diese Ergebnisse zeigten auch Patienten, die nur eine Störung des Sozialverhaltens hatten, aber nicht solche, die nur unter ADHS litten oder gesunde Probanden. In den Verhaltensdaten bewerteten die beiden Gruppen (ADHS und ADHS + Störung des Sozialverhaltens) jedoch nur negative Stimuli als weniger aversiv.

Bei Patienten mit Verhaltensstörungen ist die emotionale Reaktivität auf negative Bilder (IAPS, neutral und negativ) herabgesetzt (sie werden als weniger unangenehm bewertet), was ausschlaggebend für die geringere Ansprechempfindlichkeit von Patienten mit Verhaltensstörungen für Bestrafung sein kann (Masi et al., 2014). Es ist jedoch fraglich, ob Verhaltensstörungen wie die ODD und CD hinsichtlich der daraus resultierenden Beeinträchtigungen gleichzusetzen sind. Wie bereits weiter oben beschrieben, folgt die CD nicht zwangsläufig einer ODD, es sind verschiedene Entwicklungspfade anzunehmen. Die Patientengruppe in der vorliegenden Arbeit besteht aus Kindern mit einer ADHS und einer ODD, Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung emotionaler Aspekte sind somit anzunehmen.

Gedächtnisleistungen für deklarative und emotionale Stimuli sind bei Kindern mit einer ADHS und solchen mit komorbider ODD verändert. ADHS-Patienten zeigen Defizite bei der schlafabhängigen Gedächtniskonsolidierung deklarativer Inhalte (Prenn-Kristensen et al., 2011). Ebenso wurde in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der SO-Aktivität und der Gedächtnisleistung bei ADHS-Patienten, wie dies die gesunden Kinder zeigen, gefunden. Der Einfluss der SO-Aktivität wird deutlich, betrachtet man die Ergebnisse einer Studie mit transkranieller Gleichstrombehandlung. Durch die Induzierung langsamer Oszillationen er-

reichen die Patienten in einer deklarativen Gedächtnisaufgabe ein den gesunden Probanden ähnliches Leistungsniveau (Prehn-Kristensen et al., 2014). Die Zusammenhänge von emotionalem Gedächtnis und einem Zusammenspiel der Amygdala, des Hippocampus und des präfrontalen Cortex im Schlaf wurden bereits weiter oben erklärt (Sterpenich et al., 2007). Ebenso ist bekannt, dass gesunde Kinder in emotionalen Gedächtnisleistungen vom Schlaf und der SO-Aktivität im SWS profitieren (Prehn-Kristensen et al., 2009). Bei Kindern mit einer ADHS ist die Entwicklung der SO-Aktivität beeinträchtigt (Ringli et al., 2013). In einer Studie (Prehn-Kristensen et al., 2013) wurde der Einfluss der frontalen EEG-Aktivität im Schlaf (SO im SWS und Theta im REM-Schlaf) auf die Gedächtniskonsolidierung emotionaler Bilder bei gesunden Kindern und Kindern mit einer ADHS untersucht. ADHS-Patienten zeigen Defizite in der schlafabhängigen emotionalen Gedächtniskonsolidierung. Zwar fanden die Autoren kein verändertes EEG-Bild, jedoch zeigten die ADHS-Patienten Abweichungen in der Funktionalität frontaler EEG-Aktivität. Die Aktivität von SO im SWS und Theta im REM-Schlaf korrelierte negativ mit der schlafabhängigen emotionalen Gedächtnisleistung der ADHS-Kinder. Die Autoren diskutieren, dass durch die fehlende Reorganisation emotionaler Gedächtnisinhalte im Schlaf emotionale Probleme am Tag verstärkt werden könnten (Prehn-Kristensen et al., 2013).

Die Bildung emotionaler, vom Schlaf unabhängiger Gedächtnisinhalte untersuchten Krauel und Kollegen (2009). Patienten mit ADHS oder mit ADHS + ODD/CD zeigten Defizite für neutrale Gedächtnisinhalte. Die Gedächtnisleistungen von Kindern nur mit einer ADHS wurden durch die negative oder positive Valenz von Bildern auf das Niveau von gesunden Kindern angehoben, was mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen übereinstimmt (Konrad et al 2000). Patienten mit einer komorbiden ODD/CD hingegen profitierten nicht vom positiven emotionalen Gehalt des Stimulusmaterials, lediglich die Leistungen für negative Bilder waren ähnlich zu den anderen beiden Gruppen. ADHS-Patienten ohne ODD/CD erinnerten zudem negative Bilder besser als positive, was mit den Ergebnissen der Studie von d'Acromont und Van der Linden (2007) übereinstimmt. In dieser Studie wurden 86 Kinder einer weiterführenden Schule hinsichtlich eines Gedächtnis-Bias für ärgerliche Gesichter im Zusammenhang mit gestörtem Sozialverhalten untersucht. Die Kinder wurden auf verschiedenen Skalen für

problematisches und impulsives Verhalten und Aufmerksamkeitsprobleme bewertet. Eine bessere Gedächtnisleistung für ärgerliche Gesichter im Vergleich zu freundlichen Gesichtern stand mit den zuvor genannten Verhaltensstörungen im Zusammenhang. Impulsivität verstärkte diesen Effekt zusätzlich (d'Acromont, van der Linden 2007). Aktuell liegen keine Studien vor, welche die Gedächtnisbildung emotionaler Gesichtsausdrücke bei ADHS und ODD untersuchen.

Zusammenfassend wird davon ausgegangen, dass Kinder von der Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte profitieren. Ergebnisse hinsichtlich der Modulation der Reaktivität auf emotionale Inhalte durch den Schlaf sind bei Erwachsenen widersprüchlich und liegen für Kinder nicht vor. Emotionale Gesichtsausdrücke als besonders relevante Reize für soziale Situationen werden durch den Schlaf verstärkt im Gedächtnis konsolidiert und die Reaktivität auf diese Stimuli moduliert. ADHS-Patienten zeigen Defizite in der emotionalen Gedächtniskonsolidierung und eine veränderte Wahrnehmung und Verarbeitung affektiver Gesichtsausdrücke, dabei ergeben sich jedoch gemischte Ergebnisse, was nicht zuletzt an den unterschiedlichen Patientengruppe mit und ohne komorbide Störungen liegen kann. Die sich aus diesen Befunden ergebenden Fragestellungen sollen im folgenden Abschnitt näher erläutert werden.

3 Fragestellung und abgeleitete Hypothesen

Fragestellung 1 Welche schlafabhängigen Gedächtnisleistungen für emotionale Gesichtsausdrücke zeigen gesunde Kinder und Kinder mit einer ADHS/ODD?

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen Befunde zur Konsolidierung von Gedächtnisinhalten haben gezeigt, dass vor allem emotionale Inhalte besonders im Gedächtnis verankert werden. Dabei spielt der Schlaf eine aktive und wesentliche Rolle. Durch die Reaktivierung hippocampaler Gedächtnisrepräsentationen in neuronalen Arealen im Schlaf werden die noch für Interferenzen anfälligen Inhalte in das Langzeitgedächtnis transferiert und dort in bestehende Netzwerke von Gedächtnisinhalten integriert und somit verfestigt (Born & Wilhelm, 2012).

- 1.1 In der Gedächtniskonsolidierung von Gesichtsbildern profitieren Kinder vom Schlaf im Vergleich zu einer Phase mit Wachheit.

Durch die Beteiligung der für die Verarbeitung emotionaler Stimuli wichtigen Areale profitieren emotionale Gedächtnisinhalte insbesondere vom Schlaf (Hu et al., 2006). Affektive Gesichtsausdrücke als emotionale Stimuli werden durch den Schlaf verstärkt im Gedächtnis konsolidiert (Wagner et al., 2007). Dies konnte bisher nur bei Erwachsenen gezeigt werden, ein Einfluss der Affektivität auf die Gedächtniskonsolidierung wurde dabei nicht gefunden. Die Autoren erklärten dies mit der möglicherweise geringen Intensität der Affektivität der verwendeten Stimuli (Wagner et al., 2007). Kinder bewerten emotionale Bilder in ähnlicher Weise wie Erwachsene (McManis et al., 2001), dennoch profitieren sie verstärkt vom Schlaf bei der Konsolidierung emotionaler Stimuli (Prehn-Kristensen et al., 2013). Ziel der vorliegenden Arbeit ist es also, zu untersuchen, ob Kinder vom Schlaf bei der Gedächtniskonsolidierung von Gesichtern mit emotionalen und neutralen Ausdrücken profitieren.

- 1.2 Besonders emotionale Bilder werden verstärkt konsolidiert (a) und dieser Effekt wird durch Schlaf verstärkt (b).

Emotionale Inhalte werden im Gedächtnis besonders gut verankert. Studien zeigten, dass auch noch nach einer Zeit von vier Jahren emotionale Inhalte besser erinnert wurden, wenn Schlaf auf die Enkodierung der Inhalte folgte (Roh, Vali, Phelps & Moon, 2006). In der vorliegenden Arbeit wird in einer Retentionsaufgabe einige Wochen (ca. 5 Wochen) nach der Enkodierung neuer emotionaler Gesichter erneut die Gedächtnisleistung untersucht. Dabei werden Bilder präsentiert, auf deren Enkodierung entweder eine Nacht mit Schlaf im häuslichen Umfeld oder ein Tag mit Wachheit folgten.

- 1.3 Der schlafabhängige Konsolidierungseffekt bleibt auch nach mehreren Wochen bestehen.

Da Patienten mit einer ADHS Defizite in der Konsolidierung schlafabhängiger Inhalte zeigen, wird vermutet, dass auch in der vorliegenden Arbeit die Patienten veränderte Gedächtnisleistungen zeigen.

- 1.4 Kinder mit einer ADHS/ODD zeigen insgesamt geringere Gedächtnisleistungen im Vergleich zu gesunden Kindern.

Freude und Ärger, aber auch Angst, stellen Emotionen dar, die besonders relevante Informationen beinhalten (Belohnung bei Freude und Bestrafung bei Ärger und Angst). Es wurde gezeigt, dass Patienten mit einer ADHS und komorbider Störung des Sozialverhaltens vor allem negative Emotionen anders verarbeiten (siehe Tabelle 5). Auch in der Gedächtnisbildung zeigen diese Patienten einen Bias hin zu negativen emotionalen Stimuli (d'Acremont & Van der Linden, 2007; Krauel et al., 2009). Andererseits zeigten Studien, dass Patienten mit einer ADHS negative Stimuli als weniger aversiv einschätzen (Herpertz et al., 2005). Durch diese geringere Einschätzung hinsichtlich Valenz und Arousal müsste sich ein geringerer schlafabhängiger Konsolidierungseffekt für negative Gedächtnisinhalte ergeben. Die Befunde zur einerseits verbesserten Gedächtnisleistung für negative Stimuli gegenüber neutralen und positiven Stimuli und zur andererseits geringeren Einschätzung hinsichtlich der Aversivität negativer Bilder bei ADHS-Patienten mit Verhaltensstörungen erscheinen konträr, geht man doch davon aus, dass der emotionale Gehalt eines Stimulus verbesserte Gedächtnisleistungen hervorruft. Da die Defizite in der emotionalen Reaktivität vor allem auf die

Störung des Sozialverhaltens zurückgehen, kann angenommen werden, dass eine Gruppe mit Patienten mit ADHS+ODD möglicherweise andere schlafabhängige Gedächtnisleistungen zeigt, als Patienten, die nur eine ADHS haben. In der vorliegenden Arbeit soll somit eine Gruppe mit Patienten mit ADHS und komorbider ODD untersucht werden. Diese Gruppe zeigt die größten Beeinträchtigungen hinsichtlich der Wahrnehmung und Verarbeitung emotionaler Stimuli und ist somit von besonderem Interesse.

- 1.5 Kinder mit einer ADHS/ODD zeigen Defizite in der Gedächtnisleistung für neutrale und negative Gesichter im Vergleich zu gesunden Kindern.

Stimuli, die bereits präsentiert wurden, werden schneller als unbekannte Stimuli erkannt. Dieser Effekt wird als Alt/Neu-Effekt bezeichnet, demnach bereits präsentierte Stimuli schneller und leichter verarbeitet werden und somit schnellere Reaktionen hervorrufen. Daher sollte sich dieser Gedächtniseffekt in verkürzten Reaktionszeiten im Vergleich zu neuen Stimuli widerspiegeln. ADHS-Patienten zeigen insgesamt erhöhte Reaktionszeiten und eine größere Reaktionszeitenvariabilität (Tamm et al., 2012), somit dürfte der Einfluss der Bekanntheit eines Stimulus bei Patienten auf die Reaktionszeiten geringer sein als bei Gesunden.

- 1.6 Das Erkennen eines bereits präsentierten Bildes geht mit geringeren Reaktionszeiten einher im Vergleich zu unbekanntem Bildern (a). Patienten mit ADHS/ODD zeigen keinen Alt/Neu-Effekt, der durch Reaktionszeiten ausgedrückt wird (b). Insgesamt zeigen Patienten mit einer ADHS/ODD größere Reaktionszeiten mit einer größeren Variabilität (c).

Fragestellung 2: Beeinflusst eine Nacht mit Schlaf bei Kindern die emotionale Reaktivität auf Bilder mit emotionalen Gesichtsausdrücken?

Durch Reorganisation und Integration neuer Informationen während des Schlafes werden fragile Gedächtnisrepräsentationen verstärkt. Sie werden weniger anfällig gegenüber Interferenzen. Demnach müsste ein besseres Verständnis

für die Inhalte bestehen und ebenso auch eine eindeutigere Zuordnung zu gebildeten Kontexten. Wird ein Gesicht beispielsweise als ärgerlich erkannt, sollte durch den Schlaf hinsichtlich dieses Labels eine Sicherheit bzw. Eindeutigkeit entstehen. Somit sollte das ärgerliche Gesicht nach dem Schlaf weniger mit anderen Emotionen in Verbindung gebracht werden. Das SFSR-Modell (Walker & van der Helm, 2009) macht die Annahme, dass der affektive Gehalt einer emotionalen Gedächtnisrepräsentation durch REM-Schlaf und die damit einhergehende Konsolidierung der Gedächtnisinhalte moduliert und abgeschwächt wird (Gujar et al., 2011). Andere Studien zeigen gegenteilige Ergebnisse mit einem erhaltenden oder sogar erhöhenden Einfluss des Schlafes auf die emotionale Reaktivität auf bereits gelernte Stimuli (Baran et al., 2012; Groch et al., 2013). Sollten sich die Annahmen des SFSR-Modells (2009) bestätigen, sollten Kinder die im Schlaf konsolidierten negativen Gedächtnisinhalte als weniger intensiv hinsichtlich ihrer Emotionalität einschätzen als nach einer Phase mit Wachheit. Dieser Effekt sollte nach mehreren Phasen mit REM-Schlaf besonders ausgeprägt sein. Aus diesen Befunden ergeben sich folgende Fragestellungen und Hypothesen:

- 2.1 Die Eindeutigkeit hinsichtlich der bewerteten Emotion wird durch den Schlaf im Vergleich zur Wachheit verstärkt (a). Patienten mit einer ADHS zeigen in der Bewertung einer Emotion eine geringere Eindeutigkeit im Vergleich zu gesunden Kindern (b).
- 2.2 Die Bewertung der Intensität der negativen Emotionen gelernter Gesichter wird bei gesunden Kindern durch den Schlaf im Vergleich zur Wachheit moduliert. Es werden keine gerichteten Hypothesen hinsichtlich Bewertungsrichtung (intensiver, weniger intensiv) der einzelnen Emotionen formuliert.
- 2.3 Nach einem längeren Intervall mit mehreren Phasen Schlaf sollte die Modulation für bereits präsentierte Bilder stärker ausfallen als nach nur einer Nacht mit Schlaf (a). Bilder, die vor einem Tag mit Wachheit gelernt wurden, sollten nach einem längeren Intervall weniger stark moduliert sein als Bilder, auf deren Enkodierung eine Nacht mit Schlaf folgte (b).

Fragestellung 3: Welchen Zusammenhang zwischen Schlafparametern und der schlafabhängigen Gedächtnisleistung für Gesichter mit emotionalen Ausdrücken und deren Bewertung zeigen Kinder mit und ohne ADHS/ODD?

SO-Aktivität im SWS und Theta-Aktivität im REM-Schlaf beeinflussen die Gedächtniskonsolidierung emotionaler Inhalte (Born & Wilhelm, 2012; Nishida et al., 2009). Patienten mit einer ADHS zeigen den gesunden Kindern ähnliche Schlafparameter und eine ähnliche Mikroarchitektur (Prehn-Kristensen et al., 2013), jedoch ließ sich auch eine unterschiedliche Verteilung der SO-Aktivität bei Kindern mit und ohne ADHS zeigen (Ringli et al., 2013). Bei den Kindern mit einer ADHS zeigten Prehn-Kristensen et al. (2013) einen dysfunktionalen Zusammenhang zwischen Gedächtnisleistungen und der SO- als auch der Theta-Aktivität. Es lassen sich folgende Fragestellungen und Hypothesen ableiten:

- 3.1 Kinder mit und ohne ADHS/ODD unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihrer Schlafparameter in der Makroarchitektur.
- 3.2 Kinder ohne ADHS/ODD profitieren von SO-Aktivität im SWS und der Theta-Aktivität im REM-Schlaf in der schlafabhängigen Gedächtnisleistung, Kinder mit einer ADHS/ODD hingegen nicht.
- 3.3 Die Modulation der emotionalen Reaktivität (in Form veränderter Bewertungen hinsichtlich der Intensität der Emotionen) und der Eindeutigkeitsindizes hängt positiv mit der Menge an REM-Schlaf und Theta-Aktivität sowie der SO-Aktivität im Tiefschlaf zusammen.

Fragestellung 4: Kann die emotionale Reaktivität auf affektive Gesichtsausdrücke bei Kindern mit und ohne ADHS/ODD mittels psychophysiologischer Parameter gemessen werden und lässt sich dabei ein schlafassoziierter Gedächtniseffekt zeigen?

In Studien, die mittels Pupillometrie die emotionale Reaktivität auf Stimuli untersuchen, zeigte sich eine größere Dilatation für negative und hoch erregende Stimuli. Patienten mit einer ADHS/ODD zeigen Defizite in der vegetativen Responsivität (Herpertz et al., 2005), jedoch ergaben sich keine unterschiedlichen Pupillenreaktionen, die auf verminderte vegetative Funktionen hingewiesen

hätten (Kara et al., 2013). Außerdem können Gedächtnisleistungen in Form des Alt/Neu-Effektes durch die Veränderung der Pupillendilatation kenntlich gemacht werden, bekannte Stimuli führen zu einer größeren Dilatation im Vergleich zu unbekanntem Material (Montefinese et al., 2013). Demnach ergeben sich folgende Annahmen:

- 4.1 Kinder ohne eine ADHS/ODD zeigen nach einer Nacht mit Schlaf Pupillenreaktionen, die auf verstärkte Gedächtniskonsolidierung bekannter Bilder im Vergleich zu unbekanntem Bildern zurückgehen (a). Nach einem Tag mit Wachheit sind diese Pupillenreaktionen im Vergleich zur Bedingung mit Schlaf geringer ausgeprägt (b). Kinder mit einer ADHS/ODD zeigen diese Reaktionen nicht (c).
- 4.2 Negative emotionale Gesichtsausdrücke rufen größere Pupillendilatationen hervor als Gesichter mit der Emotion Freude oder neutrale Gesichter. Es werden keine gerichteten Hypothesen zu Gruppenunterschieden aufgestellt.

Fragestellung 5: Zeigen Kinder mit und ohne ADHS/ODD unterschiedliche Blickbewegungsmuster in Abhängigkeit von der Emotion der betrachteten Gesichter?

EMG-Studien zeigen, dass verschiedene Emotionen unterschiedliche Aktivitäten in für die Identifikation von Emotionen wichtigen Arealen (z.B. Augen, Mund) erzeugen (Dimberg & Petterson, 2000). Eine Studie deutete vorläufige Ergebnisse zu verlängerten Scanpaths bei ADHS-Patienten im Vergleich zu Kontrollprobanden beim Betrachten von Gesichtern an (Marsh & Williams, 2006). Eine andere Studie zeigte keine Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne ADHS (Bal, 2011). Folgende Annahmen werden gemacht:

- 5.1 Bei ärgerlichen Gesichtern werden häufiger die Augenregion, bei freundlichen Gesichtern häufiger die Mundregion betrachtet (a). Patienten mit ADHS/ODD zeigen diesen Bias nicht (b).

- 5.2 Es werden keine gerichteten Hypothesen bezüglich der Unterschiede in den Scanpaths von Kindern mit und ohne ADHS/ODD aufgestellt.

4 Methoden

4.1 Stichprobe

Im folgenden Abschnitt wird auf die Akquise der Studienteilnehmer eingegangen. Weiterhin werden Ein- und Ausschlusskriterien aufgeführt, die vor, während und nach den Untersuchungen für die Teilnahme an der Studie ausschlaggebend waren. Die Eigenschaften der endgültigen Stichproben werden im Anschluss beschrieben. Da sich für die unterschiedlichen Fragestellungen unterschiedliche Stichproben ergeben haben, wird die Beschreibung zweier Stichproben erfolgen.

4.1.1 Rekrutierung der Studienteilnehmer

Die gesunden Kinder wurden über Aushänge und Elternbriefe an zwei Grundschulen und einem Gymnasium in Kiel, Flyer in einem Sportverein und Annoncen im Lokalteil der Tageszeitung sowie einer Anzeige in einer Zeitschrift für Familien rekrutiert. Per Telefon und Email konnten sich die Eltern der Kinder bei der Studienleiterin melden und wurden in einem ersten Telefonat über Inhalt, Umfang und eine mögliche Aufwandsentschädigung aufgeklärt.

Die Patienten wurden über Aushänge in der der Klinik angeschlossenen Ambulanz für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie sowie durch die behandelnden Therapeuten der Ambulanz informiert. Weiterhin wurden Aushänge und Flyer in Beratungsstellen und Arztpraxen verteilt. Auch hier konnten sich die interessierten Familien per Telefon oder Email an die Studienleiterin wenden. Patienten, die bereits an anderen Studien unserer Forschungseinrichtung teilgenommen haben, wurden bei vorliegender Einverständniserklärung telefonisch über die Studie informiert.

Bei allen interessierten Familien wurden direkt am Telefon einige grundlegende Ein- und Ausschlusskriterien erfragt, diese werden im nächsten Abschnitt erläutert. Die Familien erhielten im Anschluss an das Gespräch ein Unterlagenpaket per Post, das Aufklärungsbögen für die Eltern und für die Kinder sowie eine Anreisebeschreibung zur Klinik beinhaltete. Das Anschreiben forderte die Eltern auf, sich gemeinsam mit ihren Kindern die Aufklärungsbögen durchzulesen und

gemeinsam über eine Teilnahme an der Studie zu entscheiden. Einige Tage nach Erhalt der Informationspakete wurden die Familien per Telefon befragt, ob eine Teilnahme gewünscht war und sie entsprechend zu einem Diagnostiktermin eingeladen. Allen teilnehmenden Familien wurde eine Aufwandsentschädigung in Höhe von bis zu 100 Euro in Form von Gutscheinen für ein hiesiges Einkaufszentrum in Aussicht gestellt.

4.1.2 Aus- und Einschlusskriterien

Insgesamt wurden 57 Kinder mit einer ADHS und 34 gesunde Kinder über die Studie informiert. In einer telefonischen Befragung wurden erste Ein- und Ausschlusskriterien abgeklärt:

1. Das Alter der Versuchspersonen wurde zwischen 8 und 13 Jahren festgelegt.
2. Es durften ausschließlich nur Jungen an der Studie teilnehmen.
3. Kinder, die sich für die Kontrollgruppe meldeten, durften unter keinerlei psychiatrischen Erkrankungen leiden. Kinder aus der Patientengruppe sollten ebenfalls keine psychiatrischen Erkrankungen oder andere Störungen als ADHS und ODD aufweisen.
4. Gesunde Kinder wurden ausgeschlossen, wenn die Eltern der Kinder von Konzentrationsproblemen berichteten.
5. Die Teilnehmer durften keine Medikamente einnehmen, außer Methylphenidat-Präparate bei ADHS.
6. Bei den Kindern durfte keine Hoch- oder Minderbegabung vordiagnostiziert worden sein.
7. Frühgeborene Kinder (Geburt vor der Vollendung der 37. Schwangerschaftswoche) und solche mit einem Geburtsgewicht von unter 2400 g wurden nicht in die Studie aufgenommen.
8. Eine chronische, neurologische, hormonelle oder immunologische Erkrankung führte zum Ausschluss.
9. Kinder, die nach Angaben der Eltern unter Schlafproblemen, einem unregelmäßigen Schlaf-Wach-Rhythmus oder Trennungsängstlichkeit litten und solche, die regelmäßig Mittagsschlaf (mehr als 2x/Woche) hielten, wurden nicht in die Studie aufgenommen.
10. Kinder mit körperlichen Behinderungen, welche die Kinder während der Durchführung der Studie beeinträchtigten und Kinder, die eine unkorrigierte visuelle Beeinträchtigung oder Sehschwäche hatten, wurden nicht in die Studie eingeschlossen.

Tabelle 6: Ausschluss nach subjektiven Angaben während des Telefoninterviews

Kriterium	Anzahl ausgeschlossener Patienten	Anzahl ausgeschlossener Kontrollen
Tic-Störungen, andere Verhaltensstörungen als ADHS und ODD	3 mit anderen Störungen 3 ohne ODD	1 mit Verhaltensstörungen
Konzentrationsprobleme	-	2
Medikation, außer Methylphenidat	2 mit Atomoxetin	
Vordiagnostizierte Hochbegabung		2
Kein Schlafen außerhalb der elterlichen Wohnung	5	

Insgesamt lehnten 16 Familien der Kinder mit ADHS und drei Familien mit gesunden Jungen eine weitere Teilnahme an der Studie ab. Gründe dafür waren z.B. der hohe Aufwand durch eine weite Anreise oder die mehrmaligen Termine an den Wochenenden, auch die Anstrengung und Unruhe in der Familie, da diese häufig durch die Erkrankung der Kinder ohnehin belastet sind und Mühe haben, eine gewohnte Struktur im Alltag zu halten. Aber auch geringes Interesse und Ängste auf Seiten der Kinder oder Uneinigkeiten zwischen getrennt lebenden Eltern waren Gründe für eine Absage. 18 Kinder konnten aufgrund der in Tabelle 6 genannten Kriterien nicht in die Studie aufgenommen werden. Somit wurden insgesamt 28 Kinder mit einer ADHS und 26 gesunde Kinder zur Diagnostiksitzung eingeladen. Die Anzahl der teilnehmenden Kinder reduzierte sich im späteren Verlauf der Untersuchungen aufgrund weiterer Ausschlusskriterien, die nachfolgend genannt werden sollen.

4.1.3 Ausschluss durch standardisierte Verfahren

Die Kinder und ihre Eltern, die zu einem ersten Termin erschienen, nahmen an einer ausführlichen Diagnostiksitzung teil, deren einzelne Bestandteile im Abschnitt 4.2.6 näher beschrieben werden. Die Ergebnisse einiger dieser Messverfahren führten durch vorher festgelegte Kriterien zum Ausschluss, andere dienten lediglich der Stichprobenbeschreibung und werden deshalb auch in diesem Abschnitt näher erklärt. Die Diagnostiksitzung dauerte in etwa 150 Minuten und fand

zumeist an Nachmittagen statt. Die Kinder mit ADHS konnten an diesem Termin ihre Medikation beibehalten, ein Absetzen wurde nicht gefordert. Nach einer ausführlichen Aufklärung und der Möglichkeit, Fragen zur Studie stellen zu können, wurde die Diagnostik der Kinder, getrennt von den Eltern, von zwei geschulten Klinikern durchgeführt.

1. Kinder, die andere psychiatrische Erkrankungen als ADHS und ODD aufwiesen (erfasst mit dem strukturierten Interview Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version, deutsche Version von Delmo, Weiffenbach, Gabriel, Stadler and Poustka (2001) siehe Abschnitt 4.2.6) wurden nicht in die Studie aufgenommen. Ebenso wurden Kinder der Kontrollstichprobe, die drei oder mehr Symptome der ADHS erfüllten, nicht in die Studie aufgenommen.
2. Visuomotorische Gedächtnisbeeinträchtigungen (gemessen mit dem DCS, PR<16) führten zum Ausschluss aus der Studie.
3. Kinder mit Emotionserkennensdefiziten (erfasst mit dem FEFA) wurden nicht zur Studie zugelassen.
4. Ein fortgeschrittener Pubertätsstatus (erfasst mit der PDS, Total-Score >7) führte zum Ausschluss aus der Studie.
5. Kinder der Kontrollstichprobe mit Schlafproblemen (gemessen mit dem CSHQ-DE, Gesamtwert >47 und dem SSR-DE, Staninwert ≥ 8) wurden nicht zugelassen.
6. Kinder mit einer Hoch- bzw. Minderbegabung (IQ <85 und >140 gemessen mit dem CFT 20R) wurden nicht zur Studie zugelassen.

Tabelle 7: Ausschluss durch standardisierte Verfahren

Kriterium	Anzahl ausgeschlossener Patienten	Anzahl ausgeschlossener Kontrollen
andere Verhaltensstörungen als ADHS und ODD	3 ohne ODD	3 subklinisch
Visuelle Gedächtnisleistung	1	
Pubertätsstatus		1

Untersucherfehler während der Diagnostiksituation (Fehler in der Durchführung) bzw. technische Probleme während des Versuchsablaufs führten zum Ausschluss eines Patienten und eines Kontrollprobanden. Ein Versuchsteilnehmer der Gruppe der gesunden Kinder wurde nach der Diagnostiksituation nicht weiter in die Studie aufgenommen, da sein Intelligenzquotient zwar nicht außergewöhnlich hoch, jedoch zu hoch für ein ausgeglichenes Intelligenzniveau zwischen den Gruppen war. Dieser Teilnehmer konnte anschließend an einer anderen Studie teilnehmen. Insgesamt konnten 22 Patienten und 19 gesunde Kinder für die Stu-

die den Kriterien entsprechend rekrutiert werden. Jedoch brachen 4 Patienten und 2 gesunde Kinder die Untersuchungen aufgrund mangelnder Motivation ab, sodass 18 Patienten und 17 gesunde Kinder vollständig an allen Untersuchungen teilnahmen.

4.1.4 Stichprobenbeschreibung für Fragestellungen zu den Gedächtnisdaten

Aufgrund geringer Gedächtnisleistungen von 2,5 SD unter dem Mittelwert der Gruppe der Patienten wurden 2 Patienten aus der Auswertung ausgeschlossen, da von mangelnder Compliance oder mangelndem Verständnis der Instruktionen ausgegangen werden muss. Bei einem Kind der Kontrollgruppe konnte nicht ausgeschlossen werden, dass im Gedächtnisparadigma in einer Bedingung eine Verwechslung der Tasten „Alt“ und „Neu“ vorlag, sodass dieses aus dieser Auswertung ausgenommen war. In die spätere Auswertung gingen die Daten von 16 gesunden Kindern aus der Kontrollgruppe und von 16 Patienten ein. Die Diagnosen, Mittelwerte der Tests und Fragebögen und die Vergleiche innerhalb dieser Tests sind in Tabelle 8 abgebildet.

Tabelle 8: Beschreibung der Stichprobe für die Auswertung der Gedächtnisleistungen.

	Patienten (n=16) MW ± SD	Kontrollen (n=16) MW ± SD	t	p
Diagnosen nach DSM IV	12 Jungen: 314.01+318.81 3 Jungen: 314.0 + 313.81 1 Junge: 314.01+ sub. 313.81	keine	-	-
Alter	11;3 ± 1,12	11;1 ± 1,12	0,32	.751
IQ-Wert	105,63 ± 14,57	110,38 ± 11,14	-1,04	.309
DCS (IQ-transformiert)	102,95 ± 9,77	110,31 ± 9,48	-2,16	.039
CSHQ-DE	44,13 ± 5,91	38,63 ± 3,98	3,09	.004
SSR-DE	25,5 ± 4,66	20,88 ± 2,47	3,51	.001
Pubertätsstatus laut Eltern	3,5 ± 1,03	3,25 ± 0,47	0,89	.381
Pubertätsstatus laut Kind	3,63 ± 0,89	3,44 ± 0,63	0,69	.495
CBCL Rohwerte:				
Sozialer Rückzug	3,31 ± 1,92	1,38 ± 1,50	3,18	,003
Körperliche Beschwerden	1,38 ± 1,50	1,06 ± 2,21	0,47	,643
Ängstlich-depressiv	6,56 ± 4,70	1,50 ± 1,67	4,06	,000
Soziale Probleme	5,75 ± 2,52	0,56 ± 1,09	7,56	,000
Schizoid-zwanghaft	1,19 ± 1,87	0,31 ± 0,70	1,75	,090
Aufmerksamkeitsprobleme	9,69 ± 2,62	1,81 ± 1,94	9,65	,000
Dissoziales Verhalten	6,81 ± 3,99	1,00 ± 1,37	5,52	,000
Aggressives Verhalten	20,13 ± 6,61	3,69 ± 4,33	8,32	,000
Externalisierend	10,69 ± 6,01	3,81 ± 4,26	3,73	,001
Internalisierend	26,94 ± 9,77	4,69 ± 5,51	7,94	,000
Gesamtwert	61,75 ± 17,86	13,50 ± 13,15	8,70	,000

4.1.5 Stichprobenbeschreibung für Fragestellungen zu den Bewertungsdaten

In die Auswertung der Bewertungsdaten gingen insgesamt die Werte von 18 Patienten und 17 Kontrollprobanden ein. Tabelle 9 zeigt für alle Probanden die erzielten Werte aus den in der Eingangsuntersuchung verwendeten Testungen.

Tabelle 9: Beschreibung der Stichprobe für die Auswertung der Bewertungsdaten.

	Patienten (n=18) MW ± SD	Kontrollen (n=17) MW ± SD	t	p
Diagnosen nach DSM IV	14 Jungen: 314.01 + 318.81 3 Jungen: 314.0 + 313.81 1 Junge: 314.01+ sub. 313.81	keine	-	-
Alter	11;4 ± 1,50	11;1 ± 1,07	0,45	.659
IQ-Wert	104,39 ± 14,28	109,06 ± 12,08	-1,04	.305
DCS	101,12 ± 10,62	108,96 ± 10,74	-2,17	.037
CSHQ-DE	43,72 ± 5,68	38,47 ± 3,91	3,17	.003
SSR-DE	25,44 ± 4,50	20,76 ± 2,44	3,79	.001
Pubertätsstatus laut Eltern	3,44 ± 0,98	3,24 ± 0,44	0,80	.209
Pubertätsstatus laut Kind	3,61 ± 0,85	3,41 ± 0,62	0,79	.199
CBCL Rohwerte:				
Sozialer Rückzug	3,67 ± 2,09	1,53 ± 1,59	3,39	,002
Körperliche Beschwerden	1,50 ± 1,54	1,18 ± 2,19	0,51	,615
Ängstlich-depressiv	6,72 ± 4,46	1,77 ± 1,95	4,22	,000
Soziale Probleme	5,28 ± 2,78	0,65 ± 1,11	6,39	,000
Schizoid-zwanghaft	1,11 ± 1,78	0,29 ± 0,69	1,77	,086
Aufmerksamkeitsprobleme	9,78 ± 2,53	1,88 ± 1,90	10,38	,000
Dissoziales Verhalten	6,89 ± 3,79	1,00 ± 1,32	6,07	,000
Aggressives Verhalten	20,67 ± 6,49	3,94 ± 4,32	8,92	,000
Externalisierend	11,28 ± 5,91	4,29 ± 4,58	3,89	,000
Internalisierend	27,56 ± 9,48	4,94 ± 5,44	8,59	,000
Gesamtwert	62,28 ± 17,04	14,53 ± 13,42	9,17	,000

Die Probanden führten zusätzlich den Frankfurter Test und Training des Erkennens von facialem Affekt FEFA (Bolte et al., 2002) durch. Der FEFA stellt ein Verfahren dar, das die Erkennungsleistung verschiedener affektiver Gesichtsausdrücke misst. Aufgrund technischer Fehler konnten lediglich die Daten von 17 Patienten und 16 Kontrollprobanden ausgewertet werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 dargestellt. Geringere Erkennungsleistungen finden sich bei den Patienten im Vergleich zu den Kontrollprobanden bei den Emotionen Trauer [$t=-3,507$; $p=.001$], Überraschung [$t=-2,433$; $p=.021$] und Neutral [$t=-2,048$; $p=.049$].

Trauer und Überraschung gehören nicht zu den in dieser Arbeit untersuchten affektiven Gesichtsausdrücken.

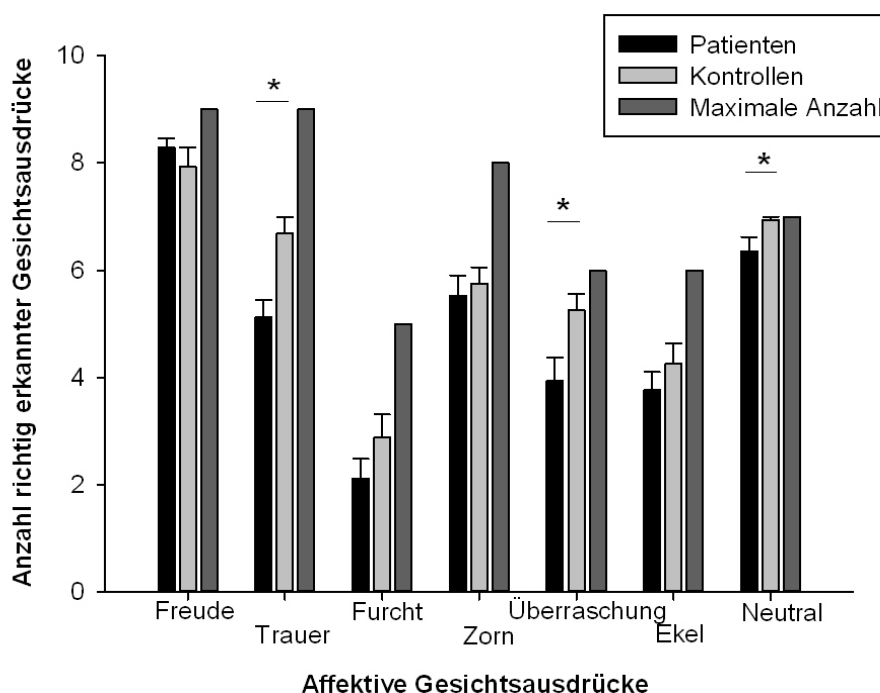


Abbildung 8: Anzahl richtig erkannter Gesichtsausdrücke der beiden Gruppen im FEFA (2002) und die maximal erreichbare Punktzahl (dunkelgrau).

4.2 Material, Paradigma und Apparatur

4.2.1 Künstlich erzeugte affektive Gesichtsausdrücke

Da eine große Anzahl an Stimuli für das Paradigma notwendig ist, wurden zunächst computer-generierte 3D-Modelle von Gesichtern erstellt. Das hat den Vorteil, dass theoretisch unendlich viele Variationen möglich sind. Dies ist angesichts der begrenzt vorhandenen validierten Stimuli-Sets mit Gesichtern eine gut kontrollierte Alternative.

Die künstlichen affektiven Gesichtsausdrücke wurden mithilfe des 3D-Programms PoserPro (SmithMicro, Columbia, CA) erstellt. Durch eine Software-Extension (Spencer-Smith et al., 2001) ist es möglich, einzelne Action Units, die an das Facial Action Coding System (Ekman & Friesen, 1978) angelehnt sind, zu modifizieren und somit emotionale Gesichtsausdrücke in 3D-Modellen zu erstellen. Durch die Kombination verschiedener Modelle mit physiognomischen Variationen und Texturen konnten Prototypen erstellt und mit den Sets der Action

Units mit emotionalen Gesichtsausdrücken versehen werden. Die Validierung der Action Units erfolgte durch eine geschulte FACS-Raterin. Somit entstanden verschiedene Prototypen, die hinsichtlich der Wiedererkennbarkeit, Natürlichkeit und Emotion untersucht wurden (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Künstlich erzeugte 3D-Gesichter mit den Emotionen Ärger, Freude und Angst.

Die Gesichter wurden Mitarbeitern aus dem wissenschaftlichen Bereich und aus dem Pflege- und Erziehungsteam der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie vorgestellt und sollten auf einer Skala von eins bis neun hinsichtlich der Wiedererkennbarkeit und Natürlichkeit sowie verschiedener Emotionskategorien eingestuft werden (siehe Abbildung 10). Die 3D-Gesichter wurden auf einem Laptop präsentiert und die Antworten auf der Bewertungsfolie per Mausklick registriert. Es zeigte sich, dass die computergenerierten Gesichter wenig Akzeptanz bei den Teilnehmern erzielten. Gründe dafür waren z.B. die ausgeblendeten Frisuren und das „Comic-ähnliche“ Aussehen der Figuren. Es wurde auch deutlich, dass das Erstellen der Sets mit ausreichend großer Anzahl von Gesichtern unter den gegebenen Umständen nicht möglich war. Für ein Paradigma, das die Rekognitionsleistung testen soll, war es nicht möglich, ausreichend unterschiedliche Gesichter zu generieren, somit musste auf Fotos aus verschiedenen Datenbanken zurückgegriffen werden.

	Ärger	Angst	Freude	Neutral	Ekel	Überra- schung	Trauer			
	1	2	3	4	5	6	7			
Völlig unrealistisch synthetisch künstlich unecht	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Völlig realistisch naturgetreu authentisch reell
Völlig unspezifisch verwechselbar uneindeutig austauschbar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Völlig charakteristisch prägnant identifizierbar markant

Abbildung 10: Bewertungsfolie im Vortest zur Generierung künstlicher 3D-Gesichter.

4.2.2 Auswahl und Bewertung der Stimuli

Da für diese Studie nicht die Erstellung völlig neuen Bildmaterials im Vordergrund stand, wurden vorhandene Datenbanken mit Fotos verschiedener Menschen mit emotionalen Gesichtsausdrücken durchsucht. Insgesamt wurden 320 Fotos aus fünf verschiedenen Datenbanken aufgenommen und mit dem Bildbearbeitungsprogramm Photoshop CS3 (Adobe Systems) hinsichtlich Graustufigkeit und Hintergrund einander angepasst, um den Einfluss dieser Faktoren auf die Rekognitionsleistung zu vermindern. Die eine Hälfte der Fotos sollte männliche, die andere Hälfte weibliche Gesichter beinhalten. Je Geschlecht wurden jeweils 40 Gesichter mit den Emotionen Ärger, Angst und Freude und einem neutralen Gesichtsausdruck benötigt. Dazu wurden Bilder aus den folgenden Datenbanken entnommen: FACES - Database of Facial Expressions in young, middle-aged, and older women and men (Ebner, Riediger & Lindenberger, 2010), NimStim Set of Facial Expressions (Tottenham et al., 2009), Productive Aging Laboratory (PAL) Face Database (Minear & Park, 2004), 2D Facial Emotional Stimuli (Gur et al., 2002) und KDEF -Karolinska Directed Emotional Faces System (Lundqvist, Flykt & Öhman, 1998).

In einer Vorstudie wurden 180 Bilder mit weiblichen Gesichtern und 177 Bilder mit männlichen Gesichtern bearbeitet und 12 gesunden Kindern (5 Jungen, 7 Mädchen) im Alter von 9 bis 12 Jahren sowie 12 gesunden Erwachsenen (6 männlich, 6 weiblich) zur Bewertung hinsichtlich der Valenz, des Arousal und bei den Kindern zusätzlich der Emotion dargeboten. Die Bilder wurden in zwei Sets

randomisiert aufgeteilt und, mit einer Pause zwischen den Sets, den Probanden auf einem Laptop mittels des Programms Eprime 1.0 dargeboten. Das Bild wurde für jeweils 2 Sekunden präsentiert, im Anschluss erschienen die SAM-Skalen für Valenz und Arousal (Self-Assessment Manikin; Lang, 1980), auf denen das Bild bewertet werden sollte. Die Kinder hatten zusätzlich die Aufgabe, den Gesichtern eine der Emotionen Ärger, Angst, Freude oder Neutral zuzuordnen. Bilder mit Gesichtern, deren Emotionen häufig von den Kindern nicht erkannt wurden, wurden ausgeschlossen, sodass 160 Bilder mit männlichen und 160 Bilder mit weiblichen Gesichtern übrig blieben (Beispielbilder siehe Abbildung 11).



Abbildung 11: Beispiele der ausgewählten Bilder mit den Emotionen Ärger, Angst, Freude, Neutral.

Aufgrund der Daten der Kinder wurden für jedes Bild Mittelwerte für Arousal und Valenz gebildet. Abbildung 12 demonstriert die Verteilung der ausgewählten Stimuli in einer Valenz/Arousal-Matrix. Anschließend wurden die Bilder in Gruppen aufgeteilt, sodass je Geschlecht und Emotion zwei Sets mit vergleichbaren Werten für Valenz und Arousal entstanden. Diese Sets wurden auf die einzelnen Sitzungen (Lernen, Abruf 1 und Abruf 2) so aufgeteilt, sodass die Sitzungen in beiden Sets sich hinsichtlich Arousal, Valenz und Anzahl der Bilder glichen.

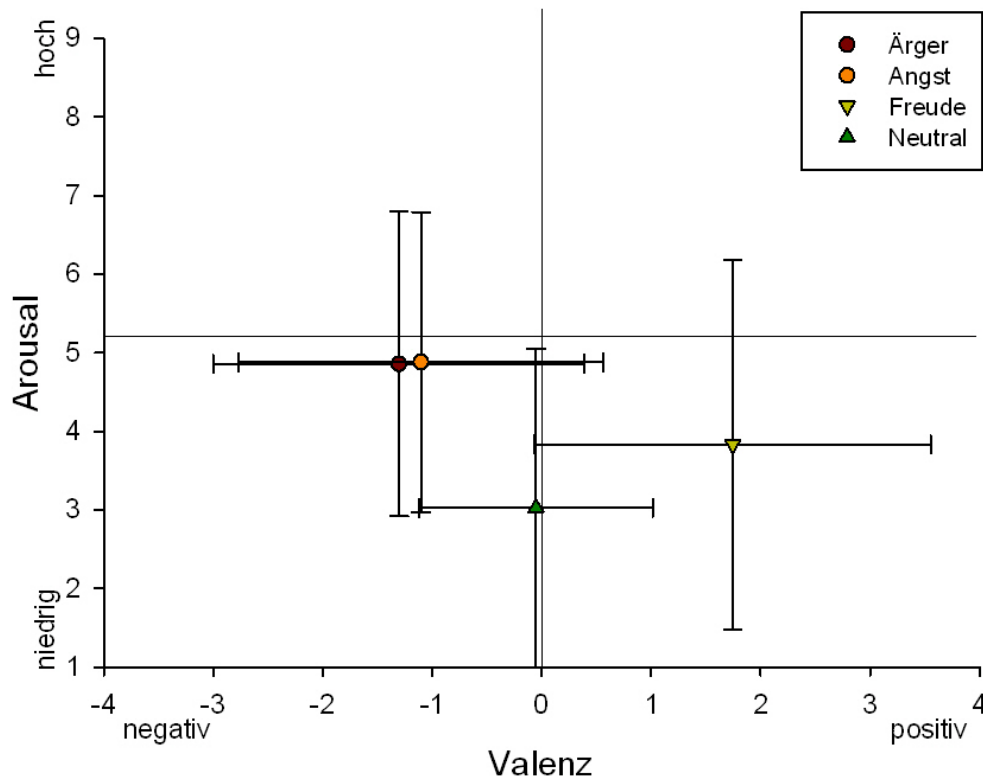


Abbildung 12: Verteilung der ausgewählten Stimuli durch die Bewertung der Kinder in den Dimensionen Valenz und Arousal. Punkte geben Mittelwerte an, Fehlerbalken zeigen Standardabweichungen.

4.2.3 Lern- und Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichter

Die Lern- und Bewertungsaufgabe ist in zwei Aufgaben unterteilt. Das Paradigma wird durch die Präsentationssoftware Eprime 2.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA) gesteuert. Die Bildschirmauflösung beträgt dabei 1280x768 Pixel, die Bilder haben eine Größe von 450x530 Pixel. In der Lernbedingung wird die Instruktion erteilt, die Bilder anzuschauen und anschließend auf drei Skalen mit 45 Abstufungen hinsichtlich der Intensität der Emotionen Ärger, Angst und Freude von „nicht vorhanden“ (ganz links auf der Skala) bis „sehr stark“ (ganz rechts auf der Skala) zu bewerten. Es soll angegeben werden, ob das Gesicht eine Emotion zeigt und welchen Geschlechts das Gesicht ist. Wenn die Kinder der Meinung sind, dass das Gesicht keine Emotion zeigt, hatten sie die Möglichkeit, auf den Analogskalen den Cursor auf der linken Seite („nicht vorhanden“) zu setzen.

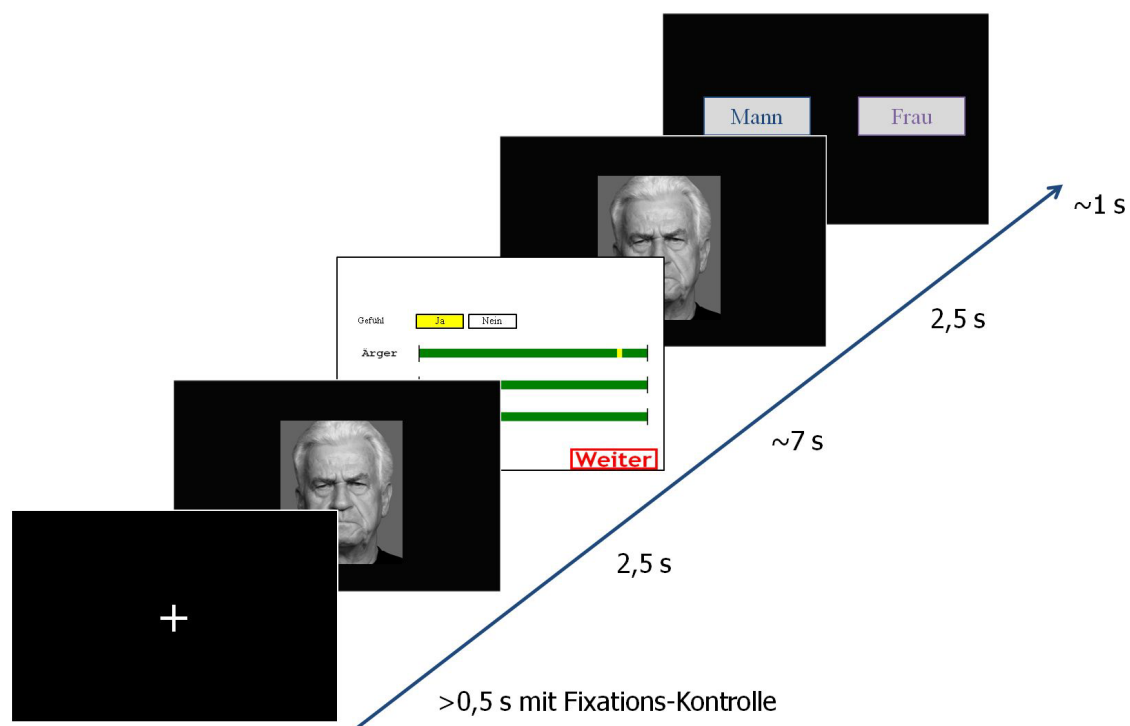


Abbildung 13: Abfolge der Lern- und Bewertungsaufgabe in der Lernbedingung.

Den Bildern geht ein Fixationskruz in der Bildschirmmitte voraus, das für mindestens 500 ms fixiert werden muss. Die Fixation wird über den Eye-Tracker aufgenommen und entsprechend verarbeitet. Diese Fixationsdauer dient der Kontrolle der Blickrichtung der Kinder. Das nachfolgende Bild wird also nur dann präsentiert, wenn die Kinder das Fixationskruz für mindestens 500 ms fixiert haben und so sichergestellt werden kann, dass bei allen Bildern die Aufmerksamkeit der Kinder vorhanden ist. Anschließend wird das Bild für 2500 ms gezeigt und es folgt die Bewertungsansicht. Die Ja/Nein-Abfrage bezüglich der vorhandenen Emotionalität des Gesichtsausdruckes und auf allen drei Skalen muss mittels Mausklick bewertet werden, erst dann kann der „Weiter“-Button bedient werden (siehe Abbildung 13) und das Bild wird ein zweites Mal für 2500 ms präsentiert. Es erscheint die Abfrageansicht nach dem Geschlecht, „Mann“ oder „Frau“. Die Abfrage nach dem Geschlecht hat zwei Hintergründe. Einerseits kann somit die Befolgung der Instruktion kontrolliert werden, wahlloses Antworten würde bei einer 50%-Chance über den ganzen Versuch erkennbar werden. Andererseits wird dadurch die weitere Enkodierung unterstützt. Für die Patienten mit ADHS ist die zweimalige kurzfristige Präsentation des Bildes vorteilhafter als eine einmalige, länger dauernde, während der die Aufmerksamkeit auf andere

Details als auf das Gesicht gerichtet werden könnte. Nach der Geschlechterabfrage ist ein Trial beendet und das nächste beginnt mit dem Fixationskreuz. Die Abfolge des Paradigmas im Lerndurchgang ist in Abbildung 13 dargestellt. Insgesamt werden nach zwei Übungstrials und einer Fünf-Punkte-Kalibrierung in der Lernbedingung 80 Gesichter (20 Freude, 20 Ärger, 20 Angst, 20 Neutral) gezeigt. Die Fünf-Punkte-Kalibrierung dient der Einstellung des Eye-Tracking-Systems. Nach der Hälfte der Bilder erfolgt eine kurze Pause zur Erholung.

Direkt im Anschluss an die Lernbedingung folgt ein erster Abruf 1, der als Baseline dient. Nur so kann kontrolliert werden, wieviel während der Lernbedingung gelernt und behalten wurde, um Aussagen über die Rekognitionsleistung nach dem Retentionsintervall machen zu können.

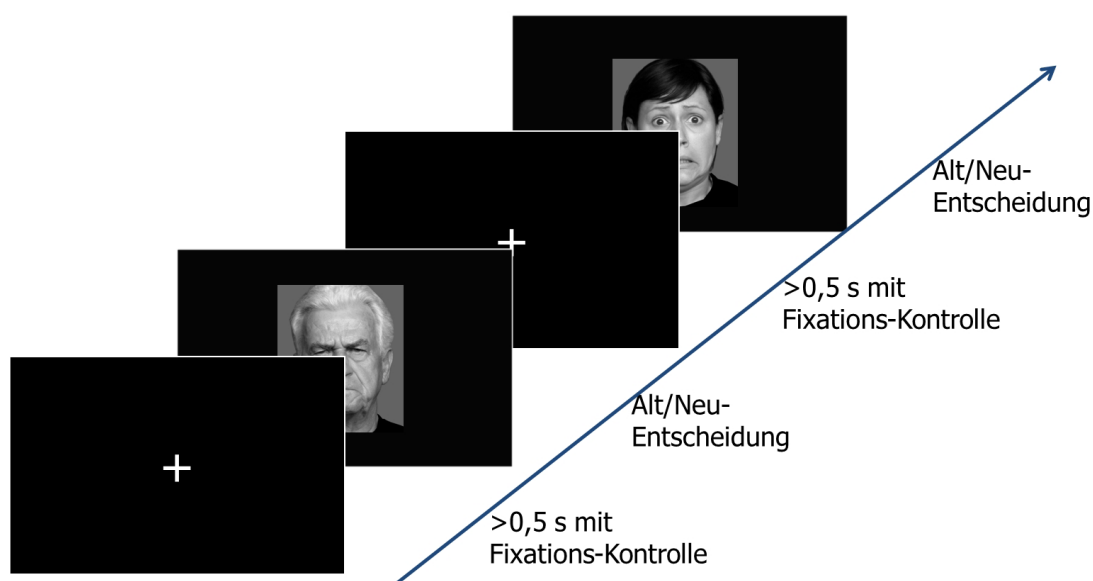


Abbildung 14: Abfolge der Rekognitionsaufgabe im Abruf 1 und Abruf 2.

Im Abruf 1 werden 20 Bilder aus der Lernbedingung und 20 neue Bilder (jeweils 5 Ärger, 5 Angst, 5 Freude, 5 Neutral) präsentiert. Die Aufgabe der Kinder ist es, per Mausklick so schnell und akkurat wie möglich zu entscheiden, ob das Bild „alt“, also ein bekanntes, bereits gelerntes Bild ist, oder ob es „neu“ ist und somit ein unbekanntes Gesicht zeigt. Auf der Maustaste sind die Buchstaben a und n für „alt“ und „neu“ gekennzeichnet, um Verwechslungen auszuschließen. Jedem Trial geht wiederum ein Fixationskreuz mit Kontrolle durch den Eye-

Tracker voraus. Die Gesichter werden so lange präsentiert, bis das Kind eine Entscheidung getroffen hat (Ablauf siehe Abbildung 14).

Nach dem Retentionsintervall mit entweder Schlaf oder Wachheit im Abruf 2 werden 60 alte Bilder aus der Lernbedingung und 60 neue Bilder in der Alt/Neu-Rekognitionsaufgabe, wie im Abruf 1 beschrieben, gezeigt. Anschließend werden die Bilder erneut zur Bewertung wie in der Lernbedingung vorgelegt, jedoch ohne die Abfrage nach dem Geschlecht. Die Abfolge der Bewertungsaufgabe in Abruf 2 ist in der Abbildung 15 dargestellt.

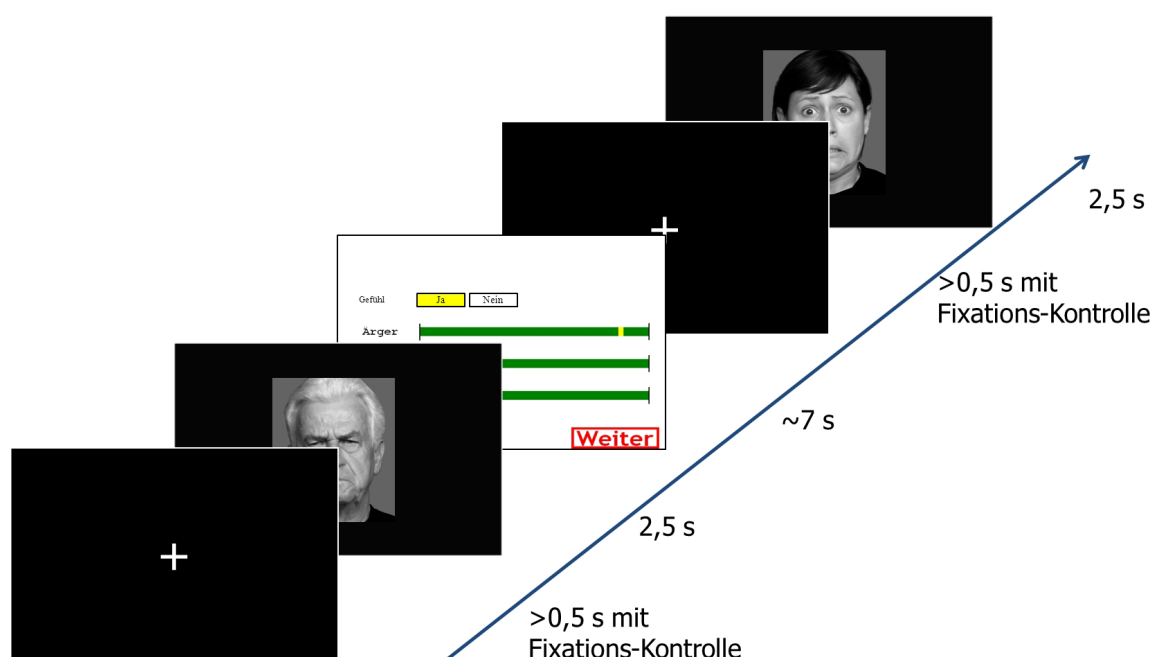


Abbildung 15: Abfolge der Bewertungsaufgabe in Abruf 2.

Der Abruf 3, der etwa drei Wochen, nachdem beide Bedingungen mit Wachheit und Schlaf bereits durchgeführt wurden, stattfindet, entspricht dem Paradigma aus dem Abruf 2. Es werden die 60 neuen Bilder aus dem Abruf 2 der Wach-Bedingung und die 60 neuen Bilder aus dem Abruf 2 der Schlafbedingung in der gleichen Art und Weise präsentiert. Dabei sollen diese Bilder wie in Abbildung 14 erinnert und anschließend wie in Abbildung 15 bewertet werden.

4.2.4 Aufbau und Eye-Tracking-System

Die Testsitzungen fanden in den Testlaborräumen der Arbeitsgruppe für psychophysiologische Forschung der Kinder- und Jugendpsychiatrie und -

psychotherapie des ZIP (Zentrum für Integrative Psychiatrie, Kiel) statt. Der Untersuchungsraum wurde durch ein Fensterrollo abgedunkelt und mit standardisierter Beleuchtung erhellt. Die Umgebungsreize wurden auf ein Minimum begrenzt, um die Aufmerksamkeit der Kinder nicht auf andere Details zu lenken. Ein EEG-Stuhl konnte so eingestellt werden, dass die Kinder für einen längeren Zeitraum bequem saßen und den Bildschirm gut überblicken konnten. Auf einem Tisch vor dem EEG-Stuhl befand sich ein Laptop (Arbeitsspeicher, Marke), der mit dem Tobii Eytracker TX300 (Tobii Technology, 2011) über ein LAN-Kabel und ein VGA-Kabel verbunden war. Der Tobii TX300 ist mit einem 23“-Bildschirm ausgestattet, auf dem die Präsentation der Stimuli gezeigt wird, diese wird über das Laptop gesteuert. Die Entfernung zwischen der Kamera und den Augen der Probanden beträgt in etwa 60 cm. Die binokulare Aufzeichnung der Augenbewegungen wird mit einer Sampling-Rate von 300 Hz und der Dark-Pupil-Technik durchgeführt. Die Dark-Pupil-Technik wird vor allem in gut ausgeleuchteten Räumen verwendet, dabei wird die dunkle Ellipse der Pupille in der Iris detektiert. Durch die Kompensation großer Kopfbewegungen durch das System sind Kinn- oder Kopfstützen nicht notwendig.

