



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Space Ranger Alien Quest

Eine Trainingsstudie zur Verbesserung Exekutiver Funktionen und verbundener psychologischer Konstrukte bei autistischen Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen“

Verfasserin

Hannah Buscher

gemeinsam mit

Gregor Schalper

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Psychologie

Betreuerin / Betreuer:

Univ.- Prof. Mag. Dr. Manuel Sprung

Danksagung

Der größte Dank gilt den Untersuchungsteilnehmern!

Den Eltern für die bereitwillige Teilnahme und unseren Kollegen im ZASPE, insbesondere Elvira Wessig und Mag. Katharina Roth für die ausdauernde Unterstützung.

Unseren Familien für den Rückhalt, insbesondere Dr. Michael Buscher und Dr. Franz Sengl, sowie Dipl.- Ing. Martin Buscher für die kompetente Beratung.

Unseren Freunden, insbesondere Mag. Sarah Braun für den fachlichen Rat und das Interesse.

Besonderer Dank gilt außerdem Prof. Dr. Manuel Sprung für kompetente Betreuung und das Interesse an unseren Forschungsideen, sowie Mag. Jakob Leyrer, für die geduldige Unterstützung in allen Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung (Hannah Buscher)	6
1.1	Prolog (Hannah Buscher)	6
1.2	Einführung in das Thema (Hannah Buscher)	7
2	Autismus-Spektrum-Störung im Überblick (Hannah Buscher).....	9
3	Exekutive Funktionen (Gregor Schalper).....	13
3.1	Komponenten der Exekutiven Funktionen (Gregor Schalper)	14
3.2	Entwicklung der Exekutiven Funktionen (Gregor Schalper)	17
3.3	„Hot and Cool Executive Functions“ (Gregor Schalper)	18
3.4	Messbarkeit Exekutiver Funktionen (Gregor Schalper).....	19
3.5	Exekutive Funktionen und Autismus(Hannah Buscher)	21
4	Emotionsverständnis und Emotionsbewusstsein(Hannah Buscher).....	23
4.1	Emotionsverständnis(Hannah Buscher)	24
4.2	Emotionsbewusstsein(Hannah Buscher)	25
4.3	Emotionsverständnis/ Emotionsbewusstsein und Autismus(Hannah Buscher)	27
4.4	Emotionsverständnis/ Emotionsbewusstsein und Exekutive Funktionen (Hannah Buscher)	30
5	Klinische Auffälligkeiten bei Autisten im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen (Hannah Buscher).....	32
6	Trainierbarkeit Exekutiver Funktionen(Gregor Schalper)	33
6.1	Trainierbarkeit Exekutiver Funktionen bei Autisten(Gregor Schalper).....	35
7	Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen.....	36
7.1	Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen(Gregor Schalper).....	36
7.2	Exekutive Funktionen im Zusammenhang mit verbundenen psychologischen Konstrukten (Hannah Buscher).....	38
7.3	Trainingsevaluationen verbundener psychologischer Konstrukte(Hannah Buscher).....	40
8	Empirischer Teil.....	41
8.1	Methode.....	41

8.1.1	Untersuchungsplan(Hannah Buscher).....	41
8.1.2	Untersuchungsteilnehmer(Hannah Buscher).....	43
8.1.3	Untersuchungsbedingungen und –Materialien(Gregor Schalper)	43
8.1.4	Untersuchungsdurchführung(Hannah Buscher)	50
8.1.5	„Space Ranger Alien Quest“ (Gregor Schalper)	52
9	Ergebnisse	55
9.1	Stichprobenbeschreibung(Hannah Buscher)	55
9.1.1	Stichprobenumfang und Geschlecht(Hannah Buscher).....	55
9.1.2	Alter(Hannah Buscher).....	55
9.1.3	Hauptdiagnosen(Hannah Buscher).....	55
9.1.4	Sprachverständnis(Hannah Buscher).....	56
9.2	Deskriptivstatistik und explorative Datenanalyse (Gregor Schalper)	56
9.2.1	Space Ranger Alien Quest(Gregor Schalper).....	61
9.2.2	Gruppenunterschiede(Gregor Schalper)	62
10	Hypothesenprüfung	63
10.1	Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen(Gregor Schalper).....	64
10.1.1	Zusammenhang zwischen dem „Space Ranger Alien Quest“ und den Exekutiven Funktionen(Gregor Schalper).....	64
10.1.2	Analyse der Versuchsgruppe(Gregor Schalper)	74
10.1.3	Analyse unter Einbeziehung der Gruppenzugehörigkeit(Gregor Schalper).....	75
10.1.4	Zusammenhang zwischen den einzelnen Komponenten der Exekutiven Funktionen(Gregor Schalper).....	80
10.2	Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen mit verbundenen psychologischen Konstrukten(Hannah Buscher)	83
10.2.1	<i>Emotionsverständnis</i> im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen (Hannah Buscher)	83
10.2.2	<i>Emotionsverständnis</i> im Zusammenhang mit Emotionsbewusstsein(Hannah Buscher)	83
10.2.3	<i>Emotionsbewusstsein</i> im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen(Hannah Buscher)	84

10.2.4	Klinische Auffälligkeiten im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen(Hannah Buscher)	84
10.2.5	Theory of Mind im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen(Hannah Buscher)	88
10.2.6	Theory of Mind im Zusammenhang mit <i>Emotionsverständnis</i> und <i>Emotionsbewusstsein</i> (Hannah Buscher).....	88
10.2.7	Trainingsevaluations in Bezug auf <i>Emotionsverständnis</i> (Hannah Buscher).....	88
10.2.8	Trainingsevaluation in Bezug auf <i>Emotionsbewusstsein</i> (Hannah Buscher).....	90
10.2.9	Trainingsevaluation in Bezug auf Klinischen Auffälligkeiten(Hannah Buscher)	92
11	Interpretation und Diskussion.....	97
11.1	Teil 1(Gregor Schalper).....	97
11.2	Teil 2(Hannah Buscher)	102
12	Zusammenfassung und Abstract (Hannah Buscher und Gregor Schalper)	109
13	Literaturverzeichnis.....	110
14	Abbildungsverzeichnis	117
15	Tabellenverzeichnis.....	118
16	Anhang	120
16.1	Einverständniserklärung	120
16.2	Fragebogen zur Bewertung des Space Ranger Alien Quest	121
16.3	Fragebogen zur Bewertung des Kontrollspiels.....	123
16.4	Fragebogen zur Erfassung soziodemographischer Daten und des Computerspielverhaltens	125
17	Eidesstattliche Erklärung.....	129
18	Lebenslauf	129

1 Einleitung

1.1 Prolog

Es ist Freitag 12:51 Uhr, im Zentrum für Autismus und spezielle Entwicklungsstörungen (ZASPE) in Wien, als das erste Kind zur Uhr läuft. Zwei Minuten später kommt das nächste und fragt, wie lange es noch bis 13 Uhr dauert. Spätestens um 12.58 Uhr haben alle Kinder und Jugendlichen ihre Nintendo- und Computerspiele ausgepackt und warten, mit den Blicken auf die Zeiger der Uhr, bis sie um 13 Uhr endlich zum Ausklang der Woche spielen dürfen.

Diese Situation fiel uns spontan ein, als Prof. Dr. Sprung uns bei einem der ersten Treffen zur Besprechung unserer Diplomarbeit fragte: „Glauben Sie denn, dass die Kinder zu motivieren wären, an einer Studie über Computerspieltrainings teilzunehmen?“. Sie war einer der Grundsteine für unsere gemeinsame Motivation zur Erarbeitung der vorliegenden Studie. Der gemeinsame Nenner unserer Interessen und der des Games4ResilienceLab war demnach die Effektivität eines Trainings bei autistischen Menschen zu überprüfen, von dem diese nicht nur profitieren sollten, sondern an dem sie auch Spaß haben könnten.

Das Games4ResilienceLab, als Zweig des Arbeitsbereichs für klinische Kinder- und Jugendpsychologie am Institut für Angewandte Psychologie: Gesundheit, Entwicklung und Förderung, der Universität Wien, untersucht Computerspiele zur Prävention von psychischen Gesundheitsproblemen beziehungsweise zur Resilienzförderung und macht sich die neusten Technologien und Medien zu Nutze, um die Kompetenzen bei Kindern zu schulen, die wichtige Prädiktoren für psychische Gesundheit darstellen.

Uns ermöglichte die jahrelange Erfahrung in der Arbeit mit autistischen Menschen im ZASPE nicht nur einen vereinfachten Zugang zu einer klinischen Stichprobe. Sie begründete ebenso unser Interesse einen Beitrag zu diesem spannenden, aber immer noch nicht ausreichend erforschten Bereich in der Begleitung von Menschen mit Autismus Störungen zu leisten.

Aus diesem gemeinsamen Interesse ergab sich letztlich das Thema unserer Diplomarbeit: Eine Trainingsstudie mit autistischen Kindern und Erwachsenen, bei der die Effektivität eines vom Games4ResilienceLab entwickelten Computertrainings („Space Ranger Alien Quest“) überprüft werden soll.

Während wir nun die Untersuchung planen und das Games4Resilience an der Fertigstellung des „Space Ranger Alien Quest“ arbeitet, wurden wir fast täglich von den Kindern und Erwachsenen im ZASPE gefragt, wann die angekündigte Studie denn nun endlich beginnen würde und sie mit dem Computerspiel „arbeiten“ dürften.

1.2 Einführung in das Thema

Autismus-Spektrum-Störungen finden nicht nur zunehmendes mediales Interesse. Auch die Prävalenzangaben stiegen in den letzten 20-30 Jahren überraschend stark an. Während man 1999 noch davon ausging, dass 5 von 10.000 Menschen an einer Autismus-Spektrum-Störung leiden (Fombonne), zeigen aktuelle epidemiologische Studien eine deutlich erhöhte Prävalenz von 77,2/10.000 (Baird et al., 2006). Wodurch diese Veränderung bedingt ist, ist nicht eindeutig zu klären, jedoch gehen Poustka, Bölte, Feineis-Matthews und Schmötzer davon aus, dass „die höheren Angaben mit einer besseren Informiertheit, Aufklärung und Sensibilität von Fachleuten und Eltern, neuen diagnostischen Strategien, effektiveren Forschungsmethoden und einer früheren und zuverlässigeren Diagnostik des Autismus zusammenhängen“ (2008, S.18-19).

Die erhöhten Prävalenzen zogen vermehrte Behandlungen von Menschen mit Autismus-Spektrum-Störung nach sich, allein in Deutschland zeigt sich eine Steigerung um 30,2 % (Poustka et al., 2008).

Der Mangel an Behandlungsressourcen, verlangt nach alternativen präventiven und therapeutischen Methoden, die flächendeckend eingesetzt werden können und relativ einfach zugänglich sind.

Laut einer aktuellen Umfrage des Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest (KIM-Studie 2012) gehört die Nutzung von digitalen Spielen für 25 Prozent der Kinder zu den Lieblingsfreizeitbeschäftigungen. 66 Prozent der Sechs- bis 13-Jährigen spielen einmal pro Woche am Computer oder anderen Spielkonsolen und 22 Prozent nutzen diese Medien täglich. Rund die Hälfte davon sitzt pro Tag bis zu einer halben Stunde davor. Das Games4ResilienceLab macht sich diese Entwicklung zunutze, indem es spezifische präventive computergestützte Trainingsmethoden entwickelt.

Das Arbeiten am Computer ist für die meisten Kinder nicht nur motivierend, sie können außerdem leicht auf solche Trainings zugreifen und vor allem auch eigenständig bearbeiten, was die Wahrnehmung der eigenen Kompetenz erhöht.

Computertrainings können Autismus nicht heilen oder andere therapeutische Maßnahmen ersetzen. Jedoch ist es möglich, einzelne Defizite, die mit einer autistischen Störung einhergehen, zu verringern und hier neue Strategien zu trainieren. So haben Bölte, Feineis-Matthews, Leber, Dierks, Hubl und Poustka 2002 ein computergestütztes Test und Trainingsprogramm (Frankfurter Test und Training des Erkennens von fazialem Affekt (FEFA)) entwickelt, das die Fähigkeit zum Erkennen von Gesichtsausdrücken mit emotionalem Gehalt bei autistischen Menschen empirisch gesichert verbessert (Bölte und Poustka, 2006b).

Das Computertraining der vorliegenden Studie wurde primär entwickelt, um Exekutive Funktionen zu schulen, deren Korrelationen zu autistischen Phänomenen gegenwärtig einen Schwerpunkt klinischer und entwicklungspsychologischer Forschung darstellen. Dieses neuropsychologische Konstrukt könnte nicht nur ein Erklärungsmodell für viele Komorbiditäten der Autismus-Spektrum-Störung, sondern auch für die autistischen Symptome selbst bieten. Zusammenhänge zwischen den Exekutiven Funktionen und anderen neuropsychologischen Auffälligkeiten, wie dem mangelnden *Emotionsverständnis* bei Autisten, sind Gegenstand aktueller Forschung.

Die vorliegende Arbeit widmet sich folgenden Hauptfragestellungen:

- Kann das „Space Ranger Alien Quest“ Exekutive Funktionen trainieren?

In diesem Zusammenhang werden Konzepte zum Autismus und die theoretischen Grundlagen der Exekutiven Funktionen, ebenso wie mögliche Korrelationen vorgestellt. Speziell wird dargelegt, warum sich Computer hier als Trainingsmedium eignen.

- Verändert sich über die Exekutiven Funktionen hinaus auch das *Emotionsverständnis* bzw. das *Emotionsbewusstsein*?

Das Konzept des *Emotionsverständnisses*, sowie des *Emotionsbewusstseins* wird in seiner Bedeutung für den Autismus erläutert und mit den Annahmen über autismusspezifische

Exekutive Funktionen verknüpft. Zu prüfen war, ob das „Space Ranger Alien Quest“ sekundär über die Exekutiven Funktionen auch das *Emotionsverständnis* oder das *Emotionsbewusstsein* verbessern kann.

- Verändern sich über die Exekutiven Funktionen hinaus auch die komorbiden klinischen Auffälligkeiten autistischer Menschen?

Es wird auf die klinischen Auffälligkeiten bei autistischen Menschen eingegangen und ihr Zusammenhang mit den Exekutiven Funktionen diskutiert. Auch hierbei wurde geprüft, ob das „Space Ranger Alien Quest“ über eine Verbesserung der Exekutiven Funktionen die klinischen Auffälligkeiten vermindern kann.

2 Autismus-Spektrum-Störung im Überblick

Der ICD-10 beschreibt die Autistische Störung als tiefgreifende Entwicklungsstörung, welche bereits im frühen Kindesalter auftritt und über die Lebensspanne persistiert. Die Hauptsymptome dieser Entwicklungsstörung - die so genannte autistische Triade – sind: qualitative Beeinträchtigungen der sozialen Interaktion, qualitative Beeinträchtigung der Sprache und Kommunikation, sowie stereotype, repetitive Verhaltensmuster, Interessen und Aktivitäten. Diese Beeinträchtigungen können grundlegend, wie auch situationsbedingt in ihrem Ausprägungsgrad variieren, bleiben jedoch im Kern konstant (Poustka et al., 2008).

Traditionell wurden zwei Autismus Formen unterschieden (Poustka et al., 2008): Der frühkindliche Autismus wurde 1943 erstmals von dem österreichischen Kinderarzt Leo Kanner beschrieben und zeichnet sich neben den oben genannten Kriterien vor allem durch das Auftreten von Symptomen wie einer verzögerten Entwicklung oder dem Ausbleiben von Sprache vor dem 3. Lebensjahr und einer Intelligenzminderung aus. Hans Asperger erkannte fast zeitgleich (1944) ähnliche Symptome bei Patienten, die jedoch im Vergleich keinerlei Auffälligkeiten in der Sprachentwicklung und anderen intellektuellen Fähigkeiten zeigten. Das Asperger-Syndrom entspricht also in Grundzügen dem des frühkindlichen

Autismus, tritt jedoch ohne eine verzögerte Sprachentwicklung und Intelligenzminderungen auf (Poustka et al., 2008).

In der Literatur, wie auch in der Praxis hat sich außerdem eine weitere Einteilung durchgesetzt. Lorna Wings beschrieb 1981 erstmals einen Menschen mit Autismus, der in jungen Jahren die Symptome eines frühkindlichen Autisten zeigte, sich jedoch im Laufe der Jahre mehr in Richtung einer Asperger-Diagnose bewegte. Auf dieser Fallstudie basiert der Begriff der „High-Functioning-Autisten“, der heutzutage als „inoffizieller Begriff“ (Poustka et al., 2008) für frühkindliche Autisten mit durchschnittlicher Intelligenz oder zumindest ohne geistige Behinderung verwendet wird.

Das Phänomen des „High-Functioning-Autismus“ weist auf Übergänge und somit auf ein Kontinuum der verschiedenen Ausprägungen autistischer Störungen hin und legt nahe, die autistische Symptomatik nicht etwa kategorial, sondern vielmehr quantitativ in Bezug auf ihren Schweregrad und offener hinsichtlich sich überschneidender Variationsbreiten zu definieren. Man spricht demzufolge heute von Autismus-Spektrum-Störungen (ASS).

Auf Grundlage dessen werden zurzeit die Diagnosekriterien für Autismus im DSM-IV revidiert und überarbeitet. Die neueste Ausgabe DSM-V wird im Mai 2013 veröffentlicht und geht von nur einer neuen Beschreibung aller autistischer Störungen aus, wodurch die bisherige Einteilung nach frühkindlichen Autismus und Asperger-Syndrom wegfällt und die Diagnose nach Schweregrad der einzelnen Symptome differenziert (APA, 2012).

Neben den autistischen Kernsymptomen ist ein hoher Prozentsatz der Betroffenen von komorbiden Problemen betroffen, die sich dann zu individuellen Mustern von Belastungen verdichten, denen wiederum individuelle Ressourcen gegenüberstehen.

Um das Autismus- Spektrum in möglichst vielen seiner Facetten zu beschreiben, liegt ein Fokus dieser Arbeit auf den klinischen Auffälligkeiten bei Autisten, auf die in Kapitel 5 näher eingegangen wird

Über die Ursachen und Einflussfaktoren der Autismus-Spektrum-Störung besteht trotz intensiver Forschung bis heute kein Konsens. Allgemein gelten autistische Störungen „als Entwicklungsstörungen des zentralen Nervensystems („neurodevelopmental disorders“) und sind mit Beeinträchtigungen basaler Hirnfunktionen assoziiert, die die

Kontaktfähigkeit beeinflussen.“ (Remschmidt & Kamp-Becker, 2007, S.873). Poustka et al. postulieren 2008: „ Die Frage ist demnach nicht, ob, sondern vielmehr welche konkreten strukturellen und funktionellen zerebralen Dysfunktionen und kognitiven Beeinträchtigungen mit Autismus infolge einer genetischen Belastung oder einer anderen Erkrankung entstehen.“ (S.29). Im Folgenden werden vier neuropsychologischen Erklärungsansätze für Einflussfaktoren des Autismus vorgestellt, die in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus der Wissenschaft geraten sind: Das Konzept der defizitären Exekutiven Funktionen, des defizitären *Emotionsverständnisses/ Emotionsbewusstsein*, der geschwächten Theory of Mind, sowie das Konzept der schwachen zentralen Kohärenz.

- **Defizitäre Exekutive Funktionen (DEF)**

Die „Exekutiven Funktionen umfassen ziel- und zukunftsorientierte Prozesse der Planung, Organisation und Strukturierung von kognitiven Fähigkeiten, die auch Handlungsvorgänge implizieren.“ (Morsch, 2011, S.42). Einige der autistischen Verhaltensweisen werden von verschiedenen Autoren, beispielsweise von Ozonoff, Pennington und Rogers (1991), durch Störungen der Exekutiven Funktionen erklärt. Da die Exekutiven Funktionen im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit liegen, wird in Kapitel 3 näher auf diese eingegangen.

- **Defizitäres *Emotionsverständnis/ Emotionsbewusstsein***

Autistische Menschen haben häufig Schwierigkeiten damit, in sozialen Situationen Emotionen zu verstehen, sie im sozialen Kontext zu interpretieren und adäquat zu reagieren. Auf die Definition und die Abgrenzung dieser Begriffe, sowie deren Bedeutung im Zusammenhang mit Autismus und den Exekutiven Funktionen wird im Folgenden (Kapitel 4) noch genauer eingegangen.

- **Geschwächte Theory of Mind**

Unter Theory of Mind versteht man „die Fähigkeit, eigene und fremde psychologische Zustände im eigenen kognitiven System zu repräsentieren.“ (Remschmidt & Kamp-Becker, 2007, S.876). Diese Fähigkeit ist eine grundlegende Voraussetzung für adäquate soziale Interaktionen, weshalb sich Wissenschaftler schon früh die Frage stellten, welcher Zusammenhang mit den Autismus-Spektrum-Störungen bestehen könnte. Baron- Cohen und Swettenham fassten 1997 die bisher erforschten Auffälligkeiten in der Theory of Mind bei Autisten wie folgt zusammen:

- Autistische Menschen haben häufig ein unzureichendes Verständnis psychischer Vorgänge.

- Sie können Wörter, die psychische Zustände beschreiben, nicht mit dem entsprechenden Zustand in Verbindung bringen.
- Sie zeigen Schwierigkeiten fiktive Spiele auszuführen.
- Sie haben ein eingeschränktes Verständnis emotionaler Situationen.
- Sie haben häufig nur mangelndes Verständnis für metaphorische Bedeutungen von Sprache, Ironie und Wortwitzen.
- Sie zeigen Schwierigkeiten im Erkennen von Intentionen anderer.

Aufgrund der hohen Relevanz der Theory of Mind in der Autismus-Forschung wird in der vorliegenden Arbeit der Zusammenhang zwischen diesem Konstrukt und den Exekutiven Funktionen, dem *Emotionsverständnis* und *-bewusstsein* untersucht.

- **Schwache zentrale Kohärenz**

„Dies bedeutet, dass weniger der Kontext und die Zusammenhänge von Gegenständen und Objekten beachtet werden, sondern die Wahrnehmung auf einzelne oder auch isolierte Details gerichtet wird.“ (Remschmidt & Kamp-Becker, 2007, S.876). Die zentrale Kohärenz ermöglicht nicht autistischen Menschen, einzelne Details kontextgebunden in einem übergeordneten Zusammenhang zu interpretieren. Man erkennt in einem Monet-Gemälde somit nicht mehr nur die einzelnen Punkte, sondern kann beispielsweise das Ganze als Landschaft erkennen. Autistische Menschen haben Schwierigkeiten mit dieser Umwandlung und zeigen häufig größeres Interesse an den Einzelheiten, wobei sie diese besonders scharf wahrnehmen. Die Zusammenhänge und der Kontext der einzelnen Stimuli wird häufig weder wahrgenommen, noch verstanden.

Da bisher keines dieser Konzepte die Entstehung von autistischen Symptomen ganzheitlich erklären kann, gehen aktuelle Forschungen statt von einem einzigen Auslöser, eher von multiplen Bedingtheiten aus, wie sie schon Goodman (1989) vermutete. Verschiedene Kombinationen werden diskutiert: Exekutive Funktionen, Emotionswahrnehmung und Theory of Mind (Ozonoff et al. 1991); Exekutive Funktionen, Theory of Mind und zentrale Kohärenz (Morsch, 2011); Exekutive Funktionen, Theory of Mind und Joint attention (Griffith, Pennington, Wehner & Rogers, 1999).

In der vorliegenden Studie wird genauer auf die Exekutiven Funktionen, sowie das *Emotionsverständnis* und das *Emotionsbewusstsein* und deren möglicher Zusammenhang mit der Autismus-Spektrum-Störung eingegangen

3 Exekutive Funktionen

Im Folgenden wird auf das Konzept der Exekutiven Funktionen eingegangen.

Der Begriff der exekutiven Funktionen (EF) stammt ursprünglich aus der Neuropsychologie und ist mit vielen Netzwerken des Gehirns verbunden, wird aber vor allem mit Leistungen des präfrontalen Cortexes assoziiert.

Der präfrontale Cortex ist Teil des Frontallappens der Großhirnrinde und befindet sich an der Stirnseite des Gehirns. Untersuchungen eines Zusammenhangs des präfrontalen Cortexes mit anspruchsvollen Denkprozessen reichen bereits auf das Jahr 1819 (Burdach) zurück. Harlow (1868) konnte bei Patienten mit Schädigungen in Bereichen der Frontallappen feststellen, dass sie Auffälligkeiten in der Planung von Handlungen zeigten. Hieraus folgerten sie eine Verbindung, des präfrontalen Cortex mit höheren kognitiven Leistungen. Pennington & Ozonoff (1996) postulierten schließlich den präfrontalen Cortex als oberste Kontrollinstanz des Gehirns, da hier Signale von Innen- und Außenwelt mit bereits gespeicherten Gedächtnisinhalten und Emotionen abgeglichen werden und dadurch richtige Handlungsalternativen initiiert werden können.

Der Begriff der Exekutiven Funktionen findet seit langem Anwendung in der klinischen und experimentellen Neuropsychologie und dient der „Beschreibung der funktionellen Schnittstelle zwischen Sensorik und Motorik also Ein- und Ausgänge menschlichen Verhaltens“ (Thier, 2003, S.479-480). Bisher besteht in der Literatur jedoch immer noch keine allgemein gültige Definition der EF, da sich die theoretische Fundierung als sehr komplex erweist. Auch besteht keine Einigkeit über zahlreiche Prozesse die mit exekutiven Funktionen in Verbindung stehen.

Eine Möglichkeit sich dem Begriff anzunähern stammt von Burgess & Simons (2005). Sie versuchen zusammenzufassen in welchen Situationen EFs notwendig sind. EF sind immer dann notwendig, wenn man für etwas ein besonderes Maß an Aufmerksamkeit braucht und sich automatisierte Prozesse, Intuition oder Instinkte als unklug, ungenügend oder unmöglich einsetzbar erweisen. Diamond (2013) sagt, dass es bei automatisierten Prozessen keiner gesonderten Aufmerksamkeit bedarf, da es einfacher sei die üblichen

Konzepte anzuwenden, als diese zu ändern. Sie sieht also die zentrale Funktion der Exekutiven Funktionen darin, den Autopiloten auszuschalten um selbst entscheiden zu können was als nächstes getan werden müsse.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass EFs immer dann gebraucht werden, wenn routinierte und automatisierte Prozesse zur Problembewältigung nicht mehr ausreichen und man diese stoppen muss um alternative Lösungsstrategien in einem selbstgesteuerten Prozess zu finden.

Eines der bekanntesten psychologischen Konstrukte, welches versucht diesen Zusammenhang in einem Modell zu erklären, stellt das Multikomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses von Baddeley (1986) dar. Er schreibt dem Arbeitsgedächtnis drei wesentliche Komponenten zu, mit der „Zentralen Exekutive“ als höchste Instanz. Die anderen beiden Komponenten werden dieser untergeordnet und sind die „phonologische Schleife“ und der „visuell-räumliche Notizblock“. In der „phonologischen Schleife“ werden primär auditive und sprachbasierte Informationen verarbeitet. Der „visuell-räumliche Notizblock“ hingegen dient vor allem der Aufrechterhaltung und Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen. Diese können zum Beispiel die Lokalisation eines Objekts im Raum oder Informationen über das äußere Erscheinungsbild anderer Menschen sein. Bei der Komponente der „zentralen Exekutive“ handelt es sich laut Buchner (2003) um ein System, welches kognitive Prozesse, kontrolliert und reguliert. Es vergibt Verarbeitungsprioritäten, überwacht Routineprozesse, unterbricht diese bei Bedarf und zieht schließlich den Vergleich zwischen Handlungsergebnissen und Handlungszielen. Ihr kommt also entscheidende Bedeutung im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen zu.

3.1 Komponenten der Exekutiven Funktionen

Um einem Verständnis darüber was EFs genau sind näher zu kommen, wird im Folgenden betrachtet welche kognitiven Prozesse involviert sind und welche Aufgaben diese erfüllen müssen.

Aufbauend auf vielen Forschungsergebnissen vor allem denen von Pennington, Rogers, Benetto, Griffith, Reed und Shyu (1997) haben sich folgende Komponenten in der Wissenschaft etabliert: Inhibition, Arbeitsgedächtnis und Kognitive Flexibilität (welche auch als „set shifting“, „mental flexibility“ oder „mental set shifting“ bezeichnet wird).

Diese drei Komponenten werden im Folgenden differenzierter dargestellt.

- **Inhibition (Inhibition of prepotent responses)**

Man versteht darunter die Fähigkeit, das Verhalten, die Aufmerksamkeit, Gedanken und Emotionen kontrollieren zu können. Eine Kontrolle wird immer dann notwendig wenn die automatisierte, gebahnte Reaktion unterdrückt werden soll.

Um das Aktive, Bewusste dieser Fähigkeit herauszustreichen hat Logan (1994) ein Synonym definiert: „internally generated act of control“.

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei darauf verwiesen dass der Begriff der Inhibition, in anderen Fachbereichen der Psychologie in anderer Bedeutung angewandt wird. Nicht gemeint ist hier ein in der Sozialpsychologie genutzter Inhibitionsbegriff, welcher typischerweise in Verbindung mit einem Absenken des Aktivierungsgrades steht. Ebenso wenig geht es um die “reactive inhibition”, die sich mit dem Phänomen des negativen Priming assoziieren lässt und der Alltagspsychologie zuzuordnen ist. (Logan, 1994)

Bei genauerer Betrachtung kann man nun zwei Arten der Inhibition unterscheiden. Zum einen die „inhibitory control of attention“ worunter die selektive Lenkung der Aufmerksamkeit auf bestimmte von uns selbst gewählte Stimuli zu verstehen ist und im Gegensatz zur unwillkürlichen Lenkung auf dominante Stimuli, wie z.B. laute Geräusche steht. (Posner & DiGirolamo; 1998; Theeuwes, 1991). Zum anderen gibt es die „cognitive inhibition“, die einen analogen Vorgang beschreibt. In diesem Fall zielt der Vorgang jedoch auf eigene Gedanken oder Erinnerungen ab. Das heißt es werden nur jene Gedanken oder Erinnerungen zugelassen welche in diesem Moment notwendig bzw. brauchbar sind. (Anderson & Levy; 2009).

Zusätzlich ist die „selfcontrol“ zu nennen, welche die Inhibition im Zusammenhang mit dem Verhalten beschreibt. Diamond (2013) definiert die Selbstkontrolle als die Fähigkeit Versuchungen zu widerstehen und nicht impulsiv zu reagieren. Es ist demnach die Fähigkeit sein Verhalten adäquat anpassen zu können und dies, über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten zu können.

- **Arbeitsgedächtnis „working memory“**

Das Arbeitsgedächtnis ermöglicht eine aktive Aufrechterhaltung aufgabenrelevanter Informationen, die für weitere Operationen benötigt werden. Eigene Handlungspläne oder Instruktionen anderer Personen werden besser erinnert, so dass auch Handlungsalternativen verstärkt berücksichtigt werden können. (Diamond, Barnett, Thomas & Muro; 2007; Kubesch, 2008)

Diese Funktion der aktiven Aufrechterhaltung unterliegt einem ständig ablaufenden „Update“-Prozess. Ältere Informationen, die im Arbeitsgedächtnis präsent sind und nicht länger als relevant erscheinen, werden gegen neuere und bessere Informationen ausgetauscht. (Morris & Jones, 1990). Es ist demnach ein aktiver Prozess der Informationsspeicherung und Informationsverwaltung und kein passives Sammeln und Sichern von Daten. Im Zusammenhang mit den EF steht das Arbeitsgedächtnis vor allem dann, wenn der inneren Tendenz, automatisierte und routinemäßige Handlungsabläufe zu initiieren, entgegen gewirkt werden soll. Einerseits müssen also aktuelle Informationen miteinbezogen werden andererseits muss man sein Ziel aber auch im Auge behalten können um zu wissen wann es wichtig ist zu inhibieren. Das Arbeitsgedächtnis ist somit sehr eng mit Inhibition verbunden, da es sowohl Inhibitionsvorgänge initiiert als es auch durch Inhibition beeinflusst wird. Die beiden Komponenten Arbeitsgedächtnis und Inhibition werden also fast immer gleichzeitig in Anspruch genommen.

- **Kognitive Flexibilität**

Die Hauptfunktion der kognitiven Flexibilität ist der Perspektivenwechsel. Dies kann sowohl eine hypothetische, räumliche Positionsänderung meinen, als auch die Fähigkeit die Perspektive eines anderen einzunehmen. Damit dieser Perspektivenwechsel gelingen kann, müssen die Informationen der ursprünglichen Position aus dem Arbeitsgedächtnis vorübergehend ignoriert werden um die Informationen der neuen Perspektive erfassen zu können. Auch ist es notwendig die Aufmerksamkeit so zu fokussieren, dass alle relevanten Informationen der Zielperspektive erkannt werden. Dieser Perspektivenwechsel bleibt darüber hinaus nicht ohne Folgen, denn durch die Einnahme einer anderen Perspektive werden neue Informationen über die ursprüngliche Position erworben und die ursprünglichen Informationen werden wiederum verifiziert oder gänzlich verworfen. Erfolgreiche kognitive Flexibilität setzt die Fähigkeit zur Inhibition und zum Gebrauch des Arbeitsgedächtnisses voraus.

Mittels dieser drei Kernkompetenzen können nun Exekutive Funktionen höherer Ordnung wie Problemlösung, Planung und logisches Schlussfolgern ausgebildet und genutzt werden. (Collins & Koechlin 2012, Lunt, Bramham, Morris, Bullok, Selway; 2012) Diese EF höherer Ordnung, lassen sich unter dem Oberbegriff „fluide Intelligenz“ zusammenfassen (Ferrer, Shaywitz, Holaham, Marchione, Shaywitz; 2009), welche sich wie folgt definieren lässt: die Fähigkeit, Relationen zwischen Reizen zu erkennen, Implikationen zu verstehen und logische Schlüsse zu ziehen. (Arendasy, Hornke, Sommer, Häusler, Wagner-Menghin, Gittler; 2012)

Folgende Abbildung fasst die verschiedenen Komponenten zusammen und zeigt deren Wechselwirkungen mit anderen Bereichen:

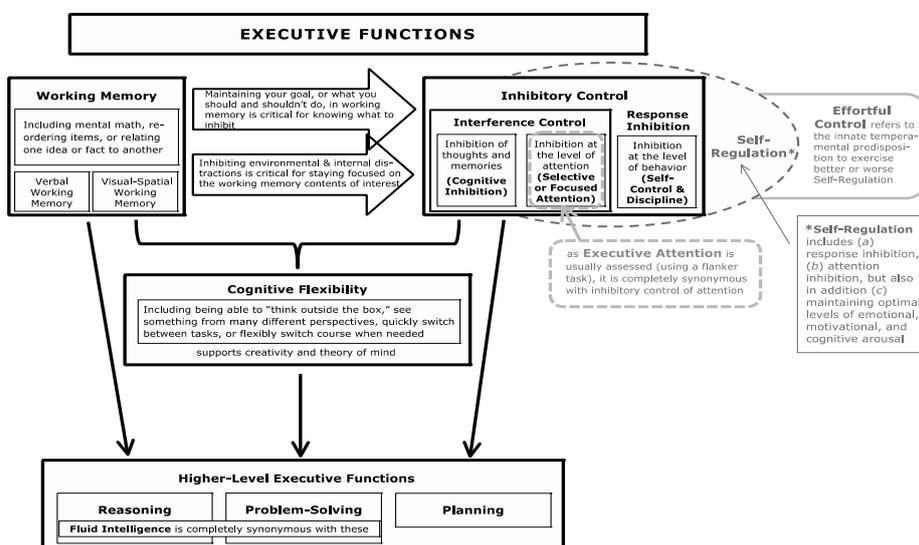


Abbildung 1: Executive functions and related terms (Diamond, 2013)

3.2 Entwicklung der Exekutiven Funktionen

Die entwicklungspsychologische Forschung über die Ausbildung der exekutiven Funktionen befindet sich noch in den Anfängen. Erste Studien sprechen jedoch für einen kontinuierlichen Entwicklungsverlauf mit Beginn im Kindesalter (vgl. Übersicht von Diamond, 2002, Welsh, 2002). Man nimmt an, dass sich verschiedene Komponenten der Exekutiven Funktionen unterschiedlich schnell entwickeln (Brocki & Bohlin, 2004). Die vollständige Entwicklung des gesamten Fähigkeitsspektrums vollziehe sich im jungen bis mittleren Erwachsenenalter. (Diamond, Carlson & Beck; 2005; Zelazo, Müller, Frye & Marcovitch; 2003). Die genaueren Zusammenhänge und die einzelnen Entwicklungsschritte sind (noch) nicht abschließend geklärt.

