

**Entwicklung kognitiver Funktionen –
Hemmungsbezogene Aufmerksamkeitsprozesse
bei lernbehinderten Kindern**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von
Annett Schlegel geb. Kaufhold
aus Mühlhausen/Thüringen

Göttingen 2006

D 7

Referent: Prof. Dr. Marcus Hasselhorn

Korreferent: PD Dr. Dietmar Grube

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Mai 2006

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich allen Dank sagen, die mir als aufmerksame Zuhörer, Kritiker und Lektoren die nötige Unterstützung gaben, diese Arbeit vollenden zu können.

Eine der wichtigsten Personen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben ist mein Doktorvater Prof. Dr. Marcus Hasselhorn, der ebenfalls schon meine Diplomarbeit hervorragend betreut hat, so dass auch eine weitere Zusammenarbeit mit ihm vorstellbar wurde. Für seine stets offene Art mit Schwierigkeiten jeder Art angemessen umzugehen, bedanke ich mich recht herzlich.

Meinen Dank möchte ich an dieser Stelle vor allem den Kindern und Jugendlichen der verschiedenen Schulen entgegenbringen, die sich für die Untersuchung bereit erklärt haben und den Lehrern, die eine entsprechende Organisation übernommen haben, um einen reibungslosen Ablauf zu gewähren.

Bei der Untersuchung der Kinder und Jugendlichen möchte ich mich vor allem auch bei den Diplomandinnen Claudia Bittner, Silke Paetzke, Michaela Seidel, und Astrid P. Woitag-Becker bedanken, die viele Stunden mit den Kindern und Jugendlichen zur Erhebung der Untersuchungsdaten verbracht haben.

Ein großer Dank gilt auch meiner Kollegin Dr. Cora Titz, die meine Arbeit mit Interesse gelesen hat und sowohl kritische als auch motivierende Unterstützung während der gesamten Anfertigung der Arbeit geleistet hat.

Ohne das Verständnis und die Rücksichtnahme meiner Familie hätte ich diese Arbeit nicht schreiben können. Ich danke hier Edgar und unserer Tochter Hannah für die Zeit, in der sie mich entlasteten. Besonderer Dank gilt Edgar, der mit vielen kleinen Anmerkungen, doch recht große Wunder bei mir erzeugt hat. Vielen Dank!

Auch meiner Schwester Christiane Klaus möchte ich für die Korrektur meiner Arbeit danken, die als Grundschullehrerin mir immer wieder auch praktische Hintergründe für die Arbeit liefern konnte.

Ebenso gilt mein Dank Ellen Trautmann für die aufmerksame Durcharbeitung der vorliegenden Arbeit, die vor allem methodisch gute Beiträge leistete.

Schließlich möchte ich allen Dank sagen, die mir während der Zeit meiner Arbeit in der Abteilung Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie immer wieder durch konstruktive Gespräche und unterstützende sowie aufbauende Worte und Taten motivierend zur Seite standen

Zum Schluss möchte ich natürlich meinen Eltern besonders danken, die es mir erst ermöglicht haben, mit eigenen Beinen im Leben zu stehen und während der Anfertigung dieser Arbeit oft mit ihrer jüngsten Enkelin viel Zeit verbrachten, um die Arbeit zu einem Abschluss zu bringen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Theoretischer Hintergrund.....	4
2.1	Selektive Aufmerksamkeit.....	4
2.2	Hemmungsprozesse	10
2.3	Entwicklungsaspekte.....	14
2.3.1	Entwicklungsmodelle der Hemmung	17
2.3.2	Kognitive Hemmung und deren empirische Erfassung	20
2.3.3	Verhaltenshemmung und deren empirische Erfassung.....	27
2.4	Lernbehinderung.....	34
2.4.1	Begriffsbestimmung	34
2.4.2	Geschichtlicher Abriss des wissenschaftlichen Hintergrundes.....	36
2.4.3	Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz.....	38
2.4.4	Die Schule für Lernbehinderte und der Begriff Lernbehinderung	42
2.4.5	Das dreifaktorielle Gruppendesign	44
2.5	Lernbehinderung, Selektive Aufmerksamkeit und Hemmungsprozesse	45
3.	Herleitung der eigenen Fragestellung	47
4.	Methode	51
4.1	Untersuchungsdesign	52
4.2	Stichprobe	53
4.3	Untersuchungsverfahren	57
4.3.1	Die Untersuchungsverfahren im Überblick.....	57
4.3.2	Verhaltenshemmung 1: Go/ no-go Aufgaben	59
4.3.3	Verhaltenshemmung 2: Stopp-Signal Aufgaben	59
4.3.4	Verhaltenshemmung 3: TEZEK Aufgaben	60
4.3.5	Kognitive Hemmung: Negative Priming Aufgaben	62
4.4	Versuchsdurchführung	63
4.5	Ableitung von Vorhersagen, statistisch prüfbare Hypothesen	64

5.	Ergebnisse	67
5.1	Verhaltenshemmung.....	67
5.1.1	Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei jüngeren Schülern mit der TAP Go/ no-go Aufgabe	68
5.1.2	Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei älteren Schülern mit der Stopp-Signal-Aufgabe	70
5.1.3	Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei jüngeren und älteren Schülern mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe	72
5.2	Kognitive Hemmung	75
5.3	Interaktionshypothese.....	78
5.3.1	Ergebnisse für die Verhaltenshemmung mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe.....	79
5.3.2	Ergebnisse für die Kognitive Hemmung mit der NP-Aufgabe.....	82
5.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	88
6.	Diskussion.....	90
6.1	Entwicklungsverzögerung bei der Verhaltenshemmung	90
6.1.1	Entwicklungsverzögerung bei jüngeren Schülern.....	91
6.1.2	Entwicklungsverzögerung bei älteren Schülern.....	92
6.1.3	Entwicklungsverzögerung bei jüngeren und älteren Schülern.....	93
6.2	Entwicklungsverzögerung bei der Kognitiven Hemmung	94
6.3	Diskussion der Altersunterschiede.....	97
7.	Zusammenfassung	103
8.	Literaturverzeichnis.....	105
Anhang	127

1. Einleitung

Erfolgreiches Lernen in der Schule ist in unserer Gesellschaft Grundvoraussetzung für einen möglichen reibungslosen Übergang in die spätere Berufslaufbahn. Dieser Grundbaustein ist jedoch bei weitem nicht bei allen Kindern im gleichen Ausmaß gegeben. Dies belegen die zunehmenden Schülerzahlen an lernbehinderten Schulen bzw. Förderschulen sowie die steigende Anzahl an Schülern in Regelschulen, die mit den normalen curricularen Anforderungen überfordert sind. Was sind nun die Gründe für diese Schwierigkeiten? Hierzu gibt es eine Reihe von Studien, jedoch beschäftigen sich relativ wenige davon mit einem für Lernprozesse eigentlich zentralen Bereich. Dieser betrifft die Aufmerksamkeits- und Verhaltensfokussierung auf relevante Lerninhalte. So scheint es unumgänglich, störende Verhaltenstendenzen oder irrelevante Informationen zu unterdrücken bzw. zu hemmen, während relevantes Lernmaterial erworben wird.

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit den beiden Konstrukten Verhaltenshemmung und kognitive Hemmung als mögliche Ursachen für Schwierigkeiten bei lernbehinderten Kindern auseinander. Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Pilotstudien zeigen recht deutlich das noch schwach beforschte Feld der beiden Konstrukte im Zusammenhang mit der Lernbehinderung.

So gibt es zur Verhaltenshemmung zwar Forschungsuntersuchungen mit Kindern, die sind jedoch überwiegend im klinischen Kontext und hier vor allem bei den Entwicklungspsychopathologien (z.B. Angststörungen, Hyperkinetische Störungen) zu sehen, weniger im experimentellen Bereich.

Hinsichtlich der kognitiven Hemmung, die als Prozess im Rahmen der selektiven Aufmerksamkeit verstanden wird, sind bisher wenige Untersuchungen mit Kindern zu finden. Gerade in der entwicklungspsychologischen Forschung lassen sich sehr hohe Variabilitäten z.B. hinsichtlich der verwendeten Paradigmen finden, die immer wieder zu recht unterschiedlichen Fragestellungen und letzten Endes auch heterogenen Ergebnissen führten. Es wird davon ausgegangen, dass neben der Aktivierung von relevanten Inhalten oder Informationen es ebenso wichtig ist, unwichtige oder störende Informationen zu unterdrücken bzw. zu hemmen, um

selektive Aufmerksamkeitsleistungen erbringen zu können, also auf relevante Inhaltsbereiche fokussieren zu können.

Auch der große und bisher nur unzureichend definierte Bereich der Lernbehinderung als solches stellte sich in unserer Arbeit einerseits als sehr nützlich aufgrund der experimentell untersuchten Fragestellung dar, andererseits aber auch als schwierige Aufgabe, da kein einheitlicher Begriff für Schüler mit Lernschwierigkeiten besteht. Es sind Kinder, die oftmals nicht als erfolgreich im Lernen gesehen werden und aus diesem Grund eine Gruppe von Schülern darstellen, die besondere Beachtung im Forschungsbereich finden sollten.

In dieser Arbeit wird von zwei Untersuchungen mit Schülern unterschiedlicher Altersgruppen berichtet, deren Leistungen mehr Aufschluss über mögliche Strukturdifferenzen oder aber Entwicklungsverzögerungen geben sollen, die im Folgenden den entwicklungspsychologischen Aspekt der Arbeit ausmachen. Es hat sich gezeigt, dass lernbehinderte Kinder der vierten Klasse in etwa das gleiche intellektuelle Niveau haben wie Kinder der ersten Klasse. Schüler der siebten Klasse einer lernbehinderten Schule befinden sich dagegen auf der Stufe von Drittklässlern. Hier wird eine Art Schereneffekt deutlich, nämlich, dass der Abstand zwischen lernbehinderten Schülern sowie Schülern gleichen mentalen Alters sich mit zunehmendem Alter vergrößert. Das dreifaktorielle Design wurde gewählt, um nicht nur Kinder gleichen mentalen Alters, sondern auch gleichen chronologischen Alters zu untersuchen und Aussagen über mögliche Strukturdifferenzen oder Entwicklungsverzögerungen im Bereich der kognitiven Hemmung und Verhaltenshemmung treffen zu können, die im engen Zusammenhang mit der Lernbehinderung stehen.

Beginnen wird die Arbeit mit der Einordnung des Hemmungsbegriffs in das theoretische Konzept der selektiven Aufmerksamkeit, das nicht nur für den Bereich der Lernbehinderung eine entscheidende Rolle spielt, sondern für Schüler allgemein im Lernprozess enorm wichtig ist, um überhaupt Wichtiges von Unwichtigem bei der Informationsaufnahme unterscheiden zu können.

Der darauf folgende Abschnitt führt die Leser in die Definition und Einordnung der Hemmungsprozesse allgemein ein, während unter der Überschrift „Entwicklungsaspekte“ eine genaue Aufteilung der beiden Konzepte Verhaltenshemmung und kognitive Hemmung aus entwicklungspsychologischer Sichtweise stattfindet.

In einem gesonderten Abschnitt wird näher auf die Begrifflichkeit Lernbehinderung eingegangen sowie ein theoretischer Hintergrund zu den verwendeten Hypothesen der Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdivergenz im Zusammenhang mit lernbehinderten Schülern vermittelt. Das sich hieraus begründete dreifaktorielle Gruppenschema wird ebenfalls näher beleuchtet. Abschnitt 2.5 stellt den Zusammenhang zwischen dem Konzept der selektiven Aufmerksamkeit sowie den Hemmungsprozessen unter entwicklungspsychologischer Sichtweise bei den lernbehinderten Schülern dar.

In Kapitel 3 werden die zu untersuchenden psychologischen Hypothesen expliziert. Die ersten Hypothesen beziehen sich auf die möglichen Entwicklungsverzögerungen vs. Strukturdivergenzen bei den Konstrukten der kognitiven Hemmung und der Verhaltenshemmung, während die Interaktionshypothese dem möglichen Schereneffekt der lernbehinderten Schüler gewidmet ist. Im folgenden Methodenteil (Kapitel 4) wird die Stichprobe, das Untersuchungsdesign mit den entsprechenden operationalisierten Messinstrumenten sowie den statistisch prüfaren Hypothesen dargestellt.

Im sich anschließenden Ergebnisteil werden die Resultate der Hypothesenprüfungen dargestellt, die in der abschließenden Diskussion in Bezug auf den theoretischen Hintergrund ausführlich diskutiert werden.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Selektive Aufmerksamkeit

Selektive Aufmerksamkeit erleben wir täglich. Wir kontrollieren ständig unsere Gedanken und unser Verhalten, indem wir bestimmte Reize auswählen während wir andere gleichzeitig ignorieren. Insofern stellt sich dieser Bereich auch als zentral im Zusammenhang mit ungestörten Lernprozessen dar. Die Fähigkeit, effizient zwischen relevanten und irrelevanten Informationen zu unterscheiden, könnte eine Schlüsselkompetenz darstellen, die im Zusammenhang mit Lernbeeinträchtigungen nicht oder zu spät erworben wurde, wie eine Arbeit von Dempster und Corkill (1999) nahe legt. Es soll deshalb zunächst genauer der Bereich der selektiven Aufmerksamkeit definiert werden, der die Leistung ermöglicht, auf Relevantes zu fokussieren. Bisher wurden viele theoretische Debatten über die Analyse von ignorierten Stimuli geführt. Als Beginn der Aufmerksamkeitsforschung wird häufig die Filtertheorie von Broadbent (1958) erwähnt, bei der einfache physikalische Muster ignoriert und somit nicht identifiziert werden. Kapazität wird als Übertragungskapazität eines Kanals verstanden und Selektion als Blockierung der Information. Spätere Aufmerksamkeitstheorien wie die von Deutsch und Deutsch (1963) sowie von Norman (1968) stellten die ignorierten Reize als völlig analysiert und identifiziert dar. In einer weiteren Phase wurde von Kahnemann (1973) zwischen anstrengender, kapazitätsabhängiger Verarbeitung einerseits und automatischer, kapazitätsfreier Verarbeitung andererseits unterschieden. Neisser (1974) unterscheidet hier zwischen einer Diskrimination zur Beurteilung von relevanten und irrelevanten Reizen sowie einer Kapazitätsfunktion, mit deren Hilfe den irrelevanten Reizen die Kapazität entzogen und den relevanten Reizen zugeführt wird. Im Anschluss daran trat die Selektion gegenüber der jetzt multiplen Ressourcenkapazität in den Hintergrund (Sanders, 1979). Derzeit gilt die begrenzte Kapazität als zentrales Funktionsmerkmal der Aufmerksamkeit (Neumann, 1996).

Baddeley (1996) schlägt in seinem Aufmerksamkeitsmodell vor, die zentrale Exekutive als eine Leitzentrale des Arbeitsgedächtnisses zu sehen, das neben zwei subsystemspezifischen Hilfssystemen, modalitätsunspezifisch funktioniert. Es ermöglicht in einem „*supervisorischen Aufmerksamkeitssystem*“ die Überwachung und Steuerung menschlichen Verhaltens. Eine Funktion der zentralen Exekutive ist

die selektive Aufmerksamkeit, die gezielt die eigene Aufmerksamkeit auf die Aufnahme relevanter Informationen richtet, während irrelevante Informationen bewusst ausgeblendet werden. Im Zusammenhang mit der Kapazität der selektiven Aufmerksamkeit steht die Nutzung von kognitiven Hemmungsprozessen, die der Schärfung des Aufmerksamkeitsfokus dienen und die Ablenkung begrenzen.

Exekutive Funktionen umfassen die Fähigkeit zu zielgerichtetem Verhalten wie Hemmung, Planung, Strategieentwicklung, Persistenz sowie Flexibilität in der Handlung. Exekutive Funktionen wurden bei Kindern als ein sich relativ spät entwickelndes Phänomen erforscht. Dabei gibt es allerdings zwei methodologische Nachteile. Einerseits die geringe Konstruktvalidität der Aufgaben zur zentralen Exekutive (Welsh, 2002) und andererseits die fehlerhafte Annahme entwicklungsrelevante Rahmenmodelle aus dem Bereich der Erwachsenen seien problemlos für Kinder zu übernehmen (Barkley, 1997).

In der Psychologie werden zwei große Forschungsbereiche unterschieden, die sich mit Grundlagen der selektiven Aufmerksamkeit befassen. Einerseits die kognitive Psychologie und andererseits die Neuropsychologie. Frühe entwicklungspsychologische Untersuchungen der selektiven Aufmerksamkeit hat Hagen (1967) vorgelegt. Er bediente sich dabei der central-incidentale Aufgabe. Hier werden für die Beurteilung von relevanten Reizen den Probanden zwei Informationen vorgegeben, bei denen nur auf eine geachtet werden soll, während die andere keine Beachtung finden soll. In einem sich anschließenden Abruf werden sowohl die Informationen der relevanten als auch der irrelevanten Reize abgefragt. Entwicklungspsychologische Forschungsergebnisse mit diesen Aufgaben zeigen eine Zunahme der Abrufleistung der relevanten Informationen bis zum Alter von 12 Jahren. Die irrelevanten Informationen zeigen dagegen bis zu diesem Alter nur einen geringen Anstieg. Das heißt, leseschwache Kinder können erst ca. ab dem 12. Lebensjahr die irrelevanten Informationen hemmen und die gesamte Kapazität den relevanten Informationen zukommen lassen. Untersuchungen mit dem so genannten Hagen-Paradigma konnten kein generelles Defizit in der selektiven Aufmerksamkeit bei lernbehinderten Kindern (Kinder mit Lesestörungen) finden, sondern eine stärkere Unterbrechung der zentralen Information im Vergleich zu unauffälligen Kindern (McNellis, 1987). Jedoch wurden bei der Überprüfung zwischen den Gruppen der LB Kinder (Lernbehinderung) und den unauffälligen Kindern keine

signifikanten Unterschiede in verschiedenen Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit gefunden (Pelham, 1979).

Ein ebenso entwickeltes und eingesetztes Instrument sind die directed-forgetting Aufgaben, bei denen schon während der Vorgabe der Items der Hinweis über die Beachtung oder Nichtbeachtung der Informationen gegeben wird. Beim anschließenden Abruf werden neben den zu beachtenden auch die zu vergessenden Items abgefragt. Auch hier zeigt sich in entwicklungspsychologischen Untersuchungen, dass Kinder unter neun Jahren keine großen Unterschiede zwischen beiden Abrufleistungen hervorbringen, was dafür spricht, dass die Hemmungsprozesse noch nicht vollständig ausgeprägt sind (Harnishfeger & Pope, 1996; Hasselhorn & Richter, 2002).

Zimmermann und Fimm (2000) halten die Abgrenzung der Aufmerksamkeitsprozesse von den Inhalten des Arbeitsgedächtnisses für willkürlich. Sie betrachten gerade für die klinische Praxis das Verhältnis von Aufmerksamkeitsfunktionen sowie emotionalen und motivationalen Prozessen als bedeutend. So wird die Selektivität der Aufmerksamkeit über ein emotionales Bewertungssystem gesteuert und die Aufmerksamkeitsfokussierung durch motivationale Prozesse aufrechterhalten. Dieser Sichtweise zufolge umfasst die selektive Aufmerksamkeit eine Vielzahl von Funktionen, die eng mit allen anderen Systemen des kognitiven Apparates zusammenwirken.

In der Neuropsychologie ist ein Mehrkomponentenmodell verbreitet, bei dem zwischen Selektivität, Alertness (tonische und phasische) sowie der Dauer-aufmerksamkeit / Vigilanz unterschieden wird (Mirsky, 1996; Posner & Rafal, 1987). Dabei hat das Zusammenwirken mit der motivationalen Komponente, Arousalprozessen und fokussierter Aufmerksamkeit immer eine Bedeutung. Ruff und Rothbarth (1996) verfolgen die Aufmerksamkeitsentwicklung über die Kleinkindzeit und Kindheit und beschreiben eine Variation von experimentellen Ansätzen für die Messung dieser Funktionen. Sie argumentieren ebenfalls, dass die Entwicklung der Aufmerksamkeit eng mit dem Fortschreiten verschiedener anderer kognitiver Funktionen, wie z.B. der sozialen Entwicklung, verbunden ist. Sie gehen dabei von einem interaktionellen Prozess mit spezifischen separaten Komponenten der Aufmerksamkeit aus. Diese unterteilen sich in eine sehr frühe Entwicklung mit

anfangs mehr automatischen, reflexhaften Aspekten und in der späteren Kindheit mit mehr willentlicher Aufmerksamkeit. McKay, Halperin, Schwartz und Sharma (1994) haben die Entwicklung der selektiven Aufmerksamkeit bei Kindern zwischen 6 und 13 Jahren aufgezeichnet und verglichen diese mit den Daten von Erwachsenen. Sie berichten von einer relativ frühen Reifung der selektiven Aufmerksamkeit. Eine Beschreibung der Funktionen selektiver Aufmerksamkeit von Zimmermann und Fimm (2000, S. 6) lautet folgendermaßen:

Die selektive Aufmerksamkeit umfasst die Fähigkeit zur Selektion und Integration umschriebener Reize oder Vorstellungsinhalte sowie die Fähigkeit zur Fokussierung und zum Wechsel auf bzw. zwischen solchen Reizen oder Vorstellungsinhalten. Es handelt sich um ein hierarchisch strukturiertes System, das auf jeder Ebene entsprechende Teilfunktionen umfasst.

Aufmerksamkeit an sich ist unterscheidbar in eine Komponente der Daueraufmerksamkeit, bei der über einige Minuten bis Stunden eine Aufmerksamkeitsfokussierung stattfindet und in eine Komponente kurzfristiger Aufmerksamkeit, die nur wenige Sekunden anhält. Bei der Daueraufmerksamkeit unterscheidet man die Vigilanz- von den Reaktionszeitaufgaben. Erstere erfordern eine kontinuierliche Beobachtung von monotonen Reizen über eine bestimmte Zeit (z.B. Continuous Performance Test – CPT), während bei den letzteren eine Reaktion auf einen Reiz so schnell wie möglich erfolgen soll (Krupski, 1980).

Nachweise für Hemmungsmechanismen in der selektiven Aufmerksamkeit kommen sowohl aus der physiologischen als auch der kognitiven Forschung. Auf der kognitiven Ebene der Aufmerksamkeit werden bei experimentellen Untersuchungen die Reaktionszeiten von Probanden analysiert. Auf der neurophysiologischen Ebene wird die Aktivität von Zellen oder die Untersuchung von Hirnarealen nach Läsionen bei der Ausübung von aufmerksamkeitsfordernden Aufgaben genauer betrachtet (Houghton & Tipper, 1994). Moran und Desimone (1985) konnten zeigen, dass, wenn ein Reiz ignoriert wird, man gleichzeitig die Aufmerksamkeit auf einen anderen Reiz richtet, während eine Reaktion in den Zellen für den ignorierten Reiz unterdrückt wird. Weiterhin zeigten sie, dass die Unterdrückung von Distraktoren (Ablenkungsreizen) einen wichtigen Mechanismus der Auswahl in den kortikalen Regionen des

inferioren Temporallappens darstellt. Elektrophysiologische Techniken lieferten Nachweise für die Hemmung von Distraktoren in der kortikalen Region des inferioren Temporallappens (Arsten, Segal, Neville, Hillyard, Janowsky, Judd & Bloom, 1983). Viele Nachweise der kognitiven Hemmung wurden im Negative Priming (NP) Paradigma (Tipper, 1985) erbracht. Tipper und Houghton (1994) unterscheiden in ihrem Modell zwei Dimensionen selektiver Aufmerksamkeit: 1. den Zeitpunkt der Selektion von der Wahrnehmung bis zur Reaktion (z.B. spät vs. früh) und 2. die Art des Mechanismus, der für die Selektion notwendig ist (z.B. Verstärkung oder Hemmung oder beides). Der kombinierte Prozess von Verstärkung und Hemmung kann schnell zwischen einer internalen Repräsentation des Ziels und einem Ablenkungsobjekt unterscheiden. Ein solcher zweifacher Mechanismus kann parallel arbeiten und ein Zielsignal verstärken, während er einen Distraktor unterdrückt. Der Verarbeitungsprozess, der einen NP-Effekt zur Folge hat, wird als eine kognitive Hemmungsfunktion selektiver Aufmerksamkeit gesehen, die zu einer Verringerung des Aktivationsniveaus der internen Repräsentation des Distraktors führt (Houghton & Tipper, 1994). Studien von Tipper et al. (1988) deuten darauf hin, dass Hemmungseffekte nicht mit spezifischen motorischen Reaktionen verbunden sind. In diesem Zusammenhang wurde versäumt, die Modellbausteine des Houghton-Tipper-Modells neuroanatomisch zu verankern. So soll ein so genanntes Objektfeld dem Modell zufolge die gezeigten Objekte repräsentieren, die mit dem großen Gebiet des *posterioren cerebralen Kortex* korrespondieren, welches für die Kodierung verbaler Informationen verantwortlich ist, während ein so genanntes Targetfeld (Zielreiz) mit dem *präfrontalen Kortex* verbunden und für die Planung und das zielgerichtete Verhalten zuständig ist (Luria, 1973; Shallice, 1988). Motorische Schemata sind generell mit den Regionen des frontalen Kortex verknüpft.

Luria (1959) untersuchte die Hemmungskapazität von jungen Kindern mit einem Experiment, bei dem die Kinder nur dann eine Taste drücken sollten, wenn sie ein Licht gesehen hatten. Diese Reaktionen entwickelten sich in einem Alter zwischen drei und dreieinhalb Jahren. Wird die Aufgabe komplexer, nämlich gleichzeitig zu antworten, wenn ein buntes Signal kommt, so entwickeln sich diese Fähigkeiten als Verbindung zwischen dem motorischen System und der verbalen Instruktion zwischen fünf und fünfteinhalb Jahren. Levy (1979) fand klare Entwicklungsveränderungen in der Kapazität der Daueraufmerksamkeit und der motorischen

Hemmung bei Kindern zwischen vier und sechs Jahren und bestätigte somit die Ergebnisse von Luria.

Hinsichtlich der Entwicklungsperspektive sind die möglichen Ursachen für die Entwicklungsdifferenzen in der Ablenkbarkeit zu betrachten. Die Entwicklungsunterschiede können das Ergebnis von eingeschränkter Aufmerksamkeitskapazität und geringerer Flexibilität bei den jüngeren Kindern sein. Auch die Prozessgeschwindigkeit spielt bei der selektiven Aufmerksamkeit eine entscheidende Rolle. Je schneller eine Aufgabe vervollständigt wird, desto eher wird die Minimierung der Aufmerksamkeitskapazität übergangen und das Kind wird befähigt, mit den weiteren Anforderungen fortzuschreiten. Schnellere Prozesse garantieren einen minimalen Verlust oder „Zerfall“ des Materials, so dass eine Aufgabe vervollständigt wird, während die nötige Information oder Instruktion für das Kind noch verfügbar ist. Jüngere Kinder benötigen für diese Prozesse mehr Zeit als ältere Kinder. Ein altersbezogener Anstieg der Prozessgeschwindigkeit wurde über ein Spektrum an Aktivitäten beschrieben. Dazu gehören motorische Aufgaben, die sowohl verbale als auch visuomotorische Reaktionen erfordern, sowie unmittelbare als auch Prozessinformationen aus dem Arbeitsgedächtnis, und Abrufinformationen aus dem Langzeitgedächtnis.

Darüber hinaus zeigt sich in der Entwicklung selektiver Aufmerksamkeit, dass bei Kindern größere Schwierigkeiten bei Hemmungsprozessen von irrelevanten Stimuli bestehen. Unabhängig vom Kontext gibt es Überlegungen, dass eine Interferenz bei der Präsenz von irrelevanten Stimuli auftritt. Wettstreite der einzelnen Reaktionen untereinander scheinen jüngere Kinder mehr zu beeinträchtigen als ältere Kinder (Lane & Pearson, 1982).

Doch wie können wir zwischen der Ausübung und Unterdrückung von relevanten Prozessen und der Aktivierung oder Hemmung von irrelevanten Kognitionen bei lernbehinderten und normal begabten Schülern unterscheiden? Dabei soll uns in der vorliegenden Arbeit die Unterscheidung in Verhaltenshemmung und kognitiver Hemmung hilfreich sein. Der folgende Abschnitt beschäftigt sich deshalb mit einer weitergehenden Definition von Hemmungsprozessen auch für andere Verhaltensbereiche.

2.2 Hemmungsprozesse

Der Begriff der Hemmung wurde in der experimentellen neurophysiologischen Forschung um 1820 eingeführt. Die Entdeckung der peripheren Hemmung und der Hemmung im zentralnervösen System waren hierbei die Hauptleistungen (Smith, 1992). Später erwähnte Wundt (1904) „positive“ und „negative“ Prozesse (Aktivierung und Hemmung) als notwendig für die intellektuelle Leistung. In der Zeit des Behaviorismus fanden Hemmungsprozesse nur wenig Aufmerksamkeit, da das offene Verhalten im Vordergrund stand. In den 60er Jahren untersuchte man dann den Einfluss von GABA, einem Hemmungstransmitter, auf aggressives Verhalten (Mandel, Ciesielski, Maitre, Simler, Mack & Kempf, 1979). In jüngerer Zeit wurden weitere Neurotransmitter, die eine Hemmungsfunktion übernehmen, wie Serotonin und Dopamin untersucht (Cooper, Bloom & Roth, 1991). Man konnte nun sowohl einen exzitatorischen als auch einen inhibitorischen Effekt in den Zellmembranen finden, die mit einem Anstieg bzw. einem Abfall der Wahrscheinlichkeit des „Zellfeuerns“ zusammenhängen. Neuere Studien nutzen auch die Elektroenzephalogramme (EEG) und die Ereigniskorrelierten Potentiale (ERP) (Dempster & Corkill, 1999).

Hemmungskontrolle ist die Hemmung von Reaktionen auf irrelevante Stimuli, während der Ausführung eines kognitiv repräsentierten Zielverhaltens (Rothbart & Posner, 1995). Hemmungsfunktion ist dagegen der individuelle Unterschied, die Entwicklungsveränderung oder beides in einer großen Ansammlung von kognitiven Fähigkeiten einschließlich Intelligenz, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Leseverständnis, Ausführung von einer Breite an Piaget-Aufgaben. Es impliziert also die Entwicklung von Emotionskontrolle, Bewusstsein und sozialer Kompetenz.

Eine mögliche Beschreibung von Hemmungsprozessen von Dempster (1993) sowie Harnishfeger und Bjorklund (1993) soll im Folgenden betrachtet werden:

Hemmung ist eine Hauptdeterminante der kognitiven Entwicklung, da sie die Fähigkeit erfordert, bei der Ausübung von vielen Aufgaben zwischen wetteifernden Informationen oder Reaktionen zu wählen. Spezifischer gesagt, erfordert es die Fähigkeit, aufgabenirrelevante Informationen vom Arbeitsgedächtnis fern zu halten und mehr mentalen Speicher für den Prozess der aufgabenrelevanten Informationen verfügbar zu haben.

Wright, Waterman, Prescott und Murdoch-Eaton (2003) beschreiben dagegen Hemmung als einen kognitiven Prozess, der uns erlaubt, eine Verzögerung oder Unterlassung einer präpotenten Reaktion auszuführen. Präpotente Reaktionen sind gut gelernte Aktionen oder Reaktionen, die vorher verstärkt wurden. Hemmung ist ein bedeutender kognitiver Prozess, der es ermöglicht, die gut gelernten Reaktionen in Situationen, in denen alternative Reaktionen vorteilhaft sind, zu modifizieren. Hemmung ist somit eine Komponente eines weiten Spektrums von Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen. Sie dürfte auch für unbeeinträchtigte Lernprozesse zentral sein, wenn es darum geht, Lerninhalte zu erwerben, während das schöne Wetter und die Spielgeräte draußen zum Toben verleiten.

Verschiedene Wissenschaftler (Dempster, 1993; Harnishfeger, 1995; Nigg, 2000) gehen davon aus, dass hemmungsbezogene Prozesse eher als eine Familie von Funktionen aufzufassen sind, als ein einheitliches oder unidimensionales Konstrukt. Unterschiedliche Typen von Hemmung vermitteln zwischen bestimmten Teilen des Gehirns und differenzieren dementsprechend im Alter. Es werden verschiedene Formen bei den Hemmungsprozessen unterschieden, die wiederum auch unterschiedliche Begriffe und Definitionen hervorrufen. In der Literatur werden sie jedoch nicht einheitlich verwendet.

Friedmann und Miyake (2004) unterteilen Hemmung und Interferenz in drei verschiedene Bereiche: 1. *Prepotent Response Inhibition* (präpotente Reaktionshemmung) 2. *Resistance to Distractor Interference* (Widerstand gegen Ablenkungsinterferenz) und 3. *Resistance to Proactive Interference* (Widerstand gegen proaktive Interferenz). Präpotente Reaktionshemmung ist die Fähigkeit zur Unterdrückung einer dominanten, automatischen oder präpotenten Reaktion. Im schulischen Alltag wäre hier als Beispiel ein Grundschulkind während des Lesens eines Textes zu sehen, welches durch das Klopfen an der Klassenzimmertür plötzlich seinen Lesevorgang unterbricht und somit eine Hemmung des bisherigen Lesevorgangs vollzieht. Unter Widerstand gegen Ablenkungsinterferenz versteht man die Fähigkeit einer Interferenz von Informationen in der externen Umwelt, die für die Aufgabe irrelevant ist, zu widerstehen. Hier kann man sich vorstellen, dass sich die oben genannte Schülerin während des Lesens sehr genau konzentrieren muss, da ihre Klassenkameraden sich nebenbei leise unterhalten. Unter dem dritten Begriff – dem Widerstand zu proaktiver Interferenz, verstehen die Autoren die Fähigkeit Intrusionen

von Informationen, die vorher in einer Aufgabe relevant waren, aber nun irrelevant sind, zu widerstehen. Ein Beispiel hierfür wäre, wenn die Schülerin immer den ersten Buchstaben eines jeden Wortes hätte weglassen müssen und jetzt wieder normal lesen sollte.