4.2.5 Polysomnographie

Die Polysomnographie (PSG) wurde bei allen Teilnehmern in einer Adaptations- und einer Testnacht im Schlaflabor des Zentrums für Integrative Psychiatrie in Kiel durchgeführt. Dazu standen moderne Einzelbettzimmer mit Infrarotkamera zur Verfügung, Nachtwachen waren für die Überwachung der Schlafableitung zuständig. Der Schlaf wurde durch eine Standard-Polysomnographie einschließlich des Elektroenzephalogramms (EEG), des Elektroofokulogramms (EOG), des Elektromyogramms (EMG), des Elektrokardiogramms und verschiedener respiratorischer Parameter aufgezeichnet. Dazu wurde ein portables PSG-Gerät (SOMNOScreenTM plus der Firma Somnomedics, Randersacker) am Oberkörper der Teilnehmer angebracht, über Funk konnte das Signal in einer Überwachungszentrale angezeigt und überprüft werden. Acht Ag/AgCl- Napfelektroden (Silber/Silberchlorid der Firma Grass) wurden nach dem 10-20-System (Jasper, 1958) an den Positionen F3, F4, C3, C4, Cz, P3, P4 und Pz mit selbstklebender Elektrodenpaste (Firma Grass) appliziert. Diese Elektroden wurden gegen die Referenzelektrode im Bereich des Nasenknochens abgeleitet, die Er-

dingselektrode wurde oberhalb der Nasenwurzel im Bereich der Stirnmitte (Fpz) befestigt. Die Abtastrate betrug 128 Hz (Bandpassfilter 0,2 – 35 Hz). Das EOG wurde diagonal unter dem linken und über dem rechten Auge aufgezeichnet, ebenfalls mit einer Abtastrate von 128 Hz (Bandpassfilter 0,2 – 75 Hz). Muskelbewegungen wurden zum einen am Kinn registriert (Bandpassfilter 0,2 – 128 Hz, Abtastrate 256 Hz), um Schlafphasen besser zu klassifizieren (Muskelatonie im REM-Schlaf) und zum anderen am Musculus tibialis anterior erfasst, um nächtliche Beinbewegungen (z.B. zum Ausschluss von PLMS) zu messen (nur in der Adaptationsnacht). Ein 2-Kanal-EKG wurde angebracht, um Einstreuungen des EKG-Signals in das EEG-Signal zu kontrollieren (Bandpassfilter 0,2–1,6 Hz, Abtastrate 32 Hz). Über einen Thorax-Gurt wurden Bewegungen des Brustkorbes gemessen, die Atmung wurde in der Adaptationsnacht zusätzlich über einen Thermistor aufgenommen. In Abbildung 16 ist die Verkabelung des Probanden exemplarisch dargestellt.

Die Impedanzen wurden kontinuierlich aufgezeichnet. Es war das Ziel, die Impedanzen von unter 10 k Ω zu erhalten, gegebenenfalls wurden Elektroden durch die Nachtwache nachgeklebt. Neben der Aufzeichnung dieser physiologischen Daten wurden weitere ermittelt: die Uhrzeit zum Zeitpunkt des Zubettgehens, die Einschlaflatenz (Dauer der Zeit nach dem Zeitpunkt, zu dem das Licht ausgemacht wurde, bis zum eindeutigen Auftreten des Schlafstadiums 2), die Gesamtschlafzeit (Zeitpunkt des Einschlafens bis zum Aufwachen in Minuten), die Häufigkeit des Erwachens (Schlafstadium Wach), die Häufigkeit von Arousals (EEG-Veränderungen >3 sec), die Schlafeffizienz (Anteil der Phase, die schlafend verbracht wurde, an der Gesamtschlafzeit), sowie die Häufigkeit von REMS. Während der Nacht wurde eine Videoaufzeichnung der Probanden durchgeführt und der Schlaf bzw. besondere Vorkommnisse (Umherdrehen, Aufrichten, Toilettengang) von einer Nachtwache überwacht. Die Schlafstadien wurden offline durch eine geschulte medizinisch-technische Assistentin nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales (1968) analysiert und ausgewertet.

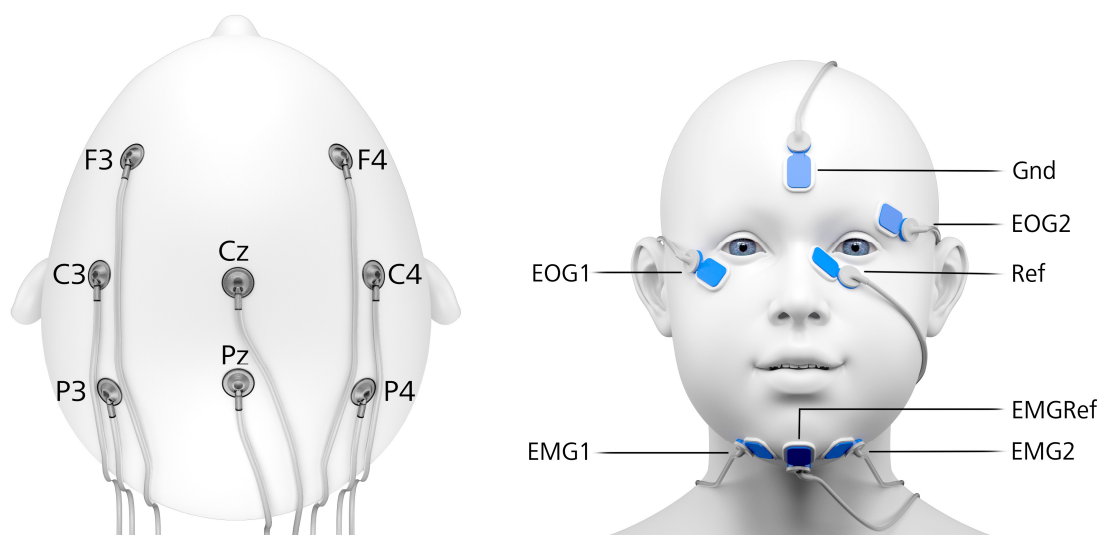


Abbildung 16: Exemplarische Darstellung der Elektrodenpositionen F3, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4 nach dem 10-20-System auf dem Oberkopf (links) und der entsprechenden Elektroden im Gesicht (rechts). Gnd = Ground, Ref = Referenz, EMGRef = Referenz für die EMG-Elektroden.

4.2.6 Fragebögen und Tests zur Erhebung der Stichprobendaten

Telefonakquise-Checkliste

Beide Gruppen wurden mit einer Telefonakquise-Checkliste (siehe Anhang A) befragt, dieses telefonische Interview wurde mit den Eltern der Teilnehmer durchgeführt. Diese Checkliste diente aus ökonomischen Gründen einem ersten Screening, um nur solche Kinder in die Diagnostiksituation einzuladen, die auch potenziell in Frage kämen. Die erfassten Daten sollen im Folgenden dargestellt werden.

Teilnehmen durften nur Jungen im Alter von 8-12 Jahren, da altersspezifische Veränderungen beispielsweise einen Einfluss auf den Schlaf haben können (Campbell et al., 2011). Zudem ist die Beschränkung auf ausschließlich Jungen darin begründet, dass geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Schlafarchitektur (Biggs, Lushington, James Martin, van den Heuvel & Declan Kennedy, 2013) und der Reaktion auf emotionale Stimuli (Demenescu, Mathiak & Mathiak, 2014; Gohier et al., 2013; Lee et al., 2013; Sharp, van Goozen & Goodyer, 2006) bestehen können. Die Geschlechterverteilung von 3,2 :1 bei einer ADHS (Willcutt, 2012) bedingt zusätzlich die Entscheidung, nur Jungen in die Studie aufzunehmen.

Die Checkliste beinhaltet neben Fragen zu Anschrift und Geburtsdatum auch Items zur besuchten Schulform und dem aktuellen Notenstand sowie möglichen Leistungsproblemen in der Schule. Über diese Fragen konnten Hinweise für eine Hoch- bzw. Minderbegabung der Kinder erlangt werden.

Fragen zu sozialen und emotionalen Problemen, über den Kontakt zu Beratungsstellen und nach bekannten Diagnosen wurden gestellt, um sich einen ersten Eindruck über den Patienten zu verschaffen und um Patienten mit weiteren Komorbiditäten auszuschließen, bzw. um bei den gesunden Kindern auffälliges Verhalten zu erfragen. Die Angabe von Komorbiditäten wie Tic-Störungen und andere Verhaltens- und emotionale Störungen führte bei drei Patienten und einem Kind aus der Gruppe der gesunden Jungen zum Ausschluss von der Studie. Bei der Gruppe der Patienten wurde besonders auf Auffälligkeiten im Sozialverhalten geachtet, da für die Studie vorwiegend Kinder mit einer oppositionellen Störung bzw. einer Störung des Sozialverhaltens gesucht wurden. Bei drei Kindern mit einer ADHS wurden Auffälligkeiten im Sozialverhalten verneint, weshalb diese vom Versuch ausgeschlossen wurden. Bei den gesunden Jungen führten Symptome und Diagnosen im gesamten psychiatrischen Bereich, aber auch Hinweise für leichte Konzentrationsschwierigkeiten zu einem Ausschluss, da nur Jungen in die Gruppe der gesunden Kinder eingeschlossen werden sollten, die keinerlei Probleme mit der Konzentration zeigten.

Weiterhin wurden akute und chronische Erkrankungen abgeklärt und medikamentöse Behandlungen erfragt. Bei vorliegender Medikation mit einem Methylphenidat-Präparat wurden die Familien darüber aufgeklärt, dass die Medikamente 48 Stunden vor jeder Testung abgesetzt werden müssten und es wurde erfragt, ob dies für die Teilnahme an der Studie akzeptiert werden kann. Eine Behandlung mit Atomoxetin führte zum Ausschluss, da hier eine Auswaschphase von mehr als 48 Stunden benötigt wird, um einen Einfluss des Medikaments auf die Leistungen auszuschließen. Die gesunden Kinder durften keinerlei Medikamente einnehmen. Chronische Erkrankungen, die zum Ausschluss führten waren z.B. neurologische Auffälligkeiten nach Kopfverletzungen, Gehirnerschütterungen und Bewusstlosigkeit, Hirntumor und Wahrnehmungsstörungen. Aber auch hormonelle und immunologische Auffälligkeiten bei Schilddrüsenproblematiken, Dia-

betes und Allergien wurden erfragt. Die Einnahme eines Cortison-haltigen Präparates oder eines Antihistaminikums führte zum Ausschluss, da diese einen Einfluss auf Wahrnehmung und Konzentration haben können.

Schlafprobleme, unregelmäßige Schlaf-Wach-Rhythmen, organische Schlafstörungen und das Bedürfnis nach regelmäßigem Mittagsschlaf wurden erfragt, da der Einfluss eines altersentsprechenden Schlafes untersucht werden sollte und Abweichungen davon somit zum Ausschluss führten. Auch wurde die Angst vor dem Schlafen außerhalb der Familie erfragt. Kinder mit einer körperlichen Behinderung wurden nicht in die Studie aufgenommen, wenn die Behinderung die Versuchsdurchführung beeinträchtigte. Für die Teilnahme an der vorliegenden Studie war ein Mindestmaß an Sehtüchtigkeit bzw. eine Korrektur der Sehschwäche notwendig, da visuelle Stimuli auf einem Monitor präsentiert wurden und eine beeinträchtigte Wahrnehmung ausgeschlossen werden musste.

Diagnostisches Interview KIDDIE-SADS-PL

Die Patienten, die alle durch klinische Einrichtungen bereits eine Diagnose im Bereich der Aufmerksamkeits- und Hyperaktivitätsstörung erhielten, wurden mittels des KIDDIE-SADS-Present and Life time version (Delmo et al., 2001) hinsichtlich der Forschungskriterien nach DSM-IV untersucht. Die Interviews wurden von geschulten Klinikern durchgeführt. Das K-SADS-PL ist ein halbstrukturiertes diagnostisches Interview zur Erfassung gegenwärtiger und zurückliegender psychischer Störungen bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 6-18 Jahren. Kind und Eltern werden getrennt voneinander befragt, im Anschluss erfolgt eine zusammenfassende Auswertung und Beurteilung. Das Interview wird durch ein unstrukturiertes Eingangsgespräch eingeleitet. Dieses erfasst demografische Daten, aktuelle Beschwerden und zurückliegende psychiatrische und andere Behandlungen. Zudem werden Schulleistungen, soziale Interaktionen in der Schule, mit Gleichaltrigen und den Familienmitgliedern und allgemeine Interessen und Beschäftigungen des Kindes erfragt. Diese Informationen und Fragen haben zum einen anamnestischen Charakter, dienen aber auch dem Aufbau einer günstigen Interaktion zwischen dem Interviewer und dem Kind bzw. dessen Eltern. Im anschließenden Screening-Interview werden affektive und psychotische Störungen, Verhaltensstörungen, Angst- und Zwangserkrankungen, Substanzmissbrauch,

Ess- sowie Tic-Störungen und posttraumatische Belastungsstörungen erfragt. Mithilfe dieses Screening-Interviews kann festgestellt werden, welche psychiatrischen Diagnosen ausgeschlossen werden können und welche für die Vergabe einer Diagnose erforderlichen Symptome und Kriterien noch genauer erfragt werden müssen. Die Erweiterungsinterviews der einzelnen Störungsbilder werden je nach im Screening-Interview erreichten Kriterien durchgeführt, das heißt, sobald sich Hinweise für eine Diagnose ergeben haben. Das Erweiterungsinterview für Verhaltensstörungen wurde in jedem Fall durchgeführt, unabhängig von sich ergebenden Hinweisen.

CFT 20-R

Die allgemeine Intelligenz steht im Zusammenhang mit Lernleistungen und allgemeinen kognitiven Leistungen, weshalb mit dem Grundintelligenztest Skala 2 - Revision CFT 20-R (Weiß, 2006) ein IQ ermittelt wurde. Kinder mit einem unterdurchschnittlichen IQ (<85) wären aus der Studie ausgeschlossen worden, dies war bei keinem Kind der Fall. Der CFT 20-R ist ein sprachfreier kürzerer Test in einer deutschen überarbeiteten Version des „Culture Fair Intelligenztest“ von Cattell (1940). Der Test gilt als Grundintelligenztest für Kinder und Erwachsene, es liegen Normwerte für Kinder und Jugendliche von 8;5 bis 19 Jahren und für Erwachsene von 20 bis 60 Jahren vor. Der CFT 20-R besteht aus zwei sich ähnelnden Testteilen, jeder Testteil verfügt über die folgenden vier Untertests: „Reihenfortsetzen“, „Klassifikationen“, „Matrizen“ und „Topologien“. Aus zeitökonomischen Gründen wurde lediglich der erste Teil des Testes durchgeführt, da für die vorliegende Untersuchung keine Intelligenzdiagnostik durchgeführt werden sollte, sondern lediglich ein Hinweis für die allgemeinen kognitiven Leistungen erhalten werden sollte.

DCS

In der vorliegenden Arbeit soll die Gedächtnisleistung für visuelle Stimuli untersucht werden, deshalb wurde während der Diagnostiksituation mithilfe des Diagnosticums für Cerebralschädigung (DCS, Weidlich & Lamberti, 2001) eine visuo-motorische Gedächtnisbeeinträchtigung ausgeschlossen. Den Kindern wurden dabei neun Karten mit jeweils einem Symbol aus fünf Strichen vorgelegt, die

sie sich einprägen und im Anschluss mit fünf Holzstäbchen aus dem Gedächtnis nachlegen sollten. Kinder, die einen Prozentrang von unter 16 erreichten, konnten nicht an der Untersuchung teilnehmen, da laut Manual bei diesem PR die Wahrscheinlichkeit erhöht ist, dass eine zerebrale Störung vorliegt.

CBCL/4-18

Die deutsche Fassung der Child Behavior Checklist for ages 4-18 (CBCL/4-18) nennt sich Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen (Döpfner et al., 1998) und wurde den Eltern aller Jungen zur Beantwortung vorgelegt. Die CBCL erfasst die Einschätzung der Eltern hinsichtlich der Kompetenzen und Problembereiche ihrer Kinder. Es können drei Kompetenzskalen (Aktivität, soziale Kompetenz und Schule) und acht Syndromgruppen aus den Antworten abgeleitet werden (Sozialer Rückzug, Körperliche Beschwerden, Angst/Depressivität, soziale Probleme, Schizoid/Zwanghaft, Aufmerksamkeitsstörung, Dissoziales Verhalten, Aggressives Verhalten). Weiterhin können aus den Syndromskalen Werte für externalisierendes und internalisierendes Verhalten und ein Gesamtwert für Problemverhalten gebildet werden. Die ermittelten Prozentränge und T-Werte gaben Aufschluss über das Vorhandensein weiterer oder komorbider Störungen und Auffälligkeiten. Zusätzlich konnten die durch das K-SADS-PL (Delmo et al., 2001) gestellten Diagnosen durch die Skalen Aufmerksamkeitsprobleme, Dissoziales Verhalten, Soziale Probleme und Aggressives Verhalten gestützt werden.

PDS

Die Erfassung des Pubertätsstatus wurde mithilfe der deutschen Fassung der Pubertal Development Scale (Watzlawik, 2009) durchgeführt. Mithilfe der PDS können bei den Jungen 5 verschiedene Pubertätsstadien (präpubertär, beginnende Pubertät, mitten in der Pubertät, fortgeschrittene Pubertät, postpubertär) differenziert werden. Die drei Hauptindikatoren für den Status der Pubertät bei Jungen sind das Wachstum der Schambehaarung und des Bartwuchses sowie der Stimmbruch, die in einem Selbsturteil und einem Fremdurteil durch die Eltern der Jungen erfasst werden. Für die vorliegende Untersuchung wurde ein Cut-Off von 7 (fortgeschrittene Pubertät) im Selbsturteil für den Ausschluss festgelegt.

Schlaffragebögen CSHQ-DE, SSR-DE, Schlaffragebogen für Eltern

Da in der vorliegenden Untersuchung der Einfluss des Schlafes auf die Verarbeitung der Stimuli untersucht werden soll, wurden drei Fragebögen, die das Schlafverhalten und Schlafstörungen bei Kindern erfassen, durch die Eltern und die Kinder ausgefüllt. Zwei dieser Fragebögen erfassten Fremdbeurteilungen durch die Eltern, ein Fragebogen ermittelte das Selbsturteil der Kinder. In der vorliegenden Untersuchung wurde keine komplette Diagnostik für Schlafstörungen vorgenommen. Kinder der Kontrollstichprobe wären bei auffälligen Werten ausgeschlossen worden, dies war bei keinem Kind der Fall.

Die deutschsprachige Version des Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ-DE, Schlarb, 2011) ist ein Screening-Instrument zur Erkennung von Schlafstörungen im Kindesalter von 4-10 Jahren. Der *CSHQ-DE* umfasst 33 Items, die auf einer drei-stufigen Skala (gewöhnlich, manchmal, selten) beantwortet werden sollen. Es können ein Gesamtwert und acht Subskalen (Zubettgehschwierigkeiten, Einschlafverzögerung, Schlafdauer, Schlafbezogene Ängste, Nächtliches Erwachen, Parasomnien, Schlafbezogene Atemstörungen und Tagesschläfrigkeit) gebildet werden. Ein Cut-Off-Wert von 47, der über die Stanine-Skala der deutschen Normstichprobe berechnet wurde, gibt an, welche Kinder Auffälligkeiten zeigen. Da der Fragebogen nur für Kinder im Altersrange von 4-10 Jahren validiert wurde, können die Ergebnisse der Kinder mit einem höheren Alter nicht hinreichend interpretiert werden.

Der Sleep Self Report *SSR-DE* in der deutschen Fassung ermöglicht es, genaue Angaben hinsichtlich der subjektiven Schlafprobleme von Kindern zu erfassen (Schwerdtle, Roeser, Kübler & Schlarb, 2010). Dieser Selbstauskunftsfragebogen ist die Analogie zur Fremdbeurteilung *CSHQ-DE* und erfasst entsprechende Kriterien für Schlafstörungen nach der ICSD-2 (Internationale Klassifikation von Schlafstörungen, American Academy of Sleep Medicine 2005). In der vorliegenden Studie wurden gesunde Kinder mit einem Stanine-Wert von 8 oder mehr ausgeschlossen.

Der „*Schlaffragebogen für Eltern*“ (siehe Anhang 9.4) dient der Erfassung des aktuellen Gesundheitszustandes, bestehender Grunderkrankungen sowie mögli-

cher Schlafstörungen und –auffälligkeiten. Der Fragebogen besteht aus neun offenen Fragen zu Größe, Gewicht und Schlafverhalten. Weitere 39 Fragen sind mit „Ja“/ „Nein“ zu beantworten, wobei bei 15 Fragen im Falle einer „Ja“ – Antwort eine weitere Angabe mit Hilfe einer Abstufung von „selten“ bis „immer“ folgt.

FEFA

Da in der vorliegenden Studie das Wiedererkennen von Gesichtern mit emotionalen Gesichtsausdrücken und deren Bewertungen untersucht werden sollen, wurde das Verfahren „Frankfurter Test und Training des Erkennens von fazialem Affekt“; FEFA (Bolte et al., 2002) angewendet, um Kinder mit eindeutigen Auffälligkeiten auszuschließen. Ein Cut-Off wird für diesen Test nicht angegeben, weshalb in der vorliegenden Arbeit lediglich eine generelle Unfähigkeit, Emotionen zu erkennen, zu einem Ausschluss führen würde, dies war bei keinem teilnehmenden Kind der Fall. Die Autoren beschreiben die psychometrischen Eigenschaften des Tests mit einer internen Konsistenz von Cronbach's alpha $r=.95$ und einer Retest-Reliabilität von $r_{tt}=.92$. Er beruht auf dem Konzept der sieben Basisemotionen nach Ekman und Kollegen (1971). In dieser Aufgabe werden 50 Fotos mit emotionalen Gesichtsausdrücken präsentiert, denen jeweils nur einer der sieben Emotionsbegriffe (Zorn, Ekel, Überraschung, Freude, Furcht, Trauer und Neutral) zugeordnet werden soll. Anschließend kann ein Gesamtscore berechnet werden. Die Basisemotionen in diesem Test sind wie folgt auf die Anzahl von 50 Fotografien verteilt: Freude (9), Trauer (9), Angst (5), Zorn (8), Überraschung (6), Ekel (6) und Neutral (7). Antworten wurden als richtig erachtet, wenn sie zu wenigstens 90% in einer standardisierten gesunden Stichprobe als diese erkannt wurden. Für diesen Test liegen lediglich nicht repräsentative Normwerte einer kleinen Stichprobe von 22 erwachsenen Teilnehmern (durchschnittliches Alter 29,7 Jahre) vor. Die Leistung dieser Gruppe ergab einen durchschnittlichen Testwert von 42,9 (SD= 1,3), was einem Gesamtscore von 85,8% entspricht. Für jüngere Altersgruppen liegen keinerlei Normwerte vor. In einer Untersuchung von Sinzig und Kollegen (2012) wurden 29 gesunde Kinder im Alter von 12,8 Jahren und 30 Kinder mit einer ADHS im Alter von 12,7 Jahren im FEFA getestet. Die gesunde Kontrollstichprobe erreichte in dieser Untersuchung einen Gesamtscore von 77,9% (SD=7,0), was einem Rohwert von 38,95 entspricht. Die Gruppe der Pati-

enten mit ADHS zeigte einen Gesamtscore von 69,1% (SD=16,1), welcher sich signifikant von dem der Kontrollgruppe unterschied ($p = 0.04$).

Edinburgh-Händigkeitinventar

Das Edinburgh-Händigkeitinventar (Oldfield, 1971) wurde eingeführt, um Aussagen über die Verteilung von Links- und Rechtshändern machen zu können und um die Steuerung des Paradigmas mit der dominanten Hand durchführen lassen zu können. Da während der Rekognitionsaufgabe Reaktionszeiten aufgezeichnet werden, ist die Antwortlatenz mit der dominanten Hand aufgenommen worden. Mit Hilfe von zehn einfachen Fragen zur Benutzung einer bestimmten Hand bei verschiedenen Tätigkeiten (z.B. Schreiben, Malen, Werfen) kann ermittelt werden, ob der Proband eindeutig Links- oder Rechtshänder ist oder keine Präferenz für eine bestimmte Seite hat.

4.2.7 Fragebögen und Tests während der experimentellen Durchführung

Nächte- bzw. Tagebuch

Die Teilnehmer füllten vor und nach jeder Untersuchungseinheit einen Fragebogen zur Erfassung und Kontrolle der emotionalen Reaktivität, der Müdigkeit und der subjektiven Einschätzung des Schlafes, der Aktivitäten am Tage und dem Konsum von koffeinhaltigen Produkten oder der Einnahme von Medikamenten aus. Zur Selbsteinschätzung der allgemeinen Müdigkeit und der Schlafqualität wurden visuelle Analogskalen mit Verankerungspunkten von 0=„sehr müde“ bzw. „sehr erholsam“ bis 100=„sehr wach“ bzw. „gar nicht erholsam“ verwendet. Die Erfassung der emotionalen Reaktivität erfolgte über die bereits eingeführten SAM-Skalen (siehe Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das Nächte- und das Tagebuch sind im Anhang 8 A und 8 B dargestellt.

KITAP

Die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung bei Kindern (KITAP, Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002) ist angelehnt an die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP, Zimmermann & Fimm, 1993). Sie enthält kindgerechte visuelle und auditorische Reize in 13 Untertests, die unter anderem die

Aufmerksamkeitsaktivierung, die Daueraufmerksamkeit oder die Vigilanz erfassen können. Dieses computer-gestützte Verfahren wird unter anderem in der neuropsychologischen Diagnostik der ADHS angewandt und ist normiert im Altersbereich von 6-10 Jahren. In der vorliegenden Arbeit wurde der Untertest Alertness verwendet, der die Aufmerksamkeitsaktivierung erfassen kann. Die Kinder haben die Aufgabe bei Erscheinen eines visuellen Reizes (Hexe in einem Fenster) so schnell wie möglich eine Taste zu drücken. Die Reize erscheinen zufällig und mit unterschiedlichen Intervallen. Die Durchführung dauert ca. 1,5 Minuten. Erfasst werden die Mediane der Reaktionszeiten, Fehler durch antizipierte Reaktionen werden nicht weiter ausgewertet.

4.3 Design

4.3.1 Unabhängige Variablen

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, welche Unterschiede sich bei gesunden Kindern und Kindern mit einer ADHS und oppositioneller Störung bei der Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke im Schlaf im Vergleich zur Wachheit ergeben. Aus dieser Fragestellung können je nach Hypothese folgende unabhängige Variablen abgeleitet werden. Bei der ersten unabhängigen Variablen handelt es sich um die „Gruppenzugehörigkeit“ mit den Ausprägungen „Patienten“ (Kinder mit einer ADHS und einer komorbiden oppositionellen Störung) und „Kontrollen“ (gleichaltrige Kinder ohne psychiatrische oder andere Erkrankungen). Als zweite unabhängige Variable wurde das Retentionsintervall variiert und zwei „Bedingungen“ mit den Ausprägungen „Schlaf“ und „Wachheit“ geschaffen. Die Bedingung „Schlaf“ beinhaltet ein 12-stündiges Intervall mit Nachtschlaf. Hingegen beinhaltet die zweite Bedingung ein 12-stündiges Intervall am Tage mit Wachheit. In dieser unabhängigen Variablen sind weitere unabhängige Variablen aufgelöst. So bestehen diese Variablen aus Differenzen von jeweils zwei Messzeitpunkten („Session“). Einer Sitzung mit „Enkodierung“ und „Abruf 1“ vor dem Retentionsintervall und einer Sitzung mit dem „Abruf 2“ nach dem Retentionsintervall. Innerhalb der „Abruf 1“- und „Abruf 2“-Sitzungen ist die unabhängige Variable „Bekanntheit“ mit den Stufen „Alt“ und „Neu“ durch die Bildung einer Differenz aus diesen aufgelöst. Die Stufe „Alt“ beschreibt bereits präsentierte Bilder; „Neu“ entspricht demnach unbekanntem neuen Bildern. Die dritte unabhängige

Variable „Emotion“ liegt in vier Ausprägungen vor. Es wurden Gesichtsausdrücke der Emotionen „Freude“, „Ärger“ und „Angst“ verwendet und keine Emotion „Neutral“. Somit wurde eine eindeutig positive Emotion (Freude), eine negative Emotion (Ärger), keine Emotion (Neutral) und eine Emotion (Angst), die scheinbar durch Kinder mit ADHS in besonderer Art und Weise verarbeitet wird (Sjöwall et al., 2013; Williams et al., 2008), verwendet. Zum besseren Verständnis ist das Design in

Abbildung 17 dargestellt. Der „Abruf 3“ wird als zusätzliche Variable aufgenommen, er hängt nicht direkt von den anderen Variablen ab, jedoch beinhaltet dieser Abruf Stimuli aus den Abruf 2-Sitzungen der Schlaf- und Wachbedingungen.

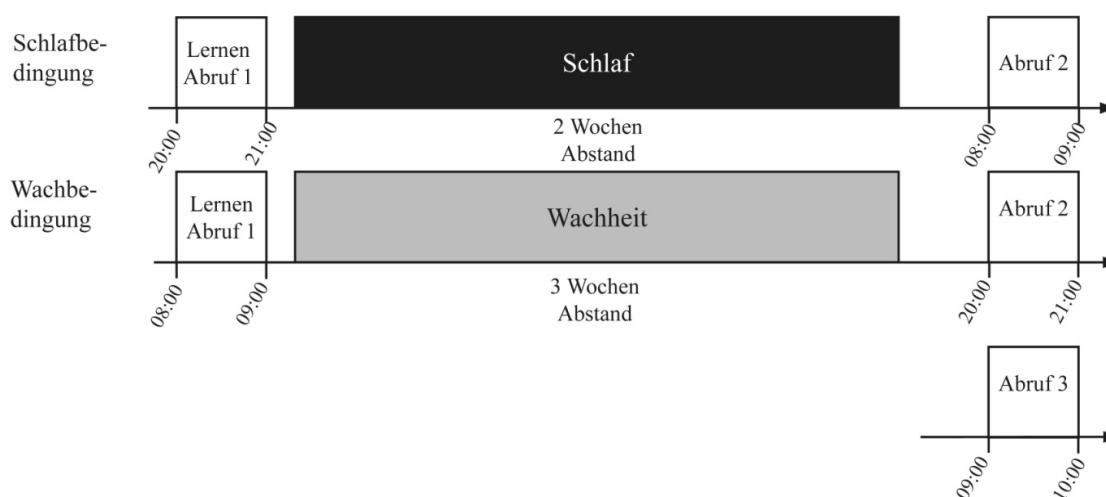


Abbildung 17: Design der vorliegenden Studie mit der Schlaf- und Wachbedingung, sowie dem Abruf 3 nach drei weiteren Wochen.

Das Versuchsdesign ist in Tabelle 10 dargestellt. Dabei handelt es sich um ein $2 \times 2 \times 4 \times 2 \times 2$ -Design mit dem Gruppierungsfaktor „Gruppe“ und den zwei Messwiederholungsfaktoren „Bedingung“, „Emotion“, „Sitzung“ und „Bekanntheit“. Die Faktoren „Abruf“ und „Bekanntheit“ werden zum Teil der Einfachheit halber in Differenzwerten aufgelöst.

Tabelle 10: Tabellarische Darstellung des Versuchdesigns

UV ₁	UV ₃			Ärger	Angst	Freude	Neutral
	UV ₂	UV ₄	UV ₅				
Patienten	Schlaf	Abruf 1	Alt				
			Neu				
		Abruf 2	Alt				
			Neu				
	Wach	Abruf 1	Alt				
			Neu				
		Abruf 2	Alt				
			Neu				
Kontrollen	Schlaf	Abruf 1	Alt				
			Neu				
		Abruf 2	Alt				
			Neu				
	Wach	Abruf 1	Alt				
			Neu				
		Abruf 2	Alt				
			Neu				

4.3.2 Abhängige Variablen

Die abhängigen Variablen, die in den beschriebenen Bedingungen erhoben wurden, lassen sich zwei Bereichen zuordnen. Ein Bereich umfasst die Variablen auf der Verhaltensebene, der andere Bereich beinhaltet die physiologischen Messdaten.

4.3.2.1 Daten auf Verhaltensebene

Mittels Einstufung der Bekanntheit der präsentierten Bilder durch die Probanden in alte/bekannte und neue/unbekannte Bilder soll deren *Erinnerungsleistung* erfasst werden. In Abruf 1 und Abruf 2 sollen die Probanden dazu jeweils die linke Maustaste mit dem Zeigefinger drücken, wenn ihnen das gezeigte Gesicht bekannt vorkommt und die rechte Maustaste mit dem Mittelfinger drücken, wenn es ihnen unbekannt ist. Die Antworten werden aufgezeichnet und die Leistungen nach Bedingung und Emotionskategorie aufgeschlüsselt.

Mittels Zuordnung und Einstufung der visuellen Reize auf drei Skalen mit den Emotionskategorien Ärger, Angst und Freude, soll die subjektive Einschätzung hinsichtlich der Intensität der Emotionen in Form des *Bewertungsmaßes* erfasst werden. Außerdem soll die *Eindeutigkeit*, mit der die präsentierten Stimuli einer Emotionskategorie zugeordnet werden, erhoben werden.

Nicht nur die Antworten werden registriert, auch die Schnelligkeit der Reaktion wird durch das Erfassen der *Reaktionszeiten* gemessen.

4.3.2.2 Daten auf physiologischer Ebene

Die *Schlafdaten* in der Bedingung mit Schlaf sollen erhoben werden. Dabei werden die Dauer der einzelnen Schlafstadien sowie die Schlaflatenz und –effizienz erfasst. In den Schlafstadien S3 und S4, sowie REM werden die Power-Daten der Frequenzbereiche SO, Delta und Theta ermittelt.

Während der Präsentation der Stimuli werden die *Blickbewegungen* der Probanden aufgezeichnet. Die Länge der einzelnen Scanpaths, sowie die Dauer der Betrachtung einzelner ROI's wird erfasst.

Als weiteres psychophysiologisches Maß wird die *Pupillengröße* als Reaktion auf die visuellen Reize gemessen.

4.3.3 Kontrollvariablen

Die Erinnerungsleistungen werden sowohl in einem Abruf 1 direkt im Anschluss an die Enkodierung als auch im Abruf 2 nach dem Retentionsintervall erhoben. Die Daten aus dem Abruf 1 dienen als *Baseline*, beschreiben also die Leistung, die die Kinder nach der Enkodierung zeigten. Diese Leistung wird von der Leistung nach dem Retentionsintervall abgezogen, um Aussagen darüber machen zu können, was nachweislich im Gedächtnis konsolidiert wurde und somit überhaupt erinnert werden kann.

Da die einzelnen Testungen in den beiden Bedingungen zu unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt werden (Schlaf: abends und morgens, Wach: morgens und abends), wird die *Aufmerksamkeitsaktivierung zu den verschiedenen Tageszeiten* mit der Alertness-Aufgabe aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsüberprüfung bei Kindern (Zimmermann et al., 2002) gemessen. In 30 Durchgängen wird die Antwort mittels Tastendruck auf einen einfachen visuellen Reiz erfasst. Die Zusammenhänge zwischen der aktuellen Aufmerksamkeitsaktivierung und den Ergebnissen in der abhängigen Variablen auf Verhaltensebene soll durch Korrelationsanalysen überprüft werden.

Vor jeder Testeinheit wurden die Probanden angehalten, ein Tage- bzw. Nächtebuch auszufüllen. Mit Hilfe dieser Fragebögen können die *emotionale Befindlichkeit* (Valenz und Arousal) sowie subjektive Angaben zur allgemeinen Befindlichkeit und den Ereignissen innerhalb der Retentionsintervalle (Nacht mit Schlaf und Tag mit Wachheit) erfasst werden. Sollten *besondere Vorkommnisse* stattgefunden haben oder beispielsweise die Kinder Medikamente eingenommen oder Mittagsschlaf gehalten haben, würden diese Angaben zum Ausschluss führen. Des Weiteren sollen Korrelationsanalysen mit den Ergebnissen der abhängigen Variablen auf Verhaltensebene und den subjektiven Angaben bezüglich der emotionalen Befindlichkeit einen Aufschluss darüber geben, ob die Tageszeit aufgrund unterschiedlicher Emotionszustände einen Einfluss ausübt.

4.4 Durchführung

4.4.1 Erstkontakt

In einem etwa 15-minütigen Telefonat mit einem Elternteil wurde eingangs über die Studie und die mögliche Teilnahme des Kindes informiert. Die Eltern wurden über den Zweck der Untersuchung und den Ablauf der Studie aufgeklärt. Weiterhin wurde auf mögliche Risiken, die mit einer EEG-Ableitung verbunden sind, hingewiesen. Erste Fragen der Eltern z.B. bezüglich der Testtermine und der Schlafsituation im Schlaflabor wurden beantwortet. Mithilfe einer Checkliste wurden die in Abschnitt 4.1.2 beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien erfragt. Bei einer möglichen Eignung des Kindes für die Untersuchung wurde den Familien ein Informationsbrief mit den Aufklärungen über die Studie für die Eltern und das Kind sowie eine Anfahrtsbeschreibung zum ZIP zugeschickt. Die Familien hatten dann einige Tage Zeit, sich die Aufklärungen durchzulesen und gemeinsam mit den Kindern über eine Teilnahme an der Studie zu beraten. Bei einem zweiten Telefonat wurde, bei Interesse an der weiteren Teilnahme, ein Termin für die Diagnostiksitzung vereinbart.

4.4.2 Diagnostiksitzung

Nach einer ausführlichen Aufklärung über den Ablauf und die Risiken der Studie hatten die Teilnehmer die Gelegenheit, Fragen zu stellen und die Einverständniserklärungen zu unterschreiben. Im Anschluss daran wurden die Kinder und deren Eltern getrennt voneinander untersucht bzw. interviewt. Die einzelnen Fragebögen und Testverfahren wurden bereits in Abschnitt 4.1.3 beschrieben und sind in ihrer zeitlichen Abfolge während der Diagnostiksitzung in Tabelle 11 dargestellt.

Im Anschluss an die Diagnostiksitzung hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, sich das Schlaflabor anzusehen. Dies hatte den Grund, zum einen den Eltern die Räumlichkeiten und den Weg zu zeigen und zum anderen den Kindern mögliche Ängste vor den unbekanntem Gegebenheiten zu nehmen. Nach der Auswertung der durchgeführten Tests und Fragebögen und bei einer Eignung der Kinder wurden die Familien informiert und Termine für die weiteren Versuche abgesprochen. Jede Familie erhielt eine Übersicht über die weiteren Termine, den Ort der

Versuche, bei einer stattfindenden Medikation mit einem Methylphenidatpräparat den Zeitpunkt für das Absetzen des Medikamentes und Hinweise dafür, was das Kind zu den einzelnen Terminen mitbringen sollte.

Tabelle 11: Aufstellung der Diagnostischen Materialien.

	Kind	Eltern
Umgang mit Gefühlen / Ranking	X	
PubertalDevelopmentScale Kind	X	
SleepSelf Report	X	
Edinburgh-Händigskietsinventar	X	
CFT 20-R Testteil 1	X	
DCS	X	
K-SADS-PL (immer inkl. Erweiterungsinterview Verhaltensstörungen)	X	X
FEFA	X	
CSHQ		X
Pubertal Development Scale Fremdbeurteilung		X
Schlafragebogen für Eltern		X
CBCL		X

4.4.3 Experimentelle Untersuchung

Die Versuche fanden zumeist an Wochenenden oder an freien Tagen statt, damit die Kinder keinen Unterricht in der Schule verpassten. Teile der Untersuchung wurden in den Räumlichkeiten der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie des ZIP durchgeführt, die Polysomnographien in der Adaptations- und in der Testnacht erfolgten im Schlaflabor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie des ZIP. Die Patienten, die mit Methylphenidat behandelt wurden, setzten die Medikation 48 Stunden vor den Untersuchungseinheiten aus, dies galt nicht für die Adaptationsnacht. Der Versuch kann in die vier folgenden Abschnitte (Adaptationsnacht, Untersuchungsnacht, Untersuchungstag, Abschließende Untersuchung) unterteilt werden.

4.4.3.1 Adaptationsnacht

Zur Eingewöhnung an die neue Umgebung und das Schlafen mit Elektroden verbrachten die Kinder eine Nacht im Schlaflabor des Zentrums für Integrative Psychiatrie. Die Kinder erschienen gegen 20:00 Uhr in den Räumen des Schlaflabors. Dort wurde ihnen ihr Zimmer gezeigt und sie machten sich fertig für das Zubettgehen. Anschließend füllten die Kinder den ersten Teil des Nächtebuchs für die Adaptationsnacht aus. Danach wurden die acht Elektroden für die EEG-

Aufzeichnung nach dem internationalen 10-20-System auf dem Kopf und die übrigen Elektroden im Gesicht und am Körper appliziert, wie im Abschnitt Polysomnographie-Ableitung (4.2.5) beschrieben. Zusätzlich zu den erwähnten Ableitungen wurde die motorische Aktivität der Beine mit je zwei Elektroden gemessen und ein Nasenthermistor angebracht. Die Kinder wurden zu Bett gebracht und hatten nun die Möglichkeit zu lesen oder Ähnliches, ab 22:00 Uhr war jedoch Nachtruhe. Um 6:30 Uhr wurden die Kinder von der Nachtwache geweckt und die Elektroden wurden entfernt. Sie füllten den zweiten Teil des Nächtebuchs aus und wurden gegen 07:00 Uhr von ihren Eltern abgeholt. Zwischen der Adaptationsnacht und einem der anderen beiden Untersuchungstermine lag mindestens eine weitere Nacht, in der sie zu Hause in ihren Betten schliefen, um ein mögliches Schlafdefizit durch die ungewohnte Umgebung abzubauen.

4.4.3.2 Untersuchungsnacht

Zur Untersuchungsnacht erschienen die Kinder um 19:30 Uhr in den Forschungsräumen, bzw. 19:00 Uhr, wenn sie ein Abendbrot im ZIP essen wollten. Der erste Teil des Nächtebuchs der Untersuchungsnacht wurde ausgefüllt und die acht Kopfelektroden nach dem im Abschnitt Polysomnographie-Ableitung 4.2.5 beschriebenen Ablauf wurden appliziert. Um 20:00 Uhr wurde mit der Testung begonnen. Die Kinder nahmen auf einem für EEG-Ableitungen geeigneten und daher bequemen Stuhl Platz. Zuerst wurde der Untertest „Alertness“ der KITAP (2002) durchgeführt, was in etwa zwei Minuten in Anspruch nahm. Danach folgte eine Aufgabe zum Belohnungslernen, die nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit war und ca. 10 Minuten dauerte. Daran anschließend wurde die Lern- und Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichtsausdrücke gestartet. Die Kinder sollten dazu eine bequeme Position auf dem Stuhl einnehmen und wurden darauf hingewiesen, dass die folgende Aufgabe in etwa 20 Minuten dauern würde und nach der Hälfte eine Pause gemacht werde. Der Abstand zwischen den Augen des Kindes und den Eye-Tracking-Kameras wurde ausgemessen und auf ca. 60 cm adjustiert, die Kinder konnten den Kopf frei bewegen, hatten jedoch die Anweisung, dies nur in Ausnahmefällen zu tun. Nachdem die Instruktionen für die Aufgabe vorgelesen und zwei Beispiele bearbeitet wurden, folgte eine Kalibrierung. Als Anreiz für gute Konzentration und Mitarbeit wurde den Kindern eine Belohnung versprochen. Sollten sie sich am nächsten Morgen an drei Viertel aller

Bilder oder mehr erinnern, würden sie eine Süßigkeit als Belohnung bekommen. Sobald keine weiteren Fragen der Kinder vorlagen wurde die Aufgabe gestartet. Nach der Hälfte der Bilder konnten die Kinder sich kurz entspannen, bevor sie die zweite Hälfte der Aufgabe bearbeiteten. Nach ca. 25 Minuten wurde die Lernphase beendet. Die Kinder konnten sich kurz ausruhen, bevor eine erste Abfrage, der Abruf 1, durchgeführt wurde. Wiederum erhielten die Kinder eine Instruktion, nach einer Fünf-Punkte-Kalibrierung startete die Rekognitionsaufgabe. Gegen 21:00 Uhr war die erste Sitzung der Nachtuntersuchung beendet und die Kinder wechselten ins Schlaflabor. Dort bezogen sie ihr Zimmer, die Elektroden für die PSG-Aufzeichnung wurden appliziert und nach einer Bio-Eichung wurde gegen 21:30 Uhr das Licht gelöscht und die Kinder sollten schlafen. Um 07:00 Uhr wurden die Kinder geweckt und die Elektroden und Gerätschaften entfernt. Nachdem die Kinder sich duschen und anziehen konnten wurde wieder in die Forschungsräume der Kinder- und Jugendpsychiatrie gewechselt und ein Frühstück eingenommen. Eine Stunde nach dem Aufstehen gegen 08:00 Uhr wurde mit dem zweiten Teil der Nachtuntersuchung begonnen. Die Kinder füllten die Nächtebücher aus und nahmen auf dem EEG-Suhl Platz. Dort wurde wieder der Abstand zwischen den Augen und den Kameras ausgerichtet. Es folgte der Untertest „Alertness“ der KITAP (2002), bevor die Instruktionen und die Fünf-Punkte-Kalibrierung stattfanden. Die Rekognitionsaufgabe des Abrufs 2 dauerte in etwa 10 Minuten, anschließend führten die Kinder für ca. 25 Minuten die Bewertungsaufgabe mit erneuten Instruktionen und Kalibrierung durch. Am Ende erhielten alle Kinder die Information, dass sie die Süßigkeit gewonnen haben. Dies war unabhängig vom Erfolg der Kinder, auch wenn ihnen das suggeriert wurde. Abschließend folgte das Paradigma zum Belohnungslernen der anderen Studie im Rahmen dieser Untersuchung. Gegen 09:00 Uhr war die Sitzung beendet und die Kinder fuhren nachhause.

4.4.3.3 Untersuchungstag

Gegen 8:00 Uhr trafen die Kinder in den Forschungsräumen ein. Die Lernsituation erfolgte analog zur Lernsituation in der Untersuchungsnacht. Nach dem Ausfüllen des Tagebuchs, folgt die „Alertness“-Aufgabe der KITAP (2002). Anschließend wurden die Aufgabe zum Belohnungslernen (nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit), die Bewertungsaufgabe der emotionalen Gesichter und der Abruf

1 durchgeführt. Wiederum wurde den Kindern suggeriert, dass sie die Chance auf eine Süßigkeit haben, um ihre Motivation zu steigern. Die Sitzung war ca. um 09:00 Uhr beendet und die Kinder konnten ihren alltäglichen Beschäftigungen nachgehen, bis sie zur abendlichen Sitzung wieder im ZIP erschienen. Es wurde darauf hingewiesen, dass kein Mittagsschlaf gehalten werden darf. Am Abend erschienen die Kinder gegen 20:00 Uhr im ZIP und die zweite Sitzung mit dem Ausfüllen des Tagebuchs, der „Alertness“-Aufgabe, der Rekognitions- und Bewertungsaufgaben des Abrufs 2 und das Belohnungslernen-Paradigma wurden durchgeführt. Wiederum erhielten die Kinder als Belohnung die Süßigkeit und konnten gegen 21:00 Uhr nach Hause fahren.

4.4.3.4 Abschließende Untersuchung

Der letzte Untersuchungstermin begann morgens zwischen 09:00 und 10:00 Uhr. Wiederum füllten die Kinder das Tagebuch aus und führten den „Alertness“-Test der KITAP (2002) durch. Anschließend bekamen sie die Instruktionen für den Abruf 3 mit der Rekognitions- und der Bewertungsaufgabe. Vor Beginn der Blickdatenerfassung in diesen Aufgaben wurde erneut der Abstand zwischen Augen und der Kamera gemessen und die Kalibrierung durchgeführt. Dieser Testtermin dauerte ca. eine Stunde, im Anschluss daran erhielten die Kinder die Aufwandentschädigung in Form von Gutscheinen und quittierten den Erhalt, bevor sie dann entlassen wurden.

4.5 Datenreduktion und Auswertung

Die Auswertung der Daten beinhaltet die Datenreduktion und Aufbereitung der verschiedenen gemessenen Verhaltensdaten und physiologischen Daten. Im Folgenden werden die Verhaltensdaten und anschließend die Schlafparameter und die Blickdaten erläutert.

4.5.1 Erinnerungsleistungen

Die Antworten der Versuchspersonen beim Abruf der Gedächtnisleistungen wurden aufgezeichnet und in Hits (alte Bilder, die als bekannt angegeben wurden) und False Alarms (fälschlicherweise als bekannt bewertete Distraktoren, im Folgenden als FA bezeichnet) ausgegeben. Distraktoren, die auch als solche erkannt wurden (neue Bilder, die als neu bezeichnet wurden), werden im Folgenden CR (Correct Rejections) genannt. Bilder, die nicht wieder erkannt wurden, jedoch vormals präsentiert wurden, werden Miss genannt (nach der Signalentdeckungstheorie Green & Swets, 1966). Die Hit Rate stellt die an der Gesamtzahl relativierte Wiedererkennungslleistung dar. Entsprechend stellt die False Alarm Rate die relativierte Rate falscher Alarme dar. Zur Bestimmung der Erinnerungsleistung beim Wiedererkennen wurde die korrigierte Hit Rate, also die sogenannte Accuracy Rate errechnet. Die Accuracy Rate wird aus der Differenz der Hit Rate und der FA Rate berechnet und gibt somit einen Wert wieder, der sowohl die richtig erkannten Bilder als auch die Fehler berücksichtigt.

$$\text{Hit Rate} = \text{Hits} / \text{Gesamtanzahl alter Bilder}$$

$$\text{False Alarm Rate} = \text{FA} / \text{Gesamtanzahl der Distraktoren}$$

$$\text{Accuracy Rate} = \text{Hit Rate} - \text{False Alarm Rate}$$

Aufgrund der verschiedenen Emotionen werden auch für jede Emotion getrennt und über alle Emotionskategorien gemittelt Accuracy Rates berechnet. Es ergeben sich folgende Indizes:

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Gesamt}} = \text{Hit Rate}_{\text{Gesamt}} - \text{False Alarm Rate}_{\text{Gesamt}}$$

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Ärger}} = \text{Hit Rate}_{\text{Ärger}} - \text{False Alarm Rate}_{\text{Ärger}}$$

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Angst}} = \text{Hit Rate}_{\text{Angst}} - \text{False Alarm Rate}_{\text{Angst}}$$

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Freude}} = \text{Hit Rate}_{\text{Freude}} - \text{False Alarm Rate}_{\text{Freude}}$$

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Neutral}} = \text{Hit Rate}_{\text{Neutral}} - \text{False Alarm Rate}_{\text{Neutral}}$$

Die Accuracy Rates wurden jeweils für den Abruf 1 und den Abruf 2 nach einem Retentionsintervall für die Schlaf- und für die Wachbedingung und getrennt für jede Emotion berechnet. Um Aussagen über die tatsächlich konsolidierten Gedächtnisinhalte machen zu können, wird die Accuracy Rate des Abrufs 1 von der Accuracy Rate des Abrufs 2 abgezogen. Dieser Index stellt die baseline-korrigierte Accuracy Rate dar und liefert Informationen über die tatsächliche Erinnerungsleistung über das Retentionsintervall hinweg. Diese wird im Folgenden Erinnerungsleistung genannt, da über das Retentionsintervall hinweg Gedächtnisinhalte vergessen werden und nicht etwa hinzukommen. Demnach stellt die Erinnerungsleistung die Gedächtnisinhalte dar, die nach einem Retentionsintervall mit Schlaf (Erinnerungsleistung_{Schlaf}) oder Wachheit (Erinnerungsleistung_{Wach}) noch vorhanden sind und nicht vergessen wurden.

Erinnerungsleistung_{Schlaf} =

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Abruf 2 morgens}} - \text{Accuracy Rate}_{\text{Abruf 1 abends}}$$

Erinnerungsleistung_{Wach} =

$$\text{Accuracy Rate}_{\text{Abruf 2 abends}} - \text{Accuracy Rate}_{\text{Abruf 1 morgens}}$$

Diese Indizes werden ebenfalls getrennt für die Emotionskategorien und über alle Kategorien gemittelt berechnet. Um die schlafassoziierte Erinnerungsleistung zu errechnen, wird die baseline-korrigierte Accuracy Rate aus der Wachbedingung von der der Schlafbedingung abgezogen. Somit wird der Anteil der Gedächtniskonsolidierung errechnet, der allein durch den Schlaf begünstigt wurde, denn auch während einer Wachphase werden Gedächtnisinhalte konsolidiert.

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung =

$$\text{Erinnerungsleistung}_{\text{Schlaf}} - \text{Erinnerungsleistung}_{\text{Wach}}$$

Aus diesen Berechnungen ergeben sich folgende schlafassoziierte Erinnerungsleistungen:

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung_{Gesamt}

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung_{Ärger}

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung _{Angst}

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung _{Freude}

Schlafassoziierte Erinnerungsleistung _{Neutral}

Im Abruf 3, der etwa drei Wochen nach Beendigung der beiden Bedingungen mit Schlaf und Wachheit stattfand, wurden die jeweils 60 neuen Gesichter aus dem Abruf 2 der beiden Bedingungen nochmals präsentiert. Auf die neuen Bilder, die in der Bedingung mit Wachheit im Abruf 2 am Abend gezeigt wurden, folgte eine Nacht mit Schlaf zu Hause bei den Kindern. Die neuen Stimuli des Abrufs 2 der Schlaf-Bedingung wurden entsprechend am Morgen präsentiert, sodass auf die Enkodierung dieser Bilder ein Tag mit Wachheit folgte. Da im Abruf 3 lediglich die Stimuli aus dem Abruf 2 und keine Distraktoren präsentiert wurden, können in dieser Aufgabe nur die Hits (als bekannt eingestufte Stimuli) und Misses (als unbekannt eingestufte Stimuli) und somit die Hit Rates für die jeweiligen Bedingungen Schlaf und Wachheit und die Emotionskategorien berechnet werden. Die im Abruf 2 korrekt als unbekannte Stimuli eingestuften Gesichter (Correct Rejections, CR) werden dabei als Baseline verwendet. Die Differenz aus den Hit Rates in Abruf 3 und den CR in Abruf 2 der jeweiligen Sets ergeben die Erinnerungsleistung nach einem längeren Intervall von mehreren Wochen. Diese werden für beide Bedingungen (Schlaf oder Wachheit folgt auf Abruf 2) und je Emotionskategorie getrennt berechnet.

Erinnerungsleistung Abruf 3_{Schlaf} = Hit Rates_{Abruf 3 Schlaf} – CR_{Abruf 2 abend}

Erinnerungsleistung Abruf 3_{Wach} = Hit Rates_{Abruf 3 Wach} – CR_{Abruf 2 morgens}

4.5.2 Bewertungsdaten

Die Bewertung der Emotionalität der Stimuli erfolgte über das Anklicken auf einer Skala, die in 45 Abschnitte unterteilt war. Der Wert 1 würde bedeuten, dass die Emotion am geringsten ausgeprägt ist, wohingegen ein Wert von 45 die stärkste Ausprägung ausdrückt. Es lagen drei Skalen mit den Kategorien Ärger, Angst und Freude vor, mit deren Hilfe die Stimuli bewertet werden konnten (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18 zeigt eine Bewertungsfolie mit vier Emotionskategorien: Gefühl, Ärger, Angst und Freude. Die 'Gefühl'-Skala ist als zwei Kästchen 'Ja' (gelb) und 'Nein' (weiß) dargestellt. Die Skalen für 'Ärger', 'Angst' und 'Freude' sind als grüne Balken mit einem gelben Segment am Ende dargestellt. Ein roter 'Weiter'-Kasten befindet sich unten rechts.

Abbildung 18: Bewertungsfolie aus dem Paradigma. Mittels Mausclick konnten die Kinder ihre Antworten setzen und korrigieren.

4.5.2.1 Eindeutigkeitsindex

Um Aussagen über die Eindeutigkeit, mit der ein Stimulus in eine Emotionskategorie eingeordnet wird, machen zu können, wird ein Index (Eindeutigkeitsindex EI) berechnet, der die Antworten auf einen Stimulus auf allen drei Skalen in Bezug zueinander setzt. Ausgehend von der antizipierten Kategorie, wird der Wert in dieser Kategorie an der Summe aller Werte auf den Skalen relativiert. Dieser Quotient kann Werte zwischen 0 und 1 einnehmen, wobei ein niedriger Wert anzeigt, dass dieser Stimulus in einer der nicht vorgegebenen Kategorien höher als in der antizipierten Kategorie eingestuft wurde. Sehr niedrige Werte bedeuten, dass ein Stimulus in eine andere Kategorie eingeordnet wurde, als dies erwartet wurde.

$$EI_{\text{Ärger}} = \frac{\chi_{\text{Ärger}}}{(\chi_{\text{Ärger}} + \chi_{\text{Angst}} + \chi_{\text{Freude}})}$$

$$EI_{\text{Angst}} = \frac{\chi_{\text{Angst}}}{(\chi_{\text{Ärger}} + \chi_{\text{Angst}} + \chi_{\text{Freude}})}$$

$$EI_{\text{Freude}} = \frac{\chi_{\text{Freude}}}{(\chi_{\text{Ärger}} + \chi_{\text{Angst}} + \chi_{\text{Freude}})}$$

Ein Wert von genau 0,33 bedeutet, dass ein Stimulus auf allen Skalen gleich hoch oder niedrig bewertet wurde. Somit stellen EI-Werte um 0,33 eher ein ambivalentes Antwortverhalten dar. Hohe Werte beschreiben eine hohe Eindeutigkeit. Ein EI-Wert von 0,95 stellt die höchste Eindeutigkeitsstufe dar. Dieser Wert entsteht, wenn ein Stimulus auf der einen Skala einen Wert von 45 erhält und auf den beiden anderen Skalen nur mit 1 bewertet wird. Der Eindeutigkeitsindex wird für die Emotionen Ärger, Angst und Freude jeweils für gelernte und als neu eingestufte Stimuli in beiden Abrufbedingungen (nach Schlaf und nach Wachheit) berechnet. Die Differenz aus den EI-Werten für alte und neue Stimuli (Alt-Neu), sowie der schlafassoziierte EI (Schlaf-Wach) wird je Emotionskategorie (Ärger, Angst, Freude) berechnet.

4.5.2.2 Emotionale Bewertung: Bewertungsmaße und -differenzen

Für jede Versuchsperson wird über die Bedingungen „Lernen“ und „Abruf 2“ hinweg der Mittelwert und die Standardabweichung der Bewertungsdaten berechnet. Anschließend wird jeder einzelne Wert anhand des berechneten Mittelwertes und der Standardabweichung z-transformiert.

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Die Transformation wird vorgenommen, um interindividuelle Unterschiede im Antwortverhalten zu dezimieren. So nutzten einige Probanden die vollständige Breite der Antwortmöglichkeiten aus, während andere Probanden im unteren oder oberen Bereich der Skala antworteten. Die z-Werte werden getrennt für jede Emotion, für jede Antwortmöglichkeit (Alt und Neu) und zu jeder Bedingung (Schlaf und Wach) in der Abrufbedingung berechnet. Positive z-Werte bedeuten in diesem Fall, dass der zugehörige Stimulus als stärker emotional ausgeprägt im Vergleich zu allen anderen Stimuli bewertet wurde, während negative z-Werte eine geringere emotionale Ausprägung andeuten. Z-Werte um Null erklären eine mittlere Ausprägung in Bezug zu allen anderen Stimuli. Anschließend werden die Werte der alten, bekannten Bilder von denen der Distraktoren (neue, unbekannte Bilder) abgezogen, um die Bewertungs-differenz herauszustellen.

$$\text{Bewertungsdifferenz}_{\text{Ärger}} = \bar{z}_{\text{Ärger_Neu}} - \bar{z}_{\text{Ärger_Alt}}$$

$$\text{Bewertungsdifferenz}_{\text{Angst}} = \bar{z}_{\text{Angst_Neu}} - \bar{z}_{\text{Angst_Alt}}$$

$$\text{Bewertungsdifferenz}_{\text{Freude}} = \bar{z}_{\text{Freude_Neu}} - \bar{z}_{\text{Freude_Alt}}$$

Positive Werte in der Bewertungsdifferenz deuten an, dass alte, bekannte Stimuli eine stärkere emotionale Ausprägung als die Distraktoren haben; negative Werte zeigen entsprechend einen umgekehrten Effekt. Die Bewertungsdifferenzen werden je Bedingung ausgewertet und anschließend voneinander abgezogen, um die schlafassoziierte Bewertungsdifferenz zu erstellen. Ist die schlafassoziierte Bewertungsdifferenz positiv, wurden die Stimuli nach einer Nacht mit Schlaf als emotionaler eingestuft als nach einem Tag mit Wachheit.

Für die Auswertung der Bewertungsdaten im „Abruf 3“ werden die z-Werte mit den Mittelwerten und Standardabweichungen je Versuchsperson über die neuen Bilder aus dem „Abruf 2“ und den gleichen Stimuli aus dem „Abruf 3“ gebildet.

4.5.3 Reaktionszeiten

Während der Rekognitionsaufgabe wurden die Reaktionszeiten der Bewertung der Bilder mit „Alt“ für bekannte Bilder (linke Maustaste) und „Neu“ für die Distraktoren (rechte Maustaste) aufgezeichnet. Mittelwerte und Standardabweichungen wurden für jede Bedingung (Schlaf, Wach) zu jedem Abruf (Abruf1, Abruf2) und für beide Antwortkategorien (Alt, Neu) jeweils getrennt für jede Emotion berechnet.