Ein deutlicher Entwicklungssprung kann jedoch im frühen Vorschulalter also zwischen 3 und 5 Jahren festgestellt werden. Gründe hierfür werden, im Folgenden diskutiert.

Morton & Munakata (2002) sehen eine Zunahme der Arbeitsgedächtniskapazitäten als Grundlage für den Entwicklungssprung an. Diamond (2002) sieht hingegen die Ursache in einer Verbesserung der Inhibitionsmechanismen. Gemäß Zelazo, Carlson und Kesek (2008) ist der drastische Entwicklungsfortschritt nicht allein mit einem Erklärungsansatz zu begründen. Sie sehen vielmehr die Verbesserung des Zusammenspiels aller involvierten Prozesse wie Inhibition und Arbeitsgedächtnis als mögliche Ursache. Zusätzlich sehen sie aber auch die Entwicklung anderer kognitiver Reifungsprozesse wie Reflexion der Regelkomplexität und Konzepterwerb durch Lernen als wichtigen Faktor der Entwicklung Exekutiver Funktionen an.

Es stehen demnach sowohl biologische Reifungsprozesse wie die Entwicklung bestimmter Hirnstrukturen als auch kontextuelle Einflüsse, wie eben Lernerfahrung, als Ursache zur Diskussion.

Ein zweiter wichtiger Entwicklungssprung beginnt ab dem siebten Lebensjahr und erstreckt sich bis ins jüngere Erwachsenenalter. Die Zunahme an Fähigkeiten, die mit EFs in Verbindung stehen, macht sich besonders in einer Steigerung, der Verarbeitungsgeschwindigkeit bemerkbar. Diese Steigerung hat einen positiven Einfluss auf die Leistungen des Arbeitsgedächtnisses. Gelernte Strategien können, schneller abgerufen somit besser eingesetzt werden. Neben den gelernten Strategien können aber auch Alternativstrategien besser abgerufen und erinnert werden wodurch man wiederum flexibler mit deren Einsatzmöglichkeiten umgeht.

3.3 „Hot and Cool Executive Functions“

Neuere wissenschaftliche Arbeiten im Bereich der EF konzentrieren sich zunehmend auf die Einteilung nach „Hot Executive Functions“ (Hot-EF) und „Cool Executive Functions“ (Cool-EF), weshalb das zugrundeliegende theoretische Konzept im Folgenden vorgestellt werden soll. Die Unterscheidung stammt von Zelazo & Müller (2002) und stützt sich auf Ergebnisse neurophysiologischer Untersuchungen über die unterschiedliche Aktivierung des präfrontalen Cortex beim Einsatz von Exekutiven Funktionen. So konnte eine Aktivierung des dorsolateralen Teils des präfrontalen Cortex besonders dann festgestellt werden, wenn Aufmerksamkeitsprozesse, Arbeitsgedächtnis und Inhibitionskontrolle

genutzt werden (Hedden&Gabrieli; 2010). Im Gegensatz dazu ist bei Entscheidungen, die in sozialen Interaktionen getroffen werden müssen, bzw. wenn emotionale Aspekte bei der Problembewältigung involviert sind, eine erhöhte Aktivierung des orbitofrontalen Teils des präfrontalen Cortex festgestellt worden. (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson;1994).

Zelazo & Müller (2002) definieren die situationsunabhängigen kognitiven Fähigkeiten, die eine Aktivierung des dorsolateralen Teils des präfrontalen Cortex bewirken als „Cool-EF“. Hierunter lässt sich demnach die bloße Fähigkeit zur Inhibition, kognitiver Flexibilität und dem adäquaten Einsatz des Arbeitsgedächtnisses verstehen.

Wird der orbitofrontale Teil, des präfrontalen Cortex aktiviert lässt sich immer ein Bezug zum situativen Kontext erkennen. Es werden also EF für emotionale oder motivationale Regulationsprozessen genutzt. Diesen Vorgang fassen sie unter dem Begriff „Hot-EF“ zusammen.

Dieser Theorie stehen allerdings auch widersprechende Ergebnisse entgegen. In Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die beschriebenen Hirnregionen des präfrontalen Cortex oft auch, gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Daher hat sich die Annahme etabliert, diese beiden Funktionen nicht als unabhängig voneinander zu betrachten. Sie sind vielmehr als zugehörig zu einem System zu verstehen.

Besonders bedeutsam wird die Unterscheidung aber bei klinisch relevanten Phänomenen. So konnte festgestellt werden, dass Autisten „Cool-EF“ weitgehend unbeeinträchtigt ausbilden, „Hot-EF“ jedoch defizitär vorliegen. Im Gegensatz dazu zeigen sich beim Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom genau umgekehrte Beeinträchtigungen. (Zelazo & Müller; 2002). Diese Einteilung der EF ist ein relativ neuer wissenschaftlicher Ansatz, deshalb sind noch Fragen über Zusammenhänge zwischen den beiden Funktionen und ihrer neuronalen Repräsentationen offen. Weiterhin sind „Hot-EF“ sehr schwierig zu messen, da sie nur in ihrem jeweiligen sozialen Kontext eingesetzt werden.

3.4 Messbarkeit Exekutiver Funktionen

Exekutive Funktionen höherer Ordnung können mittels unterschiedlichster psychologisch-diagnostischer Testverfahren erfasst werden, so z.B. die Fluide Intelligenz mittels der Intelligenz Struktur Batterie „INSBAT“. Es stellt sich aber nun die Frage, wie und ob auch die zugrundeliegenden Kernkompetenzen valide erfasst werden können.

Aufgeteilt auf die verschiedenen Komponenten wird eine kurze Übersicht der gängigsten Verfahren gegeben.

- **Inhibition**

Bei der Messung dieser Fähigkeit müssen Situationen erzeugt werden, bei welchen man die dominanten Reiz-Reaktions Assoziationen unterdrücken und durch eine andere Reaktion ersetzen soll. Leistungsunterschiede ließen sich dann zum einen in der Anzahl der falschen Reaktionen zum anderen aber auch in der Reaktionszeit erkennen. Ein bekanntes Verfahren in diesem Zusammenhang stellt der Day-Night-Stroop dar (Gerstad, Hong, & Diamond, 1994). Hier werden zwei Karten gezeigt, auf denen sich entweder die Abbildung der Sonne oder die des Mondes befinden. Die Regeln lauten, jeweils das Wort „Tag“ bei der Mondkarte oder „Nacht“ bei der Sonnenkarte zu nennen. Die Herausforderung liegt darin, zwei Regeln zeitgleich im Arbeitsgedächtnis zu behalten und den Impuls das laut auszusprechen, was auf der Karte gesehen wird, zu unterdrücken. Weiterhin ist ein sehr verbreitetes Verfahren der Stroop- task welcher von MacLeod (1991) beschrieben wird. Hier müssen Farbwörter (z.B. Grün) welche in einer anderen Farbe geschrieben sind (z.B. Rot), je nach Vorgabe einmal normal vorgelesen werden oder es muss die Farbe genannt werden, in welcher das jeweilige Farbwort geschrieben ist. Die höchsten Fehlerraten und längsten Bearbeitungszeiten ergeben sich, wenn man die Wortbedeutung ignorieren muss. Als Maß für die Inhibitionsfähigkeit wird dies deshalb gesehen, da man den automatisierten Prozess des Lesens unterdrücken muss. Bei den go/no-go tasks (Cragg & Nation; 2008), wird eine Reihe von Stimuli präsentiert. Es muss ein bestimmter Stimulus gemerkt werden, und wenn dieser erscheint darf kein Knopf gedrückt werden. Erscheint einer der restlichen Stimuli dann schon. Es stehen darüber hinaus noch zahlreiche weitere Verfahren zur Erfassung der Inhibitionsfähigkeit zur Verfügung. In der vorliegenden Arbeit wurde der Flanker-Task eingesetzt, welcher in Kapitel 8.1.3 noch genauer beschrieben wird.

- **Arbeitsgedächtnis**

Zunächst erscheint es nahe liegend diese Komponente der Exekutiven Funktionen zu erfassen in dem man z.B. eine Reihe von Zahlen vorgibt, die in der gleichen Reihenfolge nachgesprochen werden müssen. Je länger die gemerkte Zahlenfolge, desto besser die Fähigkeit des Arbeitsgedächtnisses. Jedoch würden hiermit nur Fähigkeiten des Kurzzeitgedächtnisses erfasst. Die besondere Aufgabe des Arbeitsgedächtnisses im

Zusammenhang mit EF ist aber der Umgang mit gespeicherten Informationen. Diesen Umgang mit Informationen könnte man erfassen in dem man eine bestimmte Zahlenfolge vorgibt z.B. 9,7,6,3 welche in aufsteigender Form wiedergegeben werden muss, also 3,6,7,9. Ein Verfahren, das in diesem Zusammenhang sehr valide Informationen liefert ist der Corsi-Blocktapping-Task, welcher in Kapitel 8.1.3. ausführlicher beschrieben wird.

- **Kognitive Flexibilität (cognitive flexibility)**

Die Erfassung der kognitiven Flexibilität erfordert eine Testsituation, in der man mit ständig wechselnden Regeln konfrontiert wird. Eine sehr gute Möglichkeit bietet hier der Dimensional Card Sorting Test (Zelazo, Müller, Frye & Marcovitch; 2003). Vier verschiedene Arten von Karten (roter Hund, blauer Hund, roter Vogel und blauer Vogel) sind je nach vorgegebener Regel in Boxen einzusortieren. Beim Farbspiel müssen die Karten der Farbe (rot und blau) und beim Formspiel die Karten der jeweiligen Form (Hund und Vogel) entsprechend einsortiert werden. Dieser Test fordert zwei Fähigkeiten: 1. Regeln im Arbeitsgedächtnis präsent zu haben und 2. sich schnell an Regeländerungen zu gewöhnen. Dies ist schwierig, da die Tendenz die Aufmerksamkeit weiterhin auf die anfänglich relevanten Regeln zu richten unterdrückt werden muss. (Kirkham, Cruess, & Diamond; 2002). Es ist ein Verfahren zur Erfassung des Regelverständnisses bzw. der Regelbenutzung. Dabei gibt die Anzahl der Fehler Aufschluss über die mangelhafte kognitive Flexibilität (Förstl, 2005). Auf Grundlage dieses Tests basiert auch das in vorliegender Studie eingesetzte Verfahren zur Erfassung der kognitiven Flexibilität. Es handelt sich um eine computerisierte Form des Dimensional Change Card Sorting Task welcher in Abschnitt 8.1.3. genauer beschrieben wird.

Auch durch die Messbarkeit Exekutiver Funktionen konnten in den letzten Jahren Fortschritte im Forschungsbereich der EF im Zusammenhang mit Autismus verzeichnet werden. Auf diese soll im Folgenden eingegangen werden.

3.5 Exekutive Funktionen und Autismus

Rückblickend lassen sich bereits einige sehr frühe Studien in der Autismus-Forschung dem Bereich der Exekutiven Funktionen zuordnen, auch wenn zum damaligen Zeitpunkt dieses Konstrukt, also solches noch nicht beschrieben oder publiziert war. Die Erforschung der Frontallappenfunktionen umfasst den neuroanatomischen Bereich der Funktionen, die uns heute als „Exekutive“ bekannt sind und wurde unter anderem bereits 1945, zwei Jahre

nachdem Leo Kanner den Autismus zum ersten Mal beschrieben hat, von Scheerer, Rothmann und Goldstein im Zusammenhang mit Autismus untersucht. Sie fanden bei einem erwachsenen, männlichen Autisten einen Zusammenhang zwischen Veränderungen im Frontallappen und der Fähigkeit zum abstrakten Denken. Diese Studie stellt rückblickend als erste in der Literatur einen Zusammenhang zwischen den Exekutiven Funktionen und Autismus dar.

Es folgten Studien, die beispielsweise das Verhalten und die motorische Auffälligkeiten von autistischen Menschen und jenen mit einer Schädigung des Frontallappens verglichen (z.B. 1978 von Damasio und Maurer). Sie fanden bei der Vergleichsgruppe mit den Frontallappenschädigungen für Autismus typische Symptome, wie zum Beispiel starres, zwanghaftes und ritualisierendes Verhalten und fehlende Empathie Fähigkeit und schlossen daraus, dass kognitive Defizite, die durch eine Schädigung oder Veränderung des Frontallappens einhergehen, eine Grundlage autistischen Verhaltens sein könnte.

Rumsey verglich 1985 neun Männer mit der Diagnose frühkindlicher Autismus mit einer, nach Alter, Bildungsstand und IQ gematchten, nicht autistischen Stichprobe anhand des Wisconsin Card Sorting Tests. Dieses Testverfahren wurde zum damaligen Zeitpunkt zum Differenzieren von frontalen und nicht frontalen Läsionen genutzt (Rumsey, 1985) und dient heute als valides Maß zu Erfassung Exekutiver Funktionen (Pennington & Ozonoff, 1996). Die Ergebnisse zeigten im Vergleich, deutlich defizitäre Ergebnisse der autistischen Stichprobe beim Wisconsin Card Sorting Test. Diese Arbeit von Rumsey gilt als Beginn der Ära der empirischen Erforschung des Bereichs der Exekutiven Funktionen bei Autisten (Pennington & Ozonoff, 1996) und seine Ergebnisse konnten folgend von weiteren Wissenschaftlern belegt werden. So legten Prior und Hoffmann 1990 dar, dass Autisten bei Tests zur Überprüfung der Frontallappenfunktionen defizitäre Leistungen zeigten und von einem Feedback nicht profitieren. Sie beharrten viel mehr auf maladaptiven Strategien, wiederholten dieselben Fehler und waren scheinbar nicht dazu in Lage, ihre erfolglosen Strategien zu verändern. Ozonoff und McEvoy gehen weiter davon aus, dass sich defizitäre Exekutive Funktionen früh zeigen und im Zuge der Entwicklung kaum verbessern (1994).

1996 fassen Pennington und Ozonoff die bis dahin bedeutendsten Studien zum Thema Exekutive Funktionen bei Autisten wie folgt zusammen: 13 von 14 Studien zeigen einen signifikanten Unterschied in mindestens einer Exekutiven Funktion zwischen den Leistungen autistischer Menschen und der Kontrollgruppe. Dies entspricht einem

Unterschied in 25 der 32 vorgegebenen Aufgaben und einer Effektstärke der Gruppenunterschiede von 0.98 in allen Studien zusammen gefasst.

Es zeigt sich also, dass empirische Forschungen hinreichend den vermuteten Zusammenhang zwischen Defiziten in den Exekutiven Funktionen und Autismus belegen, wenn auch Fragen zur Kausalität offen bleiben (Griffith et al., 1999).

So stellten Griffith et al. in ihrem 1999 veröffentlichten Artikel „Executive Functions in Young Children with Autism“ die Frage, ob Exekutive Dysfunktionen (EDF) die Autismus-Spektrum-Störung (ASS) als Primärfaktor bedingen, die ASS die Exekutiven Dysfunktionen verursachen oder beide Phänomene in Abhängigkeit von einem weiteren Faktor auftreten. Einen Hinweis für die Exekutiven Dysfunktionen als primäre Bedingung für Autismus sehen sie in der chronologischen Entwicklung beider Faktoren. Während sich die Exekutiven Fähigkeiten bereits in dem ersten Lebensjahr entwickeln, zeigen sich autistische Symptome oft erst später während der ersten drei Lebensjahre. Die repetitiven Verhaltensmuster, eingeschränkte Interessen und Aktivitäten als Symptomgruppe der autistischen Störung zeigen laut Griffith et al. den deutlichsten Zusammenhang mit defizitären Exekutiven Funktionen, während Auffälligkeiten in der Sprache und Kommunikation schlüssiger Konzepten wie der Theory of Mind oder Joint Attention zugeordnet werden können. Die Resultate der Studie sprechen gegen eine Theorie, die die EDF als einzige Ursache der Autismus-Spektrum-Störung anerkennt und für multiple Bedingungen dieser Entwicklungsstörung, wie sie schon Goodman (1989) vermutete.

4 Emotionsverständnis und Emotionsbewusstsein

Um inhaltlich auf die Konzepte *Emotionsverständnis* und *Emotionsbewusstsein* einzugehen, bedarf es zunächst eines kurzen Einblickes in die jeweiligen Begrifflichkeiten.

In der Literatur findet sich derzeit keine einheitliche Abgrenzung der Begriffe *Emotionsbewusstsein* und *Emotionsverständnis* (im englischsprachigen: emotional awareness vs. emotion comprehension). So beschrieben bereits Lane und Schwartz 1987 das *Emotionsbewusstsein* als die Fähigkeit, sowohl die eigenen als auch die Emotionen anderer identifizieren und beschreiben zu können, eine Definition, die von der des *Emotionsverständnisses* als „Verständnis davon, wie man Emotionen identifiziert, was sie

bedeuten, was sie beeinflusst und welche sozialen Funktionen sie besitzen“ (Siegler, DeLoache & Eisenberg, 2005) kaum zu unterscheiden ist.

Im Laufe der Jahre hat sich vor allem der Begriff des *Emotionsbewusstseins* gewandelt. Rieffe und DeRooij sprechen 2012 von einem Prozess der Aufmerksamkeit der die eigenen Gefühle überwacht und differenziert. Dieser ist stark mit der Fähigkeit, die Ursprünge von Emotionen lokalisieren zu können verbunden und lässt dem körperlichen „Arousal“ bei der Erfahrung von Emotionen nur wenig Aufmerksamkeit zukommen. Der Fokus auf den Prozess des Umgangs mit Emotionen und nicht auf das Wissen über Emotionen, soll (vermutlich) den Unterschied zum *Emotionsverständnis* markieren.

Im Folgenden wird sich auf die Definition des *Emotionsverständnisses* nach Pons, Harris und DeRosnay (2004) und der des *Emotionsbewusstsein* nach Rieffe und DeRooij (2012) bezogen und genauer eingegangen. Diese häufig zitierten Annahmen bilden gleichzeitig die Grundlage für die in dieser Studie angewendeten Verfahren (Test of Emotion Comprehension, Emotion Awareness Questionnaire).

4.1 Emotionsverständnis

Pons et al. (2004)fassen unter dem Begriff *Emotionsverständnis* das Verständnis für die Beschaffenheit von Emotionen und ihren Ursachen, sowie das Wissen über die Möglichkeit der Emotionskontrolle zusammen. Sie sehen die deutlichsten Fortschritte im *Emotionsverständnis* bei Kindern im Alter zwischen 3 und 11 Jahren und entwickelten ein Modell, das 9 in der Literatur wiederkehrende Komponenten des *Emotionsverständnisses* in drei hierarchischen Stufen gliedert und ihre Entwicklung beschreibt.

- Stufe 1: Externale Aspekte von Emotionen

In der ersten Phase lernen Kinder vor allem, die externalen Aspekte von Emotionen zu erkennen, wie deren Ausdruck und situativen Bedingungen, sowie, dass Erinnerungen, die von Personen oder Objekten ausgelöst werden Emotionen aktivieren können. Diese Entwicklung findet um das fünfte Lebensjahr statt. Kinder können zunächst die Basisemotionen, wie Freude, Trauer, Angst und Wut erkennen und benennen (Recognition), sie lernen wie diese Emotionen ausgelöst werden können (External

Cause) und wissen etwas später, dass nicht nur eine Situation oder Person selbst, sondern auch die Erinnerung daran Emotionen auslösen kann (Reminder).

- Stufe 2: Mentale Aspekte von Emotionen

Um das siebte Lebensjahr herum beginnen Kinder auch die mentalen Aspekte von Emotionen zu verstehen, wie den Einfluss von Wünschen und Überzeugungen auf Emotionen (Desire, Belief). Sie lernen in dieser Stufe zu erkennen, dass sich Emotionen bei zwei Menschen in derselben Situation unterscheiden können. Die Kinder bauen außerdem ein Verständnis für vorgetäuschte Emotionen auf und können nun begreifen, dass die gezeigte Emotion nicht unbedingt die tatsächlich empfundene sein muss (Hiding).

- Stufe 3: Reflexive Aspekte von Emotionen

Während der letzten Stufe entwickelt sich das Verständnis von reflexiven Einflüssen auf Emotionen. Die Kinder lernen im Alter von neun bis elf Jahren, dass Emotionen kognitiv regulierbar sind (regulation), dass sie durch moralische Überzeugungen beeinflusst werden können (morality) und dass es auch möglich ist, mehrere Emotionen gleichzeitig zu empfinden, wenn man sich beispielsweise einerseits über ein neues Fahrrad freut und gleichzeitig Angst davor hat, sich beim Fahren zu verletzen (mixed emotion)

Dieses Verständnis steigert ihre sozialen Fähigkeiten, da sie nun beispielsweise dazu in der Lage sind, Emotionen aus Rücksicht auf Andere zu unterdrücken.

Während sich die einzelnen Komponenten innerhalb einer Stufe parallel zueinander entwickeln, bauen die drei Stufen hierarchisch aufeinander auf. Demnach erfordert das Verständnis mentaler Aspekte von Emotion das Verstehen der jeweils wirksamen externalen Einflüsse. Das Verständnis von reflexiven Aspekten auf Emotionen baut darauf auf, dass die beiden vorangehenden Stufen erfolgreich durchlaufen wurden.

4.2 Emotionsbewusstsein

Grundlegend für die Definition von *Emotionsbewusstsein* ist für Rieffe und DeRooij (2012) eine Definition von Emotionen, die sich auf Scherer (2000) beruft. Dieser beschreibt Emotionen als hypothetisches Konstrukt, welches die Reaktion einer Person auf eine Situation widerspiegelt. Daraus schließen die Autoren, dass Emotionen nur in

situativen Kontexten erfahren werden können und nicht nur die Begleiterscheinung der Wahrnehmung körperlicher Erregung sind.

Demzufolge orientiert sich auch das *Emotionsbewusstsein* an externalen Bedingungen, ist weniger durch das physische Erleben von Emotionen, als durch deren situativen Kontext bedingt und wird durch Aufmerksamkeit gesteuert. Es ist also ein Prozess, der die Emotionen im Zusammenhang mit ihren Auslösern und Bedingungen überwacht und Vorerfahrungen und Einstellungen mit reflektiert (Rieffe & DeRooij, 2012).

Rieffe, Oosterveld, Miers, Meerum Terwoegt und Ly (2008) beschreiben in der revidierten Fassung des Emotion Awareness Questionnaire das *Emotionsbewusstseins* als Reflexion der Kinder über die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Emotionen. Die einzuschätzenden Fähigkeiten gliedern sich in folgende sechs Stufen:

- Stufe 1: Differentiating Emotions

Die Fähigkeit verschiedenen Emotionen zu unterscheiden und ihre Bedingungen zu erkennen.

- Stufe 2: Bodily Awareness

Die Beachtung physiologischen Aspekte von Emotionen.

- Stufe 3: Verbal Sharing

Die Fähigkeit über Emotionen zu kommunizieren.

- Stufe 4: Not Hiding Emotions

Die Tendenz die eigenen Gefühle nicht zu verstecken.

- Stufe 5: Attending to Other's Emotions

Die Bereitschaft die Emotionen Anderer zu beachten.

- Stufe 6: Analyses of Own Emotion

Die Fähigkeit eigene Gefühle zu analysieren.

Verfügt das Kind über diese Basiskompetenzen, ist es in der Lage Emotionen und deren Ausdruck kognitiv zu kontrollieren (Rieffe, Meerum Terwogt, Petrides, Cowan, Miers & Tolland, 2007).

Emotionsverständnis und *Emotionsbewusstsein* erscheinen in ihren Komponenten relativ ähnlich, jedoch zeigt sich, dass Pons et al. (2004) in der Beschreibung des *Emotionsverständnisses* genauer auf die einzelnen, zu verstehenden Aspekte von Emotionen eingehen, während Rieffe und DeRooij (2012) den Fokus auf den Umgang mit und die Kontrolle von Emotionen legten, was bei Pons et al. lediglich als Wissen über die Kontrollierbarkeit erscheint. Das *Emotionsbewusstsein* scheint demnach ein höher gestelltes Konstrukt zu sein, da dieses eine aktive Funktion hat.

Was die Bedeutung des Konstrukts Emotionsbewusstseins für die klinische Psychologie und Psychiatrie angeht, so konnten Rieffe und DeRooij (2012) zeigen, dass ein defizitäres *Emotionsbewusstsein* mit internalen Problemen, wie Depression, Angst oder somatische Beschwerden assoziiert ist, was sich bereits ab dem Grundschulalter zeigt (Rieffe et al., 2008; Rieffe et al., 2007). Vor allem die mangelnde Fähigkeit, abstrakte Emotionen zu unterscheiden und über Emotionen zu kommunizieren, sowie die starken Empfindungen körperlicher Symptome als Begleitung von Emotionen, zeichnen einen auf sich selbst orientierten, internalen Umgang mit Emotionen aus, der häufig zu psychischen Problemen wie Depressionen führt. Des Weiteren steht das Wissen und die Kommunikation über Emotionen im starken Zusammenhang mit Emotionsregulation und mentaler Gesundheit (Barrett, Gross, Christensen & Benvenuto, 2001).

Welche Einflüsse das *Emotionsverständnis* und das *Emotionsbewusstsein* nun auf die autistische Störung haben wird im Weiteren beschrieben.

4.3 Emotionsverständnis/ Emotionsbewusstsein und Autismus

In der Literatur zur Erforschung des *Emotionsverständnisses* und des *Emotionsbewusstseins* bei autistischen Menschen liegen sich widersprechende Ergebnisse vor, auf die in diesem Kapitel eingegangen werden soll. Um einen differenzierten Einblick in diesen Forschungsbereich geben zu können, wird sich an dieser Stelle wieder von den Definitionen beider Begriffe nach Pons et al. und Rieffe und DeRooij gelöst. Im folgenden Überblick werden beide Begriffe unter Bezug auf den jeweiligen Originaltext aufgenommen.

Die scheinbare Gleichgültigkeit autistischer Menschen gegenüber den Emotionen anderer, ihre Schwierigkeit in der Kommunikation von Emotionen, ihre unangepassten Mitteilungen von Emotionen, sowie das verminderte Interesse sich in sozialen Situationen auszudrücken, weisen auf ein defizitäres *Emotionsbewusstsein* bei autistischen Menschen hin (Doussard-Roosevelt, Joe, Bazhenova & Porges, 2003; Begeer, Rieffe, Meerum Terwoegt & Stockmann, 2006).

In einer Studie von Rieffe, Oosterveld, Meerum Terwoegt, Mootz, van Leeuwen und Stockmann (2011) wurden Autisten mit einer Kontrollgruppe hinsichtlich ihres *Emotionsbewusstseins* verglichen. Dabei ergab sich, dass bei der Versuchsgruppe von Autisten ein viel geringerer Zusammenhang zwischen der Fähigkeit zur Analyse von Emotionen, sowie dem Bewusstsein von körperlichen Begleiterscheinungen von Emotionen mit internalen Symptomen besteht, als bei der Kontrollgruppe. Hieraus schließen die Autoren, dass Autisten einerseits das Verständnis für die Emotionen anderer von ihrer Erfahrung mit eigenen Emotionen abspalten und andererseits die einzelnen Elemente erlebter Emotionen als voneinander unabhängig betrachten.

Das Konzept des defizitären *Emotionsverständnisses* bei Autisten wurde schon früh eingehend erforscht. Hobson und Lee veröffentlichten 1989 beispielsweise eine Studie, die das Verständnis autistischer Menschen für abstrakte, emotionsunabhängige und emotionsbezogene Konzepte überprüfte. Es wurde eine Stichprobe autistischer Menschen mit einer Kontrollgruppe anhand des British Picture Vocabulary Scale (Dunn, Dunn & Whetton, 1982), einem standardisierten Instrument zur Erfassung des rezeptiven Wortschatzlernens verglichen. Die Items wurden getrennt danach betrachtet, ob diese sich auf Emotionen beziehen oder unabhängig davon sind. Es konnte gezeigt werden, dass Autisten gleich gut, wie die Kontrollgruppe auf emotionsunabhängige Items reagieren, jedoch deutlich mehr Schwierigkeiten haben, emotionsbezogenen Konzepte zu verstehen. Die Ergebnisse dieser Studie konnten zwar unter anderem von van Lanckner (1991) et al. bestätigt werden, spätere Forschungen zeigten jedoch methodischer Mängel auf, die die Interpretierbarkeit erschweren. Vor allem wurde der Einfluss verbaler Fähigkeiten als Moderatorvariable und Prädiktor für eine gute Leistung in Aufgaben zum *Emotionsverständnis* nicht ausreichend kontrolliert. Viele Wissenschaftler erzielten in ihren Studien konträre Ergebnisse, wenn die Versuchsgruppe anhand von verbaler Intelligenz gematched wurde (zum Beispiel: Buitelaar, van der Wees, Swaab-Barneveld & van der Gaag, 1999; Prior & Hoffman, 1990). Außerdem fand man bei komplexeren

Emotionen (Capps, Yirmiya & Sigman, 1992) signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Unterschiede traten auch dann auf, wenn die Aufgaben zusätzlich soziale Fähigkeiten erforderten.

Baron-Cohen (1995) schloss daraus, dass das grundlegend defizitäre Konstrukt, das zu Schwierigkeiten in der sozialen Interaktion führt, nicht das *Emotionsverständnis*, sondern tiefer liegend eine geschwächte Theory of Mind ist. Downs und Smith (2004) hingegen sehen die Ursache der Auffälligkeiten in der sozialen Interaktion autistischer Menschen in der fehlenden Emotionserkennung und der Wahrnehmung von Emotionen. Sie zeigten, dass Autisten zwar soziale Kompetenzen, sowie Theory of Mind Fähigkeiten und somit ein Verständnis für die Gefühle und Gedanken anderer erlernen können, jedoch grundlegende Defizite in der spontanen Wahrnehmung und Erkennung von Emotionen bestehen bleiben.

Zusammenfassend kann demnach gesagt werden, dass sich widersprechende Ergebnisse der Erforschung des Emotionsverständnisses und –bewusstseins vorliegen. Ein Grund hierfür könnten die unterschiedlichen und nicht deutlich abgegrenzten Definitionen beider Begriffe sein.

Alternativ lassen sich die Ergebnisse auch wie folgt zusammenfassen: reines Erkennen und Benennen von Emotionen ist Autisten ähnlich wie Vergleichsgruppen möglich. Im Hinblick auf das Verstehen und Einordnen von Emotionen im situativen Kontext sowie auf das adäquate Regulieren und Beeinflussen der eigenen Emotionen in sozialen Situationen zeigen sie sich allerdings defizitär. Es ist also anzunehmen, dass sich deutlichere Defizite im höher gestellten *Emotionsbewusstsein* zeigen, als in der grundlegenden Fähigkeit des *Emotionsverständnisses*.

Diese Annahmen lassen sich mit folgender allgemeine Aussage zur Autismus-Spektrum-Störung von Poustka et al. vergleichen: „Menschen, die an einer autistischen Störung leiden, fällt es allgemein schwer, die Welt und die in ihr lebenden Individuen, einschließlich ihrer selbst, zu verstehen. Dies hängt damit zusammen, dass sie sich von dem, was in und außerhalb von ihnen vor sich geht, kein schlüssiges Bild machen können, bzw. dieses Bild gänzlich anders ist, als das der meisten Menschen: sie sehen im Detail oft sehr scharf, können aber sinnvolle Zusammenhänge nicht erkennen.“ (S.1, 2008). Im Detail können autistische Menschen Emotionen zwar verstehen, im sozialen Kontext jedoch nicht in die richtigen Zusammenhänge bringen.

4.4 Emotionsverständnis/ Emotionsbewusstsein und Exekutive Funktionen

Die Wechselwirkung zwischen Exekutiven Funktionen und *Emotionsverständnis* wird derzeit aus verschiedenen Perspektiven erforscht. Vor allem bei Studien mit Stichproben autistischer Probanden zeigen sich im Vergleich zu Kontrollstichproben hohe Korrelationen zwischen den Exekutiven Funktionen und dem *Emotionsverständnis*. Als erwiesen gilt bereits, dass sowohl die Exekutiven Funktionen als auch Teile des *Emotionsverständnisses* bei autistischen Menschen deutliche Defizite aufweisen (Remschmidt, Schulte-Körne & Kamp-Becker, 2010). Die kausalen Zusammenhänge sind aktuell jedoch noch strittig. Des Weiteren ist erneut unklar, ob sich diese Defizite auf das *Emotionsverständnis* nach Pons und DeRooij beziehen oder auch höhere Fähigkeiten, wie das *Emotionsbewusstsein* nach Rieffe et al. einschließen.

Hobson und Lee (1989) und Liss et al. (2001) gehen davon aus, dass weder ein defizitäres *Emotionsverständnis* noch defizitäre Exekutivfunktionen autismusspezifisch sind und beide sich ebenso bei anderen psychischen Störungen und mentalen Beeinträchtigungen finden lassen. Offenbar muss bei einer ASS eine spezifische Kombination beider Konstrukte vorliegen, eventuell mit weiteren verursachenden Faktoren als Bedingung (Ozonoff et al., 1991).

Eine Überlegung ist also, dass Störungen der Exekutive Funktionen, des *Emotionsverständnisses*, sowie des *Emotionsbewusstseins* parallel wirksame Bedingungen für die autistische Störung sind. Eine andere ist, dass diese Konstrukte grundlegend wechselseitig aufeinander Einfluss haben oder beide durch einen weiteren Faktor bedingt werden.

Betrachtet man das *Emotionsverständnis* beziehungsweise das *Emotionsbewusstsein* als grundlegende Voraussetzungen für die Emotionsregulation (Lambie & Marcel, 2002), so lässt schon die Definition auf deutliche Zusammenhänge schließen. Emotionsregulation wird nach Gross (1998, S.224) wie folgt definiert: „Emotion regulation refers to the process by which we influence what emotions we experience, when we experience them, and how we express them.“ 2003 beschreiben Gross und John weiter, dass Emotionsregulation vor allem in Situationen erforderlich ist, in denen neue Emotionen initiiert oder aber bestehenden verändert werden müssen. Auch in der vorliegenden Arbeit wurde bereits erwähnt, dass EFs immer dann gebraucht werden, wenn routinierte und automatisierte Prozesse zur Problembewältigung nicht mehr ausreichen und man somit

diese automatisierten Prozesse stoppen muss und alternative Lösungsstrategien in einem selbst gesteuerten Prozess gefunden werden sollen (vgl. Kapitel 3)

Weiter wurde beschrieben, dass die „Inhibition“ als grundlegende Komponente der Exekutiven Funktionen, nicht nur das Verhalten, die Aufmerksamkeit und die Gedanken kontrollieren kann, sondern auch die Emotionen. „Inhibition“ ermöglicht also die Emotionsregulation. Die andere grundlegende Komponente ist das *Emotionsverständnis* beziehungsweise das *Emotionsbewusstsein*. Wenn also Emotionen nicht reguliert werden können, kann dies zwei verschiedene Ursachen haben. Entweder das *Emotionsverständnis* ist nicht genügend ausgeprägt und es kann somit nicht erkannt werden, ob und wann Emotionen reguliert werden müssen. Oder die Person verfügt über ein ausreichendes Emotionsverständnis, ist aber aufgrund defizitärer Exekutiven Funktionen nicht dazu in der Lage, die Emotionen tatsächlich zu inhibieren. Man kann dann davon ausgehen, dass Exekutive Funktionen und *Emotionsverständnis* sich weniger gegenseitig bedingen, sondern vielmehr nur in Kombination die höher gestellte Funktion der Emotionsregulation ausführen können.

