

Verarbeitung emotionaler und sozialer Signale bei Erwachsenen
mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Bisch, Jeanne

2015

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. T. Ethofer

2. Berichterstatter: Professor Dr. T. Renner

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung.....	1
1.2	Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme	4
1.3	Verbesserung durch bimodale Darbietung.....	9
1.4	Einflüsse von sozialen Reizen in Form von Blicken auf das Verhalten	14
1.5	Zielsetzung und Hypothesen.....	18
2	Material und Methoden	20
2.1	Studienpopulation	20
2.2	Stimulusmaterial	22
2.3	Studiendesign und Versuchsaufbau	24
2.4	Zusätzliche Messungen.....	27
2.5	Statistische Analyse der Daten	31
3	Ergebnisse	34
4	Diskussion	48
4.1	Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme	48
4.2	Verbesserung durch bimodale Darbietung.....	50
4.3	Einflüsse von Blickzuwendung und -abwendung auf kognitive Leistungen...	53
4.4	Limitationen und Implikationen	56
5	Zusammenfassung.....	59
6	Literaturverzeichnis.....	61
7	Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift.....	70

1 Einleitung

1.1 Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung

Die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) gilt als eine der häufigsten Verhaltensstörungen im Kindesalter [1], von der man heute weiß, dass sie in einem Großteil der Fälle auch im Erwachsenenalter als klinisches Vollbild oder Teilsymptomatik mit daraus resultierenden funktionellen Einschränkungen bestehen bleibt [2, 3]. Abhängig von zu Grunde liegendem diagnostischen Klassifikationssystem, Art der Stichprobe, Diagnoseverfahren sowie Berücksichtigung der Auswirkung auf das psychosoziale Funktionsniveau wird von einer Prävalenz von 1-3% im Erwachsenenalter ausgegangen [3-5]. Ätiopathogenetisch wird eine polygene, genetisch heterogene, durch unterschiedliche Umweltfaktoren mitbeeinflusste morphologisch-funktionelle Entwicklungsstörung des Gehirns diskutiert [5, 6]. Pathophysiologisch wird eine Dysregulation insbesondere katecholaminerger Neurotransmittersysteme und neuronaler Regelkreise angenommen, die sich auf neuropsychologischer Ebene als eine Beeinträchtigung exekutiver Funktionen und damit einhergehenden Störungen unter anderem in den Bereichen verschiedener Aufmerksamkeitsfunktionen, der Impulskontrolle und des Arbeitsgedächtnisses zeigen [5, 7-9]. Klinisch präsentiert sich ein heterogenes Bild, welches über die Kernsymptome Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität definiert ist [10, 11]. Die Diagnose einer ADHS wird klinisch basierend auf Eigenanamnese mit psychopathologischem Befund sowie, wenn möglich, Fremdanamnese gestellt und kann durch standardisierte Fragebögen und testpsychologische Untersuchungen gestützt werden [4]. Sowohl die aktuelle Fassung der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [11] als auch die fünfte Auflage des Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) der American Psychiatric Association (APA) [10] enthalten einen Kriterienkatalog zur Diagnosesicherung, die in einzelnen Punkten jedoch voneinander abweichen. Nach DSM-5 erfordert die Diagnose ADHS eine nicht durch andere Ursachen besser erklärbare, altersabhängige Mindestanzahl aus je neun Symptomen der zwei

Kernsymptomcluster Aufmerksamkeitsstörung und Hyperaktivität-Impulsivität, wobei einige Symptome schon vor dem 12. Lebensjahr vorgelegen haben müssen, sowie daraus resultierende Funktionsbeeinträchtigungen in mindestens zwei Lebensbereichen. Je nach Ausprägung der Kernsymptomatik werden drei Erscheinungsbilder beschrieben: vorwiegend unaufmerksam, vorwiegend hyperaktiv-impulsiv und kombiniert. Das ICD-10 unterscheidet zwischen Forschungskriterien und klinischen Kriterien und setzt für eine klinische Klassifikation als Hyperkinetische Störung (F.90.0 bis 90.9) einen Beginn vor dem 6. Lebensjahr und eine ausgeprägte Form von Aufmerksamkeitsstörung und Überaktivität mit erkennbarem Leiden oder Beeinträchtigung des sozialen, schulischen oder beruflichen Funktionsniveaus voraus. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, eine zusätzliche Störung des Sozialverhaltens zu kodieren (F90.1). Unter die zusammengefasste Diagnose ADHS kann zusätzlich auch die Aufmerksamkeitsstörung ohne Hyperaktivität (F98.8) fallen. [4, 11, 12]. Betroffene Erwachsene berichten, in individuell unterschiedlicher Ausprägung, häufig über mangelnde Alltagsorganisation, Vergesslichkeit, ungewollte Unpünktlichkeit, ineffiziente Arbeitsweise, Schwierigkeiten sich auf Ausbildung oder Studium zu konzentrieren, innere und äußere Ruhelosigkeit und schlechte Impulskontrolle. Zusätzlich leiden viele auch an Beeinträchtigungen im emotionalen Bereich, wie emotionaler Überreagibilität, emotionaler Labilität und mangelhafter Affektkontrolle [3, 9, 13]. Im Vordergrund stehen meist aus den Symptomen resultierende psychosoziale Beeinträchtigung in verschiedenen Lebensbereichen: So werden zum Beispiel in auf Ausbildung bezogenen, beruflichen und ökonomischen Lebensbereichen im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne ADHS niedrigere Bildungsabschlüsse [14, 15], häufigere Entlassungen und Arbeitsplatzwechsel [14, 15] und finanzielle Schwierigkeiten [16] beobachtet. Im familiären, freundschaftlichen und partnerschaftlichen Bereich werden weniger Heiraten und häufigere Scheidungen [15, 17], Unzufriedenheit in der Partnerschaft [18], Erziehungsproblemen mit eigenen Kindern [19] und instabilere, weniger enge Freundschaften [14, 20] verzeichnet. Im persönlichen Bereich resultiert oft ein vermindertes Selbstwertgefühl [20]. Erschwerend kommt ein erhöhtes Risiko für weitere psychiatrische Störungen, insbesondere affektive Störungen, Angststörungen und Störungen des Substanzkonsums hinzu [21]. Therapeutisch stehen pharmakologische Therapien und psychotherapeutische Verfahren zur Verfügung,

wobei beide Ansätze unterschiedliche Zielsymptome erfassen und auf dem Boden einer Psychoedukation störungsspezifisch eingesetzt werden sollten [4, 9].

Die klinische und gesellschaftliche Relevanz des Störungsbildes spiegelt sich in einem rasanten Anstieg der Publikationsaktivitäten zu diesem Thema, in Verbindung mit verschiedenen Forschungsschwerpunkten, innerhalb der letzten 20 Jahre wieder [12]. Einen dieser Schwerpunkte, welcher bei der Erforschung der ADHS zunehmend an Bedeutung gewinnt, stellt die Emotionsforschung dar. Vielfach beschrieben werden bei Menschen mit ADHS Veränderungen in Teilbereichen der „emotionalen Intelligenz“¹ [22] wie der Beeinflussung eigener [3, 7, 23] sowie der Wahrnehmung und Interpretation fremder [24, 25] Gefühle. Hierauf begründete sich die Forderung einiger Autoren nach einer Ergänzung der Symptomdimensionen Unaufmerksamkeit und Hyperaktivität-Impulsivität um eine zusätzliche, unabhängige Kernkomponente. Dabei sprachen sich einige für das Merkmal einer defizitären Emotionsregulation aus, einer Beeinträchtigung der Beeinflussung der eigenen Emotionen mit resultierenden Stimmungsschwankungen, überschießenden emotionalen Reaktionen und mangelnder Affektkontrolle [13, 26, 27]. Andere rückten eine Beeinträchtigung der sozialen Kognition in den Vordergrund, welche grundlegende Fähigkeiten des Erkennens von Emotionen anderer sowie komplexere Begabungen, sich in andere hineinzusetzen oder Empathie zu empfinden, aber auch das Beachten von und die Reaktion auf sozialrelevante Stimuli umfasst [24]. Aber auch auf eine Verbindung dieser beiden Teilbereiche wurde hingewiesen [23, 25]. Unabhängig von Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität sollen diese viele Probleme im zwischenmenschlichen Bereich erklären können und Beeinträchtigungen im beruflichen, privaten und schließlich seelischen Bereich zu einem großen Teil mitbedingen [13, 23, 24, 28]. Während Trainingsmaßnahmen zur Steigerung der Sozialkompetenz bereits entwickelt wurden, ist eine Schulung ganz grundlegender Fähigkeiten, wie zum Beispiel der Emotionserkennung, gemeinhin kein Teil der Therapie der ADHS [24].

¹ Nach einem Modell von Mayer und Salovey beschreibt der Ausdruck „emotionale Intelligenz“ die Fähigkeit eigene und fremde Gefühle korrekt wahrzunehmen, zu verstehen und zu beeinflussen.

Grundlegend dafür wäre ein genaueres Wissen über die Natur der Beeinträchtigung grundlegender sozialkognitiver Funktionen wie das Erkennen, Beachten und Reagieren auf sozialrelevante Stimuli bei Menschen mit ADHS.

1.2 Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme

Wie wir im Gespräch mit einem Mitmenschen aus einer Vielzahl von ihm ausgehender akustischer Reize und deren Zusammensetzungen darauf schließen können, dass dieser wohl gerade ärgerlich ist, oder aus einer Anordnung visueller Merkmale in dessen Gesicht seine Freude lesen, ist bis dato noch nicht vollständig verstanden, stellt aber eine essentielle Basis für eine gelungene zwischenmenschliche Kommunikation und den Aufbau eines tragfähigen sozialen Netzes dar [29]. Auf neuroanatomischen, Läsions-, elektrophysiologischen und neuralbildgebenden Studien basierenden Modellen zufolge stellt die Verarbeitung emotionaler Sprachmelodie (Prosodie) und Mimik einen vielschichtigen, mehrstufigen und unterschiedliche Hirnregion miteinbeziehenden Prozess dar: Unterschieden wird von vielen Autoren ein expliziter Verarbeitungsweg, der bei der willentlichen Beurteilung emotionaler nonverbaler Signale beschränkt ist und zu einer bewussten Evaluation der emotionalen Information führt, von einem impliziten Prozess, der, unterbewusst und automatisch, eine affektive Antwort auf den emotionalen Stimulus triggert [30-36]. Im Rahmen von Experimenten bei denen ein explizites Benennen oder Bewerten spezifischer emotionaler Intonationen oder Gesichtsausdrücke gefordert ist, zeigen sich neuronale Korrelate für folgende aufeinanderfolgende Aspekte: Grundlegend für eine weitere Verarbeitung ist eine Extraktion von suprasegmentalen² akustischen Informationen, wie Lautstärke, Tonlage, Sprachrhythmus und Klangfarbe [31, 37], bzw. visueller Eigenschaften, wie bewegte, sich ändernde Gesichtszüge und deren Anordnung [38-40]. Darauf basiert ein Repräsentationsprozess, der gewissermaßen ein explizites, unabhängig von der spezifischen Emotionskategorie ablaufendes, Erfassen von emotionaler Prosodie [31] bzw. Mimik [41, 42] darstellt. Unter dem Abgleich mit gespeicherten emotionalen

² Als suprasegmentale Merkmale werden in der Linguistik die die segmentalen Merkmale (Phoneme und Silben) überlagernden lautübergreifenden Informationen bezeichnet

Informationen erfolgt schließlich die Interpretation [31, 43]. Nach einem Modell von Crick und Dodge hängt ein adäquates Verarbeiten von emotionalen Reizen aus Gesicht und Stimme entscheidend mit der Richtung der selektiven Aufmerksamkeit auf soziale Schlüsselreize zusammen [44]. Dem als langsam und sorgfältig ausgearbeitet beschriebenen expliziten Prozess wird die schnelle, implizite Verarbeitung über limbische Strukturen, wie die Amygdala, gegenübergestellt [30]. Bei der unterbewussten Wahrnehmung emotionaler Mimik sollen vor allem gröbere visuelle Reize und insbesondere potentiell bedrohliche Signale erfasst werden [32-36]. Entwicklungsgeschichtlich wird angenommen, dass die implizite Verarbeitung ein Sicherheitssystem darstellt, welches schnell und effizient eine emotionale Antwort vorbereitet, die den Körper alarmiert und in Handlungsbereitschaft versetzt [30]. Beide Verarbeitungssysteme existieren nicht unabhängig voneinander, sondern interagieren und beeinflussen sich auf mehreren Ebenen [31, 45]. So sollen durch die bewusste Verarbeitung emotionaler Reize unterbewusst eingeleitete emotionale Antworten darauf verfeinert und an eigene Ziele angepasst werden [45, 46]. Beobachtungen, dass ein schnelles und akkurates Erkennen von Emotionen aus Gesicht und Stimme anderer essentiell für ein geregeltes Verhalten ist, dass Fehlinterpretation von Emotionen mit abnormen emotionalen Antworten zusammenhängen und eine emotionale Dysregulation selbst zu einer verzerrten Wahrnehmung der Gefühle anderer führen kann [23, 47], könnten in dieser Vernetzung begründet sein. Notorische Fehlinterpretationen von Emotionen und resultierendes inadäquates Verhalten können so zu interpersonellen Problemen in vielen Lebensbereichen und im Endeffekte zu einer schlechten sozialen Einbindung führen.

In einigen Fällen wurde bei verschiedenen Patientengruppen eine Beeinträchtigung in der Emotionserkennung mit einem ungünstigeren Krankheitsverlauf assoziiert [48-50]. Auch bei Menschen mit ADHS werden Defizite bei der Beurteilung emotionaler Stimuli aus Gesicht und Stimme angenommen. Hinweise auf eine veränderte Verarbeitung emotionaler Stimuli bereits in frühen Verarbeitungsphasen finden sich auf peripher- und elektrophysiologischer Ebene. Während der Schreckreflex normalerweise durch vorgeschaltete positive Stimuli abgemildert und negative Stimuli verstärkt wird, zeigten Erwachsene mit ADHS in einer Studie von Conzelmann et al. veränderte Effekte. Diese

Alterationen unterschieden sich auch innerhalb der einzelnen Patientengruppen. Patienten mit der Diagnose eines kombinierten Subtyps zeigten dabei auf angenehme Szenen eine verminderte Abmilderung, auf unangenehme Stimuli jedoch eine verstärkte Potenzierung des Schreckreflexes [51]. In einer Studie von Herrmann et al. zeigte sich bei Kindern mit ADHS in Vergleich zu gesunden Kontrollen eine verminderte elektrophysiologische Antwort in einer Komponente, die der erleichterten sensorischen Verarbeitung emotionaler Stimuli durch selektive Aufmerksamkeit zugeordnet wird, auf positive, nicht aber negative, emotionale Bilder [52]. In einer Studie von Williams et al. wurden bei medikamentös nicht behandelten Jungen mit ADHS ereigniskorreliert Potenziale während der expliziten Beurteilung emotionaler Gesichtsausdrücke aufgezeichnet. Es zeigten sich Alterationen in einer Komponente, die mit der frühen automatischen Wahrnehmungsauswertung assoziiert wird, welche Veränderungen in späteren Komponenten nach sich zogen. Diese zeigten sich vor allem bei denen auf eine Bedrohung hindeutende Ausdrücke von Angst und Ärger und waren mit einer schlechteren Erkennungsrate für diese Emotionen sowie der erhobenen Ausprägung von emotionaler Labilität und Impulsivität assoziiert [53]. Weitere Hinweise auf eine veränderte Emotionsverarbeitung bei Kindern mit ADHS bzw. in der Kindheit diagnostizierten Erwachsenen zeigten sich auch in Kernspinstudien durch ein verändertes Aktivitätsmuster während der Einstufung der subjektiven Angst vor Gesichtern mit neutralen Ausdrücken [54] und während dem Vergleich emotionaler Mimik im Rahmen einer kognitiven Aufgabe [55, 56]. Zeichen für eine veränderte Emotionsverarbeitung erbrachte auch eine Untersuchung von Marsh und Kollegen. Patienten mit ADHS zeigten darin im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden ein mittels Eye-Tracking gemessenes, verändertes Beobachtungsmuster emotionaler Gesichtsausdrücke [57]. Im Kategorisieren von emotionalen Gesichtsausdrücken auf Photographien zeigten Kindern und Jugendlichen mit ADHS in mehreren Verhaltensexperimenten Defizite [58-65]. Während frühere Ergebnisse darauf hindeuteten, dass eine solche Beeinträchtigung nur in jungen Jahren bestehen und ältere Kinder diese kompensieren können [66], zeigten in jüngeren Studien auch Erwachsenen mit ADHS Beeinträchtigungen bei der Beurteilung emotionaler Mimik [67, 68]. Hinsichtlich der expliziten Einschätzung emotionaler Prosodie wurden zwar weniger Studien durchgeführt, doch auch hier zeigen sich Anzeichen einer Beeinträchtigung bei

Kindern und Jugendlichen [59] sowie Erwachsenen [67, 69]. Unklar bleibt jedoch, ob potenzielle Defizite in der Beurteilung emotionaler Signale für Prosodie und Mimik gleich stark ausgeprägt sind. Fraglich ist auch, ob diese Beeinträchtigungen sich auch unter der Realität etwas näher kommenden Voraussetzungen, wie bei der Verwendung von audiovisuellem Stimulusmaterial zeigen. Auf ein Defizit auch unter „natürlicheren“ Voraussetzungen weisen Ergebnisse von Boakes und Kollegen hin. In ihrer Studie schienen Jungen mit ADHS auch im Erkennen von tonlosen dynamischen und in passende Situationen eingebetteten emotionalen Gesichtsausdrücken Schwierigkeiten zu haben – allerdings nur für ängstliche und angeekelte Ausdrücke [65]. Eine weitere Frage war, ob das Defizit in der Emotionserkennung eher quantitativer oder qualitativer Natur sei. Während einige Ergebnisse jedoch eine alle Emotionen in gleichem Ausmaß betreffende Beeinträchtigungen nahelegen [60], zeigen andere eher eine Verzerrung bzw. Defizite im Erkennen spezifischer Emotionen wie beispielsweise „Angst“ [63, 64, 67, 68], „Trauer“ [61, 64, 68] oder „Ärger“ [58, 61, 67]. Jedoch ist anzumerken, dass oft auch die Qualität der dargebotenen Einzelemotionen stark variierte und so auch gesunde Kontrollen sehr variable Trefferquoten hinsichtlich der einzelnen Emotionen zeigten [24]. Meist war auch die emotionale Valenz und Intensivität der Stimuli nicht ausgeglichen, und „Freude“ die einzige positiv konnotierte Emotion neben einer Vielzahl negativ bewerteter Affekte wie „Angst“, „Ärger“, „Ekel“ und „Trauer“. Des Weiteren blieb oft die Frage, ob gemessene Unterschiede zwischen Kontrollprobanden und Patienten tatsächlich ein spezifisches Problem bei der Emotionsverarbeitung widerspiegeln, oder eher sekundär durch ein insbesondere in der Testsituation zu Tage tretendes Unvermögen, sich ausdauernd und konstant auf eine Aufgabe zu konzentrieren, oder durch einen impulsiven Antwortstil zustande kamen. Yuill und Kollegen bauten deshalb in ihr Paradigma eine zusätzliche Kontrollaufgabe mit nicht-emotionalen Inhalten ein und hinderten einen Teil der Gesamtgruppe daran, vorschnell zu antworten. In diesem Teil der Gruppe waren zwar Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne ADHS weniger groß, aber immer noch vorhanden. Der Abstand zwischen Gesamtleistungen von Kontrollen und Patienten unterschied sich nicht nach Emotionalität der Aufgabe, was eher auf ein allgemeines als ein spezifisch emotionales Verarbeitungsdefizit schließen ließ, jedoch beantworteten die gesunden Kontrollen nahezu alle Kontrollaufgaben mit 100-prozentiger Genauigkeit, was einen Deckeneffekt

nicht ausschließbar macht [62]. Sinzig und Mitarbeiter beobachteten bei Kindern und Jugendlichen ebenfalls einen Zusammenhang zwischen neuropsychologischen Markern für Daueraufmerksamkeit und Impulskontrolle und Leistungen bei der visuellen Emotionserkennung [63]. In einer Kontrollaufgabe von Rapport et al. mussten Probanden deshalb statt emotionalen Gesichtsausdrücke Tierarten kategorisieren. Dabei erwiesen sich Probanden mit ADHS zwar ebenfalls als weniger akkurat, das Defizit war jedoch geringer ausgeprägt. Da sie mehr Zeit für aller Kategorisierungen benötigten, wurde eine höhere Fehlerquote wegen impulsiven Antworten als unwahrscheinlich erachtet [67]. Andere sahen die Tatsache, dass Defizite nicht für jede emotionale Kategorie erkennbar waren, als Indiz für ein spezifisches Defizit in der Affektwahrnehmung jenseits von Beeinträchtigungen von Daueraufmerksamkeit oder Impulskontrolle [24]. Folglich scheinen Defizite in bestimmten neuropsychologischen Bereichen gemessene Beeinträchtigungen der Emotionserkennung zwar mit zu bedingen, jedoch nicht ausschließlich erklären zu können. In welcher Hinsicht im Labor gemessene Ergebnisse mit persönlichen Beeinträchtigungen im Leben der Versuchsteilnehmer zusammenhängen, stellt schließlich einen der relevantesten Punkte dar. Über einen inversen Zusammenhang zwischen subjektiv erlebter Intensität der eigenen Gefühle, welche bei Erwachsenen mit ADHS stärker ausgeprägt war als bei Kontrollen, und einer schlechteren Leistung im expliziten Beurteilen Emotionen anderer berichten Rapport und Kollegen. Während jedoch die Stärke der eigenen Gefühle bei Menschen mit ADHS mit einer schlechteren Erkennungsleistung assoziiert war, zeigte sich ein gegenteiliger Effekt bei Probanden ohne ADHS [67]. Bei Kindern mit ADHS zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Beeinträchtigungen der Identifikation emotionaler Mimik und emotionaler Labilität, Depression und Ängstlichkeit [53]. Pelc et al. berichteten über eine Assoziation zwischen erhobenen interpersonellen Problemen und gemessenen Defiziten im Unterscheiden von emotionalen Ausdrücken bei Kindern mit ADHS [61]. Bezüglich der Art von Korrelationen zwischen den Kernsymptomclustern Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität sowie Impulsivität und der Emotionserkennung zeigte sich ein insgesamt uneinheitliches Bild. In einer Studie von Miller et al. zeigte sich bei Erwachsenen mit ADHS ein positiver Zusammenhang zwischen erhobenen Symptomen eines Aufmerksamkeitsdefizit im Alltag und der Fähigkeit, Angst und Trauer zu erkennen. Gegensätzlich hing ein hoher Grad an

Hyperaktivität/Impulsivität mit einer verminderten Erkennungsleistung dieser Emotionen zusammen [68]. Auch bei Jungen mit ADHS zeigte sich eine negative Assoziation zwischen Hyperaktivität und dem Erkennen von Angst [64] sowie Impulsivität und dem richtigen Einschätzen von Angst und Ärger [53]. Ekel wurde in einer Studie in Verbindung mit einer ausgeprägten Hyperaktivität besser erkannt [64], in einer anderen dagegen in Zusammenhang mit erhöhter Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität schlechter [65]. Sinzig und Kollegen fanden in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen der ADHS-Kernsymptomatik und der Emotionserkennung innerhalb der Gruppe mit ADHS, jedoch zwischen einem ADHS-Score für Unaufmerksamkeit und der Erkennungsleistung innerhalb einer Gruppe autistischer Kinder [63]. Das inhomogene Bild, welches die bisherige Literatur zeigt, lässt sich vermutlich nicht nur auf Unterschiede innerhalb der gestellten Aufgaben sondern auch auf die unterschiedlichen Studienpopulationen zurückführen. Neben unterschiedlicher Handhabung hinsichtlich zusätzlicher psychiatrischer Diagnosen und Medikation innerhalb der ADHS-Gruppen variierten diese auch nach eingeschlossenen Erscheinungsbildern der ADHS – wobei Hinweise erbracht wurden, dass die ehemaligen DSM-IV-Subtypen (vorwiegend unaufmerksam, vorwiegend hyperaktiv-impulsiv, kombiniert) [70] sich auch in der Emotionsverarbeitung voneinander unterscheiden [51, 68].