Tabelle 2.2.1 Einteilung des Hemmungskonstruktes verschiedener Wissenschaftler

Friedmann & Miyake (2004)	Nigg (2000)	Harnishfeger (1995)	Dempster (1993)
• Präpotente Reaktionshemmung	• Verhaltenshemmung • Okulumotorische Hemmung	• Intentionale Verhaltenshemmung	• Motorischer Widerstand gegen Interferenzen
• Widerstand gegen Ablenkungsinterferenz	• Interferenzkontrolle	• Intentionaler kognitiver Widerstand gegen Interferenzen	• Perzeptueller Widerstand gegen Interferenzen
• Widerstand gegen proaktive Interferenz	• Kognitive Hemmung	• Intentionale kognitive Hemmung	• Verbal-linguistischer Widerstand gegen Interferenzen

Friedmann und Miyake (2004) nehmen eine Einordnung von hemmungsbezogenen Prozessen verschiedener Autoren wie Nigg (2000), Harnishfeger (1995) sowie Dempster (1993) vor (siehe Tabelle 2.2.1). Nigg (2000) klassifiziert Hemmungsprozesse in vier verschiedene Hemmungstypen: 1. *Interferenzkontrolle* zur Unterdrückung von Interferenz, die auf einen Ressourcen- oder Stimuluswettbewerb zurückzuführen ist 2. *Kognitive Hemmung* zur Unterdrückung von irrelevanten Informationen aus dem Arbeitsgedächtnis 3. *Verhaltenshemmung* zur Unterdrückung präpotenter Reaktionen und 4. *Okulumotorische Hemmung* zur Unterdrückung reflexiver Sakkaden. Nigg schlägt vor, dass Hemmung zurückgeführt wird auf eine versteckte Aufmerksamkeitsorientierung automatischer Hemmung. Harnishfeger (1995) nimmt eine Unterteilung von Hemmungsprozessen auf drei verschiedenen Ebenen vor: 1. intentionale oder automatische Hemmung 2. Verhaltens-ebene oder kognitive Ebene, also die Lokalisation von Hemmungsprozessen und 3. Hemmung oder Widerstand gegen Interferenzen. Dempster (1993) unterscheidet in seinem „Widerstand gegen Interferenzen“ Rahmenmodell unter verschiedenen

a) Formen von Interferenzsensitivität b) Ursprünge von Interferenz und c) Richtungen des Interferenzeinflusses. So ordnet er dem Widerstand gegen Interferenzen einer formalen Dimension zu und unterscheidet hier zwischen einem motorischen, perzeptuellen und verbal-linguistischen Bereich. Auf der temporalen Dimension unterscheidet er dagegen zwischen proaktiv, retroaktiv und koaktiv. Allgemein fördert die Aktivierung relevanter Informationen die Aufgabenausführung, während die Aktivierung irrelevanter Informationen die Aufgabenausführung verhindert. „Widerstand gegen Interferenzen“ bezieht sich auf die Fähigkeit irrelevante Informationen während der Ausführung eines Planes zu ignorieren oder zu hemmen. Die Tabelle 2.2.1 fasst die Vorschläge zur Unterteilung des Hemmungskonstruktes zusammen, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Entlang einer ähnlichen Linie differenzieren auch Hasher, Zacks und May (1999) für den Bereich der Gerontopsychologie zwischen einer Hemmung einer „präpotenten“ vordergründigen Reaktion und einer Hemmung von irrelevanten Informationen. In ihrem Hemmungs-Defizit-Modell unterscheiden sie auch verschiedene Hemmungsfunktionen und gehen eher von verschiedenen Hemmungsprozessen (Dempster, 1993; Harnishfeger, 1995; Hasher et al., 1999; Kramer, Humphrey, Larish, Logan & Strayer, 1994) als von einem generalisierten Hemmungsmechanismus (Bjorklund & Harnishfeger, 1993) aus.

Wie zentral solche Hemmungsprozesse mit dem Bereich des Lernens zusammenhängen, verdeutlicht ein Artikel von Dempster und Corkill (1999). Hier wird Hemmung mit verschiedenen Lernbeeinträchtigungen wie z.B. Lese- und Lernstörungen, Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörungen, geistiger Behinderung sowie Verhaltensstörungen oder anderen Psychopathologien wie Zwangsstörungen oder Schizophrenien in Verbindung gebracht. In diesem Artikel wird jedoch nicht so sehr darauf eingegangen, inwieweit es sich bei möglichen Problemen der Hemmungskontrolle in Zusammenhang mit der Lernbehinderung um Aspekte einer Entwicklungsverzögerung handeln könnte, oder um Strukturdifferenzen.

Im nächsten Abschnitt wird deshalb der Versuch unternommen, die normale Entwicklung der Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung zu skizzieren, bevor auf die Frage nach Entwicklungsverzögerung in Konkurrenz zu Struktur-

differenz hinsichtlich verschiedener Hemmungsfähigkeiten in Zusammenhang zur Lernbehinderung eingegangen wird.

2.3 Entwicklungsaspekte

Die Entwicklung von Hemmungsprozessen wird seit über 100 Jahren erforscht (vgl. hierzu Dempster, 1995) und spielt auf verschiedenen Gebieten der Entwicklungspsychopathologie eine bedeutende Rolle. Gleichzeitig muss man jedoch sagen, dass die größte Gruppe von Menschen, welche Hemmungsdefizite zeigen und relativ wenig Möglichkeiten haben, Störreizen zu widerstehen, gerade jüngere Kinder sind. Damit sind Kinder des Vorschulalters und Grundschulkindern gemeint.

Eine eingeschränkte Hemmungskontrolle ist typisch im Verhalten bei jüngeren Kindern (Diamond, 1996). So fand Diamond, dass eine bedeutende Entwicklung in der Hemmungskontrolle in den ersten sechs Lebensjahren, mit signifikanten Verbesserungen zwischen dem dritten und sechsten Lebensjahr, stattfindet.

Bjorklund und Harnishfeger (1995) gehen davon aus, dass die Hemmungsfunktionen die kognitive Entwicklung in Interaktion mit begrenzten mentalen Ressourcen beeinflussen. In diesem Rahmen steigt somit das Ergebnis der Hemmungsfunktion effizient mit dem kognitiven Prozess und lässt mehr mentalen Speicher für die Verarbeitung der aufgabenrelevanten Information. Diese Begründung basiert vorrangig auf neuroanatomischen, physiologischen und neuropsychologischen Grundlagen, nämlich, dass der Frontallappen in die Fähigkeit zu hemmen einbezogen ist (Band, van der Molen, Overtoom & Verbaten, 2000).

Kail (1993) konnte zeigen, dass Kinder mit zunehmendem Alter in der Fähigkeit bestimmte Prozessschritte von irrelevanten Informationen zu trennen, besser werden. Das Ergebnis ist, dass bei den irrelevanten Prozessschritten weniger Informationen verloren gehen und mehr Informationen bei den Prozessschritten erreicht werden, die relevant sind für die Aufgabenausführung. Je mehr Informationen für die aufgabenrelevanten Prozessschritte verfügbar sind, desto weniger Zeit wird zur Erreichung der Reaktionsausführung gebraucht.

Häufig werden die Hemmungsfunktionen als ein Teil der exekutiven Funktionen konzeptualisiert (siehe Selektive Aufmerksamkeit Kapitel 2.1). Es existieren verschiedene Modelle zu den spezifischen Komponenten der exekutiven Funktionen (Fuster, 1999; Lezak, 1995; Shallice, 1990), aber alle stimmen darin überein, dass exekutive Funktionen Komponenten des Planens, der Impulskontrolle oder der Hemmung und der Effektivität der Ausführung implizieren. Jede Komponente hat ihre eigenen Muster, Implikationen und spezifischen neuroanatomischen Gebiete in der Entwicklung dieser Mechanismen (Klenberg, Korkman & Lahti, 2001).

Hemmungsprozesse werden oft in direkter Beziehung zur Kapazität des Arbeitsgedächtnisses beobachtet (Bjorklund & Harnishfeger, 1990). Die Informationsverarbeitungsperspektive fokussiert auf das Konzept der kognitiven Ressourcen. Aus ihrer Sicht bleibt die Gesamtkapazität über das Leben hin stabil, während die funktionelle Kapazität über die Kindheit hin ansteigt. Hemmungskontrolle führt also zu einer Begrenzung eingehender irrelevanter Informationen in das Arbeitsgedächtnis und weniger gut entwickelte Hemmungsmechanismen führen zu einer stärkeren Nutzung des Arbeitsgedächtnisses durch irrelevante Reize bei jüngeren Kindern im Vergleich zu älteren Kindern und Erwachsenen. So wird die Hemmungskontrolle über die Kindheit effizienter, welche wiederum zu einem Anstieg der funktionalen Kapazität des Arbeitsgedächtnisses führt und folglich zur Verarbeitungseffektivität (Ridderinkhof & van der Molen, 1997).

Auf neuropsychologischer Ebene werden die Entwicklungsveränderungen der Hemmungsprozesse funktional eng mit der Reifung des Frontallappens, eines der größten Gehirnareale, verbunden (Bjorklund & Harnishfeger, 1995). Seine funktionelle Reife ist zwischen 4 und 7 Jahren (Luria, 1973) bzw. 12 Jahren (Golden, 1981) noch nicht erreicht.

Diamond (1988b) konnte zeigen, dass eine bedeutende Entwicklung des Frontallappens beim Menschen zwischen 12 und 18 Monaten stattfindet und in etwa in der mittleren Adoleszenz beendet ist (Anderson, Northam, Hendy & Wrennall, 2001).

Welsh, Pennington und Groisser (1991) fanden, dass Hemmung in einem Alter von 9-10 Jahren in etwa auf einem Erwachseneniveau liegt. Passler, Isaac und Hynd (1985) zeigten, dass Hemmungsentwicklung zwischen dem 6. und 12.

Lebensjahr abgeschlossen ist und wiederum andere wie Levin, Culhane, Hartmann, Evankovich, Mattson, Harward, Ringolz, Ewings und Fletcher (1991) kommen zu dem Schluss, dass Impulskontrolle nicht vor dem Alter von 12 Jahren seine endgültige Reife erhält. Unterscheidet man wie Passler et al. (1985) zwischen Anforderungen aufgrund verbaler vs. nonverbaler Konflikte, so finden sich unterschiedliche Altersverläufe: Nach einem verbalen Konflikt ist der Gipfel vor dem 6. Lebensjahr erreicht, die nonverbalen Konflikte, proaktive Hemmung und Perseverationsaufgaben erreichen mit 8 Jahren ihren Höhepunkt. Die volle Reife wird bei weiteren Aufgaben nicht vor dem 10. bis 12. Lebensjahr erreicht.

Hemmung wurde von Barkley (1997, 1999) beim Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom (ADHD) untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Kinder mit ADHD überwiegend Schwierigkeiten in der Daueraufmerksamkeit und im Hemmungsverhalten zeigen. Schüchternheit und Angst bei Kindern (Albano, Chorpita & Barlow, 1994), sowie Schizophrenie (Nestor & O'Donnell, 1998) spielen ebenfalls eine Rolle. Autistische Kinder haben vorwiegend Defizite in der Flexibilität und bei der Planung von Verhalten (Ciesielski & Harris, 1997; Ozonoff & Jensen, 1999) während Kinder mit einem Tourette Syndrom Schwierigkeiten mit der Hemmung insbesondere mit der Kontrolle präpotenter Impulse haben (Ozonoff, Strayer, McMahon & Fillouz, 1998). Lernverzögerung (Dempster & Corkill, 1999) und Zwangsstörungen (Rosenberg, Averbach, O'Hearn, Seymore, Birmaher & Sweeney, 1997; Schultz, Evans & Wolff, 1999) sind hier ebenfalls bei Kindern zu nennen. Diese Entwicklungsstörungen von anderen Verhaltensstörungen zu unterscheiden gelingt nur teilweise, jedoch sollen die Hemmungsfunktionen einen wichtigen Beitrag zu dieser Unterscheidung beitragen (Grodzinsky. & Diamond, 1992). Die zentrale Rolle von Hemmungsdysfunktionen in der Entwicklungspsychopathologie und die damit verbundene sensitive Messung von Hemmungsfunktionen kann helfen, jüngere Kinder zu identifizieren, die wahrscheinlich im späteren Leben Verhaltensstörungen und kognitive Probleme haben werden (Wright et al., 2003).

Nach dieser überblicksartigen Einführung fokussiert der nächste Abschnitt im speziellen auf zwei Entwicklungsmodelle der Hemmung.

2.3.1 Entwicklungsmodelle der Hemmung

Im Folgenden werden zwei Entwicklungstheorien der Hemmung vorgestellt, in denen Kinder mit steigendem Alter zunehmend aufgabenirrelevante Informationen außerhalb des Arbeitsgedächtnisses belassen können. Beschrieben werden das Modell der ineffizienten Hemmung von Harnishfeger und Bjorklund (1990) sowie das Frontallappenmodell von Diamond (1991).

Das Modell der ineffizienten Hemmung

Dieses Modell (Harnishfeger & Bjorklund; 1990, Harnishfeger, 1995) versucht theoretische, empirische und neurowissenschaftliche Aspekte zu integrieren und sieht Hemmung als dafür verantwortlich an, eine potentiell beeinträchtigende, aufgabenirrelevante Information zu unterdrücken. Daten über Entwicklungsverläufe zeigen eine mentale Ressourcenbegrenzung als ursächlich für viele Entwicklungsphänomene. Die schlechteren Hemmungsmechanismen resultieren aus weniger effektiven kognitiven Prozessen, weil der Arbeitsgedächtnisspeicher durch irrelevante Informationen belegt wird und somit weniger mentale Kapazität für die Verarbeitung relevanter Informationen zur Verfügung steht. Es sieht die funktionelle Aktivationskapazität des Arbeitsgedächtnisses in Verbindung mit einem Altersanstieg (Bjorklund & Harnishfeger, 1990), d.h. alle Formen von Hemmung werden mit dem Alter effizienter und somit auch viele Aspekte des Verhaltens und der Kognitionen. Hierzu können insofern auch Lernprozesse gezählt werden, für die ein effizientes Arbeitsgedächtnis unerlässlich sind. Eine entscheidende Rolle spielt die Hirnreifung bei den Kindern, die eine Zunahme der inhibitorischen Prozesse zur Folge hat und somit auch zu einer größeren Effizienz selektiver Aufmerksamkeit führt. Je besser die inhibitorischen Prozesse genutzt werden können, umso eher können sie die aufgabenirrelevanten Informationen aus dem Arbeitsgedächtnis hemmen. Kinder werden mit zunehmendem Alter effizienter in der Hemmung, in der direkten Aufmerksamkeit und der Daueraufmerksamkeit bei Ablenkungsreizen, können besser ihre Emotionen kontrollieren und Belohnungen aufschieben. Weiterhin sind sie in der Lage sich besser zu steuern und größere Kontrolle über ihre eigenen kognitiven Prozesse auszuüben. Dies konnte für normalbegabte Kinder und Schüler nachgewiesen werden. Nur wenige Untersuchungen zeigen dies jedoch auch für den Bereich der Lernbehinderung bzw. Lernstörung, da hier meist eine verzögerte

Entwicklung stattfindet. Hierzu wird noch einmal im Kapitel 2.4.3 Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz eingegangen.

Das Modell der ineffizienten Hemmung ist eine Erweiterung des Aktivationsressourcenmodells, es betont aber die Rolle der Hemmungsprozesse. Nutzt man die Ressourcenmetapher, so zielt das Modell auf eine ineffiziente Hemmung, die das Arbeitsgedächtnis mit irrelevanten Informationen belastet und somit wenig Freiraum für die Speicherung von relevanten Informationen und die Durchführung von basalen kognitiven Operationen übrig lässt. Insgesamt unterscheidet Harnishfeger (1995) zwischen zwei verschiedenen psychologischen Konstrukten - einen Mechanismus für Verhaltenshemmung und einen für kognitive Hemmung. Die kognitive Hemmung ist vor allem für das Arbeitsgedächtnis relevant, während Verhaltenshemmung Widerstand gegen Interferenz, Belohnungsaufschub und motorische Hemmung beinhaltet. Verhaltenshemmung und kognitive Hemmung stellen zwei unterschiedliche psychologische Konstrukte dar und sind somit als zwei distinkte Fähigkeiten anzusehen. Bei faktorenanalytischen Untersuchungen fand Olson (1989), dass verschiedene Messungen von Hemmungskontrolle drei höhere Ordnungsfaktoren ergeben: 1. die Fähigkeit Belohnung aufzuschieben („delay of gratification“), 2. motorische Hemmung und 3. kognitive Hemmung. Kontrolliert nach Alter und IQ fand Olson signifikante Korrelationen zwischen motorischer Hemmung und Belohnungsaufschub, zwei Formen der Verhaltenshemmung. Die Korrelationen zwischen Verhaltenshemmung und kognitiver Hemmung waren dagegen nicht signifikant (Harnishfeger, 1995). Diese Trennung nach kognitiver Hemmung und Verhaltenshemmung soll auch in der vorliegenden Arbeit genutzt werden. Beide Arten von Hemmungsprozessen werden dabei im Zusammenhang mit den Defiziten lernbehinderter Kinder betrachtet.

Das Frontallappenmodell

Ein weiteres Modell zur Erklärung von Hemmungsmechanismen stellt das Modell von Diamond (1991a) dar, das vor einem neuropsychologischen Hintergrund zu sehen ist. Diamond (1985, 1988a, 1991a) hat in ihrem Frontallappenmodell wie eine Menge anderer Forscher auf dem Gebiet der Entwicklungsneuropsychologie gezeigt, dass zunächst die Frontallappen in der frühen Entwicklung nur schwach entwickelt sind. Der Frontallappen spielt eine signifikante Rolle im Übergang zum

Erwachsenenniveau bei den Kognitionen. Diamond war eine der ersten, welche die Bedeutung von Hemmung in der kognitiven Entwicklung entdeckte. Sie betont die Rolle des frontalen Kortex und seine Bedeutung für die kognitive Entwicklung. Es ähnelt Dempsters Modell „Widerstand gegen Interferenz“ und Harnishfegers Modell „ineffizienter Hemmung“. Nach Diamond kontrolliert der Frontallappen beides, Gedächtnis (Daueraufmerksamkeit) und Hemmung, wobei die Hemmungsfunktion die bedeutendere ist. Ihre Sichtweise basiert auf den Entwicklungsveränderungen während der frühen Kindheit nach Piaget (1952, 1954). Diamond glaubt, dass kleine Kinder unfähig sind, ihre kognitiven Fähigkeiten zu demonstrieren, weil sie nicht in der Lage sind, ihre Reaktionen zu hemmen.

„Cognitive development, then, can be conceived of, not only as the progressive acquisition of knowledge, but also as the enhanced inhibition of reactions that get in the way of demonstrating knowledge that is already present.” (Diamond, 1991, S. 67)
That is, infants have great difficulty in “gaining control over their behavior.” (Diamond, 1991, S. 148)

Ihre ersten Arbeiten sind variierte Aufgaben von Piagets „A-nicht-B Aufgaben“. Diese Aufgaben zur Objektpermanenz zeigen, dass man kleine Kinder (12-18 Monate) leicht dazu bringen kann, nach einem attraktiven Gegenstand in einem Versteck A zu suchen, wenn man ihn konsistent bei A versteckt. Versteckt man diesen Gegenstand jedoch anschließend vor ihren Augen in einem Versteck B, so suchen sie ihn dennoch weiterhin zunächst bei A. Aus diesem Suchfehler schloss Piaget, dass Kinder in diesem Entwicklungsstadium noch keine Repräsentation von der andauernden Existenz des Gegenstandes haben, also über eine fehlerhafte Wissenskonstruktion verfügen, wenn er versteckt ist. Diamond (1990, 1991) erfasste hierzu Augenbewegungen bei Kindern, die zeigen, dass Kinder zum Versteck A greifen, obwohl sie in die richtige Richtung B starren. Die Kinder wissen also um die richtige Lokation, sind aber einfach noch nicht in der Lage, sich der früheren verstärkten Reaktion zu widersetzen.

Auch ältere Kinder in der Vorschule haben Schwierigkeiten in der Ausführung von Aufgaben, in denen verbale Instruktionen im Widerspruch stehen zu Routinehandlungen (Llamas & Diamond, 1991). Hier kam bei der Erfassung die „Simon-sagt Aufgabe“ zum Einsatz, in der die Kinder die erwünschte Reaktion

hemmen müssen, wenn sie die Worte „Simon sagt“ hören. Diese Ergebnisse unterstützen die Sichtweise, dass die normale Reifung des Frontallappens eine Hauptrolle in der Hemmung von Denken und Verhalten spielt.

Im Vorschulalter werden überwiegend zwei Arten von Aufgaben zur Messung von Verhaltenskontrolle benutzt: die Verzögerungsaufgabe und die Konfliktaufgabe. Erstere enthält die Messung der kindlichen Verzögerungsleistung oder die Unterdrückung einer impulsiven Reaktion während einer Aufgabenausführung und die letztere Aufgabe erfordert bei den Kindern die Reaktion auf eine hochauffällige Konfliktoption. Die graduelle Entwicklung von Hemmungskontrolle bei Vorschülern ist mit zunehmenden Verhaltensregulationen verbunden. Während die Verhaltenscharakteristika von Aktivierung anerkannt sind, ist die Messung der kognitiven Korrelate dieser Verhaltensänderungen wenig spezifiziert (Denckla, 1996; Posner & Rothbart, 2000).

Aber auch hier sollte darauf hingewiesen werden, dass je nach Untersuchungsinstrument die Aufgaben unterschiedliche Komponenten des Hemmungsmechanismus betreffen (Kramer, Humphrey, Larish, Logan & Strayer, 1994) oder die Messung der Hemmungskontrolle unterschiedlich sensitiv verläuft, je nach Messinstrument (Bedard, Nichols, Barbosa, Schachar, Logan & Tannock, 2002; Christ, White, Mandernach & Keys, 2001).

2.3.2 Kognitive Hemmung und deren empirische Erfassung

Ein Versuch von Harnishfeger kognitive Hemmung zu definieren lautet wie folgt:

Kognitive Hemmung bedeutet die Kontrolle bzw. aktive Unterdrückung mentaler Inhalte und Prozesse. Sie kann intentional und bewusst oder unintentional mit fehlender Introspektion ausgeführt werden. Beispiele hierfür sind die Gedankenunterdrückung oder das Ausblenden von irrelevanten Informationen des Arbeitsgedächtnisses während eines Gedächtnisprozesses. (Harnishfeger, 1995, S. 178)

Die kognitive Hemmung wird zwischen der frühen Kindheit und dem frühen Erwachsenenalter immer effizienter, jedoch mit leichter Verzögerung gegenüber der Verhaltenshemmung (Nigg, 2000). Gleichzeitig muss man jedoch darauf hinweisen,

dass keine einfachen Muster von quantitativen Verbesserungen mit zunehmendem Alter festzustellen sind. Belege für den Effizienzanstieg kognitiver Hemmung stammen aus Untersuchungen mit einem Paradigma zur Erfassung selektiver Aufmerksamkeit. In diesem Zusammenhang wurde gezeigt, dass Hemmungsprozesse die Leistungen in Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit steuern (Tipper, 1985). Tipper führte hierzu den Begriff „Negative Priming“ ein, um Hemmungseffekte von ignorierten Stimuli zu beschreiben im Gegensatz zu den bis dahin typischen positiven Primingeffekten in Form einer Reaktionsbeschleunigung. Tipper, Bourque, Anderson und Brehaut (1989) untersuchten die Hemmungsfunktionen bei Kindern mit einer Negative Priming und einer Stroopaufgabe. Die Stroopaufgabe wurde traditionell zur Erfassung der Interferenzsensitivität genutzt. Es konnte gezeigt werden, dass die Hemmung nur bei Erwachsenen auftritt. Die Autoren schlussfolgerten, dass Hemmungsprozesse bei Zweitklässlern noch nicht erfassbar sind. Die Fähigkeit einen bestimmten Reiz wahrzunehmen und gleichzeitig einen aufgabenirrelevanten Distraktor zu ignorieren, wurde experimentell mit der „central-incidentale“ Aufgabe und der Aufgabe zum dichotischen Hören untersucht. Bei diesen Aufgaben werden den Probanden zwei Objekte gleichzeitig vorgegeben mit der Aufforderung eines zu erinnern (zentrale Information) und das andere zu ignorieren (inzidentelle Information). Wissenschaftler nutzten diese Aufgaben, um zu zeigen, dass Grundschüler immer effizienter im Hemmen irrelevanter Reize von Aufmerksamkeitsprozessen werden (Harnishfeger, 1995).

Insgesamt konnte Harnishfeger nur wenige Hinweise auf effiziente Hemmungsprozesse in den ersten Schuljahren finden. Kognitive Hemmung verbessert sich bei Kindern über die Grundschuljahre. Sowohl intentionale als auch automatische Situationen werden bei Kindern zwischen sechs und zehn Jahren effizienter, konsistenter und aufgabenunabhängiger hinsichtlich der kognitiven Hemmung. Weitere Verbesserungen finden dann bis ins Erwachsenenalter statt.

Die Begriffe Hemmung und Interferenz werden in der Literatur oft abwechselnd verwendet, obwohl das kognitive Hemmung nicht identisch ist mit der Fähigkeit Interferenzen zu widerstehen. Unter *Hemmung* versteht Harnishfeger (1995) die aktive Unterdrückung eines Prozesses oder eines Reizes wie z.B. das Entfernen einer aufgabenirrelevanten Information aus dem Arbeitsgedächtnis. Man kann sich dies als aktiven Unterdrückungsprozess vorstellen. Defizite in der Hemmung

beeinträchtigen also den Prozess der Deaktivierung irrelevanter Informationen. *Interferenz* bezieht sich dagegen auf die Anfälligkeit gegen Störreize unter der Bedingung multipler ablenkender Reize wie z.B. einer Doppelaufgabe. Interferenz lässt sich demnach als kognitive Konkurrenz zwischen verschiedenen Stimuli, Prozessen oder Reaktionen auffassen. Interferenz hat nicht die aktive Unterdrückung von kognitiven Prozessen oder Inhalten wie bei der Hemmung zur Folge. Interferenz unterbricht Prozesse, weil sie sonst zu Engpässen bei der Ausführung von Reaktionen führen (Harnishfeger, 1995).

Das Negative Priming Paradigma

In verschiedenen Studien wurde der Versuch unternommen, einzelne Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit zu isolieren. Hier wurden Modelle entwickelt, in denen eine parallele Analyse einzelner Objekte erfolgt. Ähneln sich die Objekte hinsichtlich der internalen Repräsentationen und dem semantischen Niveau, so werden entsprechende entweder beachtet oder ignoriert (Deutsch & Deutsch, 1963). Nach solch einer parallelen Wahrnehmungsanalyse sind zwei Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit möglich: 1. ein excitatorischer Prozess, indem die Repräsentationen eines ausgewählten Objektes einer weiteren Analyse unterzogen wird und 2. ein inhibitorischer Prozess, indem die Repräsentation eines zu ignorierenden Distraktors eine konkurrierende Reaktion hervorruft, die aktiv unterdrückt wird.

Das Negative Priming Paradigma (im Folgenden NP) wird seit Jahren zur Messung von zentralen, kognitiven Hemmungsmechanismen eingesetzt (Houghton & Tipper, 1994). In der traditionellen Aufgabe wird eine Serie nacheinander folgender Displays vorgegeben. Zuerst wird ein Prime-Display gezeigt, bei dem zwei Stimuli gleichzeitig zu sehen sind, wobei nur auf einen Zielreiz reagiert werden soll, während auf den Distraktorreiz nicht reagiert werden soll. Im danach folgenden Probe-Display kommt es dann zu einer Verzögerung, wenn der Distraktorreiz in der vorangegangenen Primebedingung jetzt zum Zielreiz wird.

Es gibt zahlreiche Varianten des Negative Priming Paradigmas, die nicht alle zu qualitativ gleichen Effekten führen. Man findet Identifikationsaufgaben für Bilder, Wörter, Buchstaben, Kategorisierungsaufgaben für semantische und lexikalische Entscheidungen, aber auch Vergleichsaufgaben für Buchstaben oder

Figurenvergleiche. Neill, Valdes und Terry (1995) unterscheiden weiterhin Zählaufgaben und Lokisationsaufgaben. Die Untersuchungen variieren weiterhin hinsichtlich der Stimulusanzahl, der Zeit zwischen den Trials als auch der intra- vs. interindividuellen Bedingungsvariation.

Verschiedene Erklärungsansätze und die große Methodenvielfalt erschweren jedoch die Vergleichbarkeit einzelner Studien. Im Folgenden soll kurz auf die bekanntesten Erklärungsansätze des Negativ Priming Effektes eingegangen werden, die in Tabelle 2.3.2.1 übersichtlich dargestellt werden.

Tabelle 2.3.2.1 Überblick über verschiedene Negative Priming Erklärungsansätze

Tipper & Cranston (1985)	Neill, Valdes, Terry & Gorfein (1992)	May, Kane & Hasher (1995)
Selektives Hemmungsmodell	Episodic retrieval Modell	Dual Mechanism-Modell
Selektive Aufmerksamkeit	Gedächtnisspuren	Gedächtnis und Hemmung

Ursprünglich wird die Verzögerung im Ausmaß kognitiver Hemmung als Funktion der selektiven Aufmerksamkeit gesehen. Tipper und Cranston (1985) legen in ihrem *selektiven Hemmungsmodell* zwei separate Prozesse zugrunde, einen aktivierenden und einen inhibitorischen Mechanismus. Das Selektive Hemmungsmodell (Houghton & Tipper, 1994) geht von funktional unabhängigen Systemen aus, bei dem nach dem Ausblenden von Target und Distraktorreiz die Aktivierung des Distraktors sehr gering ausfällt. Das Aktivationsdefizit muss zunächst überwunden werden und eine neue Aktivierung erfolgen, welches zu einer Reaktionsverzögerung führt. Diese verzögerte Reaktion im Vergleich zu einem neutralen Reiz ist Folge eines Hemmungsmechanismus, der eine Verringerung des Aktivationsniveaus der internen Repräsentation bewirkt. Je stärker der Distraktor unterdrückt wird, desto länger dauert die nachfolgende Reaktion. Diese Verzögerung aufgrund der vorherigen Unterdrückung des Distraktors wird Negative Priming Effekt genannt und als Anzeichen intakter Hemmung gesehen. Ein gegenteiliges Ergebnis oder das Ausbleiben bzw. das Auftreten eines nur schwachen NP-Effektes, deutet auf eine mangelnde Hemmungsfunktion hin. Der vorherige Distraktor ist offenbar nicht effektiv unterdrückt worden, insofern kostet es auch keine zusätzliche Zeit ihn zu reaktivieren.

Das *Episodic retrieval Modell* (Neill, Valdes, Terry & Gorfein, 1992) geht von Gedächtnisspuren aus, die im Prime-Display gelegt werden und mit dem Probe-Display nicht kompatibel sind. Die Verarbeitung des Zielreizes im Probe-Display führt automatisch zu einem Abruf der vorherigen Prozessepisode, die Informationen über Identität, Bedeutsamkeit, Position und Umgang des Reizes enthält. In NP Durchgängen kommt es zu einem Konflikt, wenn bei einem gleichen Reiz die vorherige Verarbeitungsepisode (reagiere nicht) nicht mit der aktuellen Verarbeitungsepisode im Probe (reagiere) übereinstimmt. Dies führt zu einer Reaktionsverzögerung im Vergleich zu Kontrolldurchgängen, in denen in Prime und Probe unabhängige Reize gezeigt werden. Ein Hauptargument gegen den Hemmungsansatz bezieht sich auf die zeitliche Richtung des Effektes, nämlich vorwärts vom Prime zum Probe. Der Abruf der Gedächtnisspur erfolgt dagegen in entgegengesetzter Richtung.

Verschiedene Modelle gehen entweder von rückwärts oder vorwärts gerichteten Hemmungsprozessen aus. Das *Dual Mechanism-Modell* (May, Kane & Hasher, 1995) versucht sowohl Abruftheorien als auch Hemmungsmodelle zu vereinen. Es ist von den jeweiligen experimentellen Bedingungen abhängig, ob die Gedächtnisprozesse oder aber die Hemmungsprozesse den NP Effekt hervorrufen. Gedächtnisprozesse zeigen einen höheren Erklärungswert, wenn die Erinnerung an Informationen aus dem Prime-Display die Identifizierung des Zielreizes im Probe-Display erleichtert. Dies führt zu einer stärkeren Verzögerung des NP Effektes als bei den Hemmungsmechanismen. Wird der NP Effekt als Indikator für Hemmungsprozesse genutzt, dann wird von keiner tieferen Verarbeitung des Stimulusmaterials ausgegangen. Nach Tipper (2001) ist ein integrativer Ansatz wie im Dualen Ansatz, in dem Gedächtnis- und Hemmungsmodelle kombiniert werden, sinnvoll zur Erklärung des NP Effektes. Es fehlen jedoch genauere Konzeptualisierungen der Verursachungsmechanismen.

Eine bedeutende Frage betrifft die Entwicklung der Prozesse, die zum NP führen. Es ist bisher gezeigt worden, dass Kinder weniger wirksame Auswahl-funktionen haben als Erwachsene. In verschiedenen Aufgaben einschließlich Stroop und dichotisches Hören sind größere Intrusions-/ Interferenzeffekte von irrelevanten Distraktoren bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen gefunden worden (Davies, Jones & Taylor, 1984; für Übersichtsartikel siehe Lane & Pearson, 1982).

Die Möglichkeit von Hemmungskomponenten in der selektiven Aufmerksamkeit wurde umfangreich untersucht (z.B. Houghton & Tipper, 1994; Verhaeghen & DeMeersmann, 1998). Experimentelle Untersuchungen mit dem Negative Priming Paradigma an Grundschulkindern konnten zeigen, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen einen deutlich geringeren NP Effekt bei Bildidentifikationsaufgaben haben. Auch wurden bei Kindern mit einem größeren Interferenzeffekt keine effektivere Nutzung der Hemmungsmechanismen gefunden. Es zeigte sich zwar kein signifikanter NP Effekt, jedoch haben 70% der Kinder eine tendenzielle Richtung zu diesem Effekt (Tipper, Borque, Anderson & Brehaut, 1989). Eine größere Interferenz führt dazu, dass sich die Distraktoren untereinander stärker stören und somit nicht unterdrückt werden. Die Folge davon ist das Fehlen von NP.

Tipper und McLaren (1990) fanden bei Kindern begrenzte Aufmerksamkeitsressourcen, eine verzögerte Entwicklung spezifischer Mechanismen sowie eine begrenzte Erfahrung bei der Aufgabensituation. D.h. die Kinder können Informationen auswählen und sich darauf konzentrieren, sie sind aber nicht in der Lage, ihre Aufmerksamkeit in bestimmten Aufgabensituationen gezielt einzusetzen.

Auch Harnishfeger, Nicholson und Digby (1993) fanden unbeständige Ergebnisse in Form unreliabler NP-Effekte bei Erstklässlern, wobei ein Teil recht konsistente Hemmungseffekte zeigte. Dies lässt wiederum darauf schließen, dass sich Negative Priming inkonsistent über die frühe Kindheit entwickelt mit einer breiten Variation während der mittleren Kindheit. Im Anschluss an die mittlere Kindheit bis ins Erwachsenenalter werden die Effekte jedoch immer robuster. Kinder in der mittleren Kindheit benötigen längere Latenzzeiten und zeigen somit einen größeren Hemmungseffekt als die jüngeren Kinder (Nigg, 2000).