Alternativ ergibt sich eine weitere Überlegung. Da das *Emotionsbewusstsein* sich erst im situativen Kontext entwickeln kann, bedarf es im sozialen Miteinander zunächst der Exekutiven Funktionen. Sie ermöglichen das „Inhibieren“ in der Situation, um nicht spontan emotional zu reagieren. Das „Arbeitsgedächtnis“ muss parallel alle relevanten Informationen zum situativen Kontext, zu den Emotionen und den involvierten Personen (*Emotionsverständnis*) aufrechterhalten. Erst darauf aufbauend kann „kognitiv flexibel“ reagiert werden, in dem man nicht nur die eigene, sondern auch die Perspektive des Gegenübers in der Reaktion berücksichtigt. Aus dieser Sichtweise sind die Exekutiven Funktionen im Zusammenspiel mit dem *Emotionsverständnis* Voraussetzung für das *Emotionsbewusstsein*. Die Grundlage für emotional unangepasstes Verhalten bei Autisten könnte somit durch ein Defizit in einer der drei Komponenten oder durch ein fehlerhaftes Zusammenspiel dieser bedingt sein.

Betrachtet man weiter die Exekutiven Funktionen getrennt nach „Hot“ und „Cool“ (vgl. Kapitel 3.3) kann man die Annahme tätigen, dass die „Hot Executive Functions“ aufgrund ihrer regulierenden und situationsbezogenen Funktionen einen stärkeren Zusammenhang mit dem *Emotionsbewusstsein*, als dieses mit den „Cool Executive Functions“ aufweisen.

Ausgehend von diesen Überlegungen untersucht die vorliegende Studie den korrelativen Zusammenhang von *Emotionsverständnis* und *-bewusstsein* mit den Exekutiven Funktionen und prüft, ob eine Verbesserung der Exekutiven Funktionen durch ein Computerspieltraining in Folge das *Emotionsverständnis* und *-bewusstsein* verbessern kann.

5 Klinische Auffälligkeiten bei Autisten im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen

Autistischen Menschen leiden im hohen Ausmaß an verschiedensten komorbiden Störungen (Hofvander et al. (2009); Totsika, Hastings, Emerson, Lancaster, and Berridge (2011)).

Nach Simonoff, Pickles, Charman, Chandler, Loucas und Baird (2008) erfüllen 70% der autistischen Kinder im Alter von 12 Jahren Diagnosekriterien einer anderen psychischen Störung, 40 % sogar Symptome von zwei oder mehreren Störungen. Die häufigsten komorbiden Störungen sind in diesem Altersbereich Angststörungen (41,8%), oppositionelle Störungen (30,0 %) und Aufmerksamkeitsdefizit- Hyperaktivitätsstörungen (28,2 %) (Simonoff et al. 2008). Ab einem Alter von 15-17 Jahren leiden autistische Jugendliche außerdem häufig an Zwangsstörungen (37%) und depressiven Störungen (24%) (Leyfer et al., 2006).

Es stellt sich die Frage, welche grundlegenden Mechanismen diese auffällig hohen Komorbiditätsraten bei der Autismus-Spektrum-Störung bedingen. Eine Überlegung ist, dass die Exekutiven Fähigkeiten ausschlaggebend für klinische Auffälligkeiten sind.

Die Exekutiven Fähigkeiten gelten als sogenannter Schutzfaktor für psychische Gesundheit. Sie sind essentielle Prädiktoren für mentale und physische Gesundheit, Erfolg, sowie kognitive, soziale und psychische Entwicklung (Diamond, 2013). Außerdem stehen Defizite der Exekutiven Funktionen im engen Zusammenhang mit verschiedenen psychischen Störungen, wie Substanzabhängigkeit (Baler & Volkow 2006), Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitäts-Syndrom (Diamond 2005), Verhaltensstörungen (Fairchild, van Goozen, Stollery, Aitken & Savage, 2009), Depressionen (Taylor-Tavares, Clark, Cannon, Erickson, Drevets & Sahakian 2007), Zwangsstörungen (Penadés, Catalán, Rubia, Andrés, Salamero, & Gastó, 2007), sowie Schizophrenie (Barch 2005). Es sind deutliche Überschneidungen zwischen den Komorbiditäten bei Autisten und den

psychischen Störungen, die durch defizitäre Exekutive Funktionen ausgelöst werden, zu erkennen.

Des Weiteren kann man bei einer klinischen Stichprobe selten davon ausgehen, dass man nur Menschen mit der einen psychischen Störung erfasst, die es zu erforschen gilt. Die meisten Menschen, die an einer psychischen Störung leiden, zeigen häufig auch Auffälligkeiten in anderen Bereichen. Bedenkt man dies bei der Interpretation der vorgestellten Forschungsergebnisse, so kann nicht hinreichend geklärt werden, ob tatsächlich der „reine“ Autismus die hohe Korrelation mit defizitären Exekutiven Funktionen zeigt oder dies auf die vielen Komorbiditäten zurückzuführen ist.

Man kann in jedem Fall vermuten, dass Verbesserungen Exekutiver Funktionen unmittelbare Auswirkungen auf andere klinischen Auffälligkeiten haben

6 Trainierbarkeit Exekutiver Funktionen

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht die Frage ob und wie Exekutive Funktionen durch eine computergestützte Intervention verbessert werden können. Ganz allgemein kann laut Diamond (2001) gesagt werden, dass die Möglichkeit besteht Exekutive Funktionen durch Training zu verbessern. Es bleibt aber zu klären, welche Trainingsmöglichkeiten überhaupt sinnvoll erscheinen und wie diese am besten eingesetzt werden.

So konnten zum einen Trainingsmethoden welche sich durch einen sportlichen Bezug auszeichnen ein positiver Effekt auf EF nachgewiesen werden. Dies gilt im Besonderen bei Trainingsmodellen welche sich an den Sportarten Yoga (Manjunath & Telles, 2001) und Tackwondo (Lakes & Hoyt, 2004) orientieren.

Zum anderen zeigen sich aber vor allem computerisierte Trainingsmethoden im erhöhten Maße effektiv. Eines der bekanntesten ist das CogMed Training welches auf eine Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses abzielt (Bergman Nutley et al., 2011; Holmes, Gathercole Dunning, 2009; Klingberg et al., 2005). Verschiedene Studien konnten belegen, dass das Training einen positiven Effekt auf die EF hat. Besonders Kinder mit sehr schwachem Fähigkeitsniveau profitieren am meisten von diesem Training. Dies ist besonders darauf zurück zu führen, dass die Motivation an dem Training teilzunehmen, durch den spielerischen Aufbau lange aufrecht erhalten werden kann. Diese Effekte konnten repliziert werden und scheinen somit relativ gefestigt. (McNab et al., 2008)

Ein weiteres effektives Training ist das „task-switching“- Training von Karbach & Kray (2009). Dieses Training basiert auf einem Prinzip das ähnlich funktioniert wie der „Wisconsin-Card-Sorting“-Test. Es geht darum, Zahlen danach zuzuordnen ob sie eine 3 oder eine 1 enthalten (BSP.1,3,111,333). In einem zweiten Schritt erfolgt die Zuordnung danach, ob es sich um eine, oder um drei Zahlen handelt. Schließlich werden im letzten Schritt diese beiden Zuordnungen kombiniert. Das Ziel ist es, die Fähigkeit zu schulen sich mehrere Aufgaben zu merken und flexibel mit Regeländerungen umzugehen. Nachgewiesenermaßen werden alle drei Komponenten, kognitive Flexibilität, Arbeitsgedächtnis und Inhibition, trainiert. Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccamanno und Posner (2012) setzten ein computergestütztes und mehrstufiges Aufmerksamkeitstraining ein und zeichneten während des Trainings elektroenzephalographische, physiologische Veränderungen verschiedener Hirnregionen auf. Zunächst sind die Ergebnisse der Studie nicht besonders aussagekräftig hinsichtlich einer Veränderung der Testleistungen der EF gewesen. Interessanterweise konnten jedoch starke Veränderungen in der neuronalen Funktionsweise, besonders im präfrontalen Cortex, der wie in Kapitel 3 beschrieben, mit EF assoziiert ist, festgestellt werden. Die Autoren folgerten daraus, dass sensitivere Verfahren für die Messung der Veränderung von EFs entwickelt werden müssten, wodurch noch deutlichere Nachweise über effektive Computertrainings erbracht werden könnten.

Diamond (2013) fasst die Ergebnisse aktueller Studien wie folgt zusammen: Das Arbeitsgedächtnis kann sehr gut trainiert werden, mit einem Effekt, der auch nach längerer Zeit messbar ist. Darüber hinaus liegt nahe, dass die Schulung einer Komponente der Exekutiven Funktionen sich auch auf andere nicht unmittelbar trainierte Bereiche positiv auswirkt.

Anforderungen eines EF-Trainings die sich besonders durch das Medium Computer umsetzen lassen, können laut Diamond (2013) wie folgt dargestellt werden.

Es muss die Balance zwischen einer möglichst anspruchsvollen Aufgabengestaltung und der Vermeidung einer Überforderung der Teilnehmer gehalten werden. Dies kann am Computer am besten gestaltet werden da adaptiv, immer jene Aufgaben gestellt werden können, welche exakt dem Fähigkeitsniveau der Person entsprechen.

Ein häufiges Problem von Trainings im Allgemeinen ist der Motivationsverlust der sich schnell einstellen kann. Gerade dann, wenn Fähigkeiten trainiert werden sollen, die Schwierigkeiten bereiten. Der Computer besitzt für die meisten Kinder, Jugendliche und

junge Erwachsene einen hohen Aufforderungscharakter, wodurch eine Motivationssteigerung ausgelöst wird, sich mit derart vermittelten Inhalten zu beschäftigen.

Ergebnisse über Leistungen werden personenunabhängig unmittelbar während des Spielverlaufs erfahren. Dies steigert das Problembewusstsein und vermittelt eine, als subjektiv empfundene, Einschätzung der eigenen Fähigkeiten. Dadurch könnten Defizite leichter akzeptiert werden, was eine möglicherweise auftretende Frustration abschwächt.

Die häufige Wiederholung der Übungen gilt als Schlüssel zum Erfolg. Da der Computer nach einmaliger Einweisung ohne Betreuung genutzt werden kann, ist eine beliebig häufige Anwendung möglich.

6.1 Trainierbarkeit Exekutiver Funktionen bei Autisten

Nun soll ein Überblick von computerbasierten Trainings bei Autisten gegeben werden. Erste Forschungsarbeiten gehen bereits auf das Jahr 1973 zurück (Colby). Nichtsprechenden autistischen Kindern konnte nach Interaktion mit Symbolen auf einem Computer das Sprechen beigebracht werden. Generell zielen bisherige Forschungen in diesem Bereich vor allem auf die Übung sozialer, kommunikativer und emotionaler Kompetenzen des Alltags ab. (El Kaliouby, Picard & Baren-Cohen; 2006). Trainings in diesen Bereichen erweisen sich als besonders effektiv, da das Üben nicht innerhalb der ohnehin erschwerten und überfordernden sozialen Interaktion selbst erfolgen muss. Der Transfer auf reale Situationen, der sich oft als sehr schwierig erweist, konnte in den Studien dennoch belegt werden. Als besonders günstig haben sich auch der strukturierte, systematische Aufbau und die Vorhersagbarkeit externer Stimuli im Zusammenhang mit computergestützten Trainings erwiesen (Bernard-Opitz, Sriram & Nakhoda-Sapuan; 2001; Golan & Baron-Cohen; 2006; Hetzroni & Tannous; 2004; Silver & Oakes, 2001). Letztendlich fällt es mithilfe eines Computerspiels auch leicht, Anforderungen wie ausreichend und häufiges Feedback, eine hochfrequente Wiederholung der Übungen in einem kurzen Zeitraum und die Überschaubarkeit der situativen Einflüsse die sich laut Parsons & Mitchell (2002) und Silver & Oakes (2001), als effektiv erwiesen haben, umzusetzen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die theoretischen Grundlagen und bisherigen Erfahrungen vielversprechende Hinweise hinsichtlich einer effektiven Trainierbarkeit

Exekutiver Funktionen mittels Computerspielen zeigen. Auch kann ein durchaus positives Resümee hinsichtlich computerisierter Trainings bei Autisten gezogen werden. Die Möglichkeit Exekutive Funktionen mithilfe eines computergestützten Trainings bei einer autistischen Stichprobe zu verbessern, scheint also durchaus möglich und sinnvoll.

7 Zielsetzung, Fragestellungen und Hypothesen

7.1 Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen

Ein Ziel der vorliegenden Studie war es, Exekutive Funktionen von autistischen Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen durch das computerbasierte Spiel „Space Ranger Alien Quest“ zu verbessern.

Eine der zentralen Fragestellungen lautet daher, ob dieses Training überhaupt die grundlegenden Komponenten Inhibition, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität der Exekutiven Funktionen anspricht. Darüber hinaus sollte mittels eines Posttestverfahrens erfasst werden, ob das Training signifikante Einflüsse auf die Verbesserung dieser Komponenten hat und in welchem Bereich diese womöglich besonders stark ausgeprägt sind.

Die Hypothesen, die sich aus dieser Forschungsfrage herleiten ergeben sich wie folgt:

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem „Space Alien Ranger Quest“ und den Komponenten der Exekutiven Funktionen.

Dieser Zusammenhang lässt sich prüfen indem man die erfassten Spielaufzeichnungen des „Space Alien Ranger Quest“, mit den Ergebnissen der Prätestung zur Erfassung der Exekutiven Funktionen, korreliert. Hohe Korrelationen sprechen dafür, dass Personen mit guten Leistungen im „Space Alien Ranger Quest“ auch gute Leistungen in den EF-Tests zeigen bzw. umgekehrt, schlechte Leistungen im „Space Ranger Alien Quest“ sprechen für schlechte Ergebnisse in den EF-Tests. Dies wäre ein Indiz dafür, dass ähnliche Fähigkeiten im Spiel gefordert sind, wie sie in den jeweiligen Verfahren gemessen werden.

Ob nun durch das „Space Ranger Alien Quest“ die Komponenten Inhibition, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität tatsächlich trainiert werden können, muss jedoch mithilfe weiterer Analyseschritte geprüft werden. Es lässt sich demnach die folgende Annahme formulieren.

Die Leistungen der Space Ranger Alien Quest Gruppe sind im Posttest signifikant besser als im Prätest.

Eine signifikant verbesserte Leistung zwischen Prä- und Posttest würde die Vermutung zulassen, dass die wiederholte Auseinandersetzung mit dem Computerspiel exekutive Funktionsleistungen fördert. Insofern also signifikante Unterschiede in der zweiten Hypothese festgestellt werden, gilt es zu eruieren, ob diese Unterschiede allein auf das Computerspiel „Space Ranger Alien Quest“ zurückzuführen sind, oder ob es sich um zeitliche oder andere externe Einflüsse handeln könnte. Um diese Annahme überprüfen zu können wird ein Vergleich mit der Kontrollgruppe gezogen. Es wird davon ausgegangen, dass mögliche Leistungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen auf die unterschiedlichen Versuchsbedingungen zurückzuführen sind. Dies ist möglich, da beide Gruppen zum gleichen Zeitpunkt der Prä- und Posttestung unterzogen wurden.

Das zu erwartende Ergebnis wäre, dass die Posttestleistungen der Versuchsgruppe signifikant besser sind als jene der Kontrollgruppe. Woraus sich folgende Hypothese formulieren lässt:

Nach der Teilnahme am Space Alien Ranger Quest Training sind die Exekutiven Funktionsleistungen der Versuchsgruppe signifikant besser als die der Kontrollgruppe.

Angelehnt an das in Kapitel 3.1 angeführte Komponentenmodell der Exekutiven Funktionen, stellt sich die Frage, ob es Zusammenhänge zwischen den getesteten Komponenten Inhibition, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität gibt. Den theoretischen Grundlagen entsprechend wären hohe Korrelationen zwischen den Prätestleistungen der Verfahren zur Erfassung der EFs (Corsi, Flanker und DCCS) zu erwarten. Die vierte Hypothese lautet daher:

Die eingesetzten Verfahren zur Erfassung der EFs weisen einen statistisch signifikanten Zusammenhang auf

Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob eine mögliche Veränderung der Exekutiven Funktionen sekundär auch eine Veränderung anderer Faktoren bedingt oder ob das „Space Ranger Alien Quest“ neben den Exekutiven Funktionen noch weitere Fähigkeiten schult. Aufgrund des theoretischen Hintergrunds sind folgende Faktoren im Zusammenhang mit dem „Space Ranger Alien Quest“ und den Exekutiven Funktionen in dieser Arbeit von besonderem Interesse: das

Emotionsverständnis, das *Emotionsbewusstsein* und die klinischen Auffälligkeiten bei autistischen Menschen. Des Weiteren wird der Zusammenhang der neuropsychologischen Konstrukte mit der Theory of Mind betrachtet.

7.2 Exekutive Funktionen im Zusammenhang mit verbundenen psychologischen Konstrukten

Aufgrund bisheriger Forschungen liegt es nahe, zunächst den Zusammenhang zwischen den Exekutiven Funktionen und den beschriebenen, verbundenen psychologischen Konstrukten zu überprüfen. Dementsprechend ergeben sich folgende Hypothesen:

- ***Emotionsverständnis und Emotionsbewusstsein***

Das Emotionsverständnis bei Autisten zeigt einen Zusammenhang mit ihren Exekutiven Funktionen.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wird der Zusammenhang zwischen den Leistungen im Test of Emotion Comprehension mit den Leistungen in den Tests zu Erfassung Exekutiver Funktionen, jeweils in der Prätistung, errechnet. Hohe positive Korrelationen würden der Annahme entsprechen, dass gute Leistungen im TEC auch mit guten Leistungen in den Test der EF einhergehen, hohe negative Korrelationen bedeuten, dass je besser die Leistung im TEC, desto schlechter die Leistung in den EF-Tests oder umgekehrt ist. Niedrige Korrelationen weisen auf keinen statistisch bedeutsamen Zusammenhang hin.

Des Weiteren ist der diskutierte Zusammenhang zwischen dem *Emotionsverständnis* und dem *Emotionsbewusstsein* zu überprüfen. Um eine genauere Analyse des Konzepts *Emotionsbewusstsein* vornehmen zu können wird zunächst der Zusammenhang zwischen der Lehrer- und Jugend-Version des Emotion Awareness Questionnaire in der Prätistung untersucht. Dementsprechend ergeben sich die weiteren Hypothesen:

Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Einschätzungen des Emotionsbewusstseins der Lehrer und denen der Untersuchungsteilnehmer.

Hohe positive Korrelationen zwischen den Versionen würden dafür sprechen, dass Lehrer und Kinder das *Emotionsbewusstsein* der Kinder ähnlich einschätzen.

Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem Emotionsverständnis und dem Emotionsbewusstsein.

Die Korrelationen zwischen den Leistungen im Test of Emotion Comprehension und die

Einschätzungen des *Emotionsbewusstseins* im Emotion Awareness Questionnaire im Prätest werden berechnet. Hohe positive Korrelationen deuten darauf hin, dass höhere Testleistungen im TEC mit besseren Einschätzungen des *Emotionsverständnisses* einhergehen, sowie schlechtere Testleistungen mit schlechteren Einschätzungen. Der Zusammenhang mit dem TEC wird einzeln für die Lehrer- und Jugend-Version des EAQs betrachtet.

Das Emotionsbewusstsein bei Autisten zeigt einen Zusammenhang mit ihren Exekutiven Funktionen.

Der Zusammenhang zwischen den Einschätzungen des *Emotionsbewusstseins* und den Leistungen in den Tests zu Erfassung der Exekutiven Funktionen wird getrennt für die Lehrer- und Jugend-Version des EAQ überprüft.

- **Klinische Auffälligkeiten**

Ebenso wie auf den Zusammenhang der Exekutiven Funktionen mit dem *Emotionsverständnis* und *-bewußtsein*, wird auf die Korrelationen der EF mit den Klinischen Auffälligkeiten anhand folgender Hypothese genauer eingegangen:

Es gibt einen Zusammenhang zwischen den klinischen Auffälligkeiten und Exekutiven Funktionen bei autistischen Menschen.

Hohe negative Korrelationen würden bei dieser Hypothese bedeuten, dass je besser die Exekutiven Funktionen sind, desto weniger klinische Auffälligkeiten treten auf, beziehungsweise je schlechter die Exekutiven Funktionen ausgeprägt sind, desto klinisch auffälliger zeigen sich die autistischen Menschen. Aufgrund höherer Detailliertheit wird für die Erfassung der klinischen Auffälligkeiten der TRF zur Beurteilung von Auffälligkeiten bei Kindern und der ABCL für die Beurteilung bei Erwachsenen herangezogen. Die Ergebnisse werden jeweils getrennt voneinander mit denen der Tests der Exekutiven Funktionen im Prätest korreliert.

- **Theory of Mind**

Die Zusammenhänge der Ergebnisse des Theory of Mind Inventory mit Testleistungen der Exekutiven Funktionen sind von Interesse, sowie die Korrelation mit dem *Emotionsverständnis* und dem *Emotionsbewußtsein*. Es ergeben sich folgende drei Hypothesen:

Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Theory of Mind und den Exekutiven Funktionen.

Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Theory of Mind und dem Emotionsverständnis.

Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Theory of Mind und dem Emotionsbewusstsein.

7.3 Trainingsevaluationen verbundener psychologischer Konstrukte

Um den Effekt des „Space Ranger Alien Quest“ auf die mit Exekutiven verbundenen Fähigkeiten zu evaluieren, wurden die Veränderungen untersucht, die sich durch die Gruppenzugehörigkeit ergeben.

- ***Emotionsverständnis und Emotionsbewusstsein***

Die Leistungen im Test of Emotion Comprehension verbessern sich bei der Versuchsgruppe, durch das Training mittels dem „Space Ranger Alien Quest“ signifikant deutlicher als die der Kontrollgruppe.

Die Einschätzungen im Emotion Awareness Questionnaire verbessern sich bei der Versuchsgruppe, durch das Training mittels dem „Space Ranger Alien Quest“, signifikant deutlicher als die der Kontrollgruppe.

Können diese Hypothese aufrechterhalten werden, bedeutet dies, dass das „Space Ranger Alien Quest“ signifikant besser, als ein normales Computerspiel die Exekutiven Funktionen beziehungsweise in Folge dessen das *Emotionsverständnis* bzw. das *Emotionsbewusstsein* trainiert.

- ***Klinische Auffälligkeiten***

Die Veränderungsmessungen der klinischen Auffälligkeiten werden anhand der Ergebnisse des Brief Problem Monitor Fragebogens beschrieben, da dieser zu beiden Testzeitpunkten vorgegeben wurde und sowohl in der Lehrer-, Eltern-, als auch in der Jugend-Version vorliegt. Für genauere Analysen des BPMs wird zunächst diese Annahme postuliert:

Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Einschätzungen der klinischen Auffälligkeiten der Lehrer, der Eltern und denen der Untersuchungsteilnehmer.

Hohe Korrelationen weisen auch hier darauf hin, dass die Lehrer, Eltern die Kinder und diese sich selbst sehr ähnlich in den klinischen Auffälligkeiten beschreiben.

Der aus der Theorie vermutete Zusammenhang zwischen Exekutiven Funktionen und klinischen Auffälligkeiten bei Autisten wird anhand der folgenden Hypothese überprüft:

Die Einschätzungen der klinischen Auffälligkeiten verbessern sich bei der Versuchsgruppe, durch das Training mittels dem „Space Ranger Alien Quest“, signifikant deutlicher als die der Kontrollgruppe.

8 Empirischer Teil

8.1 Methode

8.1.1 Untersuchungsplan

Die vorliegende Untersuchung erfolgte mit der Unterstützung des ZASPEs (Zentrum für Autismus und spezielle Entwicklungsstörungen in Wien) und unter der Betreuung des Instituts für Angewandte Psychologie. Grundlegend sollten autistische Kinder, Jugendliche und Erwachsene anhand des „Space Ranger Alien Quest“ spielerisch ihre Exekutiven Funktionen trainieren (vgl. genauer Kapitel 8.1.5). Um die Effektivität des Computertrainings zu überprüfen wurde die Stichprobe anhand der Diagnose und dem Alter in zwei, zu vergleichende Gruppen parallelisiert und die „Paare“ per Zufallsziehung auf Kontroll- und Versuchsgruppe aufgeteilt.

Die Versuchsgruppe wurde zweimal wöchentlich eine halbe Stunde trainiert, in dem sie unter Anleitung und Beobachtung der Autoren das „Space Ranger Alien Quest“ spielten, wobei versucht wurde, die Einheiten zur immer gleichen Tageszeit und im Abstand von mindestens zwei Tagen durchzuführen. Die Trainingseinheiten wurden soweit möglich in den Tagesablauf der Untersuchungsteilnehmer integriert und fanden in den Räumlichkeiten des ZASPEs statt. Die Kinder und Erwachsenen, die täglich im ZASPE betreut werden, wurden zu Einheiten während der Betreuungszeit eingeteilt, für Untersuchungsteilnehmer in ambulanter Behandlung wurden spezielle Termine vereinbart. Die Trainingsphase dauerte 3 Wochen, wodurch insgesamt 6 Einheiten zustande kamen. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe erhielten unter denselben Bedingungen ein kommerzielles Computerspiel

(„Wimmelbild“), bei dem davon ausgegangen wird, dass es die Exekutiven Funktionen nicht oder nur im geringen Maß anspricht.

Alle Untersuchungsteilnehmer wurden einer Prä- und einer Posttestung unterzogen, um die Effektivität des Trainings zu überprüfen. Zu beiden Zeitpunkten wurden drei Computerverfahren zur Erfassung der Exekutiven Funktionen vorgegeben, der Flanker, der Dimensional Change Card Sorting Test (DCCS) und der Corsi Block Tapping Test. Zur Erfassung des Emotionsverständnisses wurde der Test of Emotion Comprehension (TEC) vorgegeben. Desweiteren wurden das Emotion Awareness Questionnaire (EAQ), sowie der Brief Problem Monitor Fragebogen (BPM) in der Jugend-Version in Form einer mündlichen Befragung durch die Versuchsleiter vorgegeben. Die Eltern-Version des BPMs war zu beiden Testzeitpunkten von den Eltern eigenständig auszufüllen, sowie wie der EAQ und der BPM in der Lehrer-Version von den Bezugsbetreuern oder Lehrern der Untersuchungsteilnehmer.

Der Brief Problem Monitor Fragebogen wurde für die Vorgabe in der Prä-, sowie der Posttestung ausgewählt, da er sich als Screening-Verfahren besonders gut zur Überprüfung der Effektivität in Trainingsstudien eignet. Die Teacher Report Form (TRF) zur Beurteilung der klinischen Auffälligkeiten bei Kindern und der Adult Behavior Check List (ABCL) zur Beurteilung bei Erwachsenen wurde zur detaillierteren Erfassung einmalig von den Lehrern oder den Betreuern der Untersuchungsteilnehmer ausgefüllt.

Zur genaueren Beschreibung der Stichprobe wurde zum zweiten Testzeitpunkt, beziehungsweise je nach Konzentrationsvermögen an einem dritten Testzeitpunkt der Peabody Picture Vocabulary Test als Maß für den passiven Wortschatz und das Sprachverständnis vorgegeben. Des Weiteren waren zum Zeitpunkt der Prätestung ein Fragebogen zum Computerspielverhalten ihrer Kinder von den Eltern, sowie das Theory-of-Mind-Inventory von den Bezugsbetreuern oder Lehrern auszufüllen.

Im Zuge der abschließenden Testung beantworteten die Untersuchungsteilnehmer einen Fragebogen zur Bewertung des von ihnen gespielten Computerspiels. Die Durchführung einer solchen Untersuchung erfordert besondere Kenntnis und Einfühlungsvermögen im Umgang mit autistischen Menschen. Aus Gründen der Zumutbarkeit wurde auf die zusätzliche Herausforderung für die Untersuchungsteilnehmer in Form von wechselnden und unbekanntem Testleitern verzichtet. Die Testungen, sowie die Begleitung des Trainings

wurden somit aufgrund langjähriger Erfahrung in der Arbeit mit autistischen Menschen und Kenntnis der Untersuchungsteilnehmer von den Verfassern dieser Arbeit durchgeführt.

8.1.2 Untersuchungsteilnehmer

Die Versuchspersonen wurden ausschließlich über das ZASPE (Zentrum für Autismus und spezielle Entwicklungsstörungen in Wien) rekrutiert. In die Stichprobe mit aufgenommen wurden diejenigen Personen, die an einer autistischen Störung in Form des Asperger-Syndrom, des High-Functioning- oder des atypischen Autismus leiden.

Bedingung für die Teilnahme an der Studie war zum einen das Einverständnis der Eltern beziehungsweise der gesetzlichen Vormünder, zum anderen die Freiwilligkeit der Teilnahme von Seiten der Untersuchungsteilnehmer.

Ausschlusskriterium für die Teilnahme war eine starke Beeinträchtigung des Intelligenzniveaus im Zuge einer Intelligenzminderung nach ICD 10 (IQ kleiner als 70) und damit einhergehend eine deutlich eingeschränkte Testbarkeit.

8.1.3 Untersuchungsbedingungen und –Materialien

Zunächst wird nun auf die Diagnostik Exekutiver Funktionen eingegangen, die im Fokus unserer Trainingsstudie liegt. In der vorliegenden Studie kamen insgesamt drei Verfahren zur Erfassung der drei Komponenten: Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitive Flexibilität Exekutiver Funktionen zum Einsatz. Über diese Kernkomponenten hinaus, erfassen die Verfahren auch Aufmerksamkeitsleistungen, welche im Zusammenhang mit dem Einsatz von EF eine Rolle spielen.

- **CORSI-Block Tapping**

Der CORSI-Block-Tapping-Test (Corsi) misst die Speicherkapazität des räumlichen Arbeitsgedächtnisses.

Das Verfahren ist computerbasiert und es müssen, mithilfe einer Maus, neun unregelmäßig verteilte Würfel „angetippt“ werden. Diese Würfel leuchten in einer bestimmten Reihenfolge auf. Anschließend müssen sie in gleicher Reihenfolge „nachgetippt“ werden. Nach jeweils zwei richtig abgegebenen Antworten nimmt die Anzahl der Würfel die

„getippt“ werden müssen um einen Würfel zu. Der Test wird beendet, wenn der Proband drei aufeinander folgende Items fehlerhaft beantwortet.

Erfasst wird die Blockmerkspanne (BlockSpan): die längste, zumindest einmal korrekt reproduzierte Blocksequenz, sowie richtig gelöste Versuche (TotalCorrectTrials): ein Punkt für jede korrekt reproduzierte Blocksequenz. Aus diesen beiden Werten wird ein TotalScore errechnet.

Der Corsi gilt als Gold-Standard zur Überprüfung der räumlichen Merkspanne (Baddely, 2001; Piccardi et al.; 2008)

- **Flanker**

„The Eriksen flanker task requires the identification of a central target in the presence of surrounding distractors“ (Eriksen & Eriksen, 1974, S.146). Es wird die Inhibitionsfähigkeit und die Aufmerksamkeit erfasst. Bei diesem computergestützten Verfahren werden fünf Pfeile präsentiert und man soll mit Hilfe der Pfeiltasten am Computer die Richtung des mittleren Pfeils bestimmen. Hierbei wird die Reaktionszeit gemessen. Es gibt sogenannte kongruente Stimuli, bei welchen die restlichen vier Pfeile in dieselbe Richtung wie der mittlere Pfeil zeigen. Weiterhin gibt es noch sogenannte inkongruente Stimuli. Hierbei zeigen die zusätzlichen Pfeile in eine andere Richtung. Zur Auswertung werden richtig gelöste Items und Reaktionsgeschwindigkeit herangezogen. Es wird eine „Accuracy Vector“ (ACC-Vector) und eine „Reactiontime-Vector“ (RTT-Vector) ermittelt. Der ACC-Vector wird berechnet in dem die Versuchsperson für jedes richtig gelöste Item 0,125 Punkte erhält. Insgesamt kann der ACC-Vector Werte von 0 bis 5 annehmen. Der RTT-Vector wird automatisch 0, wenn die Versuchsperson weniger als 80% der Items richtig gelöst hat. Sollte dies nicht der Fall sein, werden die Reaktionszeiten richtig gelöster Items in einen Vektor umgerechnet, der ebenfalls Werte zwischen 0 und 5 einnehmen kann. Aus diesen beiden Vektoren errechnet sich durch Addition der „Computed-Score“ welcher Werte zwischen 0 und 10 annehmen kann.

- **Dimensional Change Card Sorting Task**

Der dimensional change card sorting task (DCCS) (Frye, Zelazo & Palafi; 1995) erfasst kognitive Flexibilität und Aufmerksamkeit. In der computerisierten Version wird ein Zielbild (z.B. brauner Hase oder weißes Schiff) in der Mitte des Bildschirms präsentiert, welches hinsichtlich zweier Dimensionen variieren kann: Form und Farbe. Die Versuchspersonen sollen nun in einer Übungsphase, bivalente Testbilder (z.B. weißer Hase

und braunes Schiff) dem Zielbild zuordnen. Im ersten Schritt der Übungsphase erfolgt die Zuordnung immer nach der Dimension Form. Nach einigen Übungsaufgaben wird in einem zweiten Schritt nur mehr nach der Dimension Farbe zugeordnet. Nun beginnt die eigentliche Testphase. Hierbei werden beide Kategorien gemischt vorgegeben. Die Angabe nach welcher Dimension (Form oder Farbe) die Zuordnung erfolgen soll, erfolgt immer kurz bevor das jeweilige Zielbild präsentiert wird. Die Auswertung erfolgt auf die gleiche Weise wie im Flanker. Auch hier werden also ein „ACC-Vector“, ein „Reactiontime-Vector“ und ein „Computed-Score“ ermittelt.

Zusätzlich wurde das *Emotionsbewusstsein* bzw. *Emotionsverständnis* erfasst.

- **Test of Emotion Comprehension**

Der „Test of emotion comprehension“ (TEC), liegt in der deutschen Fassung vor und wurde im englischen Original von Pons&Harris entwickelt. Der TEC ist laut der Autoren in den letzten 10 Jahren zum Standardverfahren zur Erfassung des *Emotionsverständnisses* avanciert.

Er besteht aus einem Buch mit Illustrationen zu welchen vom Versuchsleiter verschiedene Szenarien vorgelesen werden. Die Aufgabe der Testperson ist es, eine von vier präsentierten Emotionen als die zum jeweiligen Szenario am besten passende auszuwählen. Die Emotionen werden durch Gesichter dargestellt welche fröhlich, traurig, wütend, überrascht oder ängstlich sein können. Es liegen zwei Versionen des Verfahrens vor, eine Version für Mädchen und einer Version für Buben. Der Test ist hierarchisch in der Schwierigkeit aufgebaut um die Motivation auch bei kleineren Kindern möglichst lange aufrecht zu erhalten.

Es können neun Komponenten ermittelt werden, welche ein zunehmendes Maß an *Emotionsverständnis* voraussetzen. Durch die Komponente 1 wird die Fähigkeit zur Erkennung verschiedener Emotionen erfasst. Die 2. Komponente erfasst die Zuordnung einer Emotion zu einem situativen Anlass z.B. Freude über ein Geschenk und wird im Alter bis ca. 7 Jahre erworben. Bei der 3. Komponente geht es um Perspektivenübernahme. Es wird erfasst ob das Kind versteht, dass Emotionen Zustände sind, welche über Situationen und Personen hinweg verschieden sein können, also immer einer Einschätzung bedürfen. Durch die 4. Komponente wird erfasst ob auch eine emotionale Perspektivenübernahme gelingt. Komponente 5 beinhaltet die Frage danach ob verstanden wird, dass Emotionen auch intern attribuiert sein können und nicht nur durch externe Einflüsse ausgelöst werden. Komponente 6 erfasst die Emotionsregulation. Die 7.

Komponente prüft, ob das Verbergen von Emotionen, welches in manchen Situationen notwendig ist, verstanden wird. Durch die 8. Komponente wird das Verständnis über die emotionale Ambivalenz, die durch bestimmte Situationen ausgelöst wird, erfasst. Die 9. Komponente erfasst schließlich, den moralischen Aspekt von Emotionen wie z.B. Schuld. Zur Berechnung der Kennwerte wird jeder Komponente ein Wert von 0 oder 1 zugeordnet und in einem Gesamtscore, der demnach zwischen 0 und 9 Punkten variieren kann, zusammengefasst.