1.3 Verbesserung durch bimodale Darbietung

Von Vorteil für eine gelungene zwischenmenschliche Kommunikation ist jedoch nicht nur das möglichst gute Erkennen und Bewerten von sozialen und emotionalen Signalen aus Stimme und Gesicht des Gesprächspartners allein, sondern auch ein erfolgreiches Verknüpfen dieser akustischen und visuellen Informationen [71]. Eine Kombination von aus gleicher Quelle stammenden akustischen und visuellen Hinweisen erleichtert es, genaue Informationen über unsere Umwelt zu erlangen und adäquat darauf zu reagieren. Dies trifft für ganz allgemeine, alle Sinne betreffende Wahrnehmungsvorgänge zu [72-74], zum Beispiel wenn wir im Haus bei trübem Wetter oder Dämmerung schneller wahrnehmen, dass und wie stark es draußen regnet, wenn gleichzeitig zu den manchmal kaum sichtbaren Tropfen das typische „Plätschern“ oder „Trommeln“ zu hören ist. Aber auch bei der Verarbeitung nonverbaler emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme im Speziellen tritt dieser Effekt ein [75, 76]. Als

alltägliches Beispiel kann ein Telefongespräch dienen, bei dem es oft um einiges schwerer sein kann, Schlüsse über den affektiven Zustand des Gesprächspartners zu ziehen, als wenn einem dieser gegenüber sitzt. Anhand dieser Beispiele zeigt sich auch, dass man umso mehr von einer Verknüpfung von Hinweisen aus mehreren sensorischer Quellen profitieren kann, je weniger zuverlässig eine einzelne Quelle ist, vor allem dann, wenn dies die im Normalfall dominierende ist. Oder, anders ausgedrückt, sind wir in diesem Fall mehr auf solch eine Integration von verschiedenen sensorischen Hinweisen angewiesen. So sind wir in der Dämmerung oder bei Nebel deutlich mehr von unserem Hör- und Tastsinn abhängig als tagsüber, wenn unser in vielen Fällen dominantes Organ, das Auge [77], häufig die wichtigste und verlässlichste Informationsquelle über unsere Umwelt darstellt. In anderen Fällen, zum Beispiel bei der verbalen Sprachverarbeitung, verstehen wir besser, wenn wir bei lauter Geräuschkulisse zusätzlich zum Gehörten von den Lippen unseres Gesprächspartners ablesen können [78, 79]. Diese Phänomene, welche sich in einem Individuum bei gleichzeitigem Eintreffen von Informationen verschiedener sensorischer Modalitäten ereignen, wurden unter dem Begriff der „multisensorischen Integration“ auf der Ebene einfacher physischer Reize bereits vor 30 Jahren von Meredith und Stein an einzelnen Katzenneuronen erforscht (zusammengefasst in [80]). Heute gilt die multisensorische Integration weithin als ein auf mehreren Stufen der Informationsverarbeitung und in verschiedenen Bereichen des Gehirns ablaufender Prozess (zusammengefasst in [81, 82]). Auch für das im Alltag erfahrbare Phänomen, dass wir von einer Verknüpfung verschiedener sensorischer Wahrnehmungselemente am stärksten profitieren, wenn diese Elemente im Einzelnen weniger klar und deutlich sind, bieten Forschungsergebnisse aus den Reihen der „Multisensorischen Integrationsforschung“ bereits auf der Ebene einzelner Neuronen Erklärungsansätze. Die Hypothese der „Inversen-Effektivität“ beschreibt, dass die Verstärkung der neuronalen Antwort auf multisensorische Signale dann am größten ist, wenn die zugrunde liegenden unisensorischen Stimuli relativ schwache Antworten hervorrufen, wenn sie isoliert präsentiert werden [80, 83]. Einfach gesagt bedeutet dies, wenn die unimodale Leistung abnimmt, nimmt die Integrationsleistung zu. Auch auf Verhaltens- [84, 85], elektrophysiologischer [86, 87] und neuronal-bildgebenden [88] Ebene fanden sich entsprechende Ergebnisse.

In welchem Rahmen und auf welchen Ebenen sich eine Integration akustischer und visueller Signale auch bei komplexeren Vorgängen, wie der Wahrnehmung emotionaler, sozialer Signale von Mitmenschen, ereignet, wurde in den vergangenen Jahren zu einem Thema, das zunehmend Aufmerksamkeit weckte und in einer wachsenden Zahl von Studien untersucht wurde (zusammengefasst in [45, 76, 89]). Neuroanatomische und neuronal-bildgebende Studien lieferten Hinweise über räumliche Aspekte der Integration von Informationen aus Mimik und Prosodie. Zu den daran beteiligten Gehirnregionen werden sowohl subkortikale [90-92], frühe kortikale [93-95] sowie höhere kortikale Regionen [76, 96, 97] gezählt. Elektrophysiologische Studien erbrachten Aufschlüsse über den zeitlichen Ablauf der audiovisuellen Integration emotionaler Signale. Elektrophysiologische Korrelate der audiovisuellen Integration von emotionalen Informationen waren bereits zu einem relativ frühen Zeitpunkt nach Stimuluspräsentation (110-220 Millisekunden) messbar (zusammengefasst in [76]). In Zusammenschau verschiedener Studienergebnisse wurden Schlüsse über den funktionellen Ablauf der audiovisuellen Integration emotionaler Signale gezogen. So deuteten einige Ergebnisse auf eine frühe Integration hin. Dieser Deutung zufolge beginnt die Verknüpfung von Information aus Gesicht und Stimme bereits während des Stadium der Wahrnehmung und damit bevor diese Informationen vollständig unabhängig voneinander verarbeitet wurden [94, 98-100]. Andere implizieren hingegen eher das Modell einer späteren Integration. Nach diesem werden visuelle und akustische emotionale Aspekte der Informationen aus Gesicht und Stimme innerhalb der modalitäts-spezifischen primären und sekundären Kortizes extrahiert und anschließend an „Integrations-Gebiete“ weitergeleitet. Erst dort entsteht dann daraus eine Gesamtwahrnehmung, die zur weiteren Bearbeitung und Evaluation verfügbar ist [96]. Einen plausiblen Kompromiss scheint ein Zusammenspiel beider Modelle zu sein, bei dem je nach Art zugrundeliegender Aufgaben und Stimuli sowohl multisensorische Einflüsse auf sogenannte „unimodale“ Stadien der Informationsverarbeitung als auch „supramodale“ Verarbeitungsschritte zu tragen kommen [89]. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern der Vorgang der audiovisuellen Integration und Aufmerksamkeitsprozesse sich gegenseitig beeinflussen. Einige Autoren gehen davon aus, dass frühe Integrationsvorgänge, auf Ebene der Wahrnehmung, automatisch ablaufen und noch nicht durch willentliche Aufmerksamkeitsvorgänge beeinflusst oder

verhindert werden können [75, 101]. Im Gegenteil scheinen bimodale Vorgänge sogar in der Lage, Aufmerksamkeit zu wecken und zu verstärken. Zum Beispiel konnten Probanden in einer Verhaltensstudie auf einem Bildschirm mit vielzähligen kleinen Formen diejenige Form, welche seine Farbe wechselte schneller erkennen, wenn gleichzeitig zum Farbwechsel ein Ton ertönte [102]. Andere Studien weisen jedoch eher daraufhin, dass audiovisuelle Integrationsvorgänge von Aufmerksamkeitsvorgängen beeinflussbar und abhängig sind [103-105]. Koelewijn und Kollegen stellten ein Modell vor, nachdem frühe Integrationschritte automatisch und unabhängig von Aufmerksamkeitsfunktionen ablaufen, spätere Schritte jedoch mit Aufmerksamkeitsvorgängen interagieren [81]. Talsma et al. beschrieben ein Modell, nach dem die jeweilige Art der zugrundeliegenden Aufgaben und Stimuli bedingt, ob Integrationsvorgänge Aufmerksamkeit wecken oder von Aufmerksamkeit abhängig sind. So gehen sie davon aus, dass wenn ein akustischer Stimulus weniger hervorspringt, weniger auffällig ist, zum Beispiel von lauten Umgebungsgeräuschen teilweise übertönt wird, Aufmerksamkeit willkürlich aufgebracht werden muss, damit Integrationsvorgänge mit dem zugehörigen visuellen Stimulus überhaupt stattfinden können. Für den Fall, dass ein akustischer Stimulus jedoch hervorspringt und auffällig ist, wird durch diesen die Aufmerksamkeit unwillkürlich auf den dazu passenden visuellen Stimulus gelenkt. Einem Modell von Posner folgend, wird im ersten Fall der Prozess der endogenen Aufmerksamkeitsrichtung beschrieben, die vom Individuum sozusagen willentlich auf einen Stimulus gerichtet wird. Im zweiten Fall wird ein exogener Orientierungseffekt dargestellt, bei dem die Aufmerksamkeit durch den Stimulus bzw. dessen Eigenschaften automatisch geweckt wird [106]. Schließlich werden im Modell von Talsma et al. Situationen beschrieben, bei denen es in eher späteren Verarbeitungsschritten zu einem Ausbreiten der Aufmerksamkeit von einer Modalität auf die andere kommt [107]. Zur Veranschaulichung des letzten Punktes mag eine relativ aktuelle Studie dienen. In dieser wurde mittels Eye-Tracking gezeigt, dass Versuchspersonen Photographien von Gesichtern länger und öfter anschauten, wenn der abgebildete affektive Ausdruck dem eines gleichzeitig vorgespielten Audioclips entsprach. Die Autoren führte dies zu der Annahme, dass emotionale Prosodie die visuelle Aufmerksamkeit unbewusst auf das Gesicht mit der zugehörigen Mimik lenkt [108].

Psychopathologisch weisen einige Studien darauf hin, dass Patienten, welche Probleme im Verarbeiten unimodaler emotionaler Botschaften zeigen, wie Menschen mit Alkoholabhängigkeit, Schizophrenie oder Autismus-Spektrum-Störung, auch Alterationen bei der Verknüpfungen dieser Botschaften aufweisen [109-111]. Eine recht aktuelle Studie von Michalek und Kollegen [112] beschäftigte sich mit der audiovisuellen Sprachverarbeitung bei Menschen mit ADHS während verschieden starker Störgeräusche. Es zeigte sich, dass Menschen mit ADHS bei der Aufgabe, gesprochene Sätze zu wiederholen, bei einem hohen Geräuschpegel weniger von einer zusätzlichen visuellen Präsentation des Sprechers profitierten als Kontrollprobanden. Vor diesem Hintergrund stellt sich die bisher weitgehend unbeachtete Frage nach der audiovisuellen Integration emotionaler, sozialer Signale in ADHS-Patienten in mehrerlei Hinsicht:

Unter der Annahme, dass Menschen mit ADHS bei der Kategorisierung unimodaler Stimuli schlechter abschneiden, wäre rein intuitiv davon auszugehen, dass sie von einer bimodalen Präsentation mehr profitieren als gesunde Teilnehmer ohne ADHS, die sich aufgrund ihrer angenommenen besseren Fähigkeiten in der Emotionserkennung verlässlicher auf nur eine Quelle stützen können und weniger auf eine zusätzliche Informationsquelle angewiesen sind. Für andere Patientengruppen, die von ähnlichen Defiziten in der unimodalen Emotionserkennung betroffen sind, trifft aber gerade das umgekehrte Phänomen zu [110] und die oben beschriebene Studie von Michalek et al. weist daraufhin, dass auch ADHS-Patienten, zumindest bei der Sprachverarbeitung und unter dem Einfluss von Störfaktoren, weniger von einer bimodalen Darbietung profitieren können als gesunde Kontrollen. Aus dem Wissen über die Theorien über die bidirektionalen Einflüsse zwischen Aufmerksamkeit und audiovisueller Integration ergeben sich zwei konkurrierende Hypothesen: Die bimodale Präsentation könnte die Leistung der Patienten verbessern, indem sie automatisch Aufmerksamkeit auf sich zieht, welche sonst gerade bei dieser Patientengruppe nicht so gut aufgebracht werden kann wie bei Menschen ohne ADHS. Möglich ist jedoch auch, dass die Verknüpfung auditiver und visueller Informationen vielmehr Aufmerksamkeit fordert, von denen Teilnehmer mit Aufmerksamkeitsstörung vielleicht weniger aufbringen können als andere Teilnehmer und deshalb Patienten ihre Leistung weniger verbessern können.

1.4 Einflüsse von sozialen Reizen in Form von Blicken auf das Verhalten

Neben emotionalen Gesichtsausdrücken ist es der Blick unserer Mitmenschen der uns auf nonverbaler Ebene eine Vielzahl von sozial relevanten Informationen verrät und dessen Wahrnehmung für eine gelungene nonverbale Kommunikation entscheidend ist [113-115]. So können uns Blickrichtungen und Blickbewegungen eines Anderen auf dessen Absichten, Einstellungen und aktuelle Interessen hinweisen [116]. Dabei können wir Beobachter sein, aber auch selbst zum Empfänger von Blicken werden und so an einer sozialen Interaktion teilhaben, in der das Wahrnehmen von Blicken uns unserer eigenen Rolle für den Anderen bewusst werden lässt [117, 118]. Aufgrund der Bedeutsamkeit des menschlichen Blicks für uns, ist es nicht weiter verwunderlich, dass dessen Wahrnehmung unser eigenes Verhalten auf verschiedenste Weise beeinflusst. Ein abgewandter Blick bzw. eine Blickabwendung kann uns darüber informieren, in welche Richtung die Aufmerksamkeit eines anderen Individuums gerichtet ist und sowohl auf eine Bedrohung als auch auf eine Belohnung in der Blickrichtung des anderen hindeuten [116, 119]. Entwicklungsgeschichtlich verständlich ist daher die Beobachtung, dass das Wahrnehmen eines abgewandten Blicks oder einer Blickabwendung ein reflexartiges Orientieren der eigenen Aufmerksamkeit in die selbe, „angeblickte“ Richtung auslöst [120-122] (zusammengefasst in [116]). Dabei wird, einem Modell von Posner et al. [106] folgend, sowohl eine „offene“ Form der Aufmerksamkeitsverschiebung, welche sich durch eine für Außenstehende ersichtliche Augen- oder Kopfbewegung zeigt, als auch eine „verdeckte“ Form, die nur durch indirekte Anzeichen einer effizienteren Verarbeitung des beachteten Objekts oder Ortes erkennbar wird, beschrieben [122-124]. Eine effizientere Verarbeitung zeigte sich hierbei in einer schnelleren Reaktion und bei zunehmendem Schwierigkeitsgrad eine Steigerung akkurater Antworten auf Objekte, die in Blickrichtung auftauchten [120, 121, 125]. Weiterhin wird die Natur der Aufmerksamkeitsverschiebung, wie oben schon kurz aufgefasst, in Richtung des Blicks eines anderen als reflexiv, exogen und Stimulusgesteuert beschrieben [116]. Dies bedeutet, dass ein sozialer Blick automatisch Aufmerksamkeit weckt und keine willentliche Anstrengung erfolgen muss, um, exogen und zielgerichtet, Aufmerksamkeit auf ihn bzw. dessen Ziel zu richten. So zeigten sich Anzeichen für ein Verschieben des Aufmerksamkeitsfokus in Blickrichtung eines

präsentierten Gesichtes auch dann, wenn die Versuchspersonen ausdrücklich daraufhin gewiesen wurden, dass der Blick keinerlei Aussagekraft habe oder sogar irreführend sei [121, 126]. Jedoch deuteten einige Studienergebnisse daraufhin, dass zumindest eine willentliche Verkürzung der Auswirkung dieses Orientierungseffekts möglich ist [121]. Auch gehen einige Autoren davon aus, dass das Verarbeiten von „Blick-Hinweisen“ und damit auch die Ablenkbarkeit durch das Phänomen, automatisch dem Blick eines anderen zu folgen, interindividuell [116] und zwischen den Geschlechtern [127] unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Im Allgemeinen wird der beschriebene Orientierungseffekt als kurzlebig beschrieben, der in einem Intervall von 100-700 Millisekunden zwischen Präsentation des Hinweisreizes (des Blicks) und Auftauchen des Zielreizes auftritt [120, 121, 123, 128-131] und ab einem Intervall von ca. einer Sekunde nicht mehr beobachtet werden kann [120, 129]. Ein direkter Blick oder eine Blickzuwendung hingegen drückt eine Absicht desjenigen, von dem der Blick ausgeht, gegenüber dem Empfänger aus. Während im Tierreich ein direktes angeblickt oder „angestarrt“ werden oft eine Bedrohung darstellt [114], auf die mit aversiven oder aggressiven Verhalten reagiert wird, kann Blickkontakt beim Menschen auch ein Signal gegenseitiger Anziehung und Interesse an Kommunikation sein [113]. Diese wichtige Rolle des Blickkontakts zeigt sich auch auf Verhaltensebene in einer Beeinflussung von Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und Kognition [132]. So kann ein zugewandter Blick Aufmerksamkeit auf sich ziehen und binden. Ersteres zeigte sich in Studien, in dem ein Gesicht mit direktem Blick schneller entdeckt werden konnte, als eines mit abgewandtem Blick [133, 134]. Auf letzteres deuten Studien hin, in denen auf ein peripheres Ziel später reagiert werden konnte, wenn ein zentrales Gesicht die Versuchsperson „anblickte“ anstatt zur Seite zu schauen oder die Augen zu schließen [119, 135]. Die Blickrichtung eines Gesichtes kann außerdem dessen Wahrnehmung und Verarbeitung verändern. So veränderte ein direkter Blick im Vergleich zu einem abgewandten Blick die Geschwindigkeit, mit der Geschlecht oder Identität der zugehörigen Gesichter beurteilt wurde sowie die Erinnerungsfähigkeit [136-138]. Schließlich kann ein direkter Blick auch von parallel durchgeführten kognitiven

Aufgaben ablenken und ab einem gewissen Schwierigkeitsgrad zur schlechteren Leistungen führen. Dies zeigte sich während eines Stroop-Tests³ bei welchen sich durch ein peripher präsentiertes Augenpaar mit direktem Blick im Vergleich zu einem Augenpaar mit abgewandtem Blick eine Steigerung des Stroop-Effekts zeigte [139]. Ein direkter Blick kann jedoch beim Angeschauten auch das Gefühl vermitteln, unter Beobachtung zu stehen und kontrolliert zu werden und ihn dadurch sein Verhalten verändern lassen [140]. Hinweise darauf fanden sich vor allem in Paradigmen mit sozialem Kontext: So trafen Probanden in Feldstudien [141-143] und Laborexperimenten [140, 144] sozialere und normgetreue Entscheidungen wenn sie mit der Fotografie oder auch dem Symbol eines Augenpaares mit zugewandter Blickrichtung konfrontiert wurden. Ähnliche Effekte des Gefühls beobachtet zu werden (hier jedoch nicht durch ein Augenpaar sondern Kameras vermittelt) konnte auch in nichtsozialem Kontext gezeigt werden: In einer Studie, in der bestimmte Formen auf einem Bildschirm gesucht werden mussten, suchten Probanden langsamer, dafür aber genauer, wenn sie sich beobachtet fühlten. Unbeobachtet hingegen waren sie zwar schneller, machten dafür jedoch mehr Fehler [145].

Zusammengefasst stellt das Wahrnehmen von Blicken also einen wichtigen Einflussfaktor der sozialen Kognition dar, welches unser Verhalten in vielerlei Hinsicht beeinflussen kann [146]. Demzufolge wird angenommen, dass eine Beeinträchtigung der Mechanismen der Verarbeitung von und Reaktion auf Blicke tiefgreifende Auswirkungen auf Bereiche der sozialen Kognition haben kann [116]. Während in dieser Hinsicht bereits viele Studien über Auswirkung und Verarbeitung von Blickreizen auf Menschen mit Autismus, einer Entwicklungsstörung mit Auswirkung auf die soziale Kognition [10, 147], durchgeführt wurden (zusammengefasst z.B. in [116, 146]), ist noch wenig darüber bekannt, wie Menschen mit ADHS, bei welchen sich in anderen Domänen der sozialen Kognition [24], wie zum Beispiel dem Erkennen

³ Im klassischen Stroop-Experiment müssen Probanden die Farbe präsentierter Wörter benennen. Die einzelnen Wörter bezeichnen entweder die Farbe in der sie geschrieben sind, können aber auch anderen Bedeutungsinhaltes sein. Zum Stroop-Effekt, der sich in einem Anstieg von Fehlerzahl und Reaktionszeit zeigt, kommt es wenn die Farbe des Wortes nicht mit dessen Bedeutung übereinstimmt - das Wort BLAU beispielsweise in der Farbe Rot präsentiert wird.

von Affekten anderer (z.B. [58, 61, 63, 148]), Beeinträchtigungen zeigten, auf Blickrichtungen und -bewegungen reagieren. Erste Ergebnisse über Orientierungseffekte in Reaktion auf Blicke bei Kindern und Jugendlichen mit ADHS erbrachte eine Studie von Marotta et al [149]: In dieser reagierten medikamentös unbehandelte Kinder und Jugendliche mit ADHS wie gesunde Kontrollen auf nicht-soziale Hinweisreize, wie Pfeile oder periphere Stimuli, mit einer Aufmerksamkeitsverschiebung, die sich in kürzeren Reaktionszeiten für das Entdecken und Diskriminieren von Objekten in der zuvor angedeuteten Richtung zeigte. Die Orientierungsreaktion zeigte sich also grundsätzlich, wie auch schon von anderen Autoren angenommen (zusammengefasst z.B. in [150]), bei ADHS erhalten. Im Gegensatz zu gesunden Kontrollprobanden zeigte sich bei Probanden mit ADHS jedoch kein Orientierungseffekt, wenn der Hinweisreiz aus Blicken bzw. Blickrichtungen bestand. Dieses Ergebnis deuteten die Autoren als Resultat eines Defizits bei Menschen mit ADHS, auf sozialrelevante Informationen wie Blicke zu achten und zu reagieren. (Anzumerken ist jedoch, dass Teilnehmer mit ADHS bei dieser Studie im Vergleich zu den Kontrollprobanden durchschnittlich bei jeder Hinweiskondition sehr schnell reagierten, dabei aber einen relativ hohen Fehleranteil (ca. 20%) in der Diskriminierungsaufgabe und vor allem eine hohe Rate an Fehlalarmen (50%) in der Entdeckungsaufgabe vorwiesen, was vermuten lässt, dass bei der Patientengruppe die Priorität allgemein der Geschwindigkeit und weniger der Genauigkeit galt.) In einer elektrophysiologischen Studie von Tye et al. [151] an der acht- bis dreizehnjährige Jungen mit ADHS, Autismus oder Autismus und ADHS sowie gesunde Kontrollen teilnahmen, wurden Veränderungen ereigniskorrelierter Potentiale, die durch das Betrachten von aufrechten oder umgedrehten Gesichtern mit abgewandten oder zugewandten Blick ausgelöst wurden, gemessen. Dabei zeigten im Vergleich mit der Kontrollgruppe alle drei Patientengruppe Abweichungen im Verlauf der ereigniskorrelierten Potentiale, die sich aber in ihrer Art unterschieden. Während bei den Gruppen mit Autismus im Gegensatz zu den anderen Gruppen mit ADHS die Blickrichtung keinen Einfluss auf das elektrophysiologische Bild hatte, zeigte sich bei Patienten mit ADHS insbesondere eine geringere Reaktion auf das Umdrehen des Gesichtes und Anzeichen für eine abnormal gesteigerte Verarbeitung von Blicken. Dies wurde dahingehend interpretiert, dass es bei ADHS durch veränderte

Wahrnehmungsvorgänge und Beeinträchtigungen der visuellen Aufmerksamkeit zu einer Störung der grundsätzlichen Verarbeitung von Gesichtern komme, während Autisten spezifische Veränderungen in der Verarbeitung von Blicken zeigten. Demzufolge zeigte sich bei Kindern mit ADHS zwar kein „normales“, aber ein vorhandenes elektrophysiologisches Korrelat für eine Reaktion auf Blicke.

1.5 Zielsetzung und Hypothesen

Das Ziel des ersten Experimentes ist es, durch das Präsentieren dynamischer Stimuli in drei unterschiedlichen Konditionen, akustisch, visuell und audiovisuell, das Beurteilen von Emotionen unter realistischeren Voraussetzungen zu testen. Da die zwischenmenschlichen Schwierigkeiten bei Menschen mit ADHS in Zentrum der Untersuchung stehen, sollen hier nur emotionale Kategorien verwendet werden, die eine sozial wichtige Botschaft vermitteln. Diese sollen nach Valenz balanciert sein und ungefähr gleich gut identifizierbar sein. Anhand eines etablierten Testverfahrens sollen zusätzlich grundlegende Aufmerksamkeitsfunktionen wie Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit ermittelt werden, um auszuschließen, dass potenzielle Defizite in der Emotionserkennung allein durch Schwierigkeiten, sich über längere Zeit und mit gleichbleibender Wachsamkeit mit einer Aufgabe zu befassen, zustande kommen. Da in anderen Studien auch verbaler IQ und aktuelle Stimmungslage Einfluss auf das Erkennen von Emotionen hatten [60, 63, 152], soll auch nach diesen Werten kontrolliert werden. Es soll ermittelt werden, ob eine Verbindung zwischen Beeinträchtigung in der Emotionserkennung während der Realität am nächsten kommenden, audiovisuellen Präsentation, und der selbsteingeschätzten emotionalen Intelligenz [22] besteht. Gleiches soll für die subjektive Ausprägung von Unaufmerksamkeit und Hyperaktivität/Impulsivität im Alltag ermittelt werden. Aufgrund der noch mangelnden Datenlage über das Wahrnehmen, Beachten und Reagieren von Blicken bei Menschen mit ADHS, beschäftigt sich das zweite Experiment mit einem Teilbereich dieses Themas. In diesem soll untersucht werden ob und, wenn ja, wie Blickrichtung und Blickbewegungen sich bei Menschen mit ADHS auf kognitive Leistungen auswirken. Im Speziellen wird die Frage gestellt, ob ein Gesicht mit direktem oder sich zuwendendem Blick, welches innerhalb der Bearbeitung eines Go-Nogo-Tests auftaucht, andere Auswirkungen auf die Leistungen (Reaktionszeit, Auslassungen,

Fehler) von Teilnehmern mit ADHS hat, als ein abgewandtes oder sich abwendendes Gesicht. Wie im ersten Experiment soll auch hier der Einfluss von Gruppenunterschieden in Intelligenzquotient, aktuelle Depressivität, Wachsamkeit und Daueraufmerksamkeit berücksichtigt werden. Außerdem sollen Zusammenhänge zwischen dieser im Labor erbrachten Verhaltensleistung und emotionaler Intelligenz, Aufmerksamkeit und Hyperaktivität-Impulsivität im Alltag erfasst werden.