4.5.4 Schlafdaten

Die polysomnographischen Aufzeichnungen wurden von einer geschulten Medizinisch-technischen Assistentin (MTA) der Forschungsabteilung der Kinder- und Jugendpsychiatrie mit Hilfe der Analyse-Software DOMINO (Version SOMNOmedics, Randersacker) nach den Kriterien zur Schlafstadienbestimmung von Rechtschaffen and Kales (1968) ausgewertet. Folgende Parameter wurden bestimmt (siehe auch Abschnitt 4.2.5):

- SleepOnset und SleepOffset
- Schlafdauer (min, Zeit von SleepOnset bis SleepOffset)

- Liegedauer (min, Zeit vom Löschen des Lichts bis zum Aufstehen)
- Schlafeffizienz (% , Verhältnis von Schlafdauer zu Liegedauer)
- S2-Latenz (min, Dauer bis eindeutig S2 auftritt nach dem SleepOnset)
- REM-Latenz (min, Dauer bis eindeutig REM auftritt nach dem SleepOnset)
- Schlafstadienanteil in Minuten: Wach, REM, S1, S2, S3, S4, S3S4, NonREM
- REM-Dichte (% , Anteil der REMs während der REM-Phase)

4.5.5 Oszillationen

Die Auswertung der Oszillationen erfolgte über die Analyse-Software Brain Vision Analyzer 2 (Brain Products GmbH, München). Dazu wurden die aufgezeichneten Daten in dieses Programm importiert und zusätzlich Markerfiles erstellt, die die von der geschulten MTA ausgewerteten Schlafstadien enthielten. Anschließend wurde die gesamte Aufzeichnung der Nacht in Hälften unterteilt, gemessen am SleepOnset, dem Beginn des Schlafes mit dem Schlafstadium 2 und dem Sleep Offset, dem letzten Schlafstadium vor der endgültigen Wachheit am Ende der Nacht. Die gesamte Nacht eines jeden Teilnehmers wurde in 30-Sekunden-Epochen unterteilt und jeder Epoche mithilfe der Markerfiles ein Schlafstadium zugewiesen. Nach einer manuellen Artefakt-Korrektur, die sowohl Arousals im EEG, Bewegungen, die im EMG durch Ausschläge $\pm 50 \mu\text{V}$ sichtbar wurden und andere Artefakte (z.B. Schwitzartefakte, ungenügende Impedanzen, technische Artefakte) ausschloss, erfolgte eine Unterteilung der Epochen in 8-Sekunden-Fenster, bzw. in Abschnitte mit 2048 Datenpunkte, mit einer Überlappung von 4,25 sec. Für jedes Schlafstadium (S1, S2, S3, S4, Tiefschlaf S3S4, Non-Rem Schlaf S2S3S4 und REM) wurden somit, der Dauer entsprechend, unterschiedlich viele Segmente erstellt. Die Aktivität in den einzelnen Frequenzbandbereichen wurde definiert durch die Power (μV^2) und über alle Artefakt-freien Epochen (10% Hanning Window) mittels der Fast-Fourier-Transformation analysiert. Anschließend wurde der Mittelwert über die einzelnen Epochen jedes Schlafstadiums gebildet. Im Schlafstadium S3 und S4 wurden die Frequenzbereiche SO: 0.6-1Hz und Delta: 0,6-4Hz exportiert. Aus den REM-Schlafsegmenten wurde der Frequenzbereich Theta: 5-8 Hz exportiert.

4.5.6 Pupillendaten

Mit Hilfe des Eye-Tracking-Systems wurde während der Präsentation der Stimuli der Durchmesser der Pupillen der Probanden gemessen und aufgezeichnet. Somit konnten Maße für die Dilatation der Pupille erhoben werden. Mittels einer eigens für diese Werte konzipierten Toolbox für die Analysesoftware Matlab, der PupilAnalyzer-Toolbox (kurz „ppal“), konnten die Pupillendaten ausgewertet werden (Wiesner, unveröffentlicht). Nach dem Einlesen der Rohdaten der Abrufsitzen nach den jeweiligen Bedingungen Schlaf und Wachheit werden diese mittels einer Trial-Liste, die die Bezeichnungen der präsentierten Stimuli enthält, in einzelne Segmente zerlegt. Somit werden die mit 300 Hz aufgenommenen Daten auf einer Zeitachse von 2500 ms je Trial als Durchmesser der Pupille dargestellt (siehe Abbildung 19).

Verschiedene Filtereinstellungen wurden durchgeführt. Fehlende Werte wurden durch eine lineare Interpolation ersetzt. Es erfolgte eine Glättung der Daten durch einen gleitenden Mittelwert in beide Richtungen mit 8 Messzeitpunkten. Anschließend erfolgte eine Baseline-Korrektur auf den Bereich von -100 ms bis zum Stimulus Onset zum Zeitpunkt 0. Der Bereich von -500 ms bis 2000 ms wurde als auszuwertendes Zeitfenster eingerichtet (Region of Interest, ROI). Anschließend wurde die manuelle Artefaktzurückweisung durch Bestätigung oder Verwerfen eines jeden Segments getrennt für beide Augen durchgeführt. Es wurden keine Segmente in die Auswertung aufgenommen, die Blinks enthielten oder generell eine schlechte Aufnahmequalität aufwiesen. Anschließend wurde das Zeitfenster der Segmente vom Stimulus Onset bis zu 1500 ms ausgewertet und in 20 Zeitabschnitte, den Bins, zu je 75 ms unterteilt. Dieser relativ kurze Auswertungsbereich wurde gewählt, da dadurch eine größere Validität der Daten gewährleistet werden kann. Ein größeres Auswertungsfenster würde auch mehr Artefakte und somit eine geringere Validität durch eine geringere Datenmenge bedeuten. Die Baseline-korrigierten Durchmesser je Zeitabschnitt wurden anschließend in ein gängiges Format exportiert und mit SPSS weiter analysiert. Positive Werte bedeuten dabei eine Dilatation der Pupille um den entsprechenden Wert im Vergleich zum Zeitpunkt 0, negative Werte hingegen entsprechen einer Kontraktion der Pupille.

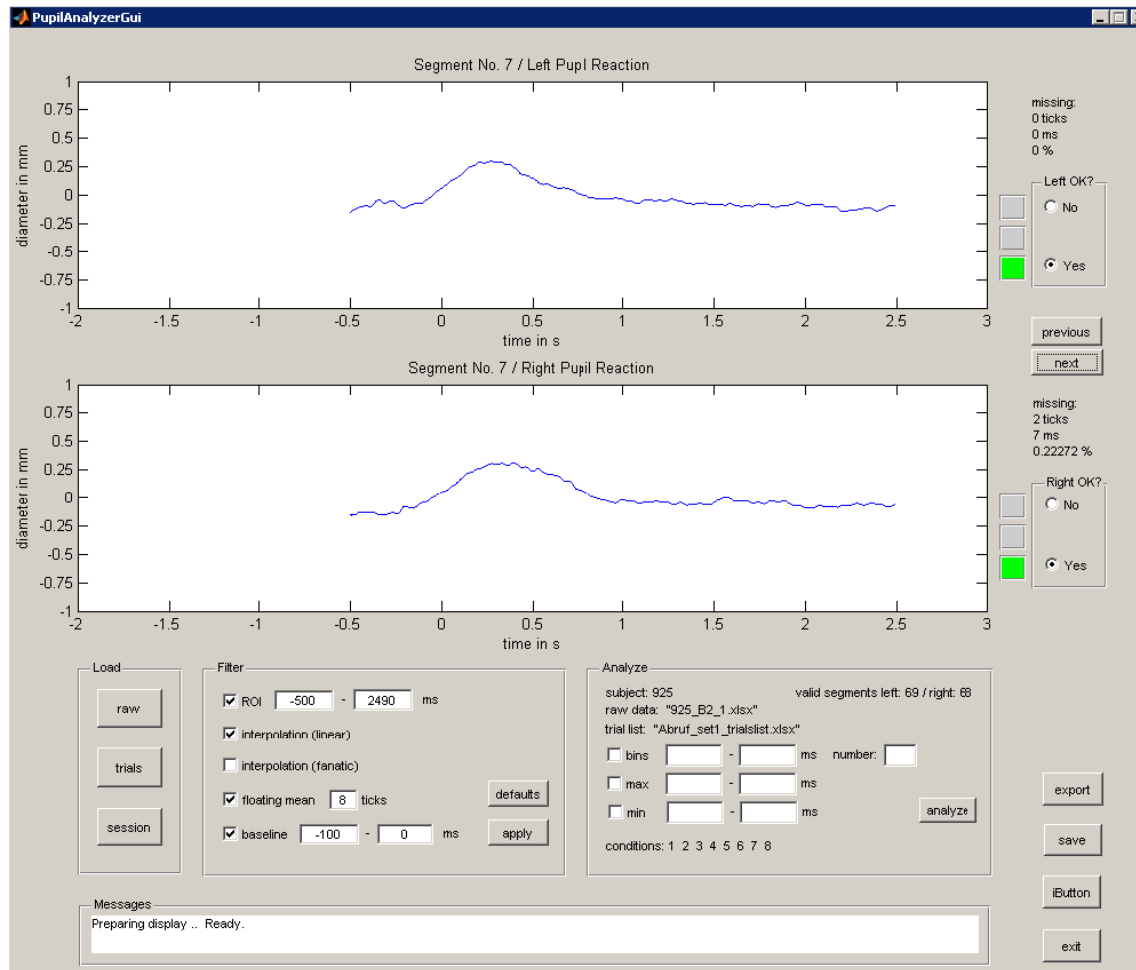


Abbildung 19: Bearbeitungsfenster der PPal Toolbox in Matlab mit Beispieldaten einer Versuchsperson.

Die Abbildung 20 zeigt eine exemplarische Darstellung eines Verlaufs der Pupillen-Dilatation während der Stimuluspräsentation und der anschließenden Bewertung. Der Aufbau des Paradigmas war ursprünglich nicht auf eine Auswertung der Pupillenwerte ausgerichtet, sodass es im Verlauf zu erheblichen Dilatationen und Kontraktionen kommt, die auf die unterschiedlichen Luminanzen der Folien im Paradigma zurückzuführen sind.

Während das Fixationskreuz vor einem Stimulus auf einem schwarzen Hintergrund präsentiert wird, kommt es zu einer enormen Dilatation der Pupille mit anschließender verzögert einsetzender Kontraktion bei Stimulus Onset. Die grauskalierten Stimuli werden auf grauem Hintergrund präsentiert, nach der Kontraktion erfolgt die Dilatation durch sowohl die Luminanz des Stimulus Materials, als auch die durch dieses Material ausgelösten Kognitionen und Emotionen. Im Anschluss daran erfolgt die Bewertung des Stimulus auf einer weißen Hinter-

grundfolie und somit kommt es zu einer starken, leicht verzögert einsetzender Kontraktion mit anschließender Habituation.

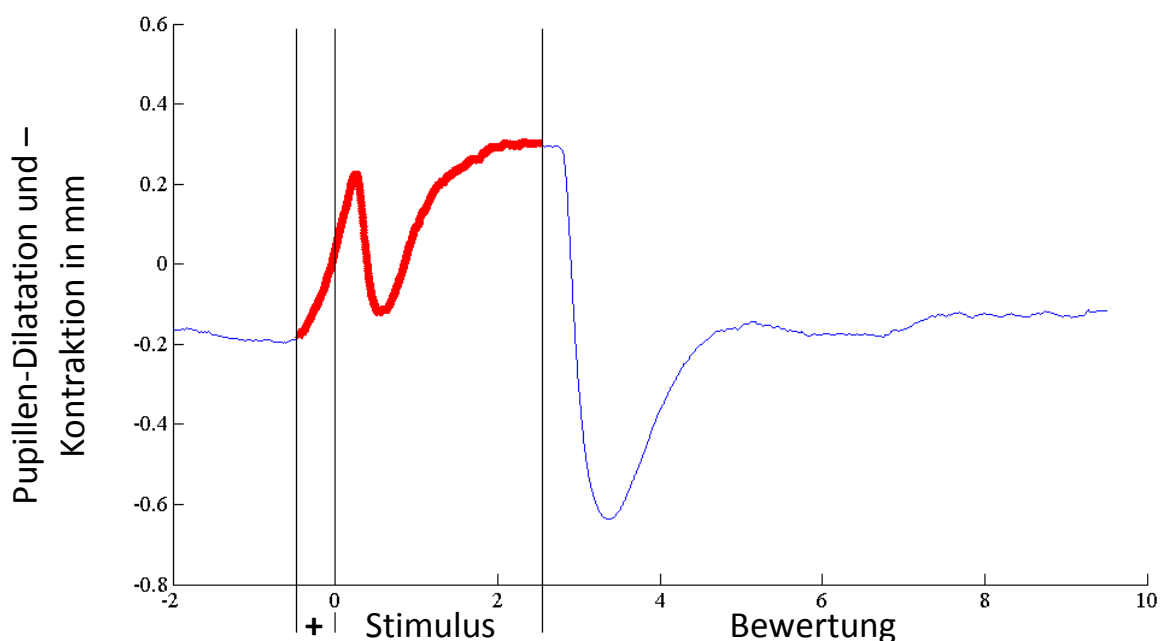


Abbildung 20: Exemplarische Darstellung des Pupillenverlaufs während der Präsentation eines Trials mit Fixationskreuz für mindestens 500ms vor dem Stimulus-Beginn bei 0, Stimulus für 2500ms und der Bewertungsfolie für ungefähr 7000ms.

Die Aufarbeitung der Daten in SPSS beinhaltete eine Korrektur der Daten um den Luminanzwert der Stimuli. Zwar wurde bei der Erstellung der Stimuli-Sets darauf geachtet, die Stimuli hinsichtlich der Luminanzen annähernd gleich zu gestalten, jedoch war dies nicht in der Gänze möglich, sodass es zwischen den Emotionskategorien unterschiedliche Werte gab. Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit den Faktoren „Set“ (Set1 und Set2), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral) und „Bekanntheit“ (Alt und Neu) ergab keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Luminanzwerte zwischen den beiden Sets ($F(1,14) = 1,27$; $p = .278$; $\text{Eta}^2 = 0,083$) und zwischen alten und neuen Bildern ($F(1,14) = 1,25$; $p = .282$; $\text{Eta}^2 = 0,082$). Jedoch gibt es, wie bereits vermutet, Unterschiede zwischen den Emotionskategorien ($F(3,42) = 25,5$; $p < .001$; $\text{Eta}^2 = 0,646$). Nachfolgende T-Tests zeigen eine geringere Luminanz der Ärger-Bilder gegenüber den Freude- ($t = -9,69$; $p < .000$) und Neutral-Stimuli ($t = -4,82$; $p < .000$), sowie auch geringere Werte der Angst-Bilder gegenüber den Freude- ($t = -6,12$; $p < .000$) und Neutral-Bildern ($t = -6,88$; $p < .000$) (siehe Abbildung 21).

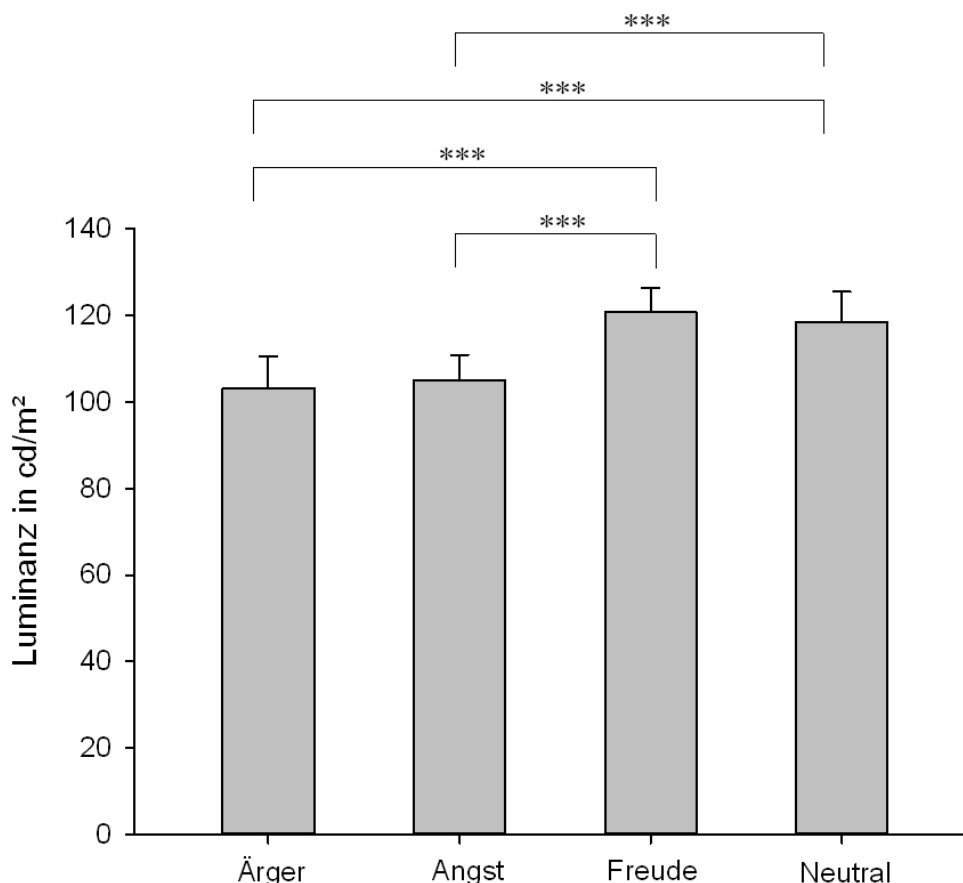


Abbildung 21: Luminanzwerte in cd/m² jeweils für die Kategorien Ärger, Angst, Freude und Neutral. Asteriske zeigen hochsignifikante Unterschiede an.

Um die Daten hinsichtlich dieser Unterschiede statistisch zu korrigieren, wurden zunächst Mittelwerte für die Daten je Stimulus über beiden Augen berechnet. Sollten die Daten der linken oder rechten Pupille aufgrund der Artefakt Korrektur fehlen, wurden die Daten der jeweils vorhandenen Pupille verwendet, fehlende Werte wurden als solche gekennzeichnet. Anschließend wurde über diese gemittelten Pupillendaten eine Varianzanalyse mit den Faktoren „Bedingung“ (Schlaf und Wach), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral), „Bekanntheit“ (Alt und Neu) und der Kovariate „Luminanz“ berechnet. Die um den Einfluss der Kovariaten bereinigten Mittelwerte wurden wiederum für die Versuchspersonen in SPSS eingelesen, sodass nun für jede Versuchsperson die korrigierten Pupillenwerte zu den beiden Bedingungen Schlaf und Wach je Emotion und Bekanntheit vorlagen. Eine Varianzanalyse mit den benannten Faktoren wurde berechnet, um Aufschluss über die in den Hypothesen vermuteten Unterschiede zu geben.

4.5.7 Blickdaten

Die Augenbewegungen wurden mit dem Tobii TX300 Eyetracker (Tobii Technology, Stockholm) aufgenommen und anschließend mithilfe des Software-Paketes GazeAlyze (Berger, Winkels, Lischke & Hoppner, 2012), ausgewertet, welche als Toolbox für „Matlab“ (Mathworks Inc., Natick, MA) geschrieben wurde. Dieses Software-Paket umfasst die Hauptkomponenten der Auswertung von Blickbewegungsdaten, wie das Detektieren und Filtern von Artefakten, das Detektieren von Ereignissen (Sakkaden und Fixationen), dem Generieren von ROI's (Region of Interests) und der Möglichkeit der Visualisierung der Ergebnisse. Analysiert wurden die Augenbewegungen während des Abrufs 2 in der Bewertungsaufgabe. Nach dem Importieren der Logfiles wurden die Daten gefiltert und die Fixationen automatisch erkannt. Durch das manuelle Festlegen von ROI's wurden wichtige Bereiche (linkes und rechtes Auge, Mund) markiert und Fixationen in diesen Bereichen detektiert. Diese ROI's wurden für jedes Bild verwendet. Die kumulative Fixationsdauer in ms wurde je ROI und Stimulus berechnet und anschließend exportiert. Im Statistikanalyseprogramm SPSS wurden die Daten dann über die einzelnen Emotionskategorien gemittelt. Da keine konkreten Hypothesen bezüglich des Einflusses der Bedingung oder eines Gedächtniseffektes aufgestellt wurden, wurden die Daten über diese Bedingungen (Bedingung mit Schlaf und Wachheit und Bekanntheit mit Alt und Neu) gemittelt berechnet.

4.6 Statistische Auswertung

Die statistischen Analysen wurden mit dem Softwarepaket IBM SPSS Statistics Version 21 (SPSS Inc., Chicago) durchgeführt. Da es sich bei den abhängigen Variablen um Linearkombinationen mehrerer Einzelmessungen handelt, wurde nach dem zentralen Grenzwertsatz näherungsweise Normalverteiltheit der Zufallsvariablen sowie der darauf basierenden Mittelwerte angenommen. Hypothesen, die einen Gruppenfaktor (between subject) und einen oder mehrere Messwiederholungsfaktoren (within subject) umfassten, wurden mit den entsprechenden Varianzanalysen mit Messwiederholung überprüft. Gruppenunterschiede wurden mit t-Tests für unabhängige Stichproben überprüft und Unterschiede zwischen verschiedenen Bedingungen von Messwiederholungsfaktoren mit t-Tests für abhängige Stichproben. Zur Berechnung von Korrelationen wurde der

Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson, bzw. nach Spearman, verwendet. Das Signifikanzniveau der angewandten Tests wird auf $\alpha = 5\%$ festgelegt und für alle Ergebnisse eine zweiseitige Signifikanz p angegeben. Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe der Grafik-Software SigmaPlot Version 12 (Systat Software Inc., Erkrath). Die Diagramme zeigen, sofern nicht anders angegeben, Mittelwerte mit Fehlerbalken für die errechneten Standardfehler.

4.6.1 Verhaltensebene

Erinnerungsleistungen der Schlaf- und Wachbedingungen

Die Daten werden auf deskriptiver und inferenzstatistischer Ebene ausgewertet. Unterschiede in den Erinnerungsleistungen werden in einem $2 \times 4 \times 2$ -varianzanalytischen Design mit den Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral), und „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) berechnet. Dazu werden die baseline-korrigierten Accuracy Rates der einzelnen Bedingungen ausgewertet. Signifikante Haupteffekte werden als Ergebnis 2-seitiger t-Tests interpretiert, Haupteffekte mit mehr als zwei Faktoren und signifikante Interaktionen werden mit t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben aufgelöst. Um Aussagen über die Ergebnisse innerhalb der Gruppe der gesunden Kinder auch unabhängig von einer signifikanten Interaktion machen zu können, wird die Varianzanalyse im nächsten Schritt für beide Gruppen getrennt berechnet. Signifikante Haupteffekte werden ebenfalls als Ergebnisse 2-seitiger t-Tests für abhängige Stichproben interpretiert, Interaktionen werden durch Berechnung von t-Tests (abhängige bzw. unabhängige Stichproben) aufgelöst.

Erinnerungsleistungen im Abruf 3

Für die Auswertung der Erinnerungsleistung im Abruf 3 werden die Erinnerungsleistungen Abruf 3 der einzelnen Bedingungen in einem $2 \times 4 \times 2$ -varianzanalytischen Design analysiert. Die Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral), und „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) werden einbezogen. Signifikante Haupteffekte werden als Ergebnis 2-seitiger t-Tests interpretiert, Haupteffekte mit mehr als zwei Faktoren und signifi-

kante Interaktionen werden mit t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben aufgelöst.

Eindeutigkeitsindex

Ob sich die Els (Eindeutigkeitsindizes) signifikant von einem ambivalenten Antwortverhalten unterscheiden, wird mittels t-Test für eine Stichprobe und dem Referenzwert 0,33 je Emotionskategorie berechnet. Bewertungsunterschiede in Bezug auf die Eindeutigkeit in Abhängigkeit von der Bekanntheit der dargestellten Emotionen werden in einem 2x4x2x2-varianzanalytischen Design berechnet. Die Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude), „Antwort“ (Alt, Neu) und der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) gehen dabei in die Analyse ein. Die Berechnungen sollen Aufschluss darüber geben, ob der Schlaf oder eine gleiche lange Phase mit Wachheit einen Einfluss auf die Eindeutigkeit haben, mit der ein Gesicht einer Kategorie zugeordnet wird. Dieser Einfluss sollte sich in unterschiedlichen Els zwischen alten und neuen Gesichtern widerspiegeln. Signifikante Haupteffekte werden ebenfalls als Ergebnisse 2-seitiger t-Tests interpretiert, Interaktionen werden durch Berechnung von t-Tests (abhängige bzw. unabhängige Stichproben) aufgelöst. Eine signifikante vier-fach Interaktion wird aufgelöst durch je Emotionskategorie getrennt berechnete Varianzanalysen.

Bewertungsausmaß

Für die statistische Auswertung der Hypothese über die Bewertungsdifferenzen auf deskriptiver und inferenzstatistischer Ebene wird ein 2x2x2-varianzanalytisches Design angewendet. In die Varianzanalysen werden die Innersubjektfaktoren „Bedingung“ (Schlaf/Wach) und „Bekanntheit“ (Alt/Neu) und der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) je Emotion einbegriffen und über die jeweiligen Bewertungsausmaße berechnet. Anschließend werden signifikante oder tendenziell signifikante Haupteffekte als das Ergebnis von t-Tests interpretiert, signifikante oder tendenziell signifikante Interaktionen werden wiederum über t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben aufgelöst.

Bewertungsausmaß im Abruf 3

Die Überprüfung der Fragestellung, welchen Einfluss mehrere Nächte mit Schlaf auf die Bewertung emotionaler Gesichtsausdrücke haben, auf deren Enkodierung unmittelbar eine Nacht mit Schlaf oder ein Tag mit Wachheit folgte, wird auf deskriptiver und inferenzstatistischer Ebene ausgewertet. In die Varianzanalysen je Emotionskategorie gehen die Faktoren „Bedingung“ (Schlaf/Wach), „Abruf“ (Abruf 2/Abruf3) und „Gruppe“ (Patienten/ Kontrollprobanden) ein. Es werden die z-transformierten Bewertungsausmaße ausgewertet. Anschließend werden signifikante oder tendenziell signifikante Haupteffekte als das Ergebnis von t-Tests interpretiert, signifikante oder tendenziell signifikante Interaktionen werden wiederum über t-Tests für abhängige bzw. unabhängige Stichproben aufgelöst.

Reaktionszeiten

Es wird erwartet, dass das Wiedererkennen eines Bildes mit einer schnelleren Reaktionszeit einhergeht. Außerdem wird erwartet, dass die Patienten im Vergleich zu den Kontrollprobanden erhöhte Reaktionszeiten zeigen. Die Auswertung erfolgt auf deskriptiver und inferenzstatistischer Ebene. In einem 2x4x2x2-faktoriellen varianzanalytischen Design mit den Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral), „Antwort“ (Alt, Neu), und „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) sollen Unterschiede in den Reaktionszeiten aufgedeckt werden. Signifikante Haupteffekte eines zweistufigen Faktors werden als Ergebnis eines t-Tests interpretiert. Interaktionen werden über t-Tests für abhängige / unabhängige Stichproben aufgelöst.

4.6.2 Physiologische Ebene

Schlafdaten

Die Auswertung der Daten erfolgt auf deskriptiver und inferenzstatistischer Ebene. Gruppenunterschiede werden über t-Tests für unabhängige Stichproben errechnet. Die Vergleiche werden auf einem 2-seitigen Signifikanzniveau von 5% berechnet.

Oszillationen

Es wird eine varianzanalytische Berechnung für die Werte in den Schlafstadien S3 und S4 mit den Frequenzbänder SO und Delta sowie eine Berechnung der Thetaaktivität im REM-Schlaf durchgeführt. In die erste Berechnung gehen die Faktoren „Schlafstadium“ (S3, S4), „Frequenzbereich“ (SO, Delta), „Position“ (F3, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4) und der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) ein. Bei einer signifikanten Interaktion aller Faktoren, werden Berechnungen getrennt für die Schlafstadien ausgewertet. Signifikante Haupteffekte eines zweistufigen Faktors werden als Ergebnis eines t-Tests interpretiert. Interaktionen werden über t-Tests für abhängige / unabhängige Stichproben aufgelöst.

In die varianzanalytische Berechnung der Thetaaktivität im REM-Schlaf gehen die Faktoren „Position“ (F3, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4) und der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Patienten, Kontrollprobanden) ein. Signifikante Haupteffekte eines zweistufigen Faktors werden als Ergebnis eines t-Tests interpretiert. Interaktionen werden über t-Tests für abhängige / unabhängige Stichproben aufgelöst.

Pupillendaten

Zu Überprüfung der Fragestellung 4 wird eine ANOVA mit Messwiederholung mit den Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger Angst, Freude, Neutral), „Antwort“ (Hits, CR) und „Bins“ (Bin1-Bin20) und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Kontrollprobanden, Patienten) berechnet. Signifikante Vierfach-Interaktionen werden gegebenenfalls durch die Berechnung getrennt für beide Gruppen aufgelöst. Signifikante Haupteffekte eines zweistufigen Faktors werden als Ergebnis eines t-Tests interpretiert. Interaktionen werden über t-Tests für abhängige / unabhängige Stichproben aufgelöst.

Blickdaten

Es werden Mittelwerte aus den Blickdaten der Schlaf- und Wachbedingungen berechnet und anschließend in einer ANOVA mit Messwiederholung mit den Innersubjektfaktoren „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, neutral) und „ROI“ (Mund,

linkes Auge, rechtes Auge) und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ ausgewertet. Signifikante Haupteffekte eines zweistufigen Faktors werden als Ergebnis eines t-Tests interpretiert. Interaktionen werden über t-Tests für abhängige / unabhängige Stichproben aufgelöst.

5 Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in sechs Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Gedächtnisdaten, d.h. die Erinnerungsleistungen der Patienten und Kontrollprobanden für die Gesichter mit ärgerlichen, ängstlichen, freudigen und neutralen Ausdrücken, vorgestellt. Im zweiten Abschnitt soll auf die Bewertungsdaten Bezug genommen werden. Der dritte Abschnitt beinhaltet die Ergebnisse der Schlafdaten, dabei soll im Einzelnen auf die Schlafarchitektur und die Oszillationen eingegangen werden und auf mögliche Gruppenunterschiede, im vierten Abschnitt sollen Zusammenhänge zu den Verhaltensdaten deutlich gemacht werden. Der fünfte und sechste Abschnitt erklären die Ergebnisse des Eye-Tracking-Verfahrens und umfassen Auswertungen zur Pupillendilatation und zu den Blickbewegungen. In die Auswertung der einzelnen Variablen ging aufgrund verschiedener Faktoren jeweils eine unterschiedliche Anzahl von Teilnehmern ein. Die Stichprobenbeschreibung zu den verschiedenen Fragestellungen befindet sich im Abschnitt 4.1. Aus Gründen der Übersicht sind einige Tabellen und Abbildungen im Anhang eingefügt.

5.1 Erinnerungsleistungen

Die Erinnerungsleistungen wurden wie in Abschnitt 4.5.1 berechnet. Es wird über Konsolidierungseffekte berichtet und anschließend auf mögliche Effekte durch den Einfluss der unterschiedlichen Störvariablen eingegangen.

5.1.1 Schlafassoziierte Konsolidierung

In der Fragestellung 1 wird angenommen, dass die Gruppe der Patienten geringere schlafassoziierte Gedächtnisleistungen zeigen als die Gruppe der Kontrollprobanden. Des Weiteren wird angenommen, dass der Schlaf die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten im Vergleich zu einer Phase mit Wachheit begünstigt und vor allem emotionale Gedächtnisinhalte vom Schlaf profitieren. Zur Berechnung wurden die baseline-korrigierten Gedächtnisleistungen herangezogen. Zum besseren Verständnis jedoch sind die Gedächtnisleistungen der Patienten und Kontrollprobanden zu den verschiedenen Messzeitpunkten (Abruf 1 und Ab-

ruf 2) für die beiden Bedingungen Schlaf und Wachheit in Abbildung 22 dargestellt.

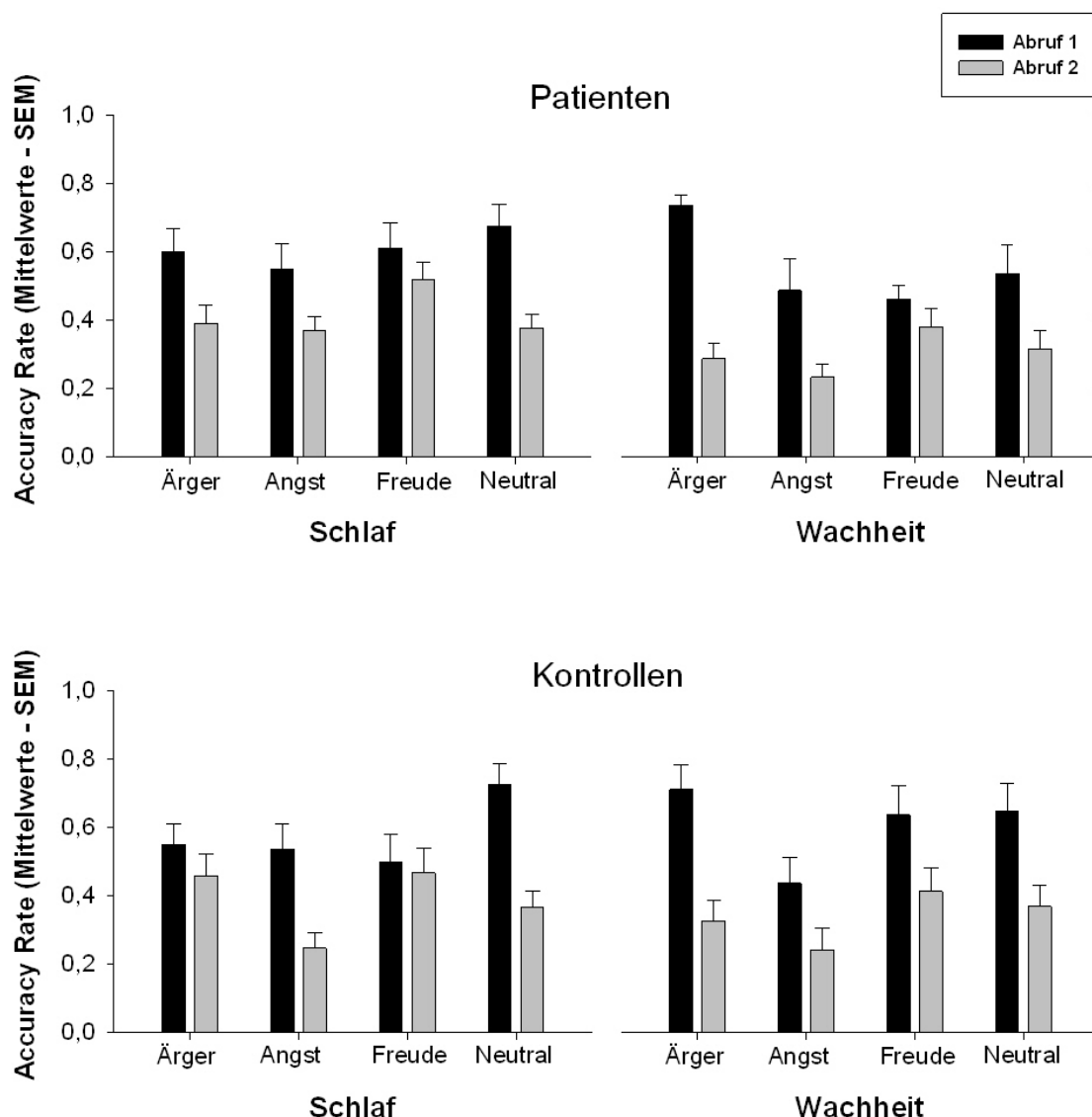


Abbildung 22: Accuracy Rates für die beiden Gruppen getrennt für die Bedingungen Schlaf und Wachheit. Schwarze Balken zeigen die Gedächtnisleistung des Abruf 1, graue Balken die des Abrufs 2.

Die varianzanalytische Auswertung liefert folgende Ergebnisse. Der Haupteffekt „Bedingung“ wird nicht signifikant ($F(1,30) = 2,66$; $p = .114$; $\eta^2 = 0,081$). Somit zeigt sich kein genereller schlafassoziiertes Vorteil in der Gedächtnisleistung über alle Gruppen und Emotionskategorien hinweg, die Hypothese 1.1 muss verworfen werden. Der Vergleich der beiden Gruppen wird nicht signifikant ($F(1,30) = 0,066$; $p = .799$; $\eta^2 = 0,002$). Demnach zeigen die Kinder mit einer ADHS/ODD keine generell schlechteren Gedächtnisleistungen, somit wird auch die Hypothe-

se 1.4 nicht bestätigt. Es besteht ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor „Emotion“ ($F(3,90) = 6,65$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,181$). Nachfolgende t-Tests ergeben signifikant höhere Erinnerungsleistungen für Freude-Gesichter im Vergleich zu Ärger ($t = 3,87$; $p = .001$), Angst ($t = 2,44$; $p = .020$) und Neutral ($t = 3,62$; $p = .001$), die Ergebnisse sind in Abbildung 23 dargestellt. Somit kann die Hypothese 1.2 (a) nur teilweise bestätigt werden, lediglich die Emotion Freude zeigt im Vergleich zu neutralen Gesichtern verbesserte Erinnerungsleistungen.

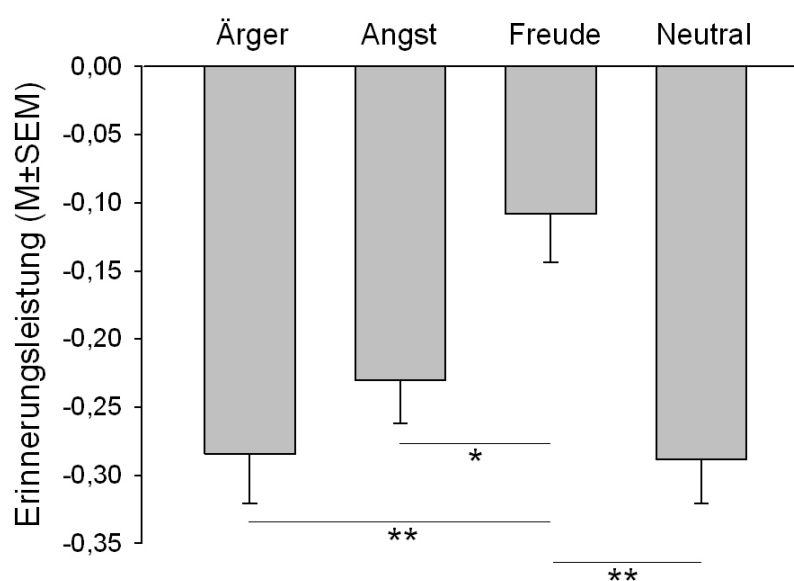


Abbildung 23: Über die beiden Bedingungen „Schlaf“ und „Wachheit“ gemittelten Erinnerungsleistungen je Emotionskategorie.

Die in der Tendenz signifikante Interaktion „Bedingung x Emotion“ ($F(3,90) = 2,55$; $p = .061$; $\eta^2 = 0,078$) wird durch nachfolgende explorative t-Tests für gepaarte Stichproben aufgelöst. Die Mittelwertsvergleiche zeigen für die Emotion Ärger einen signifikanten Unterschied zwischen den baseline-korrigierten Accuracy Rates der beiden Bedingungen „Schlaf“ und „Wachheit“ ($t = 3,87$; $p = .001$). Demnach profitieren alle Kinder in der Gedächtnisleistung für Ärger-Bilder von der Nacht mit Schlaf im Vergleich zum Tag mit Wachheit (siehe Abbildung 24). Mittelwertsvergleiche für die Emotionen Angst ($t = -0,85$; $p = .933$) und Freude ($t = 1,44$; $p = .160$) werden nicht signifikant, jedoch ist auf das hypothesen-konträre Ergebnis der neutralen Stimuli hinzuweisen. Demnach ist die Gedächtnisleistung für neutrale Gesichter durch den Schlaf deskriptiv vermindert im Vergleich zur Wachheit, jedoch nicht auf einem signifikanten Niveau ($t = -7,97$; $p = .432$). Die Hypothese 1.2

(b) kann somit nur für die Emotion Ärger bestätigt werden, die Emotionen Angst und Freude profitieren in der Gedächtniskonsolidierung nicht vom Schlaf im Vergleich zur Wachheit.

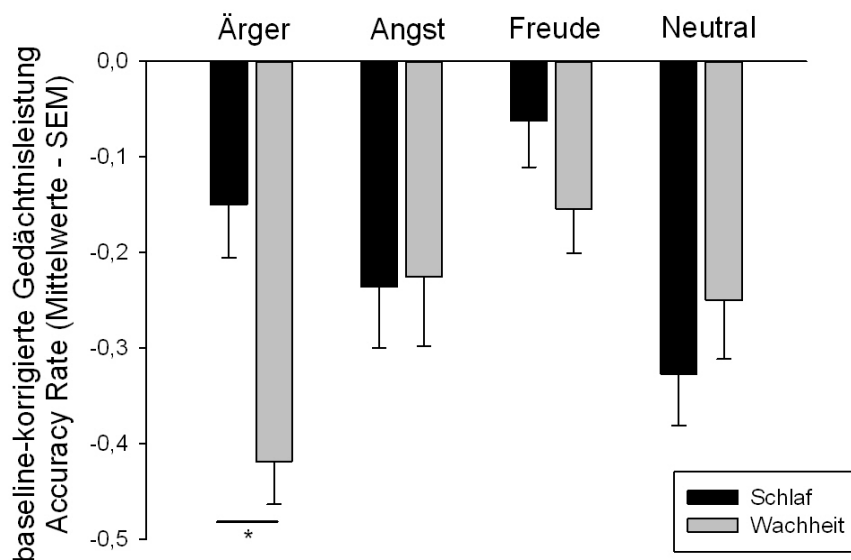


Abbildung 24: Baseline-korrigierte Gedächtnisleistung (Abruf 2 – Abruf 1) für die Emotionen Ärger, Angst, Freude und Neutral getrennt für die Bedingung Schlaf (schwarze Balken) und Wachheit (graue Balken).

Es ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede in der Auswertung der Erinnerungsleistungen ($F(1,30) = 0,066$; $p = .799$; $\eta^2 = 0,002$), sowie keine signifikanten Interaktionen mit dem Faktor „Gruppe“, somit muss auch die Hypothese 1.5 verworfen werden, derer nach vermutet wurde, dass die Patienten vor allem bei Freude- und Neutral-Gesichtern Defizite im Vergleich zu den Kontrollprobanden zeigen.

Es wurde dennoch die Varianzanalyse getrennt für die beiden Gruppen berechnet, um Aussagen darüber machen zu können, wie sich die Gedächtnisleistung bei gesunden Kindern in diesem Paradigma unabhängig von der Patientengruppe verhält. Die Ergebnisse der ANOVA der gesunden Kinder ergeben einen signifikanten Haupteffekt „Bedingung“ ($F(1,15) = 4,56$; $p = .050$; $\eta^2 = 0,233$). Demnach profitieren die gesunden Kinder vom Schlaf in der Konsolidierung von emotionalen und neutralen Gesichtern. Der Haupteffekt „Emotion“ wird nicht signifikant ($F(3,45) = 2,29$; $p = .092$; $\eta^2 = 0,132$), ebenso wird die Interaktion „Bedingung x Emotion“ nicht signifikant ($F(3,45) = 1,91$; $p = .141$; $\eta^2 = 0,113$).

Die Patientengruppe zeigt keinen signifikanten Haupteffekt „Bedingung“ ($F(1,16) = 0,60$; $p = .451$; $\text{Eta}^2 = 0,038$). Der Haupteffekt „Emotion“ wird signifikant ($F(3,45) = 6,53$; $p = .001$; $\text{Eta}^2 = 0,303$). Nachfolgende t-Tests ergeben signifikante Unterschiede zwischen den gemittelten Erinnerungsleistungen der Freude-Gesichter im Vergleich zu den Ärger- ($t=5,379$; $p<.001$), Angst- ($t=2,46$; $p=.026$) und Neutral-Gesichtern ($t=3,24$; $p=.005$). Die Patienten zeigen somit einen Gedächtnis-Bias für Freude-Gesichter im Vergleich zu den anderen Emotionen. Dieser Effekt ist unabhängig von der Bedingung, denn die Interaktion „Bedingung x Emotion“ wird nicht signifikant ($F(3,45) = 1,91$; $p = .141$; $\text{Eta}^2 = 0,113$).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die gesunden Kinder und die Kinder mit ADHS/ODD sich generell über alle Bedingungen hinweg nicht in der Gedächtnisleistung voneinander unterscheiden (die Hypothese 1.4 muss verworfen werden). Betrachtet man jedoch die Gruppen getrennt, zeigen die gesunden Kinder einen generellen Profit vom Schlaf in der Erinnerungsleistung für Gesichter. Somit kann bei getrennt berechneter Auswertung die Hypothese 1.1 zumindest für die gesunden Kinder bestätigt werden, jedoch nicht für alle Kinder. Außerdem zeigt sich keine Interaktion der Faktoren „Emotion“ und „Gruppe“, was bedeutet, dass die Patienten nicht wie angenommen negative und neutrale Gesichter schlechter erinnern (Hypothese 1.5 muss verworfen werden). Generell werden Freude-Gesichter im Vergleich zu den anderen Emotionskategorien besonders stark im Gedächtnis konsolidiert, dieser Effekt wird jedoch vor allem durch die Patienten erzeugt (Hypothese 1.2 (a) kann somit nur zum Teil bestätigt werden, es zeigen nicht alle Emotionen einen Gedächtnisvorteil im Vergleich zu neutralen Stimuli). Die Kinder zeigen eine signifikante schlafassoziierte Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter, was bedeutet, dass Gesichter mit einem ärgerlichen emotionalen Ausdruck besonders durch Schlaf im Gedächtnis konsolidiert werden (Hypothese 1.2 (b) kann nur teilweise bestätigt werden, es zeigt sich ein schlafassoziiertes Gedächtnisvorteil nur bei Ärger-Gesichtern, jedoch nicht bei den Emotionen Angst oder Freude). Eine explorative Zusatzanalyse zu diesem Befund wird unter bestimmten Annahmen im folgenden Abschnitt durchgeführt.

5.1.2 Explorative Zusatzanalyse

Die Patienten zeigen einen signifikanten Freude-Bias, das heißt die Gedächtnisleistungen für Gesichter mit der Emotion Freude sind größer als für eine andere Emotion oder neutrale Gesichter. Die Kontrollprobanden zeigen diesen Emotions-Effekt nicht. D'Argembeau and Van der Linden (2007); (2011) diskutieren, dass die Verarbeitung von Gesichtern mit der Emotion Freude schneller und leichter abläuft und somit Kapazitäten freigegeben werden, die eine verstärkte Gedächtniskonsolidierung fördern. Um diese Annahme zu prüfen, werden Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsausmaßen in der Enkodierungsphase und den Gedächtnisleistungen der Kinder nach dem Retentionsintervall mit Schlaf oder Wachheit berechnet. Die Korrelationskoeffizienten der beiden Gruppen werden auf signifikante Unterschiede mittels Fisher's Z-Test untersucht. Die Patienten zeigen keine signifikanten Zusammenhänge (alle $p \geq .212$). Die Analysen der Daten der Kontrollstichprobe ergeben lediglich einen in der Tendenz signifikanten negativen Zusammenhang der Bewertungsausmaße und Gedächtnisleistungen der Freude-Gesichter in der Schlaf-Bedingung ($r = -.451$; $p = .079$). Dieser Korrelationskoeffizient unterscheidet sich nicht signifikant ($p = .365$) von dem der Patienten ($r = .130$; $p = .632$). Ein weiterer tendenziell signifikanter positiver Zusammenhang ergibt sich bei den Kontrollprobanden in der Wach-Bedingung zwischen den Bewertungsausmaßen in der Enkodierungsphase und den Gedächtnisleistungen für Ärger-Gesichter ($r = .481$; $p = .059$). Dieses Ergebnis deutet an, dass Gesichter, die während der Enkodierungsphase als besonders ärgerlich eingestuft wurden, nach einem Intervall mit Wachheit besser erinnert werden. Die Korrelationskoeffizienten der beiden Gruppen (Patienten: $r = .330$; $p = .212$) unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p = .644$). Werden die Korrelationsanalysen der beiden Gruppen zusammen berechnet, ergibt sich für den Zusammenhang der Bewertungsausmaße und Gedächtnisleistungen der Freude-Gesichter in der Schlaf-Bedingung ein in der Tendenz signifikantes negatives Ergebnis ($r = -.332$; $p = .062$) und für den Zusammenhang der Bewertungsausmaße und Gedächtnisleistungen der Ärger-Gesichter in der Wach-Bedingung ein signifikantes positives Ergebnis ($r = .424$; $p = .016$).

Es könnte somit geschlussfolgert werden, dass eine erhöhte Reaktivität auf Freude-Gesichter am Abend vor dem Schlaf einen hinderlichen Einfluss auf die

Konsolidierung der Inhalte im Schlaf ausübt, während eine erhöhte Reaktivität am Morgen auf Ärger-Gesichter die Konsolidierung über den Tag mit Wachheit fördert.

5.1.3 Erinnerungsleistung im Abruf 3

Die Aufgabenstellung im Abruf 3 erforderte es, die Bilder wieder zu erkennen und in alte oder neue Gesichter einzuteilen. Jedoch gab es keine Distraktoren in der Aufgabe und somit konnten lediglich die Hit Rates in Abruf 3 bestimmt werden. Die Differenzen aus Hit Rates im Abruf 3 und den CR in Abruf 2 sind in Abbildung 25 dargestellt. Die varianzanalytische Auswertung ergibt einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Emotion“ ($F(3,90) = 21,44$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,684$). Nachfolgende t-Tests für verbundene Stichproben ergeben, dass die Kinder in der Emotionskategorie Ärger höhere Erinnerungsleistungen im Vergleich zu den Emotionen Angst ($t=5,08$; $p<.001$), Freude ($t=5,39$; $p<.001$) und Neutral ($t=7,82$; $p<.001$) aufweisen. Außerdem zeigen die Kinder höhere Erinnerungsleistungen der Emotion Angst im Vergleich zu Gesichtern ohne emotionalen Gesichtsausdruck Neutral ($t=2,80$; $p=.009$). Andere Haupteffekte, Gruppenunterschiede oder Interaktionen werden nicht signifikant (alle $p \geq .149$). Deskriptiv, jedoch nicht signifikant, fallen die Erinnerungsleistungen für Stimuli, auf deren Präsentation eine Nacht mit Schlaf folgte, geringer aus als für Stimuli mit einem Tag mit Wachheit im Anschluss an die Präsentation ($F(1,30) = 0,29$; $p = .593$; $\eta^2 = 0,010$). Auch zeigen die Kinder der Kontrollgruppe deskriptiv geringere Leistungen als die Patienten ($F(1,30) = 0,275$; $p = .604$; $\eta^2 = 0,009$). Diese Ergebnisse sind jedoch nicht signifikant. Insgesamt kann die Hypothese 1.3 nicht bestätigt werden, es zeigt sich nach mehreren Wochen kein schlafassoziierter Konsolidierungseffekt bei Patienten oder Kontrollprobanden. Insgesamt zeigte sich jedoch ein Einfluss der Emotionen, negative emotionale Gesichtsausdrücke (Ärger und Angst) wurden im Vergleich zu den Freude- oder neutralen Gesichtern besser behalten.

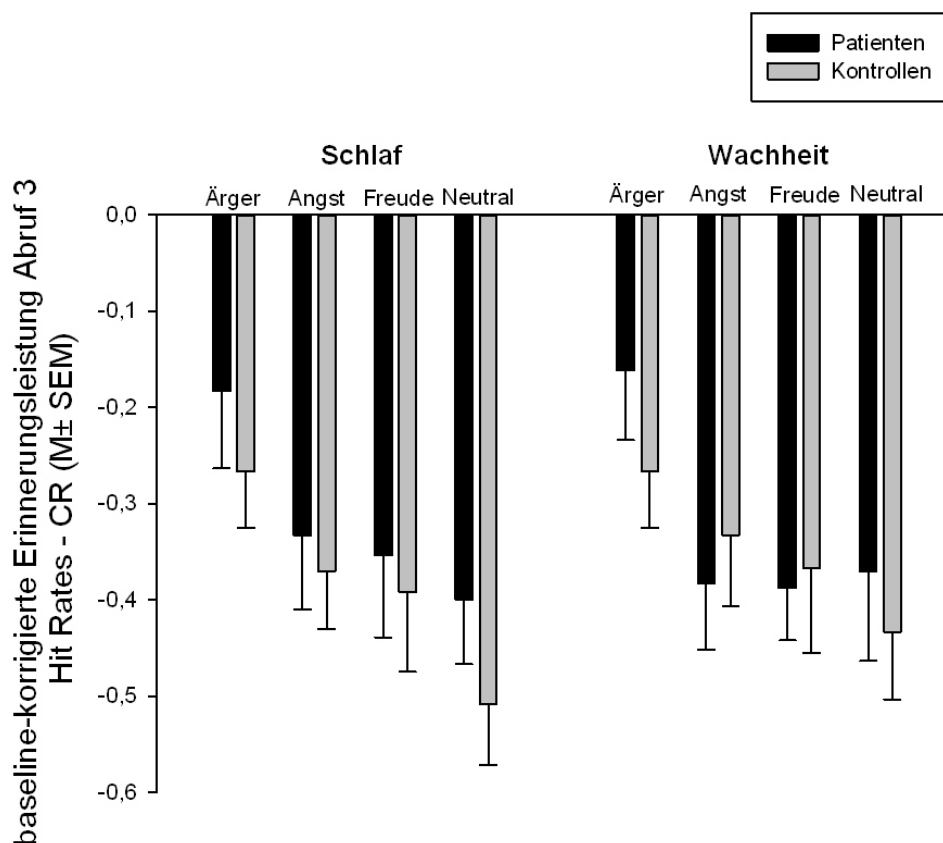


Abbildung 25: Baseline-korrigierte Erinnerungsleistung (Hit Rates Abrufl 3 – CR Abrufl 2) für die Emotionen Ärger, Angst, Freude und Neutral getrennt für die Bedingung Schlaf (linke Seite) und Wachheit (rechte Seite).

5.1.4 Störvariablen

Einfluss der Tageszeit auf die Erinnerungsleistungen

Zur Überprüfung eines möglichen Einflusses der Tageszeit auf die Erinnerungsleistung wird eine Varianzanalyse über die Accuracy Rates des Abrufl 1 (Baseline-Bedingung) mit den Innersubjektfaktoren „Bedingung“ (Abends/ Morgens) und „Emotion“ mit den Kategorien Ärger, Angst, Freude und Neutral, sowie dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ berechnet. Zudem soll kontrolliert werden, ob sich die Gruppen generell in ihrer Lernleistung vor der Bedingungsmanipulation (Schlaf oder Wachheit) unterscheiden. Die Ergebnisse des Abrufl 1 sind in Abbildung 26 dargestellt. Die Analyse ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Emotion“ ($F(3,90) = 5,62$; $p = .001$; $\text{Eta}^2 = 0,158$) und eine tendenzielle Interaktion der Faktoren „Bedingung x Emotion“ ($F(3,90) = 2,37$; $p = .076$; $\text{Eta}^2 = 0,073$). Zwischen den Gruppen besteht kein Unterschied in der Gedächtnisleistung im Abrufl 1 ($F(1,30) = 0,054$; $p = .818$; $\text{Eta}^2 = 0,002$). Nachfolgende t-Tests

ergeben erhöhte Gedächtnisleistungen für Ärger-Bilder im Vergleich zu Gesichtern mit ängstlichem Ausdruck ($t=3,61$; $p=.001$) und im Vergleich zu Freude-Bildern ($t=2,16$; $p=.037$). Neutrale Gesichter werden besser erinnert als ängstliche ($t=4,28$; $p<.001$) und fröhliche Gesichter ($t=2,07$; $p=.047$). Die Mittelwerte und Standardfehler sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Gedächtnisleistungen in Accuracy Rates für die vier Emotionskategorien in Abruf 1 für die Bedingungen Abends und Morgens sowie Gesamt für beide Gruppen zusammen.

	Ärger	Angst	Freude	Neutral
	MW \pm SEM	MW \pm SEM	MW \pm SEM	MW \pm SEM
Abruf 1 Abends	0,58 \pm 0,05	0,54 \pm 0,05	0,56 \pm 0,05	0,70 \pm 0,05
Abruf 1 Morgens	0,73 \pm 0,04	0,46 \pm 0,06	0,55 \pm 0,05	0,59 \pm 0,06
Gesamt Abruf 1	0,65 \pm 0,034	0,50 \pm 0,03	0,55 \pm 0,04	0,65 \pm 0,04

Die Auflösung der tendenziellen Interaktion erbrachte einen signifikanten Unterschied zwischen den Bedingungen „Abends“ und „Morgens“ für die Emotion Ärger ($t=-2,95$; $p=.006$). Demnach werden im Abruf 1 direkt im Anschluss an die Enkodierungsphase am Morgen Ärger-Gesichter besser erinnert, als am Abend (siehe Abbildung 27). Für die anderen Emotionen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

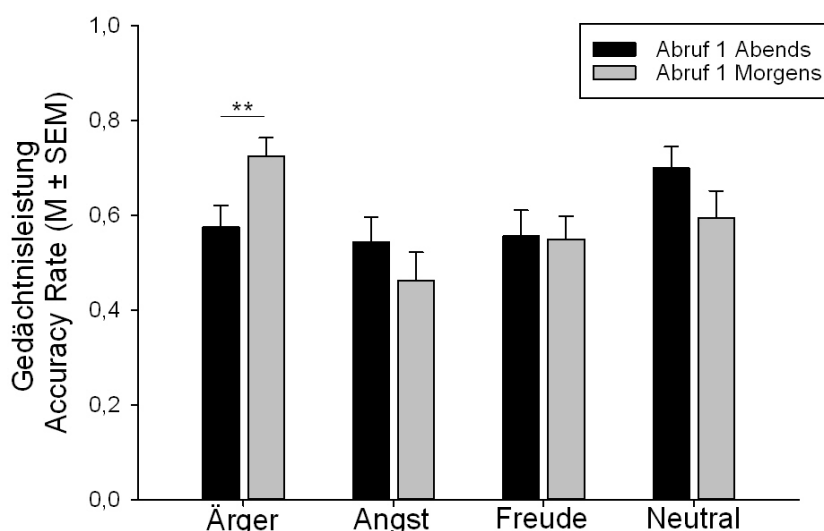


Abbildung 26: Durchschnittliche Accuracy Rate über beide Gruppen für die Emotionen Ärger, Angst, Freude und Neutral jeweils im Abruf 1 vor einer Phase mit Schlaf (Abends, schwarze Balken) und vor einer Phase mit Wachheit (Morgens, graue Balken). (* $p \leq 0,05$; zweiseitig).

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Patienten und Kontrollprobanden keine unterschiedlichen Lernleistungen zeigen. Insgesamt hat

die Tageszeit keinen signifikanten Einfluss auf die Gedächtnisleistungen. Wird der Einfluss jedoch getrennt für die Emotionen betrachtet, werden ärgerliche Gesichter am Morgen besser erinnert als am Abend. Ärgerliche und Neutrale Gesichter werden insgesamt besser erinnert als ängstliche und fröhliche Gesichter. Ein Einfluss der Tageszeit auf die Konsolidierung ärgerlicher Gesichter muss in Betracht gezogen werden. Jedoch kann dieser Effekt bei der Interpretation der schlafassoziierten Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter vernachlässigt werden, da auch im Abruf 2 die Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter nach einer Nacht mit Schlaf signifikant höher ist als nach einem Tag ohne Schlaf ($t=2,64$; $p=.013$). Somit ist der Effekt, der durch den Schlaf erzeugt wird, immer noch vorhanden, auch wenn die unterschiedlichen Baseline-Werte abgezogen werden.

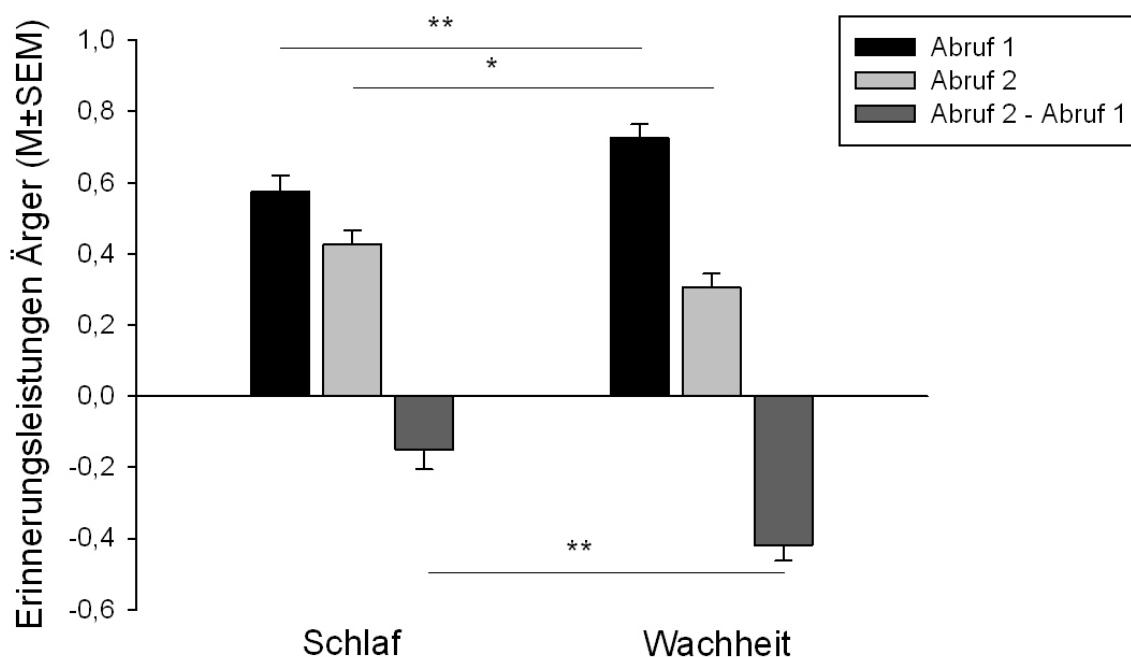


Abbildung 27: Erinnerungsleistungen der Emotion Ärger.

Einfluss IQ und DCS-Wert

Die Kinder mit und ohne ADHS/ODD unterscheiden sich nicht hinsichtlich des mit dem CFT-20R gemessenen IQ-Wertes ($t=-1,04$; $p=.309$). Jedoch unterscheiden sie sich in den in IQ-Werte transformierten DCS-Werten ($t=-2,16$; $p=.039$). Da sowohl der IQ, als auch die visuelle Gedächtnisfähigkeit einen Einfluss auf die in dieser Studie gemessenen Gedächtnisleistungen haben könnten, werden Kor-

relationsanalysen zwischen den IQ- und DCS-Scores sowie den schlafassoziierten und Baseline-korrigierten Erinnerungsleistungen der vier Emotionskategorien (Ärger, Angst, Freude, Neutral) berechnet. Weder für die IQ-Werte noch für die DCS-Werte lassen sich signifikante Zusammenhänge zu den Erinnerungsleistungen finden (alle $p > .081$). Der in der Tendenz signifikante negative Zusammenhang zwischen dem DCS-Wert und der Erinnerungsleistung von neutralen Gesichtern ($r = -3.13$, $p = .081$) würde bedeuten, dass die Erinnerungsleistung an neutrale Gesichter aufgrund einer guten Leistung im DCS schlechter ausfällt. Da dieser Zusammenhang nicht signifikant ist und womöglich ein Zufallsbefund ist, wird er im weiteren Verlauf nicht mehr beachtet.