- **Emotion Awareness Questionnaire**

Der „Emotion Awareness Questionnaire“ (EAQ) (Rieffe et al., 2007) wurde mit dem Ziel entwickelt, herauszufinden wie Kinder und Jugendliche über ihre eigenen Gefühle denken. Es werden sechs Komponenten des *Emotionsbewusstseins* erfasst:

- Emotionen unterscheiden
- Mitteilen von Emotionen
- körperliche Wahrnehmung von Emotionen
- Emotionen zeigen
- Emotionen analysieren
- Aufmerksamkeit gegenüber Emotionen anderer

Diese lassen sich in einem Gesamtscore zusammenfassen. Der EAQ besteht insgesamt aus 30 Items. Man soll Aussagen über seine Emotionen, auf einer dreistufigen Skala, dahingehend beantworten, ob sie auf einen „gar nicht zutreffen“, „manchmal zutreffen“ oder „oft zutreffen“.

Der EAQ wurde vom Arbeitsbereich für Klinische Kinder- und Jugendpsychologie der Universität Wien ins Deutsche übersetzt. Auch erfolgte eine Rückübersetzung ins Englische um eine valide Adaption zu ermöglichen.

Weiterhin wurde der EAQ in einer eigens entwickelten Lehrerversion (EAQ-T) vorgegeben. Dabei wurden die ursprünglichen Items beibehalten, jedoch so umformuliert, dass die Einschätzung von einer außenstehenden Person vorgenommen wird. So wurde z.B. das Item Nr.1.6 „Ich weiß oft nicht warum ich wütend bin“ zu „er/sie weiß oft nicht warum er/sie wütend ist“. Diese Adaption erfolgte mit dem Ziel einen höheren Grad an Objektivität durch eine zusätzliche Einschätzung, zu ermöglichen.

Weiterhin wurden klinische Auffälligkeiten erhoben.

- **Brief Problem Monitor**

„The Brief Problem Monitor (BPM) ist ein sehr häufig eingesetztes Verfahren, bei dem klinisch relevante Problematiken erfragt werden. Der BPM ist eine Kurzversion der Child Behavior Checklist (CBCL) und lässt sich sehr gut zur Veränderungsmessung bei Interventionen verwenden. Der BPM liegt in drei verschiedenen Versionen vor. In einer Version für Lehrer (BPM-T), einer für Eltern (BPM-P) und einer für die Jugendlichen selbst (BPM-Y) (Achenbach & Rescorla, 2001).

Aus den insgesamt 19 Items werden durch Aufsummierung 3 Kategorien gebildet: Internalisierungsprobleme, Externalisierungsprobleme und Aufmerksamkeitsprobleme. Hohe Werte sprechen für klinische Auffälligkeiten innerhalb der jeweiligen Kategorie. Diese Kategorien können zusätzlich noch zu einem Total Score zusammengefasst werden. Bei jedem Item kann mit 0 (trifft überhaupt nicht zu), 1 (etwas oder manchmal zutreffend) und 2 (genau oder häufig zutreffend), geantwortet werden.

Zusätzlich wurden folgende Verfahren zur deskriptiven Beschreibung der Stichprobe vorgegeben.

- **Theory of Mind Inventory**

Die englische Originalversion des „Theory of Mind Inventory“ besteht aus 42 Items welche ins Deutsche übersetzt wurden.

Jedes Item dieses Verfahrens erfasst eine spezielle Dimension der Theory of Mind und wird einer von drei aufeinander aufbauenden Kategorien zugeordnet: Kategorie 1 erfasst die „early development“, Kategorie 2 die „basic development“ und Kategorie drei die „advanced development“ weiterhin wird ein Gesamtscore „composite score“ ermittelt.

Die Items sind in Form von Aussagen formuliert (z.B. mein Kind versteht ob man jemanden absichtlich oder aus Versehen verletzt) und auf einer 20 stufigen Skala kann angegeben werden, ob man der Aussage „überhaupt nicht“, „eher nicht“, „eher schon“, „sehr zustimmt“, oder ob man es überhaupt nicht weiß. Jedes Item erfasst eine spezielle Dimension der Theory of mind. und wird einer von drei Kategorien zugeordnet: Kategorie 1 erfasst die „early development“, Kategorie 2 die „basic development“ und Kategorie drei die „advanced development“. Weiterhin wird ein Gesamtscore „composite score“ ermittelt.

- **Peabody Picture Vocabulary Test**

Der PPVT (Bulheller & Häcker, 2003) ist eine deutschsprachige Fassung des Peabody

Picture Vocabulary Test für Jugendliche und Erwachsene von Dunn und Dunn. Er dient zur Erfassung des passiven Wortschatzes und des Sprachverständnisses. Er besteht aus 89 Items. Es wird jeweils ein Begriff genannt, der durch deuten einer von vier vorgegebenen Abbildungen richtig zugeordnet werden muss.

- **Adult Behavior Checklist**

Der Elternfragebogen über das Verhalten von jungen Erwachsenen (ABCL) liegt in einer deutschen Fassung vor und beruht auf der Young Adult Behavior Checklist von Achenbach (1997). Der Fragebogen erfasst Emotionale- und Verhaltensauffälligkeiten bei Jugendlichen im Alter von 18-59 Jahren.

Der Fragebogen besteht aus 132 Items, bei denen je nach Art der Frage verschiedene Antwortmöglichkeiten angekreuzt werden können. Meist hat man die Antwortmöglichkeiten „trifft zu“, „trifft manchmal zu“ oder „trifft gar nicht oder selten zu“. Die Antworten werden zusammengerechnet und verschiedenen Skalen zugeordnet. Es lassen sich die folgende Syndromskalen ermitteln:

1. anxious/depressed, 2. withdrawn, 3. somatic complaints, 4. thought problems, 5. attention problems, 6. aggressive behavior, 7. rule-breaking behavior und 8. intrusive.

Darüber hinaus lassen sich noch die Skalen „Internalizing“ (aus den Syndromskalen 1, 2 und 3) und „Externalizing“ (aus den Syndromskalen 6, 7 und 8) errechnen.

Auch ist die Berechnung eines Gesamtwerts „Total Score“ für alle Syndromskalen gemeinsam möglich.

Weiterhin gibt es noch folgende „DSM-orientated Scales“ also Skalen welche sich am DSM orientieren. 1. depressive problems, 2. anxiety problems, 3. somatic problems, 4. avoidant personality problems, 5. AD/H problems und 6. antisocial personality problems.

Alle Skalen werden in T-Werten und Rohwerten ausgegeben.

Schließlich gibt es noch zwei zusätzliche Subskalen für „Inattention“ und „Hyperactivity-Impulsivity“ welche in Rohwerten und Perzentilwerten ausgegeben werden.

- **Teacher Report Form**

Für Versuchsteilnehmer unter 18 Jahren wurde die Teacher Report Form (TRF) angewendet. Mithilfe dieses Verfahrens werden wie im ABCL problematische Verhaltensweisen ermittelt und beurteilt. Jedes der 112 Items beinhaltet Aussagen über das Verhalten des Kindes. Man kann den Aussagen auf einem Kontinuum eher zustimmen oder sie als nicht zutreffend ablehnen. Entsprechend kreuzt man „stimmt nicht“, „stimmt

manchmal“ oder „stimmt meistens oder immer“ an.

Die Items können denselben 8 Syndromskalen die im ABCL enthalten sind, zugeordnet werden.

1. anxious/depressed, 2. withdrawn, 3. somatic complaints, 4. thought problems, 5. attention problems, 6. aggressive behavior, 7. rule-breaking behavior und 8. intrusive

Darüber hinaus lassen sich ähnlich wie im ABCL, drei weitere sogenannte Breitbandskalen erfassen, welche sich jeweils aus mehreren Syndromskalen zusammensetzen:

1. „Internalizing Problems“, 2. „Externalizing Problems“ und 3. „Total Score“

Es wird für jede Syndromskala, ein T-Wert und ein Rohwert errechnet.

Darüber hinaus wird für alle Syndromskalen ein gesonderter Wert ermittelt der anzeigt ob diese bereits im klinisch auffälligen Bereich („borderline clinical range“) liegen.

Darüber hinaus wurden noch zwei Fragebögen vorgegeben, welche eigens für diese Trainingsstudie erstellt wurden.

- **Fragebogen zum Computerspielverhalten**

In einem eigens erstellten Fragebogen wurden Angaben zum Spielverhalten der Versuchsteilnehmer erfasst. Versuchsteilnehmer denen eine selbständige Beantwortung, möglich war, wurde der Fragebogen vorgegeben, bei den restlichen Probanden wurden Eltern oder enge Bezugspersonen befragt. Der Fragebogen umfasst zehn Items siehe Anhang 16.4. Erfasst wurden bisherige Erfahrung und Versiertheit im Umgang mit Computerspielen. Der Fragebogen wurde so ausgewertet, dass sich die Versuchspersonen in 3 Gruppen einteilen lassen: „Personen mit wenig Spielerfahrung“, „Personen mit mittlerer Spielerfahrung“ und „Personen mit hoher Spielerfahrung“

- **Fragebögen zur Bewertung der Computerspiele**

Der Fragebogen „Spielbewertung“ wurde von uns mit dem Ziel entwickelt, zu ermitteln wie gut das Spiel gefallen hat und welche Verbesserungen an Inhalt, Aufbau und Design vorgenommen werden könnten. Darüber hinaus sollte er Auskunft über die Partizipationsbereitschaft liefern um eventuell entstandene Reaktanz erfassen zu können. Der Fragebogen wurde für Versuchs- und Kontrollgruppe in unterschiedlichen Versionen erstellt. Diese Versionen sind weitgehend identisch, einzelne Fragen die sich auf Inhalte des „Space Ranger Alien Quest“ beziehen wurden jedoch nur Personen der Versuchsgruppe gestellt. Siehe Anhang 16.2 und 16.3.

Im Detail erfasst der Fragebogen die Bewertung hinsichtlich der Faktoren:

Sound, Graphik, Level Design und Länge der Levels.

Im multiple choice Format konnten die Versuchspersonen in einer fünfstufigen Skala von „hat mir gar nicht gefallen“ bis „hat mir sehr gut gefallen“ antworten.

Weiterhin wurde bei den Personen der Versuchsgruppe erfasst ob die Aliens „gemocht“ wurden.

In beiden Gruppen wurde ermittelt ob das Spiel im Vergleich zu anderen Spielen als „besser“, „gleich gut“ oder „schlechter“ empfunden wurde.

Es wurde auch danach gefragt, wie viel Geld die Versuchsperson für das Spiel ausgeben würde.

- **Kontrollgruppenspiel „Wimmelbild“**

Um die Ergebnisse der Versuchs- und Kontrollgruppe vergleichen zu können, und andere Effekte die diesen Vergleich verfälschen könnten, so gering wie möglich zu halten, wurde der Kontrollgruppe ein kommerzielles Computerspiel vorgegeben welches die Exekutiven Funktionen gar nicht oder wenig ansprechen soll. Aufgabe des „Wimmelbild“-Spiels ist es, Objekte, welche innerhalb verschiedener, detailliert dargestellter Szenarien, wie z.B. eine Ansammlung von Menschen, ein Zimmer oder eine Stadt, gefunden werden müssen. Das Spiel umfasst eine ausreichend große Menge an Szenarien, so dass fortlaufend ein neues eingesetzt werden kann. Besonders die Motivation an der Posttestung teilzunehmen, sollte konstant gehalten werden.

8.1.4 Untersuchungsdurchführung

Die Prätestungen fanden im Zeitraum zwischen dem 21.September und dem 4.Oktober 2013 statt. Die Testungen wurden bevorzugt am frühen Morgen durchgeführt, wenn dies neben der schulischen Verpflichtung den Kindern möglich war. Alle Testungen fanden in zwei separaten Räumen im Zentrum für Autismus und spezielle Entwicklungsstörungen statt. Ein Versuchsleiter gab in dem einem Raum die Computerverfahren zur Erfassung der Exekutiven Funktionen vor, während der andere den Test of Emotion Comprehension durchführte, sowie die mündliche Befragungen zum Emotion Awareness Questionnaire und dem Brief Problem Monitor Fragebogen. Dies ermöglichte, dass zwei Kinder zum selben Zeitpunkt getestet werden konnten und jeweils nach dem ersten Teil der Untersuchung den Raum und den Versuchsleiter wechselten. Die Reihenfolge der vorgegebenen Verfahren wurde von den Testleitern zufällig variiert. Die Gesamtdauer der Testung lag im Durchschnitt bei 35 Minuten. Mit Beginn der Prätestungen wurden

ebenfalls die Fragebögen mit einer kurzen Instruktion an die Eltern und Lehrer ausgegeben und waren innerhalb einer Woche auszufüllen. Aufkommende Fragen und Unsicherheiten wurden telefonisch oder bei Rückgabe der Fragebögen besprochen.

Zwischen der Prätestung und dem Trainingsbeginn lag aufgrund von technischen Problemen in der Spielentwicklung eine Zeitspanne von 8 bis 19 Tagen.

Das Training wurde in dem Zeitraum vom 9. bis zum 30. Oktober vorgegeben. Jeder Untersuchungsteilnehmer sollte 3 Wochen lang zweimal wöchentlich für jeweils eine halbe Stunde das Computerspiel spielen, das entspricht 6 Einheiten und insgesamt 3 Stunden Spielzeit. Die Einheiten wurden so gut wie möglich in den normalen Tagesablauf der Untersuchungsteilnehmer eingebunden. Während des Trainings saßen die Teilnehmer jeweils alleine in einem Raum, um nicht zu erfahren, wer das Trainings- und wer das Kontrollspiel vorgegeben bekam. Weder die Untersuchungsteilnehmer, noch die Eltern oder Lehrer erhielten hierüber vor Abschluss der Studie Informationen.

Die Anwesenheit der Versuchsleiter während des Trainings war zwingend notwendig. Zum einen zur Dokumentation der Spieldaten, zum anderen da bei einigen Teilnehmern Unterstützung und genauere Anleitung beim Spielen von Nöten war. Die Trainingszeit von 30 Minuten war nicht immer exakt einzuhalten, so fiel es einigen wenigen Kindern schwer sich über diesen Zeitraum auf das Spiel zu konzentrieren und aufmerksam zu bleiben. Im Vordergrund stand in einem solchen Fall die Motivation aufrechtzuerhalten und nicht die genaue Einhaltung der zeitlichen Vereinbarung. Hatte das Kind zumindest 20 Minuten gespielt, wurde es nicht aufgefordert weiter zu spielen, wenn es nicht mehr wollte oder konnte. Lag die Spielzeit unter 20 Minuten wurde ebenfalls unterbrochen, aber an einen anderen Zeitpunkt eine weitere kurze Einheit gesetzt.

Die Posttestung fand frühestens einen Tag und spätestens sieben Tage nach der letzten Trainingseinheit statt. Lediglich der Versuchsperson 26 war es aus persönlichen Gründen erst elf Tage später als dem Rest der Stichprobe, möglich zur Testung zu erscheinen, was jedoch keine signifikanten Unterschiede in den Leistungen der Posttestung bedingt. Die Rahmenbedingungen der Posttestungen waren dieselben wie in der Prätestungen, jedoch wurde zu diesem Zeitpunkt noch ein weiteres Verfahren, der Peabody Picture Vocabulary Test vorgegeben. Dadurch erhöhte sich die Testzeit auf durchschnittlich 55 Minuten. Der PPVT wurde als Letztes vorgegeben und dem Konzentrationsvermögen der Untersuchungsteilnehmer entsprechend teilweise an einem dritten Testzeitpunkt

durchgeführt. Außerdem wurde in einer kurzen mündlichen Befragung die subjektive Bewertung der beiden Computerspiele erfragt.

8.1.5 „Space Ranger Alien Quest“

Das „Space Ranger Alien Quest“ wurde in einer Kooperation des Games4Resilience Lab unter Leitung von Professor Dr. Manuel Sprung der Universität Wien der Fachhochschule Technikum Wien sowie der New York University unter der Projektleitung von Meagan Kathleen Bromley entwickelt.

Ziel dieses Computerspiels sind Training und Verbesserung Exekutiver Funktionen. Grundlegend orientiert sich der Aufbau des Spiels am oben beschriebenen „dimensional change card sorting task“ (DCCS) nach Frye, Zelazo, & Palfai (1995). Zum Verständnis des „Space Ranger Alien Quest“ wird im Folgenden nochmals auf Besonderheiten des DCCS eingegangen. Im Kern geht es im DCCS darum, nach verschiedenen Regeln richtige Zuordnungen vorzunehmen. Als besonders fehleranfällig und intensiv in der Bearbeitungszeit haben sich die „Switch Trails“ erwiesen. Hier muss die unwillkürliche Reaktion, nach der Regel des vorangegangenen Items zuzuordnen, unterdrückt werden (Inhibition) um die Zuordnung nach einer neuen Regel richtig ausführen zu können (Flexibilität). Außerdem müssen beide Regeln über die gesamte Bearbeitungszeit im Arbeitsgedächtnis present gehalten werden. Ziel dieses Verfahrens ist es die Exekutiven Funktionskompetenzen Flexibilität und Arbeitsgedächtnis zu messen.

Dieses Prinzip, Zuordnungen nach sich verändernden Regeln vorzunehmen, macht sich nun auch das Space Ranger Alien Quest zu nutze. Die Aufgabe ist, Aliens mit Nahrung oder Flüssigkeit zu versorgen, also ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Die Aliens variieren hinsichtlich Form (einäugig/zweiäugig) und Farbe (rot/blau) woraus sich vier verschiedene Varianten ergeben.



Abbildung 2: Darstellung der verschiedenen Aliens

Vor dem Start des jeweiligen Levels wird dem Spieler mitgeteilt, welche Aliens welche Bedürfnisse haben. So zum Beispiel:



Abbildung 3: Darstellung einer Regel

Die verschiedenen Möglichkeiten der Zuordnung stellen sich wie folgt dar:

- Rote Aliens sind durstig und blaue Aliens sind hungrig (bzw. umgekehrt)
- Einäugige Aliens sind durstig zweiäugige Aliens sind hungrig (bzw. umgekehrt)
- Einäugige rote und zweiäugige blaue Aliens sind durstig während einäugige blaue und zweiäugige rote Aliens hungrig sind (bzw. umgekehrt)

Es lässt sich hieraus ein relativ komplexes Regelwerk erstellen, zumal auch innerhalb des Levels die Regeln gewechselt werden. Zusätzlich wird durch sogenannte Events eine Zunahme der Komplexität erzeugt. Diese Events können plötzlich auftretende Blitze oder Stürme sein. Blitze treffen nur einzelne Aliens und kehren deren Bedürfnisse ins Gegenteil. Stürme verändern die Wünsche aller Aliens die während des Sturms erscheinen ins Gegenteil, sobald der Sturm vorüber ist, gelten allerdings wieder die ursprünglichen Regeln.

Die Aliens erscheinen am oberen Bildschirmrand und bewegen sich von oben nach unten auf eine durchgezogene schwarze Linie zu. Es besteht die Möglichkeit die Wünsche der Aliens zu befriedigen, indem man entweder einen am Bildrand eingeblendeten Apfel oder ein Getränk anbietet, jedoch steht nicht immer die richtige Gabe für das gerade erscheinende Alien zu Verfügung. Diese Gaben können durch Anklicken des jeweiligen Zielaliens „abgefeuert“, also dem Alien zugeordnet werden. Sollte einmal nicht das

passende Alien zur Verfügung stehen, kann abgewartet werden bis dieses erscheint oder die falsche Gabe in den „luftleeren Raum“ geschossen werden, was sich besser auf die Spielstatistik auswirkt als den Wunsch eines Aliens nicht zu befriedigen. Gleichzeitig wird die Information gegeben, welche Gabe als nächstes bereit steht. Ob das jeweilige Bedürfnis richtig erinnert wurde lässt sich an der Reaktion des Außerirdischen erkennen, denn entweder fällt er „traurig“ herunter oder er schwebt „fröhlich“ davon. Auch ist eine Zeitkomponente eingebaut, so werden die Aliens automatisch „traurig“, wenn sie die schwarze Linie überschreiten und werden dadurch wie „verpasste Aliens“ gewertet.

Insgesamt besteht das Spiel aus 11 Levels, welche sich im Schwierigkeitsgrad hierarchisch steigern. Gemessen werden Reaktionszeit und Fehleranzahl, sowohl hinsichtlich nicht getroffener Aliens als auch hinsichtlich falsch getroffener Aliens. Das Voranschreiten in ein höheres Level wird nur dann ermöglicht, wenn das niedrigere Level positiv absolviert wurde, also eine bestimmte Fehleranzahl nicht überschritten wurde.

Den Autoren zufolge werden folgende exekutive Funktionen benötigt um das Spiel „erfolgreich“ spielen zu können.

- Man braucht sowohl die Fähigkeit der Inhibition, denn nicht immer erscheint das richtige Alien zur richtigen Zeit, so hat man z.B. einen Apfel für ein durstiges Alien zur Verfügung, muss also inhibieren bis der passende Außerirdische erscheint. Alternativ, gibt es die beschriebene Möglichkeit die Gabe in den „luftleeren Raum“ zu schießen, auch für diesen Wechsel ist Inhibitionsfähigkeit von Nöten.
- Weiterhin wird besonders das Arbeitsgedächtnis beansprucht, da man sich die verschiedenen Regeln merken und sich schnell an neue Regelbestimmungen anpassen muss. Hierdurch müssen verschiedene Regeln über einen längeren Zeitraum präsent gehalten werden.
- Besonders wird auch die Fähigkeit der Flexibilität in Handlung und Gedanken geschult, denn man muss spontan auf Regeländerungen oder Events reagieren können.
- Schließlich ist die Planung von Handlungsschritten zur Zielerreichung gefordert, da eine optimale Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Gaben, einen ressourcenorientierten Umgang nötig macht.

9 Ergebnisse

9.1 Stichprobenbeschreibung

9.1.1 Stichprobenumfang und Geschlecht

Ursprünglich nahmen 37 Personen (8 weiblich, 29 männlich) mit einer Autismus-Spektrum-Diagnose im Alter von 7 bis 36 Jahren freiwillig an dieser Studie teil. Aufgrund des Abbruchs der Therapie bei zwei Jugendlichen und der eingeschränkten Testbarkeit eines Kindes, bestand die endgültige Stichprobe aus 34 Versuchspersonen. Alle weiteren Berechnungen beziehen sich auf diese Stichprobe. Darin enthalten waren 8 weibliche Versuchspersonen und 26 männliche.

9.1.2 Alter

Das durchschnittliche Alter aller Untersuchungsteilnehmer liegt bei 16,3 Jahren mit einer Standardabweichung von 7,3 Jahren und ist in beiden Gruppen in etwa gleich verteilt (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Mittelwerte, sowie Standardabweichungen und Range des Alters in Jahren

Alter	Gesamt (N=34)	Versuchsgruppe (N=17)	Kontrollgruppe (N=17))
MW	16,51	16,90	16,11
SD	7,18	7,86	6,63
Range	7,02-36,00	7,08-36,00	7,02-31,07

9.1.3 Hauptdiagnosen

Innerhalb der endgültigen Stichprobe befinden sich 13 nach ICD-10 als Asperger-Autisten (F 84.5) diagnostizierte Personen, 19 Personen mit der Diagnose High-Functioning-Autismus, sowie zwei Personen, die den Diagnosekriterien des atypischen Autismus nach ICD-10 (F84.1) entsprechen. Die Verteilung der Diagnosen in den beiden Gruppen ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

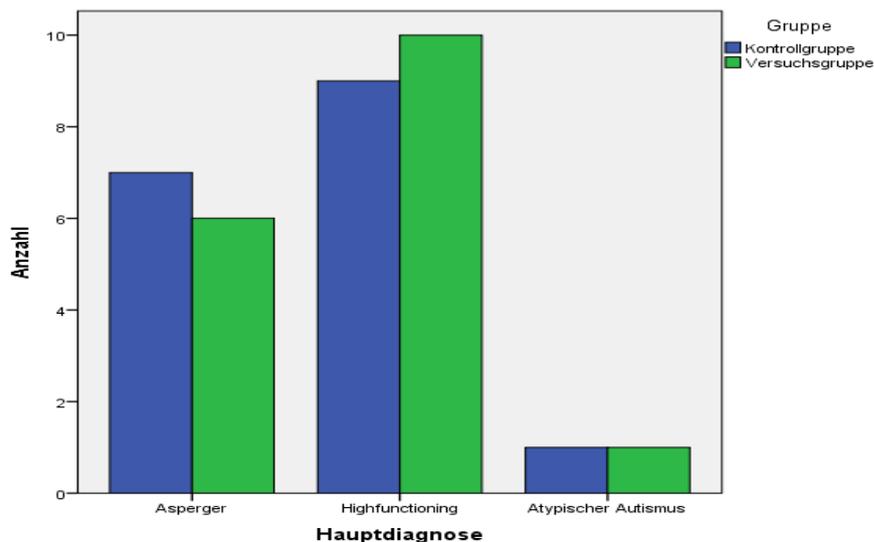


Abbildung 4: Hauptdiagnosen aufgeteilt nach Gruppenzugehörigkeit

9.1.4 Sprachverständnis

Zur Überprüfung des passiven Wortschatzes und des Sprachverständnisses wurde der Peabody Picture Vocabulary Test vorgegeben. Durchschnittlich erreichten die Versuchspersonen im PPVT einen Standardwert von 90,26 Punkten, mit einer Standardabweichung von 20,45.

Tabelle 2: Mittelwerte, sowie Standardabweichung und Range des PPVTs in Standardwerten

	Gesamt (N=34)	Versuchsgruppe (N=17)	Kontrollgruppe (N=17))
MW	90,26	89,88	90,65
SD	20,45	18,34	22,93
Range	52-131	62-131	52-126

9.2 Deskriptivstatistik und explorative Datenanalyse

Für die deskriptive Statistik wurden Mittelwert, Median, sowie Spannweite verwendet. Zur Beschreibung der Streuung der Merkmale wurde die Standardabweichung berechnet. Weiterhin wurden zur Verteilungsbeschreibung der Merkmale noch Schiefe (Skewness) und Wölbung (Kurtosis) sowie deren Standardfehler berechnet. Die Prüfung der Normalverteilung, wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test, durchgeführt. Nicht gegebene Normalverteilungen werden in den folgenden Tabellen durch ein * markiert. Die Tabellen zeigen den Mittelwert, die Standardabweichung, sowie den Range der einzelnen Kennwerte, sowie vergleichend deren Normwert.

Tabelle 3: Mittelwerte, Standardabweichung, Range aller Testkennwerte des Flanker, sowie Normwerte

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Variable	Zeitpkt	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
Flanker	Computed Score	Prätest	7,21 (1,83;4-9,72)*	7,33 (1,62;4-9,64)	7,09 (2,05;4,13-9,27)
	AccVector		4,77 (0,32;4-5)*	4,79 (0,33;4-5)*	4,75 (0,32;4,13-5)*
	RTVector		2,4 (1,56;0-4,72)	2,54 (1,36;0-4,64)	2,34 (1,78;0-4,72)
	Computed Score	Postest	7,89 (1,53;4,63-10)	8,16 (1,04;5,8-10)	7,63 (1,89;4,63-9,88)*
	Acc Vector		4,92 (0,14;4,63-5)*	4,77 (0,10;4,96-5)*	4,88 (0,16;4,63-5)*
	RT Vector		2,98 (1,43;0-5)	3,20 (1,01;0,8-5)	2,76 (1,76;0-5)*
<i>Normwert (Computed Score)</i>			8,56	8,53	8,59

Die Normwerte des Flanker „Computed Score“ wurden wie folgt ermittelt. Jeder Versuchsperson wurde entsprechend ihrem Alter ein Normwert zugeordnet. Dadurch konnte ein Mittelwert dieser Normwerte, der unserer Stichprobe entsprechen würde, erfasst werden. Hieraus ist ersichtlich, dass es für beide Gruppen zum zweiten Testzeitpunkt zu einer Annäherung der Mittelwerte an den Mittelwert der Norm kommt. Auch wird deutlich, dass der Mittelwert der Kontrollgruppe zum Prätestzeitpunkt etwas niedriger ist. Darüber hinaus lässt sich eine minimal größere Steigerung der Mittelwerte von Prä- und Posttestung innerhalb der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe erkennen. Ob dieser Unterschied in der Steigerung signifikant ist, wird in folgenden Analyseschritten untersucht.

Tabelle 4: Mittelwerte, Standardabweichung, Range aller Testkennwerte des DCCS, sowie Normwerte

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Variable	Zeitpkt	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
DCCS	CompScor	Prätest	6,94 (1,83;2,63-9,19)	7,34 (1,53;4,37-9,19)*	6,56 (2,04;2,63-8,72)*
	AccVector		4,38 (0,59;2,63-5)	4,55 (0,41;3,5-5)	4,23 (0,70;2,63-5)
	RTVector		2,56 (1,41;0-4,44)	2,79 (1,34;0,49-4,44)*	2,33 (1,47;0-4,28)*
	CompScor	Posttest	7,32 (1,55;3,88-9,76)*	7,65 (1,35;3,88-9,76)*	7,00 (1,69;4-9,75)*
	AccVector		4,65 (0,44;3,13-5)*	4,77 (0,11;3,88-5)*	4,54 (0,51;3,13-5)
	RTVector		2,67 (1,28;0-5)	2,89 (1,09;0-4,762)	2,46 (1,43;0-5)
<i>Normwert (Computed Score)</i>			7,97	7,92	8,02

Die Normwerte für den DCCS „Computed Score“ wurden wie folgt ermittelt. Jeder Versuchsperson wurde entsprechend ihrem Alter ein Normwert zugeordnet. Dadurch konnte ein Mittelwert dieser Normwerte, der unserer Stichprobe entsprechen würde, erfasst werden. Hieraus ist ersichtlich, dass es für beide Gruppen zum zweiten Testzeitpunkt zu einer Annäherung an den Normwert kommt. Die Leistungen liegen jedoch in beiden Gruppen unterhalb der Norm. Auch wird deutlich, dass die Kontrollgruppe von einer schlechteren Ausgangsposition ausgeht. Ein deutlicher Unterschied ist zwischen Prä- und Posttestung zwischen den Gruppen in der Steigerung ihrer Mittelwerte nicht ablesbar, ob es zu signifikanten Änderungen kommt, wird in Folgeschritten analysiert.

Tabelle 5: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der Testkennwerte des Corsi, sowie Durchschnittswerte

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Variable	Zeitpkt.	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
Corsi	TotalScore	Prätest	28,88 (18,91;2-80)	26,94 (16,68;2-72)	30,82 (21,26;4-80)
	BlockSpan		4,47 (1,35;2-8)*	4,41 (1,28;2-8)*	4,53 (1,46;2-8)*
	TotalCorrectTrials		5,82 (2,39;1-10)	5,59 (2,18;1-9)	6,06 (2,63;2-10)
	TotalScore	Posttest	32,56 (16,61;4-80)	32,59 (18,16;2-72)	32,53 (15,47;4-60)
	BlockSpan		4,74 (1,11;2-8)*	4,76 (1,15;3-8)*	4,71 (1,11;2-6)*
	TotalCorrectTrials		6,64 (2,12;2-10)	6,41 (2,09;3-10)	6,47 (2,21;2-10)
	<i>Normwert (Block Spanne)</i>		7	7	7

Es liegen keine Vergleichsnormen für den Corsi vor. Im Allgemeinen kann jedoch gesagt werden, dass die Blockspanne mit einem durchschnittlichen Wert von 7 und einer Abweichung von mindestens 4 bis maximal 10 zu beschreiben ist. Alle Mittelwerte liegen unterhalb des Durchschnittwertes, jedoch innerhalb der normalen Abweichung. Die Werte nähern sich zum zweiten Testzeitpunkt dem Durchschnittswert an. Die deutlichere Steigerung ist innerhalb der Werte der Versuchsgruppe zwischen Prä- und Posttest zu erkennen, ob dies einen signifikanten Unterschied im Vergleich zur Kontrollgruppe ausmacht, bleibt durch weitere Analyseschritte zu klären.

Tabelle 6: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der Testkennwerte des TEC, sowie Vergleichswerte

		Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Zeitpunkt	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
TEC	Prätest	6,35 (1,82;2-9) *	6,71 (1,26;4-9)	6,00 (2,24;2-9) *
	Posttest	7,32 (1,45;3-9)*	7,47 (1,42;4-9)*	7,18 (1,51;3-9)
Vergleichswert		8,14	8,13	8,16

Die Vergleichswerte wurden wie folgt ermittelt. Pons & Harris (2005) haben in einer Studie gesunde Kinder zwischen 7 und 12 mit Hilfe des TEC getestet. Sie geben aufgeteilt auf drei Altersstufen Mittelwerte an. Erster Stufe werden Kinder zwischen 7 und 8 Jahren, zweiter Stufe Kinder zwischen 9 und 10 und dritter Stufe Kinder zwischen 11 und 12 Jahren zugeordnet. Weiterhin geben die Autoren an, dass sich das *Emotionsverständnis* ab einem Alter von etwa 12 Jahren vollständig ausgebildet haben sollte. In vorliegender Arbeit wurde den Versuchspersonen ihrem Alter entsprechend der im Artikel angegebene Mittelwert der jeweiligen Altersstufe zugeordnet. Versuchspersonen über 12 Jahren wurde der Mittelwert der 12 Jährigen zugeordnet, da keine älteren Versuchspersonen erfasst wurden und da es sich ohnehin vollständig ausgebildet haben sollte. Es handelt sich bei diesem Wert also nicht um einen Normwert im eigentlichen Sinn, sondern vielmehr um einen Vergleichswert der dazu dient die Stichprobe hinsichtlich ihres Fähigkeitsniveaus in etwa einschätzen zu können. Es ist ersichtlich, dass die vorliegende Stichprobe zum Zeitpunkt der Prätestung deutlich von dem so gewonnenen Vergleichswert abweicht. In weiteren Analyseschritten bleibt zu klären ob die Verbesserung zum Posttestzeitpunkt signifikant ist und ob es darüber hinaus einen signifikanten Unterschied in der Steigerung zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe gibt.

Tabelle 7: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der Rohwerte aller Versionen des BPMs

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Version	Zeitpunkt	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
BPM	Lehrer Kinder Eltern	Prätest	12,00 (5,50;4-26)*	12,29 (5,22;4-23)*	11,71 (5,90;6-26)
			10,83 (5,74;0-26)	11,60 (5,20;2-20)	10,00 (6,36;0-26)*
			15,72 (6,35;5-35)*	15,60 (4,81;7-24)	15,82 (7,60;5-35)*
	Lehrer Kinder Eltern	Posttest	11,00 (5,82;2-25)	9,71 (4,44;2-16)*	12,29 (6,82;2-25)
			11,28 (4,44;2-20)	11,67 (4,35;3-20)	10,86 (4,66;2-19)
			14,16 (5,65;5-30)	13,94 (4,00;7-19)	14,37 (7,06;5-30)*

Tabelle 8: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der Rohwerte aller Versionen des EAQs

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Version	Zeitpunkt	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
EAQ	Lehrer	Prätest	24,88 (7,14;11-43)	24,12 (7,60; 11-43)	25,65 (6,81; 15-37)
	Kinder		28,22 (6,72; 16-42)	28,69 (8,44;15-42)	27,79 (4,92; 20-37)
	Lehrer	Posttest	24,32 (6,26;14-37)	22,65 (5,62;14-31)	26,00 (6,57;15-37)*
	Kinder		26,07 (9,77;0-51)	24,92 (11,32;0-42)	27,14 (8,37;17-51)

Tabelle 9: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der Rohwerte des ToMI, sowie Vergleichswerte

	Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
ToMI	13,25 (3,92;3,71-18,93)	12,94 (4,21;6,19-18,93)	13,56 (3,71;7,5-18,3)
<i>Vergleichswert</i>	18,77	18,79	18,76

Auch hier wurde ein Vergleichswert wie folgt ermittelt. Hutchins et al. (2011) haben in einer Studie gesunde Kinder mit Hilfe des Theory-of-Mind-Inventory getestet. Sie geben aufgeteilt auf 11 Stufen Mittelwerte an. Die Stufen beginnen im Alter von 2 Jahren und steigern sich mit jeder Stufe um jeweils ein Jahr. Die höchste Stufe ist somit im Alter von 13 Jahren erreicht. Den Versuchspersonen der vorliegenden Studie wurde nun jeweils ein ihrem Alter entsprechender Mittelwert zugeordnet. Aufgrund fehlender Daten wurde älteren Versuchspersonen der Mittelwert der 13 jährigen zugeordnet. Hieraus ließ sich ebenso ein Vergleichswert errechnen, der vorliegender Stichprobe entsprechen könnte. Die Versuchsteilnehmer haben also durchschnittlich eine weniger stark ausgeprägte Theory of Mind als es ihrer Altersnorm entsprechen würde.