- Hypothese 1: Anhand bisheriger Studienergebnisse wird angenommen, dass Probanden mit ADHS, auch unabhängig von Beeinträchtigungen grundlegender Aufmerksamkeitsfunktionen, der verbalen Intelligenz oder der Stimmungslage, beim Identifizieren von emotionalen Signalen in allen Modalitäten schlechter abschneiden als Teilnehmer ohne ADHS und dieses Defizit in der audiovisuellen Modalität innerhalb der Patientengruppe mit einem niedrigeren Maß an „emotionaler Intelligenz“ einhergeht. (gerichtete Hypothese)
- Hypothese 2: Teilnehmer mit und ohne ADHS werden in unterschiedlichem Ausmaß von der bimodalen gegenüber der dominanteren unimodalen Präsentation profitieren. (ungerichtete Hypothese)
- Hypothese 3: Teilnehmer mit ADHS werden allgemein für die Bearbeitung der Aufgabe mehr Zeit benötigen und mehr Auslassungen bzw. Fehler machen. (gerichtete Hypothese) Menschen mit ADHS werden außerdem anders auf zwischengeschaltete soziale Reize, in Form von Gesichtern mit Blicken verschiedener Richtung, reagieren als Probanden ohne ADHS und so je nach Art von Blickrichtung und Blickbewegung stärkere Beeinträchtigungen oder Verbesserungen der Leistung zeigen. (ungerichtete Hypothese)

2 Material und Methoden

2.1 Studienpopulation

Für die Studie wurden die Daten von insgesamt 54 erwachsenen Versuchsteilnehmern analysiert⁴. Bei 23 Teilnehmern lag eine hyperkinetische Störung nach ICD-10 (F90.0) vor. Diese erfüllten auch die zum Zeitpunkt der Rekrutierung aktuellen DSM-IV-Kriterien für eine kombiniert unaufmerksam impulsiv-hyperaktive Ausprägung. Patienten, welche Methylphenidat einnahmen, erklärten sich unter Absprache des behandelnden Arztes bereit, das Medikament 24 Stunden vor der Untersuchung zu pausieren. Die Kontrollgruppe wurde zur der Gruppe der Teilnehmer mit ADHS nach Alter, Bildungsjahren (höchste abgeschlossene Schulklasse plus Anzahl der Ausbildungs- bzw. Studienjahre mit Abschluss) und Geschlecht balanciert. Eingeschlossen wurden 31 Personen. Für die Verteilung von Alter, Geschlecht und Bildungsjahren innerhalb der Gruppen siehe *Tabelle 1*.

Tabelle 1: Populationsparameter

			GRUPPE	
			KONTROLLEN	ADHS
Geschlecht	weiblich	Anzahl	10	7
	männlich	Anzahl	21	16
Lebensjahre	Mittelwert (Standardabweichung)		29,2 (8,3)	27,6 (9,3)
Bildungsjahre	Mittelwert (Standardabweichung)		13,9 (3,1)	14,5 (4,1)

Studienteilnehmer mit ADHS wurden über die ADHS-Spezialsprechstunde der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen rekrutiert. Die Diagnostik und die Einteilung in Subtypen erfolgten anhand klinischer Kriterien nach ICD-10 und DSM-IV. Zusätzlich wurden Fremdanamnesen von nahestehenden Personen erhoben und

⁴ Zuvor mussten vier Teilnehmer mit ADHS aufgrund von zusätzlicher mittlerer bis schwerer depressiver Symptomatik und eine für die Patientengruppe rekrutierte Person aufgrund sich im klinischen Verlauf nicht bestätigter ADHS-Diagnose ausgeschlossen werden.

Schulzeugnisse, insbesondere aus der Grundschule, mit einbezogen. Des Weiteren wurde die Diagnose durch die ADHS-spezifischen Selbstbeurteilungsbögen Wender-Utah-Rating-Scale-Kurzform (WURS-K) [153] und ADHS-Selbstbeurteilungsskala (ADHS-SB) [154] gestützt. Zur Erhöhung der Sicherheit der Diagnose kamen schließlich testpsychologische Untersuchungen zur Objektivierung von Veränderungen von Merkfähigkeit und Exekutivfunktionen sowie verminderten Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistung zur Anwendung, wie der Verbale Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT), der Wisconsin Card Sorting Test (WCST) sowie zwei Tests aus den Wiener Testsystemen: Daueraufmerksamkeit (DAUF) und COGNITRONE (COG). Für die vorliegende Studie wurden nur Patienten mit der Diagnose einer hyperkinetischen Störung (ICD-10 F90.0) ohne andere aktuelle Störungen aus den Bereichen Abhängigkeit, Schizophrenie, Persönlichkeitsstörung oder affektive Störung (mit Ausnahme einer leichtgradigen Depression) eingeschlossen. Das Vorliegen einer autistischen Spektrum-Störung wurde anhand klinischer Kriterien in Zusammenarbeit mit der Spezialprechstunde für Autismus-Spektrum-Störungen der Universitätspsychiatrie Tübingen ausgeschlossen. Der Ausschluss einer aktuell vorliegenden mittelgradigen oder schweren Depression wurde nach klinischen Kriterien (ICD-10, DSM-IV) vorgenommen, gestützt wurde die Diagnose durch Fragebögen wie das Beck-Depressions-Inventar (BDI) [155]. Die gesunden Probanden wurden über Aushänge sowie Rundmails rekrutiert. Eingeschlossen in die Kontrollgruppe wurden nur Personen ohne vorausgegangene oder aktuelle Diagnosen aus den Bereichen Verhaltensstörung, tiefgreifende Entwicklungsstörung, Abhängigkeit, Schizophrenie, Persönlichkeitsstörung oder affektive Störung. Da sprachliches Stimulus-Material angewandt wurde, waren deutsche Muttersprache und Rechtshändigkeit Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie. Letzteres wurde durch einen Händigkeitsfragebogen nach Oldfield [156] überprüft. Alle Teilnehmer mussten außerdem aufgrund der verwendeten akustischen und optischen Reize über eine normale bzw. korrigierte Sehkraft sowie ein normales Hörvermögen verfügen. Als allgemeine Ausschlusskriterien galten akute Eigen- und Fremdgefährdung, ein IQ < 85, schwere neurologische oder internistische Erkrankungen sowie eine Medikation mit Psychopharmaka unter Ausnahme von Methylphenidat.

Alle Studienteilnehmer wurden vor Beginn der Untersuchung aufgeklärt und gaben schriftlich ihr Einverständnis ab. Die Studie wurde vor Studienbeginn von der Ethik-Kommission der medizinischen Fakultät der Eberhardts-Karls-Universität und des Universitätsklinikums Tübingen geprüft und bewilligt (Projektnummer 240/2010BO02). Die Untersuchung wurde unter Einhaltung der Grundsätze der Deklaration von Helsinki durchgeführt.

2.2 Stimulusmaterial

Für die Untersuchung der expliziten Verarbeitung emotionaler Prosodie und Mimik wurden als Stimulus-Material kurze, farbige Videoclips von je zwei Sekunden Dauer verwendet. In diesen waren professionelle Schauspieler zu sehen, welche je eines von zwölf deutschen Wörtern, darunter sowohl Substantive als auch Adjektive, einsprachen. Die Schauspieler wurden dazu angehalten, jedes der zwölf Wörter je einmal neutral, fröhlich, verführerisch, angeekelt sowie ärgerlich auszusprechen und mit entsprechendem Gesichtsausdruck zu unterlegen. (Im Folgenden soll der Einfachheit halber über diese fünf „Ausdrucksarten“ als „emotionale“ Kategorien bzw. Ausdrucksarten gesprochen werden, auch wenn die Kategorie „Neutral“ keine Emotion darstellt und sich eben gerade durch einen nüchternen Ausdruck, bei dem keine bestimmte Emotion gezeigt werden soll, auszeichnet und „Erotik“ keine Emotion, aber ein sozial relevantes Signal darstellt.) Neben „Freude“, „Ekel“ und „Ärger“, welche gemeinhin als Basisemotionen angesehen werden [157], wurde „Erotik“ als vierte sozial relevante Kategorie verwendet. Dieses im sozialen Kontext eher als positiv bewertete Ausdrucksform wurde bewusst gewählt, um den Emotionen „Ekel“ und „Ärger“, welche negative Assoziationen hervorrufen, zwei positiv konnotierte Ausdrucksweisen gegenüberzustellen. Dadurch sollte vermieden werden, dass es durch ein Ungleichgewicht zwischen Emotionen unterschiedlicher Valenz zu Verzerrungen bei der Erkennungsleistung kommt. Da im Zentrum der Untersuchungen die zwischenmenschlichen Schwierigkeiten der Patienten mit ADHS standen, wurden außerdem nur Ausdrucksformen gewählt, welche eine sozial wichtige Botschaft übermitteln. Die verwendeten Stimuli wurden aus einer bereits bestehenden Anzahl von Stimuli ausgewählt, welche von der Arbeitsgruppe „Affektive Neuropsychiatrie“ des Universitätsklinikums Tübingens erstellt und in einer Vorstudie an 32 gesunden

Probanden unter anderem hinsichtlich der Erkennbarkeit der dargestellten Emotionen evaluiert wurde [158]. Es wurde darauf Wert gelegt, dass die Stimuli für die aktuelle Studie nach Geschlecht der präsentierenden Schauspieler und nach der semantischen Valenz der einzelnen Wörter balanciert waren. Außerdem wurden nur Videosequenzen mit Wörtern verwendet, bei welchen in der vorhergegangenen Studie mehr als 80% der gesunden Probanden die dargestellten emotionalen Kategorien „Neutral“, „Freude“, „Verführung“, „Ekel“ und „Ärger“ identifizieren konnten. Zusätzlich wurden die zwölf Wörter so gewählt, dass die fünf Ausdrucksweisen durchschnittlich ähnlich gut zu erkennen waren. Die Präsentation der Video- bzw. Audioclips erfolgte in je drei Modalitäten. Unimodal auditorisch (A) erfolgte die Präsentation der Reize allein über Kopfhörer (Sennheiser HD215, Tonhöhe der Stimuli: 48 kHz). Unimodal visuell (V) wurden die Videoclips (Auflösung: 720 x 576 Pixel) ohne Ton auf einem Bildschirm präsentiert. Bimodal (das heißt audiovisuell, AV) konnten die Probanden sowohl auf die über die Kopfhörer, als auch auf die kongruent und simultan über den Bildschirm übermittelten Informationen zurückgreifen. Zusammengefasst enthielt das Stimulus-Set also 180 verschiedene Stimuli bestehend aus 12 Wörtern, die in je fünf emotionalen Kategorien (einschließlich „Neutral“) eingesprochen und dann wiederum in je drei Modalitäten präsentiert wurden.

Um den Einfluss von Blickrichtungen und Blickbewegungen auf kognitive Leistungen zu untersuchen, wurden Videoclips von zwei Sekunden Dauer ausgewählt, in denen computergenerierte Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck gezeigt wurden, welche mit der FACS (Facial Action Coding Systems)-Gen-Software [159] geschaffen wurden. Ausgewählt wurden acht unterschiedliche Gesichter, wovon die Hälfte klar dem männlichen, die andere Hälfte dem weiblichen Geschlecht zugeordnet werden konnte. Von jeder der acht synthetisch erstellten Gesichter wurden je acht Videoclips präsentiert. Je vier dieser Stimuli waren statisch. Dabei war der Blick der Gesichter zweimal statisch dem Betrachter zugewandt (statische Zuwendung: SZ), dieser wurde also direkt angeschaut, und zweimal war der Blick um 30° statisch nach links bzw. rechts abgewandt (statische Abwendung: SA). In den vier übrigen Stimuli kam es nach 950 Millisekunden zu einer 100 Millisekunden dauernden Augenbewegung. Hierbei wurde bei zweien der Blick während der Präsentation von einer anfangs zugewandten

Position abgewendet (bewegte Abwendung: BA), wodurch es zum Entzug der sozialen Aufmerksamkeit durch die Augenbewegung kam, bei den anderen zwei Videosequenzen wurde der Versuchsperson soziale Aufmerksamkeit zugewandt, in dem eine Blickzuwendung von der Seite (30° Abwendung) auf den Probanden erfolgte (bewegte Zuwendung: BZ). Insgesamt bestand das Stimulus-Material für den zweiten Teil der Studie also aus 64 Videoclips, von welchen bei einem Viertel eine statische Blickzuwendung, bei einem Viertel eine statische Blickabwendung zeigten. Bei den verbleibenden 50% erfolgte je in der Hälfte der Fälle eine Blickbewegung zum Betrachter hin, in der anderen Hälfte vom Betrachter weg. Hinsichtlich der sozialen Aufmerksamkeit, welche durch die sozialen Stimuli vermittelt werden sollte, wurde zwischen (Blick-)Abwendung (BA und SA) und (Blick-)Zuwendung (BZ und SZ) unterschieden. In Bezug auf die ausgeführte Bewegung wurde zwischen dynamische (BA und BZ) und unbewegten, also statischen (SA und SZ) Stimuli unterschieden.

2.3 Studiendesign und Versuchsaufbau

Für beide Experimente saßen die Teilnehmer in einem ruhigen Raum in bequemer Position circa 60 Zentimeter von einem 17 Zoll messenden Flachbildschirm (LG Flatron L1953PM, Auflösung 800 x 600 Pixel) entfernt. Bei der Präsentation der visuellen Stimuli besaßen die Gesichter der Schauspieler, wie auch die der computergenerierten Personen, annäherungsweise dieselbe Größe wie reale Gesichter. Die Präsentation der akustischen Reize erfolgte über Kopfhörer (Sennheiser, HD515), in als individuell angenehm empfundener Lautstärke. Die Präsentation der Stimuli sowie die Aufnahme der Verhaltensdaten erfolgte über die Software „Presentation“ (Neurobehavioral Systems, <http://www.neurobs.com/>). Vor beiden Versuchen wurde die Aufgabenstellung erklärt und jeder der Probanden absolvierte einen kurzen Trainingsdurchlauf, um sicherzustellen, dass die Instruktionen verstanden worden waren.

Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme

Der Versuchsaufbau für die erste Untersuchung bestand aus drei Durchgängen, welche aus je 60 Trials bestanden. In jedem Durchgang wurden 20 rein akustische, 20 rein visuelle und 20 audiovisuelle Stimuli präsentiert. Jede der fünf emotionalen Kategorien kam pro Durchgang 12 Mal vor. Die Reihenfolge der Darbietung der einzelnen Video-

bzw. Audiosequenzen wurde innerhalb der Patienten- und der Probandengruppe pseudorandomisiert. Zu Beginn eines jeden Trials erfolgte die Präsentation eines Stimulus für zwei Sekunden. Danach hatten die Teilnehmer fünf Sekunden Zeit, die emotionale Ausdrucksweise des Stimulus mithilfe zweier Tastaturtasten (im oder gegen den Uhrzeigersinn) auf einer Kreisskala in eine von fünf möglichen Kategorien einzuordnen. Auf der Kreisskala war die Kategorien in je 72° Entfernung voneinander angeordnet. Die Kategorie „Neutral“ war oben platziert, die positiven Kategorien „Freude“ sowie „Erotik“ und die negativen Kategorien „Ärger“ und „Ekel“ wurden je auf einer Seite gezeigt. Um mögliche Lateralisierungseffekte zu vermeiden, wurden dabei bei der Hälfte der Teilnehmer „Freude“ und „Erotik“ rechts und „Ekel“ und „Ärger“ links, bei der anderen Hälfte die letzteren emotionalen Kategorien rechts und „Freude“ und „Erotik“ links angeordnet.

Am Übergang eines Trials zum folgendem wurde je für eine Sekunde ein weißes Fixationskreuz auf schwarzem Hintergrund eingeblendet (siehe zum Ablauf auch *Abbildung 1*).

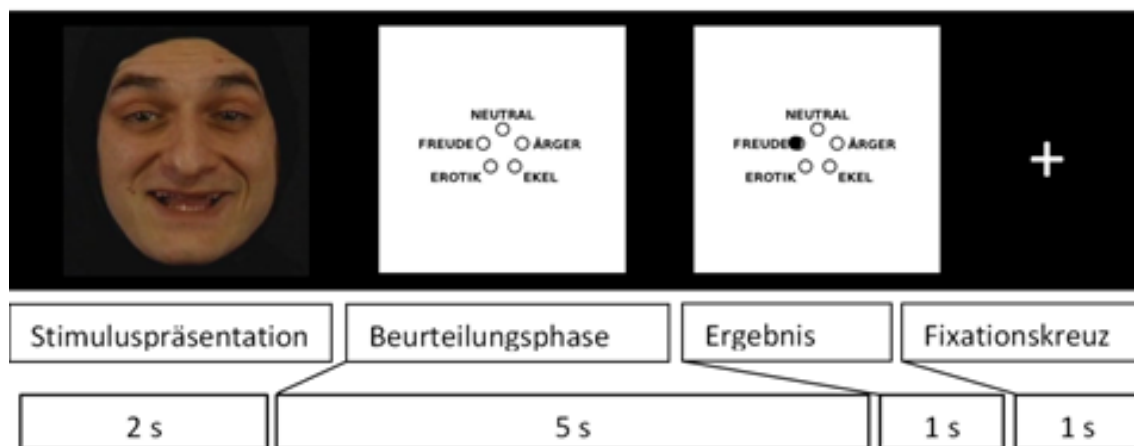


Abbildung 1: Ablauf des Experiments zur Verarbeitung von Emotionen

Nach Stimuluspräsentation erfolgte die Beurteilung der Ausdrucksweise. Die Stimuli wurden nach sensorischer Modalität (A, V, AV) und emotionaler Ausdrucksweise balanciert. Auf einer Kreisskala mit fünf emotionalen Kategorien konnte die Ausdrucksweise beurteilt werden. Die endgültige Auswahl wurde kurz angezeigt, ein Feedback hinsichtlich der richtigen Antwort wurde nicht gegeben.

Die Teilnehmer wurde instruiert, ihre Entscheidung nur auf Grund der nonverbalen Hinweise, basierend auf Prosodie und Mimik, zu treffen und dabei den semantischen

Inhalt des einzelnen Wortes auszublenden. Gemessen wurde nur die Wahl der Emotionskategorie, während auf die Bestimmung der Bearbeitungszeit wegen der gewählten kreisförmigen Skala verzichtet wurde.

Einflüsse von Blickzuwendung und Blickabwendung auf kognitive Leistungen

Für die Untersuchung des Einflusses von Blickzuwendung und Blickabwendung auf Verhaltensleistungen wie Trefferquoten und Reaktionszeiten wurde das Design eines Go-Nogo-Tests gewählt. Zu Beginn jedes Trials wurde in variierenden Zeitabständen von 500 bis 1.500 Millisekunden ein weiße Form, entweder ein Kreis oder ein Quadrat, auf schwarzem Hintergrund eingeblendet. Danach erschien, nach einem variierenden Intervall von 500 bis 1.500 Millisekunden, für zwei Sekunden ein computergeneriertes Gesicht, welches entweder statisch den Betrachter direkt anblickte, statisch zur Seite schaute oder im Verlauf seinen Blick dem Betrachter zu- oder von ihm abwandte. Nach der Präsentation dieses sozialen Reizes erfolgte, wiederum in variierenden Abständen von 500 bis 1.500 Millisekunden die Darbietung eines weißen Buchstabens, eines „X“s oder eines „Y“s vor schwarzem Hintergrund. Die Probanden wurden instruiert bei den Kombinationen Kreis und „X“ oder Quadrat und „Y“ so schnell wie möglich mit einem Tastendruck zu reagieren („Go-Kombination“). Die „Nogo-Kombinationen“, bei welchen nicht reagiert werden sollte, bestanden demzufolge aus den Kombinationen Kreis plus „Y“ sowie Quadrat plus „X“. Während den variierenden Zeitintervallen von 500 bis 1.500 Millisekunden zwischen den Präsentationen von Formen, Videosequenzen und Buchstaben wurde jeweils ein weißes Fixationskreuz gezeigt. Insgesamt bestand die Untersuchung aus zwei Durchgängen, die aus jeweils 64 Trials zusammengesetzt waren. Jedes dieser Trials dauerte je neun Sekunden. Innerhalb der insgesamt 128 Trials erschien jede der vier Kombinationen aus Richtung und Verlauf der Stimuli (BA, BZ, SA, SZ) 32 Mal. Formen und Buchstaben erschienen randomisiert, wodurch sich pro Teilnehmer und Stimulusart eine unterschiedliche, zufällige Anzahl von Go-Kombinationen und Nogo-Kombinationen ergab. Aufgezeichnet wurden die Antworten, welche innerhalb von drei Sekunden nach Beginn der Einblendung des Buchstabens erfolgten sowie deren Reaktionszeiten. Bei beiden Untersuchungen hatten die Teilnehmer die Möglichkeit einer kurzen Pause zwischen den einzelnen Durchgängen. Dieser Ablauf ist in *Abbildung 2* wiedergegeben.

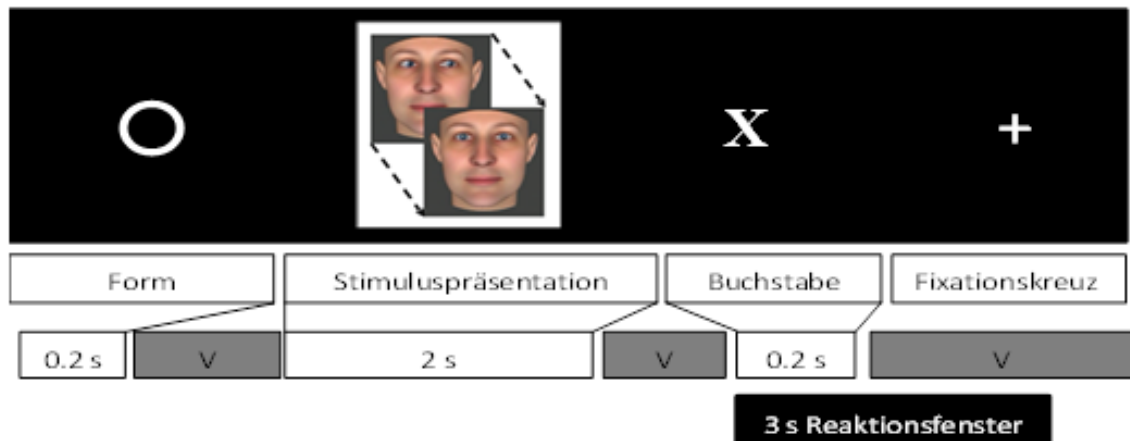


Abbildung 2: Ablauf des Experiments zur Bedeutung sozialer Signale

Nach Einblenden des 1. Hinweisreizes (Form) erfolgte nach einem variablen Zeitintervall ($V=500-1500$ Millisekunden) die Stimuluspräsentation. Nach einem weiteren Zeitintervall folgte die Präsentation des 2. Hinweisreizes (Buchstabe). Reaktionen wurden in einem Zeitfenster von drei Sekunden ab Einblenden des 2. Hinweisreizes gemessen. Die Stimuli wurden balanciert nach Blickrichtung (Blickabwendung, Blickzuwendung) sowie Verlauf (Blickbewegung, keine Blickbewegung). Ein Trial dauerte jeweils 9 Sekunden.

2.4 Zusätzliche Messungen

Becks-Depressions-Inventar-1A (BDI-1A)

Zum Screening auf eventuell vorliegende depressive Episoden und Erfassung der aktuellen Depressivität bearbeiteten die Teilnehmer vor Beginn des Experiments die deutsche Version BDI-1A [155], welcher die englische Version der Selbstbeurteilungsskala von Beck und Sterr von 1987 [160] zugrunde liegt. Der Fragebogen besteht aus 21 Kategorien (A-U) mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten (0-3), von denen der Befragte jeweils die auf die letzten sieben Tage am zutreffendste wählen soll. Dabei spricht eine höhere Anzahl an Punkten für einen höheren Grad an Depressivität. Als Cut-Off Wert für einen Ausschluss aus der Studie wurde eine Punktzahl von 20 bestimmt, da dies nach Testhandbuch der Grenze zwischen den Kategorien „milde Depression“ und „mittlere Depression“ entspricht. Darunter liegende Werte wurden mit den Verhaltensdaten korreliert, um einen möglichen Einfluss der

Stimmungslage auf die Wahrnehmung sowie Verarbeitung von Emotionen und die Reaktion auf soziale Distraktoren auszuschließen oder erkennen zu können.

Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Test B (MWT-B)

Um die verbale Intelligenz zu erfassen, wurde der MWT-B verwendet. Dieser besteht aus 37 Zeilen mit je fünf Wörtern, von welchen nur eines in der deutschen Sprache existiert und im umgangs-, bildungs- oder wissenschaftssprachlichen Bereich vorkommt. Dieses „richtige“ Wort sollte von den Versuchsteilnehmern aus jeder Zeile gefunden und markiert werden. Bei der Bestimmung des allgemeinen Intelligenzniveaus zeichnet sich der MWT neben einer hohen Reliabilität [161] durch eine hohe Validität aus und korreliert mit einem Korrelationskoeffizient von $r = 0,72$, welcher sich als Median aus 32 Untersuchungen ergab, in relativ hohem Maße mit anderen globalen Intelligenztests [162-164].

Self-Report Emotional Intelligence Test (SREIT)

Anhand der deutschen Version des SREIT [165] gaben gesunde Probanden und Patienten eine Selbsteinschätzung über ihre Fähigkeiten im Einschätzen und Äußern, im Regulieren sowie in der Nutzung zur Problemlösungen von eigenen Emotionen sowie der anderer ab. Der Test, welcher auf dem Modell der Emotionalen Intelligenz von Salovey und Mayer aus dem Jahre 1995 [22] basiert, umfasst 33 Aussagen, welche auf einer 5-Punkte-Likert-Skala von 1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 5 = „stimme vollständig zu“ bewertet werden kann. So kann eine Punktezahl zwischen 33 und 165 Punkten erzielt werden, wobei deren Höhe als Analogon für das Ausmaß der (selbsteingeschätzten) emotionalen Intelligenz gewertet wird.

ADHS-Selbstbeurteilungsskala (ADHS-SB)

Die ADHS-SB wurde auf der Basis der Kriterien für ADHS nach DSM-IV und der ICD-10-Forschungsversion entworfen. Der Fragebogen besteht aus 22 Selbstaussagen aus Bereichen des alltäglichen Lebens. Diese können den Kriterien Aufmerksamkeitsdefizit (Item 1-9), Hyperaktivität (10-14) und Impulsivität (15-18) zugeordnet werden. Die vier letzten Fragen beziehen sich auf die Ausdehnung und

Auswirkungen der Symptome. Die Aussagen können von 0 (trifft nicht zu) bis 3 (schwer ausgeprägt) graduiert werden. Der Test wurde an 30 Patienten (15 Frauen, 15 Männer, durchschnittliches Alter 31 Jahre) hinsichtlich der Test-Retest-Reliabilität für Subskalen und Gesamtskala evaluiert (Koeffizienten zwischen 0,78 und 0,89). Die interne Konsistenz lag zwischen 0,72 und 0,90 (Cronbachs-Alpha). Die Übereinstimmung der Selbstbeurteilung durch den ADHS-SB und der klinischen Diagnose nach ADHS-DC ergab bei 20 von 26 Fällen ICC-Werte von 0,75 und höher [154]. Hierbei wurde die Selbsteinschätzung der hyperaktiven und der impulsiven Symptomatik zusammengefasst. Da unaufmerksame und hyperaktiv-impulsive Symptomatik in einem gewissen Maße auch bei „gesunden“ Individuen auftreten, bearbeiteten auch die Kontrollprobanden diesen Fragebogen. Während dem Studientermin wurde dieser nur an die Kontrollprobanden ausgehändigt, während die Teilnehmer mit ADHS ihn schon während der klinischen Sprechstunde bearbeitet hatten.

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)

Um Aussagen über die allgemeine Aufmerksamkeitsleistung machen zu können, wurden von allen Teilnehmern zwei Untertest der TAP, einem standardisierten, computergestützten, neuropsychologischen Testsystem, absolviert. Die Validität der Tests wurde durch Faktoranalysen (Hauptkomponentenanalyse, Varimax-Rotation) bestätigt [166]. Die klinische Validität wurde in Studien an neurologischen und psychiatrischen Patientengruppen untersucht, zum Beispiel an hirngeschädigten Patienten [167], schizophrenen Patienten [168] und an Kindern mit ADHS [169]. Anhand von Stichproben gesunder Probanden wurden Normwerte erstellt.

Da alle Tests der TAP mit standardisierten Bildschirm-Instruktionen durchgeführt und die Ergebnisse automatisch ausgewertet werden, verfügt die TAP über eine hohe Objektivität bei Durchführung und Auswertung. Vor allen Tests wird das Verständnis der Instruktionen mit einem kurzen Probedurchlauf geprüft.

- Alertness:

Der Begriff „Alertness“ beschreibt zunächst den allgemeinen Wachzustand, der die Basis jeder Aufmerksamkeitsleistung darstellt. Neben diesem gibt der Untertest Alertness auch ein Maß für die Aufrechterhaltung der

Reaktionsbereitschaft über eine längere Zeitspanne und die kurzfristige Fokussierung der Aufmerksamkeit auf ein erwartetes Ereignis. Im Test wird die Reaktionszeit durch Tastendruck auf einen Signalreiz (ein weißes X auf schwarzem Hintergrund) untersucht. In zwei der Durchgänge erscheint dieses in variablen Zeitabständen, in zwei Durchgängen ist vor dem Erscheinen des Signalreizes in unterschiedlichen Zeitintervallen ein Warnton zu hören. Insgesamt dauert die Durchführung vier Minuten und 30 Sekunden. Für die Durchgänge ohne Warnton wurden die Reaktionsschnelligkeit anhand des Median der Reaktionszeiten als Maß für die allgemeine Verarbeitungskapazität sowie die Standardabweichung der Reaktionszeiten zur Bestimmung der Konstanz in der Fokussierung der Aufmerksamkeit gemessen. Die Differenz der Reaktionszeiten für die Durchgänge ohne und mit Warnton wurde als Maß für die kurzfristige Fokussierung der Aufmerksamkeit auf ein erwartetes Ereignis, die „phasische Alertness“, verwendet, ein negativer Wert deutet auf Probleme bei der Reaktionsinhibition oder der intermodalen Verarbeitung hin. Bei der Untersuchung von 308 gesunden Probanden zwischen 20 und 89 Jahren ergab sich eine Odd-even-Reliabilität für den Median der Reaktionszeiten für Trials mit und ohne Ton von 0,999, die Test-Retest-Reliabilität lag nach 25 Tagen bei 0,81.

- **Daueraufmerksamkeit**

Der Daueraufmerksamkeits-Untertest der TAP ist eine valide Messung für die Fähigkeit von Daueraufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis. Auf dem Bildschirm erscheinen in regelmäßigen Intervallen aufeinanderfolgende Reize, welche in verschiedenen Merkmalsdimensionen variieren (Form, Farbe, Füllung, Größe). Als kritischer Reiz, auf den mit Tastendruck geantwortet werden sollte, wurde dabei die direkte Folge von zwei Reizen gleicher Form bestimmt. Insgesamt besteht der Test aus drei Durchgängen mit insgesamt 450 Reizen. Die Durchführungszeit beträgt 15 Minuten. Gemessen wurden die Auslassungen (keine Reaktion auf kritischen Reiz) und die Fehler (Reaktion ohne kritischen Reiz). Diese dienen als Gesamtanzahl zur Untersuchung der Funktion des Arbeitsgedächtnisses, da es für ein erfolgreiches Abschneiden in dieser Prüfung notwendig ist, jeden Reiz kurzfristig zu speichern und mit den

folgenden Reiz zu vergleichen. Durch den Verlauf der Leistung über die drei Durchgänge stellen die Werte außerdem ein Maß für die Konzentration bzw. die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit längerfristig aufrechtzuerhalten, dar. Zusätzlich fordert der Test die Fähigkeit der selektiven Aufmerksamkeit, in dem auf eine kritische Reizdimension unter Ausblendung der anderen Dimensionen reagiert werden muss, sowie zur Diskrimination mehrerer Reizdimensionen bei kontinuierlich variierenden Reizen. Mit einer Odd-even-Reliabilität von 0,849 für Fehler bzw. 0,862 für Auslasser (gemessen an 188 Probanden zwischen 19 und 72 Jahren), einem Cronbachs-Alpha von 0,985 und einer Test-Retest-Reliabilität von 0,81 nach 25 Tagen verfügt der Test über eine relativ hohe Reliabilität [166].

2.5 Statistische Analyse der Daten

Die Protokolldateien der beiden Verhaltensexperimente wurden für jeden Versuchsteilnehmer mittels der Software Matlab R2014a ausgewertet.⁵ Alle statistischen Analysen wurden mit SPSS Statistics 22 durchgeführt.

Merkmale der Testgruppe

Um zu untersuchen, ob sich die Gruppe der Kontrollen von der Gruppe der Patienten in der Geschlechterverteilung unterscheiden, wurde ein zweidimensionaler Chi²-Test durchgeführt. Alter, Bildungsjahre sowie die Ergebnisse von BDI, MWT-B, SREIT, ADHS-SB und TAP wurden innerhalb der zwei Teilnehmergruppen gemittelt und bei Normalverteilung der Daten mittels t-Tests für unabhängige Stichproben bzw. Mann-Whitney-U-Tests bei nicht-normalverteilten Daten verglichen.

Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme

Die Leistungen in der Emotionserkennung wurden anhand der „unbiased hit rate“ (HU) beurteilt. Diese von Wagner 1993 vorgeschlagene korrigierte Trefferquote berücksichtigt durch die Multiplikation von nichtkorrigierter Trefferquote mit dem

⁵ Da zwei Teilnehmer aus der Patientengruppe das zweite Experiment vorzeitig abbrachen, wurden für diese jeweils ein gesondertes Script zur Auswertung erstellt, um die vorhandenen Daten auswerten zu können.

positiv prädiktiven Wert Falschantworten und Verzerrungseffekte bei der Analyse von nonverbalen Verhalten. Somit erfasst dieses Maß nicht nur, wie sensitiv eine Kategorisierung durchgeführt wurde (zum Beispiel wie oft „Freude“ auch als solche erkannt wurde), sondern auch, wie spezifisch (wie oft andere Kategorien nicht fälschlicherweise als „Freude“ verkannt wurden). Vor jeder statistischen Analyse wurde die „unbiased Hitrate“ arcsin transformiert [170]. Die „unbiased hit rate“ wurde als abhängige Variable einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Modalität (auditiv, visuell, audiovisuell) sowie emotionaler Ausdrucksweise (Neutral, Freude, Erotik, Ekel, Ärger) als Innersubjektfaktoren und Gruppe (Kontrollen, ADHS) als Zwischensubjektfaktor verwendet. Anschließend wurden Post-hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur für Gruppe, Modalität und emotionale Ausdrucksweise durchgeführt. Um auszuschließen oder nachzuweisen, dass mögliche Gruppenunterschiede in der Stimmung (BDI), dem verbalen Intelligenzquotienten (MWT-B) oder verschiedenen Teilbereichen der Aufmerksamkeit (TAP) potenzielle Gruppenunterschiede in der Erkennungsleistung von emotionalen Signalen verursachen, wurden Korrelationsanalysen nach Pearson bei Normalverteilung bzw. nach Spearman bei fehlender Normalverteilung der Daten zwischen psychometrischen Daten (BDI, MWT-B, TAP) und Verhaltensdaten (Emotionserkennung) durchgeführt. Bei signifikanter Korrelation wurde die jeweils korrelierte Varianz aus den Verhaltensdaten für die gesamte Erkennungsleistung entfernt und die resultierenden nicht standardisierten Regressionsresiduen mittels einseitiger t-Tests verglichen. Schließlich wurden Korrelationsanalysen zwischen den Werten für emotionale Intelligenz (SREIT) und Unaufmerksamkeit sowie Hyperaktivität-Impulsivität (ADHS-SB) und der Emotionserkennung bei audiovisueller Präsentation für beide Gruppen getrennt durchgeführt.

Verbesserung durch bimodale Darbietung

Als Maß für die audiovisuelle Integration (AI) wurde die Verbesserung der korrigierten Trefferquoten durch bimodale Präsentation gegenüber der unimodalen Präsentation bestimmt, in welcher der jeweilige Proband das bessere Ergebnis erzielte: $HU(B) - \max(HU(A), HU(V))$. Als abhängige Variable wurde der über die Emotionen gemittelte Wert für die audiovisuelle Integration bestimmt. Mit Gruppe (Kontrollen, ADHS) als

Gruppierungsvariable wurde bei Normalverteilung t-Tests für unabhängige Stichproben bzw. Mann-Whitney-U-Tests bei fehlender Normalverteilung durchgeführt.

Einflüsse von Blickzuwendung und Blickabwendung auf kognitive Leistungen

Im zweiten Teil der Untersuchung wurde der Einfluss sozialer Aufmerksamkeit auf die Verhaltensdaten untersucht. Als Verhaltensdaten wurden der Quotient aus Auslassungen und Go-Kombinationen (Auslassquote) und der Quotient aus Fehlern und Nogo-Kombinationen (Fehlerquote) für jeden Patient ermittelt. Diese Werte wurden für die einzelnen Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) mit denen sie kombiniert waren, gemittelt. Außerdem wurden für jeden Probanden sowie für jede Stimuluskategorie die Reaktionszeiten bestimmt. Diese Verhaltensdaten gingen in eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit sozialer Aufmerksamkeit (Blickzuwendung: BZ + SZ versus Blickabwendung: BA + SA) und Bewegung (dynamisch: BA + BZ versus statisch: SA + SZ) als Innersubjektfaktoren und Teilnehmergruppe (Kontrollgruppe, ADHS) als Zwischensubjektfaktor ein. Mögliche Unterschiede wurden mittels Post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur genauer untersucht. Analog zum ersten Teil der Studie wurden mögliche Störvariablen (BDI, MWT-B, TAP) ermittelt und diese mittels linearen Regressionsanalysen aus den Verhaltensdaten herauspartialisiert. Die resultierenden Regressionsresiduen wurden in einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit Gruppe als Zwischensubjektfaktor und soziale Aufmerksamkeit sowie Bewegung als Innersubjektfaktoren analysiert. Zusammenhänge zwischen emotionaler Intelligenz (SREIT), Unaufmerksamkeit sowie Hyperaktivität-Impulsivität (ADHS-SB) und den Verhaltensdaten (Auslassungsquoten, Fehlerquoten und Reaktionszeiten) während der vier Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) wurden in beiden Gruppen getrennt mittels Korrelationsanalysen ermittelt. Greenhouse-Geisser-Korrekturen wurden bei nicht gegebener Sphärizität vorgenommen. Bei postulierten Gruppenunterschieden wurde einseitig, ungerichtete Hypothesen wurden zweiseitig getestet. Als Signifikanzniveau wurden $p < 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

Merkmale der Testgruppe

Die demographischen und psychometrischen Daten für ADHS-Patienten und gesunde Kontrollen sind in *Tabelle 2* aufgeführt.

Tabelle 2: Merkmale der Testgruppe

	Gruppe				Statistik	
	ADHS		Kontrollen			
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>U</i>	<i>p</i>
Alter	27,6	9,3	29,2	8,3	-0,9	0,35
Bildungsjahre	14,5	4,2	13,9	3,1	-0,4	0,68
BDI Punktzahl	6,6	4,3	2,7	3,4	-3,6	<0,01
ADHS-SB Punktzahl						
Unaufmerksamkeit	20,7	2,9	4,3	3,9	-6,2	<0,01
Hyperaktivität-Impulsivität	19,7	3,7	3,0	4,1	-6,0	<0,01
TAP						
Daueraufmerksamkeit Auslassungen	15,0	12,2	4,6	6,1	-4,0	<0,01
Daueraufmerksamkeit Fehler	10,4	13,4	3,4	3,8	-2,4	0,02
Daueraufmerksamkeit gesamt	25,4	22,0	8,0	8,6	-3,8	<0,01
Alertness Allgemein	268,4	75,3	247,0	41,0	-0,7	0,51
Alertness Konstanz	74,2	60,1	34,5	17,5	-3,4	<0,01
					<i>t(52)</i>	<i>p</i>
Phasische Alertness	13,0	29,5	2,0	18,6	-1,6	0,10
Verbaler IQ	102,6	14,9	112,3	14,5	2,4	0,02
SREIT Punktzahl	110,7	13,7	127,9	13,4	4,6	<0,01

Anmerkung: M=Mittelwert; SD=Standardabweichung; p-Werte für 2-seitige Tests;

BDI=Becks-Depressions-Inventar; ADHS-SB=ADHS-Selbstbeurteilungsskala;

TAP=Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung; verbaler IQ=verbaler Intelligenzquotient gemessen mittels Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest-B =Self-Report Emotional Intelligence Test

Die zwei Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich der Geschlechterverteilung ($X^2[1]=0,0$; $p=0,89$), des Alters ($U[52]=-0,9$; $p=0,35$) oder der Anzahl der Bildungsjahre ($U[52]=-0,4$; $p=0,68$). Bezüglich der psychometrischen Daten unterschieden sich die Gruppen in den Ergebnissen von BDI, SREIT, ADHS-SB, MWT-B und TAP signifikant. Im Vergleich zu den gesunden Kontrollprobanden berichteten die Patienten über eine deutlich stärker ausgeprägte depressive Symptomatik (BDI) ($p<0,01$), schätzten ihre emotionalen Intelligenz (SREIT) signifikant geringer ein ($p<0,01$) und waren häufiger und ausgeprägter von Symptomen, die auf ein Aufmerksamkeitsdefizit sowie hyperaktiv-impulsive Symptomatik hinweisen, betroffen (ADHS-SB) (*beide* $p<0,01$). Obwohl sich die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer Bildungsjahre nicht signifikant unterschieden und ADHS-Patienten tendenziell sogar mehr Bildungsjahre aufwiesen, lag der im MWT-B bestimmte verbale IQ bei den ADHS-Patienten unter dem der gesunden Kontrollen ($p=0,02$). Auch in der TAP zeigten sich signifikante Gruppenunterschiede: Im Untertest „Alertness“ variierten die Reaktionszeiten bei den Teilnehmern der ADHS- Gruppe deutlich stärker als die der gesunden Kontrollen und im Untertest „Daueraufmerksamkeit“ kam es bei Patienten zu mehr Fehler und Auslassungen als bei gesunden Kontrollen (*alle* $p<0,01$).

Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme

In den *Abbildungen 3 und 4* sind die Gruppenunterschiede für die korrigierte Trefferquote über Emotionen bzw. Modalitäten gemittelt dargestellt.

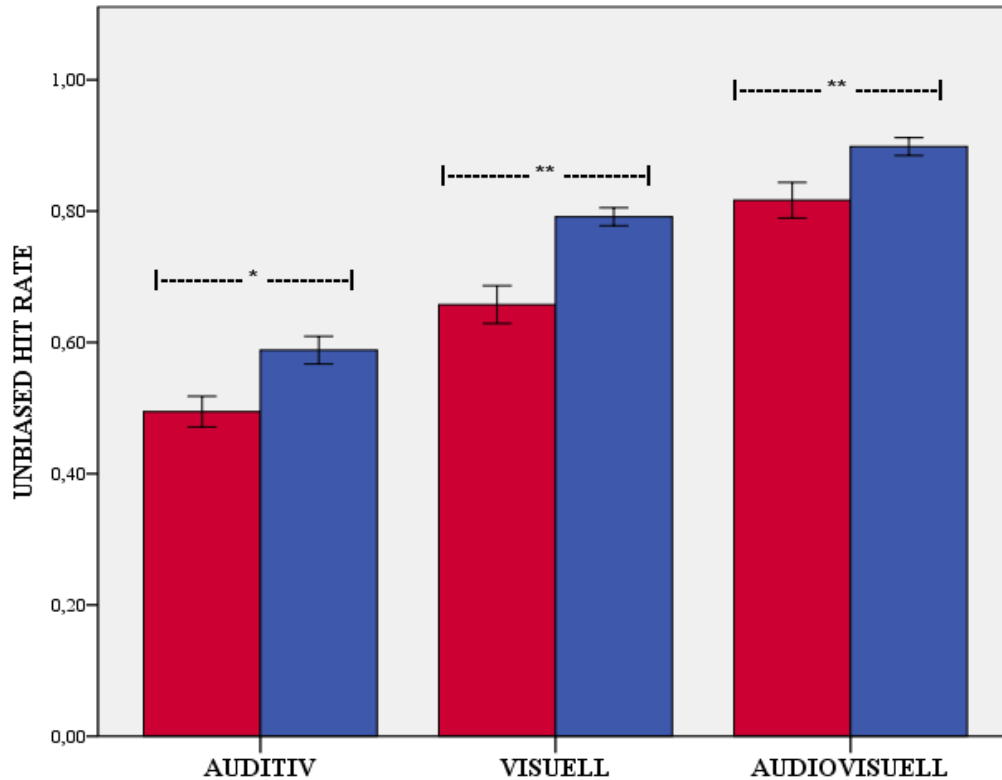


Abbildung 3: Gruppenvergleich der „unbiased hit rates“ über Emotionen gemittelt (Mittelwert \pm Standardfehler) für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau) für auditive, visuelle und audiovisuelle Stimulus-Präsentation. $=p<0,05$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert); $**=p<0,01$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert).*

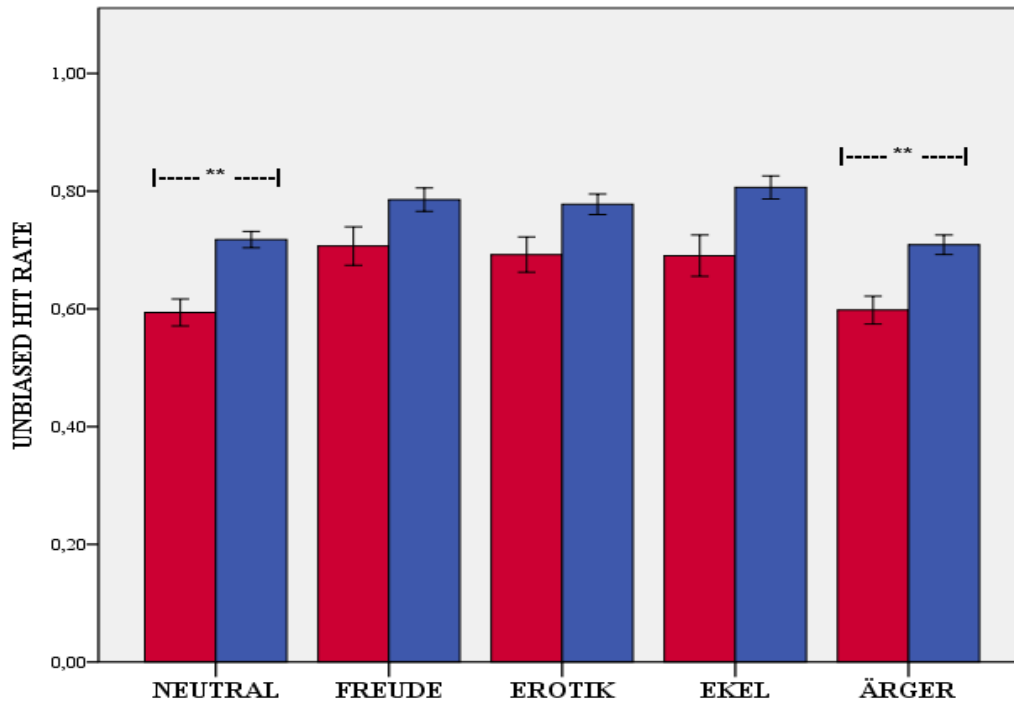


Abbildung 4: Gruppenvergleich der „unbiased hit rates“ über Modalitäten gemittelt (Mittelwert \pm Standardfehler) für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau) für neutrale, fröhliche, verführerische, angeekelte und ärgerliche Ausdrucksweise. **= $p < 0,01$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert).

Die mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Greenhouse-Geisser-Korrektur ergab einen signifikanten Zwischensubjekteffekt ($F[1, 52] = 16,6; p < 0,01$), der den signifikanten Unterschied zwischen den höheren korrigierten Trefferquoten der gesunden Probanden (gemittelt über alle Emotionen und Modalitäten) bei der Emotionserkennung ($76 \pm 1\%$) und den niedrigeren der Patienten ($66 \pm 2\%$) ($t[52] = -4,4; p < 0,01$) widerspiegelt (Mittelwerte \pm Standardfehler).