Einfluss der emotionalen Befindlichkeit auf die Erinnerungsleistungen

Die emotionale Befindlichkeit in Form der Valenz (glücklich vs. unglücklich) und des Erregungsniveaus (angeregt vs. entspannt) wurde zu jedem Messzeitpunkt mithilfe des Tage- oder Nächtebuchs erhoben. Korrelationsanalysen wurden berechnet, um eventuelle Zusammenhänge zwischen der emotionalen Befindlichkeit und den Baseline-korrigierten Erinnerungsleistungen jeweils der Schlaf- und Wachbedingung aufzudecken. In der Bedingung mit Wachheit gibt es keine signifikanten korrelativen Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen und der Valenz oder dem Erregungsniveau (alle $p \geq .065$). Die in der Tendenz signifikante negative Korrelation des Erregungsniveaus am Abend im Abruf 2 während der Wachbedingung und den Erinnerungsleistungen für Freude-Gesichter deutet an, dass, je entspannter die Kinder waren, sie umso bessere Leistungen für Freude-Gesichter zeigten ($r = -.331$; $p = .065$). In der Bedingung mit Schlaf ergeben sich signifikante Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen für Angst-Gesichter und dem Erregungsniveau vor dem Schlafen ($r = -.369$; $p = .037$), sowie mit der Valenz nach dem Retentionsintervall mit Schlaf ($r = .396$; $p = .025$). Demnach könnte vermutet werden, dass ein geringes Erregungsniveau (entspannt) in der Enkodierungsphase vor einer Nacht mit Schlaf zu besseren Leistungen bei Angst-Gesichtern führt. Ebenso könnte eine bessere Stimmung am Morgen im Abruf nach einer Phase mit Schlaf zu besseren Erinnerungsleistungen für Angst-Gesichter führen. Ein marginal signifikanter Zusammenhang der Valenz am Morgen im Abruf 2 der Schlaf-Bedingung und der Erinnerungsleistung

für Ärger-Gesichter ($r = -.338$; $p = .058$) deutet an, dass die Kinder geringere Erinnerungsleistungen für Ärger-Gesichter zeigen, wenn sie glücklicher sind.

5.1.5 Reaktionszeiten

Die Reaktionszeiten der Rekognitionsaufgaben wurden in einer $2 \times 4 \times 2 \times 2$ -faktoriellen Varianzanalyse mit den Faktoren „Bedingung“, „Emotion“, „Abruf“ und „Bekanntheit“, sowie dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ berechnet. Der Haupteffekt „Gruppe“ wird signifikant ($F(1,30) = 6.46$; $p = .016$; $\eta^2 = .174$). Die Patienten sind langsamer in ihren Reaktionen als die Kontrollprobanden (Hypothese 1.6 (c) kann bestätigt werden). Der Haupteffekt „Bedingung“ wird nur in der Tendenz signifikant ($F(1,30) = 3.13$; $p = .087$; $\eta^2 = .094$), demnach sind die Reaktionen in der Bedingung am Tag mit Wachheit schneller als in der Bedingung mit Schlaf. Der Haupteffekt „Bekanntheit“ wird signifikant ($F(1,30) = 10.37$; $p = .003$; $\eta^2 = 0,257$), bekannte Stimuli werden schneller erkannt als unbekannte Stimuli, somit kann die Hypothese 1.6 (a) bestätigt werden.

Die Interaktion „Bekanntheit x Gruppe“ wird nicht signifikant ($p = .551$), demnach zeigen beide Gruppen einen Alt/Neu-Effekt, der sich in verringerten Reaktionszeiten für alte, bekannte Stimuli im Vergleich zu neuen, unbekanntem Stimuli äußert. Die Hypothese 1.6 (b) muss verworfen werden.

Die Interaktion „Bedingung x Gruppe“ wird signifikant ($F(1,30) = 5.49$; $p = .026$; $\eta^2 = .155$). Nachfolgende t-Tests ergeben, dass die gesunden Kinder in der Bedingung mit Schlaf schneller reagieren als die Patienten ($t = -2,98$; $p = .006$), in der Bedingung mit Wachheit unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht ($t = -1,25$; $p = .222$). Vergleiche innerhalb der Gruppen zeigen, dass die Patienten in der Schlaf-Bedingung langsamer reagieren, als in der Wach-Bedingung ($t = 2,45$; $p = .027$), die Gruppe der Kontrollprobanden zeigt keine Unterschiede in beiden Bedingungen ($t = -0,53$; $p = .605$). Die Ergebnisse sind in Abbildung 28 dargestellt.

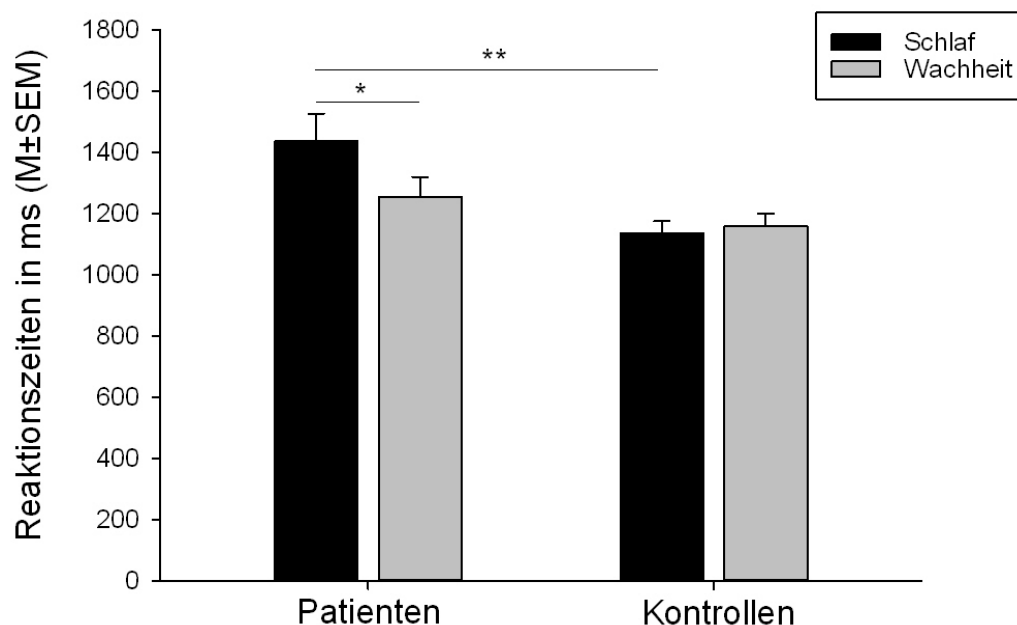


Abbildung 28: Reaktionszeiten in ms der Patienten und Kontrollprobanden in den Bedingungen Schlaf und Wachheit.

Weiterhin wird die Interaktion „Bedingung x Abruf“ signifikant ($F(1,30) = 8.99$; $p = .005$; $\eta^2 = .231$). Nachfolgende t-Tests für gepaarte Stichproben ergeben, dass sich die Reaktionszeiten im Abruf 1 jeweils vor der Bedingung mit Schlaf oder mit Wachheit nicht unterscheiden ($t = -1.24$; $p = .902$). Nach dem Retentionsintervall werden jedoch verlangsamte Reaktionen nach dem Schlaf im Vergleich zur Wachheit gezeigt ($t = 3.08$; $p = .004$). Die Reaktionszeiten im Abruf 1 und im Abruf 2 unterscheiden sich weder in der Bedingung mit Schlaf ($t = -1.55$; $p = .133$) noch in der Bedingung mit Wachheit ($t = 1.63$; $p = .113$). Da die Reaktionszeiten im Abruf 1 der beiden Bedingungen mit Schlaf (abends) und Wachheit (morgens) sich nicht unterscheiden, kann davon ausgegangen werden, dass die Tageszeit keinen generellen Einfluss auf die Reaktionszeiten hat. Vielmehr scheinen durch den Schlaf die Reaktionen am Morgen verlangsamt und durch einen Tag mit Wachheit am Abend die Reaktionszeiten erniedrigt zu sein (siehe Abbildung 29).

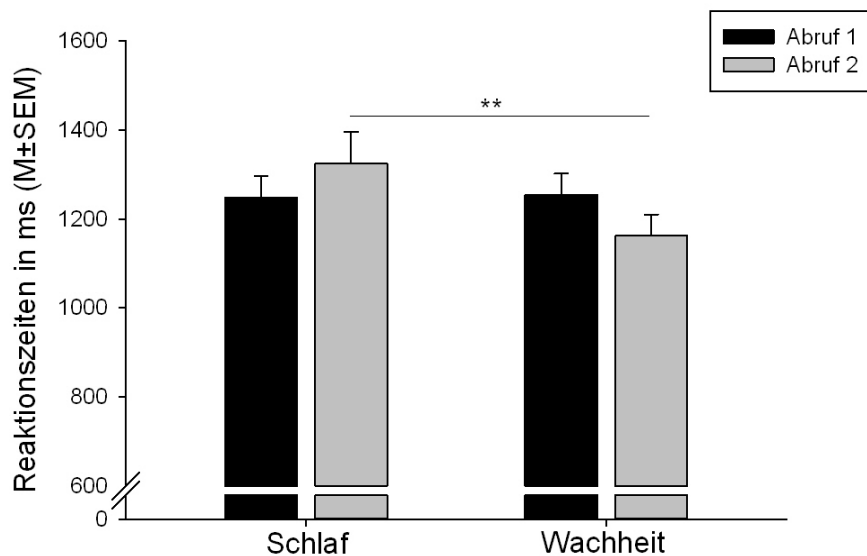


Abbildung 29: Reaktionszeiten in ms über beide Gruppen gemittelt während der beiden Abruf-Sitzungen jeweils in der Bedingung Schlaf und Wachheit.

Die Interaktion „Abruf x Bekanntheit“ wird signifikant ($F(1,30) = 7.76$; $p = .009$; $\text{Eta}^2 = 0,206$). Nachfolgende t-Tests zeigen, dass auf bekannte Stimuli im Abruf 1 schneller reagiert wird als auf unbekannte Stimuli ($t = -4.20$; $p < .001$), dieser Unterschied zeigt sich im Abruf 2 nicht ($t = -.20$; $p = .842$). Demnach zeigt sich der Alt/Neu-Effekt vor allem direkt im Anschluss an die Enkodierung, jedoch nicht mehr nach dem Enkodierungsintervall mit Schlaf oder Wachheit.

Die Interaktion „Emotion x Bekanntheit“ wird signifikant ($F(3,90) = 3.35$; $p = .023$; $\text{Eta}^2 = 0,100$). Betrachtet man die Emotionen getrennt, zeigt sich, dass bei Stimuli mit Ärger und Angst signifikant schneller auf bekannte Gesichter reagiert wird als auf unbekannte Gesichter (Ärger: $t = -3.28$; $p = .003$; Angst: $t = -3.46$; $p = .002$). Dieser Effekt zeigt sich deskriptiv auch bei der Emotionen Freude, jedoch nicht auf einem signifikanten Niveau ($t = -1,47$; $p = .152$). Die Reaktionszeiten auf bekannte und unbekannte Gesichter mit neutralem Ausdruck unterscheiden sich nicht voneinander ($t = .16$; $p = .873$).

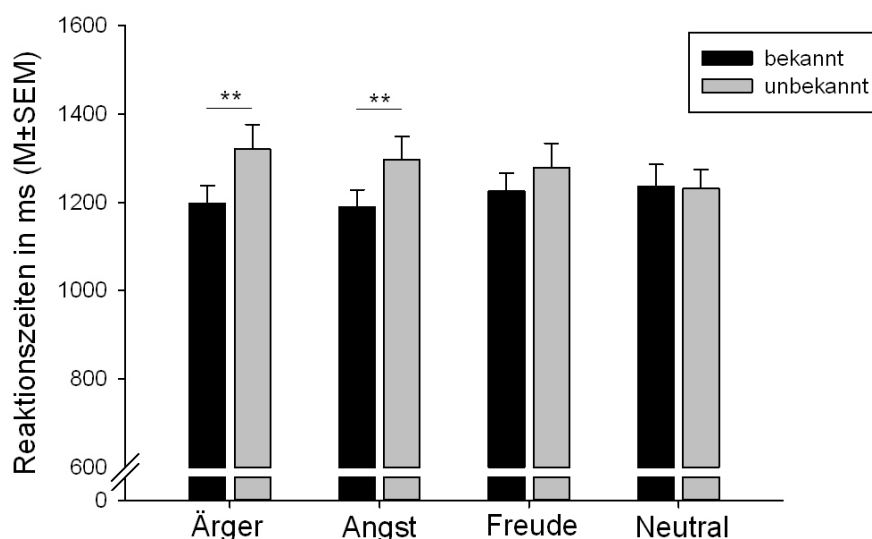


Abbildung 30: Reaktionszeiten in ms je Emotionskategorie für bekannte und unbekannte Stimuli getrennt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Kontrollprobanden in der Schlafbedingung geringere Reaktionszeiten im Vergleich zu den Patienten zeigen. Während die Patienten in der Bedingung mit Schlaf langsamer reagieren als in der Bedingung mit Wachheit, zeigen die Kontrollprobanden keine Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen. Auf gelernte und als bekannt eingestufte Gesichter wird schneller reagiert als auf als unbekannt bewertete Gesichter. Während in der Baseline-Bedingung, dem Abruf 1, auf bekannte Gesichter schneller reagiert wird als auf unbekannte, gleichen sich die Reaktionszeiten nach dem Retentionsintervall im Abruf 2 einander an. Besonders bei negativen Emotionen (Ärger und Angst) spiegelt sich der Alt/Neu-Effekt in den Reaktionszeiten wieder, neutrale Bilder und Freude-Gesichter erzeugen diesen eindeutigen Effekt nicht.

5.2 Bewertungsdaten

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Daten der Eindeutigkeitsindizes und der Bewertungsausmaße und -differenzen dargestellt.

5.2.1 Eindeutigkeitsindex

Der Eindeutigkeitsindex berechnet sich wie in Absatz 4.5.2.1 beschrieben. Dieser Index deutet darauf hin, wie sicher sich eine Versuchsperson bei der Bewertung eines emotionalen Gesichtsbildes in Hinblick auf die zu bewertende Emotion ist. Ein hoher Wert zeigt an, dass die Versuchsperson dem Bild eine

eindeutige Emotion zuordnet, ein niedriger Wert bedeutet entsprechend eine geringe Eindeutigkeit in der Emotionszuordnung. Beide Stichproben unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Eindeutigkeitsindizes zu allen Bedingungen vom Referenzwert 0,33, was dem ambivalenten Antwortverhalten entspricht (alle $p \leq .001$).

Bewertungsunterschiede in Bezug auf die Eindeutigkeit in Abhängigkeit von der Bekanntheit der dargestellten Emotionen:

Es wird in der Regel davon ausgegangen, dass gelerntes Material besser wiedererkannt wird und somit auch als eindeutiger einer Kategorie zugeordnet werden kann. Um zu überprüfen, ob dies auch in Bezug auf die vorliegenden Stichproben gilt und auch um zu überprüfen, ob dies in Abhängigkeit der Gruppenzugehörigkeit variiert, wurde über die Eindeutigkeitsindizes pro Emotion für die Bedingungen Schlaf und Wachheit je Bekanntheitsgrad Alt und Neu eine Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ und den Innersubjektfaktoren „Bedingung“, und „Bekanntheit“ berechnet. Aufgrund der signifikanten vierfach-Interaktion „Bedingung x Emotion x Bekanntheit x Gruppe“ ($F(2,66) = 3,41$; $p = .039$; $\text{Eta}^2 = 0,094$) und der Annahme, dass sich Unterschiede in bestimmten Emotionskategorien besonders hervorheben, wurden Varianzanalysen getrennt für die Emotionen Ärger, Angst und Freude berechnet.

Ärger

Sowohl der Haupteffekt „Bekanntheit“ ($F(1,33) = 42,4$; $p < .001$; $\text{Eta}^2 = 0,563$), die Interaktion von „Bekanntheit x Gruppe“ ($F(1,2) = 5,87$; $p = .021$; $\text{Eta}^2 = 0,151$) als auch die Interaktion von „Bekanntheit x Gruppe x Bedingung“ ($F(1,2) = 6,12$; $p = .019$; $\text{Eta}^2 = 0,156$) wurden signifikant. Die Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander ($F(1,33) = 12,89$; $p = .001$; $\text{Eta}^2 = 0,281$). Die Kontrollgruppe zeigt höhere Eindeutigkeitsindizes als die Gruppe der Patienten. Nachfolgende t-Tests ergaben signifikante Unterschiede zwischen alten und neuen Ärger-Gesichtern in der Schlaf- ($t=2,59$; $p=.019$) und Wachbedingung ($t=4,52$; $p<.001$) bei den Patienten, jedoch nur in der Schlafbedingung bei den Kontrollprobanden ($t=4,13$; $p=.001$). Demnach stufen Patienten die alten Ärger-Gesichter auf der Ärger-Skala sowohl nach einem Tag mit Wachheit, als auch nach einer Nacht mit

Schlaf eindeutiger ein. Die Kontrollprobanden zeigen diesen Effekt nur nach einer Nacht mit Schlaf (siehe Abbildung 31).

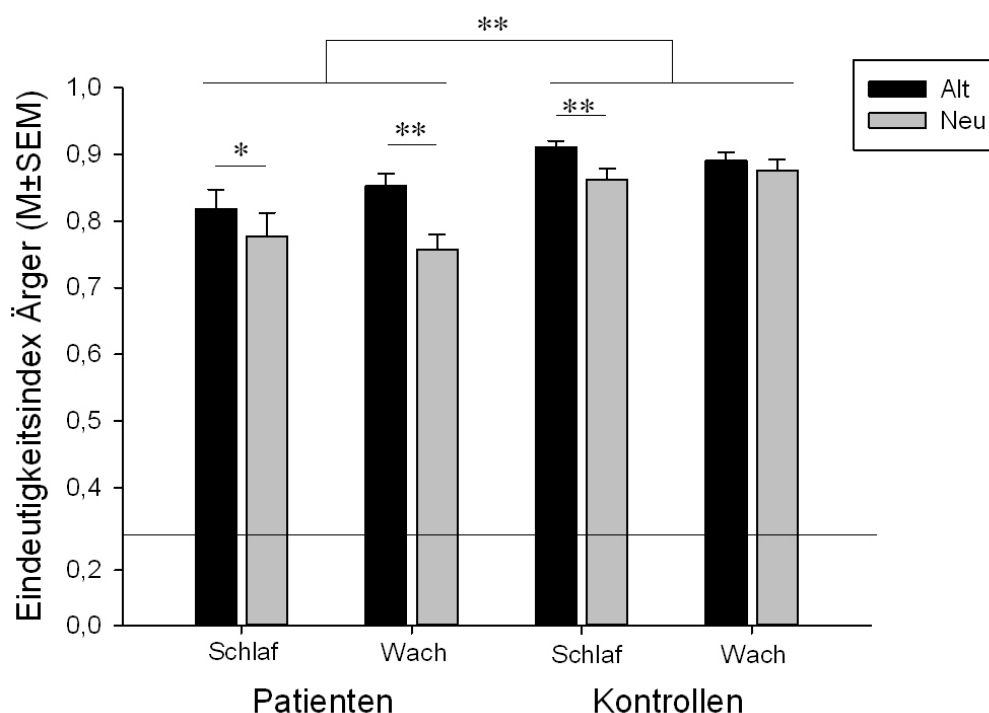


Abbildung 31: Mittlere Eindeutigkeitsindizes für die Emotion Ärger der beiden Gruppen in den Bedingungen Schlaf und Wach. Schwarze Balken zeigen bereits präsentierte Bilder, graue Balken neue Bilder. Die Querlinie markiert den Wert 0,33, welcher einer ambivalenten Bewertungshaltung entspricht. (* $p \leq 0,05$; zweiseitig)

Angst

Die Varianzanalyse für die Kategorie Angst ergibt einen marginal signifikanten Haupteffekt „Bekanntheit“ ($F(1,33) = 3,92$; $p = .056$; $\text{Eta}^2 = 0,106$) und einen signifikanten Gruppenunterschied ($F(1,33) = 4,23$; $p = .048$; $\text{Eta}^2 = 0,113$). Der in der Tendenz signifikante Haupteffekt „Bekanntheit“ deutet auf einen größeren Eindeutigkeitsindex für bekannte Gesichter im Vergleich zu unbekanntem Gesichtern an. Die Patienten stufen Angst-Gesichter weniger eindeutig ein als gesunde Kinder. Weitere Interaktionen werden nicht signifikant (siehe Abbildung 32).

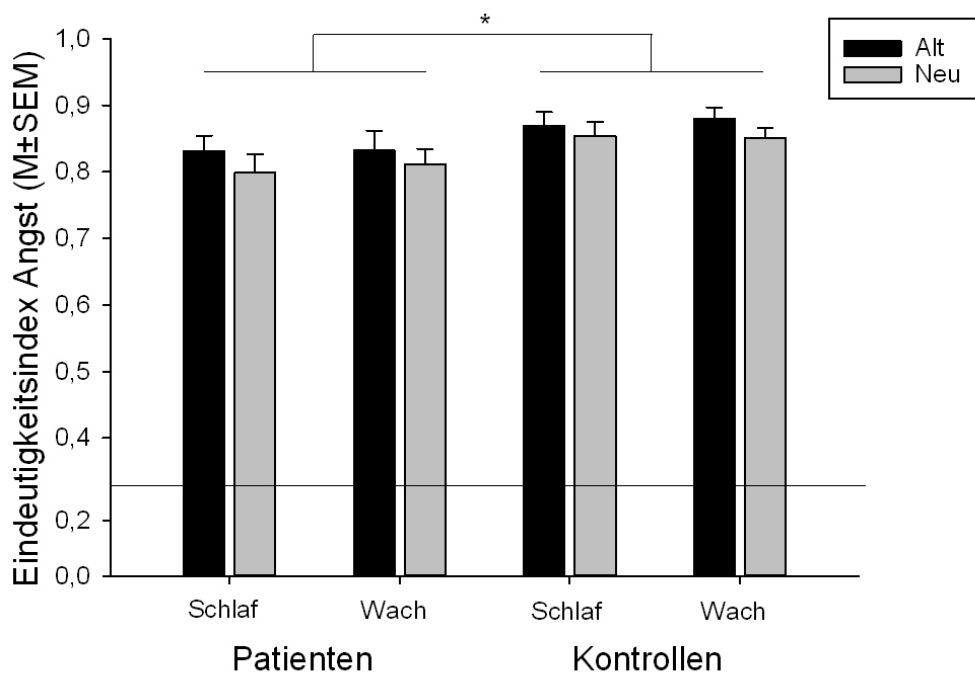


Abbildung 32: Mittlere Eindeutigkeitsindizes für die Emotion Angst der beiden Gruppen in den Bedingungen Schlaf und Wach. Schwarze Balken zeigen bereits präsentierte Bilder, graue Balken neue Bilder. Die Querlinie markiert den Wert 0,33, welcher einer ambivalenten Bewertungshaltung entspricht. (* $p \leq 0,05$; zweiseitig)

Freude

Für die Emotion Freude erbrachte die Varianzanalyse keinerlei signifikante Ergebnisse (alle $p > .101$, siehe Abbildung 33).

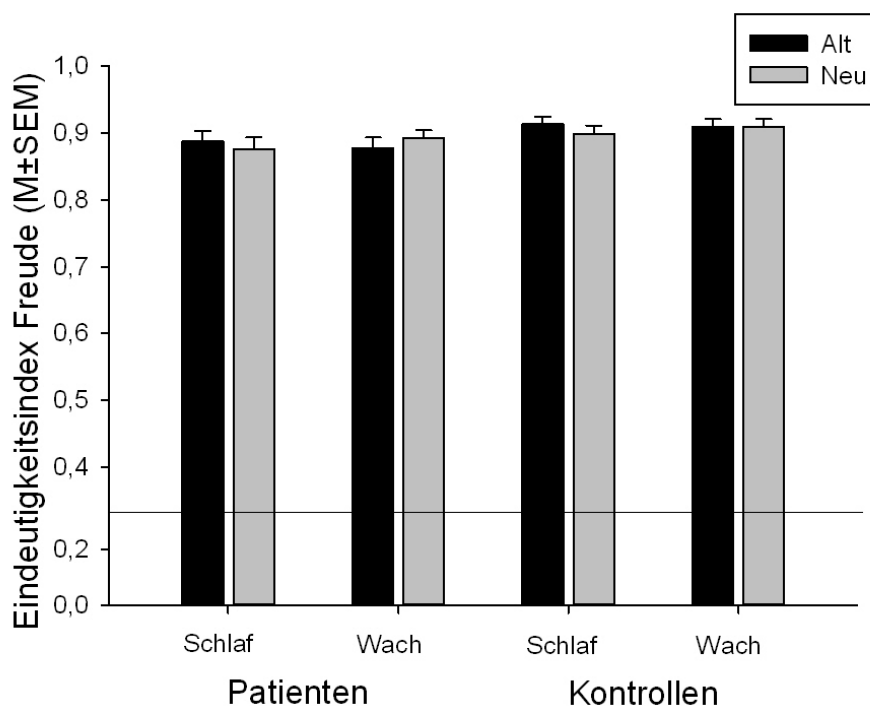


Abbildung 33: Mittlere Eindeutigkeitsindizes für die Emotion Freude der beiden Gruppen in den Bedingungen Schlaf und Wach. Schwarze Balken zeigen bereits präsentierte Bilder, graue Balken neue Bilder. Die Querlinie markiert den Wert 0,33, welcher einer ambivalenten Bewertungshaltung entspricht.

Die Hypothese 2.1 (a) kann nur unter bestimmten Bedingungen bestätigt werden. Bei der Emotion Ärger zeigt sich bei beiden Gruppen ein durch den Schlaf verstärkter Eindeutigkeitsindex für alte Gesichter, jedoch zeigen die Patienten diesen Effekt auch nach Wachheit, die Kontrollprobanden aber nicht. Für die Emotionen Angst und Freude muss die Hypothese 2.1 (a) verworfen werden. Die Hypothese 2.1 (b) kann für die Emotionen Ärger und Angst bestätigt werden, die Patienten zeigen geringere Eindeutigkeitsindizes als die Kontrollprobanden, nicht jedoch bei der Emotion Freude.

5.2.2 Bewertungsausmaße und -differenzen

Die Bewertungsausmaße der einzelnen Emotionen wurden wie in Absatz 4.5.2.1 beschrieben errechnet. Das Bewertungsausmaß ist ein z-transformierter Wert, der Aufschluss darüber geben kann, wie stark die Intensität einer zu bewertenden Emotion in Abhängigkeit von der Bekanntheit oder der Bedingung (Schlaf/Wach) variiert.

5.2.2.1 Schlafassoziiertes Bewertungsausmaß

In Fragestellung 2 wird davon ausgegangen, dass die Reaktivität auf durch den Schlaf konsolidierte emotionale Inhalte erhalten bleibt bzw. verstärkt wird. Da in Fragestellung 1 davon ausgegangen wird, dass die Gruppe der Patienten geringere Konsolidierungsleistungen zeigt, soll untersucht werden, ob sich dies auch in einem geringeren Bewertungsausmaß durch den Schlaf bei den Patienten im Vergleich zu den Kontrollprobanden niederschlägt.

Ärger

In der varianzanalytischen Auswertung für die Emotion Ärger ergibt sich ein signifikanter Haupteffekt „Bekanntheit“ ($F(1,33) = 9,02$; $p = .005$; $\text{Eta}^2 = 0,215$) sowie die signifikante Interaktion von „Bedingung x Bekanntheit x Gruppe“ ($F(1,2) = 5,14$; $p = .030$; $\text{Eta}^2 = 0,135$). Der Haupteffekt Bedingung deutet lediglich eine Tendenz an ($F(1,33) = 3,72$; $p = .063$; $\text{Eta}^2 = 0,101$). Nachfolgende t-Tests ergeben signifikante Unterschiede (siehe Abbildung 34) zwischen alten und neuen Ärger-Gesichtern in der Schlafbedingung bei den Kontrollprobanden ($t=3,21$; $p=.005$), jedoch nicht in der Wachbedingung ($t=0,86$; $p=.405$). Bei den Patienten zeigen sich diese Unterschiede dagegen in der Wachbedingung ($t=2,13$; $p=.048$), aber nicht in der Schlafbedingung ($t=-0,21$; $p=.835$). Demnach zeigen die Kontrollprobanden nach dem Schlaf für bereits gezeigte Bilder ein erhöhtes Bewertungsausmaß im Vergleich zu neuen Bildern. Die Patienten bewerten hingegen nach einer Phase mit Wachheit neue Bilder als weniger ärgerlich im Vergleich zu bereits gezeigten Bildern. Lediglich bei den Kontrollprobanden steigt das Bewertungsausmaß in der Schlafbedingung für bereits präsentierte Bilder im Vergleich zur durchschnittlichen Bewertung aller Emotionen über alle Bedingungen hinweg an, jedoch nicht von Null signifikant verschieden ($t=1,91$; $p=.076$). Die Patienten zeigen ein signifikant vermindertes Bewertungsausmaß sowohl für bereits präsentierte alte Ärger-Gesichter ($t=-3,04$; $p=.007$) als auch für neue Ärger-Gesichter ($t=-3,93$; $p=.001$) nur in der Wachbedingung, in der Schlafbedingung jedoch nicht. Weitere Unterschiede werden nicht signifikant.

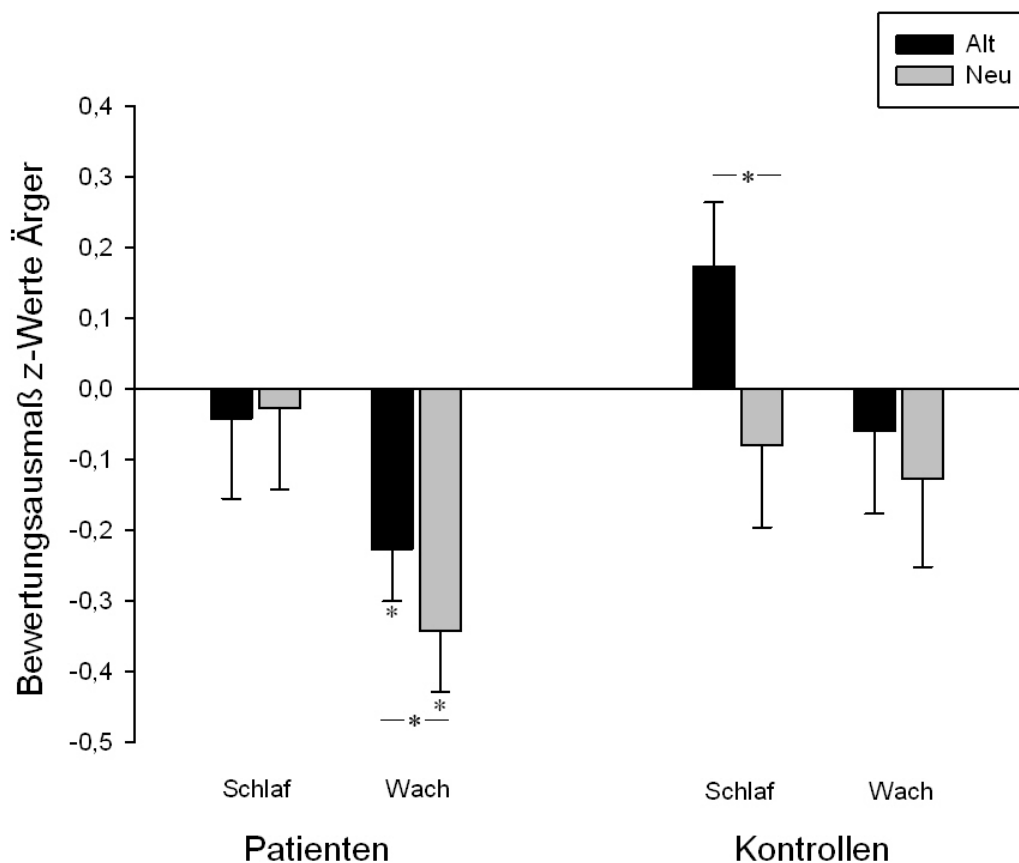


Abbildung 34: z-transformierte Bewertungsausmaße ($M \pm SEM$) der Emotionskategorie Ärger für beide Gruppen mit den Bedingungen Schlaf und Wach getrennt für alte (schwarze Balken) und neue (graue Balken) Stimuli. * deuten signifikante Werte von Null verschieden an. -* deuten signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen alten und neuen Stimuli an.

Angst und Freude

Weder für die Emotion Angst noch für die Emotion Freude ergeben sich signifikante Unterschiede oder Interaktionen (alle $p > .154$) in den Varianzanalysen (siehe Abbildung 35 und Abbildung 36).

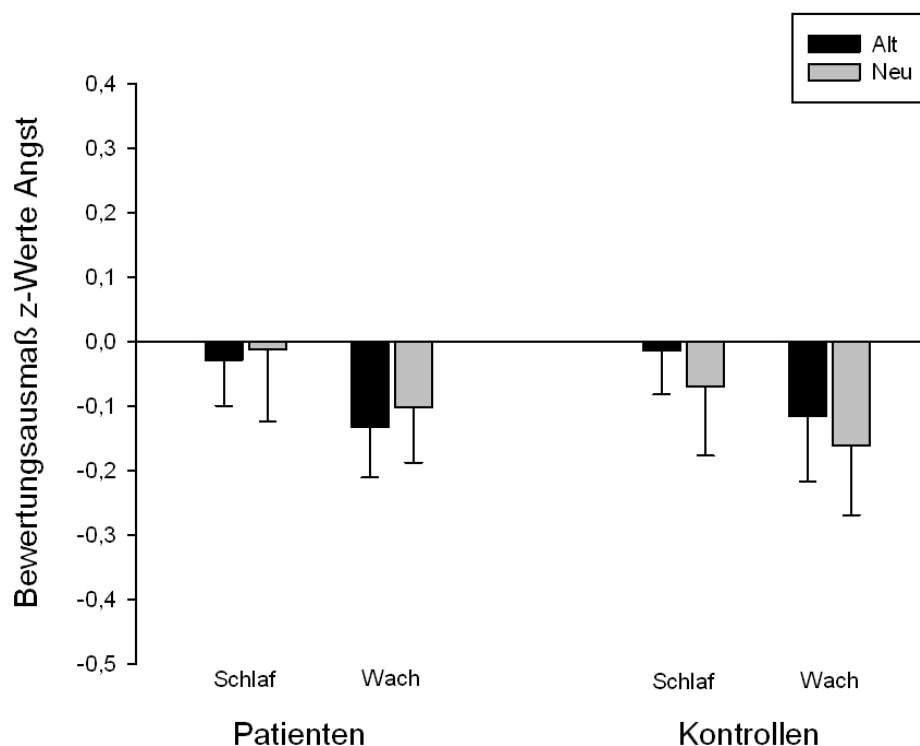


Abbildung 35: z-transformierte Bewertungsausmaße ($M \pm SEM$) der Emotionskategorie Angst für beide Gruppen mit den Bedingungen Schlaf und Wach getrennt für alte (schwarze Balken) und neue (graue Balken) Stimuli.

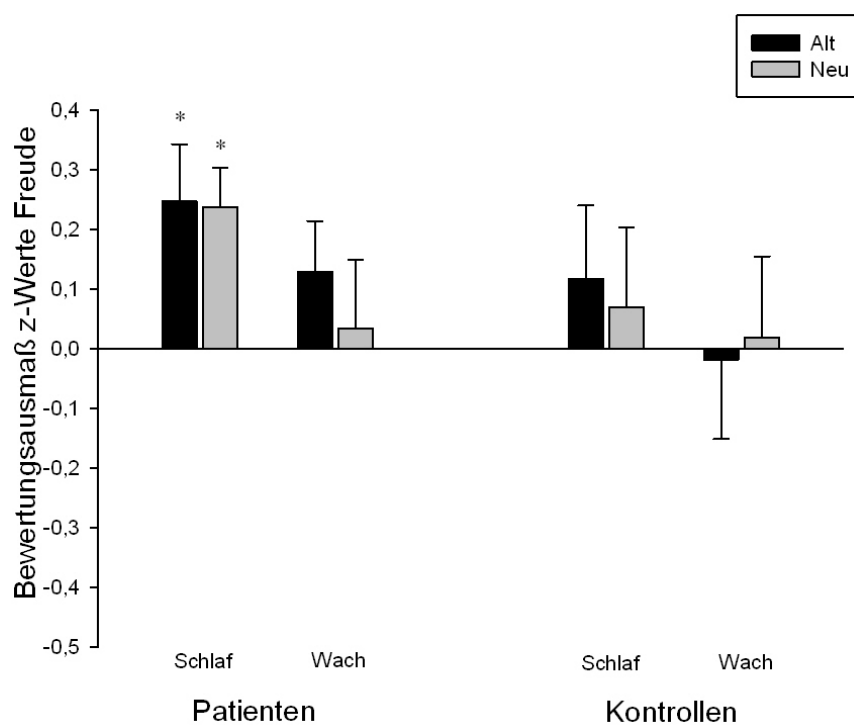


Abbildung 36: z-transformierte Bewertungsausmaße ($M \pm SEM$) der Emotionskategorie Freude für beide Gruppen mit den Bedingungen Schlaf und Wach getrennt für alte (schwarze Balken) und neue (graue Balken) Stimuli. * deuten signifikante Werte von Null verschieden an.

Das Bewertungsausmaß der Emotion Freude zeigt in fast allen Bedingungen positive Werte, was bedeutet, dass die Emotion Freude im Vergleich zur gesamten durchschnittlichen Bewertung aller Emotionen über alle Bedingungen hinweg als intensiver in der Abrufsitzung eingestuft wurde. Dieser Effekt wird jedoch nur in der Schlafbedingung bei den Patienten für alte ($t=2,57$; $p=.020$) und neue ($t=3,66$; $p=.002$) Freude-Bilder signifikant von Null verschieden.

Zusammenfassend lässt sich lediglich für die Emotion Ärger ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich der schlafassoziierten Bewertungsdifferenz erkennen, der sich in der oben genannten signifikanten Interaktion von „Bedingung x Bekanntheit x Gruppe“ widerspiegelt. Zur Verdeutlichung sind die Bewertungsdifferenzen innerhalb der Bedingungen Schlaf und Wachheit je Emotion in Abbildung 37 einzeln dargestellt. Die schlafassoziierte Bewertungsdifferenz der Emotionen ist in Abbildung 38 dargestellt.

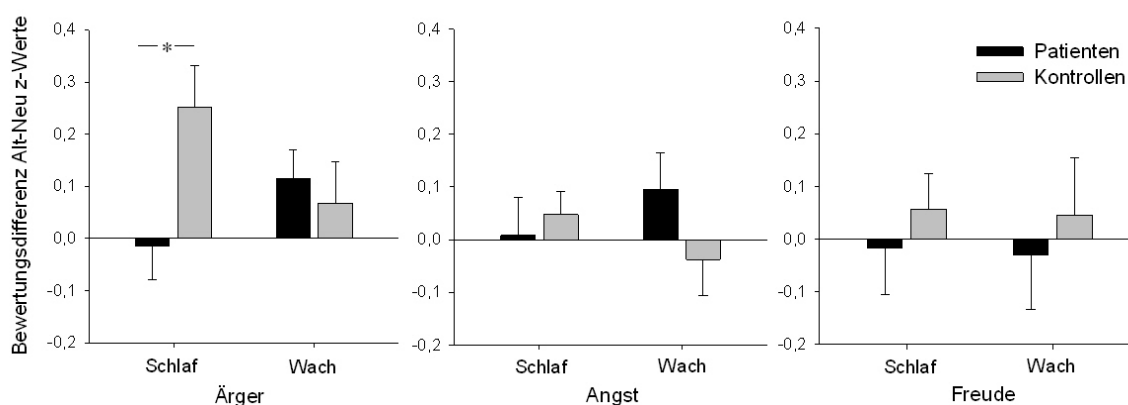


Abbildung 37: z-transformierte Bewertungsdifferenzen (Alt-Neu, $M \pm SEM$) der Emotionskategorien Ärger, Angst und Freude für die Bedingungen Schlaf und Wach getrennt für beide Gruppen (schwarze Balken = Patienten, graue Balken = Kontrollprobanden). *- deuten signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den beiden Gruppen Patienten und Kontrollprobanden an.

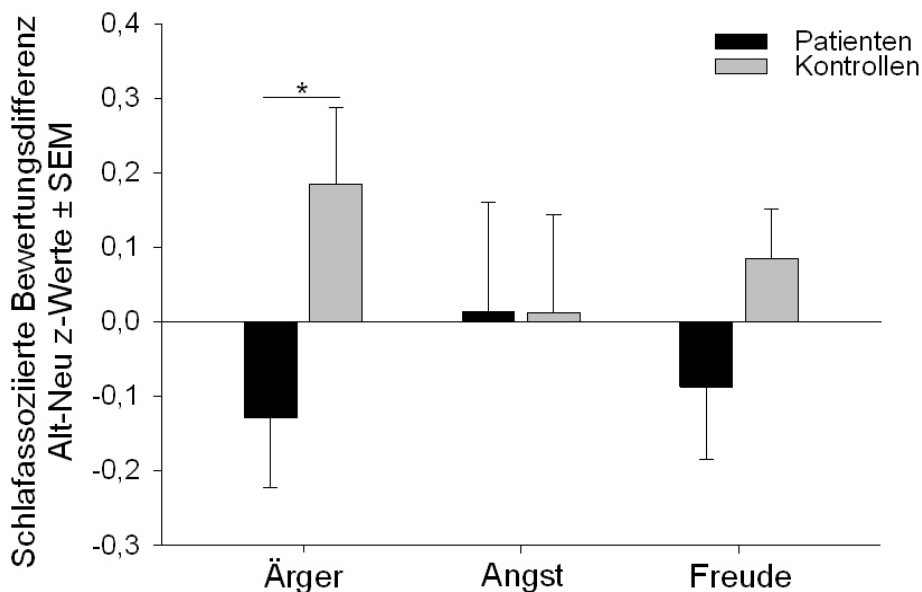


Abbildung 38: Schlafassoziierte Bewertungsdifferenzen ($M \pm SEM$) der Emotionskategorien Ärger, Angst und Freude getrennt für beide Gruppen Patienten und Kontrollprobanden. *- deuten signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den beiden Gruppen Patienten und Kontrollprobanden an.

5.2.2.2 Zusatzanalyse Bewertungsmaß, Valenz, Arousal

Emotionale Stimuli können sich hinsichtlich der Intensität der Emotionalität deutlich voneinander unterscheiden. So sind beispielsweise einige Stimuli aus dem IAPS Set (Bradley & Lang, 2007) aufgrund ihrer Brisanz nicht für Kinder geeignet. Um eine emotionale Reaktion bei den Teilnehmern hervorzurufen, sollten die Stimuli in einer Aufgabe dennoch ein entsprechendes Erregungsniveau erreichen können und eindeutig einer Valenz-Richtung zugeordnet werden können. Die emotionalen Gesichtsausdrücke in der vorliegenden Arbeit wurden in einer Vorstudie hinsichtlich der Arousal- und Valenzmaße bewertet. Dennoch bleibt die Frage offen, ob die in der Hauptstudie hervorgerufene emotionale Reaktivität auf diese Bilder auf den emotionalen Gehalt der Stimuli zurückzuführen ist. Aufschluss darüber können Korrelationsanalysen zwischen den Bewertungsmaßen und den Valenz- und Arousal-Werten geben. Explorativ wurden Korrelationsberechnungen zwischen den in der Vorstudie ermittelten Arousal- und Valenzwerten der einzelnen Bilder und den über die gesunde Kontrollstichprobe gemittelten z-Werten des Bewertungsmaßes über alle emotionalen Bilder hinweg und je Emotionskategorie erstellt. Über die drei Emotionskategorien hinweg deutet eine Tendenz von $r=0,131$; $p=.080$ einen positiven Zusammenhang zwischen den Bewertungsmaßen und den Arousal-Werten der Bilder an. Zwi-

schen den Valenz-Werten und dem Bewertungsausmaß besteht kein Zusammenhang ($r=0,016$; $p=.829$), was erwartet wurde, da sowohl positive als auch negative Emotionskategorien gemittelt werden.

Die Korrelationsberechnungen für die getrennten Emotionskategorien zeigen einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen den Arousal-Werten der Ärger-Bilder und den z-Werten des Bewertungsausmaßes ($r=0,420$; $p=.001$) sowie einen negativen Zusammenhang zwischen den Valenz-Werten und den z-Werten der Ärger-Bilder ($r=-0,361$; $p=.005$). Für die Emotionskategorien Angst und Freude ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Werten (alle $p>.142$). Lediglich deskriptiv zeigt sich bei der Emotion Freude ein positiver Zusammenhang zwischen den Valenzwerten und den Bewertungsausmaßen. Die Korrelationen sind in Abbildung 39 dargestellt. Möglicherweise stellte nur die Kategorie Ärger ein geeignetes Stimulus-Set dar, das entsprechend seiner Dimensionen (Arousal und Valenz) entsprechende Bewertungsausmaße hervorrufen konnte.

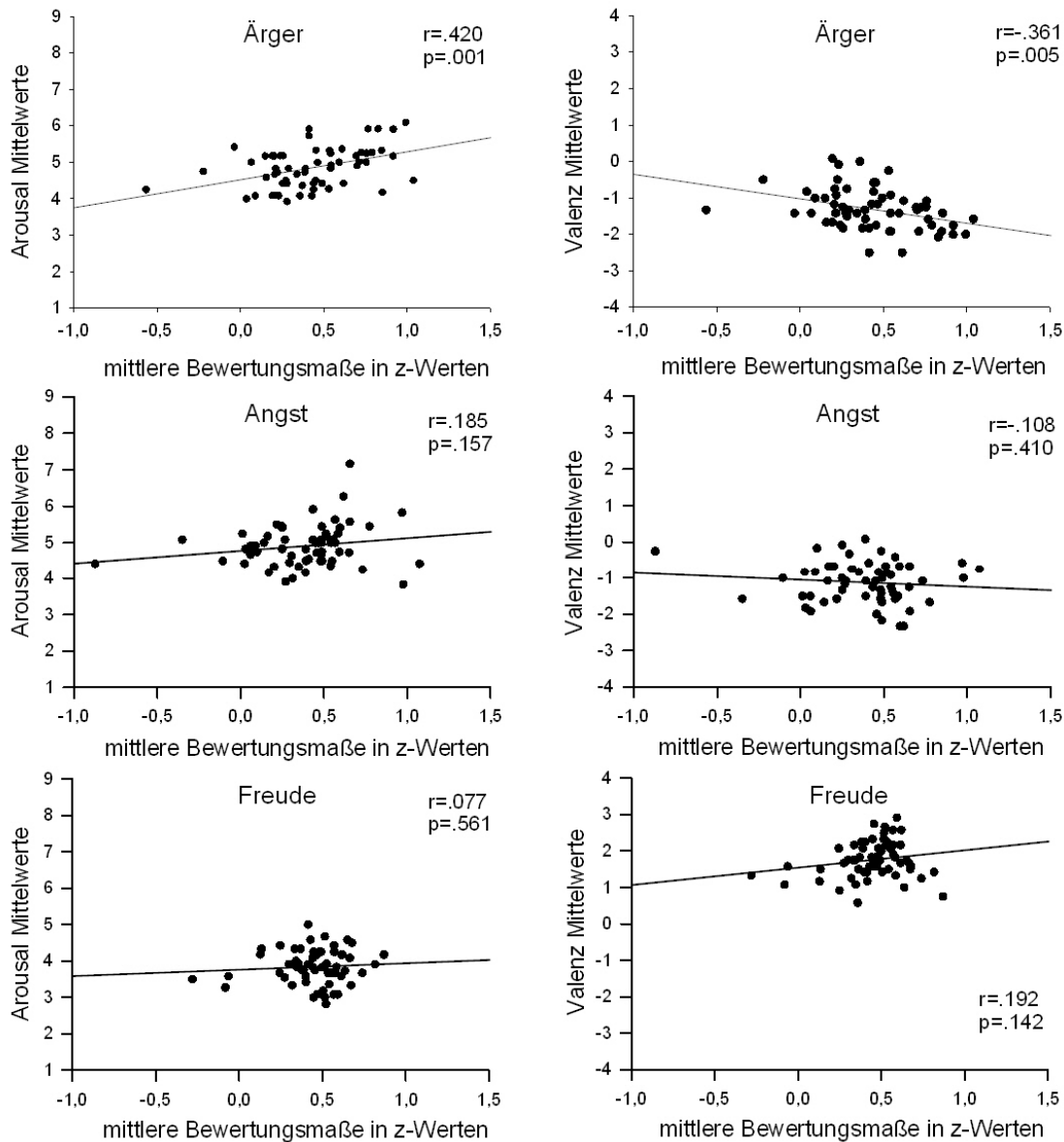


Abbildung 39: Korrelationen der Bewertungsmaße mit den Arousal- und Valenzwerten der verschiedenen Emotionskategorien.

5.2.3 Bewertungsmaß im Abruf 3

In der Fragestellung 2.3 wird davon ausgegangen, dass konsolidierte Gedächtnisinhalte über mehrere Nächte mit REM-Schlaf ihren affektiven Gehalt verlieren und somit die Bewertungsmaße dieser emotionalen Gesichtsausdrücke geringer ausfallen. Zur Überprüfung dieser Annahme werden ANOVAs über die z-transformierten Bewertungsmaße aus dem Abruf 2 und Abruf 3 je Emotionskategorie gerechnet.

Ärger

Die Auswertung der Emotionskategorie Ärger ergibt keinen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Bedingung“ ($p=.787$). Jedoch wird der Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ signifikant ($F(1,33) = 6.11$; $p = .019$; $\text{Eta}^2 = .002$), die Patienten stufen die Emotion Ärger auf der Analogskala geringer ein als die Kontrollprobanden (siehe Abbildung 40).

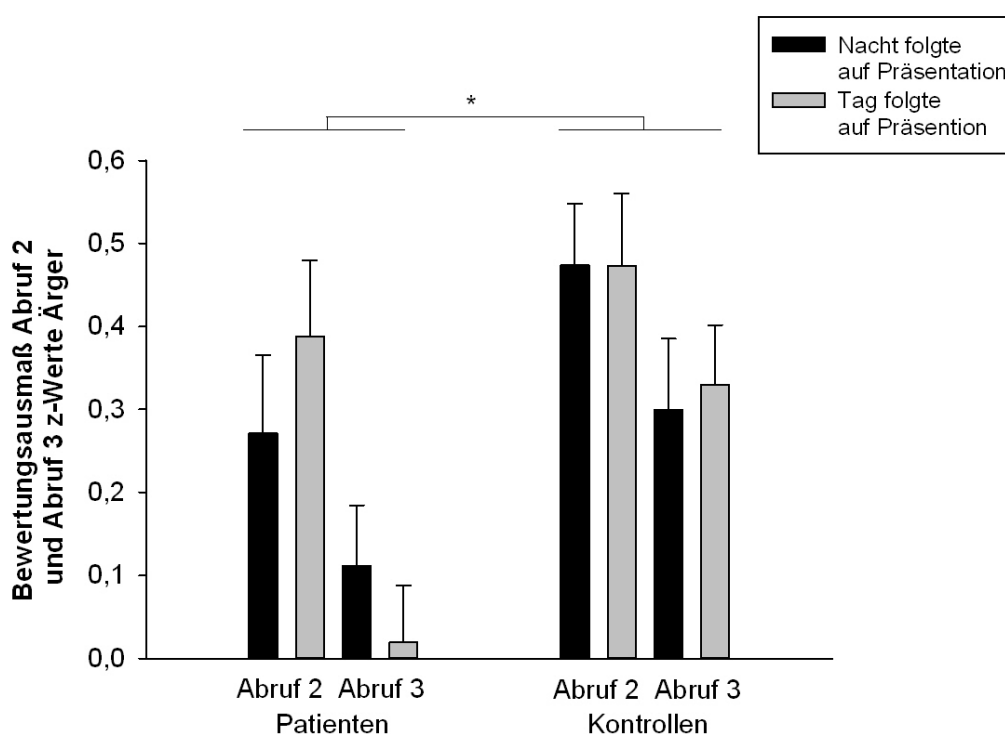


Abbildung 40: Z-transformierte Bewertungsausmaße des Abruf 2 und Abruf 3 für Ärger-Gesichter je Gruppe.

Ein signifikanter Haupteffekt „Abruf“ ($F(1,33) = 18.33$; $p < .001$; $\text{Eta}^2 = .357$) verdeutlicht eine verminderte Reaktivität der Kinder auf die Ärger-Gesichter im Abruf 3. Die Stimuli werden als weniger intensiv auf der Analogskala eingestuft. Interaktionen werden nicht signifikant.

Angst

In der Auswertung der Emotion Angst zeigt sich ein in der Tendenz signifikanter Gruppenunterschied ($F(1,33) = 4.09$; $p = .051$; $\text{Eta}^2 = .110$), die Patienten stufen die Emotion Angst auf der Analogskala geringer ein als die Kontrollprobanden (siehe Abbildung 41). Es bestand kein signifikanter Haupteffekt „Bedingung“ ($p=.336$). Ebenfalls wird der Haupteffekt „Abruf“ signifikant ($F(1,33) = 16.33$; $p <$

.001; $\eta^2 = .331$), im Abruf 3 werden die Angst-Gesichter als weniger intensiv eingestuft (siehe Abbildung 41).

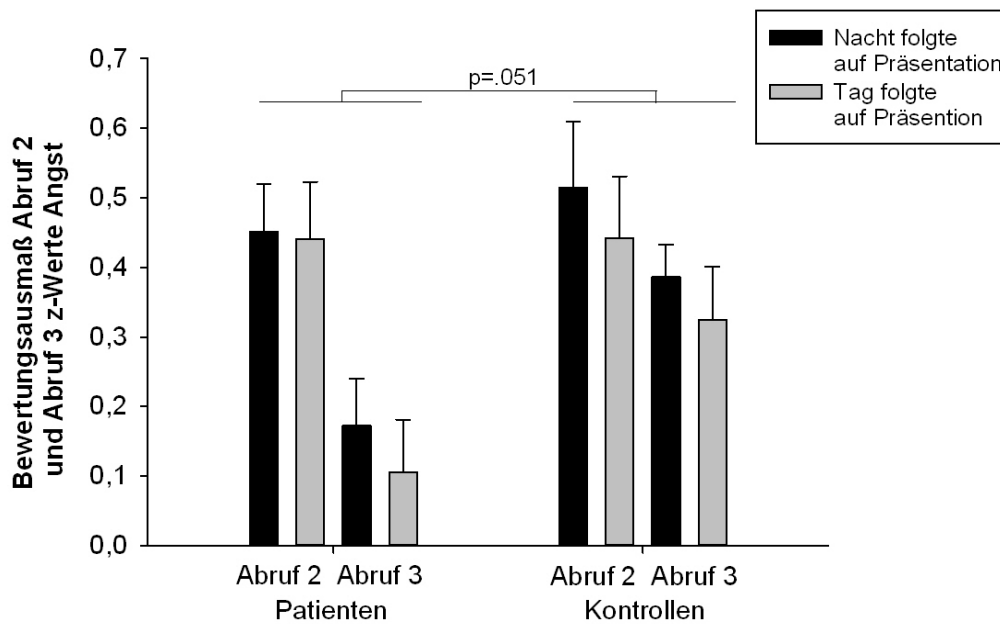


Abbildung 41: Z-transformierte Bewertungsausmaße des Abruf 2 und Abruf 3 für Angst-Gesichter je Gruppe.

Freude

Für die Emotion Freude ergaben sich keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $p \geq .168$, siehe Abbildung 42).

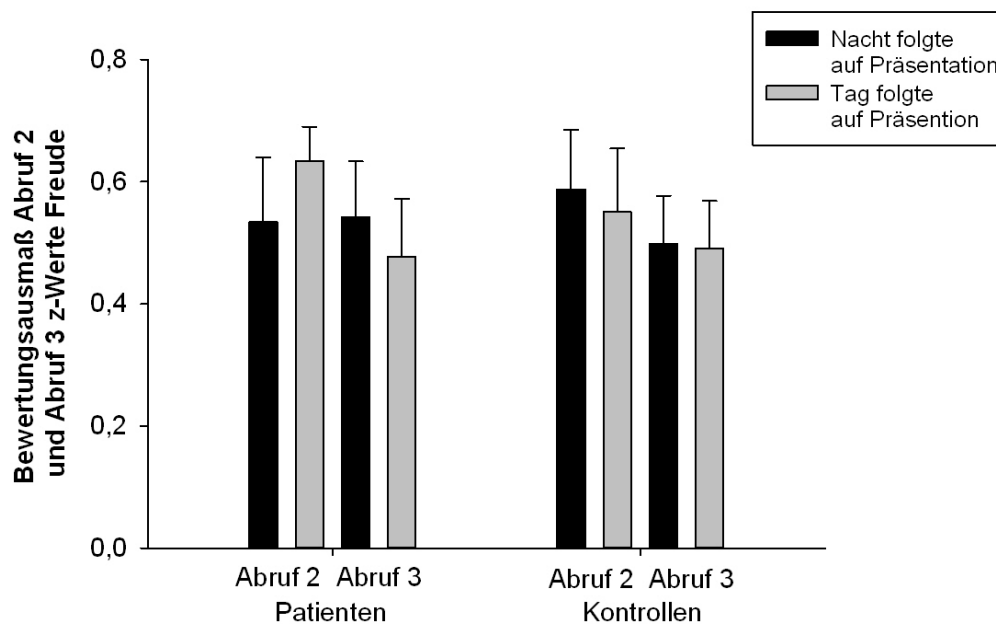


Abbildung 42: Z-transformierte Bewertungsausmaße des Abruf 2 und Abruf 3 für Freude-Gesichter je Gruppe.

Die Hypothese 2.3 (a) kann nur unter bestimmten Bedingungen bestätigt werden. Die Emotionskategorien Ärger und Angst werden von beiden Gruppen über einen längeren Zeitraum mit mehreren Schlaf- und Wachphasen als weniger intensiv hinsichtlich der Emotionalität eingestuft. Für die Emotion Freude gilt dies nicht. Dabei hat die Bedingung (Schlaf oder Wachheit), die auf die Präsentation der Bilder im Abruf 2 folgte, keinen Einfluss auf die Modulation der Emotionalität, Hypothese 2.3 (b) muss verworfen werden.

5.2.4 Störvariablen

Einfluss der Tageszeit auf die Eindeutigkeit

Zur Überprüfung des Einflusses der Tageszeit (morgens und abends) auf den Eindeutigkeitsindex wird eine Varianzanalyse mit einem 2x2-faktoriellen Design berechnet, in die die Indizes für die Kategorien Ärger, Angst und Freude aus den Lernsituationen der Bedingungen Schlaf (Tageszeit abends) und der Bedingung Wach (Tageszeit morgens) eingehen. Als Zwischensubjektfaktor gilt dabei die „Gruppe“ mit den Stufen Kontrollprobanden und Patienten. Die Auswertung ergibt eine leichte Tendenz für den Haupteffekt „Tageszeit“ (morgens / abends) mit $F(1,33) = 3.00$; $p = .093$; $\eta^2 = .083$. Am Morgen werden in der Tendenz insgesamt alle Kategorien als eindeutiger eingestuft im Vergleich zum Abend. Der Haupteffekt „Emotion“ mit den Kategorien Ärger, Angst und Freude wird signifikant ($F(2,6) = 8.97$; $p < .001$; $\eta^2 = .214$). Freude wird im Vergleich zu Ärger ($t = -4.37$; $p < .001$) als eindeutiger eingestuft, im Vergleich zu Angst hingegen nur knapp signifikant eindeutiger ($t = -1.96$; $p = .058$). Die Kategorie Ärger erreicht die geringste Eindeutigkeit, auch im Vergleich zu Angst ($t = -2.27$; $p = .030$). Die Kontrollprobanden erzielen bei den Bewertungen eine höhere Eindeutigkeit im Vergleich zu den Patienten ($F(1,33) = 5.57$; $p = .024$; $\eta^2 = .144$). Alle drei Kategorien werden hinsichtlich der Eindeutigkeit signifikant höher als 0,33, bewertet (der Wert, der eine ambivalente Bewertungshaltung anzeigt, alle $p < .001$). Interaktionen zwischen den Faktoren ergeben sich keine, somit variiert die Eindeutigkeit der einzelnen Kategorien nicht in Abhängigkeit von der Gruppenzugehörigkeit oder dem Tageszeitpunkt.

Einfluss der emotionalen Befindlichkeit auf die Eindeutigkeitsindizes

Korrelationsberechnungen zwischen der emotionalen Befindlichkeit (gemessen mit den SAM-Skalen Valenz und Arousal) zum Zeitpunkt der Bewertungen der emotionalen Bilder und den Eindeutigkeitsindizes der Emotionen werden bei den Patienten nicht signifikant (alle $p \geq .070$). In der Gruppe der Kontrollprobanden findet sich lediglich eine negative signifikante Korrelation zwischen der Valenz am Morgen nach der Schlaf-Bedingung und dem Eindeutigkeitsindex Freude ($r = -.509$; $p = .037$). Freude-Gesichter wurden weniger eindeutig eingestuft, wenn die Kinder sich als glücklicher einstufen.

Einfluss der Tageszeit auf die Bewertungsausmaße

Um einen eventuellen Einfluss der Tageszeit auf das Bewertungsausmaß auszuschließen, wurden Varianzanalysen mit dem Innersubjektfaktor „Tageszeit“ (Morgens/Abends) und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ über jede Emotion für die Bewertungsdifferenzen der Lernsitzen berechnet. Die Bewertungen während der Enkodierungsphase sind weder zu den verschiedenen Tageszeiten (morgens und abends) noch zwischen den beiden Gruppen verschieden. Zudem besteht keine Interaktion zwischen den beiden Faktoren (alle $p \geq .189$). Damit kann ausgeschlossen werden, dass die Tageszeit einen Einfluss auf die Bewertungsausmaße hat.