Tabelle 10: Mittelwerte, Standardabweichung, Range der T-Werte des ABCL und des TRF

	Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)	MW(SD;Range)
ABCL Total Problems	63,62 (7,26;50-82)	65,29 (7,89;59-82)	61,67 (6,59;50-68)
TRF Total Problems	66,05 (7,97;55-86)	69,40 (5,28; 62-76)	63,00 (8,97;55-86)

Der Mittelwert der T-Werte der Skala Total Problems ist sowohl im ABCL, als auch im TRF als überdurchschnittlich hoch zu interpretieren. Im Durchschnitt zeigt die Stichprobe also mehr klinische Auffälligkeiten, als die Normstichprobe. Es ist kein deutlicher Mittelwertunterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe im ABCL und TRF zu erkennen.

9.2.1 Space Ranger Alien Quest

In folgenden Tabellen werden nun die Daten des „Space Ranger Alien Quest“ deskriptiv beschrieben.

Tabelle 11: Mittelwerte, Standardabweichung, Range ausgewählter Rohwerte aller Level des Space Ranger Alien Quest

Variable	Level	MW(SD;Range)
Aliens Hit	Level1	32,09 (7,05;19-39)
	Level2	32,18 (5,04;24-39)
	Level3	62,61 (9,24;53-78)
	Level4	47,91 (10,77;29-59)
	Level5	51,96 (7,35;41-60)
	Level6	33,91 (5,24;23-40)
	Level7	33,73 (5,26;26-40)
	Level8	32,08 (3,67;29-39)
	Level9	31,18 (7,8;17-39)
	Level10	30,73 (6,45;21-40)
	Level11	32,18 (6,82;19-40)
„Overall Precision“	Level1	81,87 (15,04;52,78-97,5)
	Level2	81,31 (13,24;60-97,5)
	Level3	87,42 (10,01;67,09-97,5)
	Level4	88,70 (9,1;71,91-98,92)
	Level5	91,24 (7,71;80,65-100)
	Level6	84,77 (13,11;57,5-100)

	Level7	84,32 (13,14;65-100)
	Level8	86,82 (9,01;72,5-97,5)
	Level9	77,95 (15,49;42,5-97,5)
	Level10	77,75 (15,79;55,26-100)
	Level11	80,68 (17,03;47,5-100)
	<hr/>	
	Level11	4,09 (0,75;2,64-4,88)
	Level2	4,07 (0,66;3-4,80)
	Level3	4,44 (0,50;3,35-4,88)
	Level4	4,43 (0,45;3,6-4,95)
„ACC-Vector“	Level5	4,56 (0,15;4,03-5)
	Level6	4,24 (0,66;2,87-5)
	Level7	4,21 (0,66;3,25-5)
	Level8	4,34 (0,45;3,63-4,88)
	Level9	3,9 (0,97;2,13-4,88)
	Level10	3,89 (0,79;2,76-5)
	Level11	4,03 (0,85;2,38-5)

Darüber hinaus wurden Spieldaten des Level 1 nach positiver Absolvierung der Level 1 bis 11, also im zweiten Versuch aufgezeichnet und werden in folgender Tabelle deskriptiv beschrieben.

Tabelle 12: Mittelwerte, Standardabweichung, Range ausgewählter Rohwerte des 1. Levels im 2. Durchgang

Variable	MW(SD;Range)
„Aliens Hit“	36,09 (9,291;31-40)
„Overall Precision“	91,89 (7,26;81,58-100)

9.2.2 Gruppenunterschiede

Ob sich signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bereits vor Beginn des Trainings, also im Prätest feststellen lassen, wurde mittels T-Test bzw. dem parameterfreien Ersatzverfahren, dem U-Test, ermittelt. Es zeigte sich, dass in keinem der Tests sig. Unterschiede bestehen.

Tabelle 13: T-Test für den Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe

Test	T-Wert	Df	Sig.
Flanker „ComputedScore“	-0,380	32	,706
Corsi „Total Score“	0,593	32	,558
BPM-T „Summe“	-0,308	32	,760
EAQ-T „Summe“	0,618	32	,541
EAQ-Y „Summe“	-0,344	25	,734

Tabelle 14: U-Test für den Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe

Test	T-Wert	Sig.
DCCS „Computed Score“	-0,121	,919
BPM-P „Summe“	-0,923	,363
BPM-Y „Summe“	-1,095	,290
TEC	-1,215	,245

10 Hypothesenprüfung

Im Anschluss werden die hypothesenbezogenen Ergebnisse dargestellt.

Laut Clauß und Ebner (1982) gibt es keine verbindlichen Interpretationen der Höhe von Korrelationskoeffizienten, da diese maßgeblich von Faktoren, wie der Stichprobengröße abhängen. Bei der Interpretation der hier dargestellten Korrelationskoeffizienten wird wie folgt vorgegangen: Bei einer Stichprobengröße ($N > 20$) wird ab einem Koeffizienten von 0,1 von einem kleinen, ab 0,3 von einem mittleren, ab 0,5 von einem hohen und ab 0,7 von einem sehr hohen Zusammenhang gesprochen (Cohen, 1992). Bei einer Stichprobengröße ($N < 20$) spricht man erst ab 0,5 von einem mittleren, ab 0,7 von einem hohen und ab 0,9 von einem sehr hohen Zusammenhang (Odenbach, 1974).

10.1 Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen

10.1.1 Zusammenhang zwischen dem „Space Ranger Alien Quest“ und den Exekutiven Funktionen

Ob es einen Zusammenhang zwischen dem „Space Alien Ranger Quest“ und den Komponenten der Exekutiven Funktionen gibt wurde mittels Korrelationen überprüft. Kann die Normalverteilung als gegeben gesehen werden, wurde die Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson eingesetzt, wenn nicht, dann die Rangkorrelation nach Spearman. Folgende Tabellen geben eine Übersicht über die Korrelationen der drei Verfahren zur Messung der Exekutiven Funktionen: Corsi, Flanker und DCCS.

• Dimensional Change Card Sorting

Im Folgenden werden die Korrelationen zwischen den erhobenen Daten „Aliens Hit“ des „Alien Ranger Quest“ und den Variablen „Computed-Score“ sowie „Reaction-Time-Vector“ des DCCS tabellarisch dargestellt.

Tabelle 15: Korrelationen des DCCS mit Anzahl getroffener Aliens

„Space Ranger Alien Quest“	DCCS „Computed-Score“	DCCS „Reactiontime-Vector“
Aliens Hit Level 1		
Korrelationskoeffizient	,083	,178
Sign. (2-seitig)	,769	525
N	15	15
Aliens Hit Level 2		
Korrelationskoeffizient	,526*	,550*
Sign. (2-seitig)	,044	,034
N	15	15
Aliens Hit Level 3		
Korrelationskoeffizient	,518*	,491
Sign. (2-seitig)	,040	,053
N	16	16
Aliens Hit Level 4		
Korrelationskoeffizient	,529*	,581*
Sign. (2-seitig)	,035	,018
N	16	16
Aliens Hit Level 5		
Korrelationskoeffizient	,579*	,538*
Sign. (2-seitig)	,024	,039
N	15	15
Aliens Hit Level 8		
Korrelationskoeffizient	,681*	,668*
Sign. (2-seitig)	,007	,009
N	14	14
Aliens Hit Level 9		
Korrelationskoeffizient	,552	,592*
Sign. (2-seitig)	,050	,033
N	13	12
Aliens Hit Level 10		
Korrelationskoeffizient	,246	,165
Sign. (2-seitig)	,436	,609
N	12	12

N		
Aliens Hit Level 11	,123	,087
Korrelationskoeffizient	,719	,800
Sign. (2-seitig)	11	11
N		

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen bezüglich „Aliens Hit“ und DCCS „Computed Score“ und „Reactiontime-Vector“ lassen folgende Rückschlüsse zu:

Im 2ten Level gibt es einen mittel starken Zusammenhang zwischen den Komponenten „Computed Score“ und „Reactiontime-Vector“ des DCCS mit der Variable „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“.

Dieser Zusammenhang lässt sich für den „Computed Score“ mit einer kontinuierlichen Steigerung bis zum 8ten Level feststellen.

Für den „Reactiontime-Vector“ liegen ähnliche Ergebnisse vor. Es lässt sich jedoch im 3ten Level kein statistisch signifikanter Zusammenhang feststellen. Jedoch findet sich zusätzlich ein Zusammenhang mit der genannten Variable im 9ten Level.

Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen zwischen den erhobenen Daten „Overallprecision“ des „Alien Ranger Quest“ und den Variablen „Computed-Score“ sowie „Reaction-Time-Vector“ des DCCS tabellarisch dargestellt.

Tabelle 16: Korrelationen des DCCS mit Zielgenauigkeit

„Space Ranger Alien Quest“	DCCS „Computed-Score“	DCCS „Reactiontime-Vector“
Overallprecision Level 1		
Korrelationskoeffizient	,036	,158
Sign. (2-seitig)	,899	,625
N	15	12
Overallprecision Level 3		
Korrelationskoeffizient	,511*	,457
Sign. (2-seitig)	,043	>,001
N	16	16
Overallprecision Level 4		
Korrelationskoeffizient	,608*	,624*
Sign. (2-seitig)	,012	,010
N	16	16

Overallprecision Level 5		
Korrelationskoeffizient	,589*	,540*
Sign. (2-seitig)	,021	,038
N	15	15
Overallprecision Level 8		
Korrelationskoeffizient	,663*	,651*
Sign. (2-seitig)	,010	,012
N	14	14
Overallprecision Level 9		
Korrelationskoeffizient	,547*	,587*
Sign. (2-seitig)	,035	,035
N	13	13
Overallprecision Level 10		
Korrelationskoeffizient	,242	,291
Sign. (2-seitig)	,449	,358
N	12	12
Overallprecision Level 11		
Korrelationskoeffizient	,123	,586
Sign. (2-seitig)	,719	,058
N	11	11
* sig. auf dem 0,05 Niveau		

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Die „Overallprecision“ des „Space Ranger Alien Quest“ zeigt einen mittelstarken Zusammenhang mit dem „Computed Score“ des DCCS in den Levels 3 bis 8.

Der „Reactiontime-Vector“ lässt einen mittelstarken Zusammenhang mit der „Overallprecision“ in den Levels 4 bis 9 erkennen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den Variablen des DCCS und den Variablen „Overallprecision“ sowie „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“ zeigen.

Dies bedeutet, dass Versuchsteilnehmer die eine gute Performance im Spiel zeigten, auch gute Leistungen im DCCS erbrachten bzw. umgekehrt.

- **Flanker**

Im Folgenden werden die signifikanten Korrelationen zwischen den erhobenen Daten „Aliens Hit“ des „Alien Ranger Quest“ und den Variablen „Computed-Score“, „Reaction-Time-Vector“ und „ACC-Vector“ des Flankers tabellarisch dargestellt.

Tabelle 17: Korrelationen des Flankers mit Anzahl getroffener Aliens

„Space Ranger Alien Quest“	Flanker „Computed Score“	Flanker „Reactiontime Vector“	Flanker „ACC-Vector“ (nicht normalverteilt)
Aliens Hit Level 1			
Korrelationskoeffizient	,114	,114	,190
Sign. (2-seitig)	,674	,674	,480
N	16	16	16
Aliens Hit Level 2			
Korrelationskoeffizient	,774*	,789*	,503*
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	,047
N	16	16	16
Aliens Hit Level 3			
Korrelationskoeffizient	,797*	,789*	,686**
Sign. (2-seitig)	,00	,000	,002
N	17	17	17
Aliens Hit Level 4			
Korrelationskoeffizient	,669*	,650*	,680**
Sign. (2-seitig)	,003	,005	,003
N	17	17	17
Aliens Hit Level 5			
Korrelationskoeffizient	,697*	,655*	,747**
Sign. (2-seitig)	,003	,006	,001
N	16	16	16
Aliens Hit Level 6			
Korrelationskoeffizient	,701*	,678*	,719**
Sign. (2-seitig)	,002	,004	,002
N	16	16	16
Aliens Hit Level 7			
Korrelationskoeffizient	,600*	,525*	,771**
Sign. (2-seitig)	,014	,037	,000
N	16	16	16
Aliens Hit Level 9			
Korrelationskoeffizient	,717*	,688*	,697**
Sign. (2-seitig)	,004	,007	,006
N	14	14	14
Aliens Hit Level 10			
Korrelationskoeffizient	,417	,388	,588*
Sign. (2-seitig)	,177	,212	0,035
N	12	12	13
Aliens Hit Level 11			
Korrelationskoeffizient	,095	,095	,518
Sign. (2-seitig)	,770	,770	,085
N	12	12	12

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Die Variablen „Computed Score“, „Reactiontime-Vector“ und „ACC-Vector“ des Flankers zeigen mittelstarke bis starke Zusammenhänge mit der Variable „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“ in den Levels 2 bis 9.

Darüber hinaus lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem „ACC-Vector“ und der genannten Variable des „Space Ranger Alien Quest“ im 10ten Level finden.

Im Folgenden werden die relevanten Korrelationen zwischen den erhobenen Daten „Overallprecision“ des „Space Alien Ranger Quest“ und den Variablen „Computed-Score“ und „Reactiontime-Vector“ des Flankers tabellarisch dargestellt.

Tabelle 18: Korrelationen des Flankers mit Zielgenauigkeit

„Space Ranger Alien Quest“	Flanker „Computed Score“	Flanker „Reactiontime Vector“	Flanker „ACC-Vector“ (nicht normalverteilt)
Overallprecision Level 1			
Korrelationskoeffizient	,223	,244	,169
Sign. (2-seitig)	,407	,363	,531
N	16	16	16
Overallprecision Level 2			
Korrelationskoeffizient	,728*	,755*	,483
Sign. (2-seitig)	,001	,001	,090
N	16	16	16
Overallprecision Level 3			
Korrelationskoeffizient	,804*	,811*	,681*
Sign. (2-seitig)	,000	>,001	,003
N	17	17	17
Overallprecision Level 4			
Korrelationskoeffizient	,701*	,730*	,822*
Sign. (2-seitig)	,002	,001	>,000
N	17	17	17
Overallprecision Level 5			
Korrelationskoeffizient	,648*	,689*	,746*
Sign. (2-seitig)	,007	,003	,001
N	16	16	16
Overallprecision Level 6			
Korrelationskoeffizient	,720*	,717*	,631*
Sign. (2-seitig)	,002	,002	,009
N	16	16	16
Overallprecision Level 7			
Korrelationskoeffizient	,532*	,608*	,759*
Sign. (2-seitig)	,034	,013	,001
N	16	16	16
Overallprecision Level 8			
Korrelationskoeffizient	,456	,377	,456
Sign. (2-seitig)	,087	,165	,081
N	15	15	15
Overallprecision Level 9			
Korrelationskoeffizient	,740*	,698*	,673*
Sign. (2-seitig)	,002	,006	,008
N	14	14	14
Overallprecision Level 10			
Korrelationskoeffizient	,268	,177	,588*
Sign. (2-seitig)	,375	,563	,035
N	13	13	13
Overallprecision Level 11			
Korrelationskoeffizient	,307	,278	,518
Sign. (2-seitig)	,332	,382	,085
N	12	12	12

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Es zeigt sich in der Variable „Overallprecision“ des „Space Ranger Alien Quest“ ein mittlerer bis hoher Zusammenhang mit den Variablen „Computed Score“, „Reactiontime-

Vector“ und „ACC-Vector“ des Flankers, in den Levels 3 bis 7 und im Level 9. Darüber hinaus zeigen sich Zusammenhänge zwischen „Reactiontime-Vector“ und „Computed Score“ mit der „Overallprecision“ im 2ten Level und dem „ACC-Vector“ im 10ten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den Variablen des Flankers und den Variablen „Overallprecision“ sowie „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“ zeigen.

Dies bedeutet, dass Versuchsteilnehmer die eine gute Performance im Spiel zeigten, auch gute Leistungen im Flanker erbrachten bzw. umgekehrt.

- **CORSI**

Im Folgenden werden die relevanten Korrelationen des „Alien Ranger Quest“ und den Variablen des Corsis dargestellt.

Tabelle 19: Korrelationen des Corsis mit Anzahl getroffener Aliens

„Space Ranger Alien Quest“	Corsi „Total Correct Trials“	Corsi „Total Score“	Corsi „Block Span“ (nicht normalverteilt)
Aliens Hit Level 1			
Korrelationskoeffizient	,292	,296	,234
Sign. (2-seitig)	,273	,266	,382
N	16	16	16
Aliens Hit Level 2			
Korrelationskoeffizient	,764*	,674*	,680*
Sign. (2-seitig)	,001	,004	,004
N	16	16	16
Aliens Hit Level 3			
Korrelationskoeffizient	,714*	,626*	,564*
Sign. (2-seitig)	,001	,007	,018
N	17	17	17
Aliens Hit Level 4			
Korrelationskoeffizient	,561*	,544*	,485*
Sign. (2-seitig)	,019	,024	,048
N	17	17	16
Aliens Hit Level 5			
Korrelationskoeffizient	,590*	,533*	,508*
Sign. (2-seitig)	,016	,034	,044
N	16	16	16
Aliens Hit Level 7			
Korrelationskoeffizient	,622*	,547*	,479
Sign. (2-seitig)	,010	,028	,061
N	16	16	16
Aliens Hit Level 9			
Korrelationskoeffizient	,575*	,519	,216
Sign. (2-seitig)	,032	,057	,439
N	14	14	15
Aliens Hit Level 10			
Korrelationskoeffizient	,297	,280	,321
Sign. (2-seitig)	,324	,354	,285
N	13	13	13

Aliens Hit Level 11			
Korrelationskoeffizient	,194	,273	,310
Sign. (2-seitig)	,546	,390	,327
N	12	12	12

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Zusammenhänge der Variable „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“ und den Variablen „Total Score“, „Total Correct Trials“ und „Block Span“ des Corsi zeigen sich in den Levels 2, 3, 4, 5 und 7. Darüber hinaus lassen sich Zusammenhänge zwischen der Variablen „Total Correct Trials“ und genannter Variable im 9ten Level feststellen.

Tabelle 20: Korrelationen des Corsis mit Zielgenauigkeit

„Space Ranger Alien Quest“	Corsi „Total Trials“	Corsi „Total Score“	Corsi „Block Span“ (nicht normalverteilt)
Overallprecision Level 1			
Korrelationskoeffizient	,204	,233	,154
Sign. (2-seitig)	,450	,386	,569
N	16	16	16
Overallprecision Level 2			
Korrelationskoeffizient	,669	,588	,589
Sign. (2-seitig)	,005	,017	,016
N	16	16	16
Overallprecision Level 3			
Korrelationskoeffizient	,682	,596	,533
Sign. (2-seitig)	,003	,012	,027
N	17	17	17
Overallprecision Level 4			
Korrelationskoeffizient	,555	,537	,488
Sign. (2-seitig)	,021	,026	,047
N	17	17	17
Overallprecision Level 5			
Korrelationskoeffizient	,585	,530	,508
Sign. (2-seitig)	,017	,035	,045
N	16	16	16
Overallprecision Level 7			
Korrelationskoeffizient	,559	,551	,478
Sign. (2-seitig)	,025	,027	,061
N	16	16	16
Overallprecision Level 8			
Korrelationskoeffizient	,629	,551	,240
Sign. (2-seitig)	,009	,027	,389
N	16	16	15
Overallprecision Level 9			
Korrelationskoeffizient	,571*	,516	,466
Sign. (2-seitig)	,033	,059	,093
N	14	14	14
Overallprecision Level 10			
Korrelationskoeffizient	,343	,308	,368
Sign. (2-seitig)	,251	,305	,216
N	13	13	13
Overallprecision Level 11			
Korrelationskoeffizient	,176	,258	,310
Sign. (2-seitig)	,583	,418	,327
N	12	12	12

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Es lassen sich mittelstarke Zusammenhänge der Variable „Overallprecision“ des „Space Ranger Alien Quest“ und den Variablen „Total Score“, „Total Correct Trials“ und „Block Span“ des Corsi in den Levels 2, 3, 4, 5 und 7 erkennen. Darüber hinaus lassen sich Zusammenhänge zwischen den Variablen „Total Correct Trials“ und „Total Score“ im 8ten Level feststellen. Schließlich ergibt sich noch ein signifikanter Zusammenhang zwischen den „Total Corect Trials“ und dem Level 9.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen den Variablen des Corsi und den Variablen „Overallprecision“ sowie „Aliens Hit“ des „Space Ranger Alien Quest“ zeigen. Dies bedeutet, dass Versuchsteilnehmer die eine gute Performance im Spiel zeigten, auch gute Leistungen im Corsi erbrachten bzw. umgekehrt.

Darüber hinaus wurde ein „ACC-Vector“ für das „Space Ranger Alien Quest“ ermittelt. Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 8.1.3 beschrieben auf Grundlage der Berechnung des „ACC-Vectors“ des Flankers und des DCCS. Daher wird diese zusätzliche Variable des „Space Ranger Alien Quest“ sowohl mit der Variable „ACC-Vector“ des DCCS korreliert, also auch mit dem „ACC-Vector“ des Flankers.

In folgender Korrelationstabelle sind auch nicht signifikante Korrelationen erfasst. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden daher signifikante Korrelationen gekennzeichnet.

Tabelle 21: Korrelationen der Accuracy Vektoren

Space Ranger Alien Quest ACC-Vector	Flanker ACC-Vector (nicht normalverteilt)	DCCS ACC-Vector (nicht normalverteilt)
Level1		
Korrelationskoeffizient	,178	,188
Sign. (2-seitig)	,510	,052
N	16	15
Level2		
Korrelationskoeffizient	,438	,087
Sign. (2-seitig)	,090	,758
N	16	15
Level3		
Korrelationskoeffizient	,681*	,222
Sign. (2-seitig)	,003	,408
N	17	16
Level4		
Korrelationskoeffizient	,822*	,115
Sign. (2-seitig)	0,000	,672
N	17	16

Level5		
Korrelationskoeffizient	,746*	,097
Sign. (2-seitig)	,001	,730
N	16	15
Level6		
Korrelationskoeffizient	,631*	-,001
Sign. (2-seitig)	,009	,997
N	16	15
Level7		
Korrelationskoeffizient	,759*	,007
Sign. (2-seitig)	,001	,980
N	16	15
Level8		
Korrelationskoeffizient	,465	,071
Sign. (2-seitig)	,081	,810
N	15	14
Level9		
Korrelationskoeffizient	,673*	-,085
Sign. (2-seitig)	,008	,782
N	14	13
Level10		
Korrelationskoeffizient	,588*	,089
Sign. (2-seitig)	,035	,784
N	13	12
Level11		
Korrelationskoeffizient	,518	-,067
Sign. (2-seitig)	,085	,845
N	12	11

* sig. auf dem 0,05 Niveau

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Es zeigen sich keine Zusammenhänge zwischen dem „ACC-Vector“ des DCCS und dem „ACC-Vector“ des „Space Ranger Alien Quest“. Betrachtet man den Mittelwert des DCCS „ACC-Vector“ liegt dieser mit 4,55 am oberen Ende der Skala, dies lässt auf einen Deckeneffekt in dieser Variable schließen.

Der „ACC-Vector“ des Flankers hingegen zeigt ab dem 3ten Level mittlere bis starke Zusammenhänge mit dem „ACC-Vector“ des „Space Ranger Alien Quest“. Diese Zusammenhänge lassen sich durchgehend bis zum 10ten Level feststellen. Die höchste Korrelation hierbei ist im 4ten Level zu verzeichnen.

Ebenso wurde die Anzahl der erfolgreich abgeschlossenen Levels „Anzahl geschaffter Level“ und auch das höchste Level welches positiv abgeschlossen wurde „MaxLevel“ des „Space Ranger Alien Quest“ ermittelt.

In folgender Korrelationstabelle sind auch nicht signifikante Korrelationen erfasst. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden daher signifikante Korrelationen gekennzeichnet.

Tabelle 22: Korrelationen der EF-Tests mit Anzahl geschaffter Levels und maximal erreichter Levels

„Space Ranger Alien Quest“ (nicht normalverteilt)	Corsi „Total Score“	Flanker „Computed Score“	DCCS „Computed Score“
<hr/>			
„AnzahlgeschaffterLevel“			
Korrelationskoeffizient	,717*	,411	,544*
Sign. (2-seitig)	,001	,114	,024
N	17	16	17
<hr/>			
„MaxLevel“			
Korrelationskoeffizient	,260	,193	,263
Sign. (2-seitig)	,313	,474	,308
N	17	16	17

Die Korrelationen lassen folgende Rückschlüsse zu:

Es zeigt sich ein starker Zusammenhang zwischen der „Anzahl geschaffter Level“ des „Space Ranger Alien Quest“ und dem „Total Score“ des Corsi. Dies bedeutet, dass Versuchspersonen, die viele Level erfolgreich bewältigt haben, auch eine gute Leistung im Corsi erbrachten.

Darüber hinaus lässt sich ein mittel starker Zusammenhang zwischen der „Anzahl geschaffter Level“ und dem „Computed Score“ des DCCS ermitteln. Dies bedeutet ebenso, dass Personen die viele Levels positiv abgeschlossen haben eine gute Leistung im DCCS zeigten. Für den „Computed Score“ des Flanker gilt selbiger Zusammenhang, jedoch ist dieser nicht signifikant.

Für die Variable „MaxLevel“ des „Space Ranger Alien Quest“ ließen sich keine signifikanten Zusammenhänge mit den Tests zur Erfassung der EF ermitteln.

Insgesamt gesehen zeigen also alle drei eingesetzten Verfahren zur Erfassung der Exekutiven Funktionen Zusammenhänge mit dem „Space Ranger Alien Quest“. Aus Korrelationen lassen sich nur eingeschränkte Rückschlüsse über die Kausalität der Zusammenhänge ziehen. Die Ergebnisse können jedoch dahingehend interpretiert werden, dass durch das „Space Ranger Alien Quest“, ähnliche Fähigkeiten angesprochen werden, wie sie in den eingesetzten Testverfahren gemessen werden. Die höchsten Korrelationen zeigen sich bei den Variablen des Flankers. Dies lässt darauf schließen, dass besonders die Inhibition eine Fähigkeit zu sein scheint, welche auch im Computerspiel gefordert wird.

10.1.2 Analyse der Versuchsgruppe

Im Folgenden wird beschrieben ob sich die Versuchspersonen im Spielverlauf verbessert haben. Als Grundlage dient der Vergleich der aufgezeichneten Spieldaten „Aliens Hit“ und „Overall Precision“ des ersten Levels im ersten Versuch mit eben diesen Spieldaten des ersten Levels nachdem das „Space Ranger Alien Quest“ einmal komplett durchgespielt wurde. Die Stichprobengröße verringert sich hierbei auf nur mehr 11 Personen, da nicht alle Versuchspersonen das komplette Spiel im Trainingsverlauf durchgespielt haben. Geprüft wurde mittels Wilcoxon Rang-Test (da die Voraussetzung der Normalverteilung nicht angenommen werden kann).

Tabelle 23: U-Test der getroffenen Aliens und der Zielgenauigkeit des ersten Levels in beiden Durchgängen

Space Ranger Alien Quest	T-Wert	Sig.
„AliensHit“	-1,892	,058
„OverallPrecision“	-2,320	,02

Dies bedeutet, dass sich die Testpersonen in der „Overall Precision“ im ersten Level nach positiver Absolvierung der vorangegangenen Level signifikant von der „Overall Precision“ im ersten Level im aller ersten Versuch unterscheiden. Für „Aliens Hit“ kann dieser Unterschied gerade nicht signifikant erfasst werden. Dies bedeutet, dass sich die Testpersonen in ihrer Zielgenauigkeit im Trainingsverlauf verbessert haben. Ob dies darüber hinaus auch für die Exekutiven Funktionen gilt, wird nun im Folgenden analysiert. Dies wird in einem ersten Analyseschritt ohne Einbezug der Kontrollgruppe vorgenommen. Der Vergleich über die Testzeitpunkte wurde mittels Wilcoxon Rang-Test für verbundene Stichproben überprüft, wenn die Voraussetzung der Normalverteilung nicht zu beiden Testzeitpunkten angenommen werden konnte. Falls die Normalverteilung als gegeben gesehen werden konnte, wurde der T-Test für abhängige Stichproben vorgenommen.

Die Testleistungen im DCCS, Flanker und Corsi-BlockTapping zum ersten und zweiten Messzeitpunkt bilden die zu vergleichenden Stichprobenpaare.

- o Corsi

Der T-Test für abhängige Stichproben ergab einen nicht signifikanten Wert von $p = ,266$ ($t = -1,618$; $df = 16$) für die Variable „Total Correct Trials“. Für die Variable „Total Score“

ebenso ein nicht signifikantes Ergebnis $p = ,125$ ($t=-1,152$; $df = 16$). Der Wilcoxon-Rang Test für verbundenen Stichproben ergab für die Variable „Block Span“ einen nicht signifikanten Wert von $p = ,277$ ($T=2$)

Das bedeutet, dass die Posttestleistungen der „Space Ranger Alien Quest“ – Gruppe im Corsi nicht signifikant besser waren als die Prätestleistungen.

○ *DCCS*

Der T-Test für abhängige Stichproben ergab einen nicht signifikanten Wert von $p = ,783$ ($t=-0,280$; $df=15$) für den „Reactiontime-Vector“ und einen ebenso nicht signifikanten Wert für den „Computed Score“ $p= ,414$ ($t=-0,841$; $df=15$).

Ein signifikanter Wert von $p = ,023$ ließ sich für den „ACC-Vector“ mithilfe des Wilcoxon-Rang Tests für verbundene Stichproben ermitteln.

Dies bedeutet, dass die Posttestleistungen der Alien Quest-Gruppe nur im ACC-Vector signifikant besser waren als die Prätestleistungen.

○ *Flanker*

Der T-Test für abhängige Stichproben ergab einen signifikanten Wert von $p=,018$ ($t=-2,844$; $df=16$) für den „Reactiontime-Vector“ und einen ebenso signifikanten Wert von $p=,012$ ($t=-2,642$; $df=16$) für den „Computed Score“. Der Wilcoxon-Rang Test für verbundene Stichproben ergab für den „ACC-Vector“ ein ebenso signifikantes Ergebnis mit $p=,027$.

Dies bedeutet, dass die Posttestleistung der „Space Ranger Alien Quest“-Gruppe signifikant besser waren als die Prätestleistungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Posttestleistungen im Corsi-Block-Tapping nicht signifikant von den Prätestleistungen unterscheiden. Dagegen gilt für den Flanker, dass die Testleistungen von Prä- und Posttest signifikant unterschiedlich sind. Weiterhin kann für den DCCS hinsichtlich der Variable „ACC-Vector“ eine signifikante Veränderung festgestellt werden.

10.1.3 Analyse unter Einbeziehung der Gruppenzugehörigkeit

Um die gefunden Veränderungen der Mittelwerte allein auf das Space Ranger Alien Quest

zurückführen zu können wurde jeweils eine Varianzanalyse für die Variablen der drei Tests DCCS, Flanker und Corsi zur Erfassung der Exekutiven Funktionen unter Einbezug der Kontrollgruppe vorgenommen.

Der pro Verfahren durchgeführte Levene-Test zur Überprüfung der Homogenität der Fehlervarianzen ergab folgende signifikante Ergebnisse: Corsi „Total Score“ ($F(1,32)=,892;p=,352$), Flanker „Computed Score“ ($F(1,32)=3,668;p=,064$) und DCCS „Computed Score“ ($F(1,31)=3,647;p=,065$).

Dies bedeutet, die Varianzen der Versuchs- und Kontrollgruppe sind bei allen Verfahren nicht gleich verteilt, was nur eine eingeschränkte Interpretation der Ergebnisse zulässt.

• CORSI

Tabelle 24: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim Corsi

Haupteffekte	F	Df	Signifikanz
Messzeitpunkt			
„Block Span“	1,263	1;32	,269
„Total Correct Trials“	3,969	1;32	,055
„Total Score“	1,454	1;32	,237
Gruppenzugehörigkeit			
„Block Span“	0,007	1;32	,936
„Total Correct Trials“	0,135	1;32	,716
„Total Score“	0,126	1;32	,725
Messzeitpunkt*Gruppenzugehörigkeit			
„Block Span“	0,140	1;32	,710
„Total Correct Trials“	0,414	1;32	,511
„Total Score“	0,418	1;32	,523

• Flanker

Tabelle 25: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim Flanker

Haupteffekte	F	Df	Signifikanz
Messzeitpunkt			
„ACC-Vector“	11,776	1;32	,002
„Reactiontime-Vector“	14,921	1;32	,001
„Computed Score“	18,310	1;32	<,001
Gruppenzugehörigkeit			
„ACC-Vector“	18,31	1;32	,374
„Reactiontime-Vector“	0,407	1;32	,936
„Computed Score“	0,473	1;32	,497
Messzeitpunkt*Gruppenzugehörigkeit			
„ACC-Vector“	0,265	1;32	,610
„Reactiontime-Vector“	0,774	1;32	,385
„Computed Score“	0,814	1;32	,374

- DCCS

Tabelle 26: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim DCCS

Haupteffekte	F	Df	Signifikanz
<i>Messzeitpunkt</i>			
„ACC-Vector“	12,002	1;31	,002
„Reactiontime-Vector“	0,324	1;31	,573
„Computed Score“	3,281	1;31	,080
<i>Gruppenzugehörigkeit</i>			
„Acc-Vector“	2,880	1;31	,100
„Reactiontime-Vector“	1,074	1;31	,308
„Computed Score“	1,714	1;31	,200
<i>Messzeitpunkt*Gruppenzugehörigkeit</i>			
„ACC-Vector“	0,350	1;31	,558
„Reactiontime-Vector“	0,009	1;31	,924
„Computed Score“	0,096	1;31	,759

Das bedeutet, dass die Leistungen der Prä- und Posttestleistungen der Versuchs- und Kontrollgruppe sich in keinem der Verfahren Corsi, Flanker oder DCCS signifikant voneinander unterscheiden.

Um etwaige entstandene Verbesserungen der Versuchs- gegenüber der Kontrollgruppe von Personen mit besonders guten bzw. schlechten Leistungen in den Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen (Corsi, Flanker, DCCS) zu ermitteln, wurde jeweils ein Mediansplit durchgeführt. Anschließend wurde erneut eine Varianzanalysen durchgeführt.

Die Mittelwerte der verschiedenen Gruppen zu den zwei Testzeitpunkten werden in folgenden Tabellen getrennt für Versuchs- und Kontrollgruppe dargestellt.

Folgende Tabelle fasst die Mittelwerte des Corsi zusammen:

Tabelle 27: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim Corsi

Mediansplit	Gruppe MW,SD, N	Corsi „Total Score“-Prätestung	Corsi „Total Score“-Posttestung
	KG		
	MW	10,67	20,17
	Standardabweichung	6,121	14,784
	N	6	6
Versuchspersonen unterhalb des Medians	VG		
	MW	14,56	24,78
	Standardabweichung	6,346	10,414
	N	9	9
	Insgesamt		
	MW	13,00	22,93
	Standardabweichung	6,346	12,062
	N	15	15

	KG		
	MW	41,82	39,27
	Standardabweichung	18,093	11,490
	N	11	11
Versuchspersonen oberhalb des Medians	VG		
	MW	40,88	41,38
	Standardabweichung	13,054	21,527
	N	8	8
	Insgesamt		
	MW	41,42	40,16
	Standardabweichung	15,760	15,959
	N	19	19

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass sich zwar für die Personen die unterhalb des Median liegen eine signifikante Veränderung zwischen Prä- und Posttestung erkennen lässt ($F(1,13)=13,885, p=,003$) betrachtet man allerdings den Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ist keine signifikant unterschiedliche Leistungssteigerung zu verzeichnen. ($F(1,13)=0,019, p=,894$)

Für Personen oberhalb des Median ist weder durch den Testzeitpunkt eine signifikante Veränderung zu erkennen ($F(1,17)=,042; p=,840$) noch zeigt sich der Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe signifikant. ($F(1,17)=0,093; p=,764$)

Folgende Tabelle fasst die Ergebnisse des DCCS zusammen:

Tabelle 28: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim DCCS

Mediansplit	Gruppe MW,SD, N	DCCS „Computed Prätestung	Score“-	DCCS „Computed Posttestung	Score“-
	KG				
	MW	5,583		6,274	
	Standardabweichung	1,907		1,607	
	N	11		11	
Versuchspersonen unterhalb des Medians	VG				
	MW	6,671		7,249	
	Standardabweichung	1,363		1,394	
	N	11		11	
	Insgesamt				
	MW	6,127		6,762	
	Standardabweichung	1,711		1,551	
	N	22		22	
	KG				
	MW	8,364		8,337	
	Standardabweichung	0,307		0,799	
	N	6		6	
Versuchspersonen oberhalb des Medians	VG				
	MW	8,826		8,548	
	Standardabweichung	0,307		0,735	
	N	5		5	
	Insgesamt				
	MW	8,574		8,432	
	Standardabweichung	0,379		0,740	
	N	11		11	

Auch hier zeigt die Varianzanalyse eine signifikante Veränderung über die beiden Testzeitpunkte für jene Personen die unterhalb des Median liegen. ($F(1,20)=4,433$, $p=,037$) Dieser Unterschied ist jedoch unter dem Einfluss der Gruppe nicht mehr signifikant. ($F(1,20)=0,04$; $p=,843$)

Für Personen oberhalb des Medians zeigen sich weder im Faktor Testzeitpunkt ($F(1,9)=0,616$; $p=,453$) noch im Faktor Testzeitpunkt*Gruppe ($F(1,9)=0,416$; $p=,535$) signifikante Unterschiede.