Außerdem zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für Modalität ($F[2, 104] = 195,6; p < 0,01$). T-Tests für gepaarte Stichproben mit Bonferroni-Korrektur zwischen den über Gruppen und Emotionen gemittelten „unbiased hit rates“ für die einzelnen Modalitäten offenbarten, dass Emotionen bei audiovisuell präsentierten Stimuli leichter zu erkennen waren, als bei unimodal akustisch ($p < 0,01$) und visuell ($p < 0,01$) präsentierten Stimuli. Bei visueller Präsentation wurden außerdem bessere Ergebnisse erzielt als bei akustischer ($p < 0,01$).

Der Haupteffekt für Emotion war ebenfalls signifikant ($F[4, 208]=19,6; p\leq 0,01$). T-Tests für gepaarte Stichproben mit Bonferroni-Korrektur zwischen den über Gruppen und Modalitäten gemittelten „unbiased hit rates“ für die einzelnen emotionalen Kategorien zeigten, dass neutrale und ärgerliche Stimuli deutlich schlechter als solche erkannt wurden als fröhliche, verführerische und angeekelte (*jedes* $p<0,01$). Die Interaktion Modalität x Emotion war signifikant ($F[8, 416]=4,3; p<0,01$). Deshalb wurden Post-hoc-T-Tests mit Bonferroni-Korrektur zwischen den einzelnen emotionalen Kategorien innerhalb der drei Modalitäten durchgeführt. Diese deuteten darauf hin, dass Erotik und Ekel aus der Stimme besser erkannt wurden als alle anderen Emotionen ($p<0,01$ für HU_Ekel versus HU bei Freude, Ärger und Neutral und $p<0,01$ für HU_Erotik versus HU bei Ärger und Neutral). Bei zusätzlicher oder alleiniger visueller Darbietung wurde jedoch Freude am besten erkannt (visuelle sowie bimodale Präsentation: $p<0,01$ für HU_Freude versus HU bei Neutral und Ärger). Signifikante Interaktionen für Gruppe x Modalität ($F[2, 104]=0,8; p=0,42$), Gruppe x Emotion ($F[4, 208]=0,5; p=0,65$) oder Gruppe x Modalität x Emotion ($F[8, 416]=0,1; p=0,59$) konnten nicht gezeigt werden. Bivariate Korrelationsanalysen zeigten einen positiven Zusammenhang zwischen verbalem IQ und der Leistungen bei der Emotionserkennung ($r=0,33; r^2=0,11; p=0,01$), sowie einen negativen Zusammenhang zwischen dieser Leistung und Schwierigkeiten bei der konstanten Aufmerksamkeitsfokussierung (TAP-Untertest Alertness: Konstanz) ($r=-0,43; r^2=18; p<0,01$) sowie bei der Aufrechterhaltung der Daueraufmerksamkeit (TAP-Untertest Daueraufmerksamkeit: falsche Reaktionen) ($r=-0,46; r^2=0,21; p<0,01$). Die Schwere der depressiven Symptomatik (BDI) zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Emotionserkennung ($r=-0,09; p=0,45$). Nach Entfernen der korrelierten Varianz von verbalem Intelligenzquotienten, Schwierigkeit bei der konstanten Aufmerksamkeitsfokussierung und Daueraufmerksamkeit aus der über Emotionen und Modalitäten gemittelten, korrigierten Trefferquoten, zeigte sich weiterhin ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,03$, *einseitiger Test*). Innerhalb der Patientengruppe bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der selbsteingeschätzten emotionalen Intelligenz (SREIT) und der Gesamtleistung in der Emotionserkennung bei audiovisueller Darbietung (*Abbildung 5; $r=0,38; p=0,04$, einseitiger Test*).

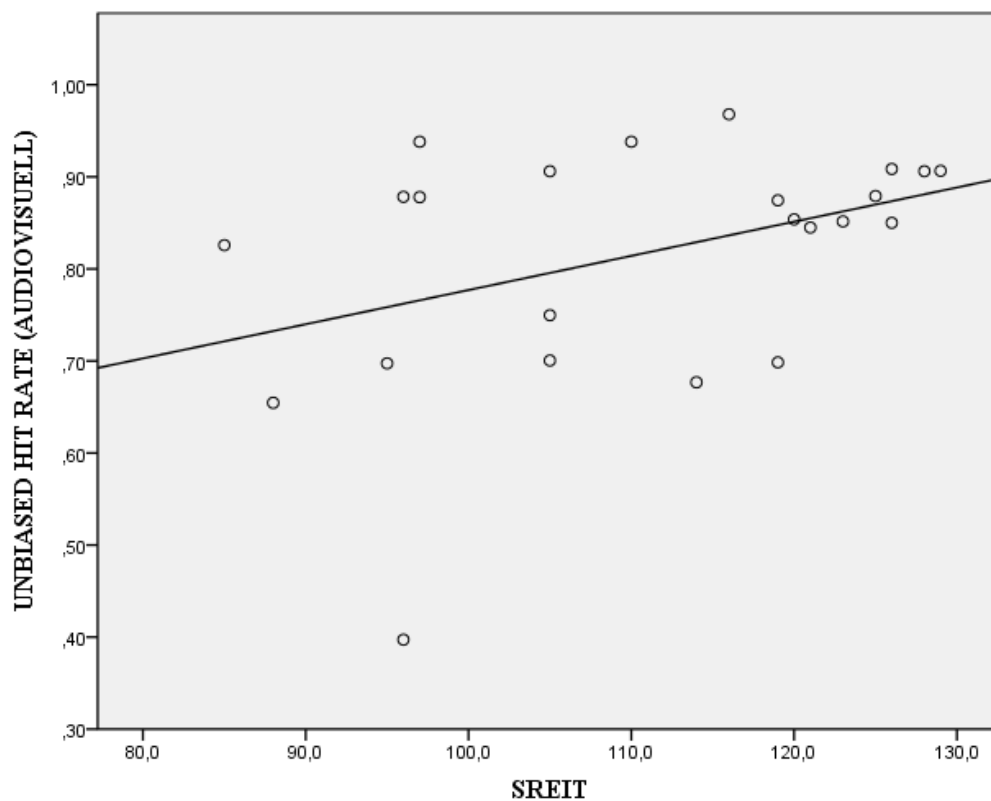


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen selbsteingeschätzter emotionaler Intelligenz (SREIT) und der Leistung bei der Emotionserkennung („unbiased hit rate“) bei audiovisueller Stimulus-Präsentation innerhalb der Patientengruppe. Der Korrelationskoeffizient war signifikant ($p < 0,05$). Die Gerade stellt die Regressionsgerade dar. Die Datenpunkte zeigen Leistungen in der Emotionserkennung und emotionale Intelligenz der einzelnen ADHS-Patienten an.

Eine signifikante Korrelation zwischen Emotionserkennung aus Gesicht und Stimme und der in der ADHS-SB selbsteingeschätzter unaufmerksamen ($r = 0,30$; $p = 0,16$) sowie hyperaktiv-impulsiven Symptomausprägung ($r = 0,09$; $p = 0,60$) zeigte sich jedoch nicht. Innerhalb der Kontrollgruppe zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Leistung in der Emotionserkennung und selbsteingeschätzter emotionaler Intelligenz ($r = 0,17$; $p = 0,36$), Unaufmerksamkeit ($r = -0,04$; $p = 0,85$) oder Hyperaktivität-Impulsivität ($r = -0,10$; $p = 0,59$).

Verbesserung durch bimodale Darbietung

Es zeigte sich, dass Probanden mit ADHS deutlich mehr von der bimodalen Präsentation profitieren konnten als die gesunden Kontrollprobanden. Während der Mittelwert der korrigierten Trefferquoten (\pm Standardfehler) der Kontrollen bei bimodaler Darbietung um $11 \pm 1\%$ höher lag als bei der besseren unimodalen Präsentation, betrug die Verbesserung bei den ADHS-Patienten $15 \pm 2\%$ (Abbildung 6). Der zweiseitige t-Test für unabhängige Stichproben mit der abhängigen Variablen „audiovisuelle Integration“ und der Gruppierungsvariable „Gruppe“ offenbarte einen signifikanten Unterschied ($t[52]=2,2; p=0,04$).

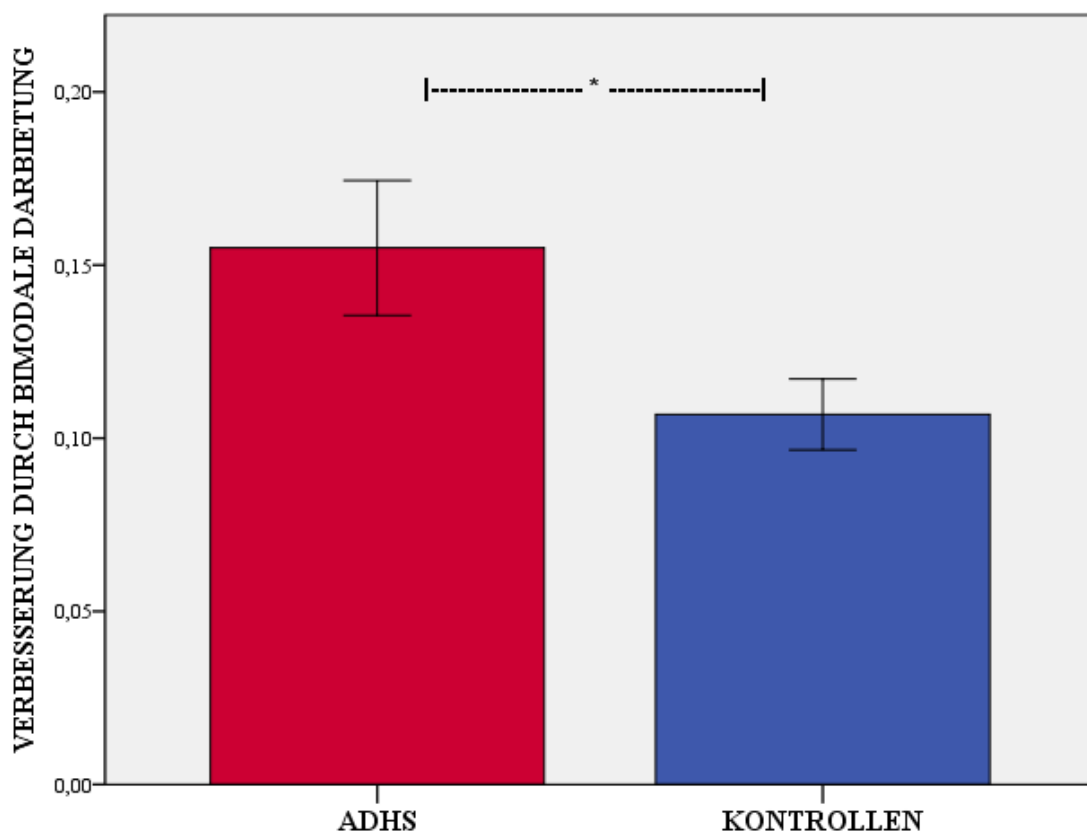


Abbildung 6: Gruppenvergleich der absoluten Verbesserung der „unbiased hit rates“ durch bimodal audiovisueller gegenüber der besseren unisensorischen Modalität über Emotionen gemittelt (Mittelwert \pm Standardfehler) für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau). $*=p<0,05$ (2-seitig).

Einflüsse von Blickzuwendung und Blickabwendung auf kognitive Leistungen

In *Abbildung 7* sind die Auslassquoten beider Gruppen für die vier Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) dargestellt. In der mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit Auslassquote als abhängiger Variablen zeigte sich ein signifikanter Zwischensubjekteffekt ($F[1, 52]=18,3; p<0,01$), der auf eine signifikant größere durchschnittliche, über die Stimuluskategorien gemittelte Auslassquote (Mittelwert \pm Standardfehler) bei den Patienten ($12 \pm 3\%$) im Vergleich zu den Probanden ($2 \pm 1\%$) ($p<0,01$) zurückzuführen war.

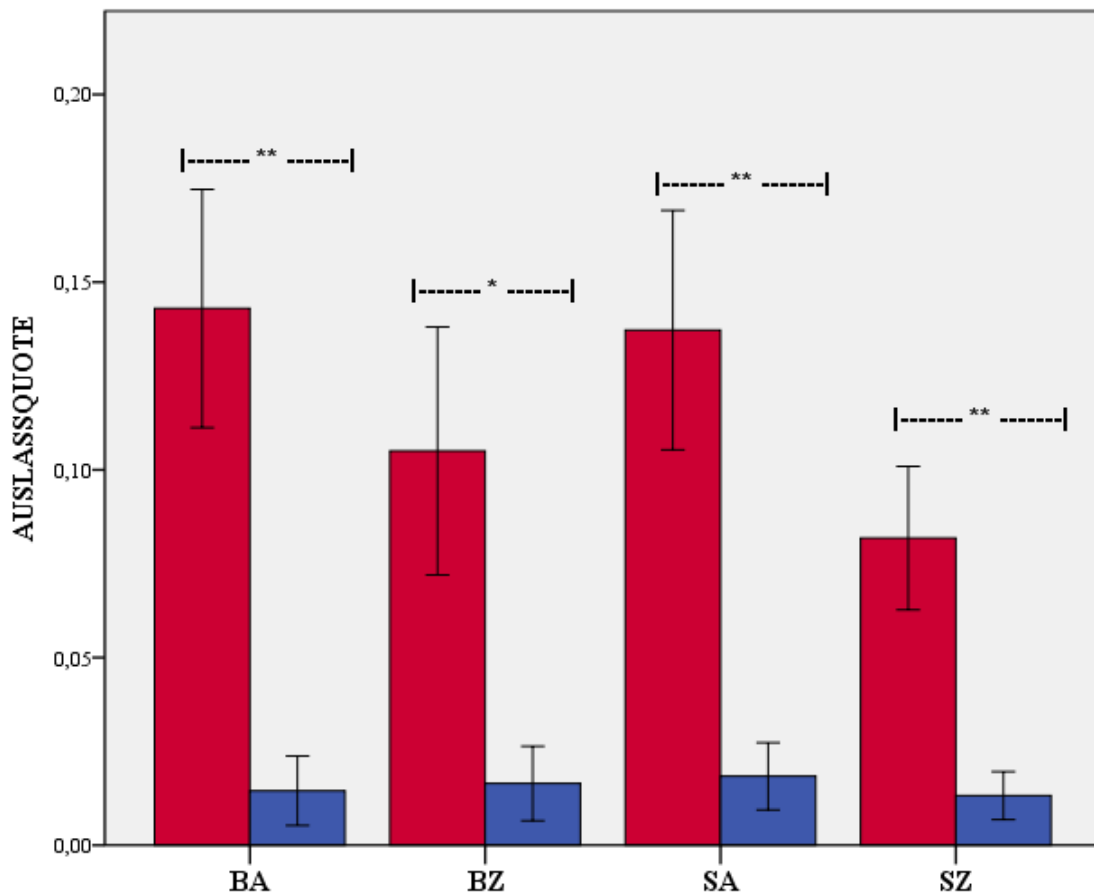


Abbildung 7: Gruppenvergleich der Auslassquote (Mittelwert \pm Standardfehler) für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau) nach bewegter Blickabwendung (BA), bewegter Blickzuwendung (BZ), statischer Blickabwendung (SA) und statischer Blickzuwendung (SZ). Die Auslassquote wurde als der Quotient von Anzahl der Auslassungen und Anzahl der Go-Kombinationen bestimmt. $=p<0,05$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert); $**=p<0,01$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert).*

Der Haupteffekt für soziale Aufmerksamkeit war ebenfalls signifikant ($F[1, 52]=11,7; p<0,01$). Post-hoc-Tests mit Bonferroni-Korrektur zeigten, dass in der gesamten Teilnehmergruppe während statischer Blickzuwendung deutlich weniger Auslassungen gemacht wurden als bei bewegter Abwendung ($p=0,04$). Ein ähnlicher, nach Bonferroni-Korrektur jedoch nicht mehr signifikanter Trend zeigte sich für die durchschnittliche Auslassquote bei statischer Blickzuwendung gegenüber der bei statischer Abwendung. Auch die Interaktion zwischen Gruppe und sozialer Aufmerksamkeit war signifikant ($F[1, 52]=10,2; p<0,01$). Ein post-hoc durchgeführter Mann-Whitney-U-Test mit der Differenz zwischen Auslassquote bei Blickabwendung (BA, SA) und Blickzuwendung (BZ, SZ) zeigte, dass ADHS-Patienten sich bei Blickzuwendung deutlich mehr verbesserten als Kontrollprobanden (Abbildung 8; $U[52]=-2,8; p<0,01$). Weitere signifikante Haupteffekte oder Interaktionen bestanden nicht.

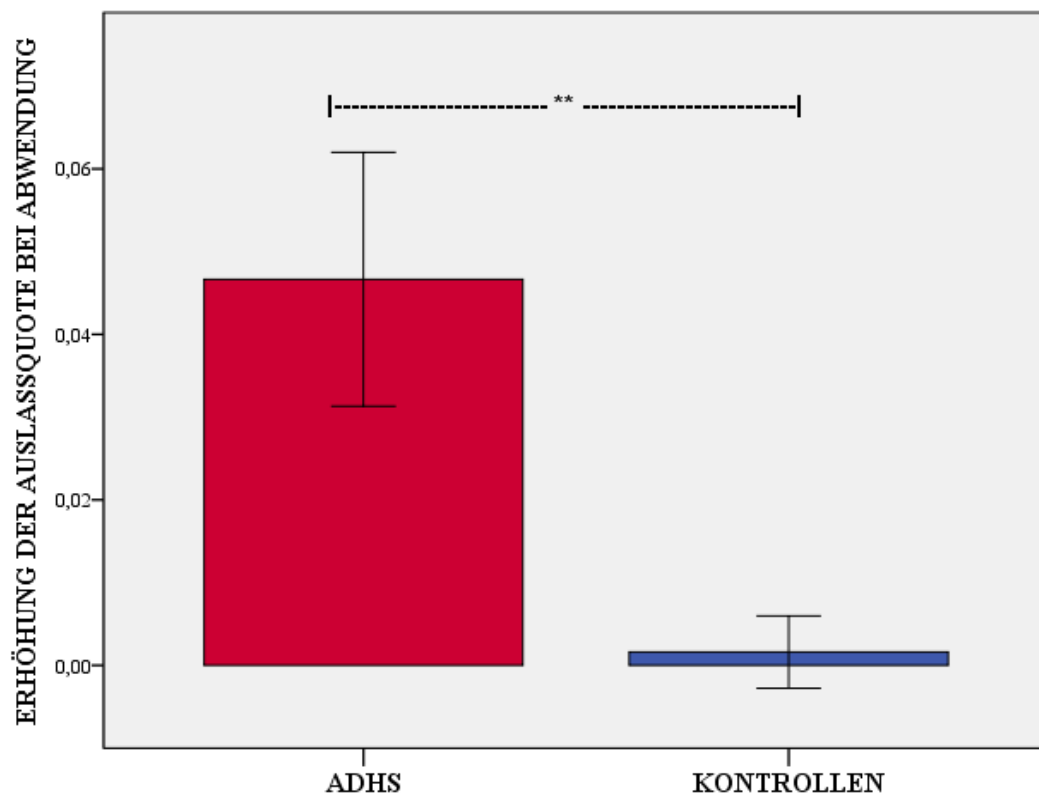
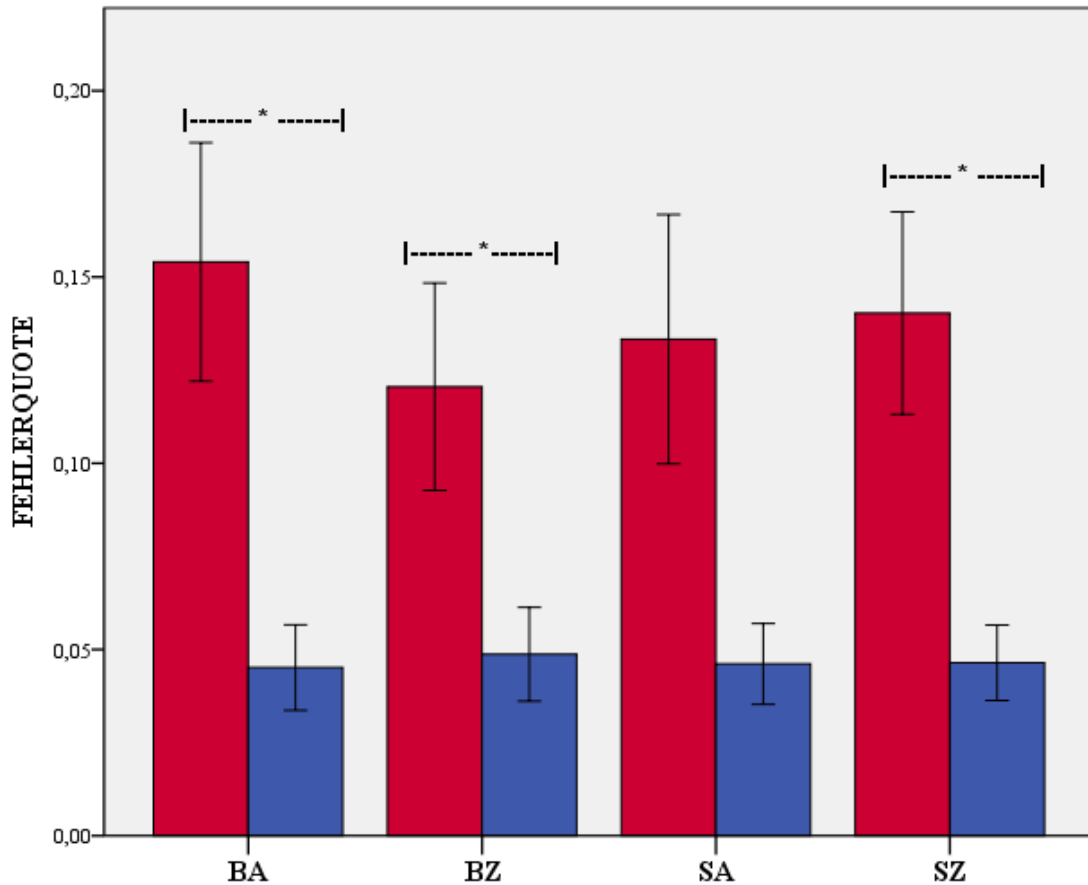


Abbildung 8: Gruppenvergleich der Differenz (Mittelwert \pm Standardfehler) zwischen dynamischer sowie statischer Blickabwendung und dynamischer sowie statischer Blickzuwendung für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau). **= $p<0,01$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert).

In *Abbildung 9* sind die Fehlerquoten beider Gruppen für die vier Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) dargestellt.



*Abbildung 9: Gruppenvergleich der Fehlerquote (Mittelwert \pm Standardfehler) für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau) nach bewegter Blickabwendung (BA), bewegter Blickzuwendung (BZ), statischer Blickabwendung (SA) und statischer Blickzuwendung (SZ). Die Fehlerquote wurde als der Quotient von Anzahl der Fehler und Anzahl der Nogo-Kombinationen bestimmt. *= $p < 0,05$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert); **= $p < 0,01$ (2-seitig, Bonferroni-korrigiert).*

Die entsprechende mehrfaktorielle Varianzanalyse für Fehlerquote als abhängige Variable zeigte lediglich einen signifikanten Zwischensubjekteffekt für Gruppe ($F[1, 52]=14,0$; $p < 0,01$). Der Post-hoc-Test zeigte, dass die über die Stimuluskategorien gemittelte durchschnittliche Fehlerquote (Mittelwert \pm Standardfehler) der

Patientengruppe ($14 \pm 3\%$) im Vergleich zu der der Kontrollgruppe ($5 \pm 1\%$) erhöht ($p < 0,01$) war. Weitere signifikante Haupteffekte oder Interaktionen bestanden nicht.

In *Abbildung 10* sind die durchschnittlichen Reaktionszeiten beider Gruppen für die vier Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) dargestellt.