Studien über Entwicklungsveränderungen bei Kindern mit dem Negative Priming sind rar. Ozonoff et al. (1998) fanden normale Hemmungseffekte bei älteren Kindern (durchschnittlich 12 Jahre) mit einem leichten Tourette Syndrom, jedoch eingeschränkte Hemmung bei Kindern mit einem komorbiden Tourette Syndrom und ADHS oder einer Zwangsstörung. Bei der Untersuchung von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizitstörungen (McLaren, 1989) zeigten sich ebenfalls Hemmungsdefizite. In einer Untersuchung von Merrill, Cha und Moore (1994) mit geistig behinderten jungen Erwachsenen und einer Identifikationsaufgabe des NP

fanden sie, dass diese Personen so wie eine normal begabten Personen in der Lage sind, aktiv Reaktionen auf irrelevante Informationen zu unterdrücken.

Das Stroop Paradigma

Neben der Messung von NP werden auch Stroop-Aufgaben eingesetzt zur Messung von kognitiver Hemmung (Ozonoff & Jensen, 1999). Traditionell werden bei diesen Aufgaben drei Anforderungen unterschieden: 1. das Lesen von Farbwörtern mit schwarzer Farbe 2. das Benennen von farbigen Balken und 3. das Benennen der Farbe von Farbwörtern, wobei die Farbe mit der semantischen Bedeutung inkongruent ist (z.B. soll das Wort „rot“ in grüner Farbe geschrieben mit „grün“ benannt werden) (Stroop, 1935).

Gerstadt, Hong und Diamond (1994) untersuchten 3 ½ jährige Kinder mit dem klassischen Untersuchungsverfahren der Stroop-Aufgabe. In der Konfliktbedingung wurden die Kinder aufgefordert, zu einer Karte mit einer Sonne „Nacht“ zu sagen und umgekehrt zu einer Karte mit Mond und Sternen „Tag“. Die Kinder hatten dabei erhebliche Probleme. Weitere Ergebnisse mit „stroop-like“ Aufgaben mit jüngeren Kindern sind bei Jerger, Martin und Pirozzolo (1988) sowie mit dem Wisconsin Card Sorting Test - WCST (siehe Kognitive Hemmung und deren empirische Erfassung Abschnitt 2.3.2) bei Zelazo, Reznick und Pinon (1995) nachzulesen. Insgesamt finden sich nur wenige Hinweise auf erfolgreiche Hemmungskontrolle unter 3 Jahren.

Stroop-Effekte sind mit einer abnehmenden Tendenz zur Interferenz, also einer zunehmenden geringeren Störung durch die kontinuierliche Wortbedeutung bei Kindern zwischen dem 7. und 18. Lebensjahr verbunden, wobei eine progressive Entwicklung der Hemmungskontrolle bis zum Ende der Adoleszenz dauert (MacLeod, 1991). Untersuchungen mit jüngeren Kindern sind nicht vorhanden, da bei ihnen noch keine automatisierten Leseprozesse entwickelt sind. Ellis und Kollegen fanden, dass Menschen mit geistiger Behinderung weniger effektiv bei der Unterdrückung irrelevanter Zielinformationen sind, da sie mehr Interferenz bei Stroop Aufgaben zeigten als unauffällige Personen. (Dulaney & Ellis, 1994; Ellis & Dulaney, 1991; Ellis, Woodley-Zanthos, Dulaney & Palmer, 1989). Bei Kindern mit Leseschwierigkeiten konnten ebenfalls Defizite in der Stroop-Interferenz Aufgabe nachgewiesen werden (Cotugno, 1981; Kelly, Best & Kirk, 1989; Lazarus, Ludwig & Aberson, 1984; van der Schoot, Licht, Horsley & Sergeant, 2000). Auch die Kinder mit

ADHS wurden mit den Stroop-Aufgaben untersucht. Gorenstein, Mammato und Sandy (1989) sowie Barkley, Grodzinsky und DuPaul (1992) stellten fest, dass diese Kinder im Vergleich zu Kontrollkindern mit der traditionellen Messung von Stroop schlechter abschnitten und ähnliche Defizitmuster zeigen wie Patienten mit Schädigungen des Temporallappens. Sie haben somit größere Schwierigkeiten bei der Hemmung präpotenter oder hoch auffälliger Reaktionen.

Allerdings können nicht nur mangelnde kognitive Hemmung und damit einhergehende Probleme des Arbeitsgedächtnisses Lernprozesse beeinträchtigen, sondern auch Unzulänglichkeiten in der Verhaltenshemmung, denen sich der folgende Abschnitt widmet.

2.3.3 Verhaltenshemmung und deren empirische Erfassung

Der Fähigkeit, irrelevante Verhaltenstendenzen zu unterdrücken, kommt im Zusammenhang mit unbeeinträchtigten Lernprozessen ebenfalls eine zentrale Rolle zu. So ist es von großer Wichtigkeit, während der Lernphasen konkurrierende Verhaltenstendenzen zu unterdrücken wie z.B. zu spielen oder zu essen. Nach Harnishfeger (1995) führt Verhaltenshemmung zu einer potentiellen intentionalen Kontrolle von offenen motorischen Reaktionen wie z.B. einer Versuchung zu widerstehen, Belohnungsaufschub - „delay of gratification“, motorische Hemmung (Tastendruck) und Impulskontrolle.

Barkley (1997) postuliert drei Formen der Verhaltenshemmung für eine normal verlaufende Entwicklung, welche die folgenden Komponenten einschließt: 1. Hemmung eines dominanten Handlungsimpulses 2. Unterbrechung einer gerade ablaufenden Handlung und 3. Hemmung interferierender Handlungstendenzen. Das ultimative Ziel dieser Verhaltenshemmung ist es, die adaptive Funktion zu steigern. Defizite führen hier sekundär zu Beeinträchtigungen in vier exekutiven Funktionen: dem verbalen und nonverbalen Arbeitsgedächtnis, der Internalisierung und Automatisierung der Sprache, der Selbstregulation von Affekten, Motivation und Erregung sowie der Analyse und Entwicklung von Handlungssequenzen. Diese vier Funktionen haben wiederum Einfluss auf das zielgerichtete Verhalten der motorischen Kontrolle und ermöglichen daher die Unterdrückung aufgaben-

irrelevanter Informationen, die Aufrechterhaltung relevanter Informationen sowie die Flexibilität in der Reaktion. Barkley spekuliert über eine progressive Entwicklung der Hemmungsfunktionen parallel der Entwicklung des präfrontalen Gebietes des Gehirns. Die Entwicklung der exekutiven Funktionen hängt demnach von der Entwicklung der Verhaltenshemmung ab. Folglich sollten jüngere normal entwickelte Kinder weniger effizient in der Verhaltenshemmung sein als ältere.

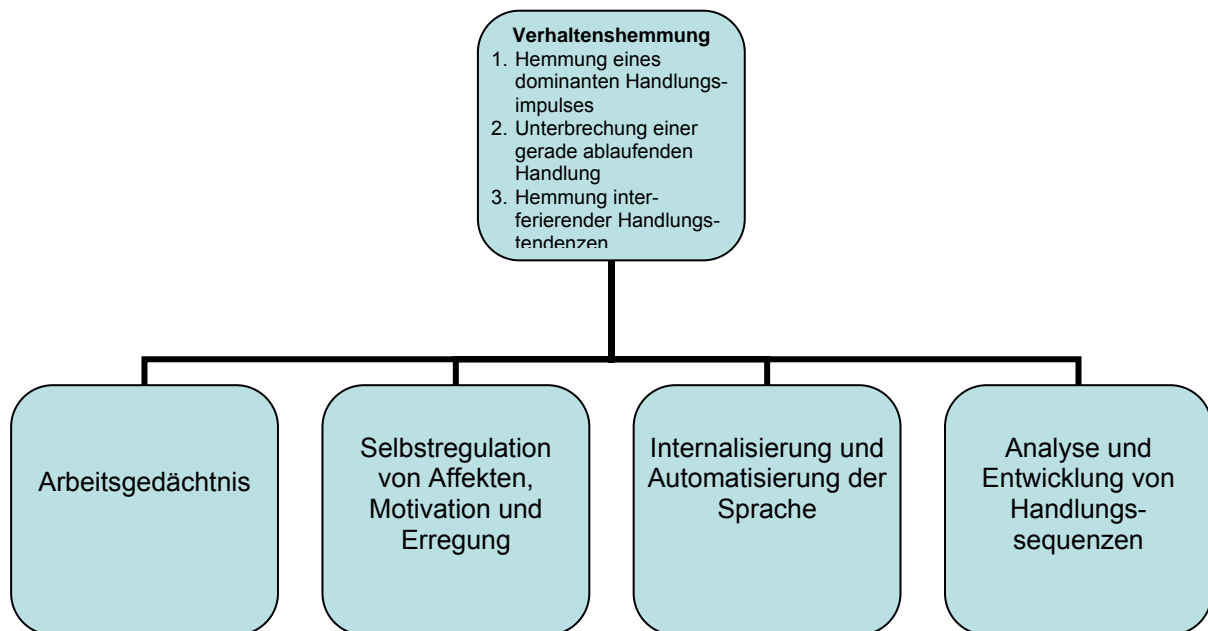


Abbildung 2.3.3 Barkleys Modell (1997) der Verhaltenshemmung in gekürzter Form

Verhaltenshemmung scheint sich bis zum frühen Erwachsenenalter weiter zu entwickeln, jedoch etwas früher als die kognitive Hemmung (Nigg, 2000). Es ist jedoch klar, dass eine präzise Altersangabe für die Entwicklung der Hemmungsfunktionen von den spezifischen Aufgaben abhängig ist. So wurden einfache motorische Aufgaben wie z.B. die Go/ no-go Aufgabe und die Stopp-Signal Aufgabe (werden in den folgenden Abschnitten genauer erläutert) zur Messung von Hemmungsfunktionen bei jungen Kindern aus dem Erwachsenenbereich übernommen (Manly, Robertson, Anderson & Nimmo-Smith, 1999; Oosterlaan, Logan & Sergeant, 1998).

Diamond (1991b) konnte zeigen, dass die A-/nicht-B Aufgaben von Piaget – eine Form der Hemmungskontrolle – sich über die zweite Hälfte des ersten Lebensjahres entwickelt. Dieser Suchfehler verschwindet jedoch nach Diamond mit der Reifung des präfrontalen Kortex. Kindern gelingt es dann besser, eine schon mal

durchgeführte Handlung zu hemmen und die Angemessenheit der dominanten Handlung zu prüfen. Sie könne somit Wissen und motorische Ausführungen besser aufeinander abstimmen. Bei Kleinkindern zeigt sich die Hemmungskontrolle über die gesamte Kleinkindzeit bis ins frühe Grundschulalter (Luria, 1961).

Zur Untersuchung von Entwicklungspsychopathologien wurde Verhaltenshemmung oder auch Impulskontrolle vielseitig operationalisiert. Es wurde mit dem Matching Familiar Figure Test (MFFT; Kagan, Rosman, Day, Albert & Phillips, 1964), Continuous Performance Test (CPT; Rosvold, Mirsky, Sarason, Bransome & Beck, 1956), Go/ no-go, Wisconsin Card Sorting Test (WCST; Berg, 1948), Stopp-Signal Test (Logan & Cowan, 1984) und dem Stroop-Test (Stroop, 1935) gearbeitet. Bei diesen Messungen wurde eine geringe Konstruktvalidität gefunden und die Aufgaben deshalb von Halperin, McKay, Matier und Sharma (1994) als zu global eingeschätzt. Diese Messungen werden von verschiedenen Faktoren wie Alter und IQ beeinflusst. Die Hauptkritik liegt jedoch in der Fehlerbereinigung die dem Mechanismus unterliegenden beeinträchtigten Verhaltenshemmung (Milich, Hartung, Martin & Haigler, 1994). Diese Kritik trifft jedoch nicht für die Stopp-Signal Aufgabe zu, die in verschiedenen Studien eingesetzt wurde, um die Reliabilität und Validität zur Messung von Verhaltenshemmung zu überprüfen (Kindlon, Mezzacappa & Earls, 1995; Tannock, Schachar, Carr, Chajczyk & Logan, 1989).

Der WCST wurde ursprünglich entwickelt zur neuropsychologischen Messung von kognitiver Flexibilität und Umstellfähigkeit bei Erwachsenen. Er gilt als besonders sensibles Messinstrument für die Interferenz (Dempster, 1992). Die Aufgabe besteht darin, Karten nach drei wechselnden Kriterien (Farbe, Form, Anzahl) zu ordnen. Die perseverativen Fehler (d.h. weiter nach dem selben Kriterium sortieren, statt zu wechseln) zeigen dabei den frontalen Einfluss der Aufgaben, während die Anzahl an Kategorien auch zur Messung der Sensitivität in der Unterscheidung von lesegestörten von unauffälligen Jungen eingesetzt wurde (Kelly, Best & Kirk, 1989). Kinder mit Lesestörungen und durchschnittlicher Intelligenz zeigen bei diesen Aufgaben auch mehr perseverative Fehler als unauffällige Kinder. Leider erlaubt das WCST-Verhalten keine Differenzierung zwischen Hemmung, Flexibilität und exekutiven Funktionen.

Chelune und Baer (1986) konnten zeigen, dass Kinder mit ansteigendem Alter in der ersten Klasse im WCST mehr Kategorien vervollständigen können und tendenziell bis zur sechsten Klasse weniger perseverative Fehler machen. Im Alter zwischen 10 und 12 Jahren haben die Kinder das Leistungsniveau von Erwachsenen erreicht. Ebenso zeigen Kinder mit einem ADHS weniger gute Ergebnisse in der traditionellen Messung mit dem WCST als Kontrollkinder ohne Psychopathologie. Auf der Basis dieser Ergebnisse wird oft der Vergleich zu Patienten mit Schädigungen im Frontallappen gezogen, der ebenfalls Schwierigkeiten in Hemmungsprozessen mit sich bringt (z.B. Barkley, Grodzinsky & Du Paul, 1992; Chelune, Ferguson, Koon & Dickey, 1986; Dyme, Sahakian, Golinko & Rabe, 1982; Gorenstein, Mammato & Sandy, 1989).

Das Go/ no-go Paradigma

Eine lange Tradition in der neuropsychologischen Forschung stellt die Go/ no-go Aufgabe dar. Luria (1966) untersuchte Patienten insbesondere nach einer Schädigung des präfrontalen Kortex mit einer Go/ no-go Aufgabe und spricht hier von gestörter Willenskontrolle bei Schädigungen des Frontallappens. Drewe (1975) bestätigte die Beobachtungen von Luria. Hierbei wird das Kind aufgefordert auf einen Reiz (go) mit einem Tastendruck zu reagieren, während es bei einem anderen, selten auftauchenden Reiz (no-go) diese Handlung unterdrücken soll. Diese Aufgabe erfordert eine Hemmung der gegenwärtigen Reaktionen (Nigg, 2000). Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass der lateral orbital präfrontale Kortex und seine verbundenen subkortikalen Strukturen eine Rolle bei der Bewältigung dieser Aufgabenanforderung spielt. Schnelle Reaktionszeiten und eine große Anzahl an Fehlern deuten nach Zimmermann und Fimm (2000) auf Defizite in der selektiven Aufmerksamkeit insbesondere eine gestörte Impulshemmung und mangelnde Modulationsfähigkeit.

Földényi, Tagwerker-Neuenschwander, Giovanoli, Schallberger und Steinhausen (1999) konnten für 6-10-jährige Kinder Normierungen für die einzelnen Subtests der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung vorlegen sowie eine Differenzierung für die verschiedenen Komponenten der Aufmerksamkeit vornehmen. So zeigten sich bei der Go/ no-go Aufgabe keine unspezifische Abnahme der Reaktionszeiten mit steigendem Testalter, jedoch negative

Korrelationen zwischen den Fehlerzahlen und den Reaktionszeiten. Es ist jedoch bekannt, dass computerunterstützte Verfahren allgemein zu schnellem Reagieren und damit zu erhöhten Fehlerzahlen verleiten (Kubinger & Farkas, 1991). Der fehlende Altersfortschritt in der Impulshemmung beim Go/ no-go Test entspricht den Resultaten von Schachar und Logan (1990), die nach dem 2. Grundschuljahr keinen spezifischen Altersfortschritt in den Testleistungen feststellten, jedoch bei Kindern mit einer Aufmerksamkeits-/Hyperaktivitätsstörung.

Levin, Culhane, Hartmann, Evankovich, Mattson, Harward, Ringolz, Ewings und Fletcher (1991) fanden eine steigende Fähigkeit zur Reaktionshemmung mit steigendem Alter bei der Durchführung einer Go/ no-go Aufgabe in einer normalen Population. Die größte Verbesserung wurde bei den impulsiven Fehlern (Kommissionsfehler) und den verpassten Reaktionen (Omissionsfehler) bei den jüngeren Kindern (7-8 Jahre) und den mittleren Kindern (9-12 Jahre) gefunden. In der Altersgruppe (13-15 Jahre) kam es zu geringen oder keinen Veränderungen, so dass Kinder in einem Alter von 12 Jahren in etwa das Leistungsniveau von Erwachsenen erreicht haben. Bei Impulskontroll-Aufgaben wird das Erwachsenen-niveau schon mit 10 Jahren erreicht.

Ein weiteres Paradigma, welches ähnlichen Prozessen wie in der Go/ no-go Aufgabe zugrunde liegt, ist das Stopp-Signal-Paradigma, welches von Logan and Cowan (1984) entwickelt wurde.

Das Stopp-Signal-Paradigma

Diese Aufgabe stammt aus der Forschung zur Initiierung von Handlungsaspekten. Dabei zeigte sich, dass das motorische System des Menschen schon innerhalb von 200-300 ms gestoppt werden kann. Aber auch Fehlerkorrekturen können in diesem Zeitraum eingeleitet werden. Bei der visuellen Diskriminationsaufgabe besteht die Grundlage in der Schätzung der Wahlreaktionsentscheidung aus der Reaktionsgeschwindigkeit einer Inhibition. Bei der Stopp-Signal Aufgabe (Schachar & Logan, 1990) müssen die Kinder entweder auf ein „X“ mit einem Tastendruck oder auf ein „O“ mit einem anderen Tastendruck so schnell wie möglich reagieren. Dies entspricht in der Go/ no-go Aufgabe der Go-Reaktion. In 25 % der auf dem Bildschirm dargebotenen Trials wird ein Piepton dargeboten. Das Kind muss in diesem Fall den Tastendruck unterdrücken und darf nicht reagieren (no-go). Der

Ton variiert jedoch je nach Schnelligkeit bei der vorhergehenden Reaktion, so dass es teilweise recht leicht erscheint, einen Tastendruck zu unterbinden und manchmal dagegen recht schwierig.

Das zugrunde liegende theoretische Modell ist das „race-model“. Das Wesentliche an diesem Modell ist, dass der Go Prozess und der Stopp Prozess unabhängig voneinander sind. Das „race-model“ ist kein Prozessmodell, sondern ein statistisches Modell, welches die Hemmungsverteilung beobachtet (Logan, 1994). Entsprechend diesem Modell hängt die Verhaltenshemmung von dem Wettlauf zwischen dem unterliegenden Prozess der Verhaltensaussführung („Go Prozess“) einerseits, der auf eine primäre Aufgabenreaktion („Go Signal“) gerichtet ist und dem Hemmungsprozess („Stopp Prozess“) andererseits ab, der auf das Stopp Signal reagiert. Der Prozess, der als erstes beendet wird, entscheidet über die Ausführung. Wird also der Go Prozess vor dem Stopp Prozess beendet, wird die Reaktion ausgeführt. Wird allerdings der Stopp Prozess vor dem Go Prozess beendet, wird die primäre Aufgabenreaktion gehemmt. Je schneller der Go Prozess ist, desto weniger wahrscheinlich kann der Stopp Prozess den Wettlauf gewinnen, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit zu hemmen. Im Gegensatz dazu, je schneller der Stopp Prozess ist, desto wahrscheinlicher kann der Stopp-Prozess gewinnen und umso höher ist die Wahrscheinlichkeit zu hemmen. Die Stopp Signale werden in verschiedenen Intervallen präsentiert, bevor der Proband einen Reiz erwartet.

Für die Inhibitionsfunktion gilt somit, dass die Wahrscheinlichkeit, bei einem Stopp-Signal zu reagieren, mit der Stopp-Signal-Verzögerung zunimmt. Das bedeutet, dass der größer werdende zeitliche Abstand zwischen dem Erscheinen des Zielreizes und der Darbietung des Stopp-Signals zu einer höheren Wahrscheinlichkeit bei den Probanden führt, auf den primären Reiz zu reagieren. Die durchschnittliche Reaktionszeit bei den primären Aufgaben wird nur über die richtigen Reaktionen erfasst. Hier gilt, dass schnellere Probanden bei den unterschiedlichen Stopp-Signal-Verzögerungen häufiger ihre Reaktionen nicht mehr stoppen können, da die Wahrscheinlichkeit auf ein Stopp-Signal zu reagieren um so geringer ist, je schneller die mittlere Reaktionszeit bei der primären Aufgabe. Bei der durchschnittlichen Reaktionszeit in den Durchgängen mit einem Stopp-Signal zeigte sich, dass die Probanden hier schneller reagieren als in Durchgängen ohne Stopp-Signal. Zudem steigt mit zunehmender Stopp-Signal-Verzögerung in Durchgängen

mit Stopp-Signal die mittlere Reaktionszeit an. Das so genannte Stopp-Verzögerungsintervall („delay“), also das Intervall zwischen der Darbietung des Go Reizes der Primäraufgabe sowie des Stopp-Signals ist die wichtigste unabhängige Variable. Die Verzögerungsintervalle werden adaptiv festgelegt, da diese Zeiten die Inhibitionsfunktion beeinflussen.

Die Hemmungsprozesse können ab einem Alter von 7 Jahren gemessen werden, wobei die Variablen bei älteren Kindern stabiler werden (Schachar & Logan, 1990). Ähnlich wie bei den Untersuchungen von Levin et al. (1991) bei der Überprüfung der Go/ no-go Aufgabe konnten Williams und Kollegen feststellen, dass die Entwicklung der Geschwindigkeit von Hemmung einer präpotenten Reaktion zwischen der frühen Kindheit (6-8 Jahre) und der mittleren Kindheit (9-12 Jahre) liegt. Es kommt zu keinem Anstieg bei jungen Erwachsenen (18-29 Jahre). Die Geschwindigkeit liegt bei 50 ms bei sieben- bis neunjährigen Kindern und hat ihren Höhepunkt im frühen Erwachsenenalter und steigt nur sehr leicht im fortgeschrittenen Alter an (Williams, Ponesse, Schachar, Logan & Tannock, 1999). Vor dem Alter von 6 Jahren werden reliable Geschwindigkeitsmessungen des Stoppprozesses angezweifelt.

Die Anwendung dieser Stopp-Signal Aufgabe in der Kinderpsychopathologie zeigte vor allem, dass Kinder mit ADHS oder einer Verhaltensstörung zu einem eher geringeren Stoppprozess als zu einem schnelleren Goprozess neigen und weniger häufig stoppen (Schachar & Logan, 1990; Schachar, Tannock, Marriott & Logan, 1995). Eine Metaanalyse von Oosterlaan, Logan und Sergeant (1998) konnte für die ADHS Kinder langsamere Reaktionszeiten des Goprozesses und langsamere Stoppreaktionszeiten im Vergleich zu Kontrollkindern zeigen, wobei die Effektgröße für die Stoppreaktionszeiten größer war. Kinder mit Verhaltensstörungen hatten ebenfalls langsamere Stoppreaktionszeiten als Kontrollkinder, wobei die Effekte nicht größer als bei den ADHS Kindern waren. Die Kinder mit ADHS unterschieden sich dagegen nicht signifikant voneinander. Bei Kindern mit Angststörungen konnte kein Unterschied zu Kontrollkindern gezeigt werden. Die Befunde zu gestörten inhibitorischen Prozessen bei hyperaktiven Kindern wurden ebenfalls durch Aman, Roberts und Pennington (1997) repliziert. Sie weisen auf Schwierigkeiten bei diesen Kindern hin, bestimmte Verhaltensweisen adäquat auszuführen wie z.B. Handlungen stoppen, zuhören, Aufmerksamkeit hemmen, die sich vermutlich aufgrund ihrer

Impulsivität manifestieren. Auch Schachar, Mota, Logan, Tannock und Klim (2000) konnten für die hyperaktiven Kinder signifikant verlangsamte Stopp-Signal-Reaktionszeiten im Vergleich zu unauffälligen Kindern, Kindern mit Verhaltensstörungen sowie Kindern mit einer Komorbidität von Hyperaktivität und Verhaltensstörung finden. Manassis, Tannock und Barbosa (2000) zeigten dagegen in ihren Untersuchungen keine Unterschiede zwischen hyperaktiven Kindern, Kindern mit Angststörungen und komorbiden Kindern mit Hyperaktivität und Verhaltensstörung sowie unauffälligen Kindern bei den Stopp-Signal-Reaktionszeiten und den Go-Reaktionszeiten. Insgesamt gesehen, scheinen die Ergebnisse der langsameren Stopp-Signal-Reaktionszeiten bei hyperaktiven Kindern für eine niedrigere Impulskontrolle zu sprechen.

Die Inhibitionsprozesse bei autistischen Kindern wurden ebenfalls untersucht (Ozonoff & Strayer, 1997) jedoch konnten hier keine Unterschiede zwischen diesen Kindern und nicht klinischen Kontrollpersonen hinsichtlich der Stopp-Signal-Reaktionszeiten gefunden werden.

In Hinblick auf den für die vorliegende Arbeit relevanten Bereich der Lernbehinderung gibt es jedoch noch keine Studien darüber, inwieweit sich hier eventuell Auffälligkeiten sowohl für den Bereich der kognitiven Hemmung als auch für den Bereich der Verhaltenshemmung zeigen. Im Folgenden soll näher auf den Begriff der Lernbehinderung eingegangen werden, bevor dieses Konzept in einen Zusammenhang mit den zuvor besprochenen Bereichen der kognitiven Hemmung und der Verhaltenshemmung gebracht wird.

2.4 Lernbehinderung

2.4.1 Begriffsbestimmung

Während der letzten 60 bis 70 Jahre der Erforschung der Lernbehinderung (LB) entstanden viele ätiologische Erklärungsmodelle. Der Begriff Lernbehinderung entzieht sich einer präzisen Bestimmung. So gibt es sehr große Variabilität an Termini, die je nach Autor, Berufsfeld oder auch Institution unterschiedlich gebraucht werden. Es gibt hierbei Definitionen über Verhaltensauffälligkeiten, Leistungsschwierigkeiten in der Schule, aber auch über die Erfassung der allgemeinen

intellektuellen Leistungsfähigkeit wie dem Intelligenzquotienten. Behörden bevorzugen eine Definition, die Kinder eindeutig zu einer Institution zuordnet, während Psychologen und Pädagogen eher an einer differentialdiagnostischen Einschätzung mit Förder- und Therapiemöglichkeiten interessiert sind. Die Forschung braucht dagegen eher homogene Gruppen von Kindern, um Aufschlüsse über die Spezifität der Lernbehinderung zu erhalten sowie eine mögliche Generalisierung vornehmen zu können. In der Wissenschaft wurde versucht, Cluster zu bilden, um diskrete und unabhängige Gruppen zu finden, die nicht nur diagnostische Entitäten sondern auch Fördermöglichkeiten zur Folge haben (z.B. Feagans, Short & Meltzer, 1991; Lyon, 1985). Um diesen verschiedenen Gruppen gerecht werden zu können, ist die Gruppe der lernbehinderten Kinder sehr heterogen sowohl ätiologisch als auch das Störungsbild betreffend (Hasselhorn & Mähler, 1990).

In der Beschreibung des deutschen Begriffs der Lernbehinderung treten vier besondere Problemfelder auf: 1) Probleme in der schulischen Leistung aufgrund verschiedener Ursachen, einschließlich unzureichender Lehrmethoden 2) Defizite in den kognitiven Funktionen, d.h. ein geringer IQ 3) spezifische Lernstörungen (Störungen der Wahrnehmung) und 4) soziokulturelle oder sozioökonomische Mängel (Opp, 1992).

Lernbehinderte Kinder bzw. Schüler in Deutschland sind aufgrund von Lernschwierigkeiten nicht in der Lage die für den Schulerfolg notwendigen alters- bzw. klassenspezifischen Standards zu erreichen. Sie zeichnen sich nach Grünke (2004) durch folgende Merkmale aus: sie lernen wesentlich langsamer, lernen insgesamt weniger, vergessen einmal Gelerntes schneller und zeigen somit sehr viel weniger Transferleistungen. Eine Konsequenz daraus ist meist die Ein- oder Umschulung in eine Schule für lernbehinderte Kinder, nachdem Klassenwiederholungen zu keinem ausreichenden Erfolg geführt haben. Insgesamt besuchen 2,5 % aller schulpflichtigen Schüler eine Schule für Lernbehinderte oder eine Förderschule. Weitere 6,5 % aller Schulabgänger sind nach Ende der Schulpflicht ohne anerkannten Schulabschluss. Im klinischen Bereich sind lernbehinderte Kinder von Kindern mit vorübergehenden, also umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten, wie dies die ICD-10 (Dilling, Mombour & Schmidt, 1991) vorschlägt, zu unterscheiden. Da die allgemeine

intellektuelle Leistungsfähigkeit ein wichtiges Kriterium bei der Klassifikation lernbehinderter Kinder darstellt, wird oft die Methode der psychometrischen Intelligenzmessung eingesetzt, um Kinder mit einem IQ zwischen 55 und 85 auszuwählen. Dies entspricht in der kognitiven Leistungsfähigkeit einem Bereich zwischen der ersten und dritten Standardabweichung unterhalb des Durchschnitts der Normalpopulation. Aufgrund der Normalverteilung stellt die Gruppe der lernbehinderten Kinder mit einer Prävalenz von 15 % eine nicht unerhebliche Gruppe an Kindern und Jugendlichen dar. Nach der ICD-10 kommt es jedoch hier zu einer Überschneidung mit dem Bereich der geistigen Behinderung, der zwischen einem IQ von 50 und 69 festgesetzt wurde.

2.4.2 Geschichtlicher Abriss des wissenschaftlichen Hintergrundes

Nach Hagen, Barclay und Schwethelm (1982) kann man eine Unterteilung nach vier verschiedenen Modellen der Lernbehinderung vornehmen: 1) *Deficit Model* 2) *Academic Model* 3) *Developmental Lag Model* und 4) *Deficiency Model*.

Im *Defizitmodell* der LB geht man wie in neurophysiologischen Modellen von pathologischen Bedingungen bei Kindern aus. So wurden Lernschwierigkeiten als Abweichungen, Dysfunktionen oder neurologische Schädigungen im Bereich des ZNS, Mangelernährungen während der prä- und postnatalen Phase, genetische Einflüsse oder auch Abnormalitäten und integrative Defizite der sensorischen Modalität gesehen. In der Wissenschaft orientierte man sich bis heute am so genannten „Strauss-Werner-Paradigma“ (Strauss & Werner, 1940). Dieses Konzept über exogene und endogene Verursachungsbedingungen ist weit verbreitet, obwohl man die Gruppenunterschiede zwischen exogenen und endogenen Funktionen bei lernbehinderten Kindern anzweifeln kann (Kavale & Forness, 1984).

Im *akademischen Ansatz* wird LB in Verbindung mit Mängeln im Lernverhalten gesehen. Die Befürworter zeigen, dass ätiologische Faktoren wenig bedeutsam für den aktuellen Interventionsprozess sind. Verhaltensanalysen sind aus einer Anzahl von Gründen besonders nützlich in der Sonderpädagogik. Es werden komplexere Aufgaben in Subaufgaben unterteilt und die Erfolgsmessung eines Kindes findet immer mit deren Baseline statt bevor die Interventionsphase erfolgt.

Seit Mitte der 60er Jahre dominieren die *Entwicklungsverzögerungsmodelle*, die davon ausgehen, dass lernbehinderten Kinder sich in der gleichen Abfolge wie unauffällige Kinder entwickeln, jedoch einer Verlangsamung in ihrer kognitiven Entwicklung unterliegen und somit Lernstörungen verursacht werden. Um diese Verzögerung besser zu verstehen, wurden Faktoren wie die Unreife von einigen oder allen Komponenten des ZNS, Verzögerungen in der sensorischen Integration oder eine Verzögerung in der Reifung der linken Hemisphäre, der interhemisphärischen Kooperation und damit verknüpft eine Verzögerung in der Entwicklung adäquater selektiver Aufmerksamkeit ausfindig gemacht (nach Hagen et al., 1982). Auch der Begriff der Minimalen cerebralen Dysfunktion, der von Clements (1966) als „minimal brain dysfunction“ (MBD) in dieser Zeit geprägt wurde, umfasst die Gruppe der LB.

In den 70er Jahren kamen dann die *Informationsverarbeitungsmodelle*, die aus den Informationsprozessmodellen von Atkinson und Shiffrin (1968) und der kognitiven Entwicklungspsychologien (z.B. Flavell, 1971; Piaget, 1952; Torgesen, 1977) hervorgingen. Sie gehen ebenfalls von einem Entwicklungsrückstand bei lernbehinderten Kindern aus. Wie die jüngeren Kinder haben sie größere Schwierigkeiten bei der Nutzung spezifischer Strategien, die für eine erfolgreiche Bewältigung akademischer Anforderungen notwendig ist.

Nach Hasselhorn (1987) liegen die Beeinträchtigungen lernbehinderter Kinder für den Bereich von Gedächtnisanforderungen vor allem in den vier Gebieten: 1) spontane Produktion strategischer Gedächtnisaktivität 2) flexible und reflexive Lernüberwachung und –regulation 3) Wissen über die Möglichkeit und Grenzen des eigenen Gedächtnisses (Metagedächtnis) und 4) Grundgeschwindigkeiten mit der Informationsverarbeitungsprozesse ablaufen.

Insgesamt gibt es hier jedoch die Kontroverse, inwieweit hier tatsächlich lediglich von einer Entwicklungsverzögerung auszugehen ist oder ob strukturelle Differenzen vorliegen. Dies wird im nächsten Abschnitt aufgegriffen.