Folgende Tabelle fasst die Ergebnisse des Flanker zusammen:

Tabelle 29: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim Flanker

Mediansplit	Gruppe MW,SD, N	Flanker „Computed Prätestung	Flanker „Computed Posttestung	Score“- Score“-
Versuchspersonen unterhalb des Medians	KG			
	MW	5,201	6,047	
	Standardabweichung	1,234	1,454	
	N	8	8	
	VG			
	MW	6,049	7,391	
	Standardabweichung	1,435	0,777	
	N	8	8	
	Insgesamt			
	MW	5,625	6,718	
	Standardabweichung	1,365	1,323	
	N	16	16	
Versuchspersonen oberhalb des Medians	KG			
	MW	8,775	9,039	
	Standardabweichung	0,587	0,750	
	N	9	9	
	VG			
	MW	8,477	8,841	
	Standardabweichung	0,576	0,713	
	N	9	9	
	Insgesamt			
	MW	8,626	8,939	
	Standardabweichung	0,585	0,718	
	N	18	18	

Die Varianzanalyse ohne Mediansplit zeigt bereits signifikante Veränderungen zwischen den beiden Testzeitpunkten ohne den Einfluss der Gruppenzugehörigkeit im Flanker an. Dies zeigt sich nun auch im Vergleich von Personen die unterhalb des Medians liegen ($F(1,14)=15,341$; $p=,002$) als auch für Personen die oberhalb des Medians liegen ($F(1,16)=6,167$; $p=,024$). Der Faktor Testzeitpunkt*Gruppe liefert jedoch auch hier wiederum keine signifikanten Veränderung sowohl für Personen unterhalb des Medians ($F(1,14)=,790$; $p=,389$) als auch für Personen oberhalb des Medians ($F(1,16)=0,159$; $p=,695$).

10.1.4 Zusammenhang zwischen den einzelnen Komponenten der Exekutiven Funktionen

Zur Überprüfung der Annahme, dass die drei Komponenten Inhibition, Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität den theoretisch postulierten Zusammenhang aufweisen, werden den Voraussetzungen entsprechende Korrelationen hinsichtlich der verschiedenen Variablen der Testverfahren Flanker, Corsi-Block-Tapping und DCCS vorgenommen.

Signifikante Korrelationen werden in folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 30: Korrelationen aller Verfahren zur Erfassung der EF

	Corsi „Block Span“ (nicht normalverteilt)	Corsi „Total Correct Trials“	Corsi „Total Score“
DCCS			
„ACC-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,397	,379	,390
Sign. (2-seitig)	,030	,030	,025
N	33	33	33
DCCS			
„Computed-Score“			
Korrelationskoeffizient	,626	,626	,644
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	33	33	33
DCCS			
„Reactiontime-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,602	,686	,613
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	33	33	33
Flanker			
„ACC-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,670	,747	,738
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	34	34	34
Flanker			
„Computed-Score“			
Korrelationskoeffizient	,649	,772	,750
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	34	34	34
Flanker			
„Reactiontime-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,633	,769	,665
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	34	34	34

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Variablen des Corsi und den Variablen des Flanker und DCCS gibt.

Tabelle 31: Korrelationen zwischen DCCS und Flanker

	Flanker „ACC-Vector“	Flanker „Computed-Score“	Flanker „Reactiontime-Vector“
DCCS			
„ACC-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,553	,780	,402
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	,021
N	33	33	33
DCCS			
„Computed Score“			
Korrelationskoeffizient	,647	,672	,682
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	33	33	33
DCCS			
„Reactiontime-Vector“			
Korrelationskoeffizient	,614	,693	,741
Sign. (2-seitig)	<,001	<,001	<,001
N	33	33	33

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es mittelstarke bis starke Zusammenhänge zwischen den Variablen der Verfahren DCCS und Flanker gibt.

Um heraus zu finden ob allen drei Variablen eine latente Dimension zugrunde liegt, wurde eine Hauptachsenfaktorenanalyse durchgeführt, da die Voraussetzungen für eine multivariate Faktorenanalyse als nicht gegeben erachtet werden. Als Variablen wurden der „Computed Score“ von Flanker und DCCS und der „Total Score“ des Corsi in die Berechnungen mit einbezogen.

Der Screeplot weist auf eine Einfaktorenlösung hin:

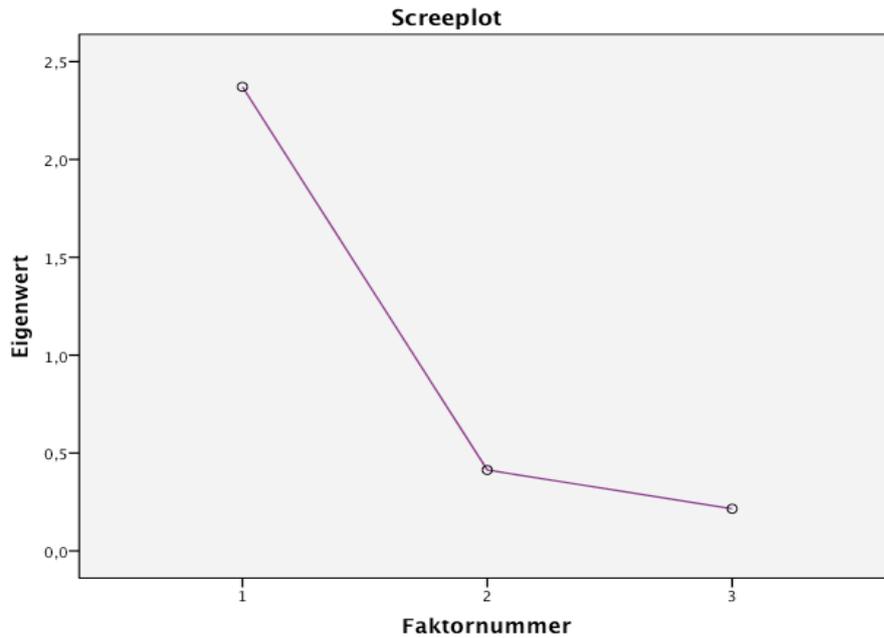


Abbildung 5: Screeplot der Hauptfaktorenanalyse

Die Faktorenmatrix stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 32: Faktorenmatrix

	Faktor 1
Corsi	
„Total Score“	,728
DCCS	
„Computed Score“	,825
Flanker	
„Computed Score“	,935

Extraktionsmethode: Hauptachsen-Faktorenanalyse

Die Ergebnisse zeigen, dass für alle drei Tests signifikante Zusammenhänge bestehen. Darüber hinaus legt die Faktorenanalyse die Vermutung nahe, dass die drei Verfahren eine gemeinsame latente Dimension erfassen. Hieraus kann geschlossen werden, dass alle drei Komponenten der latenten Dimension der Exekutiven Funktionen, die in vorliegender Studie mithilfe der drei Tests erfasst wurden, zugrunde liegen.

10.2 Trainingsevaluation und Exekutive Funktionen mit verbundenen psychologischen Konstrukten

10.2.1 *Emotionsverständnis* im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen

Die Überprüfung dieses Zusammenhangs erfolgte aufgrund der fehlenden Normalverteilung anhand des parameterfreien Korrelationsverfahrens nach Spearman. Es wurden die Zusammenhänge zwischen den Testleistungen im Dimensional Change Card Sorting, Corsi Block Tapping und Flanker mit denen des Test of Emotion Comprehension wie in Tabelle 33 abgebildet erfasst.

Tabelle 33: Korrelationen des TEC mit den Tests zu Erfassung Exekutiver Funktionen

	Corsi Total Score	Flanker Computed Score	DCCS Computed Score
Test of Emotion Comprehension			
Korrelationskoeffizient	,601	,629	,644
Sign. (2-seitig)	,000**	,000**	,000**
N	34	34	33

**Signifikanzniveau kleiner als $p=0.01$

Bei der gegebenen Stichprobengröße sind die vorliegenden Korrelationen als signifikant und als hohe Zusammenhänge zu interpretieren. Es zeigt sich demnach ein Zusammenhang zwischen dem Test zum *Emotionsverständnis* und den einzelnen Verfahren zur Testung der Exekutiven Funktionen.

10.2.2 *Emotionsverständnis* im Zusammenhang mit Emotionsbewusstsein

Um auf diesen Zusammenhang detaillierter eingehen zu können, wurde zunächst die Übereinstimmung zwischen den Einschätzungen des Emotionsbewusstseins durch die Untersuchungsteilnehmer mit denen ihrer Lehrer geprüft. Aufgrund der gegebenen Normalverteilung wurde eine Korrelation nach Pearson zwischen der Summe der Lehrer- und der Jugend-Version EAQ berechnet. Der Korrelationskoeffizient beträgt ,38 ($p= 0,049$; $N=27$) und kann nur als mittlerer Zusammenhang zwischen den beiden Versionen interpretiert werden. Dies bedeutet, dass die Lehrer das *Emotionsbewusstsein* der Untersuchungsteilnehmer anders einschätzen als die Probanden sich selbst.

Folgend kann auf den Zusammenhang zwischen dem *Emotionsverständnis* und dem *Emotionsbewusstsein* eingegangen werden. Aufgrund der nicht gegebenen

Normalverteilung des TECs, wurde dieser Zusammenhang mittels einer Spearman's Rho Korrelation überprüft.

Weder die Jugend-Version ($r=-,237$; $p=0,235$), noch die Lehrer-Version ($r=,059$; $p=0,742$) zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit den Leistungen im TEC.

10.2.3 Emotionsbewusstsein im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen

Die Ergebnisse der Jugend- und Lehrer- Version des EAQs wurde mittels einer Korrelation nach Pearson mit dem Corsi Total Score und anhand von Korrelationen nach Spearman's Rho mit dem Computed Score des Flankers und des DCCS' verglichen.

Es zeigen sich keine signifikanten Korrelationen ($p>0,05$) zwischen beiden Versionen des EAQs und den Test der Exekutiven Funktionen (Vgl. Tabelle 34)

Tabelle 34: Korrelationen zwischen beiden Versionen des EAQ und den Tests zur Erfassung Exekutiver Funktionen

	Corsi Total Score	Flanker Computed Score	DCCS Computed Score
EAQ T			
Korrelationskoeffizient	,039	,125	,137
Sign. (2-seitig)	,826	,482	,447
N	34	34	33
EAQ Y			
Korrelationskoeffizient	-,142	-,249	-,285
Sign. (2-seitig)	,481	,210	,150
N	27	27	27

10.2.4 Klinische Auffälligkeiten im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen

Diese Fragestellung wurde je nach gegebenen Voraussetzungen mittels Korrelationen nach Pearson beziehungsweise Spearmans Rho berechnet. Aufgrund der höheren Detailliertheit werden die Ergebnisse der Langfragebogens in der Teacher Report Form (TRF) (zur Beurteilung der klinischen Auffälligkeiten bei Kindern) und der Adult Behavior Check List (ABCL) (zur Beurteilung bei Erwachsenen) dem Brief Monitor Problem Fragebogen vorgezogen und deren Zusammenhang mit den Tests zu den Exekutiven Funktionen erfasst. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen wird im Folgenden lediglich auf Subskalen mit einem Korrelationskoeffizienten über ,50 eingegangen. Hierbei werden der ABCL und der TRF getrennt voneinander betrachtet.

Tabelle 35: Korrelationskoeffizienten über ,50 zwischen dem ABCL und den Tests zur Erfassung der EF

	Corsi Total Score	Flanker Computed Score	DCCS Computed Score
ABCL Internalizing			
Korrelationskoeffizient	,074	,459	,388
Sign. (2-seitig)	,809	,115	,190
N	13	13	13
<i>Anxious Depressed</i>			
Korrelationskoeffizient	,346	,474	,674
Sign. (2-seitig)	,248	,102	,012*
N	13	13	13
ABCL Externalizing Problems			
Korrelationskoeffizient	-,600	-,330	-,451
Sign. (2-seitig)	,030*	,270	,122
N	13	13	13
<i>Rule Breaking Behavior</i>			
Korrelationskoeffizient	-,623	-,505	-,601
Sign. (2-seitig)	,023*	,078	,030*
N	13	13	13
ABCL Attention Problems			
Korrelationskoeffizient	-,652	-,060	-,188
Sign. (2-seitig)	,016*	,846	,539
N	13	13	13
ABCL Total Problems			
Korrelationskoeffizient	-,529	,003	-,304
Sign. (2-seitig)	,063	,991	,313
N	13	13	13
ABCL ADH Problems			
Korrelationskoeffizient	-,568	-,205	-,340
Sign. (2-seitig)	,043*	,502	,255
N	13	13	13
ABCL Antisocial Personality Problems			
Korrelationskoeffizient	-,683	-,503	-,610
Sign. (2-seitig)	,010*	,080	,027*
N	13	13	13
ABCL Inattention			
Korrelationskoeffizient	-,627	-,303	-,358
Sign. (2-seitig)	,022*	,314	,229
N	13	13	13

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$

Corsi und ABCL

Es zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen den Testleistungen im Corsi und den „Total Problems“ des ABCLs ($r=-,529^*$ $p=,063$).

Die Skala „Externalizing“ korreliert mit einem Koeffizienten von $-.600^*$ und $p=.030$ mit dem „Total Score“ des Corsi, was sich ebenfalls in der externalisierenden Syndromskala „Rule Breaking Behavior“ ($r=-.623^*$ und $p=.023$) zeigt.

Der Zusammenhang zwischen den „Attention Problems“ und dem Corsi „Total Score“ ist signifikant ($r=-.652$ $p=.016$).

Es zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen den Testleistungen im Corsi und den „Total Problems“ des ABCLs ($r=-.529^*$ $p=.063$).

Die am DSM orientierten Skalen „ADH Problems“ ($r=-.568^*$ $p=.043$), „Antisocial Personality“ Problems ($r=-.521^*$ $p=.016$) und „Inattention“ ($r=-.672$; $p=.022$) korrelieren negativ und signifikant mit den Testleistungen.

Die negativen Korrelationen bedeuten, dass eine höhere Testleistung mit schwächeren Ausprägungen in den jeweiligen Skalen zusammen hängen, sowie schlechtere Testleistungen mit schwächeren Ausprägungen.

Flanker und ABCL

Die Skala „Externalizing“ zeigt keine Korrelationen über 0,5 mit dem „Computed Score“ des Flankers (vgl. Tabelle 35), die externalisierende Syndromskala „Rule Breaking Behavior“ zeigt jedoch einen Korrelationskoeffizienten von $-.505$ mit $p=.078$. Dieser Wert beschreibt einen mittleren negativen Zusammenhang zwischen den Ausprägungen der Kategorie und den Testleistungen im Flanker.

Die am DSM orientierte Skala „Antisocial Personality Problems“ zeigt einen mittelhohen Zusammenhang ($r=-.503$; $p=0,80$) mit dem „Computed Score“.

DCCS und ABCL

Der DCCS korreliert mit keiner der Skalen „Internalizing“ oder „Externalizing“ signifikant, jedoch mit den Syndromskalen „Anxious Depressed“ ($r=.674$ $p=.012$) und „Rule Breaking Behavior“ ($r=-.601$ $p=.030$).

Des Weiteren zeigt sich ein Korrelationskoeffizient von $-.610$ mit $p=.027$ zwischen den Testleistungen im DCCS und den Einschätzungen in der DSM orientierten Skala „Antisocial Personality Problems“.

Gute Testleistungen gehen also mit höheren Ausprägungen der Syndromskalen „Anxious Depressed“ und „Rule Breaking Behavior“, sowie mit schwächeren Ausprägungen der Skala „Antisocial Personality Problems“ (und umgekehrt).

Tabelle 36: Korrelationskoeffizienten über ,50 zwischen TRF und den Tests zu Erfassung der EF

	Corsi Score	Total	Flanker Computed Score	DCCS Computed Score
TRF Thought Problems				
Korrelationskoeffizient	-,369		-,539	-,479
Sign. (2-seitig)	,100		,012*	,032*
N	21		21	20
TRF Attention Problems				
Korrelationskoeffizient	-,410		-,521	-,455
Sign. (2-seitig)	,065		,016*	,044*
N	21		21	20
TRF Inattention				
Korrelationskoeffizient	-,393		-,469	-,569
Sign. (2-seitig)	,078		,032*	,009*
N	21		21	20

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$

Im Folgenden wird auf die in Tabelle 36 dargestellten Zusammenhänge der Leistungen in den Tests zu Erfassung Exekutiver Funktionen mit den Einschätzungen in der Teacher Report Form eingegangen.

Corsi und TRF

Es zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Corsi „Total Score“ und dem TRF.

Flanker und TRF

Es zeigen sich mittlere bis hohe negative Korrelationen nach Spearmans Rho zwischen den Testleistungen im Flanker und den Syndromskalen „Thought Problems“ ($r=-,539$; $p=,012$), „Attention Problems“ ($r=-,455$; $p=,044$) und „Inattention“ ($r=-,569$; $p=,009$). Bessere Testleistungen korrelieren demnach mit schwächeren Ausprägungen in diesen Kategorie, beziehungsweise schlechter Leistungen mit stärkeren.

DCCS und TRF

Es zeigen sich mittlere bis hohe negative Korrelationen nach Spearmans Rho zwischen den Testleistungen im DCCS und den Syndromskalen „Thought Problems“ ($r=-,479$; $p=,032$), „Attention Problems“ ($r=-,521$; $p=,016$) und „Inattention“ ($r=-,469$; $p=,032$). Bessere Testleistungen korrelieren demnach mit schwächeren Ausprägungen in diesen Kategorie, beziehungsweise schlechter Leistungen mit stärkeren.

10.2.5 Theory of Mind im Zusammenhang mit Exekutiven Funktionen

Die folgenden Korrelationen wurden aufgrund fehlender Normalverteilung mittels Spearman's Rho Korrelationen überprüft.

Es zeigt sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang zwischen den Einschätzungen der Theory of Mind und den Ergebnissen des DCCS'. Die Ergebnisse des Flankers und des Corsis korrelieren nicht signifikant mit den Einschätzungen der Theory of Mind (Tabelle 37). Für den Corsi Total Score wurden die Korrelationen nach Pearson berechnet, für den Flanker und den DCCS nach Spearman's Rho.

Tabelle 37: Korrelationen zwischen dem ToMI und den Tests zu Erfassung exekutiver Funktionen

	Corsi Total Score	Flanker Computed Score	DCCS Computed Score
ToMI			
Korrelationskoeffizient	,279	,310	,395
Sign. (2-seitig)	,110	,074	,023*
N	34	34	33

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$

10.2.6 Theory of Mind im Zusammenhang mit Emotionsverständnis und Emotionsbewusstsein

Aufgrund der fehlenden Normalverteilung im Test of Emotion Comprehension wird der Korrelationskoeffizient nach Spearman's Rho berechnet. Die Einschätzungen der Theory of Mind korrelieren nicht signifikant mit den Ergebnisse des Test of Emotion Comprehension, der das *Emotionsverständnis* misst ($r=0,311$; $p=0,073$).

Diese Hypothese, ob die Theory of Mind im Zusammenhang mit dem *Emotionsbewusstsein* steht, wird anhand von Pearson's Korrelationen überprüft. Weder die Jugend-Version ($r=-,149$; $p=0,458$), noch die Lehrer-Version ($r=,158$; $p=0,368$) zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit den Einschätzungen im Emotion Awareness Questionnaire.

10.2.7 Trainingsevaluations in Bezug auf Emotionsverständnis

Zur Überprüfung der Annahme, dass das „Space Ranger Alien Quest“ einen signifikant stärkeren Einfluss auf das Emotionsverständnis als ein kommerzielles Computerspiel hat,

wurde eine MIXED Anova berechnet. Die Ergebnisse des Testverfahrens *Test of Emotion Comprehension* stellen die abhängige Variablen dar und die Gruppenzugehörigkeit den Zwischensubjektfaktor.

Das signifikante Ergebnis ($F(1,32)= 4,342$; $p=,045$) im Levene's Test lässt folgern, dass die Varianzen der Gruppen nicht homogen sind und die Ergebnisse der MIXED Anova somit nur eingeschränkt interpretierbar sind.

In Tabelle 38 sind die Mittelwerte der Testleistungen zum Prä-, sowie zum Posttestzeitpunkt abgebildet, sowie der Einfluss der Haupteffekte und deren Interaktionen auf die abhängigen Variablen mit den entsprechenden Prüfstatistiken und der Signifikanz der Ergebnisse. Im Folgenden wird auf die Ergebnisse genauer eingegangen.

Tabelle 38: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim TEC

		Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
Test	Zeitpunkt	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
TEC	Prätest	6,35 (1,824)	6,71 (1,263)	6,00 (2,236)
	Posttest	7,32 (1,451)	7,47 (1,419)	7,18 (1,510)
Haupteffekte	F	Df 1	Df 2	Signifikanz
Messzeitpunkt	15,641	1	32	,000**
Gruppenzugehörigkeit	,961	1	32	,334
Messzeitpunkt*	,704	1	32	,408
Gruppenzugehörigkeit				

*signifikant **Signifikanzniveau kleiner als $p=0.01$

Haupteffekt Messzeitpunkt

Der Haupteffekt des Messzeitpunkts auf die abhängige Variable Testleistung ist signifikant ($p<0,01$), was bedeutet, dass sich die Testleistung in der gesamten Gruppe zwischen dem ersten und dem zweiten Testzeitpunkt signifikant verändert haben. Die Mittelwerte in Tabelle 38 zeigen eine Verbesserung der Leistungen, welche graphisch in Abbildung 6 dargestellt ist.

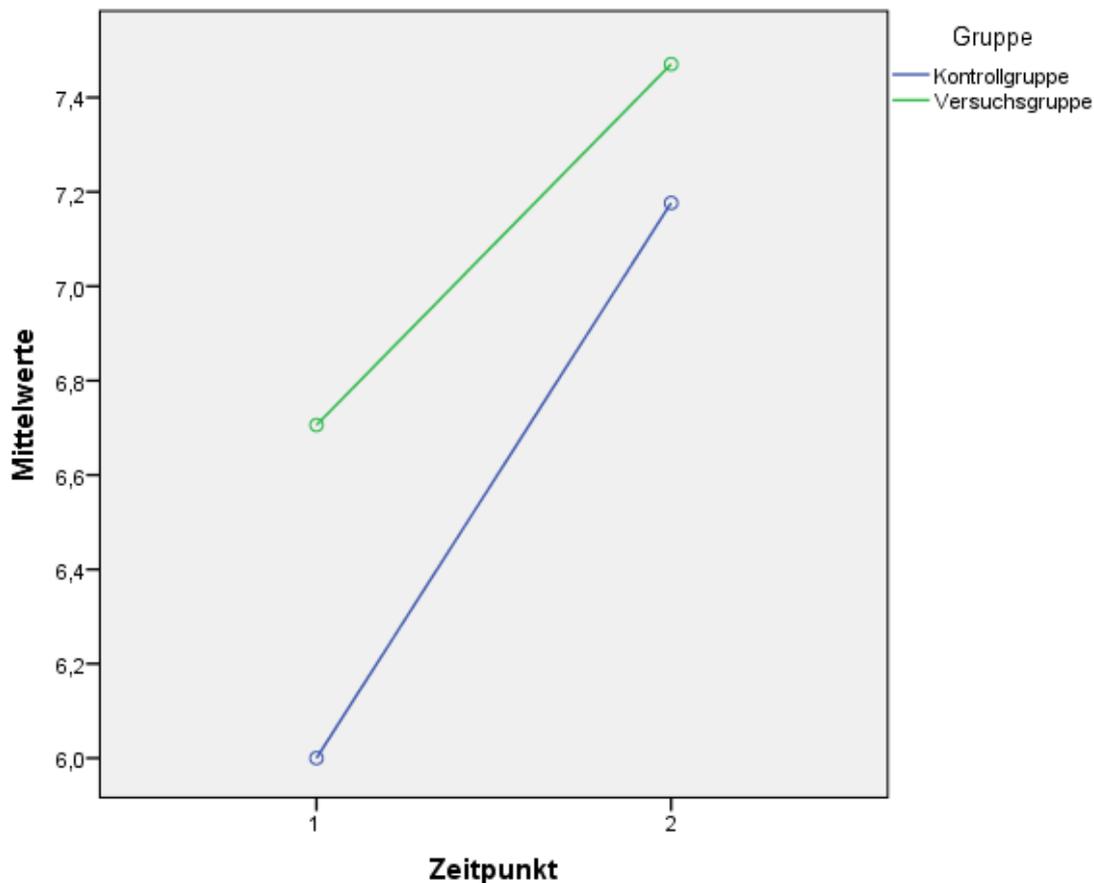


Abbildung 6: Mittelwerte beider Gruppen in der Prä- und Posttestung im TEC

Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit

Die Gruppenzugehörigkeit hat signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable ($p > 0,05$).

Die Testleistungen unterscheiden sich also zwischen den Gruppen nicht.

Haupteffekt der Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit

Der nicht signifikante Wert des Interaktionseffektes bedeutet, dass sich die Versuchs- und Kontrollgruppe in ihrer Veränderung der Testleistungen zwischen den beiden Messzeitpunkten nicht unterscheiden. Das bedeutet, dass die Gruppen sich unabhängig davon, ob die das Training oder das Kontrollspiel vorgegeben bekamen, verbessern.

10.2.8 Trainingsevaluation in Bezug auf *Emotionsbewusstsein*

Anhand einer MIXED Anova wurde inferenzstatistisch überprüft, ob die Gruppenzugehörigkeit („Space Ranger Alien Quest“) als Zwischensubjektfaktor einen Einfluss auf die abhängigen Variablen (die Einschätzungen im Emotion Awareness Questionnaire) hat.

Der Levene's Test zeigt nicht signifikante Ergebnisse in allen drei Versionen (Teacher: $F(1,32)=,020$ $p= ,889$; Youth $F(1,25)=3,88$; $p= ,060$) und somit Homogenität in den Varianzen der beiden Gruppen.

Die Mittelwerte aller Ergebnisse zum Prä-, sowie zum Posttestzeitpunkt werden in Tabelle 39 angegeben. Außerdem zeigt die Tabelle die Haupt- und Interaktionseffekte mit den Prüfstatistiken und Signifikanzen, die im Folgenden näher erklärt werden.

Tabelle 39: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim EAQ

			Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	
Test		Zeitpunkt	MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)	
EAQ	Lehrer	Prätest	24,88(7,14)	24,12(7,60)	25,65(6,81)	
	Kinder		28,22 (6,72)	28,69(8,44)	27,79(4,92)	
	Lehrer	Posttest	24,32(6,26)	22,65 (5,62)	26,00 (6,57)	
	Kinder		26,07(9,77)	24,92 (11,32)	27,14(8,37)	
Haupteffekte			F	Df 1	Df 2	Signifikanz
Messzeitpunkt	Lehrer		,339	1	32	,564
	Kinder		2,159	1	25	,154
Gruppenzugehörigkeit	Lehrer		1,375	1	32	,250
	Kinder		,051	1	25	,823
Messzeitpunkt*	Lehrer		,903	1	32	,349
Gruppenzugehörigkeit	Kinder		1,084	1	25	,308

Haupteffekt Messzeitpunkt

Weder in der Lehrer-, noch in der Kinderversion des EAQs verändern sich die Ergebnisse signifikant zwischen den beiden Zeitpunkten.

Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit

Es gibt in beiden Versionen des EAQs keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Gruppen.

Haupteffekt der Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit

Die Interaktion der beiden unabhängigen Variablen Messzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit hat keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse in beiden Gruppen. Dies bedeutet, dass die Einschätzungen des *Emotionsbewusstseins* sich innerhalb der Untersuchung nicht signifikant verändert haben.

10.2.9 Trainingsevaluation in Bezug auf klinischen Auffälligkeiten

Zunächst soll überprüft werden, wie die Einschätzungen der klinischen Auffälligkeiten in der Lehrer- Jugend- und Eltern- Version übereinstimmen. Diese Hypothese wurde je nach gegebenen Voraussetzungen mittels Korrelationen nach Pearson, bzw. Spearman's Rho überprüft.

- o Brief Problem Monitor Eltern (BPM-P) – Lehrer (BPM-T)

Es zeigten sich signifikante, hohe Zusammenhänge zwischen der Lehrer- und der Eltern Version in den Komponenten „Externalisierend“ ($r=,563$, $p= 0,001$) und „Aufmerksamkeit“ ($r=,507$, $p=0,003$), nicht jedoch in der Komponenten „Internalisierend“ und dem „Total Score“ (Tabelle 40).

Tabelle 40: Korrelationen zwischen der Eltern- und Lehrerversion des BPM

	BPM-P Internalisierend	BPM-P Externalisierend	BPM-P Aufmerksamkeit	BPM-P Total Score
BPM-T				
Internalisierend				
Korrelationskoeffizient	,169	----	----	----
Sign. (2-seitig)	,356			
N	32			
BPM-T				
Externalisierend				
Korrelationskoeffizient	----	,563	----	----
Sign. (2-seitig)		,001**		
N		33		
BPM-T				
Aufmerksamkeit				
Korrelationskoeffizient	----	----	,507	----
Sign. (2-seitig)			,003*	
N			33	
BPM-T				
Total Score				
Korrelationskoeffizient	----	----	----	,296
Sign. (2-seitig)				,100
N				32

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$ ** signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,01$

- Brief Problem Monitor Eltern (BPM-P) – Jugend (BPM-Y)

Lediglich in der Komponente „Externalisierend“ ($r=,630$, $p= 0,00$) zeigt sich eine hohe Korrelation zwischen der Eltern- und der Jugend- Version des BPM (Tabelle 41).

Tabelle 41: Korrelationen zwischen der Eltern- und Jugendversion des BPM

	BPM-P Internalisierend	BPM-P Externalisierend	BPM-P Aufmerksamkeit	BPM-P Total Score
BPM-Y Internalisierend				
Korrelationskoeffizient	,198	----	----	----
Sign. (2-seitig)	,313			
N	28			
BPM-Y Externalisierend				
Korrelationskoeffizient	----	,630	----	----
Sign. (2-seitig)		,000**		
N		28		
BPM-Y Aufmerksamkeit				
Korrelationskoeffizient	----	----	,139	----
Sign. (2-seitig)			,481	
N			28	
BPM-Y Total Score				
Korrelationskoeffizient	----	----	----	,324
Sign. (2-seitig)				,093
N				28

** signifikant bei einem Signifikanzniveau kleiner als $p=0.01$

- Brief Problem Monitor Lehrer (BPM-T) – Jugend (BPM-Y)

Zwischen der Lehrer und der Jugend-Version des BPMs gibt es einen mittleren, signifikanten Zusammenhang in der Komponente „Externalisierend“ ($r=,456$, $p=0,013$) (Vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42: Korrelationen zwischen der Jugend- und Lehrerversion des BPM

	BPM-T Internalisierend	BPM-T Externalisierend	BPM-T Aufmerksamkeit	BPM-T Total Score
BPM-Y Internalisierend				
Korrelationskoeffizient	,091	----	----	----
Sign. (2-seitig)	,639			
N	29			
BPM-Y Externalisierend				
Korrelationskoeffizient	----	,456	----	----
Sign. (2-seitig)		,013*		
N		29		

BPM-Y				
Aufmerksamkeit				
Korrelationskoeffizient	----	----	-,049	----
Sign. (2-seitig)			,799	
N			29	
BPM-Y				
Total Score				
Korrelationskoeffizient	----	----	----	,010
Sign. (2-seitig)				,961
N				29

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$

Die Komponente „Externalisierend“ wird im Vergleich aller drei Versionen ähnlich eingeschätzt, sowie die Komponenten „Aufmerksamkeit“ beim Vergleich zwischen der Eltern- und Lehrer- Version. Alle weiteren Vergleiche zeigen kaum bzw. geringe Übereinstimmungen.

Um nun inferenzstatistisch zu überprüfen, ob das „Space Ranger Alien Quest“ einen Einfluss auf die klinischen Auffälligkeiten hat, bedarf es einer MIXED Anova, bei der die Ergebnisse der Fragebogens Brief Monitor Problem die abhängigen Variablen darstellen und der Zwischensubjektfaktor die Gruppenzugehörigkeit. Dieses Verfahren testet auf einen Unterschied in den Ergebnissen zwischen den zwei Testzeitpunkten und im Hinblick auf den Einfluss der Gruppenzugehörigkeit

Der Levene's Test zeigt nicht signifikante Ergebnisse in allen drei Versionen (Parent: $F(1,29)=1,547$ $p=,224$; Teacher: $F(1,32)=,042$ $p=,839$; Youth: $F(1,27)=,047$ $p=,831$), was bedeutet, dass die Varianzen in der Eltern- und Lehrer-Version für beide Versuchsbedingungen homogen sind, allerdings nicht in der Jugend-Version, weshalb die Ergebnisse nur eingeschränkt interpretierbar sind.

Die Tabelle 43 zeigt die Mittelwerte aller Ergebnisse zum ersten und zum zweiten Testzeitpunkt, sowie der Ergebnisse, Prüfstatistiken und Signifikanzen der Haupteffekte und der Interaktion, welche folgend näher besprochen werden.

Tabelle 43: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim BPM

Test	Zeitpunkt	Gesamt	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
		MW (SD)	MW (SD)	MW (SD)
BPM	Lehrer			
	Prätest	12,00(5,50)	12,29(5,22)	11,71(5,90)
	Kinder	10,83(5,74)	11,60(5,20)	10,00(6,36)
	Eltern	15,72(6,35)	15,60(4,81)	15,82(7,60)

	Lehrer	Posttest	11,00(5,82)	9,71(4,44)	12,29(6,82)
	Kinder		11,28(4,44)	11,67(4,35)	10,86(4,66)
	Eltern		14,16(5,65)	13,94(4,00)	14,37(7,06)
Haupteffekte		F	Df 1	Df 2	Signifikanz
Messzeitpunkt	Lehrer	1,47	1	27	,234
	Kinder	,35	1	29	,561
	Eltern	4,80	1	32	,037*
Gruppenzugehörigkeit	Lehrer	,32	1	27	,574
	Kinder	,47	1	29	,499
	Eltern	,025	1	32	,875
Messzeitpunkt*	Lehrer	3,71	1	27	,063
Gruppenzugehörigkeit	Kinder	,25	1	29	,618
	Eltern	,188	1	32	,688

* signifikant bei einem Signifikanzniveau von $p=0,05$

Haupteffekt Messzeitpunkt

Der Messzeitpunkt zeigt einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse des BPMs in der Elternversion ($p=,037$). Die Beurteilungen der Eltern verändern sich demnach zwischen dem ersten und zweiten Messzeitpunkt, die Beurteilungen der Lehrer und Kinder jedoch nicht. Die Mittelwerte in Tabelle 43 zeigen, dass die Ergebnisse in der Posttestung kleiner als in den Prätestungen sind, was bedeutet, dass die Eltern die Kinder als weniger klinisch auffällig beurteilten. Die Abbildung 7 zeigt die Veränderung der Elternversion zwischen beiden Testzeitpunkten.