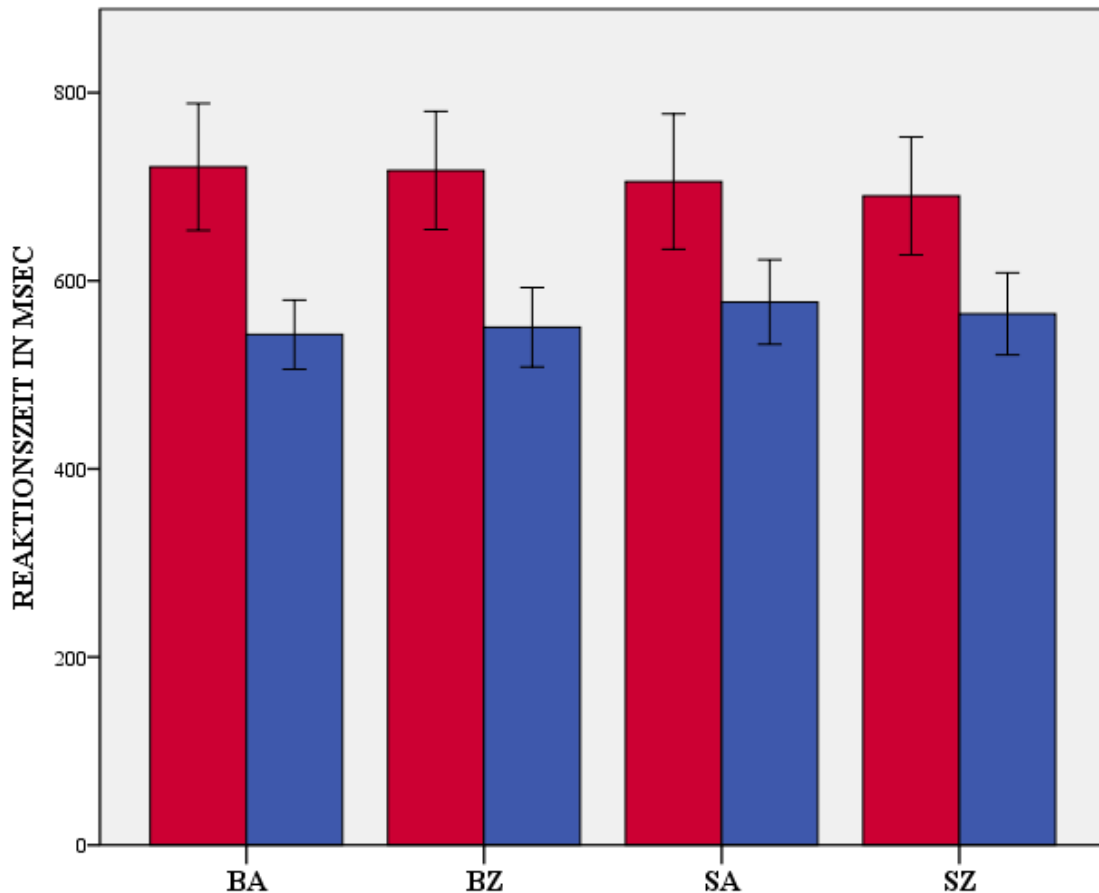


Abbildung 10: Gruppenvergleich der Reaktionszeiten (Mittelwert \pm Standardfehler) in Millisekunden für ADHS-Patienten (rot) und gesunde Kontrollen (blau) nach bewegter Blickabwendung (BA), bewegter Blickzuwendung (BZ), statischer Blickabwendung (SA) und statischer Blickzuwendung (SZ). Nach Bonferroni-Korrektur zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr.

Die mehrfaktorielle Varianzanalyse für Reaktionszeit als abhängige Variable zeigte einen signifikanten Zwischensubjekteffekt ($F[1, 52]=4,4; p=0,04$). Der Post-hoc-Test zeigte, dass in der Gruppe der ADHS-Patienten durchschnittlich nach 710 ± 60 ms Millisekunden auf GO-Kombinationen antworteten, während die Kontrollen dafür

durchschnittlich nur 560 ± 40 ms Millisekunden benötigten ($p < 0,05$). Die Interaktion Gruppe x Bewegung ($F[1, 52] = 2,8$; $p = 0,10$) verfehlte knapp das Signifikanzniveau. Auch andere signifikante Haupteffekte oder Interaktionen zeigten sich nicht. Keinen signifikanten Zusammenhang zeigten lineare Regressionsanalysen zwischen der Differenz von der Auslassquote bei Zuwendung und der Auslassquote bei Abwendung als abhängiger Variablen und depressiver Stimmung (BDI; $r = 0,02$; $p = 0,91$) bzw. verbalem IQ (MWT-B; $r = -0,16$; $p = 0,25$) als Regressor. Jedoch bestand eine positive Korrelation zwischen der Verbesserung durch Zuwendung und mangelnder Daueraufmerksamkeit (TAP-Untertest Daueraufmerksamkeit: Auslassungen) ($r = 0,36$; $p < 0,01$) sowie Problemen beim konstanten Aufrechterhalten der Aufmerksamkeit (TAP-Untertest Alertness: Standardabweichung) ($r = 0,491$; $p = 0,02$). Die jeweils korrelierte Varianz wurde sowohl einzeln als auch kombiniert aus den Daten entfernt und die resultierenden nicht standardisierten Regressionsresiduen mittels t-Tests für unabhängige Stichproben auf Unterschiede zwischen den Gruppen getestet. Danach verblieb kein signifikanter Unterschied bei der Verbesserung durch Blickzuwendung zwischen den Gruppen (*alle* $p > 0,05$). Auch die mehrfaktorielle Varianzanalyse mit den Residuen der Auslassquoten zeigte keinerlei signifikante Effekte mehr. Innerhalb der Patientengruppe zeigte sich eine signifikante positive Korrelation zwischen der selbsteingeschätzten Ausprägung der Unaufmerksamkeit (ADHS-SB) und der Auslassquote bei statischer Abwendung (*rote durchgehende Linie und rote gefüllte Kreise in Abbildung 11*; $r = 0,64$; $p < 0,01$, zweiseitiger Test).

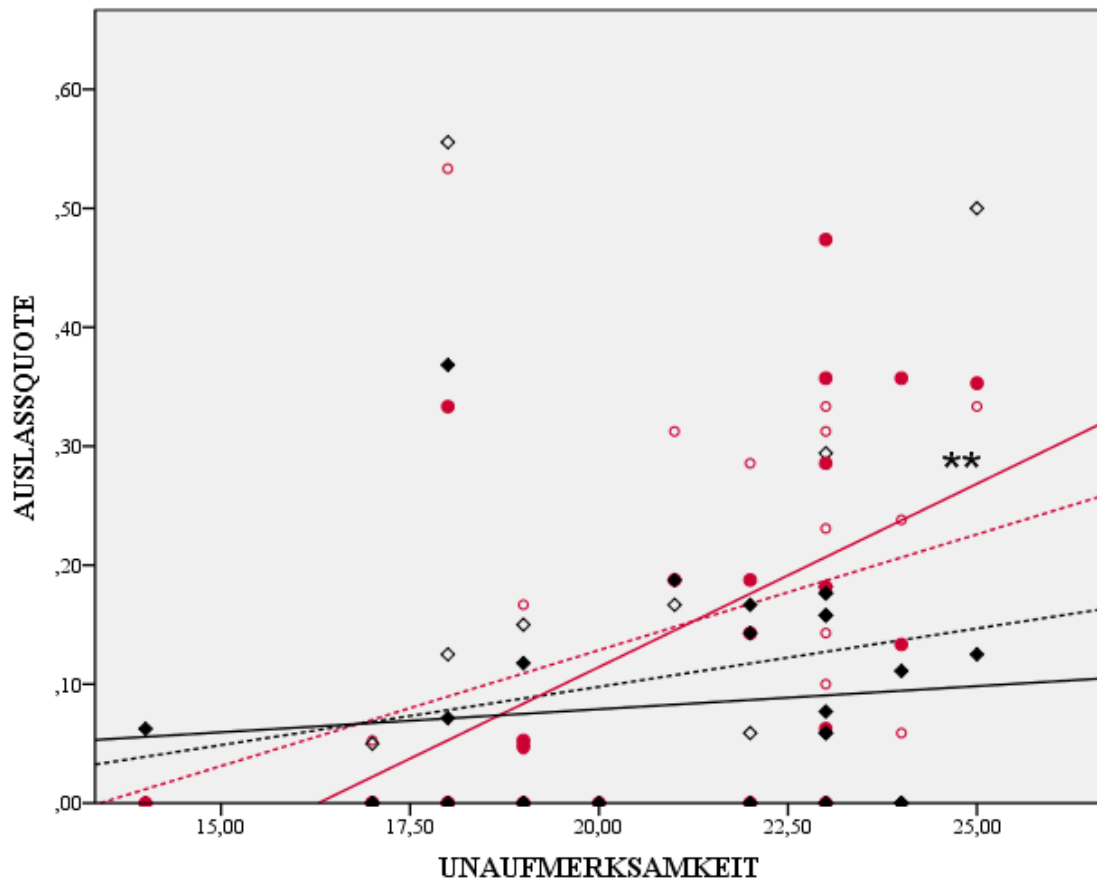


Abbildung 11: Zusammenhang zwischen selbsteingeschätzter Unaufmerksamkeit (ADHS-SB Punktzahl) und der Auslassquote innerhalb der Patientengruppe. Die Geraden stellen die Regressionsgeraden für bewegte Blickabwendung (rot gestrichelt), bewegte Blickzuwendung (schwarz gestrichelt), statische Blickabwendung (rot durchgehend) und statische Blickzuwendung (schwarz durchgehend) dar. Die einzelnen Symbole zeigen Auslassungsquote und Unaufmerksamkeit der einzelnen Patienten nach bewegter Blickabwendung (ungefüllte Kreise), bewegter Blickzuwendung (ungefüllte Rauten), statischer Blickabwendung (gefüllte Kreise) und statischer Blickzuwendung (gefüllte Rauten) an. **= $p < 0,01$ (zweiseitig, Bonferroni-korrigiert) für statische Blickabwendung.

Weitere signifikante Zusammenhänge zwischen selbsteingeschätzter Unaufmerksamkeit sowie Hyperaktivität-Impulsivität (ADHS-SB) oder emotionaler Intelligenz und Auslassquote, Fehlerquote oder Reaktionszeiten während den verschiedenen

Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ) fanden sich nicht. Innerhalb der Kontrollgruppe bestanden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der selbsteingeschätzten Ausprägung der Unaufmerksamkeit sowie Hyperaktivität-Impulsivität (ADHS-SB) oder emotionaler Intelligenz und Auslassquote, Fehlerquote oder Reaktionszeiten während den verschiedenen Stimuluskategorien (BA, BZ, SA, SZ; *alle* $p > 0,20$).

4 Diskussion

4.1 Verarbeitung emotionaler Signale aus Gesicht und Stimme

Im ersten Experiment dieser Studie konnten erwachsene Studienteilnehmer mit ADHS emotionale Signale aus Gesicht und Stimme schlechter identifizieren als gesunde Kontrollprobanden. Diese Beeinträchtigung zeigte sich sowohl in der auditiven, visuellen und audiovisuellen Modalität. Es ergaben sich keine Hinweise darauf, dass dieses Defizit beim Beurteilen emotionaler Prosodie und emotionaler Mimik unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Sowohl im Erkennen von positiv konnotierten Signalen wie Freude und Erotik, als auch im Einschätzen emotional neutrale Reize und negativ bewerteten Emotionen wie Ärger und Ekel, zeigten Probanden mit ADHS Schwierigkeiten. Auch hier ergaben sich für eine unterschiedlich starke Ausprägung der Defizite je nach emotionaler Kategorie keine Hinweise. Dies steht im Gegensatz zu Studien, bei denen Teilnehmer mit ADHS ein spezifisches Muster zeigten, bei dem einzelne Emotionen schlechter erkannt wurden als andere. Dieser Vergleich sollte jedoch die unterschiedlichen Studiendesigns berücksichtigen. So mag der Unterschied zu einem daran liegen, dass in anderen Studien zum Beispiel zwischen den sieben Basisemotionen unterschieden werden musste, was einer größeren Anzahl von emotionalen Kategorien vor allem negativer Valenz entsprach. Insofern war dadurch die Verwechslungsmöglichkeit im negativen Bereich sicherlich größer als in der aktuellen Studie, bei der auf eine gleiche Anzahl von emotionalen Botschaften mit positiver und negativer Konnotation geachtet wurde. Der Unterschied zwischen Kontrollprobanden und Probanden mit ADHS zeigte sich außerdem in einigen Studien in der Identifizierung von „Angst“ und „Trauer“ am stärksten [53, 64, 68], worüber in diesem Fall keine Aussage gemacht werden kann, da diese nicht zu den präsentierten Kategorien zählten. Zudem wurde bei bisher publizierten Studien nur die Trefferquote angegeben ohne zu berücksichtigen, wie gut die einzelnen Emotionen von anderen Kategorien unterschieden werden konnten. Um eine systematische Überschätzung der Trefferquoten zu vermeiden, wurde daher in dieser Studie das Korrekturverfahren nach Wagner et al. [170] angewendet.

Des Weiteren zeigte sich, dass das schlechtere Abschneiden bei der Emotionserkennung bei Menschen mit ADHS teilweise damit zu erklären war, dass die Patienten ihre Aufmerksamkeit weniger lang und weniger konstant auf eine Aufgabe richten konnten. Dabei machten Defizite in der Daueraufmerksamkeit 21% und Defizite in der konstanten Fokussierung der Aufmerksamkeit 18% des Defizites in der Emotionserkennung aus. Eine Berücksichtigung der verminderten Aufmerksamkeit durch Herausparsieren der damit korrelierten Varianz ergab jedoch, dass das Defizit der ADHS-Patienten nicht allein durch diese Aufmerksamkeitsdefizite erklärt werden kann. Während die aktuelle Depressivität keinen Einfluss auf die Emotionserkennung zeigte, war ein hoher IQ mit einer besseren Leistung verbunden, konnte aber auch nicht unabhängig oder in Verbindung mit dem Defizit grundlegender Aufmerksamkeitsfunktionen das schlechtere Abschneiden in der Emotionserkennung erklären. Dies legt eine auch unabhängig von der Aufmerksamkeitsstörung bestehende Einschränkung in der emotionalen Beurteilung bei Menschen mit ADHS nahe. Bei Patienten mit ADHS war eine bessere Erkennungsleistung in der am meisten der Realität entsprechenden bimodalen Präsentation mit höheren, selbsteingeschätzten Fähigkeiten verbunden, eigene und fremde Gefühle korrekt wahrzunehmen, zu verstehen und zu beeinflussen, welche durch den Selbstbeurteilungsfragebogen zur emotionalen Intelligenz erhoben wurden. Diese Korrelation zwischen den unter Studienbedingungen erhobenen Testergebnissen und den Resultaten des Selbstbeurteilungsfragebogen, welcher sich auf das alltägliche Leben der Teilnehmer bezieht, unterstreicht zum einen die Validität des Experiments. So legt sie nahe, dass die Defizite in der Emotionsbeurteilung auch außerhalb des Studienrahmens zutreffen bzw. von den Patienten als solche wahrgenommen werden und im Zusammenhang mit ihrem sozialen und emotionalen Leben stehen. Zum anderen deutet dies aber auch daraufhin, dass sich Menschen mit ADHS ihrer Defizite im emotionalen, sozialen Bereich zumindest teilweise bewusst sind. Eine Assoziation zwischen der subjektiven Ausprägung von Unaufmerksamkeit oder Hyperaktivität-Impulsivität und der Leistung in der Emotionserkennung zeigte sich nicht. Insgesamt unterstützen diese Befunde die Hypothese, dass bei ADHS-Patienten ein weiterer klinisch relevanter Symptomenkomplex vorliegt, der jenseits von unaufmerksamen, hyperaktiven oder

impulsiven Verhalten, soziale und emotionale Schwierigkeiten erklären kann [13, 24, 26].

4.2 Verbesserung durch bimodale Darbietung

Es konnte gezeigt werden, dass Teilnehmer mit ADHS beim Erkennen von Emotionen mehr von einer bimodalen audiovisuellen Präsentation profitieren konnten als Teilnehmer ohne ADHS. Ein möglicher Erklärungsansatz basiert auf der Überlegung, dass ein Individuum beim Erkennen einer emotionalen Botschaft aus Gesicht und Stimme umso mehr von einer Kombination der akustischen und der visuellen Information profitiert, je schlechter es diese Botschaft aus Gesicht oder Stimme alleine entschlüsseln kann. Die für die Kontrollgruppe gemessenen recht hohen Erkennungsleistungen in den Einzelmodalitäten zeigen, dass diese Teilnehmer sich in den meisten Fällen voll und ganz auf ihre dominante Informationsquelle (zum Beispiel den visuellen Sinn beim Erkennen von Freude) verlassen konnten und insgesamt allein dadurch schon recht gute Leistungen erzielten. Während der bimodalen Darbietung mussten sie so weniger Informationen aus der anderen, relativ gesehen weniger informativen Quelle (im Beispiel aus dem auditiven Sinn bei der bimodalen Darbietung von Freude) entnehmen bzw. verknüpfen. Die Teilnehmer der Patientengruppe waren jedoch viel stärker auf den Informationszugewinn aus der schwächeren Quelle angewiesen, weil auch die dominierende Quelle relativ gesehen weniger Informationen lieferte. Dies zeigt sich in der relativ zur Kontrollgruppe größeren Verbesserung der Erkennungsleistung durch bimodale Präsentation gegenüber der jeweils besseren unimodalen Darbietung. Entsprechende Ergebnisse finden sich jedoch in der Literatur noch nicht. Dieses Erklärungsmodell ist jedoch mit dem im Tiermodell beschriebenen Prinzip der „Inversen Effektivität“ vereinbar [83]. Falls dieses Prinzip, das aufgrund neuraler Antworten auf relativ basale visuelle und akustische Reize formuliert wurde, auch auf Integrationsprozesse bei der Emotionswahrnehmung zutrifft, entspräche das schlechtere Erkennen von Emotionen aus Gesicht und Stimme der „schwächeren neuralen Antwort aufgrund eines degradierten Stimulus oder Sinnesorgans“ und der komplexe, mehrstufige Verarbeitungsprozess emotionaler, sozialer Signale dem relativ einfachen Effekt zweier zeitgleich eintreffender Reize unterschiedlicher Modalitäten auf ein multisensorisches Verarbeitungsareal [80]. Diese Hypothese könnte in zukünftigen Studien getestet werden, bei denen mit Hilfe bildgebender Methoden, wie z.B.

funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), physiologische Veränderungen im Gehirn gemessen werden können. Die Ergebnisse lassen sich auch als die Konsequenz eines direkten Einflusses der audiovisuellen Stimulation auf Aufmerksamkeitsvorgängen interpretieren: Es ist naheliegend, dass sich die erwartete und durch die TAP nachgewiesene verminderte Aufmerksamkeitsspanne der Teilnehmer mit ADHS dahingehend ausgewirkt hat, dass diese während des Experiments Schwierigkeiten hatten, ihre räumliche Aufmerksamkeit auf die präsentierten visuellen Stimuli aufrecht zu erhalten und des Öfteren mit Ihrem Blick abschweiften. Ein solches Verhalten wäre auch mit Studienergebnissen von Marsh und Kollegen, welche ein verändertes Beobachtungsmuster emotionaler Gesichtsausdrücke bei Menschen mit ADHS feststellten, vereinbar [57] und könnte erklären, warum die ADHS-Patienten bei der Beurteilung unisensorischer visueller Stimuli weniger gut abschnitten. Bei bimodaler Stimulusdarbietung könnte jedoch die gleichzeitig präsentierte laute Stimme dazu beigetragen haben, die Aufmerksamkeit wieder zurück auf den Bildschirm zu lenken. Die Verwendung eines Eye-Trackers zur Aufnahme der Augenbewegungen während der Untersuchung wäre in zukünftigen Studien hilfreich, um diese Überlegung zu bestätigen oder zu verwerfen. Die stärkere Verbesserung der Patientengruppe durch bimodale Präsentation lässt sich auch mit den Studienergebnissen von Rigoulot [108] in Einklang bringen. Wie in dessen Studie könnte auch in der vorliegenden Untersuchung die emotionale Prosodie die visuelle Aufmerksamkeit auf die spezifischen emotionalen Merkmale des zugehörigen Gesichts geleitet haben und es ist denkbar, dass dieser Effekt bei den ohnehin auf die Aufgaben konzentrierten Kontrolle eine geringere Auswirkung auf die Verhaltensleistung hatte als bei den sich weniger auf diese spezifischen visuellen Merkmale konzentrierenden Probanden. Denkbar ist aber auch umgekehrt, dass ein plötzlich auftauchendes Gesicht mit affektivem Gesichtsausdruck zu einer höheren Konzentration auf die gehörte Prosodie führte. Auf den ersten Blick widersprüchlich sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie und die Resultate der in der Einleitung beschriebenen Studie von Michalek und Kollegen [112]. Während Erwachsene mit ADHS in vorliegendem Experiment bei der Beurteilung nonverbaler emotionaler Signale signifikant mehr von der audiovisuellen Integration profitierten als Kontrollteilnehmer, zogen Erwachsene mit ADHS in der Studie von Michalek et al. beim Verstehen von durch Rauschen

degradierten verbalen nicht-emotionalen Signalen einen signifikant geringeren Nutzen aus der zusätzlichen visuellen Präsentation des Sprechers als gesunde Kontrollen. Bezüglich der Fragestellung, ob Menschen mit ADHS bei der Beurteilung von Signalen aus Stimme und Gesicht ihres Gegenübers von einer audiovisuellen Integration mehr oder weniger profitieren als Gesunde, widersprechen sich die Ergebnisse dieser beiden Studien also grundlegend. Ein Vergleich sollte jedoch miteinbeziehen, dass sich die Aufgabenstellungen beider Untersuchungen deutlich unterscheiden: Die explizite Beurteilung von Emotionen in reizarmer Umgebung im hier vorgestellten Experiment gegen das „Heraushören“ und anschließende Nachsprechen verbaler, emotional neutraler Äußerungen unter Rauschbedingungen im Experiment von Michalek und Kollegen [112]. Die Zusammenschau der beiden Studien könnte dafür sprechen, dass die in der vorliegenden Studie gemessene erhöhte audiovisuelle Integrationsleistung bei Menschen mit ADHS nicht global auf alle über Gesicht und Stimme übermittelten Informationen übertragen werden kann, sondern nur bei Informationen emotionalen Inhalts auftritt. Ausschließen lässt sich ein ähnlicher, gesteigerter Integrationseffekt für nicht-emotionale Botschaften aus Gesicht und Stimme bei Patienten mit ADHS jedoch nicht, denn der Widerspruch zwischen den Resultaten der vorliegenden Studie und denen der Studie Michaleks und Kollegen kann innerhalb des in der Einleitung beschriebenen Modells von Talsma und Kollegen [107] über die Zusammenhänge von bimodaler Integration und Aufmerksamkeitsvorgängen erklärt werden: Dabei wird angenommen, dass, wenn ein akustischer Stimulus weniger deutlich ist, Aufmerksamkeit willkürlich aufgebracht werden muss, damit eine Integration mit dem zugehörigen visuellen Stimulus überhaupt stattfinden kann. Als ein Beispiel für diese Theorie könnten die experimentellen Bedingungen der Studie von Michalek und Kollegen dienen: Die einzelnen zu wiederholenden Worte waren bei niedrigem Signal-Rausch-Verhältnis fast nicht als solche wahrzunehmen. Dem Modell von Talsma et al. folgend musste also Aufmerksamkeit aufgebracht werden [171], um die verbalen Zielsignale aus den Störsignalen „herauszuhören“. Denn erst dieses willentliche „Heraushören“ ermöglicht unter diesen Voraussetzungen die Integration mit den dazugehörigen visuellen Reizen. Die Anwendung dieses Modells könnte also begründen, warum in der Studie von Michalek et al die gesunden Studienteilnehmer, welche diese Aufmerksamkeit wahrscheinlich aufbringen konnten, von der bimodalen

Darbietung profitierten während die Patienten mit ADHS bedingt durch ein Defizit bei der Aufmerksamkeitsrichtung keinen Nutzen daraus zogen. Somit lassen sich die Ergebnisse von Michalek und Kollegen [112] mit der Theorie von Talsma et al. [171] vereinbaren, dass Integrationsvorgänge für den Fall eines undeutlichen unimodalen Signals durch endogene Aufmerksamkeitsrichtung auf dieses erst ermöglicht werden. Für den Fall, dass ein akustischer Stimulus jedoch hervorspringt und auffällig ist, beschreiben Talsma und Kollegen jedoch, dass bimodale Integrationsvorgänge Aufmerksamkeit wecken und unwillkürlich auf den dazu passenden visuellen Stimulus lenken können. Für diesen Teil des Modells könnten die Resultate der vorliegenden Studie als Beispiel herangezogen werden: Dabei könnte die klare und deutliche Präsentation von Prosodie über Kopfhörer in einer ansonsten akustisch reizarmen Umgebung, als auffälliges, hervorspringendes Signal gewertet werden, durch welches Aufmerksamkeit auf das zugehörige visuelle Signal gelenkt wird. Diese Überlegung können auch Untersuchungen unterstützen, bei denen bei Menschen mit ADHS Anzeichen veränderter endogener Aufmerksamkeitsprozesse bei normwertigen exogener Orientierung festgestellt wurden [172]. Diese Überlegungen könnten als Hypothesen für weitere Studien verwendet werden, um Aussagen über den genauen Charakter der bimodalen Integration von Signalen aus Gesicht und Stimme und ihrer Abhängigkeit vom Aufgabenkontext zu treffen. Zusammenfassend kann jedoch konstatiert werden, dass Menschen mit ADHS - zumindest in einer reizarmen Umgebung - ihre Defizite im richtigen Unterscheiden und Einschätzen von Emotionen dadurch teilkompensieren können, dass sie auf mehrere sensorische Hinweise zurückgreifen.