2.4.3 Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz

Während der 60er und 70er Jahre wurde in der Forschung mit dem Begriff der *Developmental-Difference Kontroverse* eine Debatte über lernbehinderte und geistig behinderte Menschen bezeichnet, bei der sich zwei gegensätzliche Positionen gegenüber standen (Hodapp, Burack & Zigler, 1990; Milgram, 1969; Zigler & Balla, 1982). Die Vertreter der einen Positionen gingen davon aus, dass die kognitive Entwicklung von Personen mit intellektuellen Beeinträchtigung lediglich zeitlich verzögert erfolgt (*Entwicklungsverzögerung*), während die Vertreter der anderen Position qualitative bzw. strukturelle Andersartigkeiten (*Strukturdifferenz*) für die beobachtbaren Minderleistungen verantwortlich machten. Möglicherweise lassen sich beide Positionen nicht klar voneinander abgrenzen, da denkbar ist, dass eine Entwicklungsverzögerung am Ende zu einer Strukturdifferenz werden kann.

Die *Entwicklungsverzögerungsposition* unterscheidet sich von der Defizitannahme darin, dass Kinder mit Beeinträchtigungen langsamer in ihrer Entwicklungsrate sind, generell ein niedrigeres maximales Leistungsniveau erreichen, jedoch keine strukturellen bzw. qualitativen Unterschiede zu anderen Kindern haben. Kinder mit einer Lernbehinderung sind also bis auf oben genannte Ausnahmen in ihrer kognitiven Entwicklung ähnlich den typischen, unauffälligen Kindern. Die kognitive Leistungsfähigkeit ist demnach nicht vom IQ, sondern von dem derzeitigen Entwicklungsniveau bzw. der erreichten Entwicklungsstufe abhängig. Sie ist damit unabhängig von dem chronologischen Alter (CA) des Kindes. Zwischen den lernbehinderten Kindern und Kindern gleichen mentalen Alters (MA) wird also kein Unterschied erwartet, wobei Entwicklungsdifferenzen durch den Bezug auf das MA ausgeglichen werden. Zigler (1967, 1982) spricht hier von einer *Developmental Position* (DevP).

Nach der Stufentheorie kognitiver Entwicklung von Piaget (1971, 1974) wird eine weitere Unterteilung hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs kognitiver Entwicklung vorgenommen. Die *Similar-Sequence Hypothese* geht davon aus, dass die Abfolge und das entsprechende kognitive Entwicklungsniveau eines Kindes auf lernbehinderte Kinder übertragbar sind und sie somit in gleicher Reihenfolge durchlaufen (Weisz & Zigler, 1979). Die *Similar-Structure Hypothese* nimmt dagegen gleiche kognitive Strukturen bei Kindern gleichen MA an, d.h. lernbehinderte Kinder bleiben auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen (Weisz & Yates, 1981).

Die *Defizithypothese* oder auch *Strukturdifferenzhypothese* auf der anderen Seite postuliert nicht nur ein langsames Entwicklungstempo und ein niedrigeres Entwicklungsniveau, sondern impliziert sowohl qualitative als auch quantitative Unterschiede in der kognitiven Struktur zwischen lernbehinderten und unauffälligen Kindern. Der Strukturbegriff bleibt jedoch unklar. Die kognitive Leistungsfähigkeit wird hier also über den IQ und nicht über das MA bestimmt. Kinder mit gleichem MA, aber unterschiedlichem CA unterscheiden sich somit. Vertreter dieser *Difference-Position* (DifP) sind Ellis (1969), Milgram (1969, 1973), Spitz (1976) und Weir (1967). Auch hier wird hinsichtlich der Sequenz bzw. Abfolge (*Dissimilar-Sequence Hypothese*) unterschieden, bei der die Unterschiede in der Stufenabfolge zwischen unauffälligen Kindern und lernbehinderten Kindern angenommen werden, die aufgrund von früheren Entwicklungsstufen entstanden sind. Bei der *Dissimilar-Structure Hypothese* werden qualitativ unterschiedliche kognitive Strukturen angenommen. Bei der DifP besteht jedoch Uneinigkeit darüber, welcher Art bzw. welchen Umfangs die strukturellen Veränderungen sind. Bei einer Unterlegenheit von lernbehinderten Kindern gegenüber Kindern gleichen MA spricht man von einer *konventionellen DifP*. Diese Konnotation rührt überwiegend aus der Überzeugung Milgrams (1973) her. Wenn die lernbehinderten Kinder den Kindern gleichen MA aufgrund ihres chronologischen Altersfortschritts und ihres damit verbundenen größeren Erfahrungsschatzes überlegen sind, wird dagegen von einer *unkonventionellen DifP* gesprochen wird (Kohlberg, 1968). Tabelle 2.4.3 gibt einen kurzen Überblick über die Developmental-Difference Kontroverse.

Tabelle 2.4.3 Überblick über die Developmental-Difference Kontroverse

	Mentale Leistung	Sequenz der kognitiven Entwicklung	Kognitive Struktur
Entwicklungsverzögerung/ Developmental Position (DevP)	LB = MA	Similar-Sequence	Similar-Structure
Strukturdifferenz / Difference Position (DifP)	LB ≠ MA	Dissimilar-Sequence	Dissimilar-Structure
Konventionelle DifP	LB < MA		
Unkonventionelle DifP	LB > MA		

Anmerkungen. (LB = lernbehinderte Kinder; MA = gleiches mentales Alter)

Forschungsergebnisse in diesem Bereich führen zu verschiedenen Ergebnissen, die sowohl die eine als auch die andere Position stärken oder auch beide gemeinsam, so dass beide Ansätze je nach untersuchter Fragestellung ihre Berechtigung finden (Gordon & Saklofske, 1994). Beide Erklärungsansätze sind wahrscheinlich für unterschiedliche Bereiche kognitiver Lernkompetenzen gültig. Hinsichtlich des *Entwicklungsverzögerungsansatzes* gibt es Untersuchungen von Weisz und Zigler (1979), die LB Kinder und unauffällige Kinder auf derselben Piagetstufe der kognitiven Entwicklung sehen und somit die DevP vertreten. Weiterhin gibt es Vergleiche zu den Aufgaben von Piaget zum moralischen Urteil, Rollenverständnis und quantitativen Konzepten (Weisz & Yates, 1981). In der Metaanalyse von Weisz, Yates und Zigler (1982) wurden überwiegend Piaget Aufgaben eingesetzt, die zu einer 90%igen Annahme der Similar-Structure Hypothese führten. Mähler und Hasselhorn (1990) zeigten für verschiedene Komponenten der Gedächtnisaktivität wie Metagedächtnis, Gedächtnisspanne, Organisationsstrategien und Reproduktionsleistungen das Zutreffen der Similar-Structure Hypothese.

Die *Strukturdifferenzposition* konnte in Studien zur Diskrimination und einigen Aspekten des Gedächtnisses überprüft und angenommen werden (Weiss, Weisz & Bromfield, 1986). Die Unterstützung der DifP zu 48% wurde auch in einer Metaanalyse mit dem inzidentellen Lernen, dem Arousal, dem Gedächtnis und Paarassoziationslernen, selektiver Aufmerksamkeit und der Vigilanzüberprüfung bestätigt. Weiterhin wurden hier auch komplexere kognitive Funktionen wie hypothesentestendes Verhalten und Humor untersucht. Es kam hier überwiegend zu einer Annahme der konventionellen DifP, bei der LB Kinder schlechter abschnitten als Kinder gleichen MA, vor allem auch im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit. Auch im Bereich der Lesestörung wurde und wird diese Debatte geführt. Es konnte gezeigt werden, dass lesegestörte Kinder sich von unauffälligen Kindern im Leseniveau, aber nicht im Lesealter unterscheiden (Francis, Shaywitz, Stuebing, Shaywitz & Fletcher, 1996). Die Ergebnisse zeigen hier, dass die Entwicklung von Lesefertigkeiten bei lesegestörten Kindern am besten durch das Defizitmodell im Gegensatz zum Verzögerungsmodell charakterisiert wird.

Eine interaktionistische Position könnte zu einer Klärung der Inkonsistenzen führen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie man es bei gut

kontrollierten Laboruntersuchungen und Felduntersuchungen z.B. im Klassenzimmer zu unterschiedlichen Leistungen hinsichtlich der Aufmerksamkeit bei beeinträchtigten Kindern kommt (Bryan, 1974). Lernbehinderung kann nicht einfach als ein dem beeinträchtigten Kind innewohnendes charakteristisches Merkmal gesehen werden, sondern dazugehörig müssen die Aufmerksamkeitsprobleme und spezifische Aufgabenvariablen weitere Beachtung finden (Krupski, 1980). So sind entscheidende Merkmale bei der Aufgabencharakteristik unter anderem das Schwierigkeitsniveau (Camp & Zimet, 1975), das motivationale Kennzeichen (Firestone & Douglas, 1975) oder auch der Grad der Selbstbestimmung bei den Aufgaben (Robertson, 1979).

Aus der neurologischen Perspektive werden die vielen psychologischen Prozesse des Erwerbs von Lesen, Schreiben und Rechnen betont. Es wird gezeigt, dass learning disabled children (LD) Kinder eine große Variation an kognitiven Defiziten einschließlich Problemen der phonologischen Bewusstheit (Felton & Wood, 1992) Aufmerksamkeit (Whyte, 1994) Sequenzierung (Hooper & Hynd, 1985) und visuoperzeptuellen Fähigkeiten (Pirozzolo, 1979) haben. Diese kognitiven Prozesse sind mit neurologischen Dysfunktionen verschiedener kortikaler Regionen verbunden. Es ist eigentlich wahrscheinlich, dass diese Schulschwierigkeiten eine Kombination aus kognitiven Defiziten sind, welche ursprünglich aus verschiedenen neuro-anatomischen Strukturen und Systemen entstammen (Whyte, 1993, 1994). Traditionelle neuropsychologische Konzeptualisierungen der LD werden generell mit linkstemporalen und okzipitoparietalen Regionen verbunden (Morgan, 1896), die auch noch in der heutigen Forschung anerkannt sind (Chase & Tallal, 1991; Flowers, 1993). Jüngere Studien zur Gehirnmorphologie konnten Unterschiede in der anterioren Region des Cerebellums und dem Corpus callosum bei z.B. dyslektischen Kindern zeigen (Hynd, Hall, Novey & Eliopoulos, 1995). Insgesamt gibt es deutliche Hinweise dafür, dass die frontale Region eine bedeutende Rolle beim Erwerb von Lesen, Schreiben und Rechnen spielt. Da diese Regionen, die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebene Funktionen der kognitiven Hemmung und der Verhaltenshemmung unterstützen, lässt sich hier die Verbindung zwischen Lernbehinderung und möglichen Problemen in diesen Bereichen herstellen. Spreen (2000) stellt jedoch fest, dass ein klarer Konsens über die anatomischen Hirngebiete fehlt, so dass nicht eine einzelne Kortexregion die Lernbehinderung erklären kann. Hierzu sind verschiedene Cluster und Entwicklungsstufen notwendig.

Eine bislang noch nicht aufgegriffene Frage ist die nach der Beschulung lernbehinderter Kinder. Dieser Frage widmet sich das nächste Kapitel.

2.4.4 Die Schule für Lernbehinderte und der Begriff Lernbehinderung

Mit dem Namen Pestalozzi verbindet man in Deutschland seit dem späten 18. Jahrhundert eine Person, die zeigte, dass sozial benachteiligte und vernachlässigte Kinder von einer besonderen Bildung profitieren. Um 1800 wurden für alle Kinder öffentliche Schulen gegründet, die gleichzeitig neue Probleme mit Unterschieden in den Fähigkeiten der einzelnen Kinder während des Unterrichtes mit sich brachte. So wurde Mitte des 19. Jahrhunderts die erste „Schule für schwachbefähigte Kinder“ gegründet, die sich jedoch von Schulen für geistig Behinderte Schüler unterschied. Die langsam lernenden Kinder wurden jedoch der Stigmatisierung ausgesetzt, so dass der Begriff „Schwachsinn“ vermieden und in „Nachhilfe“ umgewandelt wurde. Später kam es dann zu dem Begriff der Hilfsschulen, deren Anzahl in Deutschland stark zunahm. In der institutionellen Praxis wurde das medizinische Konzept des Schwachsinnns ersetzt durch Misserfolge in den schulischen Leistungen. Seit den 90er Jahren wurde der positiv konnotierte Begriff der Förderschule eingeführt, der den notwendigen besonderen Förderbedarf besser umschreibt. In diesem Rahmen wird den Schülern größere Flexibilität aufgrund von parallel verlaufenden Bildungsbahnen gegeben. So gibt es hier meist zwei Möglichkeiten. Einerseits für langsame Lerner mit einem reduzierten Curriculum für tägliche Lebensfertigkeiten und geringeren schulischen Lernmöglichkeiten sowie andererseits vorberufliche Trainings mit höheren Leistungsanforderungen in den schulischen Fertigkeiten ähnlich dem regulären Curriculum. Schüler können hier problemlos von einer Seite zur anderen Seite wechseln, je nach individuellen Bedingungen (Opp, 1992).

Der Begriff der Lernbehinderung, wie er vom Deutschen Bildungsrat (1973) festgelegt wurde, war eine direkte Übersetzung des angloamerikanischen Begriffs „learning disability“. Trotz der wörtlichen Übersetzung und der historischen deutschen Beiträge zu dem amerikanischen Konzept der *learning disability* haben sie wenig Gemeinsames (Cruickshank, Lewandowski, Opp & Rosenberger, 1992). Schaut man in die internationale Literatur zum Thema Lernbehinderung so findet man viele verschiedene Begriffe wie „learning disability (LD)“ (Kirk, 1963), „learning

difficulty“, „handicapped children“, „learning disorder“, „mild mental retardation“, „slow learner“, „low achiever“, die alle dem deutschen Begriff Lernbehinderung ähnlich sind, ihn jedoch nicht vollständig abbilden. Auch im deutschen Sprachraum findet man verschiedene Begriffe, die ebenfalls teilweise synonym verwendet werden: „Lernbeeinträchtigung“, „Lernschwäche“, „Lernstörung“, „Lernschwierigkeit“ und „Lernbenachteiligung“. Man kann zu der Gruppe von deutschen lernbehinderten Kindern, die oft in ihrer Intelligenz in einem Bereich zwischen 70 bis 85 liegen, fast keine vergleichbare internationale Stichprobe finden. Kavale und Forness (2003) aus Kanada bedauern, dass ca. 14 % der so genannten „slow learners“ aus dem amerikanischen Gebiet nicht genauer untersucht werden, da sie keine einheitliche Gruppe in diesem Bildungssystem darstellen und mit in den regulären Klassen lernen. Sie werden meist der Subgruppe LD zugeordnet, die jedoch unterteilt ist in verschiedene Subtypen wie Leseschwierigkeiten, Rechenschwierigkeiten, Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung etc. und nicht allgemeine Defizite bei den Kindern dieser Gruppe angenommen werden (Fletcher, Morris & Lyon, 2003). Schüler mit spezifischen Lernbehinderungen sind durchschnittlich intelligent und werden in den USA integrativ beschult, besuchen also keine separate Schule, wie dies in Deutschland üblich ist. Hier findet erst eine Auswahl von Schülern mit einer *mental retardation* statt, die im deutschen Sprachraum am ehesten mit einer geistigen Behinderung vergleichbar ist.

Klauer & Lauth (1997) haben den Versuch unternommen, den Begriff der Lernbesonderheiten zu definieren:

Lernbehinderte Kinder zeichnen sich weniger durch dauerhafte Fähigkeitsdefizite (z.B. im Bereich des Gedächtnisses oder des Denkens), als vielmehr durch die Art aus, wie sie Lernvorgänge bewältigen (z.B.: „Raten“ statt systematischer Inspektion der Materialvorlage). Für sie gilt als charakteristisch, dass sie

- *Strategien zur Informationsaufnahme und Verarbeitung (z.B. Memorierungsstrategien, Bildung von Bedeutungsverknüpfungen),*
- *Maßnahmen zur Organisation (z.B. Zeitplanung, Vorausplanung, Ableitung des eigenen Vorgehens, Einplanung schwieriger Handlungsschritte),*

- *eine begleitende Handlungskontrolle (z.B. Steuerung und Überwachung des eigenen Handelns/ Lernprozesses, Regulation der eigenen Emotionalität) sowie*
- *verbale Handlungsanleitung (z.B. Nutzung verbaler Vermittler, an sich selbst gerichtete – metakognitive – Fragen)*

in geringerem Maße als unauffällige Kinder nutzen (Klauer & Lauth, 1997, S. 707).

Die uneinheitliche Definition der Lernbehinderung erschwert es, empirische Forschungsfragen zu deren Ursachen wissenschaftlich zu bearbeiten.

2.4.5 Das dreifaktorielle Gruppendesign

Zur Untersuchung der Grundfrage, inwieweit strukturelle Differenzen oder Entwicklungsverzögerungen zur Lernbehinderung beitragen, taucht immer wieder ein dreifaktorielles Design auf, bei dem eine Gruppe lernbehinderter Kinder (LB) mit zwei weiteren Gruppen verglichen bzw. parallelisiert wird. Es wird hierbei die Intelligenzleistung sowie das Alter genutzt, um einerseits ein mentales Alter (MA) und andererseits ein chronologisches Alter (CA) feststellen zu können. In Abbildung 2.4.5 ist das Versuchsdesign graphisch aufgearbeitet. Das MA wird über die Rohwertleistung eines Intelligenzverfahrens bestimmt, während das CA dem tatsächlichen Lebensalter des Kindes entspricht. Zur Vergleichbarkeit werden nun lernbehinderte Kinder mit unauffälligen Kindern gleichen MA, also Kinder mit einem gleichen Rohwert in einem IQ-Test mit Kindern gleichen CA, also Kinder derselben Altersstufe, verglichen.

	Mentales Alter (MA)	Lernbehinderte (LB)	Chronologisches Alter (CA)
Jüngere Schüler	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse
Ältere Schüler	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse

Abbildung 2.4.5 Dreifaktorielles Untersuchungsdesign für die jüngeren und älteren Schüler

Findet man nun zwischen der Gruppe der lernbehinderten Kinder und gleichen MA Leistungsunterschiede, so spricht dies für die Bestätigung der Strukturdifferenzhypothese, während ähnliche Ergebnisse für eine Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese sprechen. Zwischen den beiden unauffälligen Gruppen CA und MA sollte ein Leistungszuwachs zu verzeichnen sein, um Entwicklungsfortschritte nachweisen zu können. Trifft dies nicht zu, so kann man im betrachteten Altersbereich nicht von einer kognitiven Weiterentwicklung bei unauffälligen Kindern ausgehen (Mähler & Hasselhorn, 1990).

In einem Intelligenztest, wie der Columbia Mental Maturity Scale (CMM; Schuck, Eggert & Raatz, 1985), lässt sich der mentale Entwicklungsrückstand lernbehinderter Zehnjähriger in etwa auf drei Jahre festlegen. Dies konnte in verschiedenen Untersuchungen auch so bestätigt werden (Mähler & Buhrow, 2003; Mahler & Hasselhorn, 1990; Sykulla, 2001).

2.5 Lernbehinderung, Selektive Aufmerksamkeit und Hemmungsprozesse

In diesem Abschnitt soll der Versuch unternommen werden, die in der Untersuchung genutzten Konstrukte und Populationen im Gesamtzusammenhang darzustellen.

Der doch recht umfangreich gebrauchte Begriff der selektiven Aufmerksamkeit ist relativ klar als Oberbegriff der Hemmungsprozesse zu sehen. Aufmerksamkeit kann nur stattfinden, wenn eine gewisse Auswahl an Reizinformationen stattfindet und somit ein Teil aktiviert und ein anderer Teil gehemmt wird. Da die Hemmungsprozesse einer großen Familie verschiedener Hemmungsmechanismen angehören, deren Erfassung den Rahmen der eher explorativ angelegten Studie sprengen würde, beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf die kognitive Hemmung und die Verhaltenshemmung.

Die lernbehinderten Schüler und Schülerinnen wurden ausgewählt, weil über Besonderheiten der Hemmungsprozesse bei Lernbehinderten bisher wenig bekannt ist. Die wenigen verfügbaren Untersuchungen, in denen kognitive Hemmung bzw.

Verhaltenshemmung bei beeinträchtigten Kindern thematisiert wurde, sollen daher zunächst referiert werden. Da Studien mit lernbehinderten Kindern leider nur selten in empirischen Untersuchungen einbezogen wurden, handelt es sich dabei überwiegend um Kinder mit geistiger Behinderung bzw. Lernstörungen.

Frühere Untersuchungen mit so genannten benachteiligten Kindern (handicapped youngsters) zeigen reduzierte Leistungen in der Vigilanzmessung im Vergleich zu ihren Altersgenossen. So wurden Omissionsfehler (Auslassungen) und Kommissionsfehler (falscher Alarm) unterschieden, in denen diese Kinder schlechter abschnitten als Vergleichskinder. Es zeigte sich, dass die Omissionsrate für geistig behinderte Kinder (Crosby, 1972), hyperaktive Kinder (Sykes, Douglas & Morgenstern, 1973) und Kinder mit Lernstörungen (Rugel, Cheatam & Mitchell, 1976, Keogh & Margolis, 1976) deutlich höher ausfiel als bei unauffälligen Vergleichsgruppen. Ebenso ist die Rate an Kommissionsfehler deutlich höher (Kirby, Nettelbeck & Bullock, 1978) als bei den unauffälligen Kindern.

Eine der frühesten Hypothesen über „mental retardation“ (Geistiger Behinderung) ist die Charakterisierung über die kognitive Rigidität (Kounin, 1941) oder spezifischer über Defizite in der Hemmung oder Löschung von gelerntem Verhalten (Denny, 1964; Heal & Johnson, 1970; Siegel & Foshee, 1960). Zur Untersuchung dieser Hypothese setzte man klassische „list learning“ Aufgaben ein und fand Hinweise für eine proaktive Interferenz bei geistig behinderten Kindern im Vergleich zu Kindern mit durchschnittlichem IQ (Borkowski, 1965; Iscoe & Semler, 1964). Auch in einer Paar-Assoziationsaufgabe konnten mehr Intrusionsfehler (falsche Reaktionen, die bei der vorgehenden Liste korrekt waren) gefunden werden (Johnson & Sowles, 1970). Diese Befunde sprechen für die Annahme einer Hemmungsdefizit Hypothese.

Darüber hinaus wurde die selektive Aufmerksamkeit bei geistig behinderten Kindern untersucht. Dabei fand sich eine größere Ablenkung bei Anwesenheit von irrelevanten Informationen im Vergleich zu unauffälligen Kindern (Hagen & Huntsman, 1971; Mosley, 1980; Wolitzky, Hofer & Shapiro, 1972). Es wurden „central incidental“ Aufgaben vorgegeben, bei denen zwei Objekte gleichzeitig vorgegeben werden bei denen eines zu erinnern (zentrale Information) bzw. ein anderes zu ignorieren (inzidentelle Information) ist. Unauffällige Kinder erinnern sich

im Gegensatz zu geistig behinderten Kindern an mehr Objekte der zentralen im Gegensatz zur inzidentellen Information .

Cha und Merrill (1994) konnten bei einer Gruppe geistig behinderter Probanden zeigen, dass in einer visuellen selektiven Aufmerksamkeitsaufgabe zur Identifizierung eines von zwei Buchstaben, ein deutlich ineffektiver Unterdrückungsprozess bei Probanden mit einer geistigen Behinderung besteht. So zeigten sie vor allem Aktivierung, wenn der Zielreiz identisch war mit dem vorhergehenden Zielreiz (Target), das so genannte „Positive Priming“, aber sie konnten nur schwer hemmen, wenn der Reiz in der vorhergehenden Aufgabe ein Ablenkungsreiz (Distraktor) war – „negative priming“. Probanden ohne Beeinträchtigungen zeigten dagegen Aktivierung in der Positive Priming (PP) Bedingung und Hemmung in der Negative Priming Bedingung.

Ellis und Dulaney (1991) nennen den gefundenen Effekt bei geistiger Behinderung „cognitive inertia“ (kognitive Trägheit) und verstehen darunter die Unfähigkeit präpotente, überlernte oder hoch automatisierte Reaktionen zu hemmen, wenn sie während einer Ausführung unterbrochen werden sollen.

In dieser Hinsicht stellt sich die Frage, welche Bedeutung einer potentiellen Strukturdifferenz oder einer Entwicklungsverzögerung der genannten Konstrukte tatsächlich im Zusammenhang mit der Lernbehinderung zukommt.

3. Herleitung der eigenen Fragestellung

Viele Studien haben bereits versucht die Ursachen, aber auch die begleitenden Symptome der Lernbehinderung aufzudecken. Dabei ist die Lernbehinderung bislang noch nicht mit den Konzepten der kognitiven Hemmung und der Verhaltenshemmung in Verbindung gebracht worden. Dies ist umso erstaunlicher, als das beides zu den Grundvoraussetzungen für unbeeinträchtigte Lernprozesse gehört. Gerade die Hemmungsfunktion ist jedoch entscheidend für die selektive Aufmerksamkeit, um die relevanten Informationen aufnehmen zu können und die irrelevanten zu hemmen.

In der vorliegenden Arbeit wird von zwei groben Linien ausgegangen. Die erste Linie soll eine Unterscheidung zwischen den beiden vorliegenden Konstrukten der kognitiven Hemmung und der Verhaltenshemmung vornehmen. Es wird genauer betrachtet, welche interindividuellen Unterschiede bei den jüngeren und älteren lernbehinderten Schülern mit den jüngeren und älteren Schülern gleichen chronologischen und gleichen mentalen Alters bestehen. Hierbei werden Untersuchungen hinsichtlich der Entwicklungsveränderungen bestimmter kognitiver Merkmale insbesondere ihrer Hemmungsprozesse im Rahmen selektiver Aufmerksamkeitsprozesse, bei kognitiven und motorischen Entscheidungssituationen durchgeführt. So konnten Dempster und Corkill (1999) in einer entwicklungspsychologischen Arbeit zeigen, dass die Fähigkeit zwischen relevanten und irrelevanten Informationsmaterial zu unterscheiden, eine der entscheidenden Kompetenzen im Lernprozess von Schülern darstellt. Diese Unterscheidung der Hemmungsfunktion aus entwicklungspsychologischer Perspektive in kognitive Hemmung und Verhaltenshemmung ist vor allem auf die Arbeit von Bjorklund und Harnishfeger (1995) zurückzuführen. Die hier gefundenen Ergebnisse, dass jüngere Kinder eine geringer ausgeprägte Hemmungsfunktion zeigen als ältere Kinder und somit die Hemmungskontrolle über die Kindheit hinweg effizienter wird, stellen einen wesentlichen Ausgangspunkt für die vorliegende Untersuchung dar. Jedoch spielt die Auswahl unserer Schüler aus den lernbehinderten Schulen hier eine besondere Rolle. Diese Schüler zeigen nämlich in verschiedenen Bereichen kognitiver Verarbeitung Beeinträchtigungen, die in etwa Schülern gleichen mentalen Alters entsprechen. Somit werden die lernbehinderten Kinder einerseits mit in etwa drei Jahre jüngeren Kindern verglichen (entspricht dem gleichen MA) und gleich alten Kindern, derselben Klassen- bzw. Altersstufe. Hier müssen jedoch die Klassenwiederholungen berücksichtigt werden, nämlich dass lernbehinderte Kinder oftmals älter sind, sich aber noch in einer niedrigeren Klassenstufe befinden. Bei Ruff (2002) konnte auch gezeigt werden, dass die Parallelisierung für 19-jährige Erwachsene mit normalbegabten Viertklässlern vorgenommen wurde, was für ein deutliches Auseinanderschreiten zwischen normalbegabten und lernbehinderten Gruppen spricht.

Die zweite Linie in der Arbeit soll die zunehmenden Altersunterschiede in den Gruppen der lernbehinderten und normalbegabten Schüler weiter betrachten. Dies ist jedoch nur aufgrund des Vergleichs zwischen den älteren und jüngeren Schülern und

der entsprechenden Auswahl der Stichprobe möglich. So wurden hierzu unterschiedliche Zeitspannen bei den lernbehinderten Schülern bzw. Schülern gleichen chronologischen Alters (ca. 3 Jahre) im Vergleich zu den Schülern gleichen mentalen Alters (ca. 2 Jahre) gewählt. Ausgegangen wird hier von der Überlegung, dass eine Verlangsamung in den Entwicklungsfortschritten bei den lernbehinderten Schülern im Vergleich zu den normal begabten Schülern vorliegt. Diese zu untersuchende Entwicklung bei den LB Schülern kann mit dem vorliegenden Design überprüft werden, indem von einem möglichen Schereneffekt auszugehen ist. Dieser zeigt sich in einem Auseinanderdriften der Leistungen zwischen LB und normal begabten Schülern in der Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung über das Alter hinweg. Insgesamt stellen wir uns die Frage: Inwieweit sind die Entwicklungsfortschritte der LB Schüler geringer im Vergleich zu denen normal begabter Schüler? Ist dies der Fall, sollten sich die interindividuellen Unterschiede zwischen den Gruppen vergrößern

Eine erste übergeordnete Hypothese (**Hypothesen 1-4**) gilt der Frage, ob bei den beiden Hemmungsprozessen, sowohl der kognitiven Hemmung als auch der Verhaltenshemmung eher von einer Entwicklungsverzögerung oder einer Strukturdivergenz in den kognitiven Funktionen auszugehen ist. Hierbei werden die lernbehinderten Schüler zu den mental gleichaltrigen als auch den chronologisch gleichaltrigen Schülern sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Schülern verglichen.

Verhaltenshemmung und kognitive Hemmung werden den kognitiven Funktionen zugeordnet und vorwiegend über reine Reaktionszeiten und die Anzahl an Fehlern bei einer Anforderung operationalisiert. Da in der bisherigen Literatur noch keine Untersuchungen mit LB Schülern und diesen beiden Hemmungskonstrukten durchgeführt wurden, versucht diese Arbeit festzustellen, auf welchem Niveau sich die Gruppe der LB Kinder befindet und vergleicht sie hierbei mit weiteren Schülergruppen. In der vorliegenden Hypothese gehen wir davon aus, dass verlangsamte Verarbeitungsprozesse und somit Defizite in den Hemmungsprozessen bei LB Kindern vorliegen, da hier hinsichtlich der kognitiven Funktionen eher von einer Verlangsamung und somit von einer erhöhten mentalen Anstrengung auszugehen ist (Case, 1985). Aus diesem Grund legen wir die Entwicklungsverzögerungshypothese zugrunde, bei der die LB Schüler mit den Schülern gleichen

MA vergleichbar sind. Wir vergleichen hier einmal das Konstrukt der Verhaltenshemmung als auch das Konstrukt der kognitiven Hemmung bei den LB Schülern im Vergleich zu den normal begabten Schülern. Eine weitere Unterteilung der Hypothesen neben der Trennung der Hemmungskonstrukte ist die Aufteilung in jüngere und ältere Schüler. Somit ergeben sich 4 Haupthypothesen:

Verhaltenshemmung

PH 1_{VH/jüngere}: **Jüngere** LB Schüler weisen im Bereich der *Verhaltenshemmung* eine Entwicklungsverzögerung gemäß ihres Intelligenzalters auf.

PH 2_{VH/ältere}: **Ältere** LB Schüler weisen im Bereich der *Verhaltenshemmung* eine Entwicklungsverzögerung gemäß ihres Intelligenzalters auf.

Kognitive Hemmung

PH 3_{KH/jüngere}: **Jüngere** LB Schüler weisen im Bereich der *Kognitiven Hemmung* eine Entwicklungsverzögerung gemäß ihres Intelligenzalters auf.

PH 4_{KH/ältere}: **Ältere** LB Schüler weisen im Bereich der *Kognitiven Hemmung* eine Entwicklungsverzögerung gemäß ihres Intelligenzalters auf.

Betrachten wir nun zwei weitere Hypothesen (**Hypothese 5-6**), die sich mit den möglichen Altersdifferenzen der verschiedenen Gruppen beschäftigen. Hier gilt es zu überprüfen, ob es zu einem Schereneffekt hinsichtlich der Entwicklung von Hemmungsprozessen zwischen den LB Schülern und den normal begabten Schülern kommt. Das heißt, wächst die Reaktionszeitverzögerung für die Hemmungsprozesse bei LB Schülern langsamer als bei normal begabten Schülern. Wenn im Hinblick auf die kognitive Hemmung und die Verhaltenshemmung lediglich eine Entwicklungsverzögerung und keine Strukturdifferenz in den kognitiven Funktionen besteht, dann sollten die LB Schüler in den Operationalisierungen des Paradigmas, das kognitive Hemmung und Verhaltenshemmung erfasst, einen geringeren Entwicklungsfortschritt im Vergleich zu den unauffälligen Schülern gleichen MA und gleichen CA zeigen. Dieser sollte sich in den jeweiligen Effekten niederschlagen. Aus diesen Überlegungen ergeben sich zwei weitere psychologische Hypothesen:

PH 5_{VH}: Aufgrund der allgemein verlangsamten intellektuellen Entwicklung von Kindern mit Lernbehinderung sollten auch die Alterszunahmen in der *Verhaltenshemmung* gegenüber unauffälligen Kindern verlangsamt sein.

PH 6_{KH}: Aufgrund der allgemein verlangsamten intellektuellen Entwicklung von Kindern mit Lernbehinderung sollten auch die Alterszunahmen in der *Kognitiven Hemmung* gegenüber unauffälligen Kindern verlangsamt sein.

Die eigene Untersuchung hat eher explorativen Charakter. Es soll dabei erkundet werden, von welchen Entwicklungsveränderungen oder Strukturdivergenzen im Bereich der kognitiven Hemmung oder Verhaltenshemmung im Zusammenhang mit der Lernbehinderung auszugehen ist und ob Defizite in diesen Bereichen als ursächliche Bedingungen der Lernbehinderung in Frage kommen.

4. Methode

Diese Arbeit verfolgt das Ziel, die skizzierten Hypothesen zur Entwicklungsverzögerung von Funktionen der Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung bei vorliegender Lernbehinderung zu prüfen. Dazu wurde ein besonderes Untersuchungsdesign gewählt, bei dem das klassische Dreigruppensdesign der Arbeiten zur Developmental-Differenz-Kontroverse auf zwei Altersstufen erweitert wurde. Die Erweiterung dieses klassischen Untersuchungsplanes lässt den Blick auf die zunehmenden Altersunterschiede in der Gruppe der LB Schüler und der normal begabten Schüler zu. Im Folgenden wird dazu im Abschnitt 4.1 genauer auf das Untersuchungsdesign eingegangen. Im Anschluss an die Vorstellung der Stichprobe werden im Abschnitt 4.3 Untersuchungsverfahren die Operationalisierungen der abhängigen Variablen (mentales Alter, Lernbehinderung, chronologisches Alter), der unabhängigen Variablen (Verhaltenshemmung, kognitive Hemmung) und der Kontrollvariable (Intelligenz, Alter) vorgenommen. Abschnitt 4.4 beschreibt die Versuchsdurchführung und im letzten Abschnitt des Methodenteils werden die abgeleiteten Vorhersagen und statistischen Hypothesen vorgestellt.