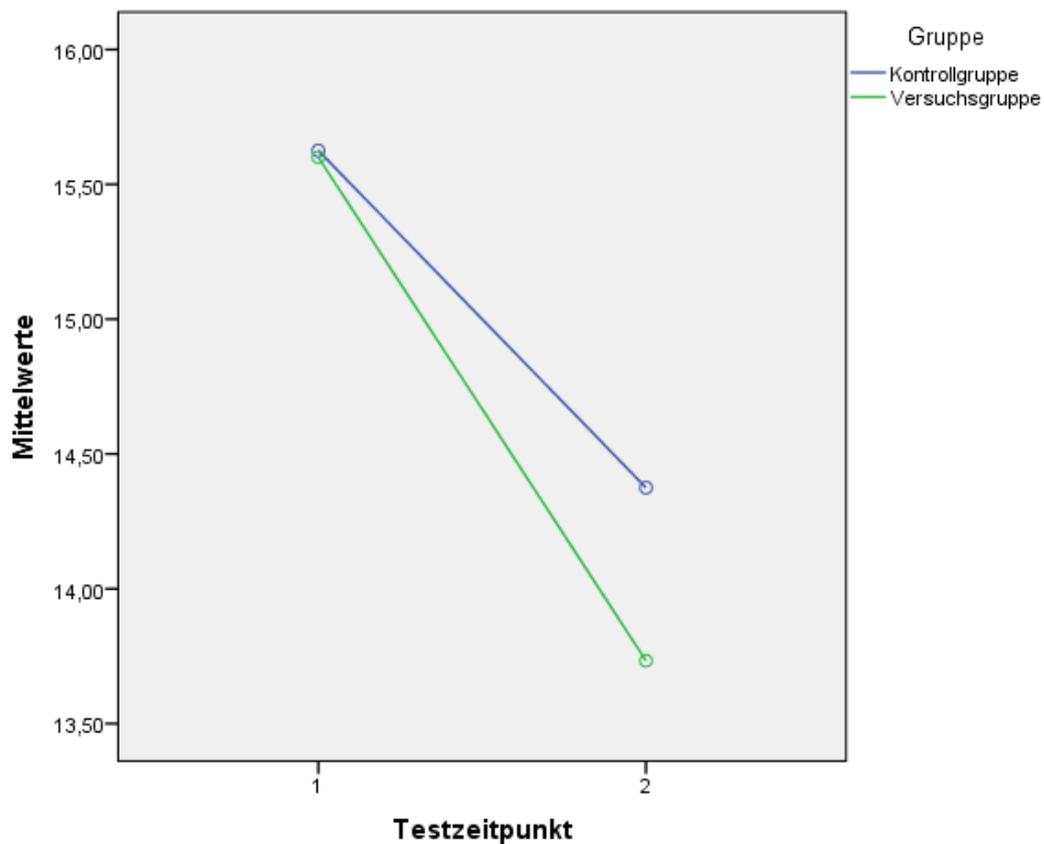


Abbildung 7: Mittelwerte beider Gruppen in der Prä- und Posttestung in der Elternversion des BPM

Haupteffekt Gruppenzugehörigkeit

Die Versuchs- und Kontrollgruppe zeigt keinen Unterschied untereinander in allen drei Versionen des BPMs.

Haupteffekt der Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit

Zwar zeigt sich in der Lehrerversion eine deutliche Veränderung der Versuchsgruppe zwischen den Testzeitpunkten (Tabelle 43), diese ist jedoch statistisch nicht signifikant unterschiedlich zu der Veränderung der Kontrollgruppe.

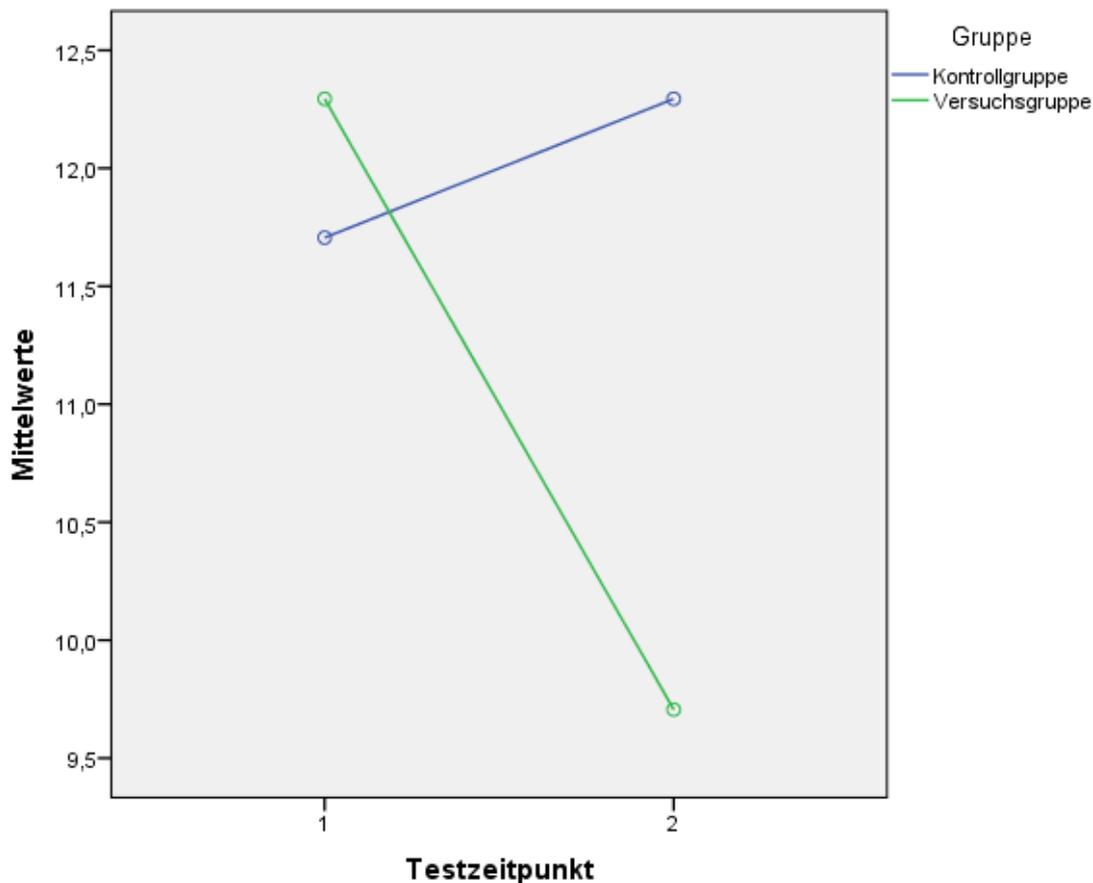


Abbildung 8: Mittelwerte beider Gruppen in der Prä- und Posttestung in der Lehrerversion des BPM

Die Interaktion zwischen dem Messzeitpunkt und der Gruppenzugehörigkeit hat demnach keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse des BPMs in allen drei Versionen.

11 Interpretation und Diskussion

11.1 Teil 1

Die Interpretation und Diskussion teilt sich entsprechend der Herleitung der Hypothesen in zwei Teile. Bezugnehmend auf den ersten Teil der Studie, werden zunächst Ergebnisse zur Trainierbarkeit Exekutiver Funktionen durch das „Space Ranger Alien Quest“ erläutert und der Einsatz des Spiels als geeignete Trainingsmethode diskutiert. Im zweiten Teil stehen die Korrelationen mit den Konstrukten: *Emotionsverständnis*, *Emotionsbewusstsein*, Theory of Mind, bzw. den klinischen Auffälligkeiten, im Fokus. Deren Beeinflussbarkeit durch ein Computertraining der Exekutiven Funktionen wird anschließend diskutiert.

- **Zusammenhang zwischen den Komponenten Exekutiver Funktionen**

Aus den erhobenen Daten lassen sich interessante Rückschlüsse in Bezug auf den Zusammenhang der Komponenten Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitive Flexibilität ermitteln. Die hohen Korrelationen zwischen den eingesetzten Verfahren zur Erfassung der einzelnen Komponenten zeigen, dass die Versuchspersonen in allen Komponenten ein ähnliches Fähigkeitsniveau besitzen. Die Hauptfaktorenanalyse macht deutlich, dass alle drei Komponenten auf einem gemeinsamen Faktor laden. Dies unterstreicht die in der Literatur vertretene Position, dass sich diese drei Komponenten sinnvoll unter dem Begriff der Exekutiven Funktionen zusammenfassen lassen.

Die einfaktorielle Lösung ließ erwarten, dass es zu einem Transfereffekt unter den Komponenten kommt und somit Leistungsverbesserungen in einer Komponente mit Verbesserungen der anderen Komponenten einhergehen.

Dies würde bedeuten, dass ein Training nicht zwingend so konzipiert sein muss, dass es alle Komponenten der EF in gleicher Weise fördert.

- **Zusammenhang „Space Ranger Alien Quest“ und Exekutiven Funktionen**

Um zu überprüfen ob das Training Exekutiver Funktionen durch das Computerspiel „Space Ranger Alien Quest“ zu Verbesserungen führt, wurde nach Zusammenhängen zwischen den Komponenten Exekutiver Funktionen und der eingesetzten Trainingsmethode gesucht.

Die Korrelationen der verschiedenen Verfahren mit den erhobenen Spieldaten bestätigen diese Vermutung. Offenbar müssen Exekutive Funktionen während der Trainingseinheiten genutzt werden, um das „Space Ranger Alien Quest“ erfolgreich spielen zu können. Die höchsten Korrelationen konnten mit den Daten des Flankers gefunden werden. Das bedeutet, dass das Spiel vor allem mit der exekutiven Fähigkeit der Inhibition in Zusammenhang steht. Die Ergebnisse des Prä- und Posttestvergleichs stützen diese Annahme: auch hier ergeben sich in der Versuchsgruppe vor allem signifikante Veränderungen der Ergebnisse des Flankers.

Geht man also davon aus, dass das „Space Ranger Alien Quest“ besonders Inhibition trainiert, so müssten sich, aufgrund des eben beschriebenen Transfereffekts, auch Verbesserungen in den anderen Komponenten (Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität) ergeben. Es zeigt sich aber, dass diese Annahme nicht bestätigt werden kann. Während es noch zu einer Steigerung des Fähigkeitsniveaus in Teilen der kognitiven

Flexibilität kommt, lassen sich überhaupt keine Leistungssteigerungen im Arbeitsgedächtnis erfassen. Dies deutet nun zum einen darauf hin, dass das eingesetzte Verfahren zur Messung des Arbeitsgedächtnisses (Corsi) Veränderungen durch Interventionen weniger sensitiv erfasst, als die Verfahren Flanker und DCCS. Andererseits ist es auch möglich, dass wie in Kapitel 3.2 von Diamond (2013) beschrieben, eine Entwicklung der Inhibition zu einer Verbesserung der Leistungen des Arbeitsgedächtnisses führt und das Training eben die Inhibition trainiert, was erst längerfristig zu einer Steigerung des Arbeitsgedächtnisses führen würde. Auch verweisen Brocki & Bohlin (2004) darauf, dass sich die verschiedenen Komponenten der Exekutiven Funktionen unterschiedlich schnell entwickeln. Da sich die Stichprobe hinsichtlich des Alters recht inhomogen darstellt und bedingt durch die Autismusspektrumstörung weitere Einflussfaktoren auf die Komponenten einwirken könnten, wäre es interessant diesen Sachverhalt in einer Längsschnittstudie an normalentwickelten Kindern nachzugehen.

- **Vergleich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe**

Um die Ergebnisse allein auf die Wirksamkeit des „Space Ranger Alien Quest“ zurückführen zu können, wurde eine Kontrollgruppe eingesetzt, die mit einem kommerziellen Computerspiel trainiert wurde. Die Veränderung der Testleistungen der beiden Gruppen wurde verglichen. Dieser Vergleich brachte aber keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Verbesserungen der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Der bereits erwähnte signifikante Haupteffekt des Messzeitpunktes in der Komponente Inhibition sowie in der kognitiven Flexibilität, wurde durch die Gruppenzugehörigkeit nivelliert. Darüber hinaus brachte der Mediansplit signifikante Unterschiede besonders für Personen mit einem „schlechteren“ Fähigkeitsniveau über die beiden Testzeitpunkte hinweg, jedoch wurden diese ebenso durch den Faktor der Gruppenzugehörigkeit aufgehoben. Dies bedeutet also, dass dem „Space Ranger Alien Quest“-Training in vorliegender Studie, keine positivere Auswirkung auf exekutive Fähigkeiten im Vergleich zur Kontrollgruppe nachgewiesen werden konnte.

Im Folgenden werden nun mögliche Ursachen für diesen Befund diskutiert:

- Lernprozesse durch zweimalige Testvorgabe

Ein häufig auftauchendes Problem bei der Veränderungsmessung nach Interventionen stellt die Schwierigkeit dar, Veränderungen hinsichtlich zweier Testzeitpunkte allein auf eine Veränderung durch die eingesetzte Intervention zurück zu führen. Die zweimalige

Vorgabe der selben Testversion, führt automatisch zu Lerneffekten. Diese Lerneffekte überdecken unter Umständen den tatsächlichen Effekt, welcher durch die Intervention erzeugt wurde.

Dies könnte eine Erklärung für die Verbesserung der Leistungen beider Gruppen im Flanker und DCCS sein, da das zugrundeliegende Zuordnungssystem dieser Verfahren über den gesamten Trainingszeitraum erinnert wurde. Leicht abweichend stellt sich dies im Zusammenhang mit dem eingesetzten Verfahren zur Messung des Arbeitsgedächtnisses (Corsi) dar. Hier konnte keine signifikante Veränderung zwischen den beiden Testzeitpunkten gefunden werden. Betrachtet man die Aufgabenstellung des Corsi im Detail liegt es nahe, dass eine zweimalige Vorgabe noch keinen Lerneffekt auslösen kann und es in diesem Verfahren weniger bedeutsam ist, ob es bereits zum zweiten Mal vorgegeben wurde. Es geht viel weniger um das Regelverständnis, das einmal internalisiert leicht zu merken ist, sondern viel mehr um die Merkfähigkeit. Bei dieser Fähigkeit scheint es eher unwahrscheinlich, dass sich eine Verbesserung bereits durch zweimaliges Üben ergibt. Darüber hinaus würde dies eingangs beschriebene Problematik eines, zwar erkannten Zusammenhangs zwischen den Komponenten der EF, aber einer Veränderung in nur zwei Komponenten (kognitive Flexibilität und Inhibition) erklären können.

○ Das von der Kontrollgruppenspiel „Wimmelbild“ hat einen Einfluss auf die EF

Da sich die Verbesserungen beider Gruppen nicht signifikant unterscheiden könnte man davon ausgehen, dass diese nur auf Lerneffekte zurück zu führen sind.

Da jedoch keine wissenschaftlichen Studien vorliegen die belegen, dass das „Wimmelbild“ keine Exekutiven Funktionen schult, ist diese Interpretation nur eingeschränkt möglich.

Es könnte also sein, dass das Placebo-Computerspiel ebenso wie das „Space Ranger Alien Quest“ EF-Fähigkeiten schult. Darüber hinaus könnte es zwar sein, dass das „Space Ranger Alien Quest“ die EF noch mehr schult als das „Wimmelbild“, der Unterschied aber in den statistischen Analysen nicht mehr zu erfassen ist.

Schließlich könnte man sogar postulieren, dass schon die Übung des Umgangs mit dem Computer eine Verbesserung der Leistungen ausgelöst hat, da die Prä- und Posttestung, größtenteils, mittels, computerisierten Testverfahren erfolgte.

Mögliche Veränderungen, die das Versuchsgruppenspiel in einem größeren Ausmaß als das „Wimmelbild“ erzeugte, könnten also durch diese sekundären Auswirkungen beider eingesetzter Spiele verdeckt sein.

- Konzept der „Cool Executive Functions“ und „Hot Functions“

Dimanond (2012) liefert noch eine weitere Erklärung warum kein Unterschied erfasst werden konnte. Personen mit einem niedrigen Fähigkeitsniveau profitieren demnach besonders von einem Training zur Schulung Exekutiver Funktionen. Vergleicht man die vorliegende Stichprobe deskriptiv mit den Normwerten zeigt sich, dass diese nicht deutlich von der Norm entfernt und damit immer im Normalbereich liegt. Dies stützt die in Kapitel 3.3 beschriebene Annahme, dass Menschen mit Autismus zwar Defizite in den „Hot Executive Functions“ zeigen, jedoch keine Defizite in den „Cool Executive Functions“. Im Kern heißt das, dass Menschen mit Autismus gerade in Testsituationen, keine Defizite aufweisen, die Übertragung dieser Fähigkeiten auf situative Kontexte und unter emotionalem Bezug jedoch nicht gelingt.

Es sollte in zukünftigen Studien die Erhebung der „Hot Executive Functions“ erwogen werden, um diesbezügliche Verbesserungen feststellen zu können. Weiterhin erscheint es sinnvoll, Personen mit einem niedrigeren Fähigkeitsniveau mit Hilfe des „Space Ranger Alien Quest“ zu trainieren, um zu überprüfen, ob sich bei einer solchen Stichprobe das Fähigkeitsniveau signifikant verbessert.

Die nachweisbaren Veränderungen der kognitiven Flexibilität und der Inhibition werden durch den Vergleich mit der Kontrollgruppe aufgehoben. Im Arbeitsgedächtnis konnte keine Leistungsveränderung gemessen werden. Zusammenfassend muss also gesagt werden, dass in der vorliegenden Studie kein signifikanter Effekt des „Space Ranger Alien Quest“ auf Leistungen der Komponenten Exekutiver Funktionen gefunden werden konnte. Daher sollen nun auch Ursachen, die im „Space Ranger Alien Quest“ begründet sein könnten, diskutiert werden.

Einige Versuchspersonen bewältigten im Trainingsverlauf mehrmals alle 11 Levels. Dies könnte zu Motivationsverlust geführt haben und somit mögliche Trainingseffekte verhindert haben. Es könnte also sinnvoll sein, noch weitere Arten von Aliens in den Spielverlauf einzuplanen, deren Bedürfnisse über „hungrig“ und „durstig“ hinausgehen. Dies würde dazu führen, dass noch flexibler auf Regeländerungen reagiert werden muss und gleichzeitig mehr Regeln im Arbeitsgedächtnis präsent zu halten sind. Das Regelsystem könnte also noch komplexer gestaltet werden.

Darüber hinaus werden durch das „Space Ranger Alien Quest“ nur wenig Exekutive

Funktionen höherer Ordnung angesprochen. Dies könnte gelingen in dem man eine zusätzliche Aufgabenstellung in das Spiel einbaut. So könnten zusätzliche Belohnungspunkte für einen ressourcenorientierten Umgang mit den zur Verfügung stehenden „Gaben“ vergeben werden. Dies würde bedeuten, dass man Bonuspunkte sammeln könnte in dem man möglichst wenig Gaben in den „luftleeren Raum“ schießt und stattdessen immer wartet bis das Alien mit dem jeweiligen Bedürfnis erscheint. Dadurch würden die EF höherer Ordnung, Handlungsplanung und logisches Schlussfolgern gezielt geschult werden.

Als positives Resümee dieser Studie ergeben sich somit Hinweise für eine Weiterentwicklung des „Space Ranger Alien Quest“ als Interventionsmethode zur Verbesserung Exekutiver Funktionen autistischer Kinder, Jugendlicher und Erwachsener ergeben. Setzt man die genannten Verbesserungsvorschläge um, werden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit die festgestellten Trends, wie z.B. die Verbesserung der Inhibition und der kognitiven Flexibilität nachweisen lassen. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass der enge Zusammenhang zwischen dem Spiel und den Verfahren zur Erfassung der Exekutiven Funktionen noch weiter verstärkt wird. Dies dürfte ebenso eine signifikante Leistungsverbesserung zur Folge haben. Die Tatsache, dass sich die Versuchspersonen in hohem Maße motiviert zeigten, belegt, dass sich das Medium Computer sehr gut für ergänzende Interventionsmaßnahmen eignet und das „Space Ranger Alien Quest“ hierfür sehr vielversprechende Ansätze zeigt. In Folgestudien müsste geklärt werden, inwieweit die Umsetzung der Verbesserungsvorschläge zu einer erhöhten Effektivität führen kann oder, ob die Zielgruppe der bestehenden Version des „Space Ranger Alien Quest“ eher Personen mit einem niedrigeren Fähigkeitsniveau sind.

11.2 Teil 2

Im Folgenden wird der zweite Teil der hergeleiteten Hypothesen diskutiert und interpretiert.

- **Exekutive Funktionen und andere psychologische Konstrukte**

Zunächst werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie in Bezug zu dem in Kapitel 4 beschriebenen Zusammenhang zwischen *Emotionsverständnis* und *Emotionsbewusstsein* mit Exekutiven Funktionen bei Autisten in Relation gesetzt und mit den Zusammenhängen zur Theory of Mind verglichen. Vorwegzunehmen ist, dass die in der Literatur

beschriebene Trennung zwischen dem *Emotionsverständnis* und dem *Emotionsbewusstsein* bestätigt werden konnte, da die Einschätzungen des *Emotionsbewusstseins* kaum mit dem *Emotionsverständnis* korrelieren.

Das Zusammenspiel von Exekutiven Funktionen und *Emotionsverständnis* bedingt vermutlich das *Emotionsbewusstsein*.

Die hohen Korrelationen zwischen dem Test of Emotion Comprehension (*Emotionsverständnis*) und den Verfahren zu Erfassung der Exekutiven Funktionen zeigen einen deutlichen Zusammenhang beider Konstrukte. Weiter lässt sich erkennen, dass die Mittelwerte der Testleistungen nicht stark von dem im Kapitel 9.2 beschriebenen Vergleichswert abweichen. Außerdem korrelieren diese beiden Konstrukte auch stärker miteinander als mit allen anderen Faktoren. Das *Emotionsbewusstsein* hingegen korreliert beispielsweise weder nach der Einschätzung der Lehrer, noch nach der der Untersuchungsteilnehmer selbst signifikant mit dem Test of Emotion Comprehension oder den drei Verfahren der Exekutiven Funktionen.

Diese Ergebnisse lassen folgende Interpretation zu: Es gibt einen Zusammenhang zwischen grundlegenden Exekutiven Fähigkeiten („cool functioning“) und dem *Emotionsverständnis* und beide Konzepte scheinen nicht deutlich defizitär bei Autisten vorzuliegen. Dies unterstützt die in Kapitel 4.3 beschriebenen Annahmen von Downs und Smith (2004) und widerspricht der häufig als erwiesen beschriebenen Theorie des defizitären *Emotionsverständnisses* bei Autisten.

Der fehlende Zusammenhang zwischen diesen beiden und dem Konzept des *Emotionsbewusstseins* lässt sich daraus erklären, dass das *Emotionsbewusstsein* als höheres Konstrukt vermutlich einen stärkeren Zusammenhang mit den „Hot Executive Functions“ hat: Beide Konstrukte erscheinen situationsabhängig und steuernd. Da die „Cool“ mit den „Hot Executive Functions“ in Verbindung stehen, könnte das *Emotionsbewusstsein* auch nur sekundär über die „Hot“ mit den „Cool Executive Functions“ zusammenhängen.

Vergleichend kann erneut auf Baron-Cohens (1992) Annahme verwiesen werden, dass das *Emotionsverständnis* nicht grundlegend defizitär bei autistischen Menschen vorliegt, sondern eher höhere Konzepte, wie die Theory of Mind Defizite aufweisen. Der Vergleich des Mittelwerts der Einschätzungen im Theory of Mind Inventory weicht vom dem Durchschnitt der Vergleichswerte mit knapp mehr als einer Standardabweichung ab. Die Einschätzungen korrelieren zwar nur mittelhoch, aber dennoch stärker als das *Emotionsbewusstsein* mit den Exekutiven Funktionen. Die höchste Korrelation zeigt sich

mit dem Ergebnissen des DCCS, welcher vor allem kognitive Flexibilität erfasst. Da die kognitive Flexibilität erst Perspektivenübernahmen, eine grundlegende Voraussetzung für die Theory of Mind, ermöglicht, ist dies kaum überraschend, ebenso wenig wie der mittelhohe Zusammenhang mit dem *Emotionsverständnis*, als zweite zentrale Vorläuferfähigkeit (Remschmidt et al. 2006). Eine Erklärung, weshalb die vermuteten Zusammenhänge zwar zu erkennen, aber nicht sehr stark sind, könnte an der Art der Erfassung der Theory of Mind liegen. Das Theory of Mind Inventory bezieht sich auf die Erfassung der ToM, bezogen auf beobachtetes Verhalten. Die Beurteiler werden aufgefordert, sich an Situationen zu erinnern in denen ein bestimmtes Verhalten aufgetreten ist, unabhängig davon, wann diese Situation zustande gekommen ist. Mögliche Weiterentwicklungen werden dadurch eventuell nicht erhoben. Außerdem erhöht die Zeitspanne zwischen der erinnerten Situation und der Beurteilung die Wahrscheinlichkeit von Antwortverzerrungen.

- **Exekutive Funktionen und klinische Auffälligkeiten**

Weiter werden die Zusammenhänge komorbider klinischer Auffälligkeiten bei Autisten mit den Exekutiven Funktionen differenziert betrachtet. Die Studienergebnisse unterstützen den in dieser Arbeit beschriebene Zusammenhang zwischen exekutiven Funktionen und Komorbiditäten bei Autisten.

Komorbide Auffälligkeiten, die bei Autisten häufig auftreten und einen starken Zusammenhang mit EF zeigen sind (Vgl. Kapitel 5):

- **Aufmerksamkeits-Defizit-Syndrome (Diamond, 2005; Simonoff et al. 2008)**
- **depressive Störungen (Leyfer et al., 2006; Taylor-Tavares et al., 2007)**
- **Verhaltensstörungen (oppositionelles Verhalten), (Fairchild et al., 2009; Simonoff et al. 2008) sowie**
- **Zwangsstörungen (Leyfer et al., 2006; Penadés et al., 2007)**

Die Korrelationen zwischen den **Aufmerksamkeitsdefizits-Syndromen**, die im Langfragebogen erfasst wurden und den Exekutiven Funktionen ist am deutlichsten. Bei den Erwachsenen zeigt sich vor allem ein Zusammenhang mit dem Arbeitsgedächtnis. Bei den unter 18jährigen ist hingegen die Korrelation mit Inhibition und kognitiver Flexibilität höher.

Dies ist aber sehr wahrscheinlich mit den unterschiedlichen Items für die Skalen in den beiden Versionen des Langfragebogens zu erklären. Während bei den unter 18jährigen unter der Skala Aufmerksamkeitsprobleme ebenfalls Items, wie „Kann nicht still sitzen“ fallen, die im engeren Bezug zu „Inhibition“ stehen, zielen die Items in der Erwachsenenversion eindeutiger auf das Halten von Aufmerksamkeit und das Konzentrationsvermögen ab (Achenbach & Rescorla, 2001). Ein anderer Erklärungsansatz basiert auf die unterschiedlich schnelle Entwicklung der Komponenten der Exekutiven Funktionen (Brocki & Bohlin, 2004; Huizinga et al., 2006), die sich bis in das mittlere Erwachsenenalter vollzieht. Die Interpretation der Ergebnisse würden dann die Annahmen von Diamond (2002) untermauern, die, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, Verbesserungen in den Inhibitionsmechanismen als Grundlage für eine Weiterentwicklung der Exekutiven Funktionen, wie dem Arbeitsgedächtnis, sieht. Demnach könnte die Inhibition im Kindesalter als das beste Maß für den Entwicklungsstand der Exekutiven Funktionen stehen, während später die Leistungen des Arbeitsgedächtnisses am stärksten differenzieren und somit auch am deutlichsten Korrelationen mit zusammenhängenden Funktionen zeigen.

Einen Zusammenhang mit Depressionen zeigen nur die Korrelationen mit der Erwachsenen-Version des Langfragebogens, da sich **depressive Auffälligkeiten** auch erst in dieser Altersspanne bei Autisten äußern. Überraschend ist, dass sich eine positive, mittelhohe Korrelation mit den Leistungen im DCCS zeigt. Dies bedeutet, dass stärker ausgeprägte Auffälligkeiten in der Subskala „anxious depressed“ mit besseren Testleistungen einhergehen bzw. umgekehrt. Ein Erklärungsansatz für dieses Ergebnis ist, dass die Untersuchungsteilnehmer als eher internalisierend eingestuft wurden, wenn sie im Vergleich zum Bezugsrahmen, also der restlichen Stichprobe, keine externalisierenden Probleme zeigen. Dieser Ansatz würde auf die Verwendung von Ankerheuristiken bei der Beurteilung hinweisen.

Im Jugendalter zeigen autistische Menschen darüber hinaus häufig oppositionelles Verhalten, welches durch die Subskala „rule-breaking behavior“ erfasst wird und bei den unter 18jährigen mit dem allen drei Komponenten der EF mittelhoch und negativ korreliert, ebenso wie die „antisocial personality problems“. Der vermutete Zusammenhang zwischen EFs und Verhaltensweisen, die unter die Kategorie **Verhaltensstörungen** gefasst werden können, wurde somit ebenfalls bestätigt.

Über den Zusammenhang mit **Zwangsstörungen** kann keine Aussage getroffen werden, da diese im angewandten Fragebogen nicht erfasst wurden.

Die vorliegende Arbeit untermauert also die Vermutung, dass komorbide Störungen bei Autisten durch deren defizitäre EFs ausgelöst werden.

Es ist weiter zu vermerken, dass Eltern, Lehrer und die Untersuchungsteilnehmer selbst die externalisierenden Probleme ähnlich einschätzen. Externalisierende Probleme sind am eindeutigsten zu erkennen und werden auch den Untersuchungsteilnehmern selbst am deutlichsten, da auf externalisierendes Problemverhalten üblicherweise die stärksten Konsequenzen folgen.

Aufmerksamkeitsprobleme werden nur von den Eltern und den Lehrern ähnlich beschrieben, vermutlich, weil diese am besten durch Beobachtung zu erkennen sind.

Internalisierende Probleme äußern sich nach Außen weniger als externalisierende, was allein schon durch die Begrifflichkeit definiert ist und können somit am schwersten von Anderen eingeschätzt werden (Kendall, 2012). Sie manifestieren sich außerdem situationsabhängig sehr unterschiedlich. Während ein Kind zu Hause etwa aufgrund der höheren Vertrautheit von Ängsten und Sorgen berichtet, können diese in der Schule vielleicht gar nicht bekannt sein.

Hinzu kommt, dass die Eltern im Durchschnitt ihre Kinder als auffälliger einschätzen, als die Lehrer und Betreuer, sowie die Untersuchungsteilnehmer sich selbst. Diese Einschätzungen sind erneut in ihrem Bezugsrahmen zu betrachten. Eltern sehen ihre Kinder im Vergleich zu anderen „gesunden“ Kinder oder Geschwistern, während die Lehrer und Betreuer diese im Vergleich zu anderen autistischen Menschen sehen. Es ist hier zu vermerken, dass die Untersuchungsteilnehmer nicht von Regelschullehrern, sondern von Sonderschullehrern oder Betreuern beurteilt wurden.

- **Trainierbarkeit des Emotionsverständnisses, des Emotionsbewusstseins und Verminderung klinischer Auffälligkeiten**

Nachdem nun die Zusammenhänge der einzelnen neuropsychologischen Konstrukte und den klinischen Auffälligkeiten erläutert wurden, soll weiter geklärt werden, ob sich in der vorliegenden Studie das *Emotionsverständnis*, das *Emotionsbewusstsein* oder die klinischen Auffälligkeiten durch das „Space Ranger Alien Quest“ verändert haben.

Es ist davon auszugehen, dass sich mögliche Veränderungen aufgrund der Zusammenhänge mit den Exekutiven Funktionen und deren Trainierbarkeit ergeben.

Da das *Emotionsbewusstsein* bereits bei der Prätestung keinen Zusammenhang mit den Exekutiven Funktionen hat, ist es nicht überraschend, dass sich weder eine signifikante Veränderung zwischen den zwei Zeitpunkten noch durch die Gruppenzugehörigkeit zeigt.

Die Hypothese, dass ein Training Exekutiver Funktionen das *Emotionsbewusstsein* beeinflussen kann, kann zwar für diese Studie, jedoch nicht allgemein verworfen werden. Es kann nicht mehr von einem direkten Zusammenhang ausgegangen, jedoch von einem möglichen indirekten über die „Hot Executive Functions“. In der weiteren Erforschung sollte demnach der genauere Zusammenhang zwischen den „Hot Executive Functions“ und dem *Emotionsbewusstsein* untersucht werden. Weiter ist über eine andere Art der Erfassung nachzudenken. Die Fremdeinschätzung von *Emotionsbewusstsein* ist zum einen fraglich, zum anderen konnte die Verhaltensbeobachtung zeigen, dass die Untersuchungsteilnehmer selbst teilweise erhebliche Schwierigkeiten mit dem Verständnis des Fragebogens hatten und zu „Ja-Sage“-Tendenzen und sozial erwünschtem Antwortverhalten neigten.

Die beschriebenen Zusammenhänge zwischen dem *Emotionsverständnis* und den klinischen Auffälligkeiten mit den Exekutiven Funktionen lassen vermuten, dass sich durch eine Verbesserung der EF, ebenfalls das *Emotionsverständnis* verbessern kann und die klinischen Auffälligkeiten vermindert werden können.

Im ersten Teil dieser Analyse wurde bereits gezeigt, dass sich die Exekutiven Funktionen in dieser Studie nicht signifikant durch den Einfluss der Gruppenzugehörigkeit verbessern. Da das „Space Ranger Alien Quest“ primär die EF anspricht, können sich das *Emotionsverständnis* und die klinischen Auffälligkeiten auch höchstens im selben Ausmaß wie diese verändern. Die signifikante Verbesserung der Leistungen im Test of Emotion Comprehension zwischen den Testzeitpunkten, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit, zeigt eben ein ähnliches Ausmaß an Veränderung, wie im Flanker und dem „AccuracyVector“ des DCC‘.

Weiter ist auch an diesem Punkt zu überlegen, ob sich die Veränderung durch Übungseffekte der zweimaligen Testvorgabe ergibt. In diesem Fall würde man davon ausgehen, dass der Zusammenhang zwischen EF und *Emotionsverständnis* in der vorliegenden Studie gefunden wurde, weil diese Fähigkeiten im gleichen Maß vorliegen und eventuell von einem weiteren Faktoren bedingt sind oder von den Tests nicht sensitiv genug erfasst wurden, um Unterschiede zwischen den Testzeitpunkten aufzuzeigen.

Dies ist in folgenden Studien mit Verfahren, die weniger anfällig gegenüber Übungseffekten sind und das *Emotionsverständnis* sensitiver erfassen, zu überprüfen. Ist der Einfluss von möglichen Übungseffekten reduziert, sollte anhand von Follow-up-Studien überprüft werden, ob sich das *Emotionsverständnis* direkt nach dem Training verbessert oder erst in späterer Folge. Da das *Emotionsverständnis* maßgeblich durch das Erfahren sozialer Situationen geprägt ist, könnten sich Verbesserungen in den Testleistungen auch erst später manifestieren, wenn dieser Lernprozess tatsächlich durchlaufen wurde.

Die Einschätzungen der klinischen Auffälligkeiten verändern sich zwischen der Prä- und Posttestung nur in der Elternversion signifikant und in keiner Version durch die Gruppenzugehörigkeit. Zum einen könnte es sein, dass nur die Eltern eine Veränderung bemerkten, da sie innerhalb des Zeitraums den umfassendsten Einblick in das Verhalten der Untersuchungsteilnehmer hatten. Zum anderen kann entsprechend dem Hawthorne-Effekt allein die Tatsache, dass die Kinder einem Training unterzogen worden, dazu führen, dass die Eltern auf Veränderung hoffen und diese dann auch beschreiben.

Zwar gibt es einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Exekutiven Funktionen und den klinischen Auffälligkeiten, der eine mögliche Linderung der Auffälligkeiten durch das „Space Ranger Alien Game“ erwarten lassen könnte, gleichzeitig sind die EF jedoch eher als Schutzfaktoren für psychische Gesundheit zu verstehen (vgl. Kapitel 5: Diamond, 2013). Es ist demnach fraglich, ob verbesserte Exekutive Funktionen bereits vorhandene klinische Auffälligkeiten reduzieren können oder lediglich ihr Eintreten verhindern können. In jedem Fall sind die gefunden Zusammenhänge zwischen genau den komorbiden Störungen autistischer Menschen und den mit EF in Verbindung stehenden Auffälligkeiten bedeutsam für die Erforschung autistischer Störungen. Früh eingesetzte Trainings exekutiver Funktionen könnten also komorbide Störungen und den damit verbundenen oft erheblichen Leidensdruck autistischer Menschen lindern, was einen enormen Fortschritt in der Therapie mit autistischen Menschen bedeuten würde. Die kausalen Zusammenhänge zwischen dem Auftreten klinischer Symptome und der Entwicklung Exekutiver Funktionen sollten Längsschnittstudien genauer erforscht werden.