Einfluss der emotionalen Befindlichkeit auf die Bewertungsausmaße

Die emotionale Befindlichkeit hat weder am Morgen nach der Schlaf-Bedingung noch am Abend nach der Wach-Bedingung einen signifikanten Einfluss auf die Bewertungsausmaße für die Kategorien Ärger, Angst und Freude zu diesen Zeitpunkten (alle $p \geq .073$). Die in der Tendenz signifikante Interaktion der Valenz-Ratings am Morgen nach der Schlaf-Bedingung und dem Bewertungsausmaß der Freude-Gesichter ($r = .446$, $p = .073$) zeigt an, dass eine glücklich Stimmung zu einer höheren Einstufung auf der Skala Freude führt.

5.3 Schlafdaten

Die Schlafdaten werden in diesem Abschnitt in allgemeine Schlafparameter mit der Makrostruktur der Schlafarchitektur und in die Mikrostruktur mit den EEG-Frequenzbändern in den einzelnen Schlafstadien unterteilt.

5.3.1 Daten der Schlafparameter

Die Auswertung der Schlafparameter erfolgte durch die Erkennung spezifischer Muster durch eine geschulte Medizinisch-technische Assistentin. Anschließend wurden Mittelwertsvergleiche zwischen den Gruppen berechnet. Subjektiv unterscheiden sich die beiden Gruppen in der vorliegenden Arbeit in der Schlafqualität voneinander, wenn die Ergebnisse der Fragebögen zur Auswertung verwendet werden (siehe Stichprobenbeschreibung Abschnitt 4.1). Durch die Auswertung der Daten der Polysomnographie können jedoch Aussagen über die objektive Schlafqualität gemacht werden. In Tabelle 13 sind die ausgewerteten Schlafparameter zusammengestellt. Insgesamt schliefen die Patienten durchschnittlich 8h 53 min, die Kontrollprobanden schliefen im Durchschnitt 9h 5 min, die Differenz ist nicht signifikant ($p=.249$). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass es keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der einzelnen Schlafparameter gibt (alle p -Werte $\geq .2$). Somit kann davon ausgegangen werden, dass es keine qualitativen Unterschiede in der objektiven Schlafqualität (spiegelt sich in der Schlafeffizienz und dem Schlafstadienwechsel wieder) und der Schlafarchitektur gibt, die Hypothese 3.1 kann bestätigt werden.

Tabelle 13: Mittelwerte und Standardabweichungen der Schlafparameter je Gruppe und Ergebnisse der Mittelwertvergleiche im rechten Teil der Tabelle.

Schlafparameter	Kontrollen M ± SD	Patienten M ± SD	Kontrollen vs. Patienten	
			t-Werte	p-Werte
Liegedauer (min)	545,47 ± 26,67	533,18 ± 32,25	1,18	,249
Schlafdauer (min)	488,17 ± 34,28	479,32 ± 40,11	0,67	,507
Schlafeffizienz (%)	89,43 ± 2,96	89,86 ± 4,74	-0,31	,756
Schlafstadienwechsel	19,31 ± 1,92	19,17 ± 2,79	0,16	,871
S2-Latenz (min)	20,86 ± 8,10	19,97 ± 16,24	0,20	,846
REM-Latenz (min)	106,81 ± 35,22	108,12 ± 40,06	-0,10	,922
<i>Schlafstadien in</i>				
<i>min:</i>				
Wach	50,45 ± 15,00	46,81 ± 26,18	0,48	,634
REM	97,93 ± 16,73	89,74 ± 19,19	1,29	,208
S1	46,94 ± 13,03	40,97 ± 15,43	1,18	,246
S2	231,34 ± 40,49	237,68 ± 27,35	-0,52	,607
S3	39,63 ± 7,18	38,44 ± 9,17	0,41	,686
S4	72,31 ± 19,93	72,53 ± 20,01	-0,03	,976
S3S4	111,94 ± 21,92	110,97 ± 19,80	0,13	,897
NonREM	343,27 ± 37,35	348,63 ± 34,02	-0,43	,673

5.3.2 Oszillationen

Unterschiedliche Frequenzbereiche wurden bestimmt und die Power (μV^2) aus den Schlafdaten je Schlafstadium extrahiert. Es konnten Daten von 18 Patienten und 17 Kontrollprobanden in die Analysen aufgenommen werden. SO (0,6-1Hz) und Delta (1-4 Hz) im Tiefschlaf (S3, S4) und Theta (4-8Hz) im REM-Schlaf wurden berechnet. Es wurde eine varianzanalytische Berechnung für die Werte in den Schlafstadien S3 und S4 mit den Frequenzbändern SO und Delta, sowie eine Berechnung der Thetaaktivität im REM-Schlaf durchgeführt. Die Berechnung der Frequenzbänder SO und Delta ergab eine vierfach-Interaktion „Stadium x Frequenzbereich x Position x Gruppe“ ($F(7,231) = 2,10$; $p = .045$; $\text{Eta}^2 = 0,060$). Diese Interaktion wurde durch weitere Varianzanalysen getrennt für die Schlafstadien S3 und S4 aufgelöst. Es ergibt sich bei der Berechnung für S3 eine in der Tendenz signifikante Interaktion von „Frequenzbereich x Position x Gruppe“ ($F(7,231) = 1,93$; $p = .066$; $\text{Eta}^2 = 0,055$). Diese Interaktion wird für die Werte des Schlafstadiums S4 nicht signifikant ($p = .523$). Für die Daten des Stadiums S3 werden explorative Mittelwertvergleiche mittels t-Tests berechnet, um eventuelle Unterschiede zwischen den Gruppen zu zeigen. Dabei ergeben sich signifikante Unterschiede in der Power im Delta-Frequenzbereich während des Schlafstadiums S3 an den Elektrodenpositionen C3, C4, Pz, P3, P4 und tendenziell Cz

(Tabelle 14). Im SO-Bereich werden lediglich tendenzielle Unterschiede im Schlafstadium S3 an den Positionen Pz und P3 deutlich. Demnach zeigen die Patienten eine größere Power der Delta-Aktivität in S3 an den zentralen und parietalen Positionen im Vergleich zu den Kontrollprobanden, die frontale Delta-Aktivität unterscheidet sich nicht zwischen den Gruppen. Die Varianzanalyse der Theta-Power-Daten im REM-Schlaf ergibt eine signifikante Interaktion von „Position x Gruppe“ ($F(7,231) = 4,404$; $p < .001$; $\text{Eta}^2 = 0,118$). Nachfolgende t-Tests ergeben signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Theta-Power an den Elektrodenpositionen C3, C4, Cz, Pz, P3 und P4, die Patienten weisen eine größere Theta-Power im Vergleich zu den Kontrollprobanden auf. Lediglich die signifikanten und tendenziell signifikanten Ergebnisse und p-Werte sind der Übersicht halber in Tabelle 14 dargestellt. Die Patienten zeigen signifikant höhere Delta- und Theta-Power an zentralen und parietalen Elektrodenpositionen im Vergleich zu den gesunden Kindern, an frontalen Positionen unterscheiden sich die Gruppen nicht.

Tabelle 14: Signifikante und in der Tendenz signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Gruppen.

		Kontrollen M±SD		Patienten M±SD		Kontrollen vs. Patienten				
SO		Pz	P3	Pz	P3	Pz	P3			
		258,07 ±92,81	196,45 ±81,24	309,28 ±76,72	247,13 ±69,19	p=.084	p=.056			
S3	Delta	C3	Cz	C4	C3	Cz	C4			
		72,33 ±15,42	106,18 ±22,76	72,45 ±13,33	85,58 ±20,38	120,38 ±21,22	84,34 ±18,19	p=.038	p=.065	p=.035
		P3	Pz	P4	P3	Pz	P4			
		74,35 ±20,39	96,08 ±26,57	75,21 ±20,00	95,20 ±26,21	117,86 ±29,05	91,42 ±23,86	p=.013	p=.027	p=.037
REM	Theta	C3	Cz	C4	C3	Cz	C4			
		1,82 ±0,53	3,13 ±0,99	1,77 ±0,52	2,67 ±1,61	4,31 ±2,09	2,57 ±1,51	p=.046	p=.043	p=.045
		P3	Pz	P4	P3	Pz	P4			
		1,69 ±0,53	2,04 ±0,76	1,71 ±0,55	2,59 ±1,65	3,07 ±1,84	2,58 ±1,62	p=.040	p=.038	p=.044

5.4 Zusammenhänge der Verhaltensdaten und physiologischen Daten

In Fragestellung 3 wird vermutet, dass Kinder ohne ADHS/ODD von der SO-Aktivität im SWS und der Theta-Aktivität im REM-Schlaf in der schlafabhängigen Gedächtnisleistung profitieren, Kinder mit einer ADHS/ODD hingegen nicht. Weiterhin wird hypothetisiert, dass die Modulation der emotionalen Reaktivität (in Form veränderter Bewertungen hinsichtlich der Intensität der Emotionen) positiv mit der Menge an REM-Schlaf und Theta-Aktivität zusammenhängt. Im Folgenden sollen Korrelationsanalysen berechnet werden.

5.4.1 Erinnerungsleistungen und Schlaf

Korrelationsanalysen zum Zusammenhang zwischen der Dauer an Tiefschlaf und REM-Schlaf und den schlafabhängigen Gedächtnisleistungen wurden getrennt und zusammen für beide Gruppen berechnet. Für die Kontrollgruppe und für die Patientengruppe ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge (alle $p > .075$), ebenso ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge über beide Gruppen zusammen (alle $p > .148$).

SO und Delta in S3 und S4

Die Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen und den Oszillationsdaten in S3 und S4 wurden zunächst über beide Gruppen zusammen berechnet. Es ergeben sich signifikante positive Zusammenhänge zwischen den SO in S3 an F3 ($r=.424$; $p=.016$) und F4 ($r=.420$; $p=.012$) mit der Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter. Auch die Delta-Power in S4 an der Elektrodenposition F4 korreliert signifikant positiv mit der Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter aller Kinder ($r=.367$; $p=.039$). Weitere positive Zusammenhänge bestehen zwischen der Erinnerungsleistung für Angst-Gesichter und der Delta-Power in S3 an den Positionen Cz ($r=.355$; $p=.046$), Pz ($r=.442$; $p=.011$) und P4 ($r=.377$; $p=.034$). Beispielhaft sind die Zusammenhänge zwischen der Erinnerungsleistung für Ärger und der SO-Power an F3, sowie die Korrelation der Erinnerungsleistung für Angst und der Delta-Power an Cz in Abbildung 43 und Abbildung 44 dargestellt.

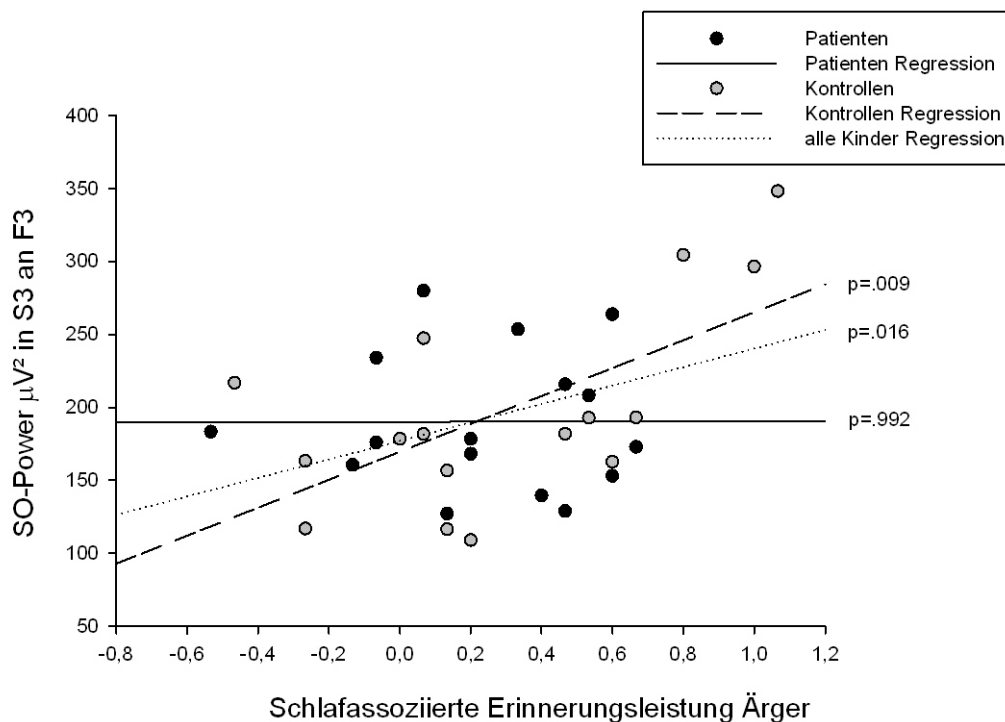


Abbildung 43: Beispielhafte Darstellung der signifikanten positiven Korrelation der SO-Power in S3 an F3 und der Erinnerungsleistung für Ärger-Gesichter über beide Gruppen und für beide Gruppen getrennt.

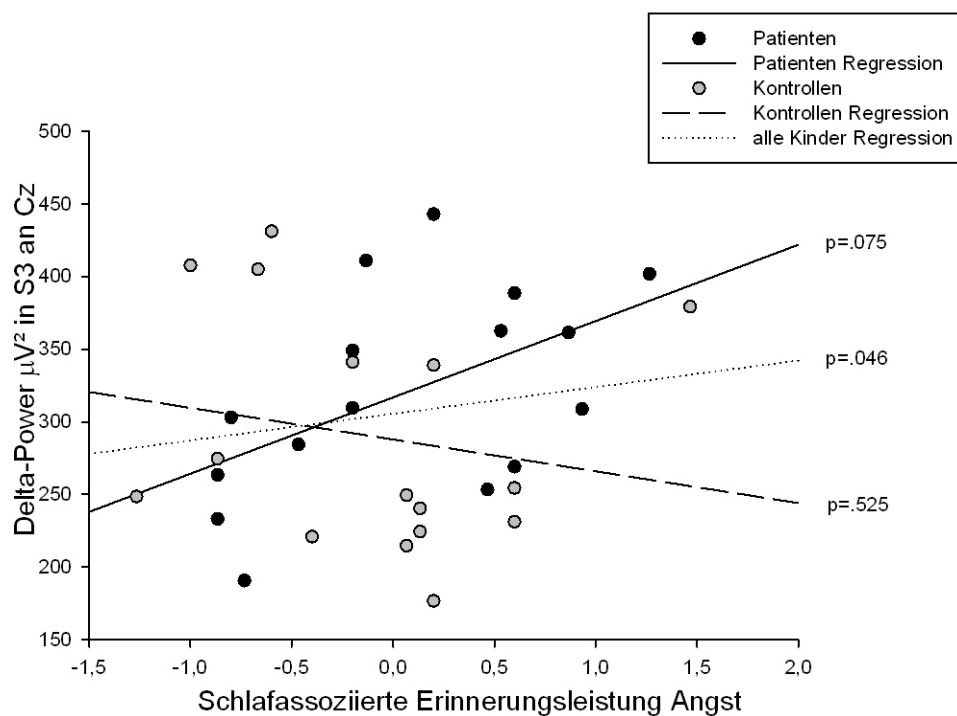


Abbildung 44: Beispielhafte Darstellung der signifikanten positiven Korrelation der Delta-Power in S3 an Cz und der Erinnerungsleistung für Angst-Gesichter über beide Gruppen und für beide Gruppen getrennt.

In den Abbildungen wird deutlich, dass die positiven Zusammenhänge auf jeweils eine Gruppe zurückzuführen sind. Weitere signifikante korrelative Zusam-

menhänge zwischen den Erinnerungsleistungen und den Oszillationsdaten über beide Gruppen bestehen nicht.

Anschließend wurden Korrelationsanalysen zum Zusammenhang zwischen den schlafassoziierten Gedächtnisleistungen und den Oszillationsdaten in S3 und S4 getrennt für beide Gruppen berechnet. In der Kontrollgruppe ergeben sich im Schlafstadium S4 korrelative Zusammenhänge mit den schlafassoziierten Gedächtnisdaten. Für die schlafassoziierte Erinnerungsleistung (Gedächtnisleistung Schlaf – Gedächtnisleistung Wachheit) über alle Emotionen hinweg (schlafassoziierte Erinnerungsleistung _{Gesamt}) werden negative korrelative Zusammenhänge mit der SO-Power und Delta-Power im Schlafstadium S4 an frontalen und zentralen Elektrodenpositionen gefunden (siehe Tabelle 15). Dieser negative Zusammenhang erscheint auf den ersten Blick kontraintuitiv, bedenkt man doch, dass die Gedächtnisinhalte bei der Konsolidierung vom Schlaf profitieren. Werden die Ergebnisse der Korrelationsanalysen für die Emotionskategorien getrennt betrachtet, fällt auf, dass es positive Zusammenhänge der SO- und Delta-Power und den Erinnerungsleistungen für ärgerliche Gesichter gibt, jedoch hoch signifikant negative Korrelationen zwischen der SO- und Delta-Power und den Erinnerungsleistungen für neutrale Gesichter. Diese Zusammenhänge lassen sich signifikant oder in der Tendenz signifikant in S3 und S4 für die SO- und Delta-Power für alle frontalen und zentralen Elektrodenpositionen zeigen. Die Korrelationsanalysen für parietale Positionen ergeben diese Zusammenhänge nicht. In der Gesamtleistung sind somit die Ergebnisse für sowohl emotionale als auch neutrale Gesichter enthalten. Da die Erinnerungsleistungen der neutralen Gesichter hoch signifikant negativ mit den Oszillationen zusammenhängen und die positiv signifikanten Zusammenhänge zwischen Erinnerungsleistungen der Ärger-Gesichter und den Oszillationen etwas niedriger sind, wird der Zusammenhang der Erinnerungsleistung _{Gesamt} und den Oszillationen vermutlich insgesamt negativ. Für ängstliche und freudige Gesichter ließen sich keine Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen und der SO- oder der Delta-Power finden (alle $p > .124$). Die korrelativen Zusammenhänge werden beispielhaft für eine frontale Elektrodenposition (F4) für das Schlafstadium S3 mit der SO-Power in Abbildung 45 dargestellt.

Tabelle 15: Korrelationskoeffizienten der berechneten Zusammenhänge zwischen der SO- und Delta-Power im Schlafstadium S3 und S4 und den Erinnerungsleistungen an Gesichter mit den Emotionen Ärger (Ä), Angst (A), Freude (F) und dem Ausdruck Neutral (N), sowie über alle Stimuli gemittelt Gesamt (G). Signifikante Korrelationen sind mit * für $0,1 < p \leq .05$, mit ** für $.001 > p \leq .01$, mit *** für $p \geq .001$ und + für $.05 < p > .1$ dargestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den Korrelationskoeffizienten der beiden Gruppen (berechnet mit Fishers Z) sind im rechten Drittel gekennzeichnet. In dieser Tabelle sind nur beispielhaft die linkslateralen Elektrodenpositionen dargestellt, rechtslateral ergeben sich ähnliche Ergebnisse, siehe Anhang 9.5.

		Kontrollen Schlafassoziierte Erinnerungsleistungen					Patienten Schlafassoziierte Erinnerungsleistungen					Vergleich der Korrelationskoeffizienten Kontrollen vs. Patienten					
		Ä	A	F	N	G	Ä	A	F	N	G	Ä	A	F	N	G	
SO	S 3	F	.60*	-.29	.02	-.64**	-.44+	.00	.39	-.39	.18	.19					*
		C	.65**	-.34	.15	-.67**	-.40	-.17	.49+	-.20	.36	.36	*	*	**	*	
		P	.47+	-.21	.31	-.42	-.08	-.03	.66**	-.36	+	.50*		*	*		
	S 4	F	.54*	-.32	-.09	-.63**	-.56*	-.10	.39	-.12	.26	.29				**	*
		C	.58*	-.40	.01	-.65**	-.58*	-.04	.39	-.09	.33	.35		*	**	**	
		P	.45+	-.24	.12	-.50*	-.31	.01	.57*	-.25	.38	+		*	*	*	
Delta	S 3	F	.72**	-.32	.18	-.71**	-.34	-.09	.47+	-.39	.20	.22	*	*	**		
		C	.66**	-.15	.14	-.74***	-.23	-.09	.48+	-.20	.32	.35	*		***		
		P	.31	.07	.24	-.33	.17	.07	.47+	-.29	.25	.32					
	S 4	F	.61*	-.29	-.06	-.65**	-.47+	-.22	.34	-.24	.21	.16	*		*		
		C	.50+	-.26	-.10	-.62**	-.53*	-.23	.33	-.06	.23	.23	*		*	*	
		P	.30	-.09	-.07	-.45+	-.31	-.22	.43+	-.11	.19	.25					

Die Patienten zeigen einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen der schlafassoziierten Erinnerungsleistung G_{Gesamt} und der SO-Power in S3 an einer parietalen Elektrodenposition (siehe Tabelle 15). Es bestehen keine Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen für Ärger- oder Freude Gesichter und den Oszillationen. Ebenso ergeben sich keine signifikanten korrelativen Zusammenhänge zwischen Oszillationen und Erinnerungsleistungen für neutrale Gesichter, lediglich Tendenzen für positive Korrelationen, ebenfalls für die SO-Power in S3 an parietalen Elektrodenpositionen. Die Patienten zeigen signifikant positive Zusammenhänge zwischen den Erinnerungsleistungen der Angst-

Gesichter und der SO-Power in S3 und S4 an parietalen Positionen (siehe Tabelle 15).

Die korrelativen Zusammenhänge zwischen der SO-Power in S3 an einer frontalen (F3) und einer parietalen (P3) Elektrodenposition mit den Erinnerungsleistungen der einzelnen Emotionskategorien sind beispielhaft in Abbildung 45 für beide Gruppen getrennt dargestellt. Um Aussagen über signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen machen zu können, werden die konträren Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Gruppen mittels Fisher's Z verglichen (siehe Tabelle 15). Die beiden Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der korrelativen Zusammenhänge vor allem bei Gesichtern mit neutralem Gesichtsausdruck, aber auch bei Ärger- und Angst-Gesichtern. Die Emotion Freude erzeugt zwischen den beiden Gruppen keine unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten. Bei der Betrachtung der Korrelationsmatrix wird deutlich, dass sich die Gruppen hinsichtlich der Korrelationskoeffizienten vor allem bei Zusammenhängen zwischen der SO- und Delta-Power und den Erinnerungsleistungen _{Neutral} unterscheiden. Es lassen sich weiterhin signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Zusammenhänge von einerseits SO-Power und der Erinnerungsleistung _{Ärger} und andererseits der Delta-Power und der Erinnerungsleistung _{Angst} finden. Somit ergibt sich der Eindruck von divergenten Zusammenhangsmustern bei den beiden Gruppen.

Theta im REM-Schlaf

Hinsichtlich der korrelativen Zusammenhänge zwischen der Theta-Power im REM-Schlaf und den Erinnerungsleistungen findet sich über beide Gruppen zusammen lediglich ein positiver Zusammenhang zwischen der Theta-Power an Cz und der schlafassoziierten Erinnerungsleistung für Angst-Gesichter, die jedoch aufgrund zweier Ausreißer in der Regression zustande gekommen ist. Bei der Analyse getrennt für beide Gruppen zeigen sich bei den Kontrollprobanden keine signifikanten Ergebnisse (alle $p \geq .244$). Lediglich die Gruppe der Patienten weist in der Tendenz signifikante positive Zusammenhänge zwischen der Theta-Power im REM-Schlaf und den Erinnerungsleistungen für Freude-Gesichter auf (an C3: $r=.474$; $p=.064$; an P3: $r=.474$, $p=.064$). Dabei unterscheidet sich die Gruppe der Patienten nicht signifikant von der Gruppe der Kontrollprobanden.

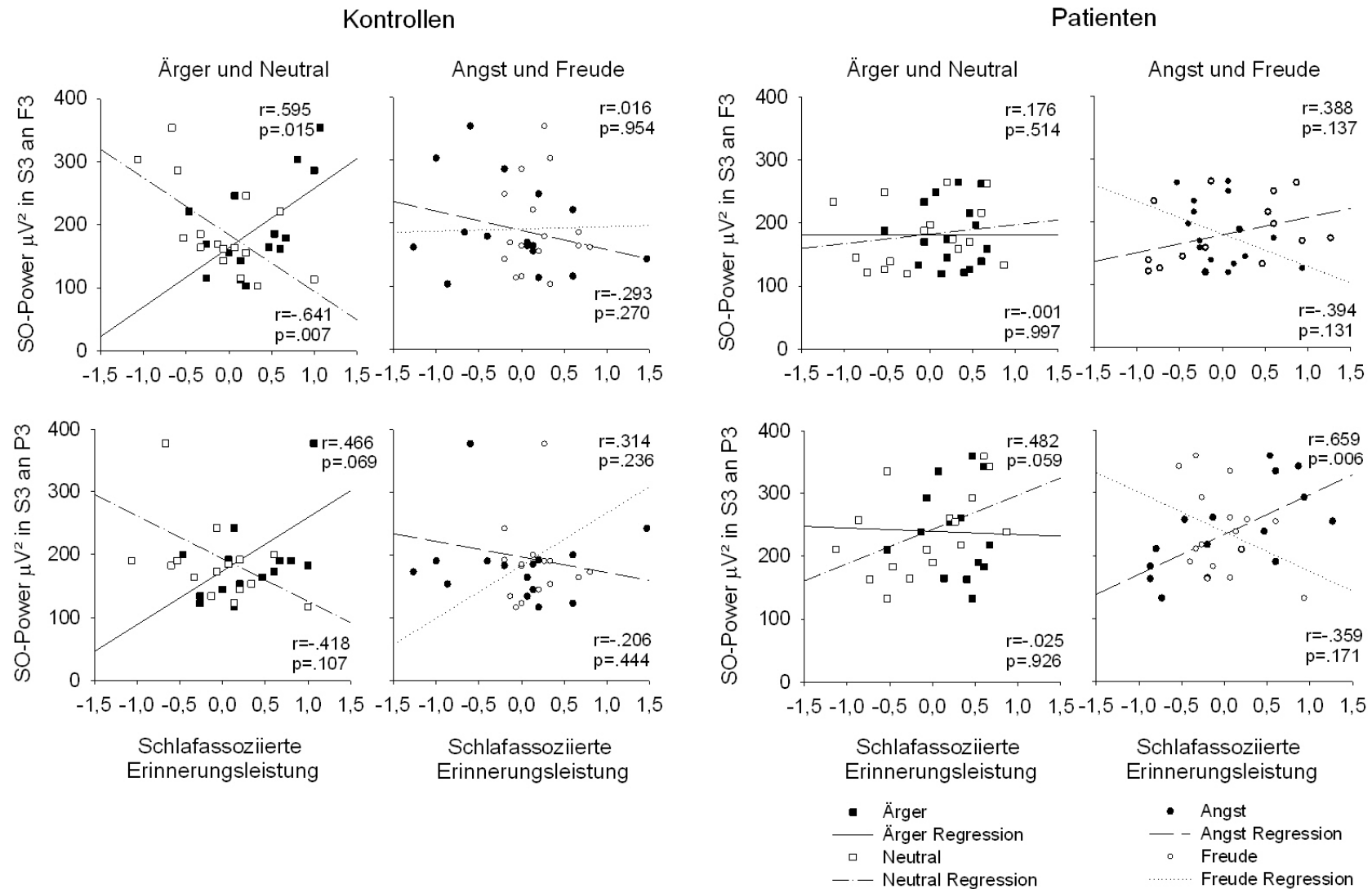


Abbildung 45: Korrelationen zwischen den Schlafassoziierten Erinnerungsleistungen und SO-Power in S3 an F3 (obere Reihe) und P3 (untere Reihe) für beide Gruppen (Kontrollprobanden links, Patienten rechts).

Die Hypothese 3.2 kann nur teilweise bestätigt werden. Die gesunden Kinder profitieren in der Gedächtnisleistung für Ärger-Gesichter von der SO-Aktivität, die Kinder mit ADHS/ODD hingegen nicht. Weiterhin scheinen die SO bei gesunden Kindern einen hemmenden Einfluss auf die Gedächtnisleistungen für neutrale Gesichter zu haben, die Patienten zeigen diesen Einfluss nicht. Die Theta-Aktivität fördert in der vorliegenden Arbeit nicht die Konsolidierung der Gedächtnisinhalte bei gesunden Kindern, die Patienten profitieren jedoch von Theta im REM-Schlaf bei Freude-Gesichtern.

5.4.2 Bewertungsdaten und Schlaf

In Fragestellung 3 wird vermutet, dass der REM-Schlaf, aber auch der Tiefschlaf, einen Einfluss auf die Bewertung der Emotionalität der Stimuli hat und möglicherweise auch auf die Eindeutigkeit, mit der ein Bild einer Emotionskategorie zugeordnet wird.

Korrelationsanalysen wurden für beide Gruppen getrennt berechnet. Es lassen sich bei den Patienten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Dauer an REM-Schlaf und Tiefschlaf (S3, S4) und den schlafassoziierten Bewertungsdifferenzen oder den schlafassoziierten Eindeutigkeitsindizes für die Emotionen Ärger, Angst und Freude finden (alle $p > .068$). Bei der Gruppe der Kontrollprobanden findet sich lediglich ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Dauer an REM-Schlaf und der schlafassoziierten Bewertungsdifferenz der Emotion Ärger ($r = .511$, $p = .036$), siehe Abbildung 46. Demnach werden bekannte Ärger-Gesichter im Vergleich zu neuen Ärger-Gesichtern als ärgerlicher eingestuft, je mehr REM-Schlaf die Kontrollprobanden in der Nacht hatten. Dieser Zusammenhang wird in der Gruppe der Patienten nicht signifikant ($r = .126$, $p = .617$), auch die Korrelationskoeffizienten unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p = .239$).

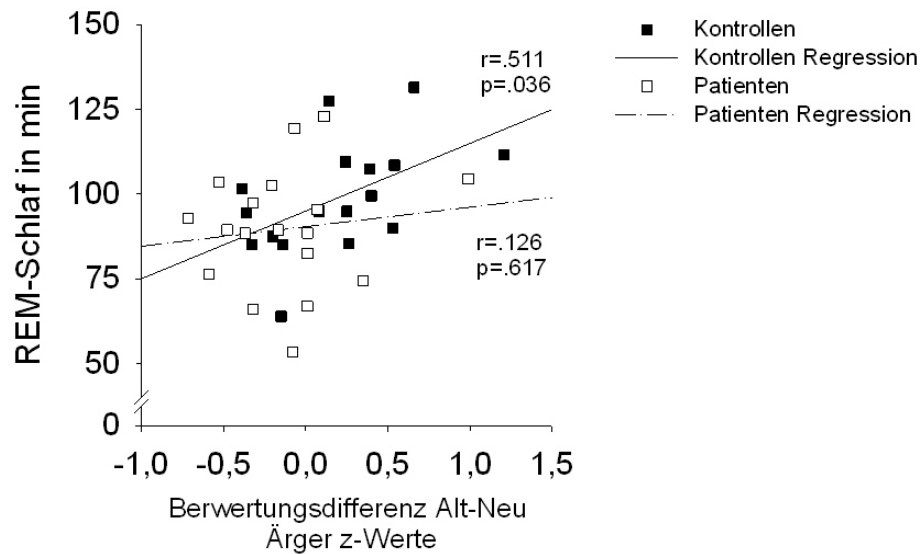


Abbildung 46: Korrelativer Zusammenhang von REM-Schlaf und schlafassoziierte Bewertungsdifferenz der Emotion Ärger für die Kontrollprobanden (schwarze Kästchen) und Patienten (weiße Kästchen).

Korrelationsanalysen zum Zusammenhang von schlafassoziierten Bewertungsdifferenzen und den Oszillationsdaten ergeben bei den Kontrollprobanden keine signifikanten Ergebnisse in der SO- und der Delta-Power in S3 und S4 (alle $p > .116$). Es lassen sich jedoch signifikante positive Zusammenhänge zwischen den Delta-Power-Daten und den schlafassoziierten Eindeutigkeitsindizes der Emotionskategorie Ärger finden (siehe Tabelle 17). Je mehr Delta-Power im Schlafstadium S4 vorhanden war, umso eindeutiger stufen die Kontrollprobanden nach einer Nacht mit Schlaf die Emotion Ärger auf der Ärger-Skala ein, im Vergleich zu einem Tag mit Wachheit. Die Vergleiche dieser Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Gruppen mittels des Fisher's Z-Tests werden signifikant.

Die Patienten hingegen zeigen vor allem signifikant negative Zusammenhänge zwischen SO- und Delta-Power in S3 an frontalen, zentralen und parietalen Elektrodenpositionen und der schlafassoziierten Bewertungsdifferenz von Freude-Gesichtern und zum Teil auch bei Ärger-Gesichtern (siehe Tabelle 16). Demnach verringert sich bei Patienten die schlafassoziierte Bewertungsdifferenz bei Freude-Gesichtern, je mehr SO- und Delta-Power in S3 auftritt. Des Weiteren lassen sich signifikante negative Zusammenhänge zwischen den SO- und Delta-Power-Daten in S3 und S4 und dem schlafassoziierten Eindeutigkeitsindex für alle drei Emotionen finden. Die Eindeutigkeit, mit der ein emotionales Gesicht

einer bestimmten Kategorie zugeordnet wird, verringert sich bei den Patienten mit Zunahme von SO- und Delta-Power in S3 für Freude- und Angst-Gesichter und in S4 für Ärger-Gesichter. Die Korrelationskoeffizienten der beiden Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander bei den Zusammenhängen der Eindeutigkeitsindizes Ärger mit der Delta-Power in S4 und der Indizes für Freude mit der SO-Power in S3 an Cz (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Signifikante Zusammenhänge in den beiden Gruppen und die entsprechenden nicht signifikanten Werte der jeweils anderen Gruppe. Signifikante Korrelationen sind mit * für $0,1 < p \leq .05$ und mit ** für $p \leq .01$ gekennzeichnet. Signifikante Unterschiede zwischen den Korrelationskoeffizienten der beiden Gruppen (berechnet mit Fisher's Z) sind im rechten Drittel gekennzeichnet. SO = Slow Oscillation-Power, D = Delta-Power, T = Theta-Power, S3 = Schlafstadium S3, S4 = Schlafstadium S4, REM= REM-Schlaf, Elektrodenpositionen F3, F4, C3, C4, Cz,, P3, P4, Pz

		Kontrollen	Patienten	Kontrollen vs. Patienten p-Werte
Eindeutigkeitsindizes	Ärger	D_S4_F3 r=.354	D_S4_F3 r=-.565*	.007
		D_S4_F4 r=.353	D_S4_F4 r=-.540*	.009
		D_S4_C3 r=.505*	D_S4_C3 r=-.466	.004
		D_S4_Cz r=.513*	D_S4_Cz r=-.370	.010
		D_S4_P3 r=.525*	D_S4_P3 r=-.428	.005
	Angst	SO_S3_F3 r=-.053	SO_S3_F3 r=-.480*	.206
		SO_S3_F4 r=-.109	SO_S3_F4 r=-.638**	.082
		SO_S3_P4 r=-.034	SO_S3_P4 r=-.474*	.195
	Freude	SO_S3_C3 r=-.064	SO_S3_C3 r=-.489*	.205
		SO_S3_C4 r=-.205	SO_S3_C4 r=-.669**	.104
		SO_S3_Cz r=.022	SO_S3_Cz r=-.656**	.030
		SO_S3_Pz r=-.254	SO_S3_Pz r=-.619**	.212
		SO_S3_P4 r=-.234	SO_S3_P4 r=-.584*	.247
		T_REM_F3 r=.482*	T_REM_F3 r=-.176	.058
		T_REM_F4 r=.496*	T_REM_F4 r=-.218	.039
Bewertungs- differenzen	Ärger	SO_S3_P4 r=-.029	SO_S3_P4 r=.532*	.094
	Angst	-	-	-
	Freude	SO_S3_P3 r=.060	SO_S3_P3 r=-.500*	.101
		D_S3_F3 r=.088	D_S3_F3 r=-.542*	.061
		D_S3_C3 r=.054	D_S3_C3 r=-.571*	.059
		D_S3_P3 r=.214	D_S3_P3 r=-.472*	.049
		T_REM_F3 r=.442	T_REM_F3 r=-.529*	.004
		T_REM_C3 r=.541*	T_REM_C3 r=-.395	.006
		T_REM_Cz r=.527*	T_REM_Cz r=-.218	.030

Bei der Betrachtung der der Theta-Power im REM-Schlaf und den schlafassozierten Bewertungsdifferenzen ergeben sich bei den gesunden Kindern signifikante positive Zusammenhänge bei der Emotion Freude und der Power an den Elektrodenpositionen C3 und Cz. Ebenso zeigt sich bei der Emotion Freude ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Theta-Power an den Elektrodenpositionen F3 und F4 und dem schlafassozierten Eindeutigkeitsindex $_{Freude}$.

Die Patienten zeigen einen signifikanten negativen Zusammenhang bei der Emotion Freude an der Elektrodenposition F3. Die Eindeutigkeitsindizes und die Theta-Power im REM-Schlaf zeigen bei den Patienten keinen Zusammenhang. Somit scheint Theta im REM-Schlaf bei den Kontrollprobanden die Tendenz Freude-Gesichter nach dem Schlaf als freudiger zu beurteilen zu verstärken, während Patienten einen gegenteiligen Effekt zeigen und REM-Schlaf deren emotionale Reaktivität eher abschwächt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es keine signifikant von Null verschiedenen schlafassoziierten Bewertungsdifferenzen von Freude-Gesichtern bei Patienten oder gesunden Kindern gibt. Diese Bewertungsdifferenz unterscheidet sich auch nicht signifikant zwischen den Gruppen ($p=.154$, siehe Abbildung 38).

Die Ergebnisse der Zusammenhänge von SO-, Delta- und Theta-Power mit den schlafassoziierten Bewertungsdifferenzen und Eindeutigkeitsindizes dürfen nicht überinterpretiert werden, da sie nicht durchgängig über die Elektrodenpositionen oder Schlafstadien zu finden sind. Jedoch kann zusammengefasst werden, dass Schlaf mit Tiefschlafphasen und REM-Schlafphasen die schlafassoziierte emotionale Reaktivität der Patienten eher vermindert, während diese bei den Kontrollprobanden eher verstärkt wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Hypothese 3.3 nur teilweise bestätigt werden kann. Bei den gesunden Kindern wird die emotionale Reaktivität (Bewertungsdifferenzen) auf Ärger-Gesichter durch den REM-Schlaf (Dauer in min) erhöht, die Patienten zeigen diesen Zusammenhang nicht. Die Dauer des Tiefschlafs hat keinen Einfluss auf die emotionale Reaktivität auf die Gesichter. Die Eindeutigkeitsindizes der Emotionskategorien in beiden Gruppen werden weder durch die Dauer an REM-Schlaf noch an Tiefschlaf beeinflusst. Hingegen scheint die Theta-Power im REM-Schlaf bei den Kontrollprobanden sowohl die Bewertungsdifferenzen als auch die Eindeutigkeitsindizes für Freude-Gesichter zu beeinflussen. Je mehr Theta-Aktivität die Kontrollprobanden im REM-Schlaf haben, umso mehr stufen sie bekannte Freude-Gesichter als freudiger im Vergleich zu unbekanntem Freude-Gesichtern ein und umso eindeutiger ordnen die Kontrollprobanden die Freude-Gesichter der Emotion zu. Delta-Aktivität in S4 hat hingegen einen Einfluss auf die Ärger-Gesichter bei den Kontrollprobanden. Sie

ordnen die Ärger-Gesichter eindeutiger der Emotion Ärger zu, je mehr Delta-Power in S4 vorlag. Bei den Patienten haben die SO-Power und die Delta-Power eher einen hemmenden Einfluss auf die emotionale Reaktivität für Freude-Gesichter und auch einen hemmenden Einfluss auf die Eindeutigkeit, mit der die Patienten die drei Emotionen einordnen.

5.5 Pupillendaten

In der Fragestellung 4 wird angenommen, dass gesunde Kinder nach einer Nacht mit Schlaf Pupillenreaktionen zeigen, die auf verstärkte Gedächtniskonsoolidierung bekannter Bilder im Vergleich zu unbekanntem Bildern zurückgehen und dass sich dieser Effekt nach einem Tag mit Wachheit nicht in der Ausprägung zeigen lässt. Es wird vermutet, dass Patienten mit einer AHDS/ODD diese Reaktionen nicht zeigen. Außerdem wird angenommen, dass negative emotionale Gesichtsausdrücke größere Pupillendilatationen hervorrufen als Gesichter mit der Emotion Freude oder neutrale Gesichter.

Die Daten von 13 Kontrollprobanden und 13 Patienten konnten in die Auswertung aufgenommen werden. Zur Überprüfung der Fragestellung wurde eine ANOVA mit Messwiederholung mit den Faktoren „Bedingung“ (Schlaf, Wachheit), „Emotion“ (Ärger Angst, Freude, Neutral), „Antwort“ (Hits, CR) und „Bins“ (Bin1-Bin20) und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“ (Kontrollprobanden, Patienten) berechnet. Es gibt einen signifikanten Gruppenunterschied ($F(1,24) = 9,46$; $p = .005$; $\text{Eta}^2 = 0,283$), demnach zeigen die Patienten geringere Pupillendilatationen im Vergleich zu den Kontrollprobanden. Die Haupteffekte „Bedingung“ ($F(1,24) = 5,06$; $p = .034$; $\text{Eta}^2 = 0,174$) und „Bins“ ($F(1,456) = 52,42$; $p < .001$; $\text{Eta}^2 = 0,686$) werden signifikant. Aufgrund zweier vierfach-Interaktionen („Bedingung x Antwort x Bins x Gruppe“ ($F(19,456) = 4,22$; $p < .000$; $\text{Eta}^2 = 0,150$); „Bedingung x Emotion x Bins x Gruppe“ ($F(57,1368) = 1,16$; $p = .003$; $\text{Eta}^2 = 0,063$)) wird die Analyse für beide Gruppen getrennt gerechnet. Im Folgenden sollen die Daten der gesunden Kinder getrennt von den Daten der Patienten dargestellt werden.

Kontrollprobanden

Die Analyse der Kontrollstichprobe ergab keine signifikanten Haupteffekte für „Bedingung“ ($F(1,12) = 0.34$; $p = .569$; $\eta^2 = 0,028$), „Emotion“ ($F(3,36) = 2.30$; $p = .093$; $\eta^2 = 0,161$) oder „Antwort“ ($F(1,12) = 9.89$; $p = .340$; $\eta^2 = 0,076$). Der Haupteffekt „Bins“ wird signifikant ($F(19,228) = 26.61$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,689$). Weiterhin zeigt sich eine signifikante zweifach-Interaktion von „Bedingung x Bins“ ($F(19,228) = 2.08$; $p = .006$; $\eta^2 = 0,148$), was bedeutet, dass die Pupillendilatation auf die Stimuli nach einer Nacht geringer ausfallen als auf die Stimuli nach einem Tag. Zudem wurde die dreifach-Interaktion von „Bedingung x Antwort x Bins“ signifikant ($F(19,228) = 2.48$; $p = .001$; $\eta^2 = 0,171$).

Nachfolgende t-Tests zeigen, dass die gesunden Kinder nach einer Nacht mit Schlaf auf die gelernten Stimuli (Hits) mit einer signifikant größeren Dilatation während der Betrachtung antworteten, als auf die als neu bewerteten Stimuli (CR) im Vergleich zu Pupillenreaktionen nach einem Tag. Die signifikanten Unterschiede traten im Bereich von 500 ms bis 1250 ms nach Stimulusbeginn auf (siehe Abbildung 47).

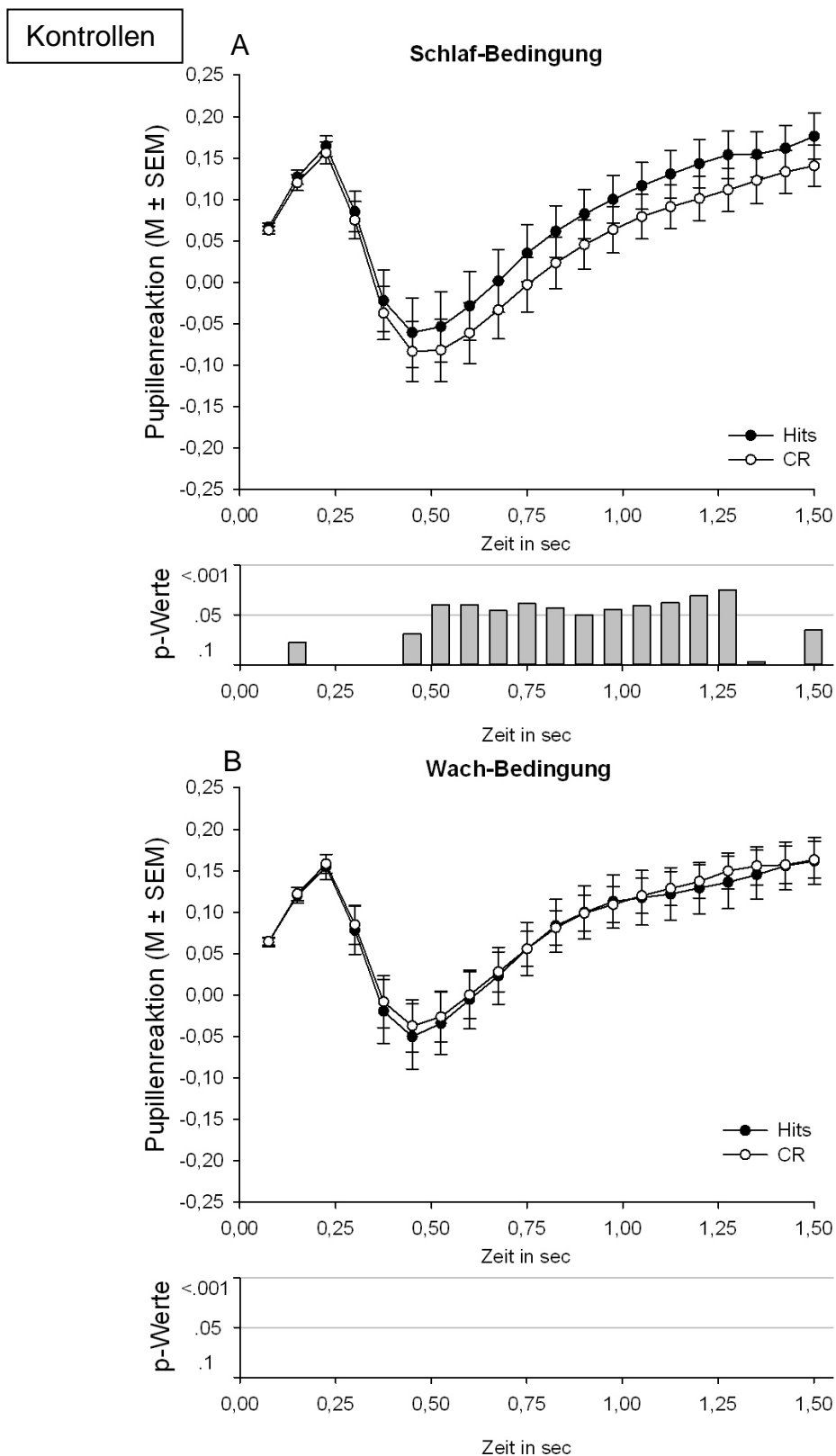


Abbildung 47: Pupillenreaktionen der Kontrollstichprobe während der der Betrachtung der bereits präsentierten Bilder (Hits) und der Distraktoren (CR) im Abruf 2 nach einer Nacht mit Schlaf (A) und nach einem Tag mit Wachheit (B). p-Werte werden im Bereich von $p=.100$ bis $p<.001$ angezeigt. Signifikante Unterschiede ab $p=.050$.

Die signifikante zweifach-Interaktion von „Emotion x Bins“ ($F(57,684) = 2.57$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,177$) deutet an, dass die Emotionen verschiedene Dilatationen hervorrufen. Deskriptiv und explorativ lässt sich eine stärkere Pupillendilatation für Ärger-Gesichter im Vergleich zu den Freude-Gesichtern nachweisen. Gerechnete Anovas je Bin über die Emotionen zeigen signifikante Unterschiede ab 1000 ms. Nachfolgende T-Tests für abhängige Stichproben zeigen, dass die Signifikanz der Ergebnisse auf signifikante Unterschiede zwischen den Emotionen Ärger und Freude zu diesen Messzeitpunkten (alle $p \leq .027$) und zwischen der Emotion Ärger und Angst zu den Messzeitpunkten 1250 ms und 1500 ms (alle $p \leq .043$) zurückgeht (siehe Abbildung 48).

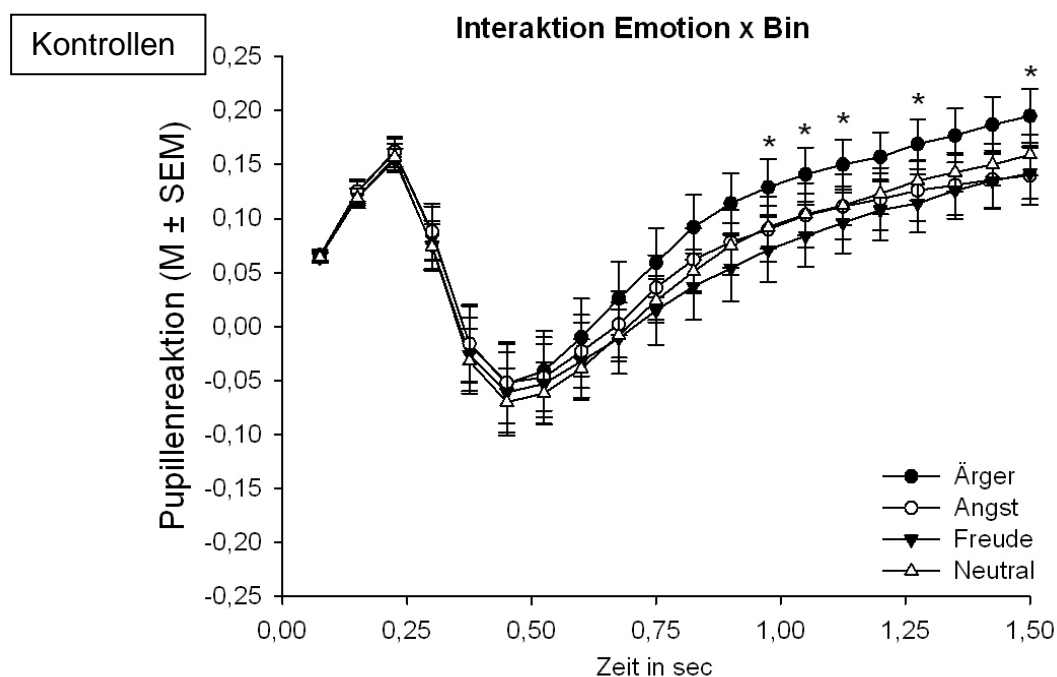


Abbildung 48: Pupillenreaktionen der Kontrollstichprobe auf Bilder von Gesichtern mit Ärger-, Angst- und Freude-Ausdruck und einem neutralen Gesichtsausdruck. Signifikante Unterschiede zwischen den Emotionen sind mit * bei p-Werten $\leq .05$ gekennzeichnet.

Die dreifach-Interaktion „Bedingung x Emotion x Bins“ ($F(57,684) = 2.22$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,156$) wird ebenfalls bei den Kontrollprobanden signifikant. Deskriptiv zeigten die Kontrollprobanden verringerte Pupillenreaktionen bei Freude-Bildern am Morgen nach einer Nacht mit Schlaf und erhöhte Pupillenreaktionen bei Ärger-Gesichtern nach einem Tag mit Wachheit im Vergleich zu den anderen emotionalen Bildern. Geplante Kontraste bestätigten diesen Eindruck und zeigen signifikante Unterschiede.

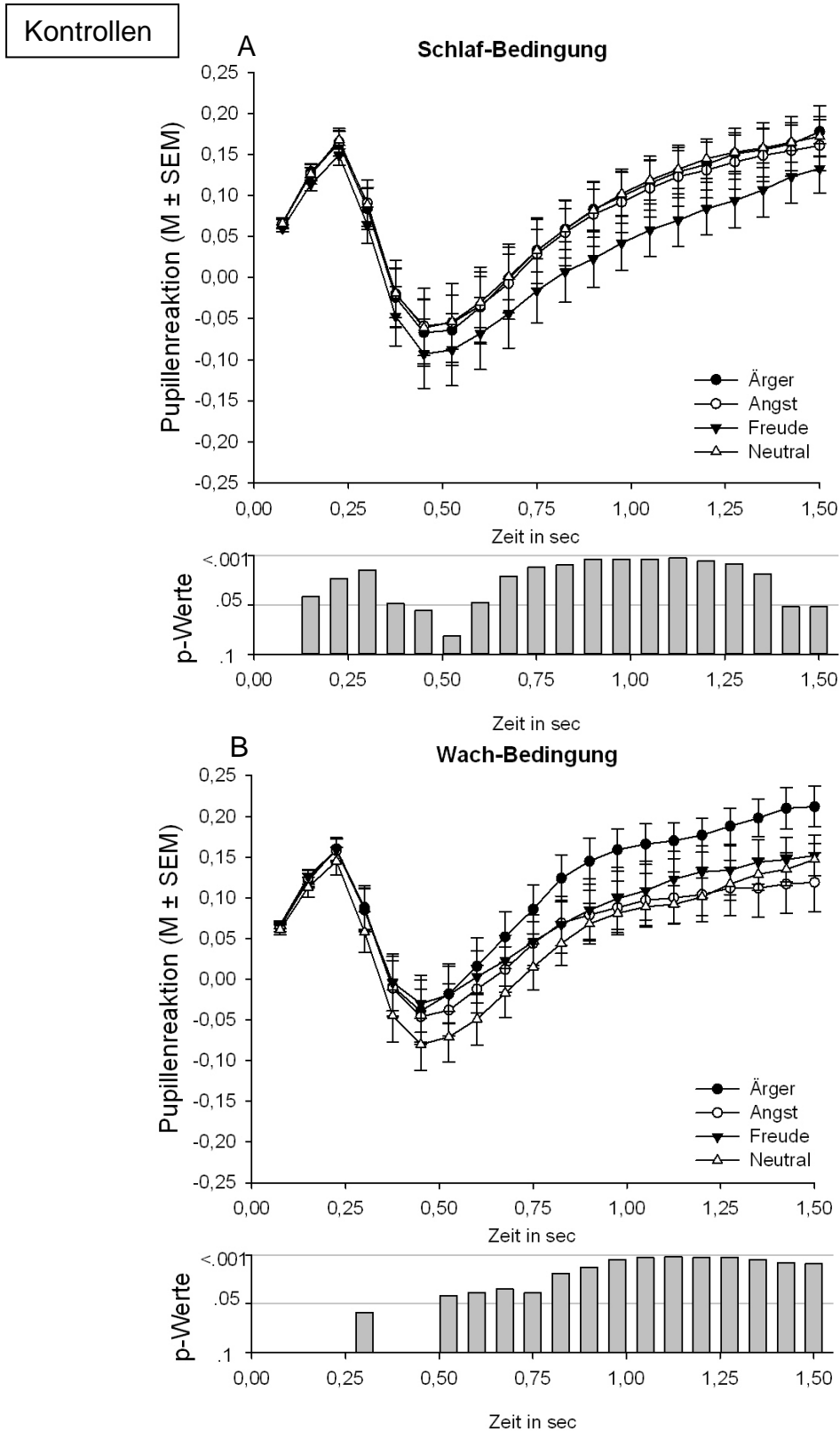


Abbildung 49: Pupillenreaktionen der Kontrollstichprobe auf Bilder von Gesichtern mit Ärger, Angst- und Freude-Ausdruck und einem neutralen Gesichtsausdruck. Signifikante Unterschiede in der Schlafbedingung zwischen der Emotion Freude und dem Mittelwert der Ärger-, Angst- und Neutral-Gesichter werden im Balkendiagramm mit p-Werten $<.05$ deutlich (A). In der Wach-Bedingung werden signifikante Unterschiede zwischen der Emotion Ärger und dem Mittelwert der Freude-, Angst- und Neutral-Gesichter im Balkendiagramm mit p-Werten $<.05$ gekennzeichnet. p-Werte werden im Bereich von $p=.100$ bis $p<.001$ angezeigt.

Demnach reagieren die Kontrollprobanden nach einer Nacht mit Schlaf auf Gesichter mit der Emotion Freude mit einer geringeren Pupillendilatation im Vergleich zum Mittelwert der Emotionen Angst, Ärger und Neutral. Nach einem Tag reagieren die Kinder mit einer stärkeren Pupillendilatation auf ärgerliche Gesichter im Vergleich zum Mittelwert der Emotionen Angst, Freude und Neutral (siehe Abbildung 49).

Patienten

In der Analyse der Gruppe der Patienten zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt „Bedingung“ ($F(1,12) = 8.28$; $p = .014$; $\eta^2 = 0,408$), die Pupillenreaktionen fallen nach einer Nacht mit Schlaf geringer aus als nach einem Tag mit Wachheit. Zudem wird der Haupteffekt „Bins“ signifikant ($F(19,228) = 27.53$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,696$). Die Interaktionen „Bedingung x Bin“ ($F(19,228) = 5.63$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,319$) und die Interaktion „Antwort x Bin“ ($F(19,228) = 4.71$; $p < .001$; $\eta^2 = 0,282$) werden signifikant. Zudem zeigt sich ebenfalls eine signifikante dreifach-Interaktion von „Bedingung x Antwort x Bins“ ($F(19,228) = 1.93$; $p = .013$; $\eta^2 = 0,138$), jedoch ergaben nachfolgende t-Tests ein zum Ergebnis der Kontrollprobanden konträres Bild. Die Patienten reagierten auf als alt erkannte Bilder (Hits) mit einer größeren Dilatation als auf die Distraktoren (CR) nach einem Tag mit Wachheit. Nach dem Schlaf ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Pupillenreaktionen auf Hits und CR. Die größeren Dilatationen auf Hits im Vergleich zu CR entstanden im Bereich von 500 ms nach Stimulusbeginn bis zum Stimulusende bei 1500 ms (siehe Abbildung 50).

Die Patienten zeigen keine weiteren signifikanten Interaktionen. Auf die einzelnen emotionalen Gesichter wird weder nach der Nacht noch nach dem Tag in unterschiedlicher Weise reagiert ($F(57,684) = 0.97$; $p = .533$; $\eta^2 = 0,075$).

Zusammenfassend kann die Hypothese 4.1 bestätigt werden. Kinder ohne eine ADHS/ODD zeigen nach einer Nacht mit Schlaf größere Pupillenreaktionen für bekannte Stimuli im Vergleich zu unbekanntem Stimuli. Nach einem Tag mit Wachheit sind diese Pupillenreaktionen nicht so stark ausgeprägt wie nach einer Nacht mit Schlaf. Kinder mit einer ADHS/ODD zeigen umgekehrte Reaktionen, sie zeigen größere Pupillenreaktionen nach einem Tag im Vergleich zu einer

Nacht, vermutet wurde jedoch, dass sie keinen Alt/Neu-Effekt zeigen. Die Hypothese 4.2 kann zum Teil bestätigt werden, besonders Ärger-Gesichter zeigen im Vergleich zu den anderen Gesichtsausdrücken größere Pupillenreaktionen bei den Kontrollprobanden, jedoch nicht bei den Patienten.

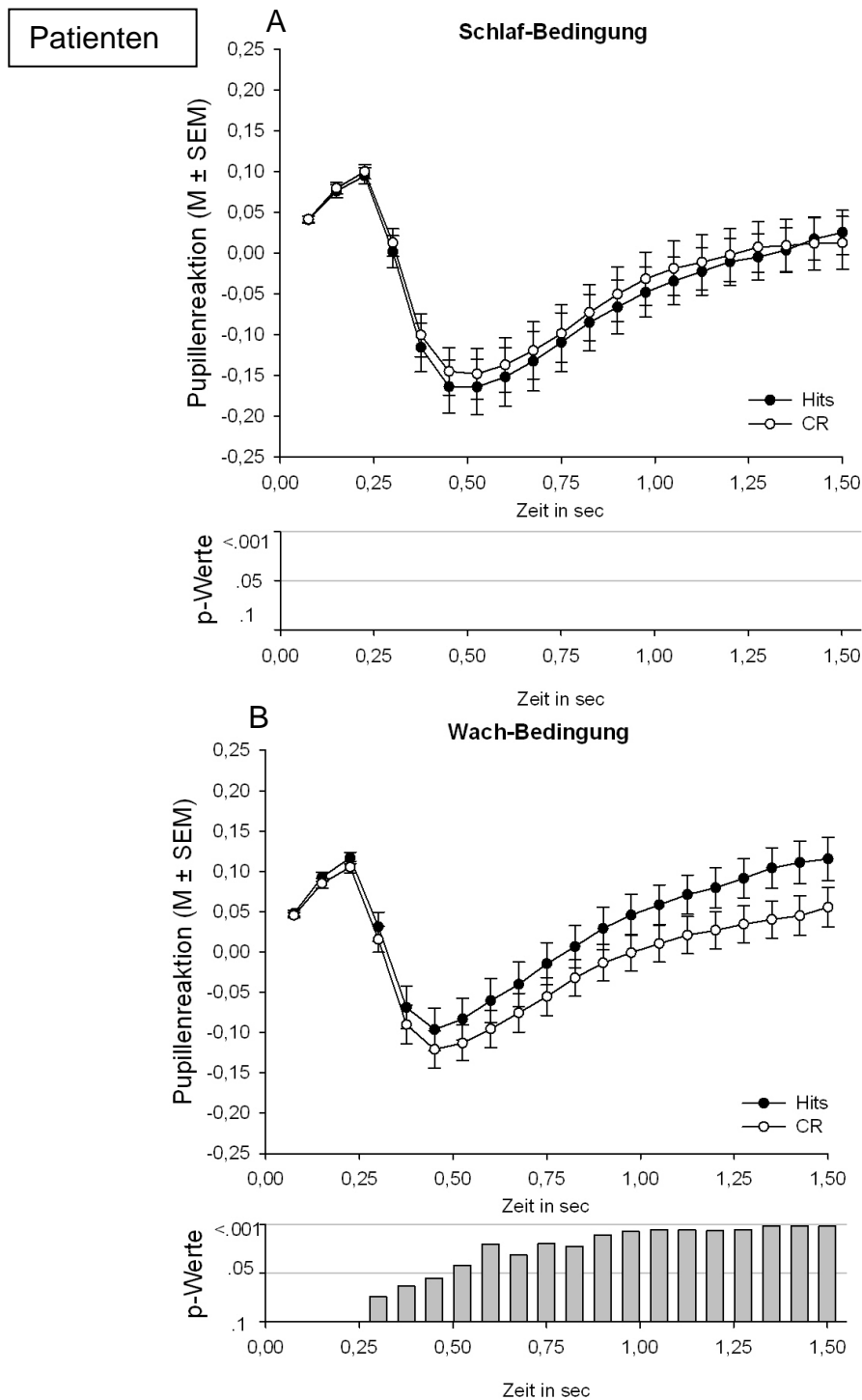


Abbildung 50: Pupillenreaktionen der Patienten während der Betrachtung der bereits präsentierten Bilder (Hits) und der Distraktoren (CR) im Abruf 2 nach einer Nacht mit Schlaf (A) und nach einem Tag mit Wachheit (B). P-Werte werden im Bereich von $p=.100$ bis $p<.001$ angezeigt. Signifikante Unterschiede ab $p=.050$.