4.1 Untersuchungsdesign

Um die skizzierten Fragen beantworten zu können, wurde eine Untersuchung durchgeführt, bei der zwei dreifaktorielle quasiexperimentelle Versuchsdesigns zum Einsatz kamen. Im ersten Untersuchungsplan für die jüngeren Schüler wurden die lernbehinderten Schüler (LB) der 4. Klasse mit Schülern gleichen mentalen Alters (MA) verglichen. Dies entspricht in etwa Schülern der 1. Klasse. Weiterhin wurden die 4. Klässler LB mit Schülern gleichen chronologischen Alters (CA), also von normal begabten 4. Klässlern verglichen, um interindividuelle Unterschiede zwischen den Gruppen untersuchen zu können (siehe Abbildung 4.1). Anhand dieses Designs ist überprüfbar, ob sich die parallelisierten Gruppen, nämlich LB und MA wirklich in den untersuchten abhängigen Variablen der Hemmungskonstrukte auf dem gleichen Entwicklungsniveau befinden. Gleichzeitig kann man herausfinden, ob die gleichaltrigen Schüler der 4. Klasse LB und der normal begabten 4. Klasse sich ebenfalls auf dem gleichen Entwicklungsniveau hinsichtlich ihrer Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung befinden. Zur Klärung eines Entwicklungsfortschrittes werden die beiden normal begabten Gruppen MA und CA verglichen.

Dieses Versuchsdesign wurde ebenfalls für die älteren Schüler eingesetzt. Hier fanden also Vergleiche zwischen den 7. Klässlern LB und den Schülern gleichen MA (3. Klässlern) sowie Schülern gleichen CA (normal begabte 7. Klässler) statt.

Die Kombination der beiden Untersuchungsdesigns erzeugt nun den Vorteil, dass man genauer die Altersunterschiede betrachten kann. Das heißt, man schaut sich das Design nicht mehr horizontal an, sondern vertikal und kann somit mögliche Entwicklungsunterschiede zwischen den 1. Klässlern und den 3. Klässlern sowie den 4. Klässlern und 7. Klässlern der normal begabten Schüler untersuchen. Man kann somit bei der MA Gruppe den Altersunterschied von ca. 2 Schuljahren mit dem Altersunterschied in der CA Gruppe von ca. 3 Jahren vergleichen. Gleichzeitig aber auch, die vermutlich langsamer fortschreitende Entwicklung in den 3 Jahren der LB Schüler im Vergleich zu den normal begabten Schülern.

Die unabhängige, organismische Variable (UV) stellt für den differentialpsychologischen Aspekt die *Gruppenzugehörigkeit* zur Lernbehinderung (LB) vs. gleiches mentales Alter (MA) vs. gleiches chronologisches Alter (CA) dar. Als abhängige Variable (AV) fungieren hier die Leistungen in den Untersuchungsverfahren zur

Messung kognitiver Hemmung und Verhaltenshemmung (siehe Untersuchungsverfahren Kapitel 4.3), als Kontrollvariablen die Leistungen aus den Intelligenzverfahren. Für den entwicklungspsychologischen Aspekt steht der Faktor *Alter der Gruppe* mit der Aufteilung in jüngere und ältere Schüler.

		Normal begabte Schüler	Lernbehinderte Schüler	Normal begabte Schüler
Alter der Gruppe	Jüngere Schüler	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse
	Ältere Schüler	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Gruppenzugehörigkeit	Unabhängige Variablen	MA	LB	CA
	Abhängige Variablen		Verhaltenshemmung	
			Kognitive Hemmung	
	Kontrollvariablen		Intelligenz	
		Alter		

Abbildung 4.1 Versuchsdesign für die zwei dreifaktoriellen Designs mit den Faktoren Alter der Gruppe und Gruppenzugehörigkeit in den jeweiligen Ausprägungen

4.2 Stichprobe

Die Daten für die Untersuchung entstammen aus sechs verschiedenen Gruppen, die jeweils aus LB Schülern als auch normal begabten Schüler bestanden. Es wurden Einverständniserklärungen für die Teilnahme an unserer Untersuchung sowohl der jeweiligen Schulämter, Lehrer als auch der Eltern in Absprache mit ihren Kindern vorher eingeholt.

In der vorliegenden Untersuchung wurden LB Schüler ausgewählt, die entweder eine Schule für Lernbehinderte oder ein Förderzentrum besuchten. Die Schüler des Förderzentrums besuchten hier die L-Klassen (L steht hier für Lernbehinderung). In einem nächsten Schritt wurde ein Auswahlkriterium hinsichtlich ihrer intellektuellen Lern- und Leistungsmöglichkeiten festgelegt, um LB Schüler, die entweder deutlich bessere oder aber deutlich schlechtere intellektuelle Fähigkeiten haben, aus der Untersuchung heraus zu nehmen. Die LB Schüler sollten also in einem Intelligenzverfahren mehr als eine und weniger als zwei Standardabweichung ($55 < IQ < 86$) unter der Normalverteilung ihrer Altersgruppe liegen.

Aus der Untersuchung wurden bei der Gruppe der normal begabten Kinder die herausgenommen, deren intellektuelle Leistungsfähigkeit einer Lernbehinderung (IQ < 85) sowie einer Hochbegabung (IQ > 130) in diesem Bereich entsprechen würde. Dies hätte ansonsten bei niedrigeren intellektuellen Lern- und Leistungsmöglichkeiten zu Überschneidungen der beiden Stichproben geführt und somit auch zu einer größeren Heterogenität der Gruppen. In Tabelle 4.2.1 sind die jeweiligen Intervalle der IQ-Werte für die einzelnen Gruppen angegeben.

Tabelle 4.2.1 Auswahlkriterium für die intellektuellen Lern- und Leistungsmöglichkeiten der drei Gruppen bei den jüngeren Schülern mit dem CMM und bei den älteren Schülern mit dem CFT

	MA	LB	CA
Auswahlkriterium für den IQ	86-129	56-85	86-129
• Jüngere Schüler n = 19 (CMM)	95-116	65-86	88-122
• Ältere Schüler n = 20 (CFT)	92-114	58-86	88-125

Anmerkung: CMM = Columbia Mental Maturity Scale (Intelligenzverfahren für die jüngeren Schüler); CFT = Grundintelligenztest Skala 2 (Intelligenzverfahren für die älteren Schüler); IQ = Intelligenzquotient; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

Die jüngeren Schüler

Bei den jüngeren Schülern, N = 134 über alle drei Gruppen (MA, LB, CA) wurde mittels Intelligenzverfahren die kognitive Leistungsfähigkeit erhoben. Um das mentale Alter zwischen den Gruppen vergleichbar zu machen, wurde im Anschluss eine Parallelisierung vorgenommen. Diese dabei entstehende Variable dient als Kontrollvariable in der Untersuchung. Hierzu wurden Vergleiche zwischen den erreichten Rohwerten in einem nonverbalen Intelligenzverfahren CMM der LB Schüler und den Schülern der MA Gruppe gezogen. Des Weiteren wurde auch eine Parallelisierung zwischen dem Alter der LB Schüler und den Schülern der CA Gruppe durchgeführt, um hier das gleiche chronologische Alter vergleichen zu können. Nach der Parallelisierung und dem Ausschlusskriterium für eine Lernbehinderung blieben N = 83 Kinder übrig (29 Schüler der 1. Klasse, 27 Schüler der 4. Klasse LB und 27 Schüler der 4. Klasse). Die Schüler der MA und der CA Gruppe wurden aus einer ersten und vierten Klasse einer Göttinger Grundschule

akquiriert, während die LB Gruppe aus zwei verschiedenen Sonderschulen der dritten und vierten Klasse aus Göttingen und Northeim bestand.

Aus der Stichprobe wurden weiterhin Schüler entfernt, bei denen keine vollständigen Datensätze erhoben werden konnten oder die durch technische Mängel herausgenommen werden mussten. Insgesamt blieben dann für die jüngeren Schüler pro Gruppe $n = 19$ Probanden übrig. Sowohl die Gruppen des gleichen mentalen Alters ($t(36) = 1,58$; $p = .12$) als auch die Gruppe des gleichen chronologischen Alters unterscheiden sich für die Testwerte nicht signifikant ($t(36) = 0.33$; $p = .74$). Man kann hier somit von einem gleichen mentalen Alter zwischen der 1. Klasse MA und der 4. Klasse LB aber auch von einem gleichen chronologischen Alter zwischen der 4. Klasse CA und der 4. Klasse LB ausgehen. Die Geschlechtsverteilung in den Gruppen war ebenfalls ausgeglichen. Aus Tabelle 4.2.2 wird die Stichprobenverteilung der jeweiligen Gruppen nach Bearbeitung der Datensätze deutlich.

Tabelle 4.2.2 Anzahl und Herkunft der untersuchten Probanden in den jeweiligen Gruppen

Faktor Alter	Faktor Gruppe	MA (n_{MA})	LB (n_{LB})	CA (n_{LB})	Ges.N
Jüngere Schüler		1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse	
		Grundschule Göttingen	Sonderschule Göttingen/ Northeim	Grundschule Göttingen	
	Vor Parallelisierung	41	46	47	134
	Nach Parallelisierung	29	27	27	83
	Datensatz für Berechnung	19	19	19	57
Ältere Schüler		3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse	
		Grundschule Göttingen	Förderzentrum Heiligenstadt/ Leinefelde	Gesamtschule Göttingen	
	Vor Parallelisierung	42	43	36	121
	Nach Parallelisierung	29	25	32	86
	Datensatz für Berechnung	20	20	20	60

Anmerkungen. MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter; n = Anzahl der Probanden pro Gruppe; N = Anzahl der Probanden insgesamt

Die älteren Schüler

Hinsichtlich der Auswahl der vorliegenden Stichprobe wurden bei den älteren Schülern Drittklässler und Siebtklässler aus einer Grund- bzw. Gesamtschule in Göttingen untersucht, die lernbehinderten Schüler wurden aus den Förderzentren in Heiligenstadt und Beuren/ Leinfelde rekrutiert.

Bei den älteren Schülern wurden insgesamt $N = 121$ Schüler mit dem Intelligenzverfahren CFT hinsichtlich ihrer intellektuellen Leistungsfähigkeit untersucht. Nach der Parallelisierung, die wie bei den jüngeren Schülern erfolgte, wurden $N = 86$ Schüler ausgewählt (29 Schüler der 3. Klasse, 25 Schüler der 7. Klasse LB, 32 Schüler der 7. Klasse). Einerseits wurde das Ausschlusskriterium für Lernbehinderung eingesetzt. Andererseits waren einige Schüler zum Untersuchungszeitpunkt nicht anwesend oder es konnten keine vollständigen Daten erhoben werden. Auch konnten aufgrund technischer Mängel, teilweise die Daten nicht verwendet werden. Es dienten jeweils $n = 20$ Schüler für die drei Gruppen als spätere Berechnungsgrundlage.

Bei den älteren Schülern erfolgte die Parallelisierung der intellektuellen Leistungsfähigkeit über den CFT20. Die Ergebnisse nach einem Mittelwertsvergleich zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen LB Schülern und Schülern gleichen MA ($t(38) = 1,62; p = .12$). Bei dem Mittelwertsvergleich hinsichtlich des gleichen CA konnte aufgrund des hohen Alters der LB Schüler keine ausreichende Gleichheit ermittelt werden ($t(38) = 4,63; p < .05$). Das höhere Alter der 7. Klässler LB lässt sich vor allem durch Wiederholungen der Klassenstufen, Zurückstellungen oder aber auch spätere Einschulungen im Vergleich mit ihren normal begabten Alterskameraden erklären. Anhand der Ergebnisse in Tabelle 4.2.3 wird jedoch sichtbar, dass die LB Schüler der 7. Klasse einen Altersvorsprung vor den normal entwickelten Schülern der 7. Klasse haben, so dass die Ergebnisse nicht auf einen möglichen Vorteil dieser Gruppe zurückgeführt werden können.

Tabelle 4.2.3 Charakterisierung der Teilstichproben anhand von Mittelwerten

	MA	LB	CA
Jüngere Schüler	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse
Stichprobe	n = 19	n = 19	n = 19
Jungen/ Mädchen	8/ 11	12/ 7	10/ 9
Alter Monate (SD)	83,95 (6,14)	124,47 (5,33)	124,95 (3,16)
IQ (SD)	106,63 (6,37)	77,16 (7,13)	107,79 (12,02)
Rohwert CMM (SD)	25,58 (3,12)	23,58 (4,55)	38,95 (4,60)
Ältere Schüler	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Stichprobe	n = 20	n = 20	n = 20
Jungen/ Mädchen	10/ 10	10/ 10	13/ 7
Alter Monate (SD)	102,25 (4,68)	162,45 (5,80)	155,50 (3,40)
IQ (SD)	99,15 (3,17)	75,80 (8,61)	106,95 (12,69)
Rohwert CFT (SD)	21,55 (1,54)	19,90 (4,30)	33,05 (4,20)

Anmerkungen. LB = lernbehinderte Schüler; MA = Schüler gleichen mentalen Alters; CA = Schüler gleichen chronologischen Alters; SD = Standardabweichung; IQ = Intelligenzquotient, Rohwert = Rohwert des Intelligenztests; n = Anzahl der Probanden pro Gruppe; N = Anzahl der Probanden insgesamt; CMM = Columbia Mental Maturity Scale; CFT = Grundintelligenztest Skala 2; **fett** gedruckte Zahlen = parallelisierte Gruppen

Kritisch anzumerken an diesem Versuchsplan ist jedoch, dass sowohl für die jüngeren als auch die älteren normal begabten Schüler tendenziell zu hohe IQ Punkte in den Kontrollgruppen entstanden sind, die den durchschnittlichen IQ von IQ = 100 nicht wiedergeben.

4.3 Untersuchungsverfahren

4.3.1 Die Untersuchungsverfahren im Überblick

Für die vorliegende Untersuchung wurde in einem ersten diagnostischen Schritt die Auswahl der Klassenstufe bzw. Schulform vorgenommen. Im Anschluss daran erfolgte als Kontrollvariable die klassenweise Überprüfung der intellektuellen Leistungsfähigkeit mit einem nonverbalen Intelligenzverfahren. Für die jüngeren Schüler wurde der CMM und für die älteren Schüler der CFT20 ausgewählt. In Einzeluntersuchungen wurden dann die abhängigen Variablen eingesetzt. Hier wurden für die jüngeren Schüler zur Überprüfung der Verhaltenshemmung zwei Messverfahren eingesetzt, die TEZEK Aufgaben und die Go/ no-go Aufgabe aus der

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Für die kognitive Hemmung wurde das Paradigma des visuellen Negative Priming gewählt. Bei den älteren Schülern kam statt der Go/ no-go Aufgabe eine Stopp-Signal Aufgabe zum Einsatz. Alle anderen Aufgaben blieben unverändert. Tabelle 4.3.1 zeigt die eingesetzten Verfahren für die jüngeren und älteren Schüler.

Tabelle 4.3.1 Untersuchungsverfahren der Schüler im Überblick

	Jüngere Schüler	Ältere Schüler
Intelligenz	CMM	CFT20
Verhaltenshemmung	Go/ no-go (1)	Stopp-Signal (2)
		TEZEK (3)
Kognitive Hemmung		Negative Priming

Anmerkung. CMM = Columbia Mental Maturity Scale; CFT = Grundintelligenztest Skala 2; TEZEK = Test zur Erfassung zentral exekutiver Funktionen

Für das dreifaktorielle Design wurden als Kontrollvariablen der CMM und der CFT20 erhoben. Der CMM (Columbia Mental Maturity Scale) von Schuck et al. (1985) dient zur Erfassung der allgemeinen intellektuellen Leistungsfähigkeit für Grundschul Kinder zwischen 6;0 und 10;11 Jahren bzw. für lernbehinderte Schüler zwischen 8;0 und 14;11 Jahren für die jüngeren Schüler, der vor allem zur sprachfreien Erfassung logisch-schlussfolgernden Denkens und Abstrahierfähigkeit in einem Gruppenverfahren eingesetzt wird. Bei den 50 vorgegebenen Aufgaben sollen aus fünf ähnlichen Bildern das nicht dazugehörige Bild erfasst werden. Bei der Durchführung gibt es keine Zeitbegrenzung, da es sich um einen Niveautest handelt. Die Schüler brauchten jedoch nicht länger als ca. 30 Minuten für die Bearbeitung der Aufgaben. Die Durchführungsdauer beträgt ca. 30 Minuten.

Bei den älteren Schülern wurde zur Erfassung der intellektuellen Leistungsfähigkeit der CFT20 (Grundintelligenztest Skala 2 – Culture Fair Test) von Weiß (1987) eingesetzt, der ebenfalls ein nonverbales Gruppenverfahren darstellt und abstrakt-logisches Denken prüft. Es erfasst die Intelligenz im Sinne der Cattellschen „General Fluid Ability“. Der Test ist zweigeteilt mit je 4 Untertests. Die einzelnen Aufgaben stellen figurale Beziehungen und formal-logische Denkprobleme mit unterschiedlichem Komplexitätsgrad dar. Die 46 Aufgaben bestehen aus Reihenfortsetzen, Klassifikation, Matrizen sowie topologischem Schlussfolgern. Für dieses

Verfahren existieren Normen für die Altersgruppe bei Kindern von 8;7 bis 18 Jahren und für Erwachsene von 18 bis 70 Jahre und kann in der Kurzform (Teil A) in 35 Minuten bearbeitet werden. Bei der Durchführung ist pro Untertest eine Zeitbegrenzung gegeben.

4.3.2 Verhaltenshemmung 1: Go/ no-go Aufgaben

Zur Erfassung der Verhaltenshemmung wurde eine Go/ no-go – Aufgabe aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) von Zimmermann & Fimm (2000) ausgewählt. Bei dieser an einem schwarzen Bildschirm vorgegebenen Computeraufgabe werden 50 Trials in weißer Farbe, entweder ein Kreuz „x“ oder ein Plus „+“, für kurze Zeit vorgegeben. Zwischen den Trials ist jeweils ein kleines weißes Quadrat zur Fokussierung der Aufmerksamkeit auf diesen Punkt eingeblendet. Es soll nur auf den kritischen Reiz, das Kreuz, mit einem Tastendruck reagiert werden, während bei dem irrelevanten Reiz, dem Plus, die Reaktion unterdrückt werden soll. Es gibt 50 kritische und 50 irrelevante Reize. Bei diesen Aufgaben soll die spezifische Fähigkeit zur Unterdrückung einer nicht adäquaten Reaktion überprüft werden, also die Hemmungskontrolle. Die mittleren Reaktionszeiten werden nur für die richtigen Reaktionen auf die kritischen Reize berechnet. Weiterhin erfasst wurde die Anzahl der falschen Reaktionen auf das irrelevante Trial (Reaktion auf ein „+“). Dies entspricht den so genannten Kommissionsfehlern, die als direkte Messung von Hemmungskontrolle betrachtet werden. Die Auslassungen bei einem kritischen Trial - also die verpassten kritischen Reize (keine Reaktion auf „x“) oder Omissionsfehler wurden ebenfalls erhoben und als Beeinträchtigungen in der Aufmerksamkeit gesehen. Durch das Programm vorgegeben, werden Reaktionen kleiner 200 ms nicht mit in die Bewertung einbezogen, da sie kleiner als die physiologisch mögliche Reaktionszeit ist. Diese Ergebnisse werden als Antizipationen/ Ausreißer gewertet.

4.3.3 Verhaltenshemmung 2: Stopp-Signal Aufgaben

Die Stopp-Signal Aufgabe wurde ebenfalls am Laptop vorgegeben. Der Aufbau orientiert sich dabei an der Ausführung von Logan et al. (1997). Den Schülern

werden auf einem Bildschirm mit blauem Hintergrund mittig zwei verschiedene Reize in weißer Farbe („X“ und „O“) abwechselnd für 1000 ms präsentiert. Hierfür wurden am Laptop die beiden Tasten „Y“ und „-“ belegt und separat mit den jeweiligen Reizen kenntlich gemacht. Die Aufgabe besteht darin, so schnell wie möglich auf zwei verschiedene Tasten, je nach vorgegebenem Reiz, zu reagieren (Go Prozess). In 25 % der Fälle ist vor dem visuellen Reiz (Go-Prozess) ein akustisches Signal (Stopp-Prozess) von 1000 Hz für 100 ms zu hören, das zur Unterbrechung des gerade ablaufenden Go-Prozesses dient, d.h. es darf keine Taste gedrückt werden. Dieses Stopp-Signal beginnt bei einer Geschwindigkeit von 250 ms und wird je nach Schnelligkeit in Abständen von 50 ms herauf oder herab gesetzt, so dass immer eine etwa 50%ige Fehlerwahrscheinlichkeit auftritt. Diese individuelle Anpassung ist für das Erschweren oder Erleichtern der nachfolgenden Stopp-Aufgabe notwendig. Es wurden insgesamt 4 Blöcke à 80 Reize vorgegeben, wobei jeweils genauso viele „X“ als auch „O“ zu sehen waren. Die Reihenfolge wurde randomisiert für 2,5 sec. vorgegeben. Zwischen den Blöcken konnten individuelle Pausen eingelegt werden. Erfasst wurden hier die Anzahl an Reaktionen sowie die mittleren Reaktionszeiten auf die Go-Aufgaben. Des Weiteren wurde die Anzahl an falschen Reaktionen auf die Go-Aufgaben erfasst, welches wiederum den Kommissionsfehlern entspricht. Die durchschnittliche Reaktionszeit auf das Stopp Signal gilt als eigentlicher Indikator für die Hemmungsreaktion. Im Anhang B sind die Variablen und Werte der Stopp-Signal Aufgabe aufgeführt. Der theoretische Hintergrund dieser Aufgabe ist unter Verhaltenshemmung Kapitel 2.3.3 bereits erläutert wurden.

4.3.4 Verhaltenshemmung 3: TEZEK Aufgaben

Zur weiteren Überprüfung der Verhaltenshemmung wurde eine computer-gestützte Go/ no-go Aufgabe vorgegeben, die mit einer Visual Scanning Aufgabe kombiniert wurde. Dies sind Aufgaben, die aus dem diagnostischen Verfahren, TEZEK (Testbatterie zur Erfassung zentral exekutiver Koordinationskapazität), entnommen wurden. Dazu war auf dem Bildschirm eine 3 x 3 Matrix zu sehen, auf der jeweils 9 unterschiedliche, farbige Schweine zu sehen waren. Die Aufgabe der Kinder bestand darin, die Matrix nach einem kritischen Schwein (grau mit aufgestellten Ohren) abzusuchen und zu entscheiden, ob das kritische Schwein nach links oder rechts schaut (Richtungsentscheidung) und eine entsprechend linke oder

rechte farbige Taste zu drücken. Für die Go/ no-go Aufgabe musste auf ein weiteres kritisches Schwein (grau mit abgeklappten Ohren) geachtet werden, welches ignoriert werden sollte und dann keinerlei Richtungsentscheidung vorgenommen werden durfte, sondern ein Hinweis an den Versuchsleiter gegeben wurde. In Abb. 4.3.4 ist eine Aufgabe sichtbar. Erfasst wurde hier die Reaktionszeit auf das kritische Schwein mit der linken oder rechten Taste zu reagieren. Des Weiteren wurden die Fehler protokolliert. Einerseits treten Hemmungsfehler auf, wenn nicht auf das kritische Schwein reagiert wurde, sondern auf irgendein anderes Schwein (Kommissionsfehler). Andererseits gibt es die falschen Hemmungen, wenn keine Reaktion auf das kritische Schwein erfolgte, also nicht gehemmt wurde (Omissionsfehler). Ebenfalls zu Protokoll genommen wurde die falsche Richtungsentscheidung, die jedoch in extrem seltenen Fällen auftrat, so dass deren Auswertung keine Relevanz darstellt.

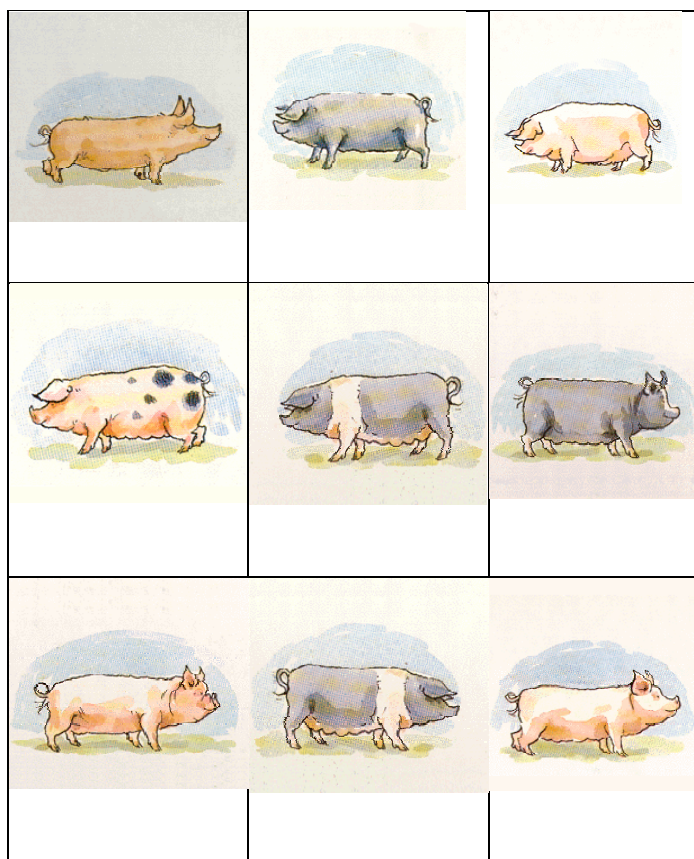


Abbildung 4.3.4 Material der TEZEK - Aufgaben zur Verhaltenshemmung; das kritische Schwein für die Go/ no-go Aufgabe befindet sich in der Mitte Rechts (graues Schwein mit aufgestellten Ohren); das kritische Schwein für die Visual Scanning Aufgabe befindet sich Oben Mitte (graues Schwein mit abgeklappten Ohren)

4.3.5 Kognitive Hemmung: Negative Priming Aufgaben

Die Erfassung der kognitiven Hemmung erfolgte über eine Negative Priming Aufgabe (NP) am Computer. Als Stimuli wurden fünf Objekte (*Ball*, *Baum*, *Boot*, *Bank*, *Buch*) dargeboten, die jeweils mit einem Plosivlaut beginnen, in einer Größe von 8 x 9 cm Größe. Hierbei werden in einer ersten Darbietung (Prime-Display) ein grünes und ein rotes Objekt überlagert auf dem Bildschirm dargeboten, wobei das grüne Objekt benannt werden soll. Es folgt eine weitere Darbietung (Probe-Display) mit zwei Objekten, indem wiederum das grüne Objekt benannt werden muss, dass rote dagegen ignoriert. Diese Art des Negativ Priming zählt zu den Identifikationsaufgaben. Der NP - Effekt zeigt sich, wenn das gleiche zu hemmende Objekt aus der Prime-Bedingung (Distraktor) in der Probe-Bedingung verzögert als Target benannt wird. Es wurde eine Kontrollbedingung eingeführt, bei der die Objekte aus der Prime- und Probe-Bedingung verschieden voneinander sind sowie eine Interferenzbedingung, bei der die Probe-Bedingung aus einem einzelnen Objekt bestand. Insgesamt wurden 156 Trials der NP - Bedingung, Kontrollbedingung und Interferenzbedingung randomisiert dargeboten. Zwischen Prime-Display und Probe-Display wurden drei verschiedene Zeitintervalle (response to stimulus intervall - RSI) von 500, 1000 und 1500 ms vorgegeben. Die Trials wurden in 3 Blöcken zu jeweils 45 Trials je RSI mit je 15 Trials pro Primebedingung dargeboten. Vor der eigentlichen Erhebung liefen jeweils 15 Übungstrials zur Kalibrierung des Mikrophons. Drei Übungstrials wurden vor jedem neuen RSI Block eingefügt. In Abb. 4.3.5 sind die Bedingungen der NP – Aufgabe zu sehen. Das schwächer grau unterlegte Objekt ist das Target, das dunkle Objekt der Distraktor.







	Prime-Display	Probe-Display
Kontroll-Trial (KO)		
Negative Priming-Trial (NP)		
Interferenz-Trial (IN)		

Abbildung 4.3.5 Negative Priming - Aufgabe zur Messung kognitiver Hemmung

4.4 Versuchsdurchführung

Die erste Untersuchung der Schüler mit dem Intelligenzverfahren erfolgte während einer Unterrichtsstunde an einem Vormittag in der jeweiligen Klasse. Im Anschluss an diese Erhebung erfolgte die Parallelisierung der Kinder zu der jeweiligen Gruppe (MA, LB, CA). Das heißt im Einzelnen wurden die Schüler der Förderzentren hinsichtlich ihres Rohwertes aus dem Intelligenzverfahren mit den jüngeren Schülern der ersten bzw. dritten Klasse parallelisiert. Dann erfolgte die Parallelisierung nach dem chronologischen Alter mit den Schülern derselben Klassenstufe. Die ausgewählten Schüler nahmen an verschiedenen Tagen jeweils an der Untersuchung der kognitiven Hemmung (Negative Priming Aufgabe) für ca. 30 Minuten teil. An einem anderen Tag wurden die Kinder mit den Verfahren zur Verhaltenshemmung (TEZEK und Go/ no-go bzw. Stopp-Signal) für ca. 20 Minuten untersucht. Hierzu wurden die Kinder aus dem Klassenzimmer abgeholt und in einen separaten Raum gebracht. Dort wurden sie vom jeweiligen Versuchsleiter, der ihnen schon von der Intelligenzdiagnostik bekannt war, mit den Untersuchungsinstrumenten (Laptop bzw. PC) vertraut gemacht. Der Untersuchungszeitraum lag für die Untersuchung mit den jüngeren Schülern im Frühjahr 2002, für die Untersuchung mit den älteren Schülern im Herbst 2003.

4.5 Ableitung von Vorhersagen, statistisch prüfbare Hypothesen

Aus den Erwartungen und psychologischen Hypothesen werden jeweils statistische Vorhersagen (SV) und statistische Hypothesen (SH) abgeleitet. Die statistischen Vorhersagen sowie statistischen Hypothesen für die ersten vier Hypothesen sind aus den entsprechenden psychologischen Hypothesen PH 1 bis PH 4 und den entsprechenden Operationalisierungen der abhängigen Variablen für die jüngeren (1) und älteren Schüler (2) wie folgt abgeleitet.

Die vier aufgestellten psychologischen Hypothesen stellen die Frage nach Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz von kognitiver Hemmung und Verhaltenshemmung in den Vordergrund und sind in die folgenden statistischen Vorhersagen (SV) und statistischen Hypothesen (SH) getrennt nach Altersgruppen (jünger vs. älter) dargestellt. Sowohl für die Verhaltenshemmung als auch die kognitive Hemmung mit den jeweils unterschiedlichen Operationalisierungen ist von einer Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese auszugehen, bei dem sich die LB Schüler hinsichtlich ihrer Leistungen auf dem gleichen Niveau wie ihre Vergleichsgruppe gleichen MA befinden, jedoch unterhalb ihrer Altersgenossen gleichen CA.

Verhaltenshemmung für die jüngeren Schüler

SV 1_{VH1}: Die mittlere Reaktionszeit für die TAP Go/ no-go Aufgabe als auch die TEZEK Go/ no-go Aufgabe sowie deren Kommissionsfehler sind für die jüngeren Schüler (1) bei den LB Schülern genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch größer als bei der nach dem CA parallelisierten Schülergruppe.

SH 1_{VH1 TAP} $H_{1,1}: (\mu_{MA1} = \mu_{LB1}) > \mu_{CA1}$

SH 1_{VH1 TEZEK} $H_{1,2}: (\mu_{MA1} = \mu_{LB1}) > \mu_{CA1}$

Verhaltenshemmung für die älteren Schüler

SV 2_{VH2}: Die mittlere Reaktionszeit für die Stopp-Signal Aufgabe als auch die TEZEK Go/ no-go Aufgabe sowie deren Kommissionsfehler bzw. Omissionsfehler sind für die älteren Schüler (2) bei den LB Schülern

genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch größer als bei der nach dem CA parallelisierten Schülergruppe.

SH 2_{VH2 Stopp-Sig.} $H_{1,3}: (\mu_{MA2} = \mu_{LB2}) > \mu_{CA2}$

SH2_{VH2 TEZEK} $H_{1,4}: (\mu_{MA2} = \mu_{LB2}) > \mu_{CA2}$

Kognitive Hemmung für die jüngeren Schüler

SV 3_{KH1} : Die mittlere Reaktionszeitdifferenz sowie die Fehlerprozentage sind in der NP Aufgabe bei den KO und NP Trials über alle drei RSI (500, 1000, 1500) für die jüngeren Schüler (1) bei den LB Schülern genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch kleiner als bei der nach dem CA parallelisierten Schülergruppe.

SH 3_{KH1} $H_{1,5}: [(\mu_{MA1} = \mu_{LB1}) < \mu_{CA1}]_{RSI} = [(\mu_{MA1} = \mu_{LB1}) < \mu_{CA1}]_{RSI}$

Kognitive Hemmung für die jüngeren Schüler

SV 4_{KH2} : Die mittlere Reaktionszeitdifferenz sowie die Fehlerprozentage sind in der NP Aufgabe bei den KO und NP Trials über alle drei RSI (500, 1000, 1500) für die älteren Schüler (2) bei den LB Schülern genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch kleiner als bei der nach dem CA parallelisierten Schülergruppe.

SH 4_{KH2} $H_{1,6}: [(\mu_{MA2} = \mu_{LB2}) < \mu_{CA2}]_{RSI} = [(\mu_{MA2} = \mu_{LB2}) < \mu_{CA2}]_{RSI}$

Interaktionshypothese

In den PH 5 und 6 wurde davon ausgegangen, dass sowohl bei der Verhaltenshemmung als auch bei der kognitiven Hemmung von einer verlangsamten Entwicklung bei den LB Schülern auszugehen ist im Vergleich zu der Entwicklung von normalbegabten Schülern. Um diese Annahme zu überprüfen, werden jeweils die Differenzwerte von den beiden Altersgruppen der Schüler (jüngere vs. ältere Schüler) von den jeweils drei Gruppen (LB, MA und CA) über die drei verschiedenen RSI (500, 1000, 1500) bei der NP-Aufgabe sowie der gemeinsame Mittelwert über alle drei RSI verglichen. Dabei stellt der Faktor Altersgruppe der Schüler eine entwicklungspsychologische Position und der Faktor Gruppe die differential-

psychologische Sichtweise dar. Im Folgenden findet eine Unterteilung der Interaktionshypothese in zwei statistische Vorhersagen für die beiden Konstrukte Verhaltenshemmung (SV 1_{VH}) und kognitive Hemmung (SV 1_{KH}) statt. Während die kognitive Hemmung wie beschrieben über die NP-Aufgabe und hier insbesondere über die Differenzwerte zwischen den Kontroll- und den Negative Primingzeiten operationalisiert wurde, erfolgt die Erfassung der Verhaltenshemmung über die TEZEK Aufgabe.