Die zukünftige Erforschung der Exekutiven Funktionen und ihre Einflüsse auf Faktoren, wie dem *Emotionsverständnis*, -*bewußtsein*, der Theory of Mind und klinischen

Auffälligkeiten erscheint vor allem in Bezug auf autistische Störungen als vielversprechend. Künftige Studien sollten sensitivere Verfahren verwenden, die außerdem durch Lerneffekte und Verfälschungstendenzen weniger beeinflussbar sind. Das *Emotionsverständnis* und *Emotionsbewusstsein* sollten genauer hinsichtlich ihrer Zusammenhänge mit den „Hot“ und „Cool Exekutive Functions“ untersucht werden. Des Weiteren zeigt sich, dass die Theory of Mind als grundlegend in der Autismus-Forschung angesehen und in folgenden Studien genauer erfasst werden muss.

Vor allem in Bezug auf die klinischen Auffälligkeiten sollten künftige Studien untersuchen, in wie weit Exekutive Funktionen in der frühen Entwicklung komorbide Störungen bei autistischen Menschen vermindern, wenn nicht sogar vermeiden können.

Gerade mit Blick auf die Erweiterung präventiver Optionen scheint die Intensivierung der hier eingeleiteten Forschungsbemühungen erfolgversprechend.

12 Zusammenfassung und Abstract

- **Zusammenfassung**

Der Zusammenhang zwischen den Exekutiven Funktionen und den Autismusspektrumstörungen wird bereits seit einigen Jahrzehnten untersucht, gerät jedoch derzeit immer mehr in den Fokus des wissenschaftlichen Interesses. Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit wurde untersucht, ob sich die Exekutiven Funktionen bei autistischen Menschen durch ein Training, in Form eines Computerspiels verbessern lassen. Darüber hinaus wurde überprüft welche Zusammenhänge zwischen den Exekutiven Funktionen und verbundenen psychologischen Konstrukten, wie dem Emotionsverständnis, dem Emotionsbewusstsein, der Theory of Mind und klinischen Auffälligkeiten bei Autisten bestehen und der Effekt des Trainings auf diese evaluiert.

Für die Trainingsstudie wurden 34 autistische Menschen im Alter von 7 bis 36 Jahren, davon 13 Asperger-Autisten, 19 High-Functioning-Autisten und zwei Personen mit atypischen Autismus rekrutiert und zufällig, nach Alter und Diagnose gematcht in die Versuchs- oder Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Versuchsgruppe wurde anhand des Space Ranger Alien Quest, einem computerbasiertem Training der Exekutiven Funktionen trainiert, während die Kontrollgruppe ein Spiel erhielt, welches möglichst wenig Einfluss auf die Exekutiven Funktionen haben sollte. Der Einfluss des Trainings auf die Exekutiven

Funktionen und die verbundenen psychologischen Konstrukte wurde durch einen Prä-Posttestvergleich überprüft.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Space Alien Ranger Quest im derzeitigen Zustand die Exekutiven Funktionen und die anderen Konstrukte nicht signifikant mehr verbessern kann als ein herkömmliches Computerspiel. Es konnte jedoch belegt werden, dass durch das Spiel die Exekutiven Funktionen angesprochen werden. Des Weiteren untermauern die Ergebnisse die Annahme, dass bei Autisten ein deutlicher Zusammenhang zwischen den klinischen Auffälligkeiten und EF besteht, sowie der EF mit Emotionsverständnis und Theory of Mind, jedoch nicht mit dem Emotionsbewusstsein besteht.

- **Abstract**

The relation between Executive Functions and autism spectrum disorders (ASD) gains increasing interest in contemporary research. This diploma thesis investigates the effect of a computer-based training on Executive Functions of people with ASD. Furthermore the relation between Executive Functions and other constructs such as emotion comprehension, emotional awareness, Theory of Mind and clinical abnormalities are reviewed as well as the effect the training has on these.

34 autistic persons aged from seven to 36 years (13 with Asperger- Disorder, 19 with high-functioning- ASD and two with atypical ASD) were matched by age and diagnosis and randomly assigned to the experimental or control group. The experimental group received the Space Ranger Alien Quest, a computer-based training for Executive Functions while the control group played a conventional computer game. The effect of the training was evaluated by a pre- posttest comparison.

The results provide no support for a significantly higher improvement through the Space Ranger Alien Quest compared to the conventional game. However the findings support the presumption that the training addresses Executive Functions. Moreover they affirm the relation between Executive Functions and clinical features, emotion understanding and Theory of Mind, but not with emotional awareness.

13 Literaturverzeichnis

Achenbach, T.M., & Rescorla, L. (2001). *Manual for ASEBA School-Age Forms and Profiles*. Burlington: ASEBA.

American Psychiatric Association (Hrsg.) (2012). DSM-5 Proposed Criteria for Autism Spectrum Disorder Designed to Provide More Accurate Diagnosis and Treatment. <http://www.dsm5.org/Documents/12-03%20Autism%20Spectrum%20Disorders%20-%20DSM5.pdf>. Last modified date: 12.01.2013.

Anderson, M. C., Levy, B. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 189–94. doi:10.1111/j.1467-8721.2009.01634.x

Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

- Baddeley, A. D. (2001a): Comment on Cowan: The magic number and the episodic buffer. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 117-118.
- Baddeley, A. D. (2001b): Is Working Memory Still Working? *American Psychologist*, 56, 851-864. doi:10.1037/0003-066X.56.11.851
- Baird, G., Siminoff, E., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Meldrum, D. & Charman, T. (2006). Prevalence of disorders of the autism spectrum in a population cohort of children in South Thames: The Special Needs and Autism Project (SNAP). *Lancet*, 368, 210-215.
- Baler, R.D. & Volkow, N.D. 2006. Drug addiction: the neurobiology of disrupted self-control. *Trends of Molecular Medicine*, 12 (12), 559-566.
- Barch, D.M., 2005. The cognitive neuroscience of schizophrenia. *Annual review of clinical psychology*, 1, 321-3
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness*. Cambridge, MA: MIT Press.53.
- Baron-Cohen, S. & Swettenham, J. (1997) *Theory of mind in autism: its relationship to executive function and central coherence*. In D. Cohen & F. Volkmar (Eds.) *Handbook of Autism and Pervasive Developmental Disorders*. 2nd Edition, New York: John Wiley and Sons.
- Barrett, F.L., Gross, J., Christensen, T.C. & Benvenuto, M. (2001). Knowing what you are feeling and knowing what to do about it: mapping the relation between emotion differentiation and emotion regulation. *Cognition & Emotion*, 15, 713–724.
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10, 295 –307. doi:10.1093/cercor/10.3.295
- Begeer, S., Rieffe, C., Meerum Terwogt, M. & Stockmann, A.P.A.M. (2006) . Attention to Facial Emotion Expressions in Children with Autism. *Autism*, 10 (1), 37–51.
- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K., & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: A controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14, 591 j:6037-6087020110101022.x
- Bernard-Optiz, V., Sriram, N., & Nakhoda-Sapuan, S. (2001). Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 4, 377-384.
- Bölte, S., Feineis-Matthews, S. Leber, S., Dierks, T., Hibl, D. & Poustka, F. (2002). The development and evaluation of computer-based program to test and to teach the recognition of facial affect. *International Journal of Circumpolar Health*, 61 (Suppl. 2), 61-68.
- Bölte, S., & Poustka, F. (2006b). The broader cognitive phenotype of autism in parents: How specific is the tendency for local processing and executive dysfunction? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 639-645.
- Brocki, K. C., Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26, 571 –593.
- Buchner, A. (2003). Funktionen und Modelle des Gedächtnisses. In H. Karnarh, & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 453 –465): Springer.
- Buitelaar, J.K., van der Wees, M., Swaab-Barneveld, H., & van der Gaag, R.J. (1999). Theory of mind and emotion-recognition functioning in autistic spectrum disorders and in psychiatric control and normal children. *Developmental Psychopathology*, 11(1), 39–58.

- Bulheller, S., & Häcker H. O. (Hrsg.) (2002). *Coloured Progressive Matrices (CPM)*. Deutsche Bearbeitung und Normierung nach J. C. Raven. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Burdach, K. F. (1826). *Vom Baue und Leben des Gehirns (Dritter Band)*. Retrieved from <http://books.google.at/books?hl=en&lr=&id=QxJAAAACAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Vom+Baue+und+Leben+des+Gehirns&ots=9s9Jrzoole&sig=srpSrx0BUI-BVuIsIa3Irr0Tx8>
- Burgess P. W., & Simons J. S. (2005). Theories of frontal lobe executive function: Clinical applications. In P. W. Halligan, & D. T. Wade (Eds.), *Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits* (pp. 211–31). New York: Oxford University Press.
- Capps, L., Yirmiya, N., & Sigman, M. (1992). Understanding of simple and complex emotions in non-retarded children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *33*(7), 1169–1182.
- Clauß, G. & Ebner (1982). *Statistik. Für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner*. Band 1 Grundlagen. Frankfurt: Deutsch.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*, S. 155-159.
- Collins, A., Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, *10*(3):e1001293. doi:10.1371/journal.pbio.1001293
- Cragg, L., & Nation, K. (2008). Go or no-go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid-childhood. *Developmental Science*, *11*, 819–27. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00730.x
- Damasio, A., & Maurer, R. (1978). A neurological model for childhood autism. *Archives of Neurology*, *35*, 777-786.
- Diamond, A. (2001). A model system for studying the role of dopamine in the prefrontal cortex during early development in humans: Early and continuously treated phenylketonuria. In C. A. Nelson, & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 433–472). Cambridge: MIT Press.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss, & R. T. Knight (Eds.) *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 466– 503). London: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2005). Attention-deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): a neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Development and Psychopathology*, *17*, 807–25.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135-68.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, *318*, 1387–1388. doi:10.1126/science.1151148
- Diamond, A., Carlson, S. M., Beck, D. M. (2005). Preschool children’s performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology*, *28*, 689–729.
- Doussard-Roosevelt, J.A., Joe, C.M., Bazhenova, O.V. & Porges, S.W. (2003). Mother-Child Interaction in Autistic and Nonautistic Children: Characteristics of Maternal Approach Behaviours and Child Social Responses, *Development and Psychopathology*, *15*, 277–295.
- Downs, A. & Smith, T. (2004). Emotional Understanding, Cooperation and Social Behavior in High-functioning Children with Autism. *Journal of Autism and Development Disorders*, *34*(6), 625-635.

- Dunn, L. M., Dunn, L. M., & Whetton, C. (1982). British Picture Vocabulary Scale. Windsor, England: NFER-Nelson.
- El Kaliouby, R., Picard, R., & Baron-Cohen, S. (2006). Affective computing and autism. *Annals of New York Academy of Sciences*, *1039*, 228-248. doi:10.1196/annals.1382.016
- Eriksen, B. A., Eriksen, C.W., 1974. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task (p. 146). *Perception & Psychophysics*, *16*, 143–149.
- Fairchild, G., van Goozen, S.H., Stollery, S.J., Aitken, M.R., Savage, J. (2009). Decision making and executive function in male adolescents with early-onset or adolescence-onset conduct disorder and control subjects. *Biological Psychiatry*, *66*, 162–68.
- Ferrer, E., Shaywitz, B. A., Holahan, J. M., Marchione, K. E., & Shaywitz, S. E. (2009). Uncoupling of reading and IQ over time: Empirical evidence for a definition of dyslexia. *Psychological Science*, *21*, 93–101. doi:10.1177/0956797609354084
- Fombonne, E. (1999). The epidemiology of autism: A review. *Psychological Medicine*, *29*, 769-786.
- Förstl, H. (2005). *Frontalhirn* (2. Ausgabe). Heidelberg: Springer.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 31/2-7 years old on a stroop-like day-night test. *Cognition*, *53*, 129 – 153. doi: 10.1016/0010-0277(94)90068-X
- Golan, O., & Baron-Cohen, S. (2006). Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. *Development and Psychopathology*, *18*, 591-617. doi:10.1017/S0954579406060305
- Goodman, R. (1989). Infantile autism: a syndrome of multiple primary deficits? *Journal of Autism and Development Disorders*, *19* (3), 409-424.
- Griffith, E. M., Pennington, B.F., Wehner, E. A., & Rogers, S.J. (1999). Executive Functions in Young Children with Autism. *Child Development*, *70* (4), 817-832.
- Gross, J. J. (1998). Antecedent- and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 224–237.
- Gross, J.J. & John, O.P. (2003) Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(2), 348-362.
- Harlow, J. (1868). *Recovery from passage of an iron bar through the head*. Retrieved from http://books.google.at/books?id=WgE2AQAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=Recovery+from+passage+of+an+iron+bar+through+the+head&hl=en&sa=X&ei=J_GEUfCWKoHcswazuoDgBw&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=Recovery%20from%20passage%20of%20an%20iron%20bar%20through%20the%20head&f=false
- Hedden, T., & Gabrieli, D. (2004). Insights into the ageing mind: A view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 87–97. doi:10.1038/nrn1323
- Hetzroni, O. E., & Tannous, J. (2004). Effects of a computer-based intervention program on the communicative functions of children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*, 95 – 113.
- Hobson, R. P., Lee, A. (1989) Emotion-Related and Abstract Concepts in Autistic People: Evidence from the British Picture Vocabulary Scale. *Journal of Autism and Development Disorders*, *19*(4), 601-623.

- Hofvander, B., Delorme, R., Chaste, P., Nyden, A., Wentz, E., Stahlberg, O. & Leboyer, M. (2009). Psychiatric and psychosocial problems in adults with normal-intelligence autism spectrum disorders. *BMC Psychiatry*, 9(1), 35.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 9–15. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x
- Karbach, J., Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978–990. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x
- Kirkham, N. Z., Cruess, L., & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*, 6, 449–467. doi:10.1111/1467-7687.00300
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 177–186.
- Kubesch, S. (2008). Training exekutiver Funktionen. *Grundschulzeitschrift*, 212/213, 50 –53.
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25, 283–302. doi:10.1016/j.appdev.2004.04.002
- Lambie, J.A. & Marcel, A.J. (2002). Consciousness and the Varieties of Emotion Experience: A Theoretical Framework. *Psychological Review*, 109, 219–259.
- Lane, R. D., Quinlan, D. M., Schwartz, G. E., Walker, P. A., & Zeitlin, S. B. (1990). The Levels of emotional awareness scale: A cognitive-developmental measure of emotion. *Journal of Personality Assessment*, 55, 124–134.
- Lane, R. D., Reiman, E. M., Axelrod, B., Yun, L.-S., Holmes, A., & Schwartz, G. E. (1998). Neural correlates of levels of emotional awareness: Evidence of an interaction between emotion and attention in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 525–535.
- Lane, R. D., & Schwartz, G. E. (1987). Levels of emotional awareness: A cognitive developmental theory and its application to psychopathology. *American Journal of Psychiatry*, 144, 133–143.
- Leyfer, O.T., Folstein, S.E., Bacalman, S., Davis, N.O., Dinh, E., Morgan, J. & Lainhard, J. (2006). Comorbid psychiatric disorders in children with autism: Interview development and rates of disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 849–861.
- Liss, M., Fein, D., Allen, D., Dunn, M., Feinstein, C., Morris, R., Waterhouse, L. & Rapin, I. (2001). Executive functioning in high-functioning children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 261-270.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189–239). San Diego: Academic Press.
- Lunt, L., Bramham, J., Morris, R. G., Bullock, P. R., Selway, R. P., et al. (2012). Prefrontal cortex dysfunction and “jumping to conclusions”: Bias or deficit? *Journal of Neuropsychology*, 6, 65–78. doi: 10.1111/j.1748-6653.2011.02005.x

- MacLeod C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163–203.
- Manjunath, N. K., & Telles, S. (2001). Improved performance in the Tower of London test following yoga. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 45, 351–354.
- McNab, F., Leroux, G., Strand, F., Thorell, L., Bergman, S., & Klingberg, T. (2008). Common and unique components of inhibition and working memory: An fMRI, within-subjects investigation. *Neuropsychologia*, 46, 2668-2682. doi:10.1016/j.neuropsychologia
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.) (2013). KIM-Studie 2012: Kinder+ Medien, Computer+ Internet, 46-52.
- Morsch, D. (2011). Neuropsychologische Befunde bei Autismusspektrumstörungen. *Forum der Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 21(1), 42-108.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology*, 81, 111 - 121. doi:10.1111/j.2044-8295.1990.tb02349.x
- Morton, J., & Munakata, Y. (2002). Active vs. latent representations: A neural network model of perseveration, dissociation and decalage. *Developmental Psychobiology*, 40, 255-263. doi:10.1002/dev.10033
- Odenbach, K. (1974). *Lexikon der Schulpädagogik*. Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- Ozonoff, S. & McEvoy, R. E. (1994). A longitudinal study of executive function and theory of mind development in autism. *Development and Psychopathology*, 6, 415-431. doi:10.1017/S0954579400006027.
- Ozonoff, S., Pennington, B.F. & Rogers, S. J. (1991). Executive Function Deficits in High-Functioning Autistic Individuals: Relationship to Theory of Mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32(7), 1081- 1105
- Parsons, S., & Mitchell, P. (2002). The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *Journal of Intellectual Disability Research*, 46, 430-443.
- Penadés, R., Catalán, R., Rubia, K., Andrés, S., Salamero, M. & Gastó, C. (2007). Impaired response inhibition in obsessive compulsive disorder. *European Psychiatry*, 22(6), 404-410
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychotherapy. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51–87. doi: 10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x
- Pennington, B., Rogers, S., Bennetto, L., Griffith, E., Reed, D., & Shyu, V. (1997). Validity tests of the executive dysfunction hypothesis of Autism. In J. Russel (Ed.), *Autism as an executive disorder* (pp. 143 - 179). Oxford: Oxford University Press.
- Piccardi, L., Monti, C., Vaselli, Ol, Tassi, F., Gaki-Papanastassiou K., & Papanastassiou D. (2008). Scent of a myth: Tectonics, geochemistry and geomorphology at Delphi (Greece). *Journal of the Geological Society*, 165, 5-18. doi:10.1144/0016-76492007-055
- Pons, F., Harris, P., de Rosnay, M. (2004). Emotion comprehension between 3 and 11 years: Developmental periods and hierarchical organization. *European Journal of Developmental Psychology*, 1(2), 127-152
- Posner MI., DiGirolamo GJ. 1998. Executive attention: conflict, target detection, and cognitive control. *The Attentive Brain*, ed. R Parasuraman, pp. 401–23. Cambridge, MA: MIT Press

- Prior, M. R. & Hoffmann, W. (1990). Neuropsychological testing of autistic children through an exploration with frontal lobe tests. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20, 581-590.
- Poustka, F., Bölte, S., Feineis-Matthews, S. & Schmötzer, G. (2008). *Autistische Störungen*. (2., aktualisierte Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Remschmidt, H. & Kamp-Becker, I. (2007). Das Asperger-Syndrom – ein Autismus-Spektrum-Störung. *Deutsches Ärzteblatt* 104(13), 873–82.
- Remschmidt, H., Schulte-Körne, G. & Kamp-Becker, I. (2010). *Neuropsychologie von tiefgreifenden Entwicklungsstörungen*. In: Lautenbacher, S. & Gauggel, S. (Hrsg.). *Neuropsychologie psychischer Störungen*. (399-429). Berlin: Springer
- Rieffe, C. & De Rooij, M. (2012). The longitudinal relationship between emotion awareness and internalising symptoms during late childhood. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 21, 349–356
- Rieffe, C., Meerum Terwogt, M., Petrides, K. V., Cowan, C., Miers, A. C., & Tolland, A. (2007). Psychometric properties of the Emotion Awareness Questionnaire for children. *Personality and Individual Differences*, 43, 95–105.
- Rieffe, C., Oosterveld, P., & Meerum Terwogt, M. (2006). An alexithymia questionnaire for children: Factorial and concurrent validation results. *Personality and Individual Differences*, 40, 123–133.
- Rieffe, C., Oosterveld, P., Miers, A.C., Meerum Terwogt, M., Ly, V. (2008). Emotion Awareness and Internalizing Symptoms in Children and Adolescents: The Emotion Awareness Questionnaire Revised., *Personality and Individual Differences*, 45, 756–761.
- Rieffe, C., Oosterveld, P., Meerum Terwogt, M., Mootz, S., van Leeuwen E. & Stockmann, L. (2011). Emotion regulation and internalizing symptoms in children with autism spectrum disorders. *Autism*, 15(6), 655–670.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccamanno, L., Posner, M. I. (2005). Training, maturation and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 14931–14936.
- Rumsey, J. M. (1985). Conceptual problem-solving in highly verbal, nonretarded autistic men. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 15, 23-36.
- Scheerer, M., Rothmann, E. & Goldstein, K. (1945). A case of „idiot savant“: An experimental study of personality organization. *Psychological Monographs*, 58, 1-63.
- Scherer, K.R. (2000) *Emotion*. In: Hewstone M. & Stroebe W. (Eds.). *Introduction to social psychology: a European perspective*, 3rd Edition. (151–191). Oxford: Blackwell.
- Siegler, R., DeLoache, J., Eisenberg, N. (2008). *Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Silver, M., & Oakes, P. (2001). Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others. *Autism*, 5, 299-316. doi:10.1177/1362361301005003007
- Simmons, R. J. (1973). Semantic networks: Their computation and use for understanding English sentences. In R. Schank, & K. Colby (Eds.), *Computer models of thought and language* (pp. 63-113). San Francisco: Freeman.

- Simonoff, E., Pickles, A., Charman, T., Chandler, S., Loucas, T., & Baird, G. (2008). Psychiatric disorders in children with autism spectrum disorders: prevalence, comorbidity and associated factors. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 47, 921–929.
- Taylor Tavares, J.V., Clark, L., Cannon, D.M., Erickson, K., Drevets, W.C. & Sahakian, B.J.. 2007. Distinct profiles of neurocognitive function in unmedicated unipolar depression and bipolar II depression. *Biological Psychiatry*, 62, 917–24.
- Theeuwes, J. (1991). Exogenous and endogenous control of attention: The effect of visual onsets and offsets. *Perception & Psychophysics*, 49, 83–90. doi:10.3758/BF03211619
- Thier, P. (2003). Die funktionelle Architektur des präfrontalen Kortex. In H. Karnath, & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (S. 480 – 497). Berlin: Springer.
- Totsika, V., Hastings, R.P., Emerson, E., Lancaster, G.A., & Berridge, D.M. (2011). A population-based investigation of behavioural and emotional problems and maternal mental health: associations with autism spectrum disorder and intellectual disability. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 52, 91–99.
- Weltgesundheitsorganisation, Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M.H. (Hrsg.) (2010). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen. ICD10 V (F) Klinisch-diagnostische Leitlinien* (7., überarbeitete Auflage). Huber, Bern.
- Zelazo, P., Carlson, S., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. A. Nelson, & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (2nd ed., pp. 553–574). Cambridge, MA: MIT Press.
- Zelazo, P., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445 – 469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P. D., Mueller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 1–137.

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Executive functions and related terms (Diamond, 2013)	17
Abbildung 2: Darstellung der verschiedenen Aliens	52
Abbildung 3: Darstellung einer Regel	53
Abbildung 4: Hauptdiagnosen aufgeteilt nach Gruppenzugehörigkeit	56
Abbildung 5: Screeplot der Hauptfaktorenanalyse	82
Abbildung 6: Mittelwerte beider Gruppen der Prä- und Posttestung im TEC	90
Abbildung 7: Mittelwerte beider Gruppen in der Elternversion des BPM	96
Abbildung 8: Mittelwerte beider Gruppen in der Lehrerverversion des BPM	97

15 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittelwerte, sowie Standardabweichung und Range des Alters in Jahren	55
Tabelle 2: Mittelwerte, sowie Standardabweichung und Range des PPVTs in Standardwerten	56
Tabelle 3: Mittelwerte, Standardabweichung und Range aller Testkennwerte des Flankers, sowie Normwerte	57
Tabelle 4: Mittelwerte, Standardabweichung und Range aller Testkennwerte des DCCS, sowie Normwerte	57
Tabelle 5: Mittelwerte, Standardabweichung und Range aller Testkennwerte des CORSI, sowie Durchschnittswerte	58
Tabelle 6: Mittelwerte, Standardabweichung und Range der Testkennwerte des TEC in, sowie Vergleichswerte	59
Tabelle 7: Mittelwerte, Standardabweichung und Range der Rohwerte aller Versionen des BPMs, sowie Vergleichswerte	59
Tabelle 8: Mittelwerte, Standardabweichung und Range der Rohwerte aller Versionen des EAQs	60
Tabelle 9: Mittelwerte, Standardabweichung und Range der Rohwerte des TOMI, sowie Vergleichswerte	60
Tabelle 10: Mittelwerte, Standardabweichung und Range der T-Werte des ABCL und TRF	60
Tabelle 11: Mittelwerte, Standardabweichung und Range ausgewählter Rohwerte aller Level des Space Ranger Alien Quest	61
Tabelle 12: Mittelwerte, Standardabweichung und Range ausgewählter Rohwerte des 1 Level im 2ten Durchgang	62
Tabelle 13: T-Test für den Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe	63
Tabelle 14: U-Test für den Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe	63
Tabelle 15: Korrelationen des DCCS mit Anzahl getroffener Aliens	64
Tabelle 16: Korrelationen des DCCS mit Zielgenauigkeit	65
Tabelle 17: Korrelationen des Flanker mit Anzahl getroffener Aliens	67
Tabelle 18: Korrelationen des Flanker mit Zielgenauigkeit	68
Tabelle 19: Korrelationen des Corsi mit Anzahl getroffener Aliens	69
Tabelle 20: Korrelationen des Corsi mit Zielgenauigkeit	70
Tabelle 21: Korrelationen der Accuracy-Vektoren	71
Tabelle 22: Korrelationen der Exekutiven Funktions-Tests mit Anzahl geschaffter Level und maximal erreichtem Level	73
Tabelle 23: U-Test der getroffenen Aliens und der Zielgenauigkeit des ersten Levels in beiden Durchgängen	74
Tabelle 24: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen des Corsi	76

Tabelle25: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen des Flanker	76
Tabelle26: Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen des DCCS	77
Tabelle27: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim Corsi	77
Tabelle28: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim DCCS	78
Tabelle29: Mittelwerte, Standardabweichung und Stichprobengröße des Mediansplits beim Flanker	79
Tabelle30: Korrelationen aller Verfahren zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	80
Tabelle31: Korrelationen zwischen Flanker und DCCS	81
Tabelle32: Faktorenmatrix	82
Tabelle33: Korrelationen des TEC mit den Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	83
Tabelle34: Korrelationen zwischen beiden Versionen des EAQ und Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	84
Tabelle35: Korrelationskoeffizienten über ,50 zwischen dem ABCL und den Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	85
Tabelle36: Korrelationskoeffizienten über ,50 zwischen dem TRF und den Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	87
Tabelle37: Korrelationen zwischen dem TOMI und den Tests zur Erfassung der Exekutiven Funktionen	88
Table38: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim TEC	89
Tabelle39: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim EAQ	91
Tabelle40: Korrelationen zwischen der Eltern- und Lehrerversion des BPM	92
Tabelle41: Korrelationen zwischen der Eltern- und Jugendversion des BPM	93
Tabelle42: Korrelationen zwischen der Junged- und Lehrerversion des BPM	93
Tabelle43: Mittelwerte und Signifikanzprüfung der Haupteffekte und Interaktionen beim BPM	94

16 Anhang

16.1 Einverständniserklärung

Liebe Eltern,

wir, Gregor Schalper und Hannah Buscher, schreiben zurzeit unsere Diplomarbeit zum Thema „computerbasiertes Training der exekutiven Funktionen bei Autisten“. Als Stichprobe für die zugrundeliegende Studie würden wir mit Ihrem Einverständnis sehr gerne unsere Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen im ZASPE testen und trainieren.

Die Vortestungen werden Ende Juli stattfinden, das Training für die zufällig ausgewählte Gruppe im September und die Nachtestungen im Oktober. Die genaueren Termine richten sich selbstverständlich nach Ihren individuellen Zeitplänen, sowie dem Ihrer Kinder und werden während der Betreuungszeit bzw. vor oder nach Ihren ambulanten Terminen im ZASPE stattfinden, sodass für Sie möglichst kein zusätzlicher Aufwand zustande kommt.

Die Studie findet unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Sprung, Professor für klinische Kinder- und Jugendpsychologie an der Universität Wien, statt.

Für weitere Informationen stehen wir selbstverständlich jederzeit zur Verfügung.

Gregor Schalper ([REDACTED])

Hannah Buscher ([REDACTED])

Wir würden uns sehr über Ihr Einverständnis freuen, die Teilnahme kann selbstverständlich zu jeden Zeitpunkt von Ihnen oder Ihren Kindern ohne Begründung beendet werden.

Liebe Grüße,

Gregor und Hannah

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass meine Tochter/ mein Sohn
..... an der oben beschriebenen Studie teilnimmt. Ich behalte mir das Recht vor,
die Teilnahme jederzeit, ohne Nennung von Gründen beenden zu können.

Datum, Unterschrift

16.2 Fragebogen zur Bewertung des Space Ranger Alien Quest

Fragebogen zur Bewertung des „Alien Ranger Game“

Bitte bewerte im Folgenden das Computerspiel auf einer Skala von 0 bis 3.

Die Zahl gibt an wie du es findest...

0 ungenügend

1 verbesserungswürdig

2 gut

3 sehr gut

Sound	0	1	2	3
Graphik	0	1	2	3
Umfang	0	1	2	3
Leveldesign	0	1	2	3
Handlung	0	1	2	3
Spannung	0	1	2	3
Insgesamt	0	1	2	3

Ist es dir bei dem Spiel wichtig, dass die Aliens glücklich sind?

Ja Nein Egal

Wenn ja, wieso ist es wichtig, dass die Aliens glücklich sind?

Magst du die Aliens?

Ja Nein

Im Vergleich zu den Spielen, die du sonst spielst, findest du dieses Spiel...

besser

gleich gut

schlechter

Was ist bei anderen Spielen besser?

Findest du das Spiel ...

zu leicht

zu schwer

weder noch

Würdest du das Spiel weiterhin spielen wollen?

Ja

Nein

Wie viel würdest du für dieses Spiel ausgeben?

Nichts

0-10 Euro

10-20 Euro

20-30 Euro

30-40 Euro

mehr

Vielen Dank!!!!!!

16.3 Fragebogen zur Bewertung des Kontrollspiels

Fragebogen zur Bewertung des „Wimmelbildspiels“

Bitte bewerte im Folgenden das Computerspiel auf einer Skala von 0 bis 3.

Die Zahl gibt an wie du es findest...

0 ungenügend

1 verbesserungswürdig

2 gut

3 sehr gut

Sound	0	1	2	3
Graphik	0	1	2	3
Umfang	0	1	2	3
Leveldesign	0	1	2	3
Handlung	0	1	2	3
Spannung	0	1	2	3
Insgesamt	0	1	2	3

Im Vergleich zu den Spielen, die du sonst spielst, findest du dieses Spiel...

besser

gleich gut

schlechter

Was ist bei anderen Spielen besser?

Findest du das Spiel ...

zu leicht

zu schwer

weder noch

Würdest du das Spiel weiterhin spielen wollen?

Ja Nein

Wie viel würdest du für dieses Spiel ausgeben?

Nichts 0-10 Euro 10-20 Euro 20-30 Euro 30-40 Euro mehr

Vielen Dank!!!!!!

16.4 Fragebogen zur Erfassung soziodemographischer Daten und des Computerspielverhaltens

ELTERNFRAGEBOGEN

Angaben zur Mutter

Name der Mutter: _____ Vorname der Mutter: _____

Alter der Mutter: _____ Tätigkeit der Mutter: _____

Höchste abgeschlossene Ausbildung?:

- 0 ohne Schulabschluss
- 1 einfacher Schulabschluss (Hauptschule)
- 2 mittlerer Schulabschluss (Sekundar, Berufs-/Bezirksschule)
- 3 Berufsschulabschluss mit Berufsausbildung bzw. Lehre
- 4 Allgemeine oder Fachgebunden Hochschulreife (Abitur, Matura) mit Studienberechtigung
- 5 Bachelor (Uni, Fachhochschule, Hochschule) oder Diplom an einer Fachhochschule
- 6 Master oder Diplom bzw. Staatsexamen (Universität, Hochschule)
- 7 anderer Abschluss: _____

Angaben zum Vater

Name des Vaters: _____ Vorname des Vaters: _____

Alter des Vaters: _____ Tätigkeit des Vaters: _____

Höchste abgeschlossene Ausbildung?:

- 0 ohne Schulabschluss
- 1 einfacher Schulabschluss (Hauptschule)
- 2 mittlerer Schulabschluss (Sekundar, Berufs-/Bezirksschule)
- 3 Berufsschulabschluss mit Berufsausbildung bzw. Lehre
- 4 Allgemeine oder Fachgebunden Hochschulreife (Abitur, Matura) mit Studienberechtigung
- 5 Bachelor (Uni, Fachhochschule, Hochschule) oder Diplom an einer Fachhochschule
- 6 Master oder Diplom bzw. Staatsexamen (Universität, Hochschule)
- 7 anderer Abschluss: _____

Angaben zum Kind:

Name des Kindes: _____ Vorname des Kindes: _____

Geburtsdatum des Kindes: _____

Geschlecht des Kindes: männlich weiblich

Angaben zum Spielverhalten Ihres Kindes:

Besitzt Ihr Kind eines der folgenden technischen Geräte?

Computer ja nein
126

Nutzt Ihr Kind den Computer auch für andere Tätigkeiten, wenn ja welche?

Ja, Art der Tätigkeit: _____

Nein

Wie viele Stunden nutzt Ihr Kind den Computer für andere Tätigkeiten?

0 Stunden	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden	4 Stunden	Mehr als 4 Stunden
-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------------------

Fragebogen wurde ausgefüllt von?

Mutter	Vater	Großeltern	Anderer Person: _____
--------	-------	------------	--------------------------

17 Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht. Ich bin mir bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

18 Lebenslauf

HANNAH BUSCHER

PERSÖNLICHE ANGABEN

Geburtsdatum:	01.01.1988
Email:	Hannah.Buscher@web.de

UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

Seit 03/08	Universität Wien: Studium der Psychologie (Diplom) Schwerpunkt in den Wahlfächern: Klinische Psychologie und Entwicklungspsychologie
06/13	vsI. Ende des Diplom-Studiums

SCHULBILDUNG

09/98-06/07	Erasmus von Rotterdam Gymnasium, Viersen Leistungskurse: Pädagogik, Englisch Allgemeine Hochschulreife, Note: 2,3
-------------	---

TÄTIGKEITEN NEBEN DEM STUDIUM

seit 01/2010	Festanstellung als Betreuerin im Diagnose- Therapiezentrum für Autismus und spezielle Entwicklungsstörungen ZASPE in Wien
06/2008-01/2010	freie Dienstnehmerin im ZASPE
07/08 2011	freiwilliges sechswöchiges Praktikum in den Kinder- und Jugendpsychiatrischen Vivantis Kliniken Neukölln und Friedrichshain
07/08 2010	freiwilliges sechswöchiges Praktikum in der Kinder- und Jugendpsychiatrischen Beratungsstelle Spandau/ Berlin
07/08 2009	freiwilliges sechswöchiges Praktikum in der Kinder- und Jugendpsychiatrischen Tagesklinik der LVR- Klinik Viersen
07/2008 und	freiwilliges vierwöchiges Praktikum in der Kinder- Jugendpsychiatrischen Ambulanz der LVR-Klinik Viersen
01/2008	freiwilliges dreiwöchiges Praktikum im ZASPE

06/2006 freiwilliges zweiwöchiges Praktikum in der
Rechtsabteilung des Landschaftsverbands Rheinland
in
Köln

02/2005 zweiwöchiges Schulpraktikum in der
Franziskusschule
Süchteln (Sonderschule für Geistigbehinderte)