4.3 Einflüsse von Blickzuwendung und -abwendung auf kognitive Leistungen

Im zweiten Teil der Studie, der sich mit der Reaktion auf Blickreize während eines GoNogo-Tests beschäftigte, machten Teilnehmer mit ADHS prozentual mehr Auslassungen und Fehler und brauchten für richtige Reaktionen auf Go-Reize länger als Probanden ohne ADHS. Dies zeigte ein allgemeines Defizit in der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe bzw. dass die Aufgabe für Teilnehmer mit ADHS schwieriger war

als für die Kontrollprobanden. Diese Defizite bzw. Schwierigkeiten ließen sich allein durch Gruppenunterschiede in Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit erklären. Beide Gruppen verpassten unter der Voraussetzung, dass sie direkt statisch angeschaut wurden, weniger Hinweisreize als wenn sich der Blick von ihnen abwendete. Der Unterschied zwischen besserer kognitiver Leistung bei Blickzuwendung und vergleichsweise schlechterer Leistung bei Blickabwendung war jedoch bei der Patientengruppe signifikant stärker ausgeprägt. Die Verbesserung durch Blickzuwendung zeigte in der Gesamtgruppe einen inversen Zusammenhang mit den in der TAP erhobenen neuropsychologischen Markern für Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit. Je weniger lang und konstant sich also ein Teilnehmer auf eine Aufgabe konzentrieren konnte, desto stärker wurde dessen Leistung durch die Art der Blickrichtung beeinflusst. Die stärkere Beeinflussbarkeit durch die Blickrichtung bei Teilnehmern mit ADHS gegenüber den Kontrollen, welche sich durch den größeren Unterschied zwischen der Auslassquote bei Blickzuwendung und der bei Abwendung präsentierte, schien gänzlich durch die größeren Defizite in Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit bei Menschen mit ADHS erklärbar. Die Verbesserung der kognitiven Leistung bei Blickzuwendung bzw. die Verschlechterung durch Blickabwendung könnte im Rahmen des oben beschriebenen Phänomens des Orientierungseffekts in Richtung eines abgewandten bzw. sich abwendenden Blickes interpretiert werden: So könnte überlegt werden, ob ein solcher Stimulus dazu geführt haben könnte, dass die Aufmerksamkeit der Teilnehmer von der eigentlichen Aufgabe im Mittelpunkt des Bildschirms automatisch nach außen auf den vom computeranimierten Gesicht angeschauten Ort gezogen wurde und deshalb mehr Hinweisreize in der Bildschirmmitte verpasst wurden. Interpretiert man die positive Korrelation zwischen Aufmerksamkeitsdefizit und Leistungsminderung bei Blickabwendung gegenüber Blickzuwendung in diesem Licht, waren von diesem irreführendem Orientierungseffekt vor allem die Teilnehmer weniger betroffen, welche ihre Aufmerksamkeit länger und konstanter fokussieren konnten, sich also allgemein weniger ablenken ließen. Auch in anderen Studien wurde bei gesunden Probanden eine individuell unterschiedliche Ablenkbarkeit durch Blicke beobachtet [116], sowie die Möglichkeit einer willentlichen Verkürzung der Auswirkungen des Orientierungseffekts auf Blickrichtungen beschrieben [121]. Der festgestellte Unterschied zwischen der Patientengruppe, die bei

Blickzuwendung bessere kognitive Leistungen zeigte als bei Blickabwendung, und der Kontrollgruppe, auf deren Leistung die Blickrichtung einen geringeren Einfluss zeigte, könnte deshalb in der bereits in anderen Studien belegten erhöhten Ablenkbarkeit bei Menschen mit ADHS begründet liegen (z.B. [173]). Dies zeigte sich auch statistisch: Der Gruppenunterschied war allein durch die größeren Defizite in Aufmerksamkeit und Wachsamkeit bei Menschen mit ADHS erklärbar. Die erhöhte Ablenkbarkeit durch den sozialen Orientierungseffekt zeigte sich in dieser Studie demzufolge nicht als direkt ADHS-spezifisch, sondern steht vielmehr im Zusammenhang mit einem allgemeinen, nicht auf soziale Reize begrenzten Defizit in gewissen Aufmerksamkeitsbereichen, welches bei Menschen mit ADHS eben stärker ausgeprägt ist als in der Durchschnittsbevölkerung. Anders als in der Studie von Marotta et al., in der Kinder und Jugendliche mit ADHS im Vergleich zu ihren gesunden Kontrollen durch von der eigentlichen Aufgabe ablenkende Blickbewegungen weniger bzw. gar nicht abgelenkt schienen, was zur Interpretation führte, dass erstere defizitär auf sozial-relevante Informationen reagieren [149], wurden Erwachsene mit ADHS in unsere Studie durch Blickreize beeinflusst und abgelenkt, was für ein prinzipielles Ansprechen auf soziale Reize spricht. Jedoch ist es in Bezug auf den in anderen Studien beobachteten zeitlichen Verlaufs des „Blickhinweis“-Effekts fraglich, ob eine über die Norm erhöhte Ablenkbarkeit durch diesen Effekt bei Menschen mit ADHS die in der vorliegenden Studie gemessenen Gruppenunterschiede plausibel erklären kann: Schon bei einem kleineren Intervall zwischen dem Einsatz des statischen Hinweisreizes und dem des Zielreizes als in der vorliegenden Studie (hier mindestens 2500 Millisekunden), wurde in anderen Studie mit gesunden Teilnehmern [120, 129] keine Auswirkungen des Orientierungseffekts mehr gemessen. Weitere Studien wären hier jedoch sinnvoll, um potentielle Unterschiede bezüglich des zeitlichen Verlaufs des „Blickhinweis“-Effekts zwischen Menschen mit und ohne ADHS aufzudecken. Eine weiterer Erklärungsmöglichkeit wäre, dass ein zugewandter oder sich zuwendender Blick eine „Fixation“ der Aufmerksamkeit der Studienteilnehmer auf den Bildschirmmittelpunkt hervorgerufen haben könnte, wodurch dann konsequenterweise die immer im Mittelpunkt auftauchenden Go-Reize vor allem bei Teilnehmern, die weniger konzentriert waren, mehr beachtet wurden. Aber auch hier ist fraglich, ob in der vorliegenden Studie ein direkter Blick zu einer so lange andauernden

Aufmerksamkeitsbindung führen konnte, während dieses Phänomen in anderen Studien bei gesunden Probanden als eher kurzlebig beschrieben wurde bzw. überhaupt nur dann zustande kam, wenn der Blickstimulus weiterhin projiziert wurde [119]. Eine mögliche Alteration der Zeitverläufe von durch Blickrichtungen verursachten Phänomenen bei Menschen mit ADHS, wie zum Beispiel eine länger dauernden Aufmerksamkeitsbindung auf den zentralen Bildschirmbereich durch einen direkten oder sich zuwendenden Blick, könnte jedoch der Erklärung dienen. So sind auch zur Stützung oder Verwerfung dieses Erklärungsansatzes weitere Studien nötig. Schließlich wäre noch zu überlegen, ob das Einblenden eines direkten Blicks wie in anderen Studien [140, 143] auch bei unseren Probanden ein Gefühl vermittelte, beobachtet oder beachtet zu werden. Vor allem bei Teilnehmern, für die die Aufgabe schwieriger war, könnte dies, wie in der Studie von Miyazaki et al. [145], zu einer höheren Genauigkeit bei der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe geführt haben. In der Patientengruppe korrelierte ein hoher Grad an Unaufmerksamkeit mit einer höheren Anzahl an Auslassungen bei Blickabwendung. Dies könnte bedeuten, dass ein pathologisches Aufmerksamkeitsdefizit im Alltag zu einer erhöhten Ablenkbarkeit durch soziale Signale weg von der zu bewältigenden Aufgabe führt. Andererseits könnte man die Ergebnisse auch so interpretieren, dass eine erhöhte Vulnerabilität durch soziale Abwendung zu einer Exazerbation des Aufmerksamkeitsdefizits führt. Dies könnte neben anderen ein Grund dafür sein, dass eine enge Freundschaft für Menschen mit ADHS sich positiv auf die ihre Prognose auswirken kann [174].

4.4 Limitationen und Implikationen

Eine Hauptlimitation der vorliegenden Studie stellt der relativ kleine Stichprobenumfang hinsichtlich der statistischen Aussagekraft dar. Vor diesem Hintergrund müssen statistisch nicht signifikante Ergebnisse, wie beispielsweise fehlende Interaktionen zwischen Gruppe und Modalität sowie emotionaler Kategorie, die einen Unterschied im Erkennungsdefizit je nach sensorischer Modalität oder Emotionskategorie bei Menschen mit ADHS nahe legen würden, oder fehlende Korrelationen zwischen Verhaltensdaten und testpsychologischen Daten bei beiden Gruppen im Rahmen dieser Limitation interpretiert werden. Anzumerken ist jedoch, dass die statistische Power adäquat war, um bedeutende, postulierte Effekte

aufzudecken. Da weitere schwerwiegende psychiatrische Störungen als Ausschlusskriterium galten, ist die Generalisierbarkeit auf andere Populationen von erwachsenen Patienten mit ADHS, welche häufig unter mehreren psychiatrischen Komorbiditäten leiden [21], eingeschränkt. Andererseits ist dies jedoch auch eine Stärke der Studie, da die gefundenen Beeinträchtigungen besser auf die ADHS-Symptomatik und nicht auf Begleiterkrankungen zurückgeführt werden können. Da nur Patienten in die Studie eingeschlossen wurden, welche die Kriterien für eine kombiniert unaufmerksame und hyperaktiv-impulsive Ausprägung nach DSM-IV erfüllten, sind die Ergebnisse nicht auf Patienten mit vorwiegend unaufmerksamer oder hyperaktiv-impulsiver Ausprägung anwendbar. Vor dem Hintergrund, dass sich Personen mit unterschiedlicher ADHS-Typologie hinsichtlich der Emotionserkennung [68] oder der allgemeinen Reaktion auf emotionale Signale zu unterscheiden scheinen [51], ist eine genauere Einschränkung hinsichtlich der Ausprägung der Symptomatik allerdings sinnvoll. Wünschenswert wäre jedoch, ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Diagnosegruppen vorzunehmen. Es gilt außerdem zu beachten, dass ein Großteil der Patienten nicht medikamentennaiv war, sondern ihre Medikation nur pausierte, was mögliche Effekte möglicherweise verringert haben könnte. Allerdings sind vielleicht die gefundenen Defizite trotz Langzeitmedikation interessant, da sie auf nicht vollständig medikamentös behandelbare Einschränkungen hinweisen. Schließlich ist die fehlende Verblindung des Untersuchers hinsichtlich der Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Teilnehmer zu erwähnen. Methodisch hätte im zweiten Teil der Studie durch das Verwenden von Clips mit Schauspielern anstelle der computeranimierten Gesichter eine realitätsnähere Voraussetzung geschaffen werden können.

Dennoch konnte in der vorliegenden Studie bei Erwachsenen mit ADHS Hinweise auf ein Defizit im expliziten Beurteilen sowohl von bewegter emotionaler Mimik als auch von emotionaler Prosodie nachgewiesen werden. Diese schienen durch eine audiovisuelle Darbietung teilkompensiert werden zu können. Es zeigte sich außerdem eine Beeinflussbarkeit kognitiver Leistungen durch Blickzuwendung und Blickabwendung. Während Beeinträchtigungen der Emotionserkennung mit einer niedrigeren emotionalen Intelligenz einhergingen, war eine erhöhte Ablenkbarkeit durch soziale Reize mit einem höheren Maß an Unaufmerksamkeit verbunden. Somit sprechen

die vorliegenden Studienergebnisse dafür, dass sich Alterationen im Wahrnehmen, Beachten und Reagieren auf sozialrelevante Informationen bei Menschen mit ADHS zwar teilweise durch die bisherige Kernsymptomatik, wie das Aufmerksamkeitsdefizit, begründen lassen, aber wahrscheinlich auch durch davon unabhängige Faktoren, z.B. Alterationen im Bereich der sozialen Kognition, mitbeeinflusst werden und sich auf verschiedene Lebensbereiche auswirken. Da bei anderen Erkrankungen, die bei ADHS häufig als Komorbidität auftreten, wie Alkoholismus und Depression [21, 175], eine Assoziation zwischen Beeinträchtigungen der Emotionserkennung mit einer schlechteren Prognose beobachtet wurde [50, 176, 177] und eine schlechtere Erkennungsleistung emotionaler Mimik in einer Studie von Pelc et al. bei Kindern mit ADHS mit zwischenmenschlichen Problemen einherging [61], sollte der Entwicklung einer Therapie dieses Defizits mehr Bedeutung zukommen. Während Williams und Kollegen bei Jungen mit ADHS eine Normalisierung der neuralen Aktivität im Elektroenzephalogramm während der Beurteilung emotionaler Mimik nach vierwöchiger Behandlung mit Methylphenidat beobachteten, verbesserte sich die Erkennungsleistung zwar, war im Vergleich zu gesunden Kontrollen immer noch signifikant geringer [53]. Ein zusätzliches psychotherapeutisches Training im Erkennen von emotionalen Gesichtsausdrücken, wie es zum Beispiel bei Autismus-Spektrum-Störung [178] angewendet wird, wird deshalb von einigen Autoren als sinnvoll erachtet [24]. Ergebnisse der vorliegenden Studie legen außerdem nahe, dass auch der Nutzen eines zusätzlichen Trainings im Erkennen emotionaler Prosodie geprüft werden sollte. Der in dieser Studie festgestellten Alterationen in der Reaktion auf durch Blicke ausgedrückte soziale Reize bei Erwachsenen mit ADHS sollte weiter erforscht werden, um ein umfassenderes Verständnis sozialkognitiver Defizite bei Menschen mit ADHS zu erhalten und dieses zur Verbesserung ihrer Lebensqualität nutzen zu können.

5 Zusammenfassung

Die Aufmerksamkeitsdefizithyperaktivitätsstörung (ADHS) im Erwachsenenalter gilt als häufig und ist von hoher klinischer Relevanz. Für viele Patienten stellen Beeinträchtigungen im zwischenmenschlichen Bereich, die auf Probleme im sozialen Umgang mit Mitmenschen zurückgeführt werden, ein zentrales Problem dar. Nachteile in sozialen, beruflichen und schließlich emotionalen Bereichen sind die Folgen. Das Ziel der vorliegenden Studie war es deshalb, grundlegende Fähigkeiten um erfolgreich sozial zu interagieren, wie das Beurteilen von emotionalen nonverbalen Signalen aus Gesicht und Stimme des Gegenübers, deren erfolgreiches Verknüpfen zu einem Gesamteindruck und die adäquate Reaktion auf sozial relevante Reize bei Erwachsenen mit ADHS zu untersuchen.

23 Personen mit und 31 Personen ohne ADHS nahmen an einer zweiteiligen Verhaltensstudie teil. Im ersten Experiment galt es, fröhliche, verführerische, angeekelte, ärgerliche und neutrale Botschaften in Gesicht und/oder Stimme professioneller Schauspieler beim Aussprechen verschiedener deutscher Worte zu unterscheiden, während die Darbietung akustisch, visuell oder audiovisuell erfolgte. Im Rahmen eines Go/Nogo-Tests wurden im zweiten Teil der Einfluss von Blickrichtung und Blickbewegung auf Verhaltensleistungen untersucht. Zusätzlich wurde mittels etablierter psychometrischer Testverfahren verbale und emotionale Intelligenz, aktuelle Depressivität, die Ausprägung unaufmerksam sowie hyperaktiv-impulsive Symptomatik, Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit erhoben, um mögliche Zusammenhänge mit dem expliziten Erkennen von und der Reaktion auf sozialrelevante Signale zu erfassen.

Unter Verwendung von korrigierten Trefferquoten als Leistungsmaß im ersten und Auslassungsquote, Trefferquote und Reaktionszeiten im zweiten Experiment, wurden die erhobenen Daten mittels mehrfaktorieller Varianzanalysen, Korrelationsanalysen, t-Tests bzw. entsprechender nichtparametrischer Tests bei fehlender Normalverteilung analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass Patienten beim Unterscheiden von

Emotionen aus Gesicht und Stimme deutlich schlechter abschneiden als Gesunde. Jedoch profitierten Patienten signifikant mehr von einer bimodalen Darbietung. Im zweiten Teil führte eine Blickzuwendung bei Patienten zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungen. Während das Defizit im expliziten Erkennen von Emotionen bei Menschen mit ADHS nicht ausschließlich durch Unterschiede in verbaler Intelligenz, aktueller Stimmungslage und grundlegenden Aufmerksamkeitsfunktionen erklärt werden konnte und bei Menschen mit ADHS mit dem Ausmaß der emotionalen Intelligenz zusammenhing, war die Reaktion auf Blickzuwendung allein durch Unterschiede in Daueraufmerksamkeit und Wachsamkeit erklärbar und ging in der Patientengruppe mit einer höheren Ausprägung der unaufmerksamen Symptomatik einher.

Diese Hinweise auf eine veränderte Verarbeitung von emotionalen und sozialen Hinweisen tragen zu einem breiteren Verständnis emotionaler und sozialer Defizite bei Menschen mit ADHS bei und könnten, durch weitere Studien gestützt, in Zukunft für die Entwicklung individualisierter Therapiestrategien genutzt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Remschmidt, H., *Global consensus on ADHD/HKD*. European Child & Adolescent Psychiatry, 2005. **14**(3): p. 127-137.
2. Faraone, S.V., J. Biederman, and E. Mick, *The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies*. Psychol Med, 2006. **36**(2): p. 159-65.
3. Wender, P.H., L.E. Wolf, and J. Wasserstein, *Adults with ADHD. An overview*. Ann N Y Acad Sci, 2001. **931**: p. 1-16.
4. Bundesärztekammer. *Stellungnahme zur "Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)" - Langfassung*. 26. August 2005; Available from: <http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/ADHSLang.pdf>.
5. Renner, T.J., et al., *[Neurobiology of attention-deficit hyperactivity disorder]*. Nervenarzt, 2008. **79**(7): p. 771-81.
6. Sharp, S.I., A. McQuillin, and H.M. Gurling, *Genetics of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)*. Neuropharmacology, 2009. **57**(7-8): p. 590-600.
7. Barkley, R.A., *Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD*. Psychol Bull, 1997. **121**(1): p. 65-94.
8. Sagvolden, T., et al., *A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes*. Behav Brain Sci, 2005. **28**(3): p. 397-419; discussion 419-68.
9. Sobanski, E. and B. Alm, *[Attention deficit hyperactivity disorder in adults. An overview]*. Nervenarzt, 2004. **75**(7): p. 697-715; quiz 716.
10. American Psychiatric Association, A.P.A.D.S.M.T.F. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5*. 2013; Available from: <http://dsm.psychiatryonline.org/book.aspx?bookid=556>.
11. Organization, W.H., *The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders: Clinical Descriptions and Diagnostic Guidelines*. 1992: Royal College of Psychiatrists.
12. Schmidt, S., G. Schussler, and F. Petermann, *[ADHD across the lifespan - an update on research and practice]*. Z Psychosom Med Psychother, 2012. **58**(3): p. 236-56.
13. Barkley, R.A. and K.R. Murphy, *Deficient emotional self-regulation in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: The relative contributions of emotional impulsiveness and ADHD symptoms to adaptive impairments in major life activities*. Journal of ADHD and Related Disorders, 2010. **1**(4): p. 5-28.
14. Barkley, R.A., et al., *Young adult outcome of hyperactive children: adaptive functioning in major life activities*. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2006. **45**(2): p. 192-202.
15. Murphy, K. and R.A. Barkley, *Attention deficit hyperactivity disorder adults: comorbidities and adaptive impairments*. Compr Psychiatry, 1996. **37**(6): p. 393-401.
16. Brook, J.S., et al., *Adolescent ADHD and adult physical and mental health, work performance, and financial stress*. Pediatrics, 2013. **131**(1): p. 5-13.

17. de Zwaan, M., et al., *The estimated prevalence and correlates of adult ADHD in a German community sample*. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci, 2012. **262**(1): p. 79-86.
18. Eakin, L., et al., *The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses*. J Atten Disord, 2004. **8**(1): p. 1-10.
19. Johnston, C., et al., *Parenting in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)*. Clin Psychol Rev, 2012. **32**(4): p. 215-28.
20. Mannuzza, S. and R.G. Klein, *Long-term prognosis in attention-deficit/hyperactivity disorder*. Child Adolesc Psychiatr Clin N Am, 2000. **9**(3): p. 711-26.
21. Fallgatter, A.J. and C.P. Jacob, *[Comorbidity of substance use disorders and attention-deficit hyperactivity disorders: pathogenesis and therapy]*. Nervenarzt, 2009. **80**(9): p. 1015-21.
22. Salovey, P., et al., *Emotional attention, clarity, and repair: Exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale*, in *Emotion, disclosure, & health*. 1995, American Psychological Association: Washington, DC, US. p. 125-154.
23. Shaw, P., et al., *Emotion dysregulation in attention deficit hyperactivity disorder*. Am J Psychiatry, 2014. **171**(3): p. 276-93.
24. Uekermann, J., et al., *Social cognition in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)*. Neurosci Biobehav Rev, 2010. **34**(5): p. 734-43.
25. Sjowall, D., et al., *Multiple deficits in ADHD: executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits*. J Child Psychol Psychiatry, 2013. **54**(6): p. 619-27.
26. Retz, W., et al., *Emotional dysregulation in adult ADHD: What is the empirical evidence?* Expert Rev Neurother, 2012. **12**(10): p. 1241-51.
27. Mitchell, J., et al., *Emotion Dysregulation and Emotional Impulsivity among Adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Results of a Preliminary Study*. Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment, 2012. **34**(4): p. 510-519.
28. Bunford, N., S.W. Evans, and J.M. Langberg, *Emotion Dysregulation Is Associated With Social Impairment Among Young Adolescents With ADHD*. J Atten Disord, 2014.
29. Nowicki, S., & Duke, M. P. (1992). The association of children's nonverbal decoding abilities with their popularity, locus of control, and academic achievement. The Journal of Genetic Psychology, 153(4), 385. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1297149947?accountid=14433>.
30. LeDoux, J.E., *The emotional brain : the mysterious underpinnings of emotional life*. 1998, London: Phoenix.
31. Wildgruber, D., et al., *Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI studies*. Prog Brain Res, 2006. **156**: p. 249-68.
32. Vuilleumier, P., et al., *Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions*. Nat Neurosci, 2003. **6**(6): p. 624-31.
33. Vuilleumier, P. and G. Pourtois, *Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging*. Neuropsychologia, 2007. **45**(1): p. 174-94.
34. Winston, J.S., J. O'Doherty, and R.J. Dolan, *Common and distinct neural responses during direct and incidental processing of multiple facial emotions*. Neuroimage, 2003. **20**(1): p. 84-97.
35. Adolphs, R., *Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms*. Behav Cogn Neurosci Rev, 2002. **1**(1): p. 21-62.
36. Whalen, P.J., et al., *Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge*. J Neurosci, 1998. **18**(1): p. 411-8.

37. Ethofer, T., et al., *Effects of prosodic emotional intensity on activation of associative auditory cortex*. Neuroreport, 2006. **17**(3): p. 249-53.
38. Pitcher, D., et al., *Differential selectivity for dynamic versus static information in face-selective cortical regions*. Neuroimage, 2011. **56**(4): p. 2356-63.
39. Hoffman, E.A. and J.V. Haxby, *Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception*. Nat Neurosci, 2000. **3**(1): p. 80-4.
40. Hasselmo, M.E., E.T. Rolls, and G.C. Baylis, *The role of expression and identity in the face-selective responses of neurons in the temporal visual cortex of the monkey*. Behav Brain Res, 1989. **32**(3): p. 203-18.
41. Luo, W., et al., *Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation*. Neuroimage, 2010. **49**(2): p. 1857-67.
42. Zhang, D., W. Luo, and Y. Luo, *Single-trial ERP analysis reveals facial expression category in a three-stage scheme*. Brain Res, 2013. **1512**: p. 78-88.
43. Palermo, R., et al., *New tests to measure individual differences in matching and labelling facial expressions of emotion, and their association with ability to recognise vocal emotions and facial identity*. PLoS One, 2013. **8**(6): p. e68126.
44. Crick, N.R. and K.A. Dodge, *A review and reformulation of social information-processing mechanisms in children's social adjustment*. Psychological Bulletin, 1994. **115**(1): p. 74-101.
45. Bruck, C., B. Kreifelts, and D. Wildgruber, *Emotional voices in context: a neurobiological model of multimodal affective information processing*. Phys Life Rev, 2011. **8**(4): p. 383-403.
46. Blair, K.S., et al., *Modulation of emotion by cognition and cognition by emotion*. Neuroimage, 2007. **35**(1): p. 430-40.
47. Penton-Voak, I.S., et al., *Increasing recognition of happiness in ambiguous facial expressions reduces anger and aggressive behavior*. Psychol Sci, 2013. **24**(5): p. 688-97.
48. Bouhuys, A.L., E. Geerts, and M.C. Gordijn, *Depressed patients' perceptions of facial emotions in depressed and remitted states are associated with relapse: a longitudinal study*. J Nerv Ment Dis, 1999. **187**(10): p. 595-602.
49. Spikman, J.M., et al., *Who benefits from treatment for executive dysfunction after brain injury? Negative effects of emotion recognition deficits*. Neuropsychol Rehabil, 2013. **23**(6): p. 824-45.
50. Surguladze, S.A., et al., *Recognition accuracy and response bias to happy and sad facial expressions in patients with major depression*. Neuropsychology, 2004. **18**(2): p. 212-8.
51. Conzelmann, A., et al., *Abnormal affective responsiveness in attention-deficit/hyperactivity disorder: subtype differences*. Biol Psychiatry, 2009. **65**(7): p. 578-85.
52. Herrmann, M.J., et al., *Emotional deficits in adult ADHD patients: an ERP study*. Soc Cogn Affect Neurosci, 2009. **4**(4): p. 340-5.
53. Williams, L.M., et al., *Misinterpreting emotional expressions in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence for a neural marker and stimulant effects*. Biol Psychiatry, 2008. **63**(10): p. 917-26.
54. Brotman, M.A., et al., *Amygdala activation during emotion processing of neutral faces in children with severe mood dysregulation versus ADHD or bipolar disorder*. Am J Psychiatry, 2010. **167**(1): p. 61-9.
55. Passarotti, A.M., J.A. Sweeney, and M.N. Pavuluri, *Emotion processing influences working memory circuits in pediatric bipolar disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder*. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2010. **49**(10): p. 1064-80.