Interaktionshypothese für die Verhaltenshemmung

SV 5_{VH}: Die mittlere Reaktionszeit zwischen jüngeren (1) und älteren (2) Schülern für die TEZEK Go/ no-go Aufgabe als auch die Anzahl an Kommissionsfehlern ist bei den LB Schülern genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch größer als bei der nach dem CA parallelisierten Gruppe.

Die statistische Vorhersage kann durch folgende statistische Hypothese formalisiert werden, in der „ μ “ für die durchschnittliche mittlere Reaktionszeit bzw. durchschnittliche mittlere Fehleranzahl steht.

$$\text{SH } 5_{\text{VH}} \text{ H}_{1,7}: [(\mu_{\text{MA1}} - \mu_{\text{MA2}}) = (\mu_{\text{LB1}} - \mu_{\text{LB2}})] > (\mu_{\text{CA1}} - \mu_{\text{CA2}})$$

Interaktionshypothese für die Kognitive Hemmung

SV 6_{KH}: Die mittlere Reaktionszeitdifferenz sowie die Fehlerprozentage der NP Aufgabe bei den KO und NP Trials für alle drei RSI (500, 1000, 1500) ist für die jüngeren (1) und älteren (2) Schüler bei den LB Schülern genauso groß wie bei den nach dem MA parallelisierten Schülern, jedoch größer als bei der nach dem CA parallelisierten Gruppe.

$$\text{SH } 6_{\text{KH}} \text{ H}_{1,8}: [(\mu_{\text{MA1}} - \mu_{\text{MA2}}) = (\mu_{\text{LB1}} - \mu_{\text{LB2}})] > (\mu_{\text{CA1}} - \mu_{\text{CA2}})_{\text{RSI}} = [(\mu_{\text{MA1}} - \mu_{\text{MA2}}) = (\mu_{\text{LB1}} - \mu_{\text{LB2}})] > (\mu_{\text{CA1}} - \mu_{\text{CA2}})_{\text{RSI}}$$

5. Ergebnisse

Die gesamte Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Version 12.0). Bei der gesamten interferenzstatistischen Berechnung wurde immer der Fehler erster Art konventionell auf ein α – Niveau von .05 festgelegt.

Für jede aufgestellte statistische Hypothese werden im Folgenden die Ergebnisse der durchgeführten Varianzanalysen bzw. Mittelwertsvergleiche (t-Tests) dargestellt. Sobald festgestellt wurde, dass es Abweichungen zwischen den Mittelwerten gibt, wurden mit Post-Hoc-Tests Unterschiede anhand von t-Tests überprüft. Für den Fall, dass in einer Varianzanalyse die Annahme der Sphärizität verletzt ist, werden die Ergebnisse der nach Greenhouse-Geisser korrigierten Freiheitsgrade berichtet. Sollte das Ergebnis des Levene-Tests die Annahme der Homogenität der Varianzen als nicht angemessen erscheinen lassen, werden die Werte der korrigierten Freiheitsgrade berichtet. Für die Berechnung der Effektstärken zum Vergleich der einzelnen Gruppen untereinander wurde das Hedges g ausgewählt (Hedges & Olkin, 1985).

5.1 Verhaltenshemmung

Im folgenden Abschnitt 5.1.1 werden die Ergebnisse für die Verhaltenshemmung für die jüngeren Schüler mit der TAP Go/ no-go Aufgabe ($H_{1,1}$) und im Abschnitt 5.1.2 für die älteren Schüler mit der Stopp-Signal-Aufgabe ($H_{1,3}$) beschrieben, die sich auf die SH $1_{VH\ TAP}$ sowie auf die SH $2_{VH\ Stopp-Signal}$ beziehen. Die Ergebnisse für die Operationalisierung mit der TEZEK Aufgabe zur Verhaltenshemmung (SH $1/2_{VH\ TEZEK}$) für die jüngeren und älteren Schüler werden im Abschnitt 5.1.3 näher betrachtet und beziehen sich auf die ($H_{1,2}$) und die ($H_{1,4}$).

5.1.1 Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei jüngeren Schülern mit der TAP Go/ no-go Aufgabe

Für die jüngeren Schüler ergeben sich bei der Verhaltenshemmung, die mit der TAP Go/ no-go Aufgabe untersucht wurden für die mittleren Reaktionszeiten, die Kommissionsfehler sowie die Omissionsfehler folgende Ergebnisse, die in Tabelle 5.1.1 dargestellt wurden.

Tabelle 5.1.1 Ergebnisse zu den Aufgaben der Verhaltenshemmung TAP Go/ no-go für die jüngeren Schüler mit jeweils n = 19 Schülern pro Gruppe

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung	1. Klasse	4. Klasse LB	4. Klasse
Go/ no-go RZ (SD)	614,89 (109,93)	482,74 (69,51)	496,36 (79,79)
Go/ no-go Kommissionsfehler (SD)	5,89 (5,32)	9,42 (5,24)	3,16 (3,53)
Go/ no-go Omissionsfehler (SD)	0,68 (1,38)	1,95 (2,59)	0,16 (0,50)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; LB = Lernbehinderung; RZ = Reaktionszeit

Es wurden einseitige t-Tests für unabhängige Stichproben für jeweils zwei der Gruppen durchgeführt. In der TAP Go/ no-go – Aufgabe zeigen sich beim Vergleich zwischen der Mentalen Altersgruppe (1. Klasse) und den LB Schülern signifikante Unterschiede zugunsten der LB-Kinder hinsichtlich der mittleren Reaktionszeit ($t(36) = 4,43$; $p < .001$). Es zeigt sich auch bei der Effektstärkenüberprüfung mit dem Hedges g ein großer Effekt zwischen der MA Gruppe und der LB Gruppe zugunsten der LB Schüler mit $g = 1.4$. Im Vergleich LB Gruppe und CA Gruppe zeigen sich die Unterschiede zu den 4. Klässlern ($t(36) = 0,56$; $p = .58$) nicht, auch nicht hinsichtlich der Effektstärke $g = -0.2$. Beim Vergleich der beiden normal begabten Gruppen MA und CA zur Untersuchung weiterer Entwicklungsfortschritte konnte ebenfalls eine Signifikanz in den mittleren Reaktionszeiten der TAP Go/ no-go Aufgabe erreicht werden ($t(36) = 3,80$; $p = .001$), die sich wiederum mit der hohen Effektstärke von $g = 1.2$ bestätigt. Dies ist in Abbildung 5.1.1 sichtbar. Die 4. Klässler LB liegen

hinsichtlich der Reaktionszeiten in der TAP Go/ no-go Aufgabe somit auf dem Niveau von normalbegabten 4. Klässlern.

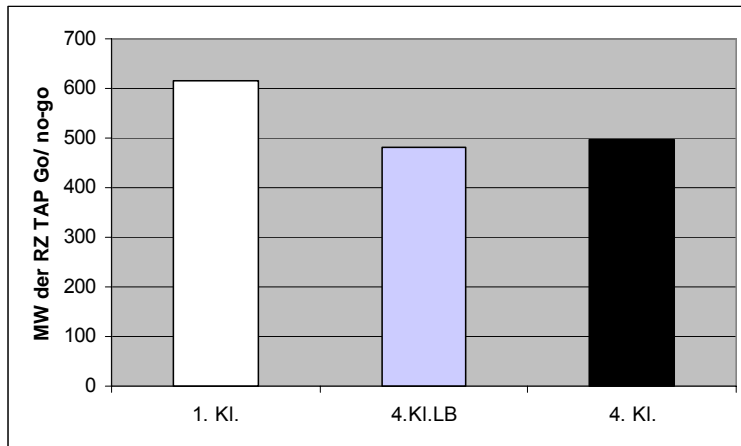


Abbildung 5.1.1

mittlere Reaktionszeiten der TAP Go/ no-go bei den jüngeren Schülern (n=19 pro Gruppe)

Gleichzeitig zeigen jedoch die LB-Kinder bei Überprüfung durch einen einseitigen t-Test für unabhängige Stichproben eine höhere Rate an Kommissionsfehlern (Hemmungsfehlern) ($t(36) = 2,06$; $p = .05$) sowie mehr Auslassungen (Omissionsfehler), d.h. mehr falsche Hemmungen ($t(36) = 1,88$; $p = .07$) im Vergleich zu den 1. Klässlern, welches sich auch in einer mittleren negativen Effektstärke von $g = -0.7$ bzw. $g = 0.6$ zeigt. Auch im Vergleich zu den normal begabten 4. Klässlern der CA Gruppe zeigen sich für diese Gruppe signifikant weniger Fehler zu den LB Schülern bei den Kommissionsfehlern ($t(36) = 4,32$; $p < .01$) als auch den Omissionsfehlern ($t(36) = 2,95$; $p = .01$). Die großen Effektstärken von $g = 1.4$ und $g = 0.9$ bestätigen dies. Es konnte auch eine signifikante Abnahme der Fehleranzahl zwischen den normal begabten 1. Klässlern und 4. Klässlern für die Kommissionsfehler gefunden werden ($t(36) = 1,57$; $p = .13$), jedoch nicht für die Omissionsfehler. Die Hedges Effektstärken zeigen jedoch sowohl für die Kommissionsfehler $g = 0.6$ als auch die Omissionsfehler $g = 0.5$ mittlere Effektstärken, die somit für Unterschiede zwischen den beiden normal begabten Gruppen sprechen und somit für einen Entwicklungszuwachs stehen. Es wird jedoch ein Bodeneffekt deutlich, da die Kinder insgesamt sehr wenige Fehler machen und dabei große Streuungen zeigen. Im Diagramm 5.1.2 und 5.1.3 ist dies graphisch abgebildet. Die LB-Kinder zeigen hier eine höhere Fehleranzahl im Vergleich zu den Kindern gleichen MA und gleichen CA, welches für Strukturdifferenzen spricht, die in der Diskussion näher erläutert werden.

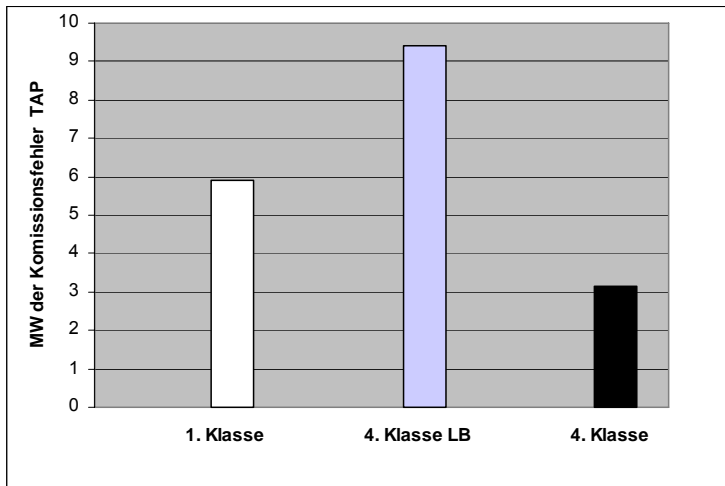


Abbildung 5.1.2
mittlere Anzahl an
Kommissionsfehlern
(falscher Alarm in der
TAP Go/ no-go bei
jüngeren Schülern
(n=19 pro Gruppe)

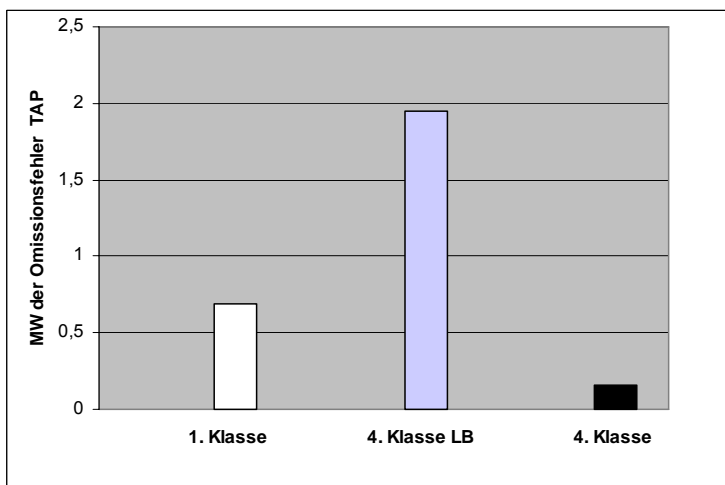


Abbildung 5.1.3
mittlere Anzahl an
Omissionsfehlern
(Auslassung) in der
TAP Go/ no-go bei
jüngeren Schülern
(n=19 pro Gruppe)

5.1.2 Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei älteren Schülern mit der Stopp-Signal-Aufgabe

Für die älteren Schüler wurde das gleiche methodische Vorgehen wie bei den jüngeren Kindern gewählt. Die Ergebnisse beziehen sich auf die dritte Hypothese ($H_{1,3}$), die mit der $SH_{2_{VH}} \text{ Stopp-Signal}$ für die Verhaltenshemmung bei älteren Schülern überprüft wird. Die Mittelwerte mit den entsprechenden Standardabweichung sind in Tabelle 5.1.2 übersichtlich dargestellt.

Tabelle 5.1.2 Ergebnisse zur Verhaltenshemmung bei den Stopp-Signal Aufgaben für die älteren Schüler mit jeweils n=20 Schülern

STOPP-SIGNAL	3. Klasse	7. Klasse LB	7. Klasse
Mittlere RZ auf Richtige (SD)	671,40 (54,16)	676,10 (55,30)	685,80 (73,87)
Stopp-Signal RZ (SD)	214,85 (66,53)	169,95 (72,99)	142,30 (66,35)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; LB = Lernbehinderung; RZ = Reaktionszeit

Bei den Gruppenvergleichen mittels t-Test zeigen sich hier signifikante Differenzen zugunsten der LB-Schüler gegenüber den Schülern gleichen MA ($t(38) = 2,03$; $p = .05$), welches sich auch durch eine mittlere Effektstärke $g = 0.6$ bestätigt. Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich dagegen zwischen LB-Schülern und Schülern gleichen CA ($t(38) = 1,25$; $p = .22$) mit einem kleinen Effekt von $g = 0.4$. Berechnet man auch die Mittelwertsunterscheide für die Latenzen zwischen der Gruppe MA und der Gruppe CA, so zeigen sich signifikante Unterschiede zugunsten der 7. Klässler mit $t(38) = 3,45$; $p = .001$ mit einer großen Effektstärke von $g = 1.1$, welches wiederum einen Entwicklungsfortschritt über das Alter bestätigt. In der Abbildung 5.1.2.1 sowie 5.1.2.2 sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

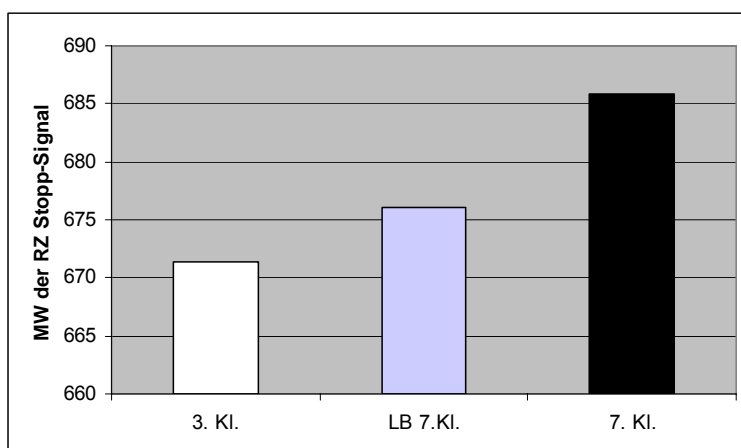


Abbildung 5.1.2.1
mittlere Reaktionszeiten bei der Stopp-Signal-Aufgabe für die älteren Schüler (n=20 pro Gruppe)

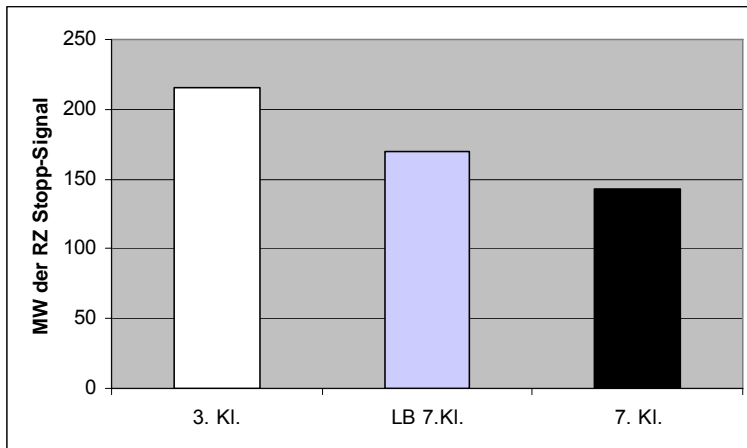


Abbildung 5.1.2.3
mittlere Stopp-Signal
Reaktionszeiten
(Latenz) bei der Stopp-
Signal-Aufgabe für die
älteren Schüler (n=20
pro Gruppe)

5.1.3 Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei jüngeren und älteren Schülern mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe

Im Folgenden beziehen sich die Ergebnisse auf die SH $1_{VH\ TEZEK}$ für die jüngeren und die SH $2_{VH\ TEZEK}$ für die älteren Schüler, die der psychologischen Hypothese nachgehen, ob die Ergebnisse der Verhaltenshemmung bei den LB Schülern auf dem Niveau der MA Schüler liegen und gleichzeitig die Schüler gleichen CA Alters besser als ihre Alterskameraden aus der LB Schule sind, aber auch besser als ihre jüngeren Schulkameraden. Diese Hypothesen betreffen die erste aufgestellte Hypothese (PH₁) für die jüngeren Schüler und die zweite psychologische Hypothese (PH₂) für die älteren Schüler.

TEZEK Go / no-go mittlere Reaktionszeiten

Für die komplexere TEZEK Go/ no-go – Aufgabe (Schweine) im Vergleich zu der einfachen TAP Go/ no-go Aufgabe, die sowohl mit den älteren als auch den jüngeren Schülern durchgeführt wurde, werden die Ergebnisse für die mittleren Reaktionszeiten in Tabelle 5.1.3 sowie in Abbildungen 5.1.3.1 aufgezeigt.

Tabelle 5.1.3 Ergebnisse der TEZEK Go/ no-go Aufgabe für die jüngeren Schüler mit jeweils n=19 Schülern pro Gruppe sowie die älteren Schüler mit jeweils n=20 Schülern pro Gruppe

Jüngere Schüler TEZEK	1. Klasse	4. Klasse LB	4. Klasse
TEZEK RZ (SD)	3494,12 (1448,12)	3929,15 (1552,01)	2447,38 (1125,61)
TEZEK Kommissionsfehler (SD)	3,37 (2,03)	1,89 (1,52)	2,32 (1,73)
Ältere Schüler TEZEK	3. Klasse	7. Klasse LB	7. Klasse
TEZEK RZ (SD)	2577,02 (1329,09)	2202,31 (621,63)	1656,20 (555,45)
TEZEK Kommissionsfehler (SD)	0,65 (1,04)	0,10 (0,31)	0,45 (0,69)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; LB = Lernbehinderung; RZ = Reaktionszeit

Bei den jüngeren Schülern zeigte eine Überprüfung durch die t-Tests, dass die 4. Klässler LB-Schüler sich nicht von den Schülern gleichen MA unterscheiden ($t(36) = 0,89$; $p = .38$), jedoch von den Schülern gleichen CA ($t(36) = 3,37$; $p = .002$) mit einer großen Effektstärke von $g = 1.1$. Gleichzeitig zeigt die Überprüfung der MA Gruppe mit der CA Gruppe einen signifikanten Unterschied zugunsten der 4. Klässler ($t(36) = 2,49$; $p = .02$) mit einem großen Effekt von $g = 0.8$, welches für einen Entwicklungszuwachs über das Alter spricht.

Bei den älteren Schülern sieht man, dass die LB 7. Klässler sich nicht von den 3. Klässlern, also Schülern gleichen MA unterscheiden ($t(38) = 1,14$; $p = .26$). Die älteren LB Schüler zeigen jedoch deutliche Differenzen zu den gleichaltrigen 7. Klässlern ($t(38) = 2,93$; $p = .006$) und einem Effekt von $g = 0.9$. Auch hier wurde wiederum nach einem Entwicklungsfortschritt zwischen der MA und der CA Gruppe geschaut, der ebenfalls signifikant wurde ($t(38) = 2,86$; $p = .01$) und sich mit einer großen Effektstärke von $g = .09$ bestätigte. Für alle drei Operationalisierungen über die Reaktionszeiten mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe zeigen sich sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren die gleichen Entwicklungen.

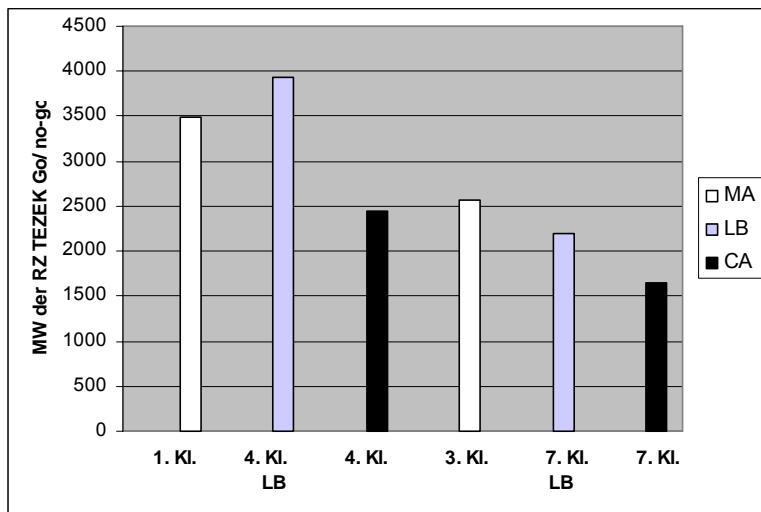


Abbildung 5.1.3.1

mittlere Reaktionszeit bei der TEZEK Go/ no-go Aufgabe für jüngere (n=19 pro Gruppe) und ältere Schüler (n=20 pro Gruppe)

MA= Mentales Alter

LB = Lernbehinderung

CA = Chronologisches Alter

TEZEK Go / no-go Hemmungsfehler

Bei der Überprüfung mittels t-Tests zeigen sich bei den Hemmungsfehlern signifikante Unterschiede zwischen den LB-Kindern der 4. Klasse und den Kindern gleichen MA zugunsten der LB Schüler ($t(36) = 2,53$; $p = .02$) bei einem großen Effekt von $g = 0.8$. Im Vergleich zu der CA Gruppe werden die Gruppenunterschiede nicht signifikant ($t(36) = 0,795$; $p = .43$) bei einer Effektstärke von $g = -0.3$. Ein Entwicklungsfortschritt von der MA Gruppe zur CA Gruppe über die Zeit wurde ebenfalls mit einem gerichteten t-Test als different nachgewiesen ($t(36) = 1,72$; $p = .09$) und mit einer mittleren Effektgröße von $g = 0.5$ bestätigt.

Bei den älteren Schülern zeigen sich signifikante Differenzen zwischen den LB 7. Klässlern und den Schülern gleichen MA ($t(38) = 2,27$; $p = .03$) und einer mittleren Effektstärke von $g = 0.7$ als auch gleichen CA ($t(38) = 2,08$; $p = .04$) zugunsten der LB-Schüler. Die Effektgröße liegt jedoch hier bei einem kleinen Effekt von $g = 0.2$, so dass hier keine Gruppenunterschiede angenommen werden können. Zwischen den beiden Gruppen MA und CA wurde kein signifikanter Altersfortschritt in Hinblick auf eine Verringerung der Anzahl der Kommissionsfehler festgestellt. Auch hier ist jedoch auf einen Bodeneffekt mit insgesamt wenigen Fehlern hinzuweisen. Eine graphische Veranschaulichung ist in Abbildung 5.1.3.2 zu sehen.

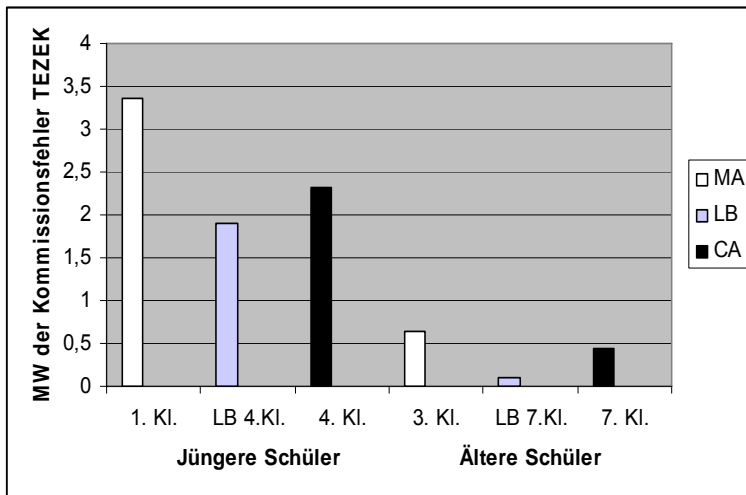
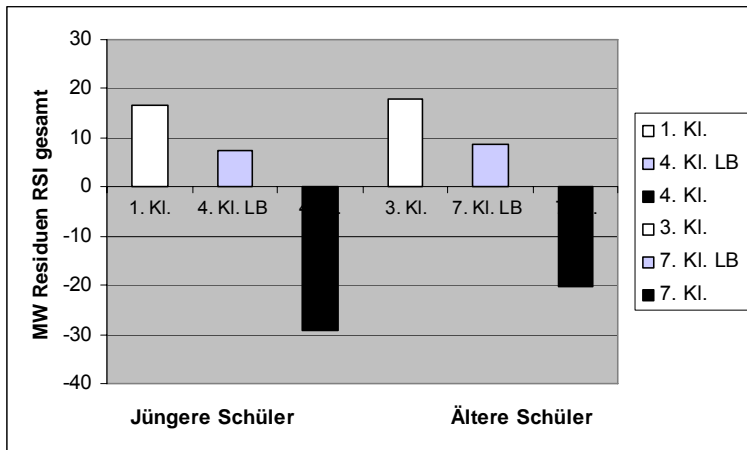


Abbildung 5.1.3.2
mittlere Anzahl an
Kommissionsfehlern bei
der TEZEK Go/ no-go
Aufgabe für jüngere
(n=19 pro Gruppe) und
ältere Schüler (n=20 pro
Gruppe)
MA= Mentales Alter
LB = Lernbehinderung
CA = Chronologisches
Alter

5.2 Kognitive Hemmung

Die Ergebnisse im folgenden Abschnitt beziehen sich auf die fünfte Hypothese für die jüngeren Schüler (SH 3_{KH1}) und die sechste Hypothese für die älteren Schüler (SH 4_{KH2}) in der Operationalisierung der kognitiven Hemmung mit der NP-Aufgabe. Für die Folgenden Berechnungen wurden die NP-Effekte, die zur Erfassung der kognitiven Hemmung dienen, einem Beispiel von Bestgen und Dupont (2000) folgend regressionsanalytisch berechnet. Dies soll dazu dienen, Unterschiede in den Baselinegeschwindigkeiten zwischen den Gruppen auszugleichen.

Wie in Abbildung 5.2.1 und 5.2.2 zu sehen, sind nur für die 4. und 7. Klässler über alle drei RSI Bedingungen negative Priming Werte zu sehen, nicht aber für die LB-Kinder bis zur 7. Klasse und die jüngeren Grundschulkindern von der 1. bis zur 3. Klasse.

**Abbildung 5.2.1**

Regressionsanalytische Berechnung der Reaktionszeiten in ms für die kognitive Hemmung mit der NP Aufgabe bei RSI gesamt für die jüngeren (N=57) und älteren Schüler (N=60)

Reaktionszeiten der RSI in der NP Aufgabe für die jüngeren Schüler

Zur Berechnung wurden Mittelwertvergleiche über jeweils zwei Gruppen durchgeführt. Für den Vergleich zwischen LB Schülern und den 1. Klässlern der MA Gruppe zeigen sich keinerlei Unterschiede für das RSI gesamt, RSI 500, RSI 1000 und RSI 1500. Signifikante Unterschiede sind jedoch zwischen den beiden Schülergruppen LB und gleiches CA für das RSI gesamt ($t(36) = 1,78$; $p = .084$) mit einer mittleren Effektstärke von $g = 0.6$, das RSI 500 ($t(36) = 1,94$; $p = .06$) mit einem negativen Effekt und das RSI 1000 ($t(36) = 1,69$; $p = .10$) mit einem mittleren Effekt von $g = 0.5$ zu finden. Die Effektgröße für das RSI 500 kann also keine bedeutsamen Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen bestätigen. Entwicklungsfortschritte hinsichtlich des Alters wurden wiederum über den Vergleich zwischen MA und CA überprüft. Hier zeigten sich nur Differenzen zwischen RSI gesamt ($t(36) = 2,47$; $p = .018$) mit einer großen Effektstärke von $g = 0.8$ und RSI 500 ($t(36) = 2,21$; $p = .033$) mit einem mittleren Effekt von $g = 0.7$. Für das RSI 1000 wurde ebenfalls eine mittlere Effektstärke von $g = 0.5$ berechnet, auch wenn bei den Mittelwertunterschieden keine signifikanten Unterschiede zu finden waren. In Abbildung 5.3.1 werden die Ergebnisse für das RSI gesamt über alle sechs Gruppen für die jüngeren und älteren Schüler dargestellt.

Reaktionszeiten der RSI in der NP Aufgabe für die älteren Schüler

Hinsichtlich der t-Test Überprüfung zwischen der LB Gruppe und der MA Gruppe ergeben sich bei den die älteren Schülern keinerlei Mittelwertsunterschiede, die über alle RSI aggregierten Reaktionszeiten als auch die anderen drei RSI Bedingungen. Der Vergleich der älteren LB Gruppe mit der Gruppe gleichen CA zeigt signifikante Differenzen bei den Bedingungen RSI gesamt ($t(38) = 2,16$; $p = .037$) sowie einem mittleren Effekt von $g = 0.7$ und RSI 1000 ($t(38) = 2,76$; $p = .009$) und mit einer großen Effektstärke von $g = 0.9$. Für Entwicklungszunahmen über das Alter zeigen sich bedeutsame Unterschiede in der MA und CA Gruppe ebenfalls nur für RSI gesamt ($t(38) = 2,23$; $p = .032$) und einer mittleren Effektgröße von $g = 0.7$ und RSI 1000 ($t(36) = 2,54$; $p = .015$) mit einem großen Effekt von $g = 0.8$. Abbildung 5.2.2 zeigt eine graphische Abbildung zur Verdeutlichung.

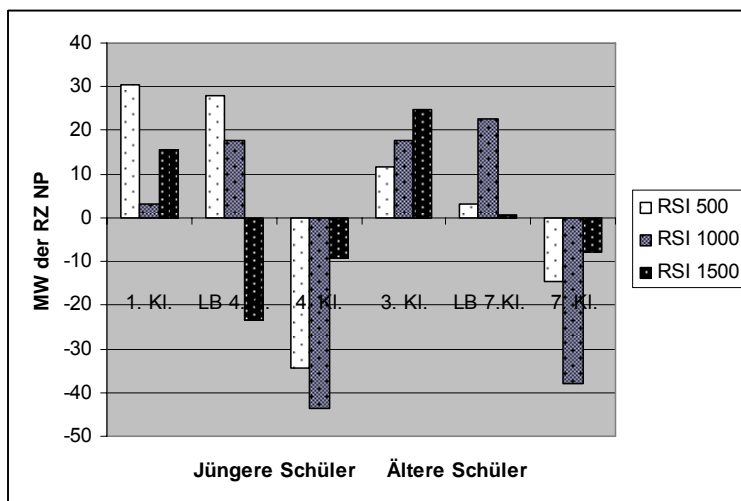


Abbildung 5.2.2

Regressionsanalytische Berechnung der Reaktionszeiten in ms für die kognitive Hemmung mit der NP Aufgabe bei 3 verschiedenen RSI für die jüngeren (N=57) und älteren Schüler (N=60)

Fehlerprozente in der NP Aufgabe

Hinsichtlich der Fehlerprozente zeigen sich die höchsten Fehlerraten bei den LB Schülern und den 1. Klässlern, bei den normal begabten 3., 4. und 7. Klässlern liegen die Fehlerprozente deutlich niedriger.

Bei der Überprüfung mit den jüngeren Kindern zeigen sich keine Unterschiede in t-Tests zwischen den 4. Klässlern LB und den Schülern gleichen MA ($t(36) = 0,56$;

$p = .58$), jedoch signifikante Differenzen zwischen den 4. Klässlern LB und den Schülern gleichen CA ($t(36) = 5,39; p < .001$), welches auch mit der großen Effektstärke von $g = 1.7$ deutlich wird. Zwischen MA und CA ist ebenfalls ein signifikanter Unterschied feststellbar ($t(36) = 5,39; p < .001$) mit $g = 1.7$.

Bei den älteren Schülern ergeben sich signifikante Unterschiede sowohl zwischen den 3. Klässlern und den 7. Klässlern LB ($t(38) = -4,303; p < .001$) und einem $g = -1.3$ als auch zwischen den Schülern der 7. Klasse LB und Schülern gleichen CA ($t(38) = 3,495; p = .001$) mit einer großen Effektstärke von $g = 1.1$. Ältere LB Schüler schneiden insgesamt schlechter bei den Fehlerprozenten ab im Vergleich mit ihrer MA als auch CA Vergleichsgruppe. Die Abbildung 5.2.3 zeigt die graphische Abbildung zu den Ergebnissen.