5.6 Blickdaten

Nur wenige Studien wurden bislang zum Blickverhalten von Kindern mit und ohne ADHS bei emotionalen Gesichtern durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird vermutet, dass vor allem die Augen-Regionen bei Ärger-Gesichtern und die Mund-Regionen bei Freude-Gesichtern von gesunden Kindern betrachtet werden. Patienten zeigen möglicherweise diesen Bias nicht. Weiterhin soll untersucht werden, ob sich die beiden Gruppen hinsichtlich der Scanpaths unterscheiden.

Aufgrund extremer Werte (Boxplot-Ergebnisse > 3 Interquartilsabstände) einer Versuchsperson aus der Gruppe der Patienten wurde diese aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Blickdaten von 17 Patienten und 17 Kontrollprobanden wurden analysiert. Die ANOVA mit Messwiederholung (Innersubjektfaktoren „Emotion“ (Ärger, Angst, Freude, Neutral) und „ROI“ (Mund, linkes Auge, rechtes Auge) und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“) ergibt einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „ROI“ ($F(2,64) = 3.23$; $p = .046$; $\text{Eta}^2 = 0,092$) und eine Interaktion der Faktoren „ROI“ und „Emotion“ ($F(6,192) = 3.52$; $p = .003$; $\text{Eta}^2 = 0,099$). Es bestanden keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Nachfolgende T-Tests ergaben, dass das rechte Auge der emotionalen Gesichter insgesamt länger betrachtet wurde als der Mund ($t=2,15$; $p=.039$). Weiterhin zeigte sich, dass bei ärgerlichen Gesichtern das linke Auge in einem größeren Ausmaß betrachtet wurde im Vergleich zu anderen Emotionen (Ärger > Angst ($t=4,05$; $p<.001$); Ärger > Freude ($t=3,91$; $p<.001$); Ärger > Neutral ($t=4,12$; $p<.001$)). Innerhalb der Emotionen zeigte sich nur bei ärgerlichen und neutralen Gesichtern eine signifikant höhere Betrachtungsdauer der ROI rechtes Auges im Vergleich zur ROI Mund (Ärger: $t=2,25$; $p=.031$; Neutral: $t=2,43$; $p=.021$). Die Ergebnisse sind in Abbildung 51 dargestellt.

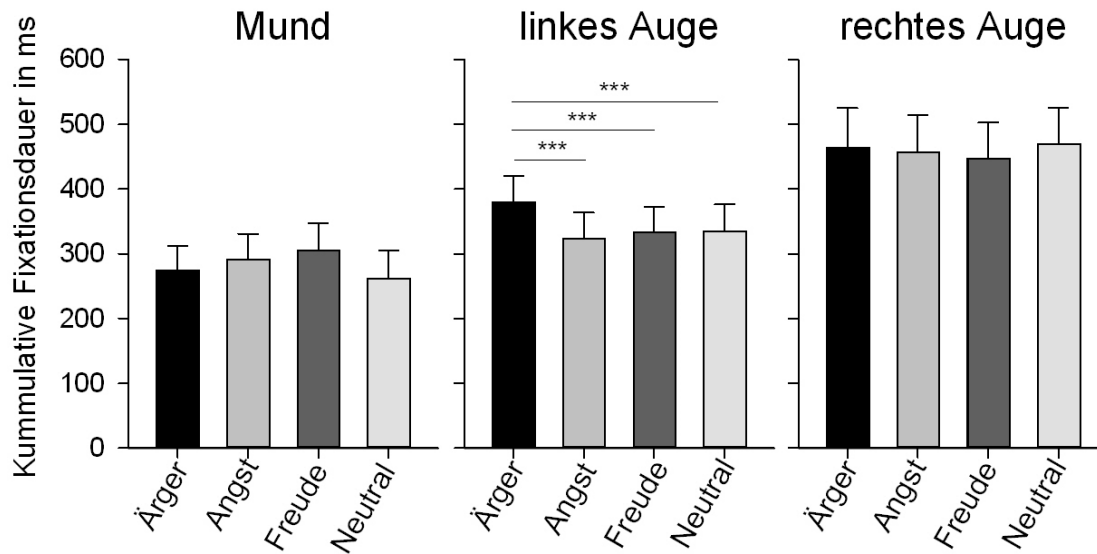


Abbildung 51: Dauer in ms, mit der die jeweiligen Regionen (Mund, linkes Auge, rechtes Auge) fixiert wurden. Hochsignifikante Unterschiede zwischen der Fixationsdauer des linken Auges von Ärger-Gesichtern im Vergleich zu Angst-, Freude- und Neutral-Gesichtern sind mit *** für $p < 0.001$ gekennzeichnet (Mittelwerte der Summen und Standardfehler).

Obwohl nicht signifikant ($F(2,64) = 0,70$; $p = .499$; $\eta^2 = 0,02$), ergibt sich auf deskriptiver Ebene der Eindruck, dass die Gruppe der gesunden Kinder im Gegensatz zu den Patienten mit einer ADHS/ODD mehr das rechte Auge der Gesichter betrachtet als das linke Auge ($t = 1,76$; $p = .097$) (siehe Abbildung 52).

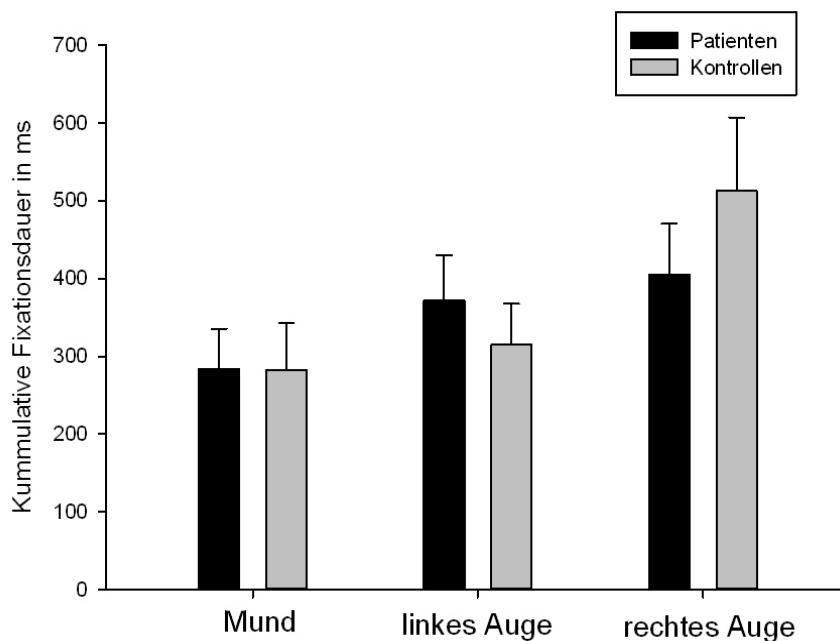


Abbildung 52: Darstellung der Dauer, mit der die ROI's Mund, linkes Auge und rechtes Auge während der Betrachtung der Gesichter fixiert wurden (Mittelwerte der Summen und Standardfehler).

Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in der Länge der Scanpaths für emotionale Gesichter wurden mittels t-Tests berechnet. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 17). Die Patienten zeigen somit keine verlängerten Scanpaths im Vergleich zu den Kontrollprobanden.

Tabelle 17: Länge der Scanpaths in Pixel für Gesichter mit Ärger-, Angst-, Freude- und Neutral-Ausdruck. Mittelwertsvergleiche zwischen den Gruppen auf der rechten Seite der Tabelle.

Scanpath	ADHS/ODD	Kontrollen	ADHS versus Kontrollen	
	M ± SD	M ± SD	t-Werte	p-Werte
Ärger	1706,08 ± 403,75	1767,39 ± 526,97	-,381	,706
Angst	1711,79 ± 428,31	1802,49 ± 491,66	-,574	,570
Freude	1714,29 ± 483,73	1786,86 ± 504,47	-,428	,671
Neutral	1696,89 ± 456,32	1757,45 ± 468,23	-,382	,705

Zusammenfassend kann die Hypothese 5.1 nur zum Teil bestätigt werden. Bei Ärger-Gesichtern wird lediglich das linke Auge häufiger fixiert als bei anderen Gesichtsausdrücken. Die Mund-Region wird bei Freude-Gesichtern nicht signifikant häufiger fixiert als bei anderen Gesichtern. Auch in der vorliegenden Arbeit zeigen sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Länge der Scanpaths bei emotionalen Gesichtsausdrücken.

5.7 Aufmerksamkeitsleistung (KITAP: Alertness)

Um einen möglichen Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich der aktuellen Aufmerksamkeitsleistung bzw. des allgemeinen Wachheitsgrades zu untersuchen, wurden die Daten des Untertests „Alertness“ der Aufmerksamkeitsleistung KITAP (Zimmermann et al., 2002) ausgewertet. Die in der 2x2x2-faktoriellen Varianzanalyse mit den Faktoren „Bedingung“, „Abruf“ und „Gruppe“ berechneten Ergebnisse ergeben einen signifikanten Haupteffekt „Bedingung“ ($F(1,33) = 9.55$; $p = .004$; $\eta^2 = .224$). Demnach sind die Reaktionen der Kinder in der Schlafbedingung schneller als in der Wachbedingung. Es ergibt sich kein signifikanter Gruppenunterschied ($p = .163$) und kein signifikanter Haupteffekt „Abruf“ ($p = .642$). Es besteht weiterhin eine in der Tendenz signifikante Interaktion von „Bedingung

x Abruf“ ($F(1,33) = 3.44$; $p = .073$; $\eta^2 = .094$). Nachfolgende t-Test zeigen, dass sich die mittleren Reaktionszeiten in der Alertness-Aufgabe während der Abruf 2-Sitzungen zwischen der Schlaf- und der Wachbedingung unterscheiden ($t=-3.65$; $p=.001$). Die dreifach-Interaktion von „Bedingung x Abruf x Gruppe“ wird nicht signifikant ($p=.806$). Ergebnisse siehe Tabelle 18. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass die Aufmerksamkeitsleistung zwischen den Gruppen zu den verschiedenen Testzeitpunkten nicht divergiert, jedoch nach der Schlaf-Bedingung am Morgen eine größere Aufmerksamkeitsleistung im Vergleich zum Abend nach der Wach-Bedingung vorliegt.

Tabelle 18: Mittelwerte der Aufmerksamkeitsleistungen der Probanden in der KITAP vor jedem Testzeitpunkt.

Alertness	Kontrollen		Patienten		Kontrollen vs. Patienten	
	M ± SD		M ± SD		t-Werte	p-Werte
Schlaf Abruf 1	306,38	± 73,69	309,19	± 48,06	0,128	,899
Schlaf Abruf 2	287,94	± 51,26	312,75	± 50,66	1,377	,179
Wachheit Abruf 1	305,50	± 45,490	322,81	± 42,10	1,117	,273
Wachheit Abruf 2	311,63	± 59,969	345,44	± 57,41	1,629	,114

6 Diskussion

Patienten mit einer ADHS und einer komorbiden Störung des Sozialverhaltens oder oppositioneller Störung zeigen Einschränkungen in sozialen Fertigkeiten, was zu einem geringen Selbstwert, Depression, Angst und geringeren akademischen Leistungen führen kann. Ausgehend von den im Kapitel 2.1 benannten Schwierigkeiten, die bei ADHS-Patienten bestehen, wurde in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf die Verarbeitung emotionalen Bildmaterials, genauer sozial relevanter Stimuli, gelegt. Emotionale Gesichtsausdrücke, als äußerst relevante soziale Stimuli, sind in ihrer Komplexität im Hinblick auf die Verarbeitung ihrer einzelnen Komponenten ein weit gefasster Forschungsgegenstand und Grundlage der vorliegenden Diskussion. Emotionale Gesichtsausdrücke setzen Menschen darüber in Kenntnis, wie sie sich fühlen bzw. welche Handlungsabsichten sie haben. Diese Informationen sind gleichwohl für den Beobachter als auch für den Sender von Bedeutung, um ihr adaptives Verhalten in sozialen Situationen zu regulieren. Beeinträchtigungen bei der Verarbeitung solcher Prozesse können zu unangemessenem Verhalten in sozialen Situationen führen.

In der vorliegenden Untersuchung sollte überprüft werden, inwieweit die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke bei Patienten mit einer ADHS und bei gesunden Kindern durch den Schlaf beeinflusst wird. Es wurde davon ausgegangen, dass Patienten mit einer ADHS Defizite in der schlafabhängigen Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte zeigen, wohingegen gesunde Kinder für emotionale Stimuli einen Profit vom Schlaf aufweisen. Besonderes Augenmerk sollte auf die durch den Schlaf, und der damit einhergehenden Konsolidierung, hervorgerufenen Veränderungen in der emotionalen Reaktivität auf soziale Stimuli gelegt werden. Dazu wurden den Kindern in zwei verschiedenen Bedingungen mit Schlaf oder Wachheit Gesichter mit den Ausdrücken Ärger, Angst, Freude und Neutral vorgelegt. Diese sollten sowohl vor der Phase mit Schlaf als auch vor einem Tag mit Wachheit gelernt und bewertet werden. Nach dem Retentionsintervall wurde mittels einer „alt/neu“-Abfrage die Gedächtnisleistung überprüft und die emotionale Reaktivität durch subjektive Ratings erfasst.

6.1 Erinnerungsleistungen

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich ein förderlicher Gedächtniseffekt durch den Schlaf für alle Bilder bei den Kontrollprobanden, jedoch nicht bei den Patienten. Um jedoch Aussagen über die Gedächtnisleistungen bei einer gesunden Stichprobe machen zu können, wurden die Gruppen getrennt voneinander ausgewertet. Die Gruppe der gesunden Kinder zeigte einen schlaf-assoziierten Gedächtniseffekt, der vor allem auf die bessere Gedächtniskonsolidierung im Schlaf von Gesichtern mit Ärger- und Freude-Ausdruck zurückgeführt werden konnte. Die Patienten mit ADHS zeigten keinen Profit durch den Schlaf über alle Bilder, lediglich die Emotion Ärger weist auch bei den Patienten einen signifikanten schlafabhängigen Gedächtniseffekt auf. In einer Studie mit Erwachsenen konnten Wagner und Kollegen (2007) einen gedächtnisförderlichen Effekt durch an die Enkodierungsphase direkt anschließenden Schlaf für Gesichtsbilder nachweisen. Dieser Effekt wurde jedoch nur deutlich, wenn alle Bilder in die Auswertung einbezogen wurden. Aufgrund der Datenlage in der vorliegenden Studie kann vermutet werden, dass bei Kindern ein grundsätzlich gedächtnisfördernder Effekt durch Schlaf nur begrenzt interpretiert werden darf. Vielmehr scheint die schlafabhängige Konsolidierung auf spezifische Emotionen begrenzt zu sein, zeigte sich doch kein Profit für Gesichter mit der Emotion Angst oder bei neutralem Ausdruck. Interessanterweise ist Freude die Emotion, die sowohl bei den Patienten als auch bei den Kontrollprobanden, also über beide Gruppen hinweg, am besten behalten wurde. Hier zeigte sich zwar nur bei den gesunden Kindern ein schlafbedingter Profit, jedoch wurde diese Emotion insgesamt besonders stark über beide Retentionsintervalle hinweg konsolidiert. Somit kann vermutet werden, dass Gesichter mit dem Ausdruck Freude bei Kindern eine besondere Rolle spielen, aber auch Gesichter mit dem Ausdruck Ärger. Beide wurden verstärkt konsolidiert, Ärger profitierte dabei vor allem vom Schlaf, Freude wurde nur von den gesunden Kindern vermehrt im Schlaf konsolidiert. Gesichter mit der Emotion Angst blieben, ähnlich wie neutrale Bilder nicht besonders im Gedächtnis der Kinder bestehen.

In den Hypothesen der vorliegenden Arbeit wurde vermutet, dass emotionale Gedächtnisinhalte besser konsolidiert werden als neutrale und dass die Konsoli-

dierung emotionaler Gedächtnisinhalte besonders durch den Schlaf gefördert wird. Die verstärkte schlafabhängige Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte konnte in einigen Studien gezeigt werden (siehe Abschnitt 2.5.1). Die grundlegenden Prozesse dieses Phänomens gehen auf eine erhöhte Aktivierung des PFC, der Amygdala und parahippocampaler Regionen während der Enkodierung und ebenso während des Schlafes zurück (Sterpenich et al., 2007). Damit verbunden ist die Reorganisation und Einbindung in neokortikale Netzwerke (Payne & Kensinger, 2011). Dabei unterstützen frontal-generierte SO (langsame Wellen < 1 Hz) die Reaktivierung Hippocampus-assoziiierter Gedächtnisrepräsentationen, während frontale Theta-Aktivität die Synchronisierung der PFC-Amygdala-Verbindungen verstärkt (für einen Überblick Diekelmann & Born, 2010). In der vorliegenden Untersuchung konnte ein schlafabhängiger Effekt für ärgerliche und freundliche Gesichter bei gesunden Kindern und bei der Gruppe der Patienten gleichfalls für ärgerliche Gesichter gezeigt werden. Dieser Effekt der Schlaf-assoziierten Konsolidierung für ärgerliche Gesichter bei beiden Gruppen ging vor allem auf eine verminderte Gedächtnisleistung während der Phase mit Wachheit zurück. Die Kinder beider Gruppen hatten über den Tag die Gesichter mit ärgerlichem Ausdruck vergessen. An dieser Stelle muss auch auf einen möglichen Tageszeiteffekt hingewiesen werden. Demnach könnte die Tageszeit, zu der die Bilder enkodiert werden, einen Einfluss auf die Konsolidierung der Stimuli haben. Dieser Effekt wurde zwar in der Interaktion nicht signifikant, jedoch kann bei der Betrachtung der einzelnen Emotionen eine erhöhte Gedächtnisleistung während der Baseline-Bedingung direkt im Anschluss der Enkodierung am Morgen im Vergleich zum Abend verzeichnet werden. Nach dem Retentionsintervall mit Wachheit zeigten sich im Abruf 2 am Abend verminderte Gedächtnisleistungen im Vergleich zu einer Phase mit Schlaf. Dieser Effekt der verbesserten Leistung nach einer Nacht mit Schlaf könnte durch zwei verschiedene Theorien zur Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte erklärt werden.

Es könnte argumentiert werden, dass die erhöhten Gedächtnisleistungen jeweils am Morgen der beiden Bedingungen (Schlaf: im Abruf 2 bessere Gedächtnisleistungen, Wachheit: im Abruf 1 bessere Gedächtnisleistungen) auf eine bessere Emotionsregulation nach dem Schlaf zurückzuführen sind (Minkel, Htaik, Banks & Dinges, 2011; Minkel et al., 2012). Die Enkodierung und somit auch

Konsolidierung würde weniger durch die Verarbeitung der emotionalen Stimuli gestört sein, da weniger Kapazitäten auf die Emotionserkennung verwendet werden müssten. Andererseits zeigt sich zwar eine erhöhte Baseline im Abruf 1 in der Bedingung mit Wachheit, sodass vermutet werden könnte, dass in dieser Bedingung auch mehr Material vergessen werden könnte im Vergleich zur Bedingung mit Schlaf, die eine geringere Baseline-Leistung zeigt. Jedoch war der Verlust, das heißt die Differenz zwischen der Gedächtnisleistung im Abruf 1 und Abruf 2, größer in der Bedingung mit Wachheit im Vergleich zum Retentionsintervall mit Schlaf. Zudem war die Leistung im Abruf 2 der Wachbedingung geringer als in der Schlafbedingung, sodass hier davon ausgegangen werden kann, dass ein tatsächlicher Konsolidierungseffekt durch den Schlaf vorlag.

So spielt eine weitere Theorie zur Erklärung der erhöhten Gedächtnisleistung am Morgen nach einer Nacht eine wichtigere Rolle. Demnach kann die erhöhte Konsolidierung der Gedächtnisinhalte im Schlaf durch das Zusammenspiel von Slow-Wave-Aktivität und Theta-Aktivität und die Reaktivierung der bereits während der Enkodierung aktiven Areale im Gehirn benannt werden (siehe Abschnitt 2.5). Während im Absatz zuvor argumentiert wird, dass der schlafassoziierte Gedächtnisvorteil durch eine verminderte Reaktivität nach dem Schlaf und somit durch eine höhere Ressourcenkapazität zustande kommt, wird dem Schlaf in diesem Abschnitt eine aktive Rolle in der Konsolidierung der Inhalte im Gedächtnis im Vergleich zur Wachheit zugeschrieben. Diese Annahme wird unterstützt durch die positiven korrelativen Zusammenhänge der SO- und Delta-Power im Tiefschlaf und der schlafabhängigen Gedächtnisleistung von Ärger-Gesichtern bei Kindern der Kontrollgruppe. Obwohl die Gruppe der Patienten ähnliche Gedächtnisleistungen zeigte, ähnliche Schlafparameter aufwies und es keine Unterschiede in der frontalen SO-Power im Tiefschlaf zwischen den Patienten und Kontrollprobanden gab, ließ sich bei den Patienten kein positiver Zusammenhang zwischen der SO-Power und den schlafabhängigen Erinnerungsleistung der Ärger-Gesichter finden. Wurden beide Gruppen zusammen betrachtet, zeigte sich auch hier ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Erinnerungsleistungen für Ärger-Gesichter und der SO-Power in S3, der aber signifikant auf die Daten der Kontrollprobanden zurückzuführen war. Möglicherweise ist dies auf eine divergente Funktionalität aufgrund unterschiedlicher Entwicklungsstände

zurückzuführen. Die Auswertung der Oszillationsdaten deutete an, dass die Patienten im centralen und parietalen Bereich erhöhte SO- bzw. Delta-Power aufweisen, jedoch nicht in frontalen Bereichen. Diese Verschiebung zeigte sich ebenfalls für die Theta-Aktivität im REM-Schlaf. In Untersuchungen zur kortikalen Reifung zeigte sich eine entwicklungsabhängige Verlagerung der Lokalisation maximaler Aktivität langsamer Wellen (Slow Wave Activity, SWA) von posterior nach anterior (Buchmann et al., 2011; Kurth et al., 2010; Kurth et al., 2012). Den Autoren zufolge reflektiert die SWA die zugrundeliegenden Mechanismen der kortikalen Reifung. Die Autorengruppe fand ebenso bei Kindern mit einer ADHS eine veränderte topographische Verteilung der SWA im Vergleich zu gesunden Kindern, mit einer erhöhten Aktivität über den centralen Arealen bei ADHS-Patienten (Ringli et al., 2013). Die Autoren interpretieren diese Differenz als Kennzeichen der Entwicklungsverzögerung bei Kindern mit einer ADHS. In der vorliegenden Untersuchung bestanden die Unterschiede zwischen den Gruppen in centralen und parietalen Arealen, jedoch nicht in frontalen Bereichen. Es zeigte sich jedoch ein positiver Zusammenhang zwischen der frontalen Aktivität und den Erinnerungsleistungen von Ärger-Gesichtern bei Kontrollprobanden, jedoch nicht bei den Patienten, trotz ähnlicher Gedächtnisleistung. Möglicherweise muss an dieser Stelle ein kausaler Zusammenhang in Frage gestellt oder von einer divergenten Funktionalität bei Patienten ausgegangen werden. Wenn nicht die SWA zu einer schlafabhängigen gesteigerten Erinnerungsleistung bei Patienten führt, muss hinterfragt werden, welche Prozesse diese dann bewirken. Prehn-Kristensen und Kollegen (2013) gehen davon aus, dass relevante und irrelevante Informationen im Schlaf unterschiedlich stark konsolidiert und von SWA beeinflusst werden. Sie vermuten eine abweichende Funktionalität der SWA auf die Unterscheidung relevanter und irrelevanter Informationen und somit auf die verstärkte Konsolidierung relevanter Gedächtnisinhalte. Bisher wurde nur die Topographie der SWA bei Kindern mit und ohne eine ADHS untersucht (Ringli et al., 2013). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wiesen jedoch auch auf topographische Unterschiede in der Theta-Aktivität im REM-Schlaf hin. Die entwicklungsabhängige Verlagerung der maximalen SWA zeigten Kurth und Kollegen (Kurth et al., 2010), jedoch untersuchten sie nicht die Theta-Aktivität im REM-Schlaf. Es kann aufgrund der nur niedrig aufgelösten EEG-Power kein direkter Vergleich zur Studie von Kurth et al. (2010) gezogen werden. Jedoch sollte in

Zukunft in weiteren Studien die Topographie der EEG-Frequenzbänder in REM-Schlafphasen untersucht werden, um Aussagen über die entwicklungsabhängige Reifung zu machen.

Interessanterweise hatten die SO nicht den gleichen Einfluss bei verschiedenen emotionalen bzw. neutralen Gesichtsausdrücken. Neutrale Gesichtsausdrücke mit entsprechend wenig relevanter Information in Bezug auf die von diesem Gesicht ausgehenden Aspekte der Bestrafung oder Belohnung zeigten bei gesunden Kindern einen negativen Zusammenhang zwischen der SO-Power und der schlafabhängigen Erinnerungsleistung. Diese Gesichter wurden auch deskriptiv durch den Schlaf eher vergessen als durch eine Phase mit Wachheit (nicht signifikant). Dieser negative Zusammenhang zeigte sich bei der Gruppe der Patienten nicht. Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck beinhalten vermutlich keine äußerst relevanten Informationen oder sind im Kontext emotionaler Gesichter weniger relevant. Somit kann angenommen werden, dass der hemmende Einfluss der SO auf die Erinnerungsleistung für neutrale Gesichter ein Anhaltspunkt dafür ist, dass vor allem für das Individuum relevante Informationen bei der Konsolidierung vom Schlaf profitieren und irrelevante Informationen sogar „aussortiert“ werden. Demnach kann auch vermutet werden, dass die Unterscheidung von relevanten und irrelevanten Informationen bei den Patienten nicht in der Form stattfindet, wie bei gesunden Kindern oder die Wirkung der SWA auf diese Unterscheidung nicht gegeben ist. Die Patienten zeigten lediglich bei der Emotion Angst signifikante positive Zusammenhänge zwischen der SO-Power in parietalen Arealen und der Erinnerungsleistung, nicht jedoch die Kontrollprobanden. Möglicherweise lassen sich durch eine Verzögerung der kortikalen Reife bei Patienten mit einer ADHS keine Zusammenhänge zwischen der Erinnerungsleistung (ausgenommen der Emotion Angst) und der SWA zeigen. Die Zusammenhänge gingen auf eine erhöhte SO-Power in parietalen Bereichen zurück, die bei Kindern mit ADHS zu erkennen war. In weiteren Studien sollte untersucht werden, ob sich dieser Effekt auch bei jüngeren gesunden Kindern zeigen ließe und somit eine altersabhängige Entwicklung der emotionalen Gedächtniskonsolidierung angenommen werden müsste. Möglicherweise sind Aspekte, die mit der Emotion Angst bei anderen Personen verbunden sind, bei jüngeren Kindern wichtiger und erst in einem fortgeschrittenen Alter wird die Emotion Ärger ähnlich

relevant. Andererseits muss diskutiert werden, ob die Emotion Angst für Kinder mit einer ADHS und einer ODD besonders relevant ist. In der Studie von Sebastian et al. (2014) zeigten Kinder mit einer Störung des Sozialverhaltens und einer geringen emotionalen Unbeteiligtheit (callous unemotional trait) bei der Betrachtung ängstlicher Gesichter (Augenpaare) eine stärkere Amygdala-Aktivität als gesunde Kinder. Kinder mit einer geringen emotionalen Unbeteiligtheit gelten als emotional über-reaktiv. Zwar wurden in der vorliegenden Untersuchung keine Daten zur emotionalen Unbeteiligtheit erhoben, jedoch wäre dies eine mögliche Erklärung für den positiven korrelativen Zusammenhang zwischen der SO-Power und den Erinnerungsleistungen für Angst-Gesichter. Aufgrund der Persönlichkeitseigenschaften der Kinder mit einer ODD (vorausgesetzt sie sind emotional über-reaktiv) könnten Angst-Gesichter als relevante Gedächtnisinhalte eingestuft werden und durch die SO in der Konsolidierung verstärkt werden. Möglicherweise hätten jedoch auch Angst-Gesichter von kindlichen Darstellern zu anderen Ergebnissen geführt. Es ist doch fraglich, ob die Emotion Angst in einem Erwachsenen-Gesicht bei einem Kind die gleiche emotionale Regung hervorruft, wie von einem anderen Kind dargestellt. Dies sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Die vorliegende Untersuchung konnte nicht belegen, dass Kinder mit einer ADHS und einer oppositionellen Störung eine generell geringere Gedächtnisleistung zeigen als Kinder einer Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse können in Übereinstimmung mit anderen Untersuchungen gebracht werden, in denen keine generellen Defizite im Langzeitgedächtnis bei Patienten mit ADHS bestehen. Kibby und Cohen (2008) untersuchten in einer Studie die Gedächtnisleistungen von Kindern mit einer ADHS und/oder einer Lesestörung. Sie konnten keine Einschränkungen im Langzeitgedächtnis bei Kindern mit einer ADHS finden, was die Hypothese der Autoren bestätigte, dass solche Defizite bei ADHS nicht vorliegen, sofern Störungen während der Enkodierung kontrolliert werden. In einer weiteren Studie wurde deutlich, dass Patienten mit ADHS bereits einmal gelerntes Material nicht schlechter erinnern als eine Normstichprobe (Muir-Broaddus, Rosenstein, Medina & Soderberg, 2002). Kontrovers dazu deuten andere Untersuchungen eindeutig auf Einschränkungen in Gedächtnisleistungen bei Patienten mit ADHS hin. Rhodes und Kollegen (2005) berichten in ihrer Untersuchung neben den er-

warteten Einschränkungen in Aufgaben mit exekutiven Komponenten auch Defizite in Aufgaben ohne diesen exekutiven Anteil. Diese Beeinträchtigungen werden jedoch eher einer verminderten Fähigkeit zur Enkodierung zugeschrieben als Defiziten in der Konsolidierung und dem Wiedererkennen (Kaplan, Dewey, Crawford & Fisher, 1998; Skodzik, Holling & Pedersen, 2013).

Es wurden bisher nur wenige Studien durchgeführt, die das Gedächtnis bei ADHS-Patienten untersuchen und ein längeres Retentionsintervall von mindestens zwölf Stunden und somit auch Schlaf beinhalten. Diese deuten auf geringere schlafabhängige Gedächtnisleistungen bei Patienten mit ADHS hin (Prehn-Kristensen et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). So zeigten Prehn-Kristensen und Kollegen 2011 in ihrer Studie einen signifikanten Effekt von Schlaf auf die Gedächtnisleistungen für deklarative Inhalte bei gesunden Kindern und Kindern mit einer ADHS. Dieser Effekt war jedoch bei Kindern mit ADHS im Vergleich zu den Kontrollprobanden reduziert und die Patienten zeigten insgesamt geringere Gedächtnisleistungen. Bisher wurden keine mir bekannten Studien durchgeführt, die den Effekt des Schlafes auf die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten für affektive Gesichtsausdrücke bei Patienten mit einer ADHS untersuchen. Es könnte aber vermutet werden, dass das Ausbleiben dieses in anderen Studien gezeigten Defizits mit dem Stimulusmaterial oder aber auch mit der Stichprobe zusammenhängt. Das Stimulusmaterial, bestehend aus Gesichtern mit positiver und negativer Valenz, muss unterschieden werden von anderen visuellen Stimuli. Es beinhaltet eine soziale Komponente und somit sind auch andere strukturelle Areale bei der Verarbeitung beteiligt. Menschen sind Experten für Gesichter, sie können diese trotz starker Gemeinsamkeiten im Muster von Gesichtern voneinander unterscheiden (Mondloch, Geldart, Maurer & Le Grand, 2003). Möglicherweise wird durch die Distinktheit von Gesichtern ein Defizit in der Gedächtnisbildung bei Patienten mit ADHS aufgehoben. Andererseits wurde in dieser Arbeit eine Gruppe von Patienten mit ADHS und einer komorbiden ODD untersucht. Patienten mit einer komorbiden Störung des Sozialverhaltens unterscheiden sich vermutlich in ihren Verarbeitungsprozessen sozialer Reize von jenen, die nur eine ADHS haben (Cadesky et al., 2000). Demnach zeigen Patienten mit ADHS und komorbider Störung des Sozialverhaltens weniger Defizite bei

der Emotionserkennung als Patienten mit ADHS oder Patienten mit einer Störung des Sozialverhaltens.

In den Untersuchungen von Prehn-Kristensen und Kollegen wurden bisher emotionale Stimuli mit negativer Valenz verwendet (Prehn-Kristensen et al., 2011; Prehn-Kristensen et al., 2013). Hier zeigte sich bei gesunden Kindern der schlafabhängige Konsolidierungseffekt. Aussagen über Stimuli mit positiver Valenz können dabei nicht gemacht werden. Studien, die den Einfluss der Valenz eines Stimulus auf die Gedächtniskonsolidierung untersuchten (Grady, Hongwanishkul, Keightley, Lee & Hasher, 2007), deuten auf einen altersabhängigen „Negativity-Bias“ in jüngeren Erwachsenenjahren und auf einen „Positivity-Bias“ bei älteren Erwachsenen hin. Ein „Negativity-Bias“ beschreibt die verstärkte Gedächtnisbildung für negative Inhalte, der bei jüngeren Erwachsenen häufig beobachtet wird, während dieser Effekt bei älteren Erwachsenen nicht in dem Ausmaß auftritt. Dieser Bias wird auch in der Untersuchung an gesunden Kindern von Kinzler und Shutts (2008) beschrieben. Die Autoren untersuchten in zwei Experimenten ohne eine Intervention mit Schlaf den Einfluss negativer oder positiver Information auf Gedächtnisleistungen, die neutralen Gesichtern zugeteilt wurden. Die Kinder konnten bessere Gedächtnisleistungen für potenziell gefährliche Gesichter zeigen, im Vergleich zu mit positiven Inhalten verbundenen Gesichtern. Im zweiten Experiment wurden Gesichter mit traurigem Inhalt im Vergleich zu freundlichem Inhalt präsentiert, dabei wurde kein Unterschied in den Gedächtnisleistungen festgestellt. Die beiden Untersuchungen wurden nicht miteinander verglichen. Diese Ergebnisse interpretieren die Autoren aus evolutionärer Perspektive als eine hilfreiche Strategie, sich an potenzielle Gegner besser zu erinnern, um sich später vor diesen schützen zu können (Kinzler & Shutts, 2008). Eine weitere Studie konnte diesen Effekt bestätigen und zeigte, dass sogar Vorschulkinder negative soziale Informationen über eine Person besser erinnerten als positive Informationen (Baltazar, Shutts & Kinzler, 2012). Johansson und Kollegen (2004) zeigten keinen direkten förderlichen Einfluss eines negativen Affekts von Gesichtern auf die Gedächtnisleistung, jedoch konnten sie in den ereigniskorrelierten Potenzialen diesen Effekt erkennen. Eine Reihe von Studien unterstützt einen „Positivity-Bias“ für Stimuli, die aus Gesichtern bestehen. So werden Freude-Gesichter besser erinnert und besser identifiziert (Kaufmann &

Schweinberger, 2004; Lander & Metcalfe, 2007; Liu et al., 2014; Ridout, Astell, Reid, Glen & O'Carroll, 2003).

Krauel und ihre Kollegen (2009) untersuchten die Gedächtnisleistungen von Patienten mit einer ADHS und Patienten mit einer ADHS und komorbider Störung des Sozialverhaltens und oppositionell aufsässigem Verhalten im Vergleich zu gesunden Kindern, ohne den Einfluss von Schlaf auf die Leistungen. Dabei verwendeten die Autoren emotionale Stimuli mit positiver, negativer und neutraler Valenz. Die Patienten ohne komorbide Störung zeigten den gesunden Kindern gegenüber ähnliche Leistungen bei sowohl positiven, als auch negativen Stimuli. Die Patienten mit zusätzlicher Störung des Sozialverhaltens konnten nur durch negatives Stimulusmaterial auf das Leistungsniveau der gesunden Kinder gelangen (Krauel et al., 2009). In der vorliegenden Untersuchung wurde eine ähnliche Stichprobe mit ADHS und oppositionell aufsässigem Verhalten untersucht, jedoch blieb ein sogenannter „Negativity-Bias“ aus. Während Krauel und Kollegen (2009) einen „Negativity-Bias“ ausschließlich bei Patienten mit ADHS und ODD fanden, zeigten die Studien von Kinzler und Kollegen (2008) sowie von Baltazar und Kollegen (2012) diesen Bias auch bei gesunden Kindern. Der Unterschied liegt jedoch im Informationsgehalt der Stimuli. Während Krauel und Kollegen (2009) Stimulusmaterial mit positiver und negativer Valenz verwendete, untersuchten die anderen Studien neutrale soziale Stimuli, denen positive und negative Inhalte hinzugefügt wurden. Hinzu kommt, dass man vermuten könnte, dass die Verarbeitung sozialer Reize ohne offensichtlichen emotionalen Gehalt anders erfolgen müsste als die Verarbeitung emotionaler Reize per se. In der vorliegenden Arbeit bestand das Stimulusmaterial aus sozialen Stimuli mit positiver und negativer Valenz. Die Gesichts-Stimuli in der vorliegenden Studie beinhalteten einen freundlichen, einen neutralen, einen ängstlichen oder einen ärgerlichen Ausdruck, was in der Reihenfolge auf der Dimension Valenz von positiv zu negativ angesiedelt werden kann. In der Literatur wird ersichtlich, dass freundliche Gesichter schneller und exakter verarbeitet werden als andere affektive Gesichtsausdrücke (Calvo & Beltran, 2013). Möglicherweise wird die Identitätsverarbeitung freundlicher Gesichter durch die schnellere Verarbeitung des emotionalen Affekts erleichtert, da somit mehr Ressourcen zur Verfügung stehen und die Aufmerksamkeit nicht auf den emotionalen Gehalt gelenkt wird (D'Argembeau &

Van der Linden, 2011). Somit könnte auch die erhöhte Gedächtnisleistung für Freude-Gesichter in der vorliegenden Untersuchung erklärt werden. Dies sollte sich jedoch dann auch im Abruf 1 direkt nach der Enkodierung widerspiegeln, der Effekt blieb dabei aber aus. Über beide Gruppen zusammen ließ sich dieser Freude Bias gegenüber allen anderen Emotionen in dieser Arbeit zeigen. Explorative t-Tests wiesen darauf hin, dass der Effekt vor allem auf die Gedächtnisleistungen der Patienten zurückging. Sie zeigten eine bessere Gedächtnisleistung für Freude-Gesichter gegenüber den anderen Emotionen, die gesunden Kinder konnten signifikant erhöhte Leistungen nur gegenüber den neutralen Gesichtern zeigen. Dieser Effekt sollte nicht überinterpretiert werden, da es keine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Gruppe und Emotion gab, jedoch könnten Hypothesen bezüglich divergenter Verarbeitungsstrategien der Gruppen aufgestellt werden.

In der Literatur wird diskutiert, dass die Verarbeitung von Freude-Gesichtern weniger Aufmerksamkeitskapazitäten benötigt und somit mehr Ressourcen für die Identifikation der Gesichter zur Verfügung stehen. Aufgrund dessen kann eine erhöhte Gedächtnisleistung im Vergleich zu negativen Emotionen erzielt werden (D'Argembeau & Van der Linden, 2007; D'Argembeau & Van der Linden, 2011). Das Paradigma in der vorliegenden Aufgabe erforderte von den Teilnehmern explizit die Konzentration sowohl auf die Emotion als auch auf die Identifikation der Gesichter, da sie vor der Enkodierung auf einen späteren Abruf hingewiesen wurden. Somit verbrauchten die gesunden Kinder Ressourcen für die Verarbeitung der Emotionen und für die Verarbeitung der Gesichtsmerkmale, was möglicherweise zu einem Freude-Bias nur gegenüber neutralen Gesichtern führte. Die Patienten, die unter einer Aufmerksamkeitsproblematik leiden, könnten deshalb möglicherweise davon profitieren, die Aufmerksamkeit nicht gleichermaßen auf alle Stimuli zu richten. Der Freude-Bias könnte bei dieser Gruppe somit stärker ausgeprägt sein, als bei den Kindern der Kontrollgruppe. Diese spekulativen Annahmen konnten jedoch nicht signifikant durch explorative Korrelationsanalysen bestätigt werden, derer nach die Intensitätsratings während der Enkodierungsphase negativ mit den Gedächtnisleistungen korreliert wären. Es ergibt sich aber eine in der Tendenz signifikante negative Korrelation bei den gesunden Kindern. Freude-Gesichter, die von den Kindern als wenig intensiv in dieser Emotion ein-

geschätzt wurden, führten zu verstärkten Gedächtnisleistungen nach dem Schlaf. Die Emotionsverarbeitung zog möglicherweise weniger Ressourcen, was zu einer verstärkten Verarbeitung der Identität führte. Zwar ist diese Korrelation nicht signifikant und der Koeffizient unterscheidet sich nicht signifikant von dem der Patienten, jedoch sollte dieser Freude-Bias bei Patienten in weiteren Studien untersucht werden. Im Umkehrschluss zu diesen Hypothesen sollten Gesichter, die die Aufmerksamkeit auf den emotionalen Gehalt lenken, die Ressourcen zur Identitätsverarbeitung reduzieren. Demnach müssten die Gedächtnisleistungen vor allem für ärgerliche Gesichter vermindert sein, da durch deren starke negative Valenz und das hohe Arousal eine entsprechende Verarbeitung der Emotion, Ressourcen für die Identifikation abzieht. Interessanterweise bestätigte sich dieser Effekt bei beiden Gruppen für die Bedingung Wachheit, wohingegen mit einem Retentionsintervall mit Schlaf die Gedächtnisleistung für ärgerliche Gesichter nicht in diesem Ausmaß vermindert war.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei gesunden Kindern Ärger-Gesichter durch den Schlaf verstärkt im Gedächtnis konsolidiert wurden. Die Erinnerung an neutrale Gesichter wurde eher durch SWA gehemmt. Patienten profitierten von der SWA bei Angst-Gesichtern. Zusammenhänge zwischen der SWA und der Erinnerung an Freude-Gesichter zeigen sich in keiner Gruppe. Ebenso scheint die Theta-Aktivität keinen Einfluss auf die Erinnerungsleistung emotionaler Gesichtsausdrücke zu haben. Daraus kann die Vermutung angestellt werden, dass gesunde Kinder zwar einen generellen schlafabhängigen Gedächtniseffekt zeigen, dieser aber vor allem auf bestimmte Emotionen zurückzuführen ist. Gesichter mit der Emotion Freude wurden generell, unabhängig von Schlaf oder Wachheit, besonders gut behalten. Die Erinnerungsleistung von Ärger-Gesichtern profitierte vor allem vom Schlaf und neutrale Gesichter wurden durch Prozesse im Schlaf bei der Konsolidierung eher gehemmt.

Erinnerungsleistungen nach mehreren Nächten mit Schlaf

In der vorliegenden Arbeit wurde vermutet, dass emotionale Gesichtsausdrücke auch noch nach einem Intervall mit mehreren Nächten und Tagen erinnert werden und dass Stimuli, die vor einer Nacht mit Schlaf enkodiert wurden, besser behalten werden als solche, die vor einem Tag enkodiert wurden. Wagner,

Hallschmid, Rasch and Born (2006) konnten zeigen, dass Schlaf nach dem Enkodieren im Vergleich zu einer Phase mit Wachheit das Gedächtnis für emotionale Texte fördert und dies nach vier Jahren noch messbar ist. Für neutrale Texte wurde dieser Effekt nicht gefunden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie wiesen keinen schlafassoziierten Gedächtniseffekt nach einem Retentionsintervall mit mehreren Nächten mit Schlaf (mindestens drei Wochen) auf; ob eine Phase mit Wachheit oder Schlaf auf die Enkodierung folgte, spielte keine Rolle. Anders als in der Studie von (Wagner et al., 2006), wurde den Kindern während des Abrufs 2, welcher die Enkodierungsphase für den Abruf 3 darstellte, nicht gesagt, dass sie diese Bilder lernen und später erinnern sollten. In einer Studie von Wilhelm et al. (2011) führte Schlaf nach der Enkodierung nur dann zu verbesserten Gedächtnisleistungen, wenn die Probanden wussten, dass das präsentierte Material zu einem späteren Zeitpunkt abgerufen werden sollte. Wurden die Probanden nicht über einen nachfolgenden Test informiert, unterschieden sich die Gedächtnisleistungen nicht von denen, die ein Retentionsintervall mit Wachheit nach der Enkodierung durchliefen. Demnach könnte eine fehlende Instruktion im Abruf 2 dazu geführt haben, dass keine Unterschiede zwischen den Stimuli, auf die eine Nacht mit Schlaf folgte, und denen, auf die ein Tag mit Wachheit folgte, zu finden waren. Auf eine solche Instruktion vor dem Abruf 2 wurde verzichtet, um die Kinder nicht von der zu dem Zeitpunkt wichtigen Aufgabe der Erinnerung an bekannte und unbekannte Stimuli abzulenken. Die Aussicht, diese Bilder in einigen Wochen erneut erinnern zu müssen, hätte möglicherweise auch zu Compliance-Problemen geführt und die Kinder unnötig demotiviert. Interessanterweise ließ sich jedoch auch nach einer Zeit von mehreren Wochen trotz der fehlenden Instruktion, die Bilder erneut erinnern zu müssen, ein Emotionseffekt zeigen. Besonders negative emotionale Gesichtsausdrücke (Ärger und Angst) wurden im Vergleich zu Freude und Neutral bei Ärger und im Vergleich zu Neutral bei Angst besser erinnert. Diese Ergebnisse sprechen für den emotionalen Gedächtnis-Bias, der nicht nur bei Erwachsenen sondern auch bei Kindern zu finden ist (Cordon et al., 2013; Prehn-Kristensen et al., 2013).

Reaktionszeiten

Es wurde vermutet, dass sich die Erinnerungsleistungen für bekannte Gesichter in einer schnelleren Reaktion auf diese Gesichter im Vergleich zu neuen unbekanntem Stimuli widerspiegelt. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass die Kinder mit einer ADHS/ODD diesen Effekt aufgrund schlechterer Gedächtnisleistungen nicht zeigen und insgesamt größere Reaktionszeiten aufweisen. Zwar zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, der deutlich macht, dass die Patienten langsamere Reaktionen zeigten, jedoch wurde ein Alt/Neu-Effekt bei beiden Gruppen deutlich. Auf bekannte Gesichter reagierten die Kinder schneller als auf neue Gesichter. Da sich zwischen den beiden Gruppen keine generellen Unterschiede in der Erinnerungsleistung zeigten, stimmt das Ergebnis der Reaktionszeiten somit mit den Daten der Erinnerungsleistungen überein. Interessanterweise zeigte sich jedoch eine Interaktion von Bedingung (Schlaf oder Wachheit) und Gruppe. Demnach waren die Patienten in der Schlafbedingung langsamer als in der Wachbedingung, die Kontrollprobanden zeigten keinen Unterschied zwischen beiden Bedingungen. Dass die Patienten in der Schlafbedingung länger für Reaktionen brauchten, könnte ein Hinweis für eine geringere Sicherheit hinsichtlich der Antwort sein. Da sich die beiden Gruppen in der Alertness-Aufgabe in der KITAP (siehe Abschnitt 5.7) nicht unterschieden, liegt eine verzögerte Reaktionszeit in der Wachbedingung wahrscheinlich nicht an der aktuellen Aufmerksamkeitsleistung der Patienten.

Der Alt/Neu-Effekt wurde vor allem im Abruf 1 direkt im Anschluss an die Enkodierung signifikant und war nach der Intervention mit Schlaf oder Wachheit nicht mehr signifikant (signifikante Interaktion). Im Abruf 2 wurden die unbekanntem Bilder ähnlich schnell wie im Abruf 1 erkannt, jedoch benötigten die Kinder für die Reaktionen auf bekannte Bilder mehr Zeit, ähnlich viel wie für die unbekanntem Bilder. Demnach zeigte sich durch eine bestimmte Intervention (Schlaf oder Wachheit) kein förderlicher Einfluss auf die Schnelligkeit, mit der ein bekannter Stimulus von einem unbekanntem unterschieden wurde. Besonders bei negativen Emotionen (Ärger und Angst) spiegelte sich der Alt/Neu-Effekt in den Reaktionszeiten wider. Auf ärgerliche und ängstliche bekannte Gesichter reagierten die Kinder schneller als auf unbekanntem Gesichter dieser Kategorien. Da jedoch der

Alt/Neu-Effekt direkt nach der Enkodierung im Abruf 1 zu finden war, jedoch nicht mehr nach dem Retentionsintervall, scheinen Konsolidierungsprozesse über einen längeren Zeitraum unabhängig von Schlaf oder Wachheit einen Einfluss insofern auf die Reaktionszeiten zu haben, als dass die Zeitspanne zwischen bekannten und unbekanntem Stimuli geringer wird. Möglicherweise hatte dabei jedoch auch die Anzahl der Stimuli in den Abrufbedingungen einen Einfluss. Während in Abruf 1 lediglich insgesamt 40 Stimuli präsentiert wurden, sind es in Abruf 2 120 Stimuli. Durch die höhere Anzahl an Bildern könnte der Alt/Neu-Effekt aufgrund einer größeren erforderlichen Arbeitsleistung im Abruf 2 verwischt worden sein.

6.2 Bewertungsmaße

Neben dem Einfluss auf kognitive Faktoren, wie dem Gedächtnis (Diekelmann et al., 2009), spielt der Schlaf eine wichtige Rolle bei der Affektregulation (Vandekerckhove & Cluydts, 2010). Schlaf scheint das Wohlbefinden zu fördern und den Umgang mit emotional unangenehmen Geschehnissen zu erleichtern. Vandekerckhove und Cluydts (2010) fassen zusammen, dass der Schlaf einen restaurativen Effekt auf das Funktionsniveau hat, während Schlafdeprivation besonders die Sensitivität für emotionale und stressreiche Stimuli und Geschehnisse erhöht. Das SFSR-Modell von Walker (Walker, 2010; Walker & van der Helm, 2009) postuliert, dass emotionale Gedächtnisinhalte während mehrerer Schlafphasen ihren affektiven Gehalt verlieren und der Gedächtnisinhalt unabhängig vom emotionalen Tonus konsolidiert wird. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob durch Schlaf oder Wachheit die Reaktivität auf emotionale Gedächtnisinhalte (affektive Gesichtsausdrücke) von Kindern mit und ohne ADHS und ODD in unterschiedlicher Form beeinflusst wird.

Eindeutigkeitsindex

Der berechnete Eindeutigkeitsindex gibt Aufschluss darüber, wie eindeutig ein emotionaler Stimulus einer bestimmten Emotionskategorie zugeordnet wurde. Es wurde erwartet, dass nach einer Nacht mit Schlaf bereits präsentierte Gesichter, die konsolidiert wurden, eindeutiger der antizipierten Emotionskategorie zugeordnet wurden. Auch wurde vermutet, dass die Gruppe der Kinder mit

ADHS/ODD geringere Eindeutigkeitsindizes im Vergleich zu den gesunden Kindern aufwiesen. Die je Emotionskategorie getrennt ausgewerteten Varianzanalysen ergaben bei der Emotion Ärger eine signifikante Dreifach-Interaktion der Faktoren „Bedingung x Bekanntheit x Gruppe“. Demnach zeigten die Kontrollprobanden im Vergleich zu den Patienten einen Profit vom Schlaf bei der Zuordnung bekannter Gesichter zu der Emotion Ärger, verglichen mit neuen unbekanntem Stimuli. Die Patienten ordneten bekannte Stimuli sowohl nach Schlaf als auch nach Wachheit signifikant ausgeprägter der vorgegebenen Emotion Ärger zu als unbekanntem Stimuli. Außerdem zeigten die Kontrollprobanden generell einen höheren Eindeutigkeitsindex im Vergleich zu den Patienten. Bei der Emotionskategorie Angst zeigten sich lediglich signifikante Gruppenunterschiede (Kontrollprobanden > Patienten) und ein marginal signifikanter Haupteffekt „Bekanntheit“, demnach die alten Stimuli eindeutiger der Emotion Angst zugeordnet wurden als die neuen Stimuli. Es zeigten sich hinsichtlich der Eindeutigkeitsindizes keine signifikanten Effekte und Interaktionen bei der Auswertung der Emotion Freude. Diese Ergebnisse sprechen zum Teil gegen die Ergebnisse aus der Studie von van der Helm et al. (2010). Van der Helm und Kollegen (2010) fanden bei Schlafdeprivierten Teilnehmern eine verringerte Sensitivität zur Erkennung emotionaler Gesichtsausdrücke im Vergleich zu einer gleichen Aufgabe unter ausgeruhtem Zustand. Die Methodik unterscheidet sich jedoch erheblich von der in der vorliegenden Arbeit angewandten Aufgabe. In der Studie von van der Helm und Kollegen (2010) wurden Gesichtsausdrücke verschiedener Intensitäten (Trauer, Freude, Ärger) nach Schlaf-Deprivation oder nach einer Nacht mit Schlaf präsentiert und hinsichtlich der Emotion eingestuft. In der vorliegenden Arbeit wurden hingegen Gesichter vor und nach einem Retentionsintervall mit Schlaf in der Nacht oder Wachheit am Tag präsentiert. Es zeigte sich bei der Auflösung der signifikanten dreifach-Interaktion kein Unterschied zwischen bekannten Stimuli der Emotion Ärger nach Schlaf im Vergleich zur Wachheit, ebenso unterschieden sich unbekanntem Stimuli hinsichtlich des Eindeutigkeitsindex nicht nach Schlaf oder Wachheit voneinander. Jedoch unterschieden sich bekannte Stimuli von unbekanntem Stimuli nach einer Nacht mit Schlaf (Patienten und Kontrollprobanden) oder nach einem Tag mit Wachheit (nur Patienten) voneinander. Demnach stufen Patienten die alten Ärger-Gesichter auf der Ärger-Skala nach sowohl einem Tag mit Wachheit als auch nach einer Nacht mit Schlaf eindeutiger ein. Die

Kontrollprobanden zeigten diesen Effekt nur nach einer Nacht mit Schlaf. Somit hatte nicht nur der Schlaf per se einen Einfluss auf die Einstufung eines Stimulus in eine Emotionskategorie, sondern auch, ob dieser Stimulus vor dem Intervall mit Schlaf oder Wachheit bereits einmal präsentiert wurde oder nicht. Demnach schienen die Kinder bei bereits gelernten Ärger-Gesichtern eindeutiger hinsichtlich der Kategorie zu sein als bei neuen unbekanntem Ärger-Gesichtern. Dieser Effekt scheint bei beiden Gruppen durch den Schlaf beeinflusst zu sein. Nach einem Tag mit Wachheit stuften die gesunden Kinder Ärger-Gesichter nicht eindeutiger in dieser Kategorie ein, was bei den Patienten jedoch der Fall war. Während van der Helm et al. (2010) in ihrer Studie davon ausgehen, dass der Schlaf einen direkten Einfluss auf die Einstufung hinsichtlich einer bestimmten Emotion hat, zeigten die Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit, dass dies vor allem im Zusammenhang mit durch den Schlaf geförderten Gedächtnisinhalten steht. Im Vergleich zur Studie von van der Helm et al. (2010) müssen jedoch eindeutig die zum Teil unterschiedlichen Interventionen berücksichtigt werden. Während in der vorliegenden Arbeit lediglich Schlaf und Wachheit verglichen wurden, untersuchten van der Helm et al. (2010) Schlaf und Schlaf-Deprivation.

Die gesunden Kinder zeigten durchschnittlich sehr hohe Eindeutigkeitsindizes (bei Ärger Mittelwert neue Stimuli 0,86; Mittelwert alte Stimuli 0,91), die dem Maximum an Eindeutigkeit (0,95) sehr nahe kamen. Trotz dieser einem Deckeneffekt ähnlichen Werte zeigten sich bei den Kontrollprobanden Unterschiede innerhalb der Schlaf- jedoch nicht in der Wachbedingung. Deshalb kann dabei von einem tatsächlichen Einfluss des Schlafes auf die Eindeutigkeit, mit der ein Ärger-Gesicht der Kategorie zugeordnet wurde, ausgegangen werden. Diesen Einfluss zeigten die Patienten trotz der deutlich geringeren Eindeutigkeitsindizes nicht. Der Schlaf scheint bei Patienten keinen förderlichen Effekt im Vergleich zur Wachheit zu haben.

Die Auswertungen der Eindeutigkeitsindizes der Gesichter mit den Emotionen Angst und Freude erzeugten keine signifikanten Interaktionen. Lediglich bei der Emotion Angst zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied: nur die gesunden Kinder wiesen die Bilder eindeutiger der Emotionskategorie Angst zu. Die Emotion Freude erzeugte die höchsten Eindeutigkeitsindizes. Die Verwechslung

mit den Emotionen Ärger oder Angst oder die Einstufung als Neutral ist bei Freude-Gesichtern eher unwahrscheinlich, dies führte somit zu hohen Eindeutigkeitsindizes.

Somit stellt die Emotion Ärger eine Emotionskategorie dar, die im Vergleich zu Angst und Freude unterschiedlich durch Schlaf und Wachheit und durch die Bekanntheit der Stimuli beeinflusst werden kann. Zusätzlich stellt dieses Ergebnis einen die Daten der Gedächtnisleistungen unterstützenden Befund dar. Die Auswertung der Erinnerungsleistungen ergab, dass vor allem Ärger-Gesichter vom Schlaf profitieren. Wenn man davon ausgeht, dass verfestigte Gedächtnisinhalte mit einer größeren Sicherheit einem bestimmten Kontext zugeordnet werden können, zeigt sich das somit auch in dem durch den vom Schlaf beeinflussten höheren Eindeutigkeitsindex für bekannte Ärger-Gesichter im Vergleich zu unbekanntem Ärger-Gesichtern bei den Kontrollprobanden.

Die Zusammenhänge zwischen den Eindeutigkeitsindizes und den Oszillationsdaten der beiden Gruppen zeigten ein differenziertes Bild. Ausschließlich die Kontrollgruppe zeigte positive Korrelationen zwischen den Eindeutigkeitsindizes der Ärger-Gesichter und der Delta-Power in S4. Bei den Patienten hingen die Eindeutigkeitsindizes der Ärger-Gesichter signifikant negativ mit der Delta-Power in S4 an frontalen Positionen zusammen. Die Patienten zeigten auch bei den Emotionen Angst und Freude negative korrelative Zusammenhänge zur SO-Power in S3. Demnach muss vermutet werden, dass der Schlaf (Delta-Power in S4) einen förderlichen Einfluss bei den Kontrollprobanden nur auf die eindeutige Zuordnung der Stimuli in die Emotionskategorie Ärger hatte, nicht aber bei den Kategorien Angst und Freude. Bei den Patienten hingegen verminderte der Schlaf die Fähigkeit, die Emotionen der vorgegebenen Kategorie eindeutig zuzuordnen. Dieses Ergebnis zeigte sich lediglich in korrelativen Berechnungen, nicht jedoch in den Verhaltensdaten im Vergleich zwischen den Gruppen. Da SO- und Delta-Oszillationen vor allem mit Gedächtnisprozessen in Verbindung gebracht werden, unterstützen die Ergebnisse der Kontrollprobanden die Befunde der Erinnerungsleistungen. Ärgerliche bekannte Gesichter werden eindeutiger der Emotionskategorie zugeordnet.

Wie bereits auch bei den Erinnerungsleistungen, waren die Zusammenhänge der SO- und Delta-Oszillationen bei den Patienten negativ mit den Eindeutigkeitsindizes verknüpft. Trotz des negativen korrelativen Zusammenhangs zeigten die Patienten keine schlechteren Erinnerungsleistungen als die Kontrollprobanden. Warum dennoch die Oszillationen einen hemmenden Einfluss bei den Patienten in Bezug auf den Eindeutigkeitsindex ausübten, kann nicht eindeutig geklärt werden. Ein Erklärungsansatz stellt der bereits erwähnte Aspekt der verzögerten kortikalen Reifung dar (Ringli et al., 2013). Durch die verzögerte Entwicklung der SO, ausgedrückt in einer verschobenen topographischen Lokalisation, könnten Inhalte vermindert konsolidiert werden und somit auch die Eindeutigkeit vermindert sein, mit der ein Gesichtsausdruck einer Emotionskategorie zugeordnet wird. Demnach muss diskutiert werden, ob die Einspeicherung und Verknüpfung der Gedächtnisinhalte nicht in dem Maße abläuft, wie sie bei gesunden Kindern zu finden ist. Die Erinnerungsleistungen der beiden Gruppen waren ähnlich, jedoch zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse in den Eindeutigkeitsindizes. Es kann diskutiert werden, ob das bloße Wiedererkennen eines Stimulus und das Zuordnen zu einer bestimmten Kategorie zwei unterschiedliche Stufen der Konsolidierung widerspiegeln. Während das Wiedererkennen das Einspeichern darstellen könnte wäre das Zuordnen in eine Kategorie einer Verknüpfung mit bereits vorhandenen Informationen gleichgestellt. Möglicherweise waren die Erinnerungen der Patienten fragil und nicht mit bereits vorhandenen Informationen verknüpft, was sich in negativen korrelativen Zusammenhängen zwischen der SO-Power und den Eindeutigkeitsindizes widerspiegelte.