56. Schulz, K.P., et al., *Emotional bias of cognitive control in adults with childhood attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Neuroimage Clin*, 2014. **5**: p. 1-9.
57. Marsh, P.J., et al., *Facial expressions of emotion and visual scanpaths in attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) and first-episode psychosis (FEP)*. *Schizophrenia Research*, 2000. **41**(1): p. 288.
58. Singh, S.D., et al., *Recognition of Facial Expressions of Emotion by Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*. *Behavior Modification*, 1998. **22**(2): p. 128-142.
59. Corbett, B. and H. Glidden, *Processing affective stimuli in children with attention-deficit hyperactivity disorder*. *Child Neuropsychol*, 2000. **6**(2): p. 144-55.
60. Cadesky, E.B., V.L. Mota, and R.J. Schachar, *Beyond Words: How Do Children With ADHD and/or Conduct Problems Process Nonverbal Information About Affect?* *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2000. **39**(9): p. 1160-1167.
61. Pelc, K., et al., *Recognition of Emotional Facial Expressions in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*. *Pediatric Neurology*, 2006. **35**(2): p. 93-97.
62. Yuill, N. and J. Lyon, *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*, 2007. **16**(6): p. 398-404.
63. Sinzig, J., D. Morsch, and G. Lehmkuhl, *Do hyperactivity, impulsivity and inattention have an impact on the ability of facial affect recognition in children with autism and ADHD?* *European Child & Adolescent Psychiatry*, 2008. **17**(2): p. 63-72.
64. Aspan, N., et al., *Emotion recognition pattern in adolescent boys with attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Biomed Res Int*, 2014. **2014**: p. 761340.
65. Boakes, J., et al., *Facial affect interpretation in boys with attention deficit/hyperactivity disorder*. *Child Neuropsychol*, 2008. **14**(1): p. 82-96.
66. Shapiro, E.G., et al., *Processing of emotional information in children with attention-deficit hyperactivity disorder*. *Developmental Neuropsychology*, 1993. **9**(3-4): p. 207-224.
67. Rapport, L.J., et al., *Experienced emotion and affect recognition in adult attention-deficit hyperactivity disorder*. *Neuropsychology*, 2002. **16**(1): p. 102-110.
68. Miller, M., et al., *Affect Recognition in Adults With ADHD*. *Journal of Attention Disorders*, 2011. **15**(6): p. 452-460.
69. Grabemann, M., et al., *No clear effects of acute tryptophan depletion on processing affective prosody in male adults with ADHD*. *Acta Psychiatr Scand*, 2013. **128**(2): p. 142-8.
70. American Psychiatric, A., *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th Edition, Text Revision (DSM-IV-TR)*. 2000: American Psychiatric Association.
71. Paulmann, S. and M. Pell, *Is there an advantage for recognizing multi-modal emotional stimuli?* *Motivation & Emotion*, 2011. **35**(2): p. 192-201.
72. Stein, B.E., et al., *Behavioral Indices of Multisensory Integration: Orientation to Visual Cues is Affected by Auditory Stimuli*. *J Cogn Neurosci*, 1989. **1**(1): p. 12-24.
73. Ernst, M.O. and H.H. Bulthoff, *Merging the senses into a robust percept*. *Trends Cogn Sci*, 2004. **8**(4): p. 162-9.
74. Frassinetti, F., N. Bolognini, and E. Ladavas, *Enhancement of visual perception by crossmodal visuo-auditory interaction*. *Exp Brain Res*, 2002. **147**(3): p. 332-43.

75. de Gelder, B. and J. Vroomen, *The perception of emotions by ear and by eye*. Cognition and Emotion, 2000. **14**(3): p. 289-311.
76. Ethofer, T., G. Pourtois, and D. Wildgruber, *Investigating audiovisual integration of emotional signals in the human brain*. Prog Brain Res, 2006. **156**: p. 345-61.
77. Colavita, F., *Human sensory dominance*. Perception & Psychophysics, 1974. **16**(2): p. 409-412.
78. Fraser, S., et al., *Evaluating the effort expended to understand speech in noise using a dual-task paradigm: the effects of providing visual speech cues*. J Speech Lang Hear Res, 2010. **53**(1): p. 18-33.
79. Sumbly, W.H. and I. Pollack, *Visual Contribution to Speech Intelligibility in Noise*. The Journal of the Acoustical Society of America, 1954. **26**(2): p. 212-215.
80. Stein, B. and A. Meredith, *The merging of the senses*. 1993: The MIT Press.
81. Koelewijn, T., A. Bronkhorst, and J. Theeuwes, *Attention and the multiple stages of multisensory integration: A review of audiovisual studies*. Acta Psychol (Amst), 2010. **134**(3): p. 372-84.
82. Foxe, J.J. and C.E. Schroeder, *The case for feedforward multisensory convergence during early cortical processing*. Neuroreport, 2005. **16**(5): p. 419-23.
83. Meredith, M.A. and B.E. Stein, *Visual, auditory, and somatosensory convergence on cells in superior colliculus results in multisensory integration*. J Neurophysiol, 1986. **56**(3): p. 640-62.
84. Massaro, D.W. and M.M. Cohen, *Tests of auditory-visual integration efficiency within the framework of the fuzzy logical model of perception*. J Acoust Soc Am, 2000. **108**(2): p. 784-9.
85. Rach, S., A. Diederich, and H. Colonius, *On quantifying multisensory interaction effects in reaction time and detection rate*. Psychol Res, 2011. **75**(2): p. 77-94.
86. Stevenson, R.A., et al., *Inverse effectiveness and multisensory interactions in visual event-related potentials with audiovisual speech*. Brain Topogr, 2012. **25**(3): p. 308-26.
87. Senkowski, D., et al., *Multisensory interactions in early evoked brain activity follow the principle of inverse effectiveness*. Neuroimage, 2011. **56**(4): p. 2200-8.
88. von Saldern, S. and U. Noppeney, *Sensory and striatal areas integrate auditory and visual signals into behavioral benefits during motion discrimination*. J Neurosci, 2013. **33**(20): p. 8841-9.
89. Campanella, S. and P. Belin, *Integrating face and voice in person perception*. Trends Cogn Sci, 2007. **11**(12): p. 535-43.
90. McDonald, A.J., *Cortical pathways to the mammalian amygdala*. Prog Neurobiol, 1998. **55**(3): p. 257-332.
91. Ethofer, T., et al., *Impact of voice on emotional judgment of faces: an event-related fMRI study*. Hum Brain Mapp, 2006. **27**(9): p. 707-14.
92. Fries, W., *Cortical projections to the superior colliculus in the macaque monkey: a retrograde study using horseradish peroxidase*. J Comp Neurol, 1984. **230**(1): p. 55-76.
93. Ghazanfar, A.A., C. Chandrasekaran, and N.K. Logothetis, *Interactions between the superior temporal sulcus and auditory cortex mediate dynamic face/voice integration in rhesus monkeys*. J Neurosci, 2008. **28**(17): p. 4457-69.
94. Ghazanfar, A.A., et al., *Multisensory integration of dynamic faces and voices in rhesus monkey auditory cortex*. J Neurosci, 2005. **25**(20): p. 5004-12.
95. Kayser, C., C.I. Petkov, and N.K. Logothetis, *Multisensory interactions in primate auditory cortex: fMRI and electrophysiology*. Hear Res, 2009. **258**(1-2): p. 80-8.

96. Kreifelts, B., et al., *Audiovisual integration of emotional signals in voice and face: an event-related fMRI study*. Neuroimage, 2007. **37**(4): p. 1445-56.
97. Kreifelts, B., et al., *Cerebral representation of non-verbal emotional perception: fMRI reveals audiovisual integration area between voice- and face-sensitive regions in the superior temporal sulcus*. Neuropsychologia, 2009. **47**(14): p. 3059-66.
98. de Gelder, B., et al., *The combined perception of emotion from voice and face: early interaction revealed by human electric brain responses*. Neurosci Lett, 1999. **260**(2): p. 133-6.
99. Pourtois, G., et al., *Facial expressions modulate the time course of long latency auditory brain potentials*. Brain Res Cogn Brain Res, 2002. **14**(1): p. 99-105.
100. Pourtois, G., et al., *The time-course of intermodal binding between seeing and hearing affective information*. Neuroreport, 2000. **11**(6): p. 1329-33.
101. Vroomen, J., J. Driver, and B. de Gelder, *Is cross-modal integration of emotional expressions independent of attentional resources?* Cogn Affect Behav Neurosci, 2001. **1**(4): p. 382-7.
102. Van der Burg, E., et al., *Pip and pop: nonspatial auditory signals improve spatial visual search*. J Exp Psychol Hum Percept Perform, 2008. **34**(5): p. 1053-65.
103. Busse, L., et al., *The spread of attention across modalities and space in a multisensory object*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2005. **102**(51): p. 18751-6.
104. Talsma, D. and M.G. Woldorff, *Selective attention and multisensory integration: multiple phases of effects on the evoked brain activity*. J Cogn Neurosci, 2005. **17**(7): p. 1098-114.
105. Mozolic, J.L., et al., *Modality-specific selective attention attenuates multisensory integration*. Exp Brain Res, 2008. **184**(1): p. 39-52.
106. Posner, M.I., *Orienting of attention*. Quarterly journal of experimental psychology, 1980. **32**(1): p. 3-25.
107. Talsma, D., et al., *The multifaceted interplay between attention and multisensory integration*. Trends Cogn Sci, 2010. **14**(9): p. 400-10.
108. Rigoulot, S. and M.D. Pell, *Seeing emotion with your ears: emotional prosody implicitly guides visual attention to faces*. PLoS One, 2012. **7**(1): p. e30740.
109. de Jong, J.J., P.P. Hodiament, and B. de Gelder, *Modality-specific attention and multisensory integration of emotions in schizophrenia: reduced regulatory effects*. Schizophr Res, 2010. **122**(1-3): p. 136-43.
110. Magnee, M.J., et al., *Multisensory integration and attention in autism spectrum disorder: evidence from event-related potentials*. PLoS One, 2011. **6**(8): p. e24196.
111. Maurage, P., et al., *The auditory-visual integration of anger is impaired in alcoholism: an event-related potentials study*. J Psychiatry Neurosci, 2008. **33**(2): p. 111-22.
112. Michalek, A.M., et al., *Effects of noise and audiovisual cues on speech processing in adults with and without ADHD*. Int J Audiol, 2014. **53**(3): p. 145-52.
113. Kleinke, C.L., *Gaze and eye contact: a research review*. Psychol Bull, 1986. **100**(1): p. 78-100.
114. Emery, N.J., *The eyes have it: the neuroethology, function and evolution of social gaze*. Neurosci Biobehav Rev, 2000. **24**(6): p. 581-604.
115. Argyle, M., L. Lefebvre, and M. Cook, *The meaning of five patterns of gaze*. European Journal of Social Psychology, 1974. **4**(2): p. 125-136.
116. Frischen, A., A.P. Bayliss, and S.P. Tipper, *Gaze cueing of attention: visual attention, social cognition, and individual differences*. Psychol Bull, 2007. **133**(4): p. 694-724.

117. Schilbach, L., et al., *Being with virtual others: Neural correlates of social interaction*. *Neuropsychologia*, 2006. **44**(5): p. 718-30.
118. N'Diaye, K., D. Sander, and P. Vuilleumier, *Self-relevance processing in the human amygdala: gaze direction, facial expression, and emotion intensity*. *Emotion*, 2009. **9**(6): p. 798-806.
119. Senju, A. and T. Hasegawa, *Direct gaze captures visuospatial attention*. *Visual Cognition*, 2005. **12**(1): p. 127-144.
120. Friesen, C. and A. Kingstone, *The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze*. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1998. **5**(3): p. 490-495.
121. Driver, J., et al., *Gaze Perception Triggers Reflexive Visuospatial Orienting*. *Visual Cognition*, 1999. **6**(5): p. 509-540.
122. Ricciardelli, P., et al., *My eyes want to look where your eyes are looking: exploring the tendency to imitate another individual's gaze*. *Neuroreport*, 2002. **13**(17): p. 2259-64.
123. Friesen, C.K. and A. Kingstone, *Covert and overt orienting to gaze direction cues and the effects of fixation offset*. *Neuroreport*, 2003. **14**(3): p. 489-93.
124. Mansfield, E.M., T. Farroni, and M.H. Johnson, *Does gaze perception facilitate overt orienting?* *Visual Cognition*, 2003. **10**(1): p. 7.
125. Langton, S.R., et al., *Gaze cues influence the allocation of attention in natural scene viewing*. *Q J Exp Psychol (Hove)*, 2006. **59**(12): p. 2056-64.
126. Downing, P., C. Dodds, and D. Bray, *Why does the gaze of others direct visual attention?* *Visual Cognition*, 2004. **11**(1): p. 71-79.
127. Bayliss, A.P., G.d. Pellegrino, and S.P. Tipper, *Sex differences in eye gaze and symbolic cueing of attention*. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2005. **58**(4): p. 631-650.
128. Hietanen, J.K., *Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention?* *Neuroreport*, 1999. **10**(16): p. 3443-7.
129. Langton, S.R.H. and V. Bruce, *Reflexive Visual Orienting in Response to the Social Attention of Others*. *Visual Cognition*, 1999. **6**(5): p. 541-567.
130. Schuller, A.M. and B. Rossion, *Perception of static eye gaze direction facilitates subsequent early visual processing*. *Clin Neurophysiol*, 2004. **115**(5): p. 1161-8.
131. Schuller, A.M. and B. Rossion, *Spatial attention triggered by eye gaze enhances and speeds up visual processing in upper and lower visual fields beyond early striate visual processing*. *Clin Neurophysiol*, 2005. **116**(11): p. 2565-76.
132. Senju, A. and M.H. Johnson, *The eye contact effect: mechanisms and development*. *Trends Cogn Sci*, 2009. **13**(3): p. 127-34.
133. von Grunau, M. and C. Anston, *The detection of gaze direction: a stare-in-the-crowd effect*. *Perception*, 1995. **24**(11): p. 1297-313.
134. Conty, L., et al., *Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: a behavioural study*. *Spat Vis*, 2006. **19**(6): p. 529-45.
135. Vuilleumier, P., *Perceived gaze direction in faces and spatial attention: a study in patients with parietal damage and unilateral neglect*. *Neuropsychologia*, 2002. **40**(7): p. 1013-26.
136. Vuilleumier, P., et al., *Effects of perceived mutual gaze and gender on face processing and recognition memory*. *Visual Cognition*, 2005. **12**(1): p. 85-101.
137. Hood, B.M., et al., *Eye remember you: the effects of gaze direction on face recognition in children and adults*. *Developmental Science*, 2003. **6**(1): p. 67-71.
138. Macrae, C.N., et al., *Are you looking at me? Eye gaze and person perception*. *Psychol Sci*, 2002. **13**(5): p. 460-4.
139. Conty, L., et al., *The cost of being watched: Stroop interference increases under concomitant eye contact*. *Cognition*, 2010. **115**(1): p. 133-9.

140. Haley, K.J. and D.M.T. Fessler, *Nobody's watching?: Subtle cues affect generosity in an anonymous economic game*. *Evolution and Human Behavior*, 2005. **26**(3): p. 245-256.
141. Ekström, M., *Do watching eyes affect charitable giving? Evidence from a field experiment*. *Experimental Economics*, 2012. **15**(3): p. 530-546.
142. Francey, D. and R. Bergmuller, *Images of eyes enhance investments in a real-life public good*. *PLoS One*, 2012. **7**(5): p. e37397.
143. Bateson, M., D. Nettle, and G. Roberts, *Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting*. *Biol Lett*, 2006. **2**(3): p. 412-4.
144. Rigdon, M., et al., *Minimal social cues in the dictator game*. *Journal of Economic Psychology*, 2009. **30**(3): p. 358-367.
145. Miyazaki, Y., *Increasing visual search accuracy by being watched*. *PLoS One*, 2013. **8**(1): p. e53500.
146. Itier, R.J. and M. Batty, *Neural bases of eye and gaze processing: the core of social cognition*. *Neurosci Biobehav Rev*, 2009. **33**(6): p. 843-63.
147. Lai, M.C., M.V. Lombardo, and S. Baron-Cohen, *Autism*. *Lancet*, 2014. **383**(9920): p. 896-910.
148. Friedman, S.R., et al., *Aspects of social and emotional competence in adult attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Neuropsychology*, 2003. **17**(1): p. 50-8.
149. Marotta, A., et al., *Impaired reflexive orienting to social cues in attention deficit hyperactivity disorder*. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2013.
150. Huang-Pollock, C.L. and J.T. Nigg, *Searching for the attention deficit in attention deficit hyperactivity disorder: the case of visuospatial orienting*. *Clin Psychol Rev*, 2003. **23**(6): p. 801-30.
151. Tye, C., et al., *Neurophysiological responses to faces and gaze direction differentiate children with ASD, ADHD and ASD+ADHD*. *Dev Cogn Neurosci*, 2013. **5**: p. 71-85.
152. Aldinger, M., et al., *The association between depressive symptoms and emotion recognition is moderated by emotion regulation*. *Psychiatry Res*, 2013. **205**(1-2): p. 59-66.
153. Retz-Junginger, P., et al., *Wender Utah Rating Scale (WURS-k) Die deutsche Kurzform zur retrospektiven Erfassung des hyperkinetischen Syndroms bei Erwachsenen*. *Der Nervenarzt*, 2002. **73**(9): p. 830-838.
154. Rösler, M., et al., *Instrumente zur Diagnostik der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) im Erwachsenenalter*. *Der Nervenarzt*, 2004. **75**(9): p. 888-895.
155. Hautzinger, M., et al., *Beck-Depressions-Inventar (BDI). Bearbeitung der deutschen Ausgabe. Testhandbuch*. 1994, Bern: Huber.
156. Oldfield, R.C., *The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory*. *Neuropsychologia*, 1971. **9**(1): p. 97-113.
157. Ekman, P., *Are there basic emotions?* *Psychological Review*, 1992. **99**(3): p. 550-553.
158. Aldinger, F.E.F., *Integration verbaler und nonverbaler Kommunikationssignale*. Unveröffentlichte Dissertationsschrift Universität Tübingen.
159. Roesch, E., et al., *FACSGen: A Tool to Synthesize Emotional Facial Expressions Through Systematic Manipulation of Facial Action Units*. *Journal of Nonverbal Behavior*, 2011. **35**(1): p. 1-16.
160. Beck, A.T. and R.A. Steer, *Beck Depression Inventory - Manual*. 1987, San Antonio: The Psychological Association.
161. Blaha, L. and W. Pater, *Zur Stabilität und Wiederholbarkeit (Reliabilität) des Intelligenz-Kurztestes MWT-B bei Langzeithospitalisierten*. *Der Nervenarzt*, 1979. **50**(3): p. 196-198.

162. Lehl, S., *Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest: MWT-B*. 1977, Erlangen, Germany: Perimed-Verlag Straube.
163. Lehl, S., G. Triebig, and B. Fischer, *Multiple choice vocabulary test MWT as a valid and short test to estimate premorbid intelligence*. *Acta Neurologica Scandinavica*, 1995. **91**(5): p. 335-345.
164. Merz, J., et al., *The multiple selection vocabulary test (MSVT-B) - an accelerated intelligence test*. *Psychiatrie, Neurologie und medizinische Psychologie*, 1975. **27**(7): p. 423-428.
165. Schutte, N.S., et al., *Development and validation of a measure of emotional intelligence*. *Personality and Individual Differences*, 1998. **25**(2): p. 167-177.
166. Zimmermann, P. and B. Fimm, *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) Version 2.2*. 2009, Herzogenrath: Psytest.
167. Bühner, M., et al., *Selbstbeurteilungen der Aufmerksamkeit: Ein Vergleich zwischen Hirngeschädigten und Gesunden*. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 2002. **13**(4): p. 263-269.
168. Daban, C., et al., *Correlation between clinical syndromes and neuropsychological tasks in unmedicated patients with recent onset schizophrenia*. *Psychiatry Research*, 2002. **113**(1-2): p. 83-92.
169. Tucha, O., et al., *Effects of methylphenidate on multiple components of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder*. *Psychopharmacology*, 2006. **185**(3): p. 315-326.
170. Wagner, H.L., *On measuring performance in category judgment studies of nonverbal behavior*. *Journal of Nonverbal Behavior*, 1993. **17**(1): p. 3-28.
171. Stenfelt, S. and J. Ronnberg, *The signal-cognition interface: interactions between degraded auditory signals and cognitive processes*. *Scand J Psychol*, 2009. **50**(5): p. 385-93.
172. Conzelmann, A., et al., *Early attentional deficits in an attention-to-prepulse paradigm in ADHD adults*. *J Abnorm Psychol*, 2010. **119**(3): p. 594-603.
173. Adams, R., et al., *Distractibility in Attention/Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD): the virtual reality classroom*. *Child Neuropsychol*, 2009. **15**(2): p. 120-35.
174. Mikami, A.Y., *The importance of friendship for youth with attention-deficit/hyperactivity disorder*. *Clin Child Fam Psychol Rev*, 2010. **13**(2): p. 181-98.
175. Sobanski, E., et al., *Psychiatric comorbidity and functional impairment in a clinically referred sample of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)*. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2007. **257**(7): p. 371-7.
176. Kornreich, C., et al., *Impaired emotional facial expression recognition is associated with interpersonal problems in alcoholism*. *Alcohol Alcohol*, 2002. **37**(4): p. 394-400.
177. Marlatt, G.A., *Taxonomy of high-risk situations for alcohol relapse: evolution and development of a cognitive-behavioral model*. *Addiction*, 1996. **91 Suppl**: p. S37-49.
178. Ramdoss, S., et al., *Computer-based interventions to improve social and emotional skills in individuals with autism spectrum disorders: a systematic review*. *Dev Neurorehabil*, 2012. **15**(2): p. 119-35.

7 Erklärung zum Eigenanteil der Dissertationsschrift

Die Konzeption der Studie erfolgte durch PD Dr. Thomas Ethofer, stellvertretender Leiter der Abteilung biomedizinische Magnetresonanz Tübingen und Oberarzt an der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen. Modifikationen, wie das Einbeziehen des ADHS-SB und die Beschränkung auf Patienten mit kombinierter unaufmerksam impulsiv-hyperaktive Ausprägung innerhalb der ADHS-Gruppe erfolgte unter Absprache mit PD Dr. Ethofer durch mich.

Die kontrollierte Stimuluspräsentation und Aufnahme der Verhaltensdaten der Experimente sowie deren Auswertung wurden von mir programmiert mit Unterstützung insbesondere durch Johannes Bretscher, ehemaliger Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Affektive Neuropsychiatrie, sowie anderer damaliger Mitglieder dieser Arbeitsgruppe, namentlich PD Dr. Thomas Ethofer, Dr. Benjamin Kreifelts, Dr. Jonathan Wolf, Heike Jacob und Caroline Brück.

Die Vorauswahl geeigneter Teilnehmer für die Patientengruppe erfolgte durch PD. Dr. Thomas Ethofer, die endgültige Rekrutierung der Patienten- sowie die Rekrutierung der Kontrollgruppe erfolgten eigenständig durch mich.

Bis auf die Bearbeitung der ADHS-SB-Fragebögen in der Patientengruppe welche während der Sprechstunde bei PD Dr. Ethofer erfolgte, fand das gesamte Experiment unter meiner Anleitung statt.

Die statistische Auswertung erfolgte eigenständig, mit Unterstützung von PD Dr. Thomas Ethofer, durch mich.

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

Tübingen, den 12.03.2015