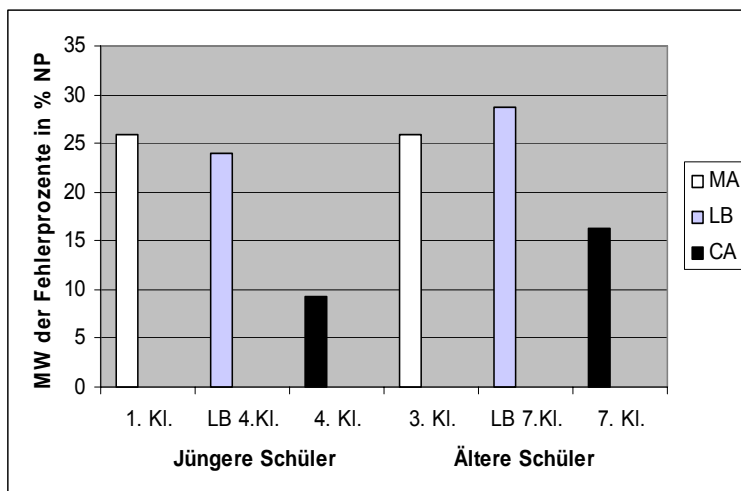


Abbildung 5.2.3

Fehlerprozent bei der NP Aufgabe zur Messung kognitiver Hemmung für jüngere ($N=57$) und ältere Schüler ($N=60$)
 MA = Mentales Alter,
 LB = Lernbehinderung,
 CA = Chronologisches Alter

5.3 Interaktionshypothese

Mit der Interaktionshypothese soll der entwicklungspsychologische und differentialpsychologische Aspekt der Arbeit hinsichtlich Verhaltenshemmung und kognitiver Hemmung näher beleuchtet werden. Dazu wurden varianzanalytische Überprüfungen vorgenommen. Für die Verhaltenshemmung ist eine 3 (Art der Schülergruppe) x 2 (Alter der Schüler) faktorielle Varianzanalyse berechnet worden, wobei hier als Operationalisierung die TEZEK Aufgabe dient. Für die kognitive Hemmung wurde eine 2 (Art der Schülergruppe) x 2 (Alter der Schüler) x 3 (RSI)

faktorielle Varianzanalyse durchgeführt, die mit der NP Aufgabe operationalisiert wurde. Im Anschluss an die VA wurden Post-Hoc-Tests in Form von Mittelwertvergleichen durchgeführt sowie die Effektstärken zwischen den jeweiligen Gruppen berechnet.

5.3.1 Ergebnisse für die Verhaltenshemmung mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe

Mittlere Reaktionszeiten bei der TEZEK Go/ no-go Aufgabe

Bei der Varianzanalyse über die mittleren Reaktionszeiten für die TEZEK Go/no-go Aufgabe ergeben sich signifikante Haupteffekte für den Faktor Alter der Schüler (jüngere vs. ältere) $F(1,111) = 28,23$; $MSE = 1357452.718$ sowie für den Faktor Art der Schülergruppe (MA, LB, CA) $F(2,111) = 9,56$; $MSE = 1357452.718$. Der Interaktionseffekt erweist sich als nicht statistisch bedeutsam. Führt man eine speziellere Betrachtung nur für die MA und die LB Gruppe durch, so zeigt sich nur für den Faktor Alter der Schüler ein signifikanter Unterschied mit $F(1,74) = 20,67$; $MSE = 1648771.441$, nicht jedoch für den Faktor Art der Schülergruppe. Für die Interaktion ist eine Tendenz sichtbar, die jedoch nicht signifikant ist $F(1,74) = 1,94$; $MSE = 1648771.441$. Führt man weitere t-Tests im Anschluss über die jüngeren und älteren Schüler bei den jeweiligen Gruppen MA [$t(37) = 2,06$; $p = .05$] mit $g = 0.6$, LB [$t(37) = 4,61$; $p < .001$] mit $g = 1.4$ und CA [$t(37) = 2,81$; $p = .01$] mit $g = 0.9$ durch, so zeigt sich bei allen drei Schülergruppen ein signifikanter Unterschied mit mittlerer bzw. großer Effektstärke, der für eine Entwicklungszunahme über das Alter spricht. In Tabelle 5.3.1 sind die Ergebnisse der Reaktionszeiten sowie der Anzahl der Kommissionsfehler einschließlich ihrer Standardabweichungen aufgeführt. Abbildung 5.3.1 ist die graphische Darstellung der Ergebnisse für die mittleren Reaktionszeiten.

Tabelle 5.3.1 Mittlere Reaktionszeiten sowie Anzahl an Kommissionsfehlern in der TEZEK Go/no-go Aufgabe bei jüngeren Schülern (N=57) und älteren Schülern (N=60) für die drei Gruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
	MA	LB	CA	MA	LB	CA
Art der Schülergruppe	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Mittlere RZ in ms (SD)	3494,12 (1448,12)	3929,15 (1552,01)	2447,38 (1125,61)	2577,02 (1329,09)	2202,31 (621,63)	1656,20 (555,45)
Mittlere Anzahl Kommissionsfehler (SD)	3,37 (2,03)	1,89 (1,52)	2,32 (1,73)	,65 (1,04)	,10 (,31)	,45 (,69)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

In der Abbildung 5.3.1 ist eine Interaktion zwischen der LB und der MA Gruppe graphisch sichtbar, jedoch zeigt die varianzanalytische Überprüfung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Eine Tendenz geht in die Richtung, dass die LB Schüler bei der mittleren Reaktionszeit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe einen etwas schnelleren Anstieg erreichen als die normal begabten Schüler.

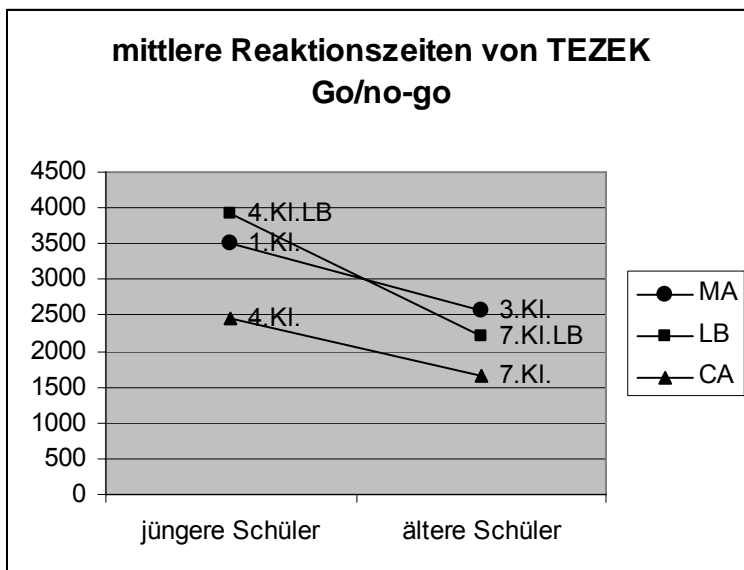


Abbildung 5.3.1 mittlere Reaktionszeiten in ms für die Verhaltenshemmung operationalisiert mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ über die Schülergruppen MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung, CA = Chronologisches Alter

Kommissionsfehler bei der TEZEK Go/ no-go Aufgabe

Betrachtet man bei der Verhaltenshemmung in der TEZEK Go/ no-go Aufgabe die Anzahl an Kommissionsfehlern, so zeigt sich, wie in der Abbildung 5.3.2 zu sehen, eine Abnahme der Fehleranzahl über das Alter hinweg bei allen drei Schülergruppen (MA, LB, CA). Eine Überprüfung mit der univariaten Varianzanalyse ergibt bei der TEZEK Go/no-go Aufgabe in der Anzahl an Kommissionsfehlern sowohl für den Faktor Alter der Schüler $F(1,111) = 72,76$; $MSE = 1357452.718$ als auch für den Faktor Art der Schülergruppe $F(1,111) = 5,60$; $MSE = 1357452.718$ signifikante Differenzen. Jedoch ist auch hier kein Unterschied in der Interaktion nachweisbar. Um zu überprüfen, welche Gruppen Unterschiede zeigen, führt man Mittelwertvergleiche über die drei Schülergruppen für den Faktor Alter der Schüler durch. Es zeigen sich dann wie auch bei den Reaktionszeiten signifikante Differenzen bei allen drei Schülergruppen MA [$t(37) = 5,30$; $p < .001$] mit $g = 1.7$, LB [$t(37) = 5,16$; $p < .001$] mit $g = 1.6$ und CA [$t(37) = 4,46$; $p < .001$] mit $g = 1.4$. Die hohen Effektstärken zeigen die deutlichen Unterschiede, die zwischen den jüngeren und älteren Schülern bestehen.

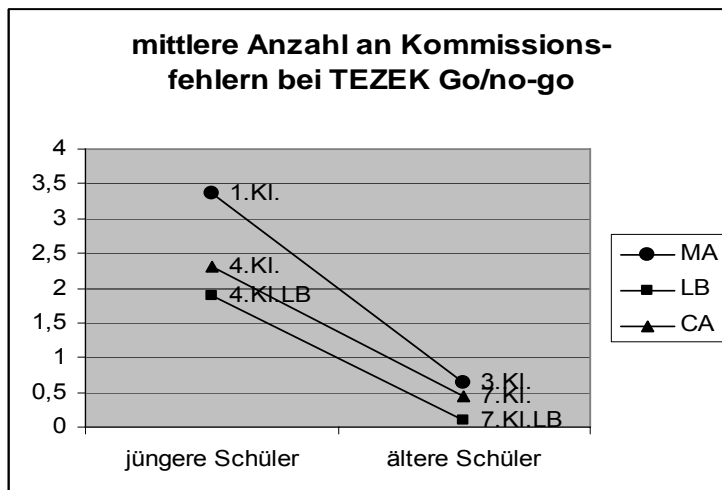


Abbildung 5.3.2

durchschnittliche Anzahl an Hemmfehlern (Kommissionsfehler) bei der TEZEK Go/ no-go Aufgabe für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ über die Schülergruppen
 MA = Mentales Alter,
 LB = Lernbehinderung,
 CA = Chronologisches Alter

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass hinsichtlich der Verhaltenshemmung mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe gezeigt werden konnte, dass die mittleren Reaktionszeiten sowie die Kommissionsfehler bei den normalbegabten Schülern (CA und MA) als auch den LB Schülern über die Zeit hin kürzer werden und dies für einen Entwicklungszuwachs spricht.

5.3.2 Ergebnisse für die Kognitive Hemmung mit der NP-Aufgabe

Bei der Betrachtung der NP-Effekte wird die mittlere Reaktionszeitdifferenz der Kontroll-Trials und der Negative Priming-Trials über alle experimentellen Variationen hinweg ermittelt. Aufgrund dieses Differenzwertes wird als Negative Priming Wert auch ein negatives Ergebnis erwartet, welches als Operationalisierung der kognitiven Hemmung dient. Die drei verschiedenen RSI Bedingungen (500, 1000, 1500) geben verschiedene Darbietungszeiten der Reize wieder, die bisher oft in Untersuchungen genutzt wurden. Die Ergebnisse für die Reaktionszeiten sowie die Standardabweichungen bei der Überprüfung des Konstruktes zur kognitiven Hemmung mit der NP Aufgabe sind in den folgenden Tabellen 5.3.2 (RSI gesamt), 5.3.3 (RSI 500), 5.3.4 (RSI 1000), 5.3.5 (RSI 1500) sowie den entsprechenden Abbildungen 5.3.3 (RSI gesamt), 5.3.4 (RSI 500), 5.3.5 (RSI 1000), 5.3.6 (RSI 1500) dargestellt.

NP Aufgabe mit RSI gesamt

Mit der varianzanalytischen Überprüfung der NP Aufgaben ergibt sich über den Mittelwert aller drei RSI ein Haupteffekt für den Faktor Art der Schülergruppe mit einem $F(2, 111) = 5,82$; $MSE = 3251.677$, so dass hier eine Unterscheidung zwischen den drei Gruppen Schüler gleichen MA, lernbehinderte Schüler und Schüler gleichen CA möglich wird. In Abbildung 5.3.3 wird der relativ gleichförmige Entwicklungszuwachs zwischen LB und MA deutlich, der hier noch im positiven Bereich liegt, während die NP Werte für die Schülergruppe der chronologisch Gleichaltrigen sowohl für die jüngeren als auch die älteren Schüler deutlich im negativen Bereich zu finden ist.

Tabelle 5.3.2 Mittlere Reaktionszeitdifferenzen in der NP Aufgabe über die drei RSI gemittelt in ms bei jüngeren Schülern (N=57) und älteren Schülern (N=60) für die drei Gruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
Art der Schülergruppe	MA	LB	CA	MA	LB	CA
	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Mittlere RZ-Differenzen in ms über alle drei RSI (SD)	16,49 (65,44)	7,38 (76,41)	-29,18 (46,91)	18,04 (61,26)	8,78 (38,09)	-20,13 (46,04)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

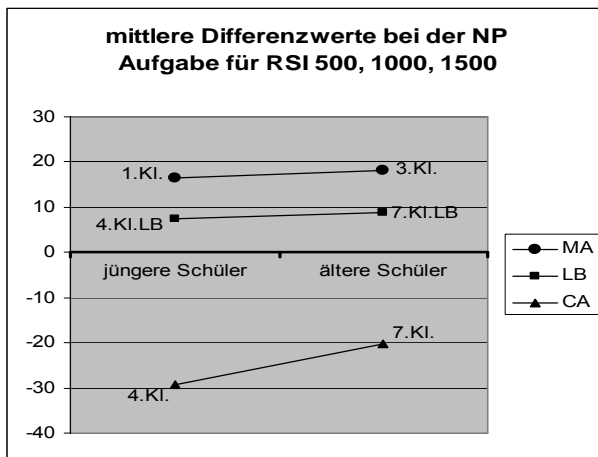


Abbildung 5.3.3 Mittelwerte der NP Reaktionszeitdifferenzen über RSI 500, RSI 1000 sowie RSI 1500 für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ für die Schülergruppen MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung und CA = Chronologisches Alter

NP Aufgabe mit RSI 500

Bei einem RSI von 500 ms sind wieder die relativ gleichförmig verlaufenden Entwicklungen der lernbehinderten Schüler mit der Gruppe der Mental Gleichaltrigen zu sehen. Die Schüler der chronologisch gleichaltrigen Gruppe (4. Klasse und 7. Klasse) sind dagegen die einzigen, die NP Effekte zeigen. Bei einer Interaktionsanalyse mit einem RSI von 500 zeigen sich keine signifikanten Effekte, jedoch zeigen sich für den Faktor Art der Schülergruppe Tendenzen zu einer Unterscheidung der drei Gruppen $F(2, 111) = 2,196$; $MSE = 10986.179$; $p = .116$.

Tabelle 5.3.3 Mittlere Reaktionszeitdifferenzen in der NP Aufgabe über RSI 500 ms bei jüngeren; Schülern (N=57) und älteren Schülern (N=60) für die drei Schülergruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
	MA	LB	CA	MA	LB	CA
Art der Schülergruppe	MA 1. Klasse	LB 4. Klasse	CA 4. Klasse	MA 3. Klasse	LB 7. Klasse	CA 7. Klasse
Mittlere RZ-Differenzen bei RSI 500 ms in ms (SD)	30,51 (104,72)	27,92 (119,44)	-34,48 (73,52)	11,70 (137,27)	3,25 (110,47)	-14,49 (64,13)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

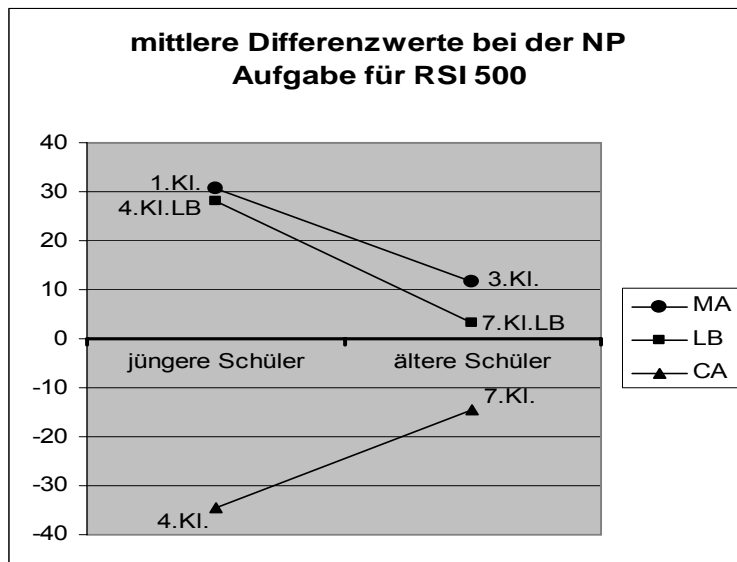


Abbildung 5.3.4 mittlere Reaktionszeitdifferenzen bei der Kognitiven Hemmung operationalisiert mit der NP Aufgabe bei einem RSI von 500 ms für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ über die Schülergruppen (MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung, CA = Chronologisches

NP Aufgabe mit RSI 1000

Bei dem RSI von 1000 sind wiederum für den Faktor Art der Schülergruppe (MA, LB, CA) signifikante Unterschiede zu sehen $F(2,111) = 4,77$; $MSE = 8771.194$. Und auch hier zeigen sich die NP Effekte wie beim RSI 500 wiederum nur bei der CA Gruppe, während in der MA und LB Gruppe eher positive Priming Effekte zu sehen sind. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass sich ein nachweisbarer NP Effekt erst gegen Ende des Grundschulalters entwickelt und bei LB Schülern bis zur 7. Klasse gar nicht vorhanden ist.

Tabelle 5.3.4 Mittlere Reaktionszeitdifferenzen in der NP Aufgabe über RSI 1000 ms bei jüngeren Schülern (N=57) und älteren Schülern (N=60) für die drei Schülergruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
	MA	LB	CA	MA	LB	CA
Art der Schülergruppe	MA 1. Klasse	LB 4. Klasse	CA 4. Klasse	MA 3. Klasse	LB 7. Klasse	CA 7. Klasse
Mittlere RZ-Differenzen bei RSI 1000 ms in ms (SD)	3,26 (115,90)	17,52 (150,92)	-43,73 (46,39)	17,80 (72,52)	22,60 (72,67)	-37,97 (66,04)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

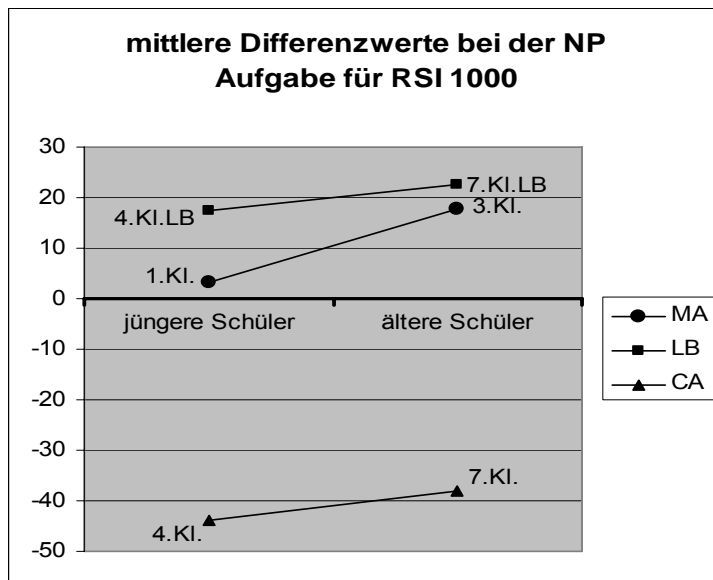


Abbildung 5.3.5
mittlere Reaktionszeitdifferenzen bei der Kognitiven Hemmung operationalisiert mit der NP Aufgabe bei einem RSI von 1000 ms für die jüngeren (N=57) und älteren Schüler (N=60) über die Schülergruppen (MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung, CA = Chronologisches Alter)

NP Aufgabe mit RSI 1500

Wie in Abbildung 5.3.6 sichtbar, zeigen sich bei einem RSI von 1500 auch NP Effekte bei den jüngeren LB Schülern sowie den normalbegabten Schüler der CA Gruppe. Die NP Werte für die 4. Klasse LB lassen sich jedoch nicht mehr bei der 7. Klasse LB finden. Varianzanalytische Überprüfungen zeigen dagegen keine signifikanten Interaktionen, auch nicht für die jeweiligen Faktoren. In Tabelle 5.3.5 sowie Abbildung 5.3.6 werden die Ergebnisse deutlich.

Tabelle 5.3.5 Mittlere Reaktionszeitdifferenzen in der NP Aufgabe über RSI 1500 ms bei jüngeren Schülern (N=57) und älteren Schülern (N=60) für die drei Schülergruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
Art der Schülergruppe	MA	LB	CA	MA	LB	CA
	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Mittlere RZ-Differenz bei RSI 1500 ms in ms (SD)	15,71 (175,83)	-23,30 (105,60)	-9,33 (75,41)	24,60 (100,72)	,50 (91,91)	-7,90 (69,74)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

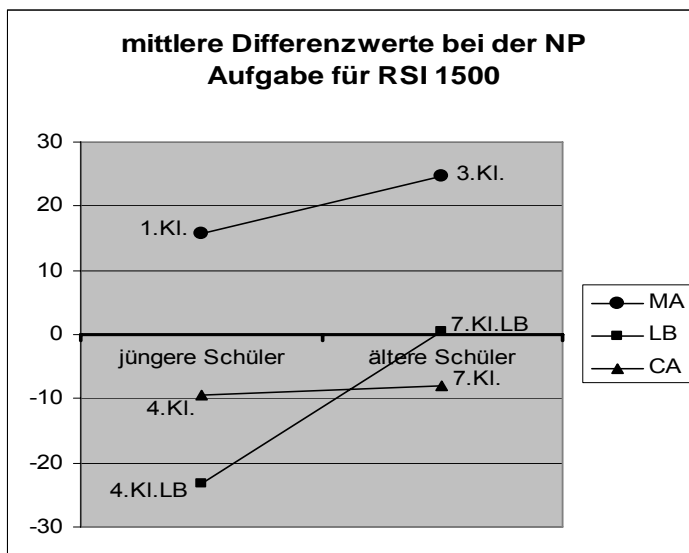


Abbildung 5.3.6 mittlere Reaktionszeitdifferenzen bei der Kognitiven Hemmung operationalisiert mit der NP Aufgabe bei einem RSI von 1500 ms für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ über die Schülergruppen (MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung, CA = Chronologisches Alter)

In einer Analyse mittels t-Test für unabhängige Stichproben zeigen sich weder für das Gesamt RSI noch für die einzelnen RSI signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den jüngeren und älteren Schülern. Es sind somit keine signifikanten Unterschiede für die Altersgruppen der Schüler nachweisbar.

NP Aufgabe Fehlerprozente

Betrachtet man im Folgenden die Zwischensubjekteffekte bei der NP Aufgabe hinsichtlich der Fehlerprozente, so zeigt sich hier ein signifikanter Effekt für den Hauptfaktor Art der Schülergruppe mit $F(2,111) = 18,83$; $MSE = 95,859$ sowie eine signifikante Interaktion für Art der Schülergruppe und Alter der Schüler

$F(2,111) = 11,00$; $MSE = 95.859$. Die im Anschluss an die varianzanalytische Überprüfung durchgeführten Mittelwertsvergleiche ergeben sowohl für die MA Gruppe [$t(37) = 4,04$; $p < .001$] mit einem großen Effekt von $g = 1.3$ als auch für die CA Gruppe [$t(37) = 2,77$; $p = .01$] mit einer großen negativen Effektstärke von $g = -0.9$ einen signifikanten Unterschied. Wobei aufgrund des negativen T-Wertes deutlich wird, dass die Schüler der MA Gruppe die einzigen sind, bei der es zu einer Abnahme der Fehlerprozentage kommt. Die LB Gruppe zeigt dagegen keine signifikanten Unterschiede in den Fehlerprozentagen zwischen den Altersgruppen. In Tabelle 5.3.6 sind die Ergebnisse aufgeführt und in Abbildung 5.3.7 graphisch veranschaulicht.

Tabelle 5.3.6 Mittlere Anzahl an Fehlerprozentagen in % in der NP Aufgabe bei jüngeren Schülern ($N=57$) und älteren Schülern ($N=60$) für die drei Schülergruppen (MA, LB, CA)

Alter der Schüler	Jüngere Schüler			Ältere Schüler		
	MA	LB	CA	MA	LB	CA
Art der Schülergruppe	1. Klasse	4. Klasse	4. Klasse	3. Klasse	7. Klasse	7. Klasse
Mittlere Fehleranzahl in % (SD)	25,85 (11,14)	23,98 (9,26)	9,32 (7,38)	13,78 (7,17)	28,78 (13,84)	16,22 (8,15)

Anmerkung. SD = Standardabweichung; RZ = Reaktionszeit; MA = Mentales Alter; LB = Lernbehinderung; CA = Chronologisches Alter

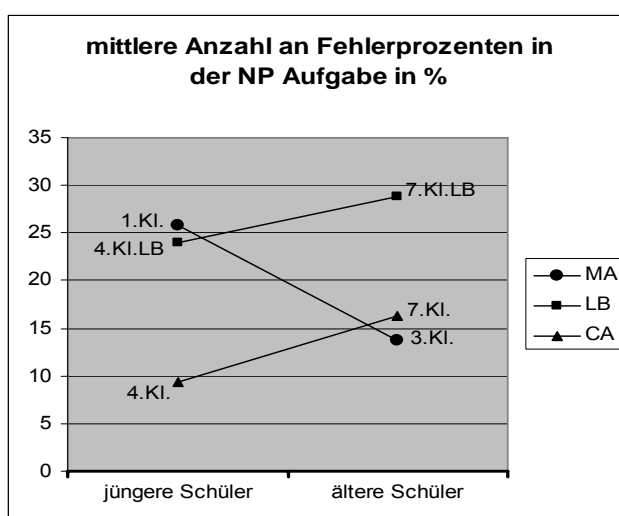


Abbildung 5.3.7

mittlere Anzahl an Fehlerprozentagen bei der Kognitiven Hemmung operationalisiert mit der NP Aufgabe für den Faktor Alter der Schüler mit $N_j=57$ sowie $N_a=60$ über die Schülergruppen (MA = Mentales Alter, LB = Lernbehinderung, CA = Chronologisches Alter)

In nachstehender Tabelle 5.3.7 werden die Ergebnisse in Form von F-Werten der 2 (Alter der Schüler) x 2 (Art der Gruppe) faktoriellen Varianzanalyse für die Verhaltenshemmung und die kognitive Hemmung zusammengefasst.

Tabelle 5.3.7 F-Werte der beiden Varianzanalysen zur Verhaltenshemmung und zur kognitiven Hemmung über die beiden abhängigen Variablen TEZEK Go/ no-go (RZ = Reaktionszeit, Kommissionsfehler) und NP (RSI 500, 1000, 1500, gesamt; Fehlerprozent)

Quelle	Faktor Alter der Schüler (jung vs. alt)	Faktor Art der Schülergruppe (MA, LB, CA)	Interaktion Alter der Schüler x Art der Schülergruppe
df	F(1,111)	F(2,111)	F(2,111)
Verhaltenshemmung			
RZ TEZEK	28,23**	9,56**	1,85
Kommissionsfehler TEZEK	72,76**	5,60**	1,42
Kognitive Hemmung			
RSI 500	0,16	2,20	0,52
RSI 1000	0,24	4,77**	0,30
RSI 1500	0,31	1,01	0,11
RSI gesamt	0,14	5,82**	0,06
Fehlerprozent	0,01	18,83**	11,00**

Anmerkung. * = Signifikanz $p < .05$; ** = Signifikanz $p < .01$

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die jüngeren Schüler kann zusammenfassend für die Verhaltenshemmung, die mit der TAP Go/ no-go Aufgabe operationalisiert wurde, festgestellt werden, dass gleiche Reaktionszeiten zwischen den LB Schülern und den CA Schülern vorliegen, die jedoch geringer als die MA Gruppe ausfallen. Dagegen sind die Kommissionsfehler bei den LB Schülern am höchsten im Vergleich zu den normalbegabten Schülern. Insgesamt zeigen die Ergebnisse für die Verhaltenshemmung bei den älteren Schülern, die mit der Stopp-Signal Aufgabe operationalisiert wurde, dass die LB Schüler hier keine Unterschiede in den mittleren Latenzzeiten zeigen im Vergleich zu den CA Schülern, jedoch besser als die MA Vergleichsgruppe.

Für die TEZEK Aufgabe, die ebenfalls die Verhaltenshemmung prüft, jedoch für die jüngeren und älteren Schüler eingesetzt wurde, ergibt sich zusammenfassend, dass die jüngeren LB Schüler hinsichtlich der mittleren Reaktionszeiten auf dem Niveau der MA Gruppe liegen, jedoch langsamere Reaktionen im Vergleich zu den CA Schülern. Das gleiche Ergebnismuster ergibt sich auch für die älteren LB Schüler, die wiederum auf dem Niveau der MA Gruppe in den mittleren Reaktionszeiten liegen und längere Reaktionszeiten im Vergleich zu der CA Gruppe mitbringen. In der Fehleranzahl zeigen sich zusammenfassend bei den jüngeren LB Schülern gleiche Ergebnisse wie in der CA Gruppe, die jedoch niedriger als in der MA Gruppe liegen.

Bei der Überprüfung der Kognitiven Hemmung mit der NP-Aufgabe zeigt sich insgesamt sowohl für die jüngeren als auch die älteren Schüler eine Gleichheit über die drei RSI gemittelten Reaktionszeiten für die MA und die LB Gruppe, bei denen die Effekte im positiven Bereich liegen, während für die CA Gruppe negative Differenzwerte gefunden werden konnten. Es können hier also erst die älteren normalbegabten Schüler stabile Reaktionszeitdifferenzen für das Konstrukt der kognitiven Hemmung gefunden werden.

Zusammenfassend lässt sich für die Interaktionshypothese aussagen, dass in Bezug auf die Annahme differentieller Entwicklungszuwächse für die LB Schüler im Vergleich zu den MA und den CA Schülern bei der Verhaltenshemmung, die mit der TEZEK Aufgabe überprüft wurde, eine gleich bleibende Entwicklung hinsichtlich der mittleren Reaktionszeiten bei den normalbegabten Schülern (MA/ CA) auftrat, obwohl bei den jüngeren normalbegabten Schülern ca. 1;5 Jahre sowie bei den älteren normalbegabten Schülern ca. 2;5 Jahre Altersdifferenz besteht. Die LB Schüler zeigen dagegen eine schnellere Reaktionsgeschwindigkeit über das Alter hinweg. Betrachtet man die Kommissionsfehler in dieser Aufgabe, so zeigen sich hier über alle drei Schülergruppen hinweg parallele Entwicklungsverläufe.

6. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde der Frage nachgegangen, ob es differenzielle Entwicklungsverläufe von lernbehinderten Schülern im Vergleich zu mental gleichaltrigen als auch chronologisch gleichaltrigen Schülern für den Bereich der selektiven Aufmerksamkeit und hier insbesondere für die beiden untersuchten Konstrukte der Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung gibt. Da in Untersuchungen zur Entwicklungsverzögerungs- vs. Strukturdifferenzhypothese bei Lernbehinderung bisher nicht systematisch Hemmungsprozesse betrachtet wurden, war dies Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Im Folgenden wird auf die Ergebnisse und die in Kapitel 4.5 formulierten Erwartungen und Hypothesen näher eingegangen und im Kontext der übergeordneten Fragestellung (Kapitel 3) diskutiert.

6.1 Entwicklungsverzögerung bei der Verhaltenshemmung

Die ersten beiden psychologischen Hypothesen betreffen die Verhaltenshemmung und beleuchten vorwiegend die Debatte über Entwicklungsverzögerungs- oder Strukturdifferenzhypothese bei lernbehinderten Schülern. Wie schon im Abschnitt 2.4.4 theoretisch dargelegt, geht es hier um eine mögliche Erklärung für die Verursachungsbedingungen von lernbehinderten Schülern. In Anlehnung an Zigler (1969) wurde von einer Verzögerung in der kognitiven Entwicklung und somit von einer Gleichheit der lernbehinderten Gruppe mit ihrer mental gleichaltrigen Vergleichsgruppe ausgegangen.

Für die jüngeren und älteren Schüler wurde neben der TEZEK Go/ no-go Aufgabe die Operationalisierung der Verhaltenshemmung für die jüngeren Schüler mit der TAP Go/ no-go Aufgabe durchgeführt. Für die älteren Schüler die Stopp-Signal Aufgabe nach Logan et al. (1997). Die beiden letzteren Aufgaben TAP und Stopp-Signal stellen am Bildschirm recht einfache Aufgabenanforderungen dar, die mit wenig zusätzlichem Reizmaterial verbunden ist. So ist bei beiden Aufgaben nur jeweils ein Zielreiz zu sehen bzw. zu hören, auf den reagiert werden soll. In der TEZEK Aufgabe ist nicht nur eine einfache Schnelligkeitsentscheidung notwendig, sondern eine komplexere Anforderung wird hier notwendig. Auch durch die graphische Darstellung der Objekte ist eine größere Ablenkung gegeben. Im Folgenden gehen wir also von einer komplexeren TEZEK Aufgabe und von

einfachen Reiz-Reaktionsanforderung für die TAP und die Stopp-Signal Aufgabe aus.

6.1.1 Entwicklungsverzögerung bei jüngeren Schülern

Die mittleren Reaktionszeiten der TAP Go/ no-go Aufgabe dienen der Erfassung der Geschwindigkeit in der Reaktion auf einen Zielreiz. Der zweiten Hypothese zur Entwicklungsverzögerungshypothese zufolge wurde erwartet, dass die jüngeren Schüler der 4. Klasse LB sich auf dem gleichen Niveau befinden wie die 1. Klasse gleichen MA und diese wiederum längere Reaktionszeiten benötigen als die 4. Klasse gleichen CA. Eine vorausgegangene Varianzanalyse zeigte signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen, so dass wiederum Mittelwertsvergleiche für jeweils zwei Gruppen durchgeführt wurden. Hier zeigte sich erwartungswidrig eine verlangsamte Reaktionszeit der MA Gruppe im Vergleich zur LB Gruppe. Gleichzeitig lagen die LB Schüler auf dem Niveau ihrer Vergleichsgruppe mit chronologisch gleichaltrigen Schülern der 4. Klasse. Das heißt LB Schüler sind hinsichtlich ihrer Schnelligkeit, bei einfachen Aufgaben auf einen Reiz zu reagieren, genauso gut wie gleichaltrige normal begabte Schüler.

Betrachtet man nun die Ergebnisse der Kommissionsfehler, die ja einen Indikator für Hemmungskontrolle darstellen, so zeigt sich, dass hier die 4. Klasse LB Schüler sich nicht auf dem Niveau der 1. Klässler gleichen MA befinden, sondern noch mehr impulsive Fehler zeigen, so genannte „falsche Alarme“. Vergleicht man die MA Gruppe mit der CA Gruppe so zeigt sich wiederum ein Entwicklungsfortschritt von der 1. zur 4. Klasse. Diese Ergebnisse sprechen nicht für die Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese, sondern für einen noch größeren Entwicklungsvorsprung für die Erstklässler.