Die Theta-Aktivität im REM-Schlaf an frontalen Elektrodenpositionen korrelierte positiv mit den Eindeutigkeitsindizes für Freude-Gesichter bei den Kontrollprobanden. Bei den Patienten zeigte sich ein eher gegenteiliger, jedoch nicht signifikanter Effekt. In der vorliegenden Arbeit war bei den gesunden Kindern auch ein schlafabhängiger Gedächtnisvorteil für Freude-Gesichter zu sehen, den die Patienten nicht zeigten. In einer Studie (Chambers & Payne, 2014) konnte ein Zusammenhang zwischen REM-Schlaf (in Form von REM-Latenz) und positiven Gedächtnisinhalten gefunden werden. Somit stehen die Ergebnisse der positiven Korrelation zwischen Theta im REM-Schlaf und dem Eindeutigkeitsindex für Freude-Gesichter im Einklang mit den beschriebenen Daten aus der Literatur

(Chambers & Payne, 2014). Für die Eindeutigkeitsindizes der Ärger- und Angst-Gesichter lassen sich keine Zusammenhänge zur Theta-Aktivität im REM-Schlaf finden.

Bewertungsausmaße und -differenzen

In der vorliegenden Arbeit dient die Einstufung der Emotionalität der präsentierten Bilder auch der Klärung verschiedener Annahmen bezüglich der Reaktivität auf emotionale Stimuli, die durch Schlaf und Wachheit unterschiedlich moduliert werden: dem Sleep to Forget Sleep to Remember-Modell (Walker, 2010; Walker & van der Helm, 2009) zur Folge müssten die emotionalen Gesichter, die vor einer Nacht mit Schlaf enkodiert wurden, durch den Schlaf hinsichtlich der emotionalen Reaktivität auf diese Stimuli vermindert sein. Unterstützung findet dieses Modell in den Befunden der Studie von Gujar et al. (2011). In ihrer Studie zeigten Gujar und Kollegen an Erwachsenen, dass die Reaktivität auf ärgerliche und ängstliche Gesichter über einen Tag mit Wachheit verstärkt wird, während ein kurzer Schlaf am Tag diesen Effekt blockiert oder sogar umkehrt. Die Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit unterstützen diese Befunde nicht. Besonders die Emotion Ärger scheint durch die gesunden Kinder in entgegengesetzter Weise moduliert zu werden. Die Reaktivität auf gelernte Ärger-Gesichter stieg nach dem Schlaf im Vergleich zu unbekanntem Bildern an. Nach einem Tag ließen sich bei den Kontrollprobanden keine Unterschiede bezüglich der Modulation von gelernten und neuen Ärger-Gesichtern zeigen. Entgegen der Annahme von Walker (2009) führte der REM-Schlaf in der vorliegenden Arbeit bei gesunden Kindern nicht zu einer Reduktion der Reaktivität auf die Ärger-Gesichter. Die Dauer des REM-Schlafes korrelierte bei den Kontrollprobanden positiv mit der schlafassoziierten Bewertungsdifferenz der Ärger-Gesichter. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Befunden einer aktuelleren Studie (Werner, Schabus, Blechert, Kolodyazhniy & Wilhelm, 2015), die die emotionale Reaktivität auf negative Filmsequenzen vor und nach Schlaf untersuchte. In der Studie von Werner und Kollegen (2015) wurden psychophysiologische Daten, wie die elektrodermale Aktivität und elektromyographische Daten sowie subjektive Ratings untersucht. Die Autoren konnten zwar keine Unterschiede in den subjektiven Ratings zeigen, jedoch ergab sich ein Anstieg der elektrodermalen Aktivität nach dem Schlaf.

Diese elektrodermale emotionale Reaktivität zeigte einen positiven Zusammenhang mit der Dauer an REM-Schlaf. Werner und Kollegen (2015) argumentieren in ihrer Studie, dass ihre Ergebnisse im Kontrast zum SFSR-Modell (Walker, 2010; Walker & van der Helm, 2009) stehen, und führen dies auf mögliche Unterschiede in der Intensität der emotionalen Stimuli zurück. Demnach kann in einigen Studien eine Abnahme der emotionalen Reaktivität auf gering intensive emotionale Stimuli von der ersten zur zweiten Präsentation verzeichnet werden. Werner und Kollegen (2015) erklären, dass der REM-Schlaf bei solchen gering emotionalen Stimuli effektiv bei der Entkopplung des informativen Gehalts von der emotionalen Komponente ist und somit zu einer geringeren Reaktivität führt (entsprechend dem SFSR-Modell). Hingegen können Reaktionen auf sehr intensive emotionale Stimuli sensibilisiert sein und somit zu einem Anstieg der emotionalen Reaktivität führen (Werner et al., 2015, S. 9). Die emotionale Intensität der in der vorliegenden Arbeit verwendeten emotionalen Gesichter wurde nicht im Vergleich zu anderen emotionalen Stimuli (bspw. andere emotionale Bilder oder Filme) untersucht. Man könnte jedoch vermuten, dass Gesichter nicht dem emotionalen Gehalt von einigen IAPS-Bildern (Bradley & Lang, 2007) oder dem in der Studie von Werner et al. (2015) verwendeten Film entsprechen, der eine hohe Emotionalität aufweisen müsste. Dennoch wurde in der vorliegenden Arbeit eine erhöhte emotionale Reaktivität der gesunden Kinder auf die Ärger-Gesichter nach einer Nacht mit Schlaf gefunden. Es kann vermutet werden, dass die Salienz und nicht die Intensität emotionaler Stimuli ausschlaggebend ist. Ärger-Gesichter könnten mit der Androhung von Bestrafung verbunden werden und könnten somit besonders relevant sein.

Die Patienten bewerteten die Ärger-Gesichter im Vergleich zu den Kontrollprobanden nach einer Nacht nicht als intensiver hinsichtlich der Emotionalität. Demnach blieb der bei den gesunden Kindern zu beobachtende Intensivierungseffekt bei den Patienten aus. Trotz der vorhandenen Konsolidierung im Gedächtnis und dem Schlaf-assoziierten Profit wurde die emotionale Reaktivität der Patienten auf diese Bilder nicht verstärkt. Es kann vermutet werden, dass die Patienten die Informationen zwar enkodiert und konsolidiert hatten, die entsprechende Salienz der Stimuli jedoch nicht erfasst haben. Zwar zeigte sich bei den Patienten ein positiver Zusammenhang zwischen der SO in S3 an einer Elektrodenposition,

jedoch zeigte sich dieses Ergebnis nicht bei den anderen Positionen und kann somit nicht grundlegend interpretiert werden.

Ontogenetisch, aber auch evolutionär, ist es durchaus sinnvoll, negative emotionale Inhalte oder Gesichter zu behalten und für die Zukunft vorerst als negativ und potenziell gefährlich einzustufen. Würde die Emotionalität durch eine Nacht mit Schlaf abgeschwächt werden, hätte der strafende Blick einer Mutter bei einem Vergehen des Kindes wohl kaum einen längerfristigen Lerneffekt. Die Patienten hatten zwar die Information konsolidiert, die Konsequenzen, die damit einhergehen (Bestrafung bei Ärger) wurden möglicherweise jedoch nicht daraus gezogen. Dieser Befund reiht sich ein in die Ergebnisse einiger Studien zum Belohnungs- und Bestrafungslernen bei Kindern mit einer ADHS (für einen Überblick siehe Luman et al., 2005). Demnach bevorzugen Kinder mit einer ADHS sofortige Belohnungen gegenüber längerfristigen höheren Belohnungen (Luman, Van Meel, Oosterlaan, Sergeant & Geurts, 2009), reagieren somit stark auf Belohnung. Ferner sind Kinder mit einer ADHS weniger sensitiv gegenüber Bestrafungen. Kinder mit einer ODD zeigen in einer Studie (Luman, Sergeant, Knol & Oosterlaan, 2010) ein risikobehaftetes Verhalten, das zwar mit einem größeren Gewinn, jedoch auch mit größeren Bestrafungen einhergeht. Kinder mit einer ADHS und einer ODD zeigen das größte Risikoverhalten und die geringste Sensitivität gegenüber Bestrafung im Vergleich zu Kindern mit nur einer dieser Verhaltensstörungen oder ohne jegliche Störungen (Humphreys & Lee, 2011). Demnach kann vermutet werden, dass die Kinder mit einer ADHS/ODD zwar einen Profit vom Schlaf bei der Konsolidierung der Ärger-Gesichter zeigen, jedoch die Konsequenz daraus nicht ziehen würden und somit den ärgerlichen Gesichtsausdruck nicht als emotionaler einstufen.

In der Wachbedingung zeigten die Patienten deutlich verringerte Bewertungsausmaße (in z-Werten) der Ärger-Gesichter nach einem Tag. Die Bewertungsdifferenz, das heißt die Differenz zwischen alten und neuen Bildern, unterschied sich jedoch dabei nicht von dem der Kontrollprobanden. Dennoch lagen die z-Werte der alten und neuen Bilder nach einem Tag signifikant unter Null. Möglicherweise verloren die Ärger-Gesichter mit dem Vergessen über den Tag sogar erheblich an Bedeutung. Im Vergleich zu neuen Ärger-Gesichtern wurden die

bekannten als emotionaler eingestuft, die Bekanntheit führte somit zu einer größeren Reaktivität nach einem Tag. Da dessen ungeachtet alle Gesichter nach einem Tag mit Wachheit als signifikant von Null verschieden geringer hinsichtlich der Emotionalität eingestuft wurden, kann vermutet werden, dass die Kinder mit einer ADHS/ODD besonders am Abend weniger reaktiv auf Ärger-Gesichter sind. Es zeigte sich bei der Analyse des Einflusses der Tageszeit auf die Bewertungsausmaße zwar kein signifikanter Effekt, doch muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewertungsausmaße der Ärger-Gesichter der Patienten am Abend geringer ausgefallen sind als am Morgen. Die Emotionskategorie Ärger profitierte hinsichtlich der Erinnerungsleistung vom Schlaf bei beiden Gruppen. Die Kontrollprobanden bewerteten die gelernten Ärger-Gesichter nach dem Schlaf als emotionaler im Vergleich zu neuen Bildern. Die Patienten zeigten diesen Effekt nach einem Tag mit Wachheit. Insgesamt bewerteten die Kinder mit ADHS/ODD die Ärger-Bilder nach dem Tag geringer als nach der Nacht mit Schlaf. Somit zeigten die beiden Gruppen divergente Muster hinsichtlich der Modulation der emotionalen Reaktivität auf Ärger-Gesichter durch den Schlaf.

Hinsichtlich der Bewertungsausmaße der Angst- und Freude-Gesichter zeigte sich kein schlafabhängiges verstärktes Bewertungsausmaß bei den Gruppen. Die Emotionskategorie Angst wurde von beiden Gruppen gering hinsichtlich der Emotionalität eingestuft. Die z-Werte waren negativ, was bedeutet, dass diese Gesichter im Vergleich zu anderen emotionalen Gesichtern eine geringere emotionale Reaktivität hervorriefen. Die Ergebnisse der Emotion Freude ergaben positive z-Werte, was bedeutet, dass die Freude-Gesichter als emotionaler im Vergleich zu den anderen Emotionen eingestuft wurden. Somit zeigte sich lediglich bei Ärger-Gesichtern ein Unterschied in der Bewertung der bekannten und unbekanntem Gesichter. Möglicherweise spielt der emotionale Gehalt der Stimuli eine entscheidende Rolle bei der Modulation der emotionalen Reaktivität. Die Ärger- und Angst- Gesichter entsprechen der Stimuluskategorie mit einem hohen Arousal und einer niedrigen Valenz. Die Freude-Gesichter wurden als weniger erregend, jedoch als deutlich angenehmer eingestuft. Im SFSR-Modell (Walker, 2010; Walker & van der Helm, 2009) wird davon ausgegangen, dass vor allem intensive negative Stimuli durch die Konsolidierung im Schlaf in ihrer emotionalen Reaktivität vermindert werden. In einer korrelativen Analyse wurde überprüft, ob

das Ausmaß der hervorgerufenen emotionalen Reaktivität mit dem emotionalen Gehalt der Stimuli zusammenhängt. Einzig die Emotionskategorie Ärger zeigte Zusammenhänge zwischen den Arousal- und Valenz-Werten und den z-transformierten Bewertungsausmaßen. Weder die Emotion Angst noch die Emotion Freude zeigten signifikante Ergebnisse. Somit muss diskutiert werden, ob lediglich die Emotion Ärger geeignete Stimuli enthielt, die ein entsprechendes Bewertungsausmaß hervorrufen konnte. Da sich jedoch die Valenz- und Arousal-Werte der Kategorien Angst und Ärger ähneln, kann dieser Schluss nicht gezogen werden. Es muss vermutet werden, dass die Emotion Ärger als eine für Kinder besondere Emotionskategorie gelten kann.

Zumindest hinsichtlich der Emotion Ärger kann das SFSR-Modell nicht bestätigt werden. Gesunde Kinder zeigten nach einer Nacht mit Schlaf eine stärkere emotionale Reaktivität auf bekannte Ärger-Gesichter. Diese Ergebnisse stimmen mit Befunden anderer Studien überein, die ebenfalls keinen reduzierenden Einfluss des Schlafes (insbesondere REM-Schlaf) auf den emotionalen Tonus einer Gedächtnisrepräsentation haben (Baran et al., 2012; Groch et al., 2013; Wagner et al., 2002). Dieser Befund wird gestützt durch den positiven Zusammenhang der Dauer des REM-Schlafes und der Bewertungsdifferenz der Ärger-Gesichter bei den Kontrollprobanden. Je mehr REM-Schlaf die gesunden Kinder in der Nacht hatten, umso emotionaler bewerteten die Kinder die bekannten Ärger-Gesichter im Vergleich zu den unbekanntem Gesichtern. Werner et al. (2015) diskutieren, dass die emotionale Reaktivität intensiver emotionaler Stimuli möglicherweise nach einer Nacht erhöht und nach mehreren Nächten mit REM-Schlaf entsprechend des SFSR-Modells moduliert wird. In der vorliegenden Arbeit wurden Stimuli, die die Kinder im Abruf 2 jeweils nach der Intervention entweder mit Schlaf oder Wachheit gesehen haben, mindestens 3 Wochen später erneut präsentiert. Es wurde vermutet, dass Gesichter, auf deren Enkodierung im Abruf 2 direkt eine Nacht mit Schlaf folgte, als weniger emotional eingestuft werden. Die Bedingung, die auf die Präsentation der Stimuli im Abruf 2 folgte, hatte jedoch keinen Einfluss auf die Bewertungsausmaße. Vielmehr reduzierte sich nach beiden Bedingungen emotionale Reaktivität auf die negativen Stimuli (Ärger und Angst), jedoch nicht auf die Freude-Gesichter. Im Abruf 3 wurde kein schlaf-assoziiertes Gedächtniseffekt gezeigt, jedoch wurden die Ärger- und Angst-

Gesichter besser behalten als die Freude- oder Neutral-Gesichter. Somit kann vermutet werden, dass eine Konsolidierung der Ärger- und Angst-Gesichter über einen längeren Zeitraum zu einem Gedächtniseffekt führte und über diese Phase mit mehreren Nächten mit REM-Schlaf eine Verringerung der emotionalen Reaktivität stattgefunden hat.

Das SFSR-Modell (Walker & van der Helm, 2009) schlägt vor, dass der spezifische neurobiologische Zustand des REM-Schlafes zu einer Verstärkung neuer Gedächtnisspuren bei gleichzeitiger Loslösung des affektiven Tonus führt. Diese Auflösung der Verbindung des Inhaltes und des emotionalen Gehaltes ist die Konsequenz von schlafabhängigen Prozessen, die während mehrerer REM-Phasen in einer oder mehreren Nächten stattfinden. In der vorliegenden Studie konnte bei gesunden Kindern eine Erhöhung der emotionalen Reaktivität auf Ärger-Gesichter nach einer Nacht mit Schlaf und eine Verminderung der Reaktivität nach mehreren Nächten gezeigt werden.

6.3 Pupillen- und Blickdaten

Pupillenreaktionen gelten als valides Maß für emotional erregende oder bedeutsame Stimuli (Kret et al., 2013; Montefinese et al., 2013; Prehn et al., 2011). Es wurde vermutet, dass die gesunden Kinder nach einer Nacht mit Schlaf verstärkte Pupillendilatationen auf bekannte im Vergleich zu neuen unbekanntem Stimuli zeigen. Bei Patienten mit einer ADHS/ODD wurde kein Alt/Neu-Effekt vermutet. Weiterhin wurde hypothetisiert, dass negative emotionale Gesichtsausdrücke eine stärkere Pupillenreaktion hervorrufen als positive oder neutrale Gesichter. Die Auswertung der Daten erbrachte bei den Kontrollprobanden einen signifikanten Alt/Neu-Effekt nach einer Nacht mit Schlaf, im Vergleich zu einem Tag mit Wachheit. Die gesunden Kinder zeigten einen schlafabhängigen Gedächtniseffekt, der sich in verbesserten Erinnerungsleistungen nach dem Schlaf widerspiegelte. Dieser Effekt kann somit durch die Pupillenreaktionen gestützt werden. Nach meiner Kenntnis ist dies die erste Studie, die einen schlafabhängigen Alt/Neu-Effekt bei Kindern zeigen kann, der durch Pupillenreaktionen ausgedrückt wird. Der Alt/Neu-Effekt wurde bislang in einigen Studien repliziert (Montefinese et al., 2013; Otero et al., 2011; Vö et al., 2008), ein schlafabhängi-

ger Profit gegenüber der Erinnerungsleistung nach einem Retentionsintervall mit Wachheit wurde bislang noch nicht untersucht. In der vorliegenden Studie wurden Gesichter als Stimuli verwendet und an Kindern untersucht. In weiteren Studien sollte ein schlafabhängiger Alt/Neu-Effekt der Pupillendilatation auch mit anderem Stimulusmaterial und bei Erwachsenen untersucht werden, um generelle Aussagen machen zu können. Insgesamt zeigten die gesunden Kinder die stärksten Pupillendilatationen bei Ärger-Gesichtern. Damit stimmen diese Ergebnisse mit früheren Ergebnissen überein (Kret et al., 2013). Aufgrund ähnlicher Arousal-Werte von Ärger und Angst muss davon ausgegangen werden, dass bei gesunden Kindern größere Pupillendilatationen durch emotional ansprechende und relevante Stimuli hervorgerufen wurden.

Die Kinder mit einer ADHS/ODD zeigten einen umgekehrten Bedingungsabhängigen Alt/Neu-Effekt. Sie zeigen auf bekannte Stimuli größere Pupillendilatationen im Vergleich zu neuen Stimuli, nach einem Retentionsintervall mit Wachheit. Auf der Verhaltensebene zeigen die Patienten keinen schlafabhängigen Gedächtnisvorteil, nur bei der Emotion Ärger profitieren sie hinsichtlich der Erinnerungsleistung vom Schlaf. Somit hätte auch kein schlafabhängiger Alt/Neu-Effekt der Pupillenreaktionen gefunden werden können. Dass sich diese jedoch in der Bedingung mit Wachheit zeigte, ist konträr zu den Ergebnissen der Erinnerungsleistungen der Patienten. Interessanterweise zeigte sich dieses gegensätzliche Muster der Reaktivität zwischen den beiden Gruppen auch bei den Bewertungsausmaßen der Ärger-Gesichter. Die Kontrollprobanden zeigten zudem die stärksten Pupillenreaktionen auf Ärger-Gesichter. Während die Kontrollprobanden nach einer Nacht mit Schlaf höhere Bewertungsausmaße bei bekannten Ärger-Gesichtern zeigten, bewerten die Patienten nach einem Tag die bekannten Ärger-Gesichter als emotionaler im Vergleich zu neuen Ärger-Gesichtern. Möglicherweise stellt dieser Effekt der Pupillenreaktionen nicht unbedingt Leistungen der Wiedererkennung dar als vielmehr die emotionale Reaktivität auf gelernte emotionale Stimuli. Auf negative sowie positive emotionale Reize wird mit einer stärkeren Pupillendilatation im Vergleich zu neutralen Stimuli reagiert (Bradley et al., 2008). Somit muss diskutiert werden, ob sich Kinder mit und ohne eine ADHS/ODD hinsichtlich der emotionalen Reaktivität auf gelernte Stimuli in Abhängigkeit von den Konsolidierungsprozessen während des Retentionsintervalls

voneinander unterscheiden. Da sich der Effekt der Pupillenreaktionen auf alle Stimuli bezieht und der Effekt der Bewertungsausmaße nur auf die Ärger-Gesichter zurückzuführen ist, muss diese Annahme mit Vorsicht diskutiert werden. Auf welche Prozesse während der Konsolidierung am Tage die zu den Kontrollprobanden unterschiedliche Reaktivität auf gelernte emotionale Inhalte der Patienten zurückzuführen ist, kann in dieser Studie nicht geklärt werden. Es muss jedoch von einer divergenten Funktionalität der Oszillationen im Schlaf auf die Konsolidierung und somit Verarbeitung und Verknüpfung der Inhalte im Gedächtnis ausgegangen werden. Damit einhergehend scheint der Schlaf bei Patienten und Kontrollprobanden die emotionale Reaktivität auf gelernte emotionale Gesichter in unterschiedlicher Art zu modulieren.

Die Ergebnisse der Eye-Tracking-Daten weisen keine Gruppenunterschiede auf. Somit kann davon ausgegangen werden, dass Unterschiede in Erinnerungsleistungen und Bewertungsausmaßen sowie den Pupillenreaktionen nicht auf unterschiedliche Längen der Betrachtungszeit oder das Betrachten unterschiedlicher Areale im Gesicht der beiden Gruppen beruht.

6.4 Limitationen der Studie

Im Abruf 3 wurden keine Distraktoren verwendet. Leider konnte aufgrund mangelnden Stimulusmaterials lediglich ein Set aus 320 verschiedenen Gesichtern mit emotionalen Gesichtsausdrücken erstellt werden, da sich die Bilder aufgrund divergenter Hintergründe, Auflösungen, Winkel usw. unterschieden hätten. Diese Stimuli wurden auf die verschiedenen Bedingungen und Abrufsitzungen aufgeteilt, sodass im Abruf 3 keine Angaben über falsche Antworten gemacht werden konnte. Auch ist das Set, bestehend aus Fotomaterial von fünf verschiedenen Datenbanken, kritisch zu betrachten hinsichtlich der unterschiedlichen Qualitäten der enthaltenen Bilder. Zwar wurde durch Bearbeitung mit einer Bildbearbeitungssoftware versucht, die Fotos hinsichtlich Größe, Luminanz, Kontrast, Hintergrund und Details (Farbe der Kleidung, Schmuck etc.) aneinander anzupassen, jedoch ist dies nicht mit einem einheitlichen Stimulusset zu vergleichen. Die Verteilung der Bilder auf die verschiedenen Sets erfolgte nach Kriterien der

Valenz und des Arousals, jedoch randomisiert über die fünf Datenbanken hinweg.

Das in der vorliegenden Arbeit verwendete Maß der Bewertungsdifferenzen hätte möglicherweise durch die Erhebung von Daten der Dimensionen Valenz und Arousal mittels der SAM-Skalen (Bradley & Lang, 1994) ergänzt werden müssen. Somit sind Vergleiche zu anderen Studien (Wagner et al., 2002) nur bedingt möglich. Aus ökonomischen Gründen konnten diese Erhebungen nicht in die Studie eingebaut werden. Die einzelnen Sitzungen mit einer Dauer von fast einer Stunde stellten die Grenze dessen dar, was Kindern mit einer ADHS und auch gesunden Kindern zugemutet werden konnte.

Dass die Kinder nur bei ärgerlichen Gesichtern eine Modulation in der emotionalen Reaktivität und einen schlafabhängigen Gedächtnisprofit zeigten, hängt möglicherweise mit dem insgesamt geringen emotionalen Gehalt von Gesichtern zusammen. Im Vergleich zu IAPS-Bildern (Bradley & Lang, 2007) stellen Gesichter Stimuli mit einem geringeren Arousal dar. Da aber, wie bereits beschrieben, das Arousal einen Einfluss auf Enkodierung, Konsolidierung und die emotionale Reaktivität hat, könnten fehlende Ergebnisse bei den Gesichtern mit Angst- und Freude-Ausdrücken auf diese Tatsache zurückgeführt werden. Dennoch zeigte sich bei Ärger-Gesichtern die beschriebenen Befunde.

Die Polysomnographie wurde in der vorliegenden Studie über acht EEG-Elektroden abgeleitet. Wäre es technisch möglich gewesen, ein hochauflösendes Schlaf-EEG mit 64 Kanälen zu verwenden, wären topographische Unterschiede sicher besser darstellbar gewesen. Gerade die topographische Verteilung der SO im Tiefschlaf und der Theta-Aktivität im REM-Schlaf hätten möglicherweise besser abgebildet werden können.

Der Einfluss der Tageszeit auf die abhängigen Variablen wurde lediglich statistisch überprüft. Die Aufmerksamkeitsleistung zwischen den beiden Gruppen wurde über die Reaktionszeiten in der KITAP bestimmt.

6.5 Implikationen für Folgestudien

Die vorliegenden Befunde einer schlafabhängigen Konsolidierung von emotionalen Gesichtern und insbesondere von Gesichtern mit der Emotion Ärger sollte die Forschung in diesem Bereich anregen, diesem Thema weiter nachzugehen. Besonders der Unterschied zwischen Erwachsenen und Kindern sollte weiter verfolgt werden. Wagner et al. (2007) konnten bei Erwachsenen einen schlafabhängigen Gedächtniseffekt finden, der jedoch unabhängig von den affektiven Gesichtsausdrücken vorlag. Eventuell lassen sich die Unterschiede der Kinder gegenüber den Erwachsenen auf die erhöhte SWA im Tiefschlaf und die für Kinder salienten Stimuli zurückführen. Kinder lernen durch positives und negatives soziales Feedback in ihrer Umgebung, somit stellen emotionale Gesichtsausdrücke möglicherweise für diese Altersklasse eine besondere Stimulusform dar. Vorstellbar wäre auch die Überprüfung anderer sozialer Stimuli, wie soziale Situationen, um den Gedächtnisvorteil durch Schlaf bestimmter emotionaler Reize (Ärger oder Freude) zu untersuchen. Beispielsweise könnten Filmsequenzen mit sozialen Situationen zwischen Kindern und anderen Kindern oder Erwachsenen verwendet werden, jedoch ist dieses Material nur unzureichend standardisierbar.

Das SFSR-Modell (Walker, 2010; Walker & van der Helm, 2009) schlägt vor, dass besonders negative emotionale Gedächtnisinhalte durch Prozesse im Schlaf (vor allem REM-Schlaf) konsolidiert und vom emotionalen Tonus losgelöst werden. Somit vermindert sich nach mehreren Nächten mit Phasen von (REM)-Schlaf die emotionale Reaktivität auf diese Stimuli. In weiteren Studien sollte untersucht werden, wie dieser langfristige Effekt vom kurzfristigen Effekt der erhöhten Reaktivität nach nur einer Nacht mit Schlaf abzugrenzen ist. In der vorliegenden Arbeit, aber auch in weiteren Studien (Baran et al., 2012; Groch et al., 2013) zeigte sich eine erhöhte Reaktivität nach nur einer Phase mit Schlaf. Nach einigen Wochen jedoch konnte eine verminderte Reaktivität festgestellt werden. Insgesamt könnten dabei bildgebende Verfahren (z.B. fMRT) Aufschluss über die beteiligten Areale und somit auch über die synaptische Plastizität geben.

Kinder mit einer ADHS/ODD zeigen zwar den gesunden Kindern ähnliche Gedächtniseffekte, jedoch unterscheiden sich die beiden Gruppen hinsichtlich der emotionalen Reaktivität. Zudem scheinen die Erinnerungsleistungen nicht in

der Form durch die SWA unterstützt zu werden, wie es bei den gesunden Kindern der Fall ist. Es sollte in weiteren Studien untersucht werden, in wie weit die emotionale Gedächtniskonsolidierung bei Patienten mit einer ADHS und komorbiden Störungen wie Störungen des Sozialverhaltens mit aggressiv-impulsivem Verhalten oder oppositionellen Störungen verändert ist und welche Auswirkungen dies auf das emotionale Erleben und Verhalten hat. Die topographischen Unterschiede der Oszillationen sollten im Entwicklungsverlauf von Kindern mit ADHS untersucht werden, um ein weiterführendes Verständnis für den Verlauf zu fördern. Da bereits gezeigt werden konnte, dass Kinder mit ADHS von der transkraniellen Gleichstromstimulation bei der Konsolidierung schlafabhängiger Gedächtnisinhalte profitieren (Prehn-Kristensen et al., 2014), sollten therapeutische Ansätze in diese Richtung weiter verfolgt werden.

6.6 Zusammenfassende Diskussion

Ziel dieser Studie war es, die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke im Schlaf bei Kindern mit und ohne eine ADHS/ODD zu untersuchen. Dazu wurden Daten auf Verhaltens- und psychophysiologischer Ebene zu den Emotionskategorien Ärger, Angst, Freude und Neutral erhoben.

Ärger

Insbesondere die Emotion Ärger weist zwischen beiden Gruppen Besonderheiten auf. Beide Gruppen profitierten in der *Erinnerungsleistung* vom Schlaf. Nach dem Schlaf wurden ärgerliche Gesichter besser erinnert als nach einem Retentionsintervall mit Wachheit. Dabei profitierten jedoch nur die gesunden Kinder von der SWA. Beide Gruppen reagierten auf bekannte ärgerliche Gesichter schneller als auf unbekannte Gesichter. Nach einer Phase mit mehreren Nächten mit Schlaf erinnerten beide Gruppen Ärger-Gesichter besser im Vergleich zu den anderen Kategorien. Die Kontrollprobanden zeigten einen schlafabhängigen Profit hinsichtlich der *Eindeutigkeit*, mit der sie ein Gesicht der Emotion Ärger zuordneten. Die Patienten zeigten diesen Unterschied nicht. Auch unterscheiden sich die Gruppen hinsichtlich der *emotionalen Reaktivität* auf bekannte Ärger-Gesichter nach einer Nacht mit Schlaf. Während die Reaktivität bei den Kontrollprobanden anstieg, zeigten die Patienten nach einer Nacht keine Modulation.

Nach einem Tag mit Wachheit hingegen zeigten die Patienten eine geringere emotionale Reaktivität auf Ärger-Gesichter, wenn auch bekannte Ärger-Stimuli nach dem Tag eine größere emotionale Reaktivität hervorriefen, als die unbekanntes Ärger-Gesichter. Die Kontrollprobanden zeigten nach einem Tag mit Wachheit keine Modulation der emotionalen Reaktivität. Hinsichtlich der *Blickdaten* wiesen die Ergebnisse der Emotion Ärger zwischen den Gruppen Unterschiede auf. Ärger löste bei den Kontrollprobanden die stärksten Pupillenreaktionen im Vergleich zu den anderen Emotionen aus, bei den Patienten lag dieser Befund nicht vor. Bei ärgerlichen Gesichtern betrachteten beide Gruppen das rechte Auge häufiger als bei den anderen Emotionen. Ärger-Gesichter wurden von beiden Gruppen besonders gut konsolidiert. Jedoch kann vermutet werden, dass nur die Kontrollprobanden die emotionale Relevanz mit den gelernten Inhalten verbanden. Die Patienten mit einer ADHS/ODD lernten zwar die Inhalte, verknüpften diese aber womöglich nicht mit der emotionalen Bedeutung. Gesichter mit der Emotion Ärger stellen demnach für Kinder hoch relevante soziale Stimuli dar. Sie werden im Vergleich zu anderen Emotionen besonders verarbeitet und der Schlaf spielt dabei eine wesentliche Rolle. Zudem zeigten die Patienten möglicherweise aufgrund plastischer Hirnprozesse oder veränderter perzeptueller Verarbeitungsstrategien divergente Verarbeitungsmuster.

Angst

Beide Gruppen zeigten keinen schlafassoziierten Profit für die *Erinnerungsleistungen* der Angst-Gesichter. Die Gesichter wurden nach einem Retentionsintervall mit Schlaf oder Wachheit nicht unterschiedlich erinnert. Die Patienten zeigten zwar keinen schlafassoziierten Profit für die Angst-Gesichter, jedoch wiesen sie positive korrelative Zusammenhänge zwischen der schlafassoziierten Erinnerungsleistung und der SWA im Tiefschlaf an parietalen Elektroden auf. Es wurde diskutiert, ob Patienten durch hirnorganische Entwicklungsdefizite Angst-Gesichter anders verarbeiten als gesunde Kinder im gleichen Alter. Auch wurde diskutiert, ob Patienten mit einer komorbiden ODD Angst-Stimuli als besonders relevant empfinden und somit die divergenten Ergebnisse verursacht wurden. Dieser Effekt sollte an jüngeren Kindern experimentell untersucht werden, um diese Annahmen zu überprüfen. Der *Eindeutigkeitsindex* beider Gruppen fiel für

bekannte Angst-Gesichter in der Tendenz größer aus als für unbekannte Angst-Gesichter. Insgesamt stufen die Patienten die Angst-Gesichter weniger eindeutig in der antizipierten Emotionskategorie ein als die Kontrollprobanden. Die *emotionale Reaktivität* auf Angst-Gesichter wurde nicht durch die Intervention (Schlaf oder Wachheit) moduliert, Patienten und Kontrollprobanden zeigten keine Unterschiede. Bezogen auf die *Blickdaten* wurden die Angst-Gesichter von beiden Gruppen im Vergleich zu den anderen Emotionen nicht unterschiedlich verarbeitet.

Freude

In der Emotionskategorie Freude wurden die größten *Erinnerungsleistungen* in beiden Gruppen gezeigt. Die Gruppe der gesunden Kinder wies dabei einen schlafassoziierten Profit auf. In der getrennten Auswertung der beiden Gruppen wiesen die Patienten einen Bias für Freude-Gesichter auf. Das heißt im Vergleich zu den anderen Kategorien wurden die Freude-Gesichter signifikant besser erinnert. Dieser Bias zeigte sich nicht bei den Kontrollprobanden. Es wurde diskutiert, ob dieser Bias durch die verminderte Aufmerksamkeitsleistung der Patienten zustande kam, die somit in der Lage sind, von der vereinfachten Verarbeitung der Emotion Freude zu profitieren, während die Kontrollprobanden ihre Aufmerksamkeit auf alle Stimuli und Aufgabenbereiche verteilten. Zusammenhänge zwischen den Schlafparametern oder Oszillationsdaten und den Erinnerungsleistungen für Freude-Gesichter wurden nicht gefunden. Es ließen sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen und Bedingungen hinsichtlich der *Eindeutigkeitsindizes* finden. Die Emotion Freude zeigte jedoch die größten Eindeutigkeitsindizes. Ebenso war die *emotionale Reaktivität* auf Freude-Gesichter unabhängig von der Bedingung stets erhöht, was andeutet, dass die Freude-Gesichter im Vergleich zu den anderen Stimuli als intensiver hinsichtlich der Emotionalität eingestuft wurden. Hinsichtlich der *Blickdaten* konnte nicht gezeigt werden, dass eine Freude-spezifische Region, wie der Mund, häufiger als andere Regionen betrachtet wurde.

Neutral

Die *Erinnerungsleistungen* für neutrale Gesichter wurden nicht durch den Schlaf verstärkt, eher noch wurden sie deskriptiv vermindert. Die Kontrollprobanden zeigen zudem negative korrelative Zusammenhänge zwischen der Erinnerungsleistung für Neutral-Gesichter und der SWA im Tiefschlaf. Es kann davon ausgegangen werden, dass neutrale Gesichter im Schlaf vergessen werden, da sie keine ausreichende Relevanz zwischen emotionalen Gesichtern haben. Es wurden für neutrale Gesichter keine Bewertungsdaten ausgewertet, da die Modulation der emotionalen Reaktivität auf emotionale Gesichtsausdrücke im Vordergrund stand.

Den Ergebnissen dieser Studie zufolge werden Ärger-Gesichter im Vergleich zu anderen Emotionen besonders von gesunden Kindern verarbeitet. Die Patienten mit einer ADHS/ODD weisen dabei Defizite auf, die auf unterschiedliche Verarbeitungsprozesse im Schlaf zurückzuführen sind. In Folgestudien sollten diese Mechanismen genauer untersucht werden, um Aufschlüsse über mögliche Ursachen zu finden und ggfs. auch therapeutische Ansätze zur Emotionsregulation bei Patienten mit einer ADHS und gestörtem Sozialverhalten zu entwickeln. Des Weiteren sollten die entwicklungsbedingten Aspekte (topographische Veränderungen der Lokalisation maximaler SWA im Schlaf) weiter untersucht werden, um Defizite bei den Patienten aufzudecken und den Umgang mit diesen zu fördern.

7 Zusammenfassung

Emotionale Gedächtnisinhalte profitieren insbesondere vom Schlaf bei der Konsolidierung. Gesichter stellen besondere emotionale Reize dar. Kinder mit ADHS zeigen im Vergleich zu gesunden Kindern Defizite bei der schlafassoziierten Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte. Zudem ist die Wahrnehmung und Reaktivität auf emotionale Reize bei Kindern mit ADHS und ODD verändert. Es sollte untersucht werden, welchen Einfluss der Schlaf auf die Konsolidierung und die damit einhergehenden Modulation der emotionalen Reaktivität auf affektive Gesichtsausdrücke bei Kindern hat.

In dieser Arbeit wurde die schlafabhängige Konsolidierung und Verarbeitung emotionaler Gesichter bei Kindern mit und ohne ADHS und ODD untersucht. Hierzu wurden 35 männlichen Kindern im Alter von 8-12 Jahren (18 Patienten, 17 Kontrollprobanden) in einem Within-subjects-Design Gesichter mit den affektiven Ausdrücken Ärger, Angst, Freude und neutrale Gesichtsausdrücke jeweils vor einer Nacht mit Schlaf und vor einem Tag mit Wachheit präsentiert. Die Kinder hatten die Aufgabe, sich die Gesichter zu merken und eine Bewertung hinsichtlich der Ausprägung der Emotionen abzugeben. Nach der Nacht bzw. nach dem Tag wurden die Erinnerungsleistungen der Kinder gemessen und die Gesichter erneut zur Bewertung der Emotionalität vorgelegt. Während des Schlafes wurde eine polysomnographische Ableitung durchgeführt und während der Sitzungen die Blickbewegungen aufgenommen. Drei Wochen nach der Durchführung beider Sitzungen sollten die Kinder erneut einige Gesichter aus den beiden Sitzungen erinnern und bewerten.

Die Patienten zeigen im Vergleich zu den Kontrollprobanden keine allgemeinen Defizite bei der Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte. Die gesunden Kinder profitieren dabei vom Schlaf, die Patienten zeigen lediglich für Ärger-Gesichter einen schlaf-assoziierten Gedächtnisvorteil. Während die gesunden Kinder Zusammenhänge zwischen der Aktivität langsamer Wellen im Tiefschlaf und den schlafabhängigen Gedächtnisleistungen für Ärger-Gesichter zeigen, liegt dies bei den Patienten nicht vor. Die emotionale Reaktivität der Kontrollprobanden auf Ärger-Gesichter erhöht sich nach einer Nacht. Patienten zeigen diesen Effekt nicht. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund einer entwicklungsbe-

dingen verzögerten kortikalen Reife der Patienten diskutiert. Ärger-Gesichter stellen dabei besonders relevante Stimuli dar.

8 Literatur

- Adelmann, P. K. & Zajonc, R. B. (1989). Facial efference and the experience of emotion. *Annu Rev Psychol*, 40, 249-280.
- Adolphs, R., Denburg, N. L. & Tranel, D. (2001). The amygdala's role in long-term declarative memory for gist and detail. *Behav Neurosci*, 115(5), 983-992.
- American Academy of Sleep Medicine. (2005). *International classification of sleep disorders. Diagnostic and coding manual* (2. ed.). Rochester: ASDA.
- American Psychiatric Association. (1996). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen*. (Vol. DSM-IV). Göttingen-Bern-Toronto-Seattle: Hogrefe.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. DSM-5* (5. ed.). Washington, DC [u.a.]: American Psychiatric Publ.
- Aspan, N., Bozsik, C., Gadoros, J., Nagy, P., Inantsy-Pap, J., Vida, P. & Halasz, J. (2014). Emotion recognition pattern in adolescent boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biomed Res Int*, 2014, 761340.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 89–195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Bal, E. (2011). Emotion Recognition and Social Behaviors in Children with Attention - Deficit/Hyperactivity Disorder. Chicago, University of Illinois.
- Baltazar, N. C., Shutts, K. & Kinzler, K. D. (2012). Children show heightened memory for threatening social actions. *J Exp Child Psychol*, 112(1), 102-110.
- Banaschewski, T., Brandeis, D., Heinrich, H., Albrecht, B., Brunner, E. & Rothenberger, A. (2003). Association of ADHD and conduct disorder--brain electrical evidence for the existence of a distinct subtype. *J Child Psychol Psychiatry*, 44(3), 356-376.
- Banaschewski, T., Coghill, D., Santosh, P., Zuddas, A., Asherson, P., Buitelaar, J., Danckaerts, M., Dopfner, M., Faraone, S. V., Rothenberger, A., Sergeant, J., Steinhausen, H. C., Sonuga-Barke, E. J. & Taylor, E. (2006). Long-acting medications for the hyperkinetic disorders. A systematic review and European treatment guideline. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 15(8), 476-495.
- Baran, B., Pace-Schott, E. F., Ericson, C. & Spencer, R. M. (2012). Processing of emotional reactivity and emotional memory over sleep. *J Neurosci*, 32(3), 1035-1042.

- Benington, J. H. & Heller, H. C. (1995). Restoration of brain energy metabolism as the function of sleep. *Prog Neurobiol*, 45(4), 347-360.
- Berger, C., Winkels, M., Lischke, A. & Hoppner, J. (2012). GazeAlyze: a MATLAB toolbox for the analysis of eye movement data. *Behav Res Methods*, 44(2), 404-419.
- Biederman, J. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Selective Overview. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1215-1220.
- Biederman, J., Faraone, S., Milberger, S., Guite, J., Mick, E., Chen, L., Mennin, D., Marrs, A., Ouellette, C., Moore, P., Spencer, T., Norman, D., Wilens, T., Kraus, I. & Perrin, J. (1996). A prospective 4-year follow-up study of attention-deficit hyperactivity and related disorders. *Arch Gen Psychiatry*, 53(5), 437-446.
- Biederman, J., Mick, E. & Faraone, S. V. (2000). Age-dependent decline of symptoms of attention deficit hyperactivity disorder: impact of remission definition and symptom type. *Am J Psychiatry*, 157(5), 816-818.
- Biederman, J., Newcorn, J. & Sprich, S. (1991). Comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with conduct, depressive, anxiety, and other disorders. *Am J Psychiatry*, 148(5), 564-577.
- Biggs, S. N., Lushington, K., James Martin, A., van den Heuvel, C. & Declan Kennedy, J. (2013). Gender, socioeconomic, and ethnic differences in sleep patterns in school-aged children. *Sleep Med*, 14(12), 1304-1309.
- Boakes, J., Chapman, E., Houghton, S. & West, J. (2008). Facial affect interpretation in boys with attention deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychol*, 14(1), 82-96.
- Bolte, S., Feineis-Matthews, S., Leber, S., Dierks, T., Hubl, D. & Poustka, F. (2002). The development and evaluation of a computer-based program to test and to teach the recognition of facial affect. *Int J Circumpolar Health*, 61 Suppl 2, 61-68.
- Born, J. (2010). Slow-wave sleep and the consolidation of long-term memory. *World J Biol Psychiatry*, 11 Suppl 1, 16-21.
- Born, J. & Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychol Res*, 76(2), 192-203.
- Bradley, M. M., Greenwald, M. K., Petry, M. C. & Lang, P. J. (1992). Remembering pictures: pleasure and arousal in memory. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 18(2), 379-390.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry*, 25(1), 49-59.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment* (pp. 29-46). Oxford: University Press.

- Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A. & Lang, P. J. (2008). The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602-607.
- Buchanan, T. W. & Adolphs, R. (2002). The role of the human amygdala in emotional modulation of long-term declarative memory. In S. Moore & M. Oaksford (Eds.), *Emotional Cognition: From brain to behavior* (pp. 9-34). Amsterdam: Benjamins.
- Buchmann, A., Ringli, M., Kurth, S., Schaerer, M., Geiger, A., Jenni, O. G. & Huber, R. (2011). EEG sleep slow-wave activity as a mirror of cortical maturation. *Cereb Cortex*, 21(3), 607-615.
- Burke, A., Heuer, F. & Reisberg, D. (1992). Remembering emotional events. *Mem Cognit*, 20(3), 277-290.
- Buzsaki, G. (1996). The hippocampo-neocortical dialogue. *Cereb Cortex*, 6(2), 81-92.
- Cadesky, E. B., Mota, V. L. & Schachar, R. J. (2000). Beyond words: how do children with ADHD and/or conduct problems process nonverbal information about affect? *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 39(9), 1160-1167.
- Cahill, L. (2003). Sex-related influences on the neurobiology of emotionally influenced memory. *Ann N Y Acad Sci*, 985, 163-173.
- Calabrese, P. & Markowitsch, H. J. (2003). [Memory and brain--neurobiological correlates of memory disturbances]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 71(4), 211-219.
- Calvo, M. G. & Beltran, D. (2013). Recognition advantage of happy faces: tracing the neurocognitive processes. *Neuropsychologia*, 51(11), 2051-2061.
- Calvo, M. G. & Lundqvist, D. (2008). Facial expressions of emotion (KDEF): identification under different display-duration conditions. *Behav Res Methods*, 40(1), 109-115.
- Campanella, C. & Hamann, S. B. (2011). Examining the effects of postlearning sleep on consolidation of associative emotional declarative memories. Annual meeting of cognitive neuroscience society. San Francisco.
- 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.
- Carlson, C. L., Tamm, L. & Gaub, M. (1997). Gender differences in children with ADHD, ODD, and co-occurring ADHD/ODD identified in a school population. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 36(12), 1706-1714.
- Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, W., Jeffries, N. O., Greenstein, D. K., Clasen, L. S., Blumenthal, J. D., James, R. S., Ebens, C. L., Walter, J. M., Zijdenbos, A., Evans, A. C., Giedd, J. N. & Rapoport, J. L. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA*, 288(14), 1740-1748.

- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J., Scheres, A., Di Martino, A., Hyde, C. & Walters, J. R. (2005). Varieties of attention-deficit/hyperactivity disorder-related intra-individual variability. *Biol Psychiatry*, *57*(11), 1416-1423.
- Chambers, A. M. & Payne, D. J. (2014). The Influence of Sleep on The Consolidation of Positive Emotional Memories: Preliminary Evidence. *AIMS Neuroscience*, *1*(1), 39-51.
- Chen, W., Lander, K. & Liu, C. H. (2011). Matching faces with emotional expressions. *Front Psychol*, *2*, 206.
- Christopher, M. E., Miyake, A., Keenan, J. M., Pennington, B., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., Willcutt, E. & Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: a latent variable analysis. *J Exp Psychol Gen*, *141*(3), 470-488.
- Clemens, Z., Fabo, D. & Halasz, P. (2005). Overnight verbal memory retention correlates with the number of sleep spindles. *Neuroscience*, *132*(2), 529-535.
- 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.
- Coolidge, F. L., Thede, L. L. & Young, S. E. (2000). Heritability and the comorbidity of attention deficit hyperactivity disorder with behavioral disorders and executive function deficits: a preliminary investigation. *Dev Neuropsychol*, *17*(3), 273-287.
- Corbett, B. & Glidden, H. (2000). Processing affective stimuli in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Child Neuropsychol*, *6*(2), 144-155.
- Cordon, I. M., Melinder, A. M., Goodman, G. S. & Edelstein, R. S. (2013). Children's and adults' memory for emotional pictures: examining age-related patterns using the Developmental Affective Photo System. *J Exp Child Psychol*, *114*(2), 339-356.
- Cortese, S., Konofal, E., Bernardina, B. D., Mouren, M. C. & Lecendreux, M. (2009). Sleep disturbances and serum ferritin levels in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, *18*(7), 393-399.
- d'Acremont, M. & Van der Linden, M. (2007). Memory for angry faces, impulsivity, and problematic behavior in adolescence. *J Abnorm Child Psychol*, *35*(2), 313-324.
- D'Argembeau, A. & Van der Linden, M. (2007). Facial expressions of emotion influence memory for facial identity in an automatic way. *Emotion*, *7*(3), 507-515.
- D'Argembeau, A. & Van der Linden, M. (2011). Influence of facial expression on memory for facial identity: effects of visual features or emotional meaning? *Emotion*, *11*(1), 199-202.

- Da Fonseca, D., Seguíer, V., Santos, A., Poinso, F. & Deruelle, C. (2009). Emotion understanding in children with ADHD. *Child Psychiatry Hum Dev*, 40(1), 111-121.
- Debus, G. (2000). Methoden der Emotionserfassung - Sprachliche Methoden. In J. H. Otto & H. Mandl (Eds.), *Emotionspsychologie Ein Handbuch*. Weinheim: Beltz.
- Delmo, C., Weiffenbach, O., Gabriel, M., Stadler, C. & Poustka, F. (2001). *Diagnostisches Interview Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL)* (Vol. 5.). Frankfurt/M.
- Demenescu, L. R., Mathiak, K. A. & Mathiak, K. (2014). Age- and gender-related variations of emotion recognition in pseudowords and faces. *Exp Aging Res*, 40(2), 187-207.
- Dickstein, D. P. & Castellanos, F. X. (2012). Face processing in attention deficit/hyperactivity disorder. *Curr Top Behav Neurosci*, 9, 219-237.
- Diekelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci*, 11(2), 114-126.
- Diekelmann, S., Wilhelm, I. & Born, J. (2009). The whats and whens of sleep-dependent memory consolidation. *Sleep Med Rev*, 13(5), 309-321.
- Dimberg, U. & Petterson, M. (2000). Facial reactions to happy and angry facial expressions: evidence for right hemisphere dominance. *Psychophysiology*, 37(5), 693-696.
- Dolcos, F., LaBar, K. S. & Cabeza, R. (2005). Remembering one year later: role of the amygdala and the medial temporal lobe memory system in retrieving emotional memories. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(7), 2626-2631.
- Döpfner, M., Breuer, D., Wille, N., Erhart, M., Ravens-Sieberer, U. & group, B. s. (2008). How often do children meet ICD-10/DSM-IV criteria of attention deficit/hyperactivity disorder and hyperkinetic disorder? Parent-based prevalence rates in a national sample--results of the BELLA study. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 17 Suppl 1, 59-70.
- Döpfner, M., Frölich, J. & Lehmkuhl, G. (2013). *Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)* (2. ed.). Göttingen [u.a.]: Hogrefe.
- Döpfner, M., Plück, J., Bölte, S., Lenz, K., Melchers, P. & Heim, K. (1998). *Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen; deutsche Bearbeitung der Child Behavior Checklist (CBCL/4-18). Einführung und Anleitung zur Handauswertung mit deutschen Normen* (Vol. 2). Köln: Arbeitsgruppe Kinder-, Jugend- und Familiendiagnostik (KJFD).
- Downs, A. & Smith, T. (2004). Emotional understanding, cooperation, and social behavior in high-functioning children with autism. *J Autism Dev Disord*, 34(6), 625-635.
- Dudai, Y. (2004). The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram? *Annu Rev Psychol*, 55, 51-86.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychol Rev*, 66(3), 183-201.

- Ebner, N. C., Riediger, M. & Lindenberger, U. (2010). FACES--a database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: development and validation. *Behav Res Methods*, 42(1), 351-362.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *J Pers Soc Psychol*, 17(2), 124-129.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1978). Facial action coding system: investigator's guide Part I. *Consulting Psychologist Press, Palo Alt.*
- Ekman, P., Sorenson, E. R. & Friesen, W. V. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science*, 164(3875), 86-88.
- Elia, J., Ambrosini, P. & Berrettini, W. (2008). ADHD characteristics: I. Concurrent co-morbidity patterns in children & adolescents. *Child Adolesc Psychiatry Ment Health*, 2(1), 15.
- Fabiano, G. A., Pelham, W. E., Jr., Coles, E. K., Gnagy, E. M., Chronis-Tuscano, A. & O'Connor, B. C. (2009). A meta-analysis of behavioral treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clin Psychol Rev*, 29(2), 129-140.
- Faraone, S. V. & Biederman, J. (1998). Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 44(10), 951-958.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Jetton, J. G. & Tsuang, M. T. (1997). Attention deficit disorder and conduct disorder: longitudinal evidence for a familial subtype. *Psychol Med*, 27(2), 291-300.
- Faraone, S. V., Biederman, J., Spencer, T. J. & Aleardi, M. (2006). Comparing the efficacy of medications for ADHD using meta-analysis. *MedGenMed*, 8(4), 4.
- Feinberg, I. & Campbell, I. G. (2010). Sleep EEG changes during adolescence: an index of a fundamental brain reorganization. *Brain Cogn*, 72(1), 56-65.
- Fogel, S. M., Smith, C. T. & Cote, K. A. (2007). Dissociable learning-dependent changes in REM and non-REM sleep in declarative and procedural memory systems. *Behav Brain Res*, 180(1), 48-61.
- Frankland, P. W. & Bontempi, B. (2005). The organization of recent and remote memories. *Nat Rev Neurosci*, 6(2), 119-130.
- Fraser, A. & Wray, J. (2008). Oppositional defiant disorder. *Aust Fam Physician*, 37(6), 402-405.
- Gais, S., Plihal, W., Wagner, U. & Born, J. (2000). Early sleep triggers memory for early visual discrimination skills. *Nat Neurosci*, 3(12), 1335-1339.
- Ganelin-Cohen, E. & Ashkenasi, A. (2013). Disordered sleep in pediatric patients with attention deficit hyperactivity disorder: an overview. *Isr Med Assoc J*, 15(11), 705-709.
- Gohier, B., Senior, C., Brittain, P. J., Lounes, N., El-Hage, W., Law, V., Phillips, M. L. & Surguladze, S. A. (2013). Gender differences in the sensitivity to negative stimuli: cross-modal affective priming study. *Eur Psychiatry*, 28(2), 74-80.

- Goldinger, S. D., He, Y. & Papesh, M. H. (2009). Deficits in cross-race face learning: insights from eye movements and pupillometry. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 35(5), 1105-1122.
- Goldinger, S. D. & Papesh, M. H. (2012). Pupil Dilation Reflects the Creation and Retrieval of Memories. *Current Directions in Psychological Science* 21(2), 90-95.
- Grady, C. L., Hongwanishkul, D., Keightley, M., Lee, W. & Hasher, L. (2007). The effect of age on memory for emotional faces. *Neuropsychology*, 21(3), 371-380.
- Green, D. M. & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York [u.a.]: Wiley.
- Groch, S., Wilhelm, I., Diekelmann, S. & Born, J. (2013). The role of REM sleep in the processing of emotional memories: evidence from behavior and event-related potentials. *Neurobiol Learn Mem*, 99, 1-9.
- Gujar, N., McDonald, S. A., Nishida, M. & Walker, M. P. (2011). A role for REM sleep in recalibrating the sensitivity of the human brain to specific emotions. *Cereb Cortex*, 21(1), 115-123.
- Gur, R. C., Sara, R., Hagendoorn, M., Marom, O., Huggert, P., Macy, L., Turner, T., Bajcsy, R., Posner, A. & Gur, R. E. (2002). A method for obtaining 3-dimensional facial expressions and its standardization for use in neurocognitive studies. *J Neurosci Methods*, 115(2), 137-143.
- Guyer, A. E., McClure, E. B., Adler, A. D., Brotman, M. A., Rich, B. A., Kimes, A. S., Pine, D. S., Ernst, M. & Leibenluft, E. (2007). Specificity of facial expression labeling deficits in childhood psychopathology. *J Child Psychol Psychiatry*, 48(9), 863-871.
- Hall, J. K., Hutton, S. B. & Morgan, M. J. (2009). Sex differences in scanning faces: Does attention to the eyes explain female superiority in facial expression recognition? *Cognition and Emotion*, 24(4), 629-637.
- Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends Cogn Sci*, 5(9), 394-400.
- Herpertz, S. C., Mueller, B., Qunaibi, M., Lichterfeld, C., Konrad, K. & Herpertz-Dahlmann, B. (2005). Response to emotional stimuli in boys with conduct disorder. *Am J Psychiatry*, 162(6), 1100-1107.
- Hobson, J. A. (1995). *Sleep*. New York.
- Hobson, J. A. & Pace-Schott, E. F. (2002). The cognitive neuroscience of sleep: neuronal systems, consciousness and learning. *Nat Rev Neurosci*, 3(9), 679-693.
- Hu, P., Stylos-Allan, M. & Walker, M. P. (2006). Sleep facilitates consolidation of emotional declarative memory. *Psychol Sci*, 17(10), 891-898.
- Huh, Y., Choi, I., Song, M., Kim, S., Hong, S. D. & Joung, Y. (2011). A comparison of comorbidity and psychological outcomes in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry Investig*, 8(2), 95-101.

- Humphreys, K. L. & Lee, S. S. (2011). Risk Taking and Sensitivity to Punishment in Children with ADHD, ODD, ADHD+ODD, and Controls. *J Psychopathol Behav Assess*, 33(3), 299-307.
- Hussain, Z., Sekuler, A. B. & Bennett, P. J. (2008). Robust perceptual learning of faces in the absence of sleep. *Vision Res*, 48(28), 2785-2792.
- Ichikawa, H., Nakato, E., Kanazawa, S., Shimamura, K., Sakuta, Y., Sakuta, R., Yamaguchi, M. K. & Kakigi, R. (2014). Hemodynamic response of children with attention-deficit and hyperactive disorder (ADHD) to emotional facial expressions. *Neuropsychologia*, 63, 51-58.
- Izard, C. (1971). *The face of emotion*. East Norwalk, CT: Appleton-Century-Crofts.
- Jain, M., Palacio, L. G., Castellanos, F. X., Palacio, J. D., Pineda, D., Restrepo, M. I., Munoz, J. F., Lopera, F., Wallis, D., Berg, K., Bailey-Wilson, J. E., Arcos-Burgos, M. & Muenke, M. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid disruptive behavior disorders: evidence of pleiotropy and new susceptibility loci. *Biol Psychiatry*, 61(12), 1329-1339.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10(2), 370-375.
- Jerotskaja, J., Uhlin, F., Lauri, K., Tanner, R., Luman, M. & Fridolin, I. (2009). A multicentre study of an enhanced optical method for measuring concentration of uric acid removed during dialysis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2009, 1477-1480.
- Johansson, M., Mecklinger, A. & Treese, A. C. (2004). Recognition memory for emotional and neutral faces: an event-related potential study. *J Cogn Neurosci*, 16(10), 1840-1853.
- Johnston, P. J., Katsikitis, M. & Carr, V. J. (2001). A generalised deficit can account for problems in facial emotion recognition in schizophrenia. *Biol Psychol*, 58(3), 203-227.
- Jones, A. P., Laurens, K. R., Herba, C. M., Barker, G. J. & Viding, E. (2009). Amygdala hypoactivity to fearful faces in boys with conduct problems and callous-unemotional traits. *Am J Psychiatry*, 166(1), 95-102.
- Kadesjo, B. & Gillberg, C. (2001). The comorbidity of ADHD in the general population of Swedish school-age children. *J Child Psychol Psychiatry*, 42(4), 487-492.
- Kahneman, D. (1966). Time-intensity reciprocity in acuity as a function of luminance and figure-ground contrast. *Vision Res*, 6(3), 207-215.
- Kahneman, D. & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.
- Kaplan, B. J., Dewey, D., Crawford, S. G. & Fisher, G. C. (1998). Deficits in long-term memory are not characteristic of ADHD. Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *J Clin Exp Neuropsychol*, 20(4), 518-528.

- Kara, K., Karaman, D., Erdem, U., Congologlu, M. A., Durukan, I. & Ilhan, A. (2013). Investigation of autonomic nervous system functions by pupillometry in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *BCP*, 23(1), 49-56.
- Kats-Gold, I., Besser, A. & Priel, B. (2007). The role of simple emotion recognition skills among school aged boys at risk of ADHD. *J Abnorm Child Psychol*, 35(3), 363-378.
- Kaufmann, J. M. & Schweinberger, S. R. (2004). Expression influences the recognition of familiar faces. *Perception*, 33(4), 399-408.
- Keightley, M. L., Chiew, K. S., Anderson, J. A. & Grady, C. L. (2011). Neural correlates of recognition memory for emotional faces and scenes. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 6(1), 24-37.
- Kensinger, E. A. & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: distinct neural processes for valence and arousal. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 101(9), 3310-3315.
- Kensinger, E. A. & Schacter, D. L. (2008). Memory and Emotion. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones & L. Feldman Barret (Eds.), *Handbook of Emotions* (3. ed., pp. 601-617). New York London: The Guilford Press.
- Kibby, M. Y. & Cohen, M. J. (2008). Memory functioning in children with reading disabilities and/or attention deficit/hyperactivity disorder: a clinical investigation of their working memory and long-term memory functioning. *Child Neuropsychol*, 14(6), 525-546.
- Kim, H. W., Cho, S. C., Kim, B. N., Kim, J. W., Shin, M. S. & Yeo, J. Y. (2010). Does oppositional defiant disorder have temperament and psychopathological profiles independent of attention deficit/hyperactivity disorder? *Compr Psychiatry*, 51(4), 412-418.
- Kinzler, K. D. & Shutts, K. (2008). Memory for "mean" over "nice": the influence of threat on children's face memory. *Cognition*, 107(2), 775-783.
- Köchel, A., Leutgeb, V. & Schienle, A. (2014). Disrupted response inhibition toward facial anger cues in children with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): an event-related potential study. *J Child Neurol*, 29(4), 459-468.
- Kopasz, M., Loessl, B., Hornyak, M., Riemann, D., Nissen, C., Piosczyk, H. & Voderholzer, U. (2010). Sleep and memory in healthy children and adolescents - a critical review. *Sleep Med Rev*, 14(3), 167-177.
- Kowler, E. (2011). Eye movements: the past 25 years. *Vision Res*, 51(13), 1457-1483.
- Krauel, K., Duzel, E., Hinrichs, H., Rellum, T., Santel, S. & Baving, L. (2009). Emotional memory in ADHD patients with and without comorbid ODD/CD. *J Neural Transm*, 116(1), 117-120.
- Kret, M. E., Roelofs, K., Stekelenburg, J. J. & de Gelder, B. (2013). Emotional signals from faces, bodies and scenes influence observers' face expressions, fixations and pupil-size. *Front Hum Neurosci*, 7, 810.
- Kurth, S., Ringli, M., Geiger, A., LeBourgeois, M., Jenni, O. G. & Huber, R. (2010). Mapping of cortical activity in the first two decades of life: a high-

- density sleep electroencephalogram study. *J Neurosci*, 30(40), 13211-13219.
- Kurth, S., Ringli, M., Lebourgeois, M. K., Geiger, A., Buchmann, A., Jenni, O. G. & Huber, R. (2012). Mapping the electrophysiological marker of sleep depth reveals skill maturation in children and adolescents. *Neuroimage*, 63(2), 959-965.
- LaBar, K. S. & Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nat Rev Neurosci*, 7(1), 54-64.
- Lahey, B. B., Loeber, R., Burke, J. & Rathouz, P. J. (2002). Adolescent outcomes of childhood conduct disorder among clinic-referred boys: predictors of improvement. *J Abnorm Child Psychol*, 30(4), 333-348.
- Lander, K. & Metcalfe, S. (2007). The influence of positive and negative facial expressions on face familiarity. *Memory*, 15(1), 63-69.
- Lara-Carrasco, J., Nielsen, T. A., Solomonova, E., Levrier, K. & Popova, A. (2009). Overnight emotional adaptation to negative stimuli is altered by REM sleep deprivation and is correlated with intervening dream emotions. *J Sleep Res*, 18(2), 178-187.
- Lee, N. C., Krabbendam, L., White, T. P., Meeter, M., Banaschewski, T., Barker, G. J., Bokde, A. L., Buchel, C., Conrod, P., Flor, H., Frouin, V., Heinz, A., Garavan, H., Gowland, P., Ittermann, B., Mann, K., Paillere Martinot, M. L., Nees, F., Paus, T., Pausova, Z., Rietschel, M., Robbins, T., Fauth-Buhler, M., Smolka, M. N., Gallinat, J., Schumann, G. & Shergill, S. S. (2013). Do you see what I see? Sex differences in the discrimination of facial emotions during adolescence. *Emotion*, 13(6), 1030-1040.
- Lewis, M. (Ed.). (2008). *Handbook of emotions* (3. ed. ed.). New York [u.a.]: Guilford Press.
- Lewis, P. A., Cairney, S., Manning, L. & Critchley, H. D. (2011). The impact of overnight consolidation upon memory for emotional and neutral encoding contexts. *Neuropsychologia*, 49(9), 2619-2629.
- Liu, C. H., Chen, W. & Ward, J. (2014). Remembering faces with emotional expressions. *Front Psychol*, 5, 1439.
- Loeber, R., Burke, J. D. & Lahey, B. B. (2002). What are adolescent antecedents to antisocial personality disorder? *Crim Behav Ment Health*, 12(1), 24-36.
- Luman, M., Oosterlaan, J. & Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: a review and theoretical appraisal. *Clin Psychol Rev*, 25(2), 183-213.
- Luman, M., Sergeant, J. A., Knol, D. L. & Oosterlaan, J. (2010). Impaired decision making in oppositional defiant disorder related to altered psychophysiological responses to reinforcement. *Biol Psychiatry*, 68(4), 337-344.
- Luman, M., Van Meel, C. S., Oosterlaan, J., Sergeant, J. A. & Geurts, H. M. (2009). Does reward frequency or magnitude drive reinforcement-learning in attention-deficit/hyperactivity disorder? *Psychiatry Res*, 168(3), 222-229.

- Lundqvist, D., Flykt, A. & Öhman, A. (1998). Karolinska directed emotional faces (KDEF). *Karolinska Institutet, Stockholm*.
- Mao, A. R. & Findling, R. L. (2014). Comorbidities in adult attention-deficit/hyperactivity disorder: a practical guide to diagnosis in primary care. *Postgrad Med, 126*(5), 42-51.
- Marsh, A. A., Finger, E. C., Mitchell, D. G., Reid, M. E., Sims, C., Kosson, D. S., Towbin, K. E., Leibenluft, E., Pine, D. S. & Blair, R. J. (2008). Reduced amygdala response to fearful expressions in children and adolescents with callous-unemotional traits and disruptive behavior disorders. *Am J Psychiatry, 165*(6), 712-720.
- Marsh, P. J., Lazzaro, I., Manor, B.R., H., A.W.F., Williams, L. M., Gordon, E. & Davidson, D. (2000). Facial expressions of emotion and visual scanpaths in attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and first-episode psychosis (FEP). [Abstract] *Schizophrenia Research, 41*, 288.
- Marsh, P. J. & Williams, L. M. (2006). ADHD and schizophrenia phenomenology: visual scanpaths to emotional faces as a potential psychophysiological marker? *Neurosci Biobehav Rev, 30*(5), 651-665.
- Marshall, L., Helgadottir, H., Molle, M. & Born, J. (2006). Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory. *Nature, 444*(7119), 610-613.
- Masi, G., Milone, A., Pisano, S., Lenzi, F., Muratori, P., Gemo, I., Bianchi, L., Mazzone, L., Postorino, V., Sanges, V., Williams, R. & Vicari, S. (2014). Emotional reactivity in referred youth with disruptive behavior disorders: the role of the callous-unemotional traits. *Psychiatry Res, 220*(1-2), 426-432.
- Matthews, M., Nigg, J. T. & Fair, D. A. (2014). Attention deficit hyperactivity disorder. *Curr Top Behav Neurosci, 16*, 235-266.
- McKay, K. E. & Halperin, J. M. (2001). ADHD, aggression, and antisocial behavior across the lifespan. Interactions with neurochemical and cognitive function. *Ann N Y Acad Sci, 931*, 84-96.
- McManis, M. H., Bradley, M. M., Berg, W. K., Cuthbert, B. N. & Lang, P. J. (2001). Emotional reactions in children: verbal, physiological, and behavioral responses to affective pictures. *Psychophysiology, 38*(2), 222-231.
- Mickley Steinmetz, K. R., Addis, D. R. & Kensinger, E. A. (2010). The effect of arousal on the emotional memory network depends on valence. *Neuroimage, 53*(1), 318-324.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review, 63*, 81-97.
- Millichap, J. G. (2008). Etiologic classification of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics, 121*(2), e358-365.
- Minear, M. & Park, D. C. (2004). A lifespan database of adult facial stimuli. *Behav Res Methods Instrum Comput, 36*(4), 630-633.
- Minkel, J., Htaik, O., Banks, S. & Dinges, D. (2011). Emotional expressiveness in sleep-deprived healthy adults. *Behav Sleep Med, 9*(1), 5-14.

- Minkel, J. D., Banks, S., Htaik, O., Moreta, M. C., Jones, C. W., McGlinchey, E. L., Simpson, N. S. & Dinges, D. F. (2012). Sleep deprivation and stressors: evidence for elevated negative affect in response to mild stressors when sleep deprived. *Emotion*, 12(5), 1015-1020.
- Mograss, M. A., Guillem, F. & Stickgold, R. (2010). Individual differences in face recognition memory: comparison among habitual short, average, and long sleepers. *Behav Brain Res*, 208(2), 576-583.
- Mölle, M. & Born, J. (2011). Slow oscillations orchestrating fast oscillations and memory consolidation. *Prog Brain Res*, 193, 93-110.
- Mondloch, C. J., Geldart, S., Maurer, D. & Le Grand, R. (2003). Developmental changes in face processing skills. *J Exp Child Psychol*, 86(1), 67-84.
- Montefinese, M., Ambrosini, E., Fairfield, B. & Mammarella, N. (2013). The "subjective" pupil old/new effect: is the truth plain to see? *Int J Psychophysiol*, 89(1), 48-56.
- Muir-Broaddus, J. E., Rosenstein, L. D., Medina, D. E. & Soderberg, C. (2002). Neuropsychological test performance of children with ADHD relative to test norms and parent behavioral ratings. *Arch Clin Neuropsychol*, 17(7), 671-689.
- Nelson, E. E., McClure, E. B., Monk, C. S., Zarahn, E., Leibenluft, E., Pine, D. S. & Ernst, M. (2003). Developmental differences in neuronal engagement during implicit encoding of emotional faces: an event-related fMRI study. *J Child Psychol Psychiatry*, 44(7), 1015-1024.
- Nigg, J. T., Willcutt, E. G., Doyle, A. E. & Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal heterogeneity in attention-deficit/hyperactivity disorder: do we need neuropsychologically impaired subtypes? *Biol Psychiatry*, 57(11), 1224-1230.
- Nishida, M., Pearsall, J., Buckner, R. L. & Walker, M. P. (2009). REM sleep, prefrontal theta, and the consolidation of human emotional memory. *Cereb Cortex*, 19(5), 1158-1166.
- Nock, M. K., Kazdin, A. E., Hiripi, E. & Kessler, R. C. (2007). Lifetime prevalence, correlates, and persistence of oppositional defiant disorder: results from the National Comorbidity Survey Replication. *J Child Psychol Psychiatry*, 48(7), 703-713.
- Ohayon, M. M., Carskadon, M. A., Guilleminault, C. & Vitiello, M. V. (2004). Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep*, 27(7), 1255-1273.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Otero, S. C., Weekes, B. S. & Hutton, S. B. (2011). Pupil size changes during recognition memory. *Psychophysiology*, 48(10), 1346-1353.
- Papez, J. W. (1995). A proposed mechanism of emotion. 1937. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 7(1), 103-112.

- Payne, J. D. & Kensinger, E. A. (2011). Sleep leads to changes in the emotional memory trace: evidence from fMRI. *J Cogn Neurosci*, 23(6), 1285-1297.
- Pelc, K., Kornreich, C., Foisy, M. L. & Dan, B. (2006). Recognition of emotional facial expressions in attention-deficit hyperactivity disorder. *Pediatr Neurol*, 35(2), 93-97.
- Pelham, W. E., Jr. & Fabiano, G. A. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Child Adolesc Psychol*, 37(1), 184-214.
- Pinabiaux, C., Hertz-Pannier, L., Chiron, C., Rodrigo, S., Jambaque, I. & Noulhiane, M. (2013). Memory for fearful faces across development: specialization of amygdala nuclei and medial temporal lobe structures. *Front Hum Neurosci*, 7, 901.
- Pine, D. S., Lissek, S., Klein, R. G., Mannuzza, S., Moulton, J. L., 3rd, Guardino, M. & Woldehawariat, G. (2004). Face-memory and emotion: associations with major depression in children and adolescents. *J Child Psychol Psychiatry*, 45(7), 1199-1208.
- Plomp, E., Van Engeland, H. & Durston, S. (2009). Understanding genes, environment and their interaction in attention-deficit hyperactivity disorder: is there a role for neuroimaging? *Neuroscience*, 164(1), 230-240.
- Prehn-Kristensen, A., Goder, R., Chirobeja, S., Bressmann, I., Ferstl, R. & Baving, L. (2009). Sleep in children enhances preferentially emotional declarative but not procedural memories. *J Exp Child Psychol*, 104(1), 132-139.
- Prehn-Kristensen, A., Goder, R., Fischer, J., Wilhelm, I., Seeck-Hirschner, M., Aldenhoff, J. & Baving, L. (2011). Reduced sleep-associated consolidation of declarative memory in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Sleep Med*, 12(7), 672-679.
- Prehn-Kristensen, A., Munz, M., Goder, R., Wilhelm, I., Korr, K., Vahl, W., Wiesner, C. D. & 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.
- 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.
- Prehn, K., Heekeren, H. R. & van der Meer, E. (2011). Influence of affective significance on different levels of processing using pupil dilation in an analogical reasoning task. *Int J Psychophysiol*, 79(2), 236-243.
- Rapport, L. J., Friedman, S. R., Tzelepis, A. & Van Voorhis, A. (2002). Experienced emotion and affect recognition in adult attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 16(1), 102-110.
- Rasch, B. & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiol Rev*, 93(2), 681-766.

- 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.
- Rhodes, S. M., Coghill, D. R. & Matthews, K. (2005). Neuropsychological functioning in stimulant-naive boys with hyperkinetic disorder. *Psychol Med*, 35(8), 1109-1120.
- Ridout, N., Astell, A. J., Reid, I. C., Glen, T. & O'Carroll, R. E. (2003). Memory bias for emotional facial expressions in major depression. *Cognition & Emotion*, 17(1), 101-122.
- 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.
- Roh, Y., Vali, H., Phelps, T. J. & Moon, J. W. (2006). Extracellular synthesis of magnetite and metal-substituted magnetite nanoparticles. *J Nanosci Nanotechnol*, 6(11), 3517-3520.
- Sadeh, A., Gruber, R. & Raviv, A. (2002). Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school-age children. *Child Dev*, 73(2), 405-417.
- Sarter, M. & Markowitsch, H. J. (1985). Involvement of the amygdala in learning and memory: a critical review, with emphasis on anatomical relations. *Behav Neurosci*, 99(2), 342-380.
- 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.
- Schandry, R. (1996). *Lehrbuch Psychophysiologie. Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens* (3. korr. ed.). Weinheim: Beltz.
- Schlarb, A. (2011). CSHQ-DE. Screening-Fragebogen zu Schlafstörungen im Kindesalter. In C. Barkmann, M. Schulte-Markwort & E. Brähler (Eds.), *Klinisch-psychiatrische Ratingskalen für das Kindes- und Jugendalter* (pp. 128-132). Göttingen: Hogrefe.
- Schmidt-Atzert, L. (2013). Emotionen, dimensionale Modelle. In M. A. Wirtz (Ed.), *Dorsch – Lexikon der Psychologie* (Vol. 16). Bern: Hans Huber.
- Schurgin, M. W., Nelson, J., Iida, S., Ohira, H., Chiao, J. Y. & Franconeri, S. L. (2014). Eye movements during emotion recognition in faces. *J Vis*, 14(13), 14.
- 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(4), 267-274.
- Sebastian, C. L., McCrory, E. J., Dadds, M. R., Cecil, C. A., Lockwood, P. L., Hyde, Z. H., De Brito, S. A. & Viding, E. (2014). Neural responses to fearful

- eyes in children with conduct problems and varying levels of callous-unemotional traits. *Psychol Med*, 44(1), 99-109.
- Shapiro, E. G., Hughes, S. J., August, G. J. & Bloomquist, M. L. (1993). Processing of emotional information in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 9(3-4), 207-224.
- Sharp, C., van Goozen, S. & Goodyer, I. (2006). Children's subjective emotional reactivity to affective pictures: gender differences and their antisocial correlates in an unselected sample of 7-11-year-olds. *J Child Psychol Psychiatry*, 47(2), 143-150.
- Shaw, P., Stringaris, A., Nigg, J. & Leibenluft, E. (2014). Emotion dysregulation in attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry*, 171(3), 276-293.
- Shin, D. W., Lee, S. J., Kim, B. J., Park, Y. & Lim, S. W. (2008). Visual attention deficits contribute to impaired facial emotion recognition in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropediatrics*, 39(6), 323-327.
- Silk, J. S., Dahl, R. E., Ryan, N. D., Forbes, E. E., Axelson, D. A., Birmaher, B. & Siegle, G. J. (2007). Pupillary reactivity to emotional information in child and adolescent depression: links to clinical and ecological measures. *Am J Psychiatry*, 164(12), 1873-1880.
- Silk, J. S., Siegle, G. J., Whalen, D. J., Ostapenko, L. J., Ladouceur, C. D. & Dahl, R. E. (2009). Pubertal changes in emotional information processing: pupillary, behavioral, and subjective evidence during emotional word identification. *Dev Psychopathol*, 21(1), 7-26.
- Simon, V., Czobor, P., Balint, S., Meszaros, A. & Bitter, I. (2009). Prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis. *Br J Psychiatry*, 194(3), 204-211.
- Singh, S. D., Ellis, C. R., Winton, A. S., Singh, N. N., Leung, J. P. & Oswald, D. P. (1998). Recognition of facial expressions of emotion by children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Behav Modif*, 22(2), 128-142.
- Sinzig, J., Morsch, D. & Lehmkuhl, G. (2008). Do hyperactivity, impulsivity and inattention have an impact on the ability of facial affect recognition in children with autism and ADHD? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 17(2), 63-72.
- Sjöwall, D., Roth, L., Lindqvist, S. & Thorell, L. B. (2013). Multiple deficits in ADHD: executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits. *J Child Psychol Psychiatry*, 54(6), 619-627.
- Skodzik, T., Holling, H. & Pedersen, A. (2013). Long-Term Memory Performance in Adult ADHD: A Meta-Analysis. *J Atten Disord*.
- Smidt, J., Heiser, P., Dempfle, A., Konrad, K., Hemminger, U., Kathofer, A., Halbach, A., Strub, J., Grabarkiewicz, J., Kiefl, H., Linder, M., Knolker, U., Warnke, A., Remschmidt, H., Herpertz-Dahlmann, B. & Hebebrand, J. (2003). [Formal genetic findings in attention-deficit/hyperactivity-disorder]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 71(7), 366-377.
- Solanto, M. V. (2002). Dopamine dysfunction in AD/HD: integrating clinical and basic neuroscience research. *Behav Brain Res*, 130(1-2), 65-71.

- Sonuga-Barke, E. J. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD--a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behav Brain Res*, 130(1-2), 29-36.
- Sonuga-Barke, E. J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder: from common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biol Psychiatry*, 57(11), 1231-1238.
- Spencer-Smith, J., Wild, H., Innes-Ker, A. H., Townsend, J., Duffy, C., Edwards, C., Ervin, K., Merritt, N. & Paik, J. W. (2001). Making faces: creating three-dimensional parameterized models of facial expression. *Behav Res Methods Instrum Comput*, 33(2), 115-123.
- Spencer, T. J., Biederman, J. & Mick, E. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder: diagnosis, lifespan, comorbidities, and neurobiology. *J Pediatr Psychol*, 32(6), 631-642.
- Sprich, S., Biederman, J., Crawford, M. H., Mundy, E. & Faraone, S. V. (2000). Adoptive and biological families of children and adolescents with ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 39(11), 1432-1437.
- Spruyt, K. & Gozal, D. (2011). Sleep disturbances in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Expert Rev Neurother*, 11(4), 565-577.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiol Learn Mem*, 82(3), 171-177.
- Squire, L. R. & Zola-Morgan, S. (1988). Memory: brain systems and behavior. *Trends Neurosci*, 11(4), 170-175.
- Squire, L. R. & Zola-Morgan, S. (1991). The medial temporal lobe memory system. *Science*, 253(5026), 1380-1386.
- Stephan, W., Stephan, C. W. & de Vargas, M. C. (1996). Emotional expression in Costa Rica and the United States. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 27, 147-160.
- Sterpenich, V., Albouy, G., Boly, M., Vandewalle, G., Darsaud, A., Balteau, E., Dang-Vu, T. T., Desseilles, M., D'Argembeau, A., Gais, S., Rauchs, G., Schabus, M., Degueldre, C., Luxen, A., Collette, F. & Maquet, P. (2007). Sleep-related hippocampo-cortical interplay during emotional memory recollection. *PLoS Biol*, 5(11), e282.
- Stickgold, R. (2006). Neuroscience: a memory boost while you sleep. *Nature*, 444(7119), 559-560.
- Tamietto, M., Castelli, L., Vighetti, S., Perozzo, P., Geminiani, G., Weiskrantz, L. & de Gelder, B. (2009). Unseen facial and bodily expressions trigger fast emotional reactions. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106(42), 17661-17666.
- Tamm, L., Narad, M. E., Antonini, T. N., O'Brien, K. M., Hawk, L. W., Jr. & Epstein, J. N. (2012). Reaction time variability in ADHD: a review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 500-508.
- Thapar, A., Harrington, R. & McGuffin, P. (2001). Examining the comorbidity of ADHD-related behaviours and conduct problems using a twin study design. *Br J Psychiatry*, 179, 224-229.

- Tononi, G. & Cirelli, C. (2006). Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Med Rev*, 10(1), 49-62.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., Marcus, D. J., Westerlund, A., Casey, B. J. & Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: judgments from untrained research participants. *Psychiatry Res*, 168(3), 242-249.
- van der Helm, E., Gujar, N. & Walker, M. P. (2010). Sleep deprivation impairs the accurate recognition of human emotions. *Sleep*, 33(3), 335-342.
- van Steenbergen, H., Band, G. P. & Hommel, B. (2011). Threat but not arousal narrows attention: evidence from pupil dilation and saccade control. *Front Psychol*, 2, 281.
- Vandekerckhove, M. & Cluydts, R. (2010). The emotional brain and sleep: an intimate relationship. *Sleep Med Rev*, 14(4), 219-226.
- Vö, M. L., Jacobs, A. M., Kuchinke, L., Hofmann, M., Conrad, M., Schacht, A. & Hutzler, F. (2008). The coupling of emotion and cognition in the eye: introducing the pupil old/new effect. *Psychophysiology*, 45(1), 130-140.
- von Salisch, M. (2008). Emotionale Entwicklung. In B. Herpertz-Dahlmann, F. Resch, M. J. Schulte-Markwort & A. Warnke (Eds.), *Entwicklungspsychiatrie. Biopsychologische Grundlagen und die Entwicklung psychischer Störungen* (2., vollst. überarb. und erw. ed., pp. 195-207). Stuttgart [u.a.]: Schattauer.
- Wagner, U., Fischer, S. & Born, J. (2002). Changes in emotional responses to aversive pictures across periods rich in slow-wave sleep versus rapid eye movement sleep. *Psychosom Med*, 64(4), 627-634.
- Wagner, U., Gais, S. & Born, J. (2001). Emotional memory formation is enhanced across sleep intervals with high amounts of rapid eye movement sleep. *Learn Mem*, 8(2), 112-119.
- Wagner, U., Hallschmid, M., Rasch, B. & Born, J. (2006). Brief sleep after learning keeps emotional memories alive for years. *Biol Psychiatry*, 60(7), 788-790.
- Wagner, U., Hallschmid, M., Verleger, R. & Born, J. (2003). Signs of REM sleep dependent enhancement of implicit face memory: a repetition priming study. *Biol Psychol*, 62(3), 197-210.
- Wagner, U., Kashyap, N., Diekelmann, S. & Born, J. (2007). The impact of post-learning sleep vs. wakefulness on recognition memory for faces with different facial expressions. *Neurobiol Learn Mem*, 87(4), 679-687.
- Waldman, I. D. & Gizer, I. R. (2006). The genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *Clin Psychol Rev*, 26(4), 396-432.
- Walker, M. P. (2010). Sleep, memory and emotion. *Prog Brain Res*, 185, 49-68.
- Walker, M. P. & van der Helm, E. (2009). Overnight therapy? The role of sleep in emotional brain processing. *Psychol Bull*, 135(5), 731-748.
- Wallis, D., Russell, H. F. & Muenke, M. (2008). Review: Genetics of attention deficit/hyperactivity disorder. *J Pediatr Psychol*, 33(10), 1085-1099.

- Wang, B. (2013). Facial expression influences recognition memory for faces: robust enhancement effect of fearful expression. *Memory*, 21(3), 301-314.
- Wankerl, B., Hauser, J., Makulska-Gertruda, E., Reissmann, A., Sontag, T. A., Tucha, O. & Lange, K. W. (2014). [Neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder]. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 82(1), 9-29.
- Watzlawik, M. (2009). Die Erfassung des Pubertätsstatus anhand der Pubertal Development Scale. *Diagnosica*, 55(1), 55-65.
- Weidlich, S. & Lamberti, G. (2001). *DCS-Diagnosticum für Cerebralschädigung*: Verlag Hans Huber.
- Weiß, R. (2006). *CFT 20-R. Grundintelligenztest Skala 2. Manual*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Wender, P. H., Wolf, L. E. & Wasserstein, J. (2001). Adults with ADHD. An overview. *Ann N Y Acad Sci*, 931, 1-16.
- Werner, G. G., Schabus, M., Blechert, J., Kolodyazhniy, V. & Wilhelm, F. H. (2015). Pre- to postsleep change in psychophysiological reactivity to emotional films: Late-night REM sleep is associated with attenuated emotional processing. *Psychophysiology*.
- Wiater, A. & Lehmkuhl, G. (2011). *Handbuch des Kinderschlafs: Grundlagen, Diagnostik und Therapie organischer und nicht organischer Schlafstörungen*. Stuttgart: Schattauer.
- Wiesner, C. D. (unveröffentlicht). ppal 1.07.
- Wilens, T. E., Biederman, J., Brown, S., Tanguay, S., Monuteaux, M. C., Blake, C. & Spencer, T. J. (2002). Psychiatric comorbidity and functioning in clinically referred preschool children and school-age youths with ADHD. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 41(3), 262-268.
- 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.
- Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A. & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation--what can be learnt from children? *Neurosci Biobehav Rev*, 36(7), 1718-1728.
- Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V. & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Biol Psychiatry*, 57(11), 1336-1346.
- Williams, L. M., Hermens, D. F., Palmer, D., Kohn, M., Clarke, S., Keage, H., Clark, C. R. & Gordon, E. (2008). Misinterpreting emotional expressions in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for a neural marker and stimulant effects. *Biol Psychiatry*, 63(10), 917-926.
- World Health Organisation. (1993). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen (ICD-10)*. Bern Göttingen Toronto (usw.): Huber.

- Yuill, N. & Lyon, J. (2007). Selective difficulty in recognising facial expressions of emotion in boys with ADHD. General performance impairments or specific problems in social cognition? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 16(6), 398-404.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (1993). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*.
- Zimmermann, P., Gordan, M. & Fimm, B. (2002). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder (KITAP)*.
- Zolovska, B. & Shatkin, J. P. (2013). Key Differences in Pediatric versus Adult Sleep. In C. A. Kushida (Ed.), *Encyclopedia of Sleep* (pp. 573-578). Waltham: Academic Press.

9 Anhang

9.1 Telefon-Checkliste

Telefon-Checkliste EmoFace-Studie – Studie 9	Datum	Vp-Nr. (Bleistift)
Patient <input type="checkbox"/> Kontrolle <input type="checkbox"/>		
Kontakt durch: _____ Name Kind: _____		
Name Eltern: _____ Tel. privat: _____ / _____		
Adresse: _____ weitere Tel: _____		
_____ E-Mail: _____		
Geb.-Datum: _____ Alter: _____ (9 – 11 Jahre) Händigkeit: <input type="checkbox"/> li. <input type="checkbox"/> beid. <input type="checkbox"/> re.		
Schulart: <input type="checkbox"/> Gym. <input type="checkbox"/> Real. <input type="checkbox"/> Haupt. <input type="checkbox"/> Grund. <input type="checkbox"/> Ges. <input type="checkbox"/> Sond.. Kl. ____ Leistungen (Ø Zeugnis): _____ *		
Leistungsprobleme: <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein <small>(LRS abfragen wg. CFT-20)</small>		
Soz./emot. Probleme: <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein <small>(Verhaltensauffälligkeiten, psychische Auffälligkeiten/Störungen, traumatische Erlebnisse)</small>		
Vorheriger Kontakt zur Beratungsstelle <input type="checkbox"/> ja beschreibe: _____ <input type="checkbox"/> nein <small>(Kinder-/ Jugendpsychiater/ Schulpsychologen/Erziehungsberatung)</small>		
Symptome/Diagnose: _____ <small>(Suizidalität, Borderline, Asperger)</small>	Geburtsgewicht**:	_____ <small>(Ausschluss < 1500gr)</small>
Ist das Kind gesund?		
Akute Erkrankungen <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein		
Chronische Erkrankungen? <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein <small>(neurologisch: Kopfverletzungen, Gehirnerschütterung/bewusstlos ?, Hirntumor, Wahrnehmungsstörungen; hormonell: Schilddrüse, Diabetes; immunologisch: Allergien) Cortisonhaltige Präparate, Antihistaminika</small>		
Zurzeit Medikamente/ Drogen ? <input type="checkbox"/> nein		
<input type="checkbox"/> ja Name? _____ warum? _____ seit wann? _____		
Name? _____ warum? _____ seit wann? _____		
Schlafprobleme: <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein <small>(letzte 2 Wo.: Einschlaf-, Durchschlafstörungen, vorzeitiges Erwachen, unregelmäßiger Schlaf-Wach-Rhythmus, Tagesschläfrigkeit; organische Schlafstörungen: Restless-Legs, Bettnässen, Atemaussetzer, Schnarchen/Schlaf-Apnoe)</small>		
Schlafgewohnheiten? Aufstehen _____ Uhr Einschlafen _____ Uhr regelm. Mittagsschlaf? _____ Uhr <small>(mind. 2x/ Woche)</small>		
Benötigt Brille? *** <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
sonstige Einschränkungen/ Behinderungen? <input type="checkbox"/> ja welche? _____ <input type="checkbox"/> nein		
Wenn keine Teilnahme: dürfen wir bei der nächsten Studie wieder anrufen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein _____		
Infomaterial: per Post <input type="checkbox"/> per Email <input type="checkbox"/> (Adressen überprüfen)		
Bemerkungen:		<i>*Kopie od. Original d. Zeugnis mitbringen **U-Heft mitbringen *** Brille/ Kontaktlinsen mitbringen</i>

9.2 Nächtebuch

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



Mein „Nächtebuch“

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

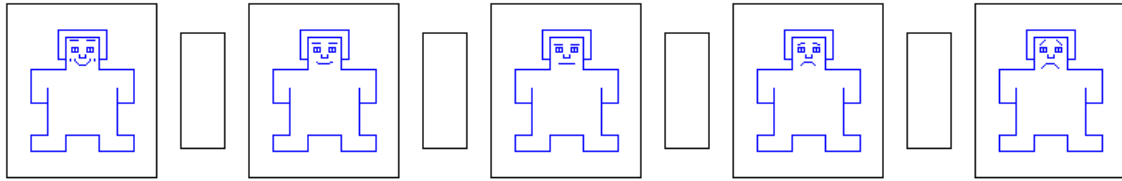
Aus diesem Grund bitten wir Dich, folgende Fragen zu beantworten.

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

Vor dem Schlafengehen

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

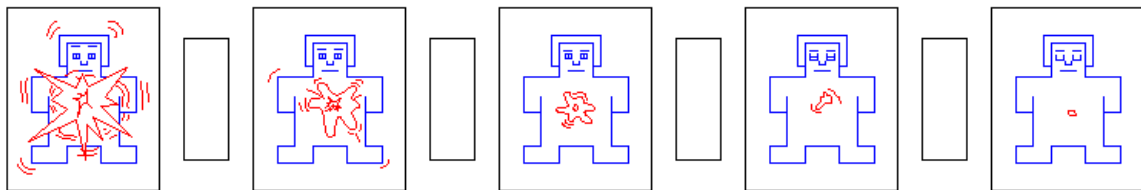
Die erste Reihe ist die **glücklich vs. unglücklich Skala**.



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

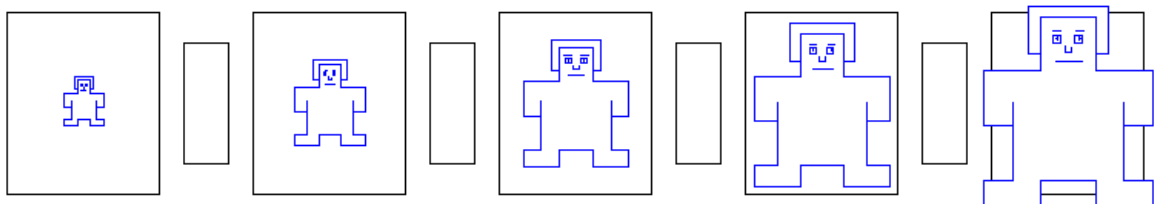
Die Figuren erlauben Dir auch dazwischen liegende Gefühlszustände darzustellen, indem Du ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzt. Falls Deiner Beurteilung nach Dein Gefühlszustand *zwischen* zwei der Bilder fällt, dann setze ein „X“ zwischen die Figuren.

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



Hier kannst Du angeben, wie **erregt** oder **ruhig** Du Dich fühlst. Wenn Du Dich **völlig an-geregt, 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.

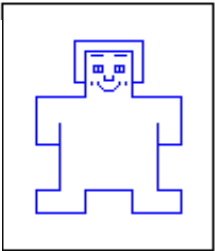
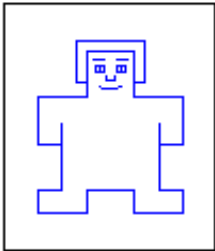
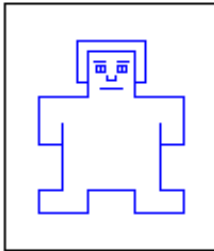
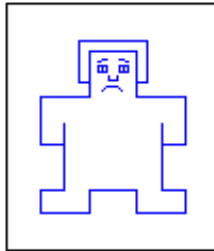
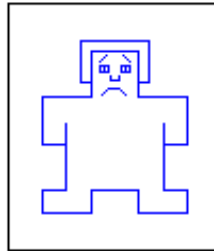
Die letzte Reihe ist die **fremdbestimmt/unterlegen vs. selbstbestimmt/dominant Skala**.



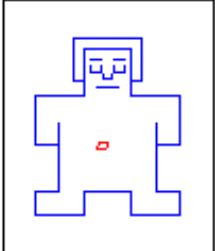
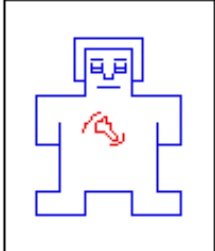
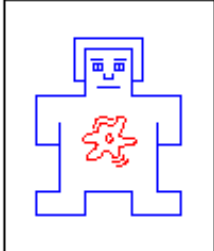
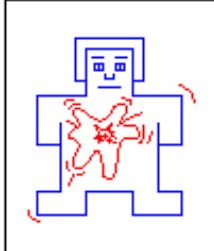
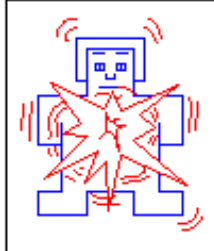
Fühlst Du Dich **völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen**, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Wenn Du Dich hingegen **völlig ein-flussreich, alles unter Kontrolle habend, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant oder autonom** fühlst, dann setze ein „X“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

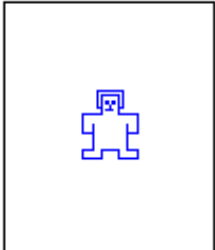
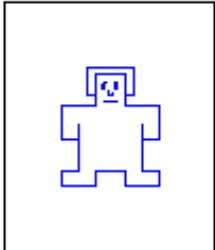
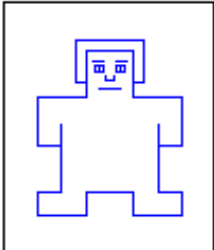
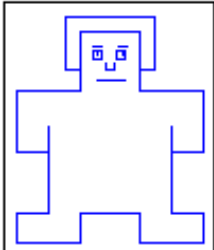
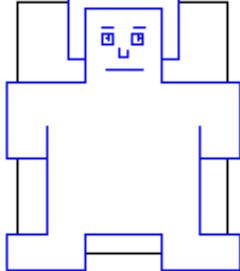
Hast Du alles verstanden?

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

<p>völlig glücklich erfreut zufrieden optimistisch</p>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<p>völlig unglücklich genervt unzufrieden traurig verzweifelt</p>
---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	--

Neutral

<p>völlig entspannt ruhig schwerfällig träge schläfrig unerregt</p>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<p>völlig angeregt rasend nervös hellwach erregt</p>
--	--	---	--	---	---	---	--	---	--	---

<p>völlig fremdbestimmt beeinflusst umsorg eingeschüch- tert geführt unterlegen</p>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<input style="width: 20px; height: 20px;" type="checkbox"/>		<p>völlig einflussreich alles unter Kontrolle selbstbestimmt bedeutsam dominant autonom</p>
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

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

Hast Du alles verstanden?

Wie fühlst Du Dich jetzt?



Hast Du gestern/ heute Medikamente eingenommen?

Nein Ja

Wenn ja:

Welche? _____

Wann? _____

Warum? _____

Hast Du gestern/ heute Cola oder Kaffee getrunken?

Nein Ja

Wenn ja:

Wann? um ca. _____ Uhr

Wie viel? _____ Gläser/ Tassen

Nach dem Aufwachen

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

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
eingeschüch-
tert 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?

Wie erholsam war Dein Schlaf?	

sehr erholsam	gar nicht erholsam

Wie fühlst Du Dich jetzt?	

sehr müde	sehr wach

Wie lange hat es gedauert, bis Du eingeschlafen bist?			
ca. _____ Minuten			
Dauert es normalerweise			
weniger lang	gleich lang	länger	?

Warst Du heute Nacht wach?

Nein Ja

Wie viel Mal bist Du heute Nacht aufgewacht? _____

Wachst Du normalerweise

seltener	gleich oft	öfter
----------	------------	-------

auf?

Wie lange warst Du heute Nacht insgesamt wach? ca. _____ Mi-
nuten

War das

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

als normalerweise?

Was glaubst Du, wie lange Du geschlafen hast?

ca. _____ Stunden

Schläfst Du normalerweise

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

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

1. gestern Abend ins Bett gegangen bist?

.....

2. heute Morgen aufgestanden bist?

.....

9.3 Tagebuch

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



Mein „Tagebuch“ (3/4)

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

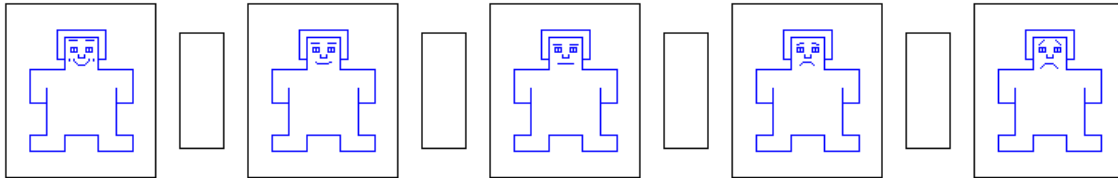
Hierfür wirst Du gebeten, einmal nach dem Aufstehen und vor dem Schlafengehen die folgenden Fragen zu beantworten.

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

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**.

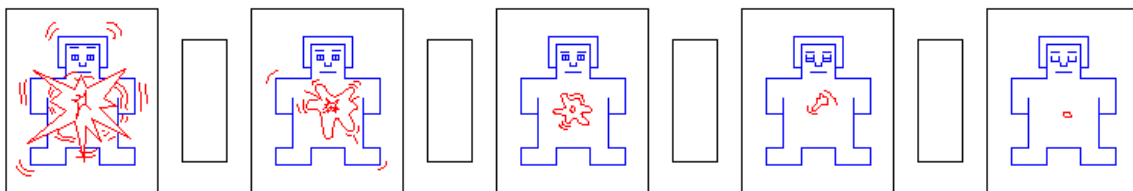
Die erste Reihe ist die **glücklich vs. unglücklich Skala**.



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.

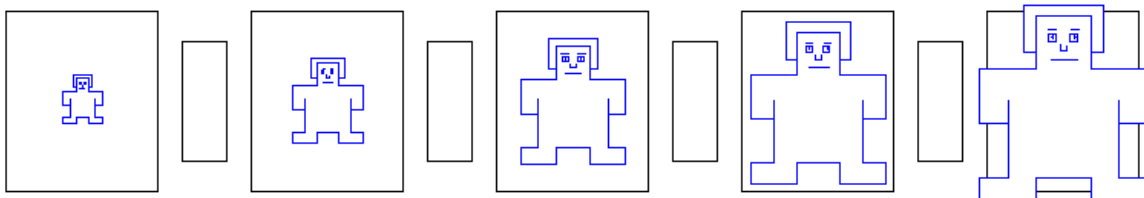
Die Figuren erlauben Dir auch dazwischen liegende Gefühlszustände darzustellen, indem Du ein „X“ auf eines der anderen Bilder setzt. Falls Deiner Beurteilung nach Dein Gefühlszustand *zwischen* zwei der Bilder fällt, dann setze ein „X“ zwischen die Figuren.

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



Hier kannst Du angeben, wie **erregt** oder **ruhig** Du Dich fühlst. Wenn Du Dich **völlig ange-regt, 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**.

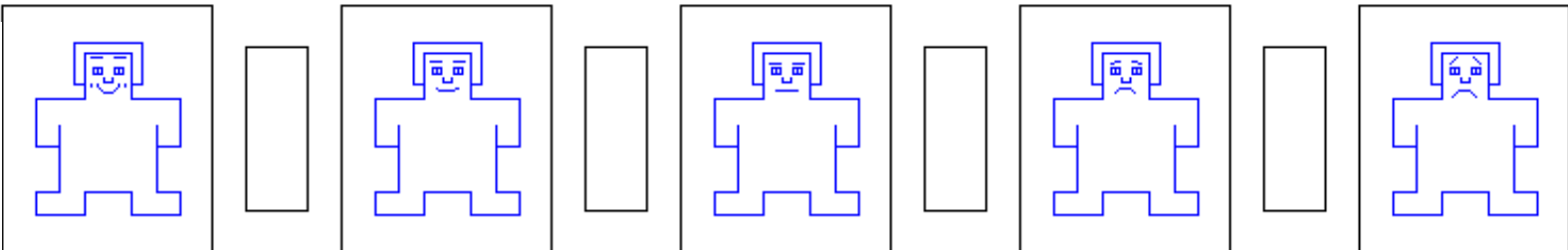


Fühlst Du Dich **völlig fremdbestimmt, beeinflusst, umsorgt, eingeschüchtert, geführt, unterlegen**, dann setze ein „X“ auf die Figur ganz links. Wenn Du Dich hingegen **völlig ein-flussreich, alles unter Kontrolle habend, selbstbestimmt, bedeutsam, dominant oder autonom** fühlst, dann setze ein „X“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

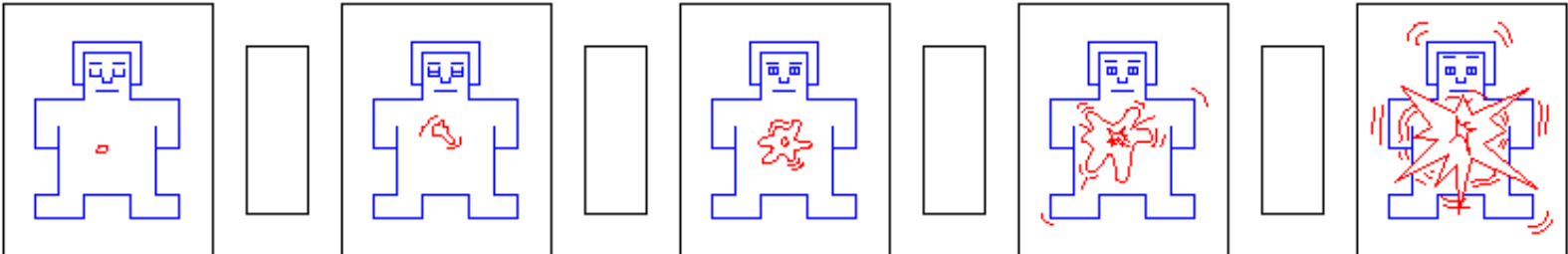
völlig
glücklich
erfreut
zufrieden
optimistisch



völlig
unglücklich
genervt
unzufrieden
traurig
verzweifelt

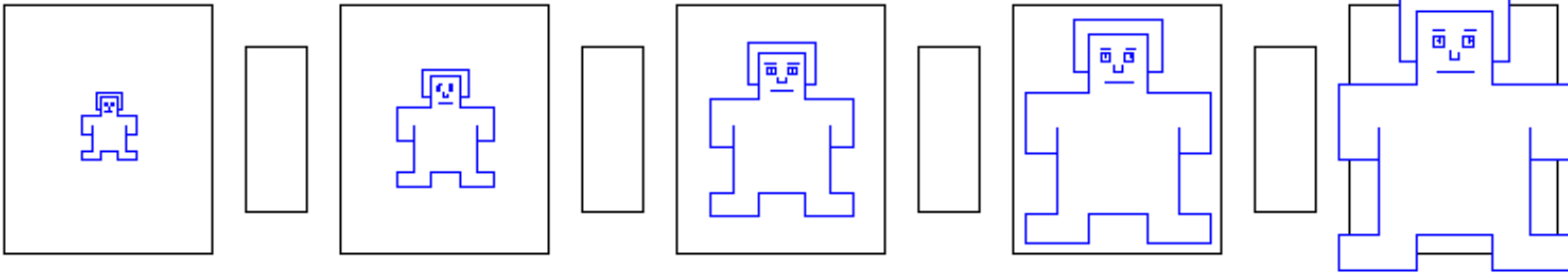
Neutral

völlig
entspannt
ruhig
schwerfällig
träge
schläfrig
unerregt



völlig
angeregt
rasend
nervös
hellwach
erregt

völlig
fremdbestimmt
beeinflusst
umsorg
eingeschüch-
tert geführt
unterlegen

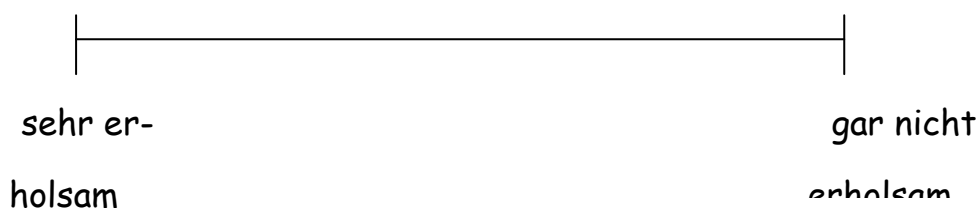


völlig
einflussreich
alles unter
Kontrolle
selbstbestimmt
bedeutsam
dominant
autonom

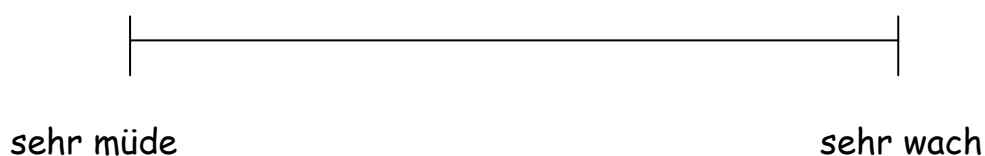
Bitte beantworte die folgenden Fragen indem Du entweder einen **senkrechten Strich** auf die Linie setzt, oder eine **Zahl** einträgst und das zutreffende **Kästchen ankreuzt**. Wenn Du z.B. beantworten sollst, ob Du heute Nacht vergleichsweise viel oder wenig geschlafen hast, dann sollst Du überprüfen,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

Hast Du alles verstanden?

Wie erholsam war Dein Schlaf?



Wie fühlst Du Dich jetzt?



Wie lange hat es gedauert, bis Du eingeschlafen bist?

ca. _____ Minuten

Dauert es normalerweise

weniger lang

gleich lang

länger ?

Warst Du heute Nacht wach?

Nein Ja

Wie viel Mal bist Du heute Nacht aufgewacht? _____

Wachst Du normalerweise

seltener	gleich oft	öfter
----------	------------	-------

auf?

Wie lange warst Du heute Nacht insgesamt wach?

ca. _____ Minuten

War das

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

als normalerweise?

Was glaubst Du, wie lange hast Du geschlafen?

ca. _____ Stunden

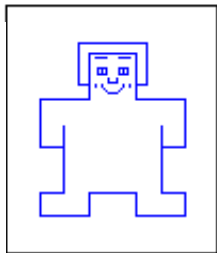
Schläfst Du normalerweise

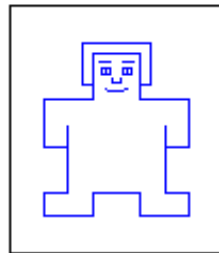
kürzer	gleich lang	länger?
--------	-------------	---------

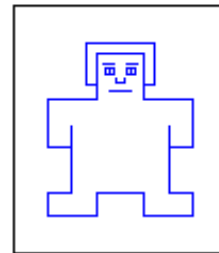
Vor dem Schlafengehen

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

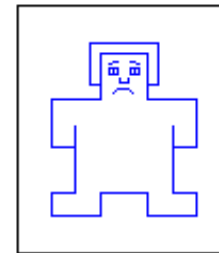
völlig
glücklich
erfreut
zufrieden
optimistisch

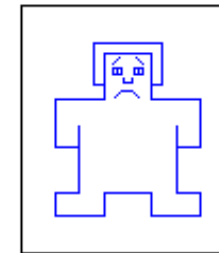






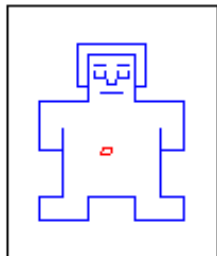
Neutral

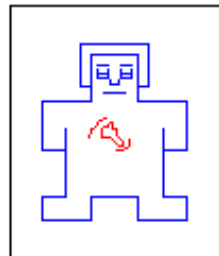


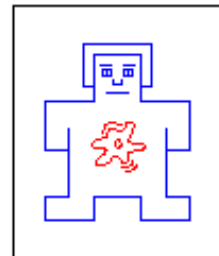


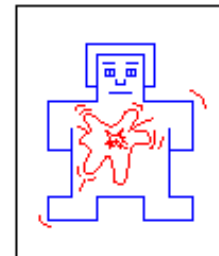
völlig
unglücklich
genervt
unzufrieden
traurig
verzweifelt

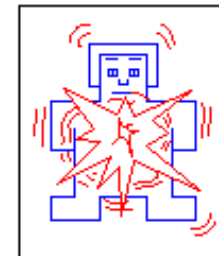
völlig
entspannt
ruhig
schwerfällig
träge
schläfrig
unerregt





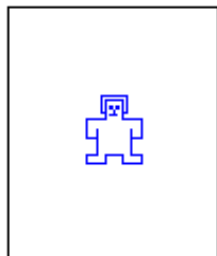


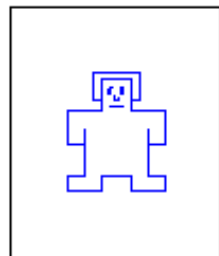


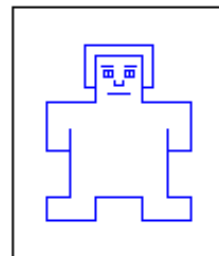


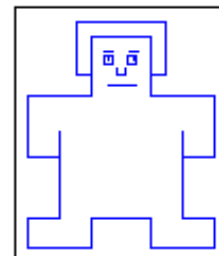
völlig
angeregt
rasend
nervös
hellwach
erregt

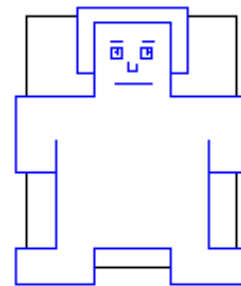
völlig
fremdbestimmt
beeinflusst
umsorg
eingeschüch-
tert geführt
unterlegen











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

<p>Hast Du heute Medikamente eingenommen? Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Wenn ja:</p> <p>Welche? _____ Wann?: _____</p> <p>Warum?: _____</p>

9.4 Schlafragebogen für Eltern

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



Die folgenden Fragen helfen uns, einen allgemeinen Überblick über den Gesundheitszustand und das Schlafverhalten Ihres Kindes zu bekommen. Bitte füllen Sie den vorliegenden Fragebogen aus, indem Sie die zutreffenden Antworten ankreuzen und an den entsprechenden Stellen die Angaben ergänzen.

Wenn Sie Fragen haben oder etwas nicht verstehen, wenden Sie sich an den Versuchsleiter.

1. Aktueller Gesundheitszustand Ihres Kindes

Gewicht _____ kg	Körpergröße _____ cm		
bitte ankreuzen		wenn „ja“ bitte angeben	
Infekt der oberen Atemwege	nein ja	seit wann:	
Impfung (vor weniger als 7 Tagen)	nein ja	welche:	
sonstige akute Erkrankungen	nein ja	welche:	seit wann:
aktuelle Medikation	nein ja	welches Medikament:	Dosierung:

2. Liegt oder lag bei Ihrem Kind eine der folgenden Grunderkrankungen vor?

bitte ankreuzen wenn „ja“ bitte den Zeitraum angeben

	nein	ja	
Asthma bronchiale	nein	ja	
Häufiges Husten	nein	ja	
Adipositas (starkes Übergewicht)	nein	ja	
Vergrößerte Tonsillen (Mandeln)	nein	ja	
Kontakttonsillen (Gaumen- und Rachenmandeln berühren sich)	nein	ja	
Vergrößerte Adenoide (Polypen)	nein	ja	
Häufig Bauchschmerzen	nein	ja	
Choanalatresie oder Choanalstenose der Nase (Verschluss oder Verengung der hinteren Nasenöffnung)	nein	ja	
Häufiges Verschlucken	nein	ja	
Oft unklares Fieber	nein	ja	
Chronische Infektion der oberen Atemwege	nein	ja	
Große Zunge und / oder unvollständiger Mundschluss	nein	ja	
Trichterbrust oder Kielbrust (krankhafte Veränderung des Brustkorbs)	nein	ja	

-Bitte weiter auf der nächsten Seite-

bitte ankreuzen

wenn „ja“ bitte den Zeitraum angeben

Skoliose (Seitenverbiegung der Wirbelsäule)	nein	ja	
Gaumenspalte (Fehlbildung der Mundpartie)	nein	ja	
Herzfehler	nein	ja	
Andere akute oder chronische Erkrankungen (z.B. Syndrom); bitte beschreiben	nein	ja	

3. Symptome

Ihr Kind...

bitte ankreuzen

... ist morgens nur schwer aufzuwecken und wird nur langsam munter („typischer Morgenmuffel“)	nein	selten	manchmal	oft	immer
... hat morgendliche Mundtrockenheit	nein	selten	manchmal	oft	immer
... leidet unter morgendlichen Kopfschmerzen	nein	selten	manchmal	oft	immer
... hat morgens „verklebte“ Augen	nein	selten	manchmal	oft	immer
... ist tagsüber müde	nein	selten	manchmal	oft	immer
... schläft unabhängig von der Mittagsruhe tagsüber ein	nein	selten	manchmal	oft	immer
... wacht nachts auf	nein	selten	manchmal	oft	immer
... schwitzt im Schlaf stark	nein	selten	manchmal	oft	immer
... hat einen unruhigen Schlaf	nein	selten	manchmal	oft	immer
... schnarcht nachts	nein	selten	manchmal	oft	immer
... muss nachts zur Toilette und nässt noch ein (ab dem 3. LJ)	nein	selten	manchmal	oft	immer

4. Schlafverhalten Ihres Kindes

Durchschnittliche Schlafdauer nach den Mahlzeiten: nach dem Frühstück: ____Std. nach dem Mittagessen: ____Std. nach dem Abendessen: ____Std.
Bevorzugte Körperhaltung im Schlaf: € Rückenlage € Bauchlage € Seitenlage
Gesamtschlafzeit tagsüber:
Gesamtschlafzeit nachts:
Wie oft wacht Ihr Kind nachts auf?
Kommt Ihr Kind gut zur Ruhe, wenn es ins Bett gehen soll?
Wenn Ihr Kind im Bett liegt, wie lange dauert es, bis es eingeschlafen ist?
Sonstige Bemerkungen:

--

5. Atmung im Schlaf

Ihr Kind hat im Schlaf...

		ja:				
		selten	manchmal	oft	immer	
...eine unregelmäßige Atmung	nein	selten	manchmal	oft	immer	
...eine schnarchende Atmung	nein	selten	manchmal	oft	immer	
...Atempausen	nein	selten	manchmal	oft	immer	
...Atempausen mit Symptomen	nein	selten	manchmal	oft	immer	
maximale Dauer der Atempausen:		Ca. € 5 s	€ 10 s	€ 15 s	€ 20 s	€ > 20 s
...sonstige Atmungsauffälligkeiten	Nein	Welche?				
Erhält Ihr Kind eine nächtliche Beatmung?	Nein	Welche?		Druck:		

Vielen Dank!

9.5 Korrelationen

Tabelle 19: Korrelationskoeffizienten der berechneten Zusammenhänge zwischen der SO- und Delta-Power im Schlafstadium S3 und S4 und den Erinnerungsleistungen an Gesichter mit den Emotionen Ärger (Ä), Angst (A), Freude (F) und dem Ausdruck Neutral (N), sowie über alle Stimuli gemittelt Gesamt (G). Signifikante Korrelationen sind mit * für $0,1 < p \leq .05$, mit ** für $.001 > p \leq .01$, mit *** für $p \geq .001$ und + für $.05 < p > .1$.

		Kontrollen					Patienten						
		Schlafassoziierte Erinnerungsleistungen					Schlafassoziierte Erinnerungsleistungen						
		Ä	A	F	N	G	Ä	A	F	N	G		
SO	S3	F4	.54*	-.28	.05	-.51*	-.32	.29	.32	-.47	.41	.32	
		C4	.56*	-.25	.10	-.54*	-.28	-.05	.51*	-.35	.30	.32	
		Cz	.52*	-.19	.05	-.61	-.32	-.32	.52*	-.12	.32	.33	
		P4	.39	-.18	.25	-.35	-.08	-.08	.63**	-.38	.39	.42	
		Pz	.33	-.07	.24	-.29	.06	-.10	.72**	-.29	.45	.52*	
	S4	F4	.53*	-.34	-.03	-.62*	-.55*	.03	.30	-.19	.45	.35	
		C4	.54*	-.36	.08	-.67**	-.65**	-.09	.44	-.19	.34	.34	
		Cz	.43	-.28	-.10	-.57*	-.55*	-.16	.43	-.04	.33	.36	
		P4	.38	-.27	.02	-.54*	-.49	.08	.51*	-.27	.30	.44	
		Pz	.40	-.25	.06	-.44	-.34	-.05	.53*	-.15	.30	.40	
	Delta	S3	F4	.64**	-.34	.30	-.53*	-.21	.10	.33	-.27	.35	.31
			C4	.28	.32	-.10	-.44	.15	.04	.31	-.30	.16	.17
			Cz	.26	.17	.05	-.40	.09	-.05	.56	-.27	.33	.33
			P4	-.04	.46	-.08	-.11	.37	.04	.32	-.32	.08	.14
			Pz	-.11	-.47	-.08	.03	.46	.02	.41	-.26	.14	.23
S4		F4	.57*	-.35	.02	-.57*	-.46	.00	.21	-.28	.23	.15	
		C4	.35	-.16	-.18	-.53*	-.48	-.21	.16	-.14	.01	-.00	
		Cz	.40	-.23	-.07	-.54*	-.47	-.29	.32	-.07	.14	.16	
		P4	.14	.02	-.24	-.38	-.33	-.29	.27	-.12	-.01	.03	
		Pz	.11	-.02	-.17	-.28	-.28	-.26	.37	-.02	.08	.18	

Lebenslauf

Persönliche Daten

Vor- und Nachname: Ina Molzow
 Akademischer Grad: Dipl.-Psychologin
 Geburtsdatum u. -ort: 22.01.1984, 19089 Crivitz
 Familienstand: ledig

Beruflicher Werdegang

10/2008 – 12/2009	Wissenschaftliche Mitarbeiterin im DFG-geförderten Projekt „Blickkontakt bei sozialer Phobie“ am Lehrstuhl für Biologische Psychologie, Klinische Psychologie und Psychotherapie Würzburg
01/2010 – 09/2013	Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsabteilung Psychophysiologische Forschung der KJP des Zentrum für Integrative Psychiatrie, ZIP gGmbH Kiel
Seit 01/2011	Promotionsstudium im Fach Psychologie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
10/2013-04/2015	Angestellt als Dipl.-Psychologin in der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie, ZIP gGmbH Kiel
Seit 10/2013	In Weiterbildung zur Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeutin (VT) am Institut Norddeutscher Verbund für Kinderverhaltenstherapie (NOKI) in Bremen
Seit 05/2015	Angestellt als Dipl.-Psychologin in der Kinder- und Jugendpsychiatrischen Institutsambulanz, ZIP gGmbH Kiel

Schul- und Hochschulbildung

1990-2003	Abitur am „Gymnasium am Sonnenberg“ in Crivitz
10/2003 – 09/2008	Studium im Studiengang „Psychologie“ an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Abschluss Dipl.-Psych.

Publikationen und Vorträge

- Prehn-Kristensen A, **Molzow** I, Maurischat C & Baving L. (2013). Das Improvisationstheater in der kinder- und jugendpsychiatrischen stationären Regelversorgung – eine Vergleichsstudie. Gruppenpsychotherapie & Gruppendynamik.
- Prehn-Kristensen A, Munz M, **Molzow** I, Wilhelm I, Wiesner CD, 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.
- Prehn-Kristensen A, **Molzow** I, Munz M, Wilhelm I, Müller K, Freytag D, Wiesner CD, Baving L. (2011). Sleep restores daytime deficits in procedural memory in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Res Dev Disabil. 32(6):2480-8.

- Wilhelm I, Diekelmann S, **Molzow I**, Ayoub A, Mölle M, Born J. (2011). Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *J Neurosci.* 31(5):1563-9.
- Wieser MJ, Pauli P, Grosseibl M, **Molzow I**, Mühlberger A. (2010). Virtual social interactions in social anxiety--the impact of sex, gaze, and interpersonal distance. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 13(5):547-54.
- Molzow I**, Prehn-Kristensen A, Siebenhühner N, Förster A, Munz M, Baving L (2013). Konsolidierung und Bewertung emotionaler Gesichtsausdrücke bei Patienten mit einer hyperkinetischen Störung des Sozialverhaltens im Vergleich zu gesunden Kindern. Vortrag auf dem Kongress der DGKJP, 2013, Rostock.
- Molzow I**, Prehn-Kristensen A, Osterhage B, Behrendt M, Munz M, Baving L. (2012). Schlafassoziierte Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen. Freier Vortrag Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Mannheim.
- Molzow I**, Prehn-Kristensen A, Osterhage B, Behrendt M, Munz M, Baving L. (2011). Schlafassoziierte Konsolidierung emotionaler Gedächtnisinhalte bei Kindern mit einer ADHS im Vergleich zu gesunden Kindern und Erwachsenen. Freier Vortrag Tagung Arbeitskreis Biologische Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, München.
- Molzow I**, Prehn-Kristensen A, Wilhelm I, Fischer J, Freytag D, Müller K, Baving L. (2010). Kinder mit ADHS profitieren im Vergleich zu Gesunden vom Schlaf bei der Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisleistungen. Posterbeitrag DGSM-Kongress, Bremen. Posterpreis Platz 2
- Molzow I**, Prehn-Kristensen A, Wilhelm I, Fischer J, Freytag D, Müller K, Baving L. (2010). Kinder mit ADHS profitieren im Vergleich zu Gesunden vom Schlaf bei der Konsolidierung prozeduraler Gedächtnisleistungen. Freier Vortrag DGKJP Kongress 2011, Essen.