Die Omissionsfehler, also die Auslassungen, auf einen kritischen Reiz zu reagieren, zeigen ein ähnliches Befundmuster. Sie sind ein Indikator für Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen, weniger für Hemmungsprozesse. Die 4. Klasse LB zeigt wiederum schlechtere Leistungen im Vergleich zu den 1. Klässlern als auch 4. Klässlern normalbegabter Schüler. Hier ist jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen der MA Gruppe und der CA Gruppe zu finden, so dass man hier nicht von einer stetigen Entwicklung mit zunehmendem Alter sprechen kann. Insgesamt kann man jedoch davon ausgehen, dass LB Schüler der 4. Klasse

größere Schwierigkeiten hinsichtlich ihrer Aufmerksamkeitsleistung zeigen im Vergleich zu normalbegabten Schülern.

Fasst man die Ergebnisse der TAP Go/ no-go Aufgabe noch einmal zusammen, so kann man sagen, dass die Reaktionsschnelligkeit bei einfachen Aufgaben für die Gruppe der 4. Klässler LB sich auf gleichem Niveau wie die Gruppe der 4. Klässler gleichen CA befinden, jedoch hinsichtlich ihrer Hemmungskontrolle deutlich mehr Fehler zeigen als die 1. Klässler gleichen MA. Eine mögliche Schlussfolgerung daraus wäre, dass LB Schüler zwar quantitativ über die gleichen Reaktionsgeschwindigkeiten verfügen wie ihre Altersgenossen, aber qualitativ gesehen weniger genau arbeiten und dadurch mehr Hemmungsfehler zeigen bzw. auch eine eingeschränkte Aufmerksamkeitsfunktion haben, wodurch es ebenfalls zu einer vermehrten Fehleranzahl kommen kann. Auf den Bereich der Schule angewandt implizieren die Ergebnisse, gerade für den Bereich der Sonderpädagogik einen großen Schwerpunkt auf die Sorgfältigkeit bei der Aufgabenausführung zu legen und weniger mit Zeitbegrenzungen zu arbeiten, da dadurch die Genauigkeit leidet.

6.1.2 Entwicklungsverzögerung bei älteren Schülern

Bei den älteren Schülern wurde hinsichtlich der Entwicklungsverzögerung eine Stopp-Signal Aufgabe zur Erfassung der Verhaltenshemmung gewählt, die nicht aus einem neuropsychologischen Hintergrund entwickelt wurde, sondern einen eigenen theoretischen Hintergrund für motorische Hemmungsprozesse besitzt. Mit dieser Aufgabe wurde der Versuch gestartet, genauere Ergebnisse hinsichtlich der Hemmungsprozesse zu erhalten, die uns durch die Berechnungen des horse-race-Modells mehr Aufschluss über die berechneten Latenzzeiten geben sollten.

Geht man vorerst von den Reaktionszeiten der Stopp-Signal Aufgabe aus, wie dies auch in den vorhergehenden Aufgaben untersucht wurde, so ergeben sich zwischen den einzelnen Gruppen keinerlei signifikante Unterschiede. Man kann eher davon ausgehen, dass alle drei Gruppen in etwa die gleichen Reaktionszeiten brauchten, um auf bestimmte Zielreize zu reagieren. Da bei dieser Aufgabe die Verzögerungsintervalle adaptiv festgelegt wurden, pendelte sich die Fehlerwahrscheinlichkeit bei ca. 50 % ein. Als interessant scheint das eigentliche Ergebnis, nämlich die Latenzzeit, welches als Indikator für die Hemmungsreaktion

gilt. Hier wurde aufgrund von Untersuchungen (Schachar & Tannock, 1990; Schachar et al. (1995) mit ADHS Kindern die eine mangelnde Impulskontrollfähigkeit zeigen und somit über eingeschränkte Hemmungsfunktionen bei dieser Art von Aufgaben verfügen, davon ausgegangen, dass auch die LB Schüler verlangsamte Stopp-Signal-Reaktionszeiten gegenüber ihren Altersgenossen zeigen, jedoch mit der Gruppe gleichen MA in etwa auf einem Niveau liegen. Abgeleitet aus den dargestellten Ergebnissen kann also gezeigt werden, dass die LB Schüler der 7. Klasse signifikant bessere Leistungen erbringen als die 3. Klässler gleichen MA, jedoch gleich gute Latenzen wie ihre Altersgenossen der 7. Klasse. Auch hier konnte nach Mittelwertsvergleichen ein Entwicklungsfortschritt mit zunehmendem Alter erzielt werden. Die aufgestellten Hypothesen konnten wiederum weder für die Reaktionszeiten noch für die Stopp-Signal Latenzzeit angenommen werden. Insgesamt scheint die Stopp-Signal Aufgabe kein guter Indikator für eine Unterscheidung bei Gruppen von LB Schülern und normalbegabten Schülern zu sein.

Im Vergleich zu den jüngeren Schülern mit der einfachen TAP Go/ no-go Aufgabe zeigen sich ähnliche Befundmuster, die ebenfalls für die gleich schnellen Reaktionsgeschwindigkeiten sowie Stoppreaktionszeiten zwischen den LB Gruppen und den Gruppen gleichen CA sprechen. Eine mögliche Interpretation kann auch das Nichtvorhandensein von Unterschieden für das Konstrukt der Verhaltenshemmung zwischen den LB Schülern und normalbegabten Schülern sein. Möglicherweise ist die Verhaltenshemmung sehr stark an motorische Fertigkeiten geknüpft, die bei LB Schülern nicht beeinträchtigt zu sein scheinen im Vergleich zu ihren kognitiven Leistungsmöglichkeiten.

6.1.3 Entwicklungsverzögerung bei jüngeren und älteren Schülern

Nimmt man sich die Ergebnisse der TEZEK Go/no-go Aufgabe für die jüngeren und älteren Schüler insgesamt vor, so zeigt sich in der Entwicklungsverzögerungshypothese, dass die LB Schüler in etwa auf dem Niveau der MA Schüler liegen. Das heißt, die lernbehinderten Schüler zeigen in etwa die gleichen Leistungen wie die jüngeren mental gleichaltrigen Schüler, jedoch geringere Leistungen im Vergleich mit ihren Alterskameraden gleichen CA.

In den mittleren Reaktionszeiten, also der Schnelligkeit beim Reagieren, spiegeln sich genau diese Ergebnisse wieder. Sowohl bei den jüngeren als auch bei

den älteren Schülern gehen wir von etwa gleichen Reaktionszeiten zwischen der LB Gruppe und der MA Gruppe aus, sowie von deutlichen Unterschieden im Vergleich zur CA Gruppe. Auch eine Verbesserung ihrer Reaktionszeiten i.S. einer voran schreitenden Entwicklung ist hier von den 1. Klässlern zu den 4. Klässlern als auch von den 3. Klässlern zu den 7. Klässlern zu finden. Hinsichtlich der hier aufgestellten Hypothese können wir von einer Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese ausgehen. Eine mögliche Erklärung für die Annahme dieser Hypothese im Vergleich zu den vorher untersuchten abgelehnten Hypothesen mit der TAP und der Stopp-Signal Aufgabe könnte in der Art der Aufgabenstellung liegen. In der komplexeren TEZEK Aufgabe ist sowohl eine Richtungsentscheidung, eine Visual Scanning Aufgabe (Absuchaufgabe) als auch eine Go/ no-go Aufgabe enthalten, die von den Schülern ausgeübt wurde. Aus diesem Grund erscheint die Aufgabenstellung im Vergleich zu der weniger komplexen Go/ no-go Aufgabe und der Stopp-Signal Aufgabe schwieriger. Diese unterschiedliche Aufgabenanforderung könnte ein Grund dafür sein, dass LB Schüler von Beginn an langsamer arbeiten als ihre normalbegabten Klassenkameraden und deshalb auch weniger Fehler machen. Die Schlussfolgerung daraus könnte sein, dass wie schon bei den einfachen Aufgaben angenommen, bei den LB Schülern der Schwerpunkt auf die inhaltliche Auseinandersetzung mit der Aufgabe entscheidender ist als die Schnelligkeit bei der Aufgabenbearbeitung.

Sieht man sich nun die Ergebnisse der Kommissionsfehler in der TEZEK Go/ no-go Aufgabe an, so findet man bei den jüngeren Schülern nicht die vermuteten Hypothesen bestätigt. Hier ist wiederum von einer erhöhten Fehleranzahl bei den 1. Klässlern im Vergleich zu den 4. Klässlern LB und den normal begabten 4. Klässlern auszugehen, so dass hier kein gleiches Niveau zwischen der LB Gruppe und der CA Gruppe gegeben ist.

6.2 Entwicklungsverzögerung bei der Kognitiven Hemmung

Wie auch bei den Aufgaben zur Verhaltenshemmung wurden Entwicklungsverzögerungshypothesen für die NP Aufgabe aufgestellt. Sieht man sich die Ergebnisse für die jüngeren Schüler an, so zeigen sich signifikante Unterschiede die über die RSI aggregierten Reaktionszeiten und das RSI 500 zwischen den drei Gruppen MA, LB und CA. Das heißt, vor allem in der Bedingung mit dem kürzesten

RSI sind die Gruppenunterschiede für die jüngeren Schüler am deutlichsten. Für die angenommene Hypothese einer Entwicklungsverzögerung zeigten die Mittelwertvergleiche für die LB Schüler mit den MA Schülern nicht die erwarteten Unterschiede, so dass hier in etwa von einem Niveau ausgegangen werden kann, während sich die LB Schüler von den Schülern gleichen CA deutlich unterscheiden, indem sie keinen NP-Effekt zeigen. Auch der Vergleich über den Entwicklungsfortschritt über das Alter stellt sich von den 1. Klässlern zu den 4. Klässlern ein, so dass es hier zu einer Annahme der zweiten Psychologischen Hypothese hinsichtlich der Kognitiven Hemmung kommt. NP Effekte sind also bei den jüngeren Schülern erst ab der 4. Klasse nachweisbar und dann insbesondere mit einem RSI von 500 ms. Bei den LB Schülern konnte in der 4. Klasse dieser NP Effekt noch nicht gefunden werden, so dass man davon ausgehen kann, dass noch keine ausreichenden kognitiven Hemmungsfunktionen in diesem Alter für LB Schüler ausgeprägt sind, für normal begabte Schüler jedoch schon vorhanden sind. Diese Ergebnisse stützen auch die Befunde von Harnishfeger (1995), dass Grundschüler mit zunehmendem Alter effizienter im Hemmen irrelevanter Reize von Aufmerksamkeitsprozessen sind, die sich jedoch erst im Erwachsenenalter stabilisieren. Auch Tipper et al. (1989) konnte bei Grundschulkindern nur selten NP Effekte registrieren und erklärt dieses fehlende Auftreten mit den Intrusionseffekten bei den Distraktoren.

Bei den älteren Schülern wurde ebenfalls bei der NP Aufgabe von der Entwicklungsverzögerungshypothese ausgegangen. Für die varianzanalytische Prüfung ergaben sich Signifikanzen für das RSI gesamt und für das RSI 1000 hinsichtlich der Gruppenunterschiede zwischen MA, LB und CA. Auch bei der genaueren Betrachtung zwischen jeweils zwei Gruppen konnte hier von einer Mittelwertgleichheit zwischen den LB Schülern der 7. Klasse und den 3. Klässlern gleichen MA ausgegangen werden, sowie von einer signifikanten Weiterentwicklung über die Zeit. Insgesamt zeigen die Ergebnisse für die älteren Schüler ebenfalls eine Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese, nämlich, dass die 3. Klässler auf dem Niveau der 7. Klässler LB sind und diese sich wiederum von ihren normal begabten Altersgenossen der 7. Klasse hinsichtlich ihrer Hemmungsfunktionen dahingehend unterscheiden, dass sie keinerlei NP-Werte zeigen. Diese sind nur bei den normalbegabten 7. Klässlern zu finden. Für die älteren Schüler scheint auch das RSI von 1000 das aussagekräftigste zu sein, während es bei den jüngeren Schülern

noch das RSI 500 ist. Hier zeigt sich, dass die älteren Schüler eher auf dem Niveau der Erwachsenen sind, da auch Schmuck und Bloem (1998) bei dem Interstimulusintervall von 1000 den größten Effekt nachweisen konnten. Insgesamt wird deutlich, dass sich ein NP Effekt erst ab dem späten Grundschulalter (4. Klasse) entwickelt hat, welcher bei den LB Schülern bis zur 7. Klasse nicht ausgeprägt ist. Im Gegensatz dazu zeigen die 1. Klässler, 3. Klässler sowie 4. und 7. Klässler LB positive Priming Werte, also eine Reaktionsbeschleunigung. Diese Schüler sind voraussichtlich noch nicht in der Lage, in der vorgegebenen Zeit die Distraktoren zu enkodieren, da sie aufgrund der kurzen Präsentation des Prime Displays nur Aktivierungsprozesse zeigen können und weniger Inhibitionsprozesse stattfinden (Neill, 1989). Insgesamt könnte man hier wahrscheinlich von einer Strukturdifferenz ausgehen, da sich bis zum untersuchten Alter bei den LB Schülern keinerlei NP-Effekte zeigen.

Bei der NP Aufgabe wurden ebenfalls die Fehler registriert. In den Untersuchungen bei Erwachsenen werden oft Probanden mit Fehlerprozenten von mehr als 25 aus der Untersuchung insgesamt ausgeschlossen. Dies konnte bei den Schülern nicht vorgenommen werden, da dies zu einer enormen Einschränkung der Stichprobe geführt hätte. Aus diesem Grund wurden bei allen Probanden die entsprechenden Fehler registriert und eliminiert. Die jüngeren Schüler zeigen wiederum hypothesenkonforme Ergebnisse, indem eine Annahme der Entwicklungsverzögerung vorgenommen werden kann. Das heißt, die Fehlerprozente sind bei den 1. Klässlern und den 4. Klässlern LB in etwa gleich hoch, jedoch deutlich höher im Vergleich zu den 4. Klässlern gleichen CA. Die älteren Schüler zeigen dieses Ergebnismuster nicht. Hier führen die 7. Klasse LB die höchsten Ergebnisse, auch gegenüber den 3. Klässlern gleichen MA. Gleichzeitig sind hier sogar die 3. Klässler diejenigen mit den geringsten Fehlerprozenten, auch gegenüber den 7. Klässlern.

Fasst man die Ergebnisse der NP Aufgabe zusammen, so kann man davon ausgehen, dass die Forschung zur kognitiven Hemmung bei Kindern weiterbringend ist zur Erklärung von Leistungsbeeinträchtigungen.

Insgesamt gesehen ist jedoch die Reliabilität bei den NP Aufgaben für Erwachsene häufiger in Frage gestellt worden (Titz, Behrendt, Hasselhorn & Schmuck, 2003). Die zahlreichen Erklärungsversuche über den NP Effekt stellen immer wieder in Frage, ob man überhaupt mit dieser Art von Operationalisierung

kognitive Hemmungsprozesse erfassen kann. Sicher ist man jedoch darüber, dass selektive Aufmerksamkeitsprozesse erfasst werden und diese wiederum mit einer defizitären Entwicklung bei lernbehinderten Kindern verbunden sind. Die Reliabilitätsuntersuchungen sind zu gering, um interindividuelle Vergleichbarkeiten schaffen zu können, obwohl man durch zeitlich angepasste Messungen über die RSI höhere Reliabilitäten erreicht hat. Aufgrund dieses Hintergrundes, sowie unzureichender Forschung bei Schülern sind die in der Untersuchung erbrachten Ergebnisse nur eingeschränkt generalisierbar.

Festzuhalten bleibt, dass insbesondere die jüngeren Grundschul Kinder und die LB Schüler zum untersuchten Zeitpunkt keinen NP Effekt zeigen. Auch Harnishfeger und Bjorklund (1993) konnten bei Kindergartenkindern geringere Gedächtnisleistungen finden im Vergleich zu Dritt- und Sechstklässlern aufgrund der erhöhten Intrusionsfehler, die wiederum mit Defiziten in den Hemmungsfunktionen verbunden sind. Schlussfolgernd für den pädagogischen Bereich ist hierbei zu beachten, dass die Ergebnisse insbesondere für die curriculare Tätigkeit der Lehrer in der Sonderpädagogik zu didaktischen Überlegungen führt.

6.3 Diskussion der Altersunterschiede

In der ersten formulierten Fragestellung ging es darum, wie verläuft die Entwicklung der Verhaltenshemmung und der kognitiven Hemmung von lernbehinderten Schülern im Vergleich zu normalbegabten Schülern. Nach Ruff (2002) wurde angenommen, dass es zu einem Schereneffekt in dem Sinne kommt, dass sich die Leistungen der älteren der betrachteten lernbehinderten Schüler langsamer entwickeln im Vergleich zu den normal begabten Schülern. Aus diesem Grund wurde das 2 (Alter der Schüler) x 3 (Schülergruppe) -faktorielle Design aufgestellt, indem jüngere Schüler mit älteren Schülern bestimmter Gruppierungen, nämlich Mentales Alter (MA), Lernbehinderung (LB) bzw. Chronologisches Alter (CA) verglichen werden.

Betrachtet man hier die Ergebnisse zur Verhaltenshemmung, die mit der TEZEK Go/ no-go Aufgabe operationalisiert wurden, so zeigt sich hinsichtlich der mittleren Reaktionszeiten ein signifikanter Unterschied für den Faktor Alter der Schüler als auch Art der Gruppe. Das heißt, dass die jüngeren Schüler (1. Klasse, 4. Klasse LB und 4. Klasse) mehr Zeit zum Reagieren auf die Aufgabenanforderungen

benötigen im Vergleich zu den älteren Schülern (3. Klasse, 7. Klasse LB sowie 7. Klasse) sowie eine Unterscheidbarkeit zwischen den drei Gruppen MA, LB und CA vorliegt. Die in Abbildung 5.3.1 sichtbare Interaktion zwischen MA und LB ist nicht signifikant, so dass Unterschiede in den Reaktionszeitanstiegen zwischen der LB und der MA Gruppe besteht. Sie zeigt aber Tendenzen in die Richtung eines schnelleren Anstiegs der Reaktionszeiten in der LB Gruppe im Vergleich zu der MA Gruppe. An den aufgeführten Standardabweichungen in Tabelle 5.3.1 ist auch zu sehen, dass bei den älteren Schülern deutlich geringere Standardabweichungen vorhanden sind als bei den jüngeren Schülern, welches die Tendenzen zwar andeutet, jedoch in der inferenzstatistischen Überprüfung keine Signifikanzen zeigt. Auch wenn man Mittelwertsvergleiche zwischen den jüngeren und älteren Schülern über die jeweilige Schülergruppe berechnet, so zeigen sich hier jeweils signifikante Mittelwertsunterschiede, so dass man hier im Einzelnen für die drei Gruppen MA, LB, CA sowie das Alter der Schüler (jüngere vs. ältere Schüler) Unterschiede findet. Die Interaktionshypothese kann jedoch für die Reaktionszeit in der Verhaltenshemmung nicht bestätigt werden. Es gibt also keine Verlangsamung bei der LB Gruppe im Vergleich zu der MA und der CA Gruppe über die Zeit, was also nicht für einen Schereneffekt sprechen würde.

Die Kommissionsfehler in der TEZEK Go/ no-go Aufgabe stehen für die so genannten „falschen Alarme“, d.h. sie sind impulsive Fehler, die von den Schülern begangen werden, indem sie fälschlicherweise eine Taste drücken, bei der eigentlich gehemmt werden sollte. Sie dienen der direkten Messung der Hemmungskontrolle auf Verhaltensebene. Auch hier wurde aufgrund von Untersuchungen mit geistig behinderten Kindern (Kirby et al., 1978) angenommen, dass die jüngeren Schüler im Vergleich zu den älteren Schülern mehr Fehler zeigen, wobei bei der LB Gruppe eine verlangsamte Abnahme der Fehler über die Zeit im Vergleich zu den normalbegabten Schülern erwartet wurde. Hinsichtlich der Ergebnisse sind zwar wiederum Signifikanzen für die beiden Hauptfaktoren Alter der Schüler und Gruppe der Schüler vorhanden, jedoch bleibt auch hier die signifikante Interaktion aus. Man kann also davon ausgehen, dass die jüngeren Schüler sich von den älteren Schülern hinsichtlich der Anzahl der Kommissionsfehler unterscheiden und die Fehleranzahl in Abhängigkeit von der Schülergruppe (MA, LB oder CA). Auch hier kann die Interaktionshypothese nicht angenommen werden, so dass es zu

einer langsameren Abnahme der Kommissionsfehler bei den LB Schülern im Vergleich zu den normalbegabten Schülern kommt.

Das Konstrukt der kognitiven Hemmung wurde mit einer Identifikationsaufgabe des Negative Priming erfasst, wobei nach Schmuck und Bloem (1998) drei verschiedene Bedingungen für die Response-Stimulus-Intervalle (RSI) eingesetzt wurden. Einige Untersuchungen mit Kindern wie von Harnishfeger et al. (1993) oder Nigg (2000) konnten zeigen, dass stabile NP Effekte erst in der mittleren Kindheit auftreten, die wir untersuchten. In der selektiven Aufmerksamkeit, insbesondere den central-incidentalen Aufgaben gibt es Hinweise dafür, dass erst ab einem Alter von 12 Jahren irrelevante Informationen gehemmt werden können. In unserer NP Aufgabe zur kognitiven Hemmung ist ebenfalls mit einer Wahlreaktionsanforderung eine Reaktionsverzögerung bei der Bearbeitung zuvor zu ignorierender Stimuli zu beobachten. Diese Reaktionszeitverzögerung sollte sich nach der aufgestellten Interaktionshypothese vor allem für die älteren Schüler zeigen und weniger für die Gruppe der MA und der LB. Betrachtet wurde wiederum die mögliche verlangsamte Entwicklung der LB Gruppe gegenüber der normalbegabten Schüler für jedes RSI.

Die Ergebnisse aus der Differenz der Kontrolltrials minus den NP-Trials dient als Indikator für die kognitive Hemmung. Nach Berechnung von Residualwerten mit einer Regressionsanalyse zur Bereinigung von Baselineunterschieden zwischen der LB, MA und CA Gruppe, werden im Folgenden immer Aussagen über die Residualwerte getroffen. Die über alle drei RSI aggregierten Reaktionszeiten bzw. NP-Residuen zeigen einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Gruppe. Das bedeutet, dass zwischen den drei Gruppen MA, LB und CA deutliche Unterschiede vorhanden sind, die man jedoch nicht hinsichtlich des Faktors Alter der Schüler und auch nicht für die Interaktion beider Faktoren finden konnte. Insgesamt verläuft die Entwicklung der drei Gruppen relativ parallel. In Abbildung 5.2.1 sieht man auch nur bei den Viertklässlern und Siebtklässlern, jedoch nicht im frühen Grundschulalter und bei den lernbehinderten Schülern bis zur 7. Klasse den NP Effekt. Man kann annehmen, dass sich kognitive Hemmungsfunktionen voraussichtlich erst Ende der Grundschulzeit stabil entwickeln und bei lernbehinderten Schülern womöglich auch bis zur 7. Klasse noch nicht ausgeprägt sind. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die kognitive Hemmungsfunktion ein wichtiger Bestandteil zur Erklärung von defizitären Schulleistungsmöglichkeiten von LB Schülern ist und somit

Einschränkungen in den kognitiven Funktionsleistungen erklären, können, da z.B. Ablenkungsreize nicht effizient ausgeblendet werden können.

Für das RSI 500 ist diese parallele Entwicklung jedoch nicht mehr gegeben. Auch hier zeigt sich aber keine signifikante Interaktion hinsichtlich einer verlangsamten Entwicklung zu Ungunsten der LB Gruppe. Negative Effekte sind wiederum nur für die 4. und 7. Klässler zu verzeichnen, während bei den anderen Gruppen positive Werte berechnet wurden, die keine Hemmung widerspiegeln. Auch bei der weiteren Berechnung mittels t-Tests zeigen sich keine signifikanten Unterschiede für alle drei Gruppen für den Faktor Alter der Schüler, so dass eine Differenzierung zwischen jüngeren und älteren Schülern bei diesem RSI nicht sinnvoll erscheint.

Die drei verschiedenen RSI Bedingungen wurden eingesetzt, da die LB Gruppe möglicherweise bei einem RSI 1500 aufgrund der Verlangsamung erst in diesem Bereich mögliche NP Effekte hätte zeigen können.

Ähnliche Ergebnisse sind auch bei dem RSI 1000 zu sehen. Hier ist wiederum eine relativ parallele Entwicklung der drei Gruppen zu sehen, wobei eine Unterscheidung in jüngere und ältere Schüler wenig wegweisend ist. Bedeutsame Unterschiede wurden jedoch bei diesem RSI hinsichtlich der Schülergruppe gefunden, welches für eine gute Unterscheidbarkeit der gewählten Gruppen spricht. Wie von Schmuck und Bloem (1998) bei Erwachsenen vorhergesagt, gilt auch für diese Untersuchung mit Schülern, dass für das RSI 1000 die größten NP Effekte nachgewiesen wurden. Eine Interaktion ist wie aus Abbildung 5.2.2 sichtbar nicht vorhanden und auch inferenzstatistisch nicht nachweisbar.

Im längsten RSI 1500 zeigen sich keine Signifikanzen für die Gruppe als auch das Alter der Schüler und somit ist auch kein Interaktionseffekt sichtbar.

Insgesamt sind bei den NP Reaktionszeiten von nur wenig signifikanten Ergebnissen auszugehen, so dass eine Einteilung in die vorgegebenen Gruppen bzw. eine Unterscheidung nach jüngeren und älteren Schülern nicht sinnvoll erscheint. Erklärbar ist der Befund über die großen Streuungen in den einzelnen Bedingungen, aber auch die relativ kleine Stichprobenanzahl von ca. 20 Schülern pro Gruppe. Sieht man sich auch auf der Einzelebene der Trials die Anzahl pro Bedingung an, so ist hier auch nach Ausschluss von technischen Fehlern teilweise nur eine sehr geringe Itemanzahl (z.B. 7 Items) vorhanden, aus denen dann die

mittleren Werte pro Bedingung berechnet wurden. Die Interaktionshypothese kann sich somit für kein einzelnes der RSI oder aggregiert über alle RSI bestätigen.

Für die Fehlerprozentage zeigen sich wie in der Ergebnisdarstellung sichtbar Signifikanzen für den Faktor Art der Gruppe, so dass man hier von einer Unterscheidbarkeit zwischen MA, LB und CA ausgehen kann. Des Weiteren wird auch inferenzstatistisch ein signifikanter Effekt für die Interaktion Alter der Schüler und Art der Gruppe nachweisbar, der auf einen Zusammenhang zwischen der zeitlichen Komponente und den drei Gruppen schließen lässt. In der Graphik in Abbildung 5.3.7 wird die parallele Entwicklung der beiden Gruppen LB und CA deutlich, die jedoch zu einer Zunahme der Fehlerprozentage mit dem Alter führt. Erwartet wurde eine Abnahme der Fehlerprozentage mit zunehmendem Alter sowie eine Verlangsamung in der Entwicklung der LB Gruppe. Dies zeigt sich jedoch nur in der MA Gruppe, die mit zunehmendem Alter auch weniger Fehler bei der Aufgabenbearbeitung mit der NP Aufgabe zeigen. Die Interaktionshypothese für die kognitive Hemmung hinsichtlich der Fehlerprozentage kann wiederum nicht angenommen werden. Eine Erklärung für die Zunahme der Fehler ist mit einer möglichen Zunahme an Selbstüberschätzung möglich, da die Aufgabenanforderungen anfangs recht einfach erscheinen, jedoch über die Zeit viel Aufmerksamkeit erfordern. Ein weiterer Grund für die Zunahme bei den älteren Schülern könnte auch eine geringere Motivation sein, die bei den jüngeren Kindern noch stärker ausgeprägt war. Für den Bereich der kognitiven Hemmung kann somit nicht von einem Schereneffekt ausgegangen werden, den es zu überprüfen galt.

Eine generelle Schwierigkeit bei der Forschung mit lernbehinderten Schülern ist die große Heterogenität der LB Gruppe selbst. Aus diesem Grund wurde eine Parallelisierung hinsichtlich der kognitiven Leistungsfähigkeit für die mental gleichaltrigen als auch die chronologische gleichaltrigen Schüler vorgenommen, um einen Aspekt kontrollieren zu können. Dies schließt jedoch nicht aus, dass auch weitere Verursachungsbedingungen für die Lernbehinderung eine Rolle spielen. So darf der Bereich des gleichzeitigen Auftretens von kinder- und jugendpsychiatrischen Störungsbildern zu der LB nicht außer Acht gelassen werden. Eine häufige Komorbidität der Lernbehinderung ist die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS), die wie schon im theoretischen Hintergrund beschrieben, häufiger mit Inhibitionsprozessen im Zusammenhang betrachtet wird. Somit kann man also nicht genau sagen, ob die vorliegenden Ergebnisse in Hinblick

auf die Gruppenzuordnung auf die Lernbehinderung per se oder vielleicht auf die komorbiden Störungen zurückzuführen sind. Um diese Einschränkungen weiter kontrollieren zu können, müssten Schüler mit kinder- und jugendpsychiatrischen Störungsbildern aus den Untersuchungen ausgeschlossen werden, welches zu weiteren Einschränkungen in der Probandenakquisition führen würde.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde geprüft, ob lernbehinderte Schüler in spezifischen Funktionsbereichen der selektiven Aufmerksamkeit - nämlich der Hemmung bzw. Inhibition - eine Entwicklungsverzögerung gemäß ihrer allgemeinen mentalen Entwicklungsverzögerung aufweisen. Die vorliegende experimentelle Grundlagenarbeit unterteilt dabei Inhibitionsprozesse in kognitive Hemmungsprozesse und in eine überwiegend die motorische Seite betreffende Verhaltenshemmung. Über ein Dreigruppensdesign, werden die lernbehinderten Schüler mit Schülern des gleichen mentalen Alters, sowie mit Schülern des gleichen chronologischen Alters verglichen, um Aussagen über das Vorliegen einer Entwicklungsverzögerung oder einer Strukturdifferenz treffen zu können. Als Probanden wurden zwei verschiedene Altersgruppen gewählt. So dienten in einer ersten Untersuchung jeweils 19 Kinder pro Gruppe einer 4. Klasse LB sowie einer ersten und 4. Klasse normalbegabter Schüler als Probanden. Für eine weitere Untersuchung wurden jeweils 20 ältere Schüler pro Gruppe ausgewählt. Hier wurden 7. Klässler einer LB Schule mit 3. Klässlern und 7. Klässlern normalbegabter Schüler verglichen. Wie schon an der Altersspanne erkennbar, liegen bei den jüngeren Schülern die Abstände zwischen Lernbehinderung gleichen mentalen Alters bei ca. 3 Jahren, während sich bei den älteren Schülern der Abstand vergrößert und schon bei 4 Jahren liegt. **Dieser als Interaktionshypothese formulierte Schereneffekt konnte jedoch nicht für die Verhaltenshemmung und die kognitive Hemmung nachgewiesen werden.** Für die weiteren aufgestellten Hypothesen diente die Debatte über Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz für die Verhaltenshemmung und kognitive Hemmung. Es wurde hierbei für die jüngeren Schüler hinsichtlich der Verhaltenshemmung computergestützte Aufgaben aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) sowie aus der Testbatterie zur Erfassung zentral exekutiver Koordinationskapazität (TEZEK) Go/ no-go ausgewählt. Bei den älteren Schülern wurde statt der TAP Aufgabe eine Stopp-Signal Aufgabe eingesetzt. Die kognitive Hemmung wurde über eine visuelle negative Priming Aufgabe sowohl für die jüngeren als auch die älteren Schüler operationalisiert. Bei den Aufgaben zur Verhaltenshemmung konnte gezeigt werden, dass bei den einfachen Reiz-Reaktions-Aufgaben (TAP, Stopp-Signal) die lernbehinderten Schüler die gleichen Reaktionszeiten zeigten wie ihre chronologisch gleichaltrigen

Altersgenossen, jedoch deutlich mehr Fehler als die jüngere Vergleichsgruppe mental Gleichaltriger. Bei der komplexeren Aufgabe zur Verhaltenshemmung (TEZEK) sinken die Reaktionszeiten für die jüngeren und älteren Schüler jedoch auf das Niveau der mental gleichaltrigen Altersgruppe, während die Fehler kein einheitliches Befundmuster zeigen. **Für den Bereich der kognitiven Hemmung kann dagegen die Annahme der Entwicklungsverzögerungshypothese bestätigt werden.** Hier liegen bei den jüngeren Schülern die 1. Klässler und die lernbehinderten 4. Klässler sowie bei den älteren Schülern die 3. Klässler und die 7. Klässler auf einem Niveau und zeigen noch keinen NP Effekt. Dagegen sind am Ende der Grundschulzeit (4. Klasse) die Hemmungsprozesse so stabil, dass man hier Inhibitionseffekte finden kann. Bei den untersuchten lernbehinderten Schülern ist dagegen bis zur 7. Klasse kein NP Effekt nachweisbar. Insgesamt scheint sich jedoch vor allem für das Konstrukt der kognitiven Hemmung eine Entwicklungsverzögerung zu bestätigen. Bei der Verhaltenshemmung ist eine genauere Differenzierung hinsichtlich des Aufgabentyps nötig, so dass keine generalisierbaren Aussagen getroffen werden können.

8. Literaturverzeichnis

- Albano, A. M., Chorpita, B. F. & Barlow, D. H. (1996). Childhood anxiety disorders. In E. J. Mash & R. A. Barkley (Eds.), *Child psychopathology* (pp. 196-241). New York: Guilford Press.
- Aman, C. J., Roberts, R. J. & Pennington, B. F. (1998). A neuropsychological examination of the underlying deficit in ADHD: The frontal lobe vs. right parietal lobe theories. *Development Psychology*, 34(5), 956-969.
- Anderson, V., Northam, E., Hendy, J. & Wrennall, J. (2001). *Developmental Neuropsychology: A clinical approach*. Hove: Psychology Press.
- Arsten, A. M. F., Segal, D. S., Neville, H. J., Hillyard, S. A., Janowsky, D. S., Judd, L. L. & Bloom, F. E. (1983). Naloxone augments electrophysiological signs of selective attention in man. *Nature*, 304, 725-727.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 A, 5-28.
- Band, G. P., van der Molen, M. W., Overtoom, C. C. & Verbaten, M. N. (2000). The ability to activate and inhibit speeded responses: Separate developmental trends. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 263-290.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Barkley, R. A. (1999). Response inhibition in attention-deficit hyperactivity disorder. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Review*, 5, 177-184.

- Barkley, R. A., Grodzinsky, G. & DuPaul, G. J. (1992). Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: A review and research report. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 20(2), 163-188.
- Bateman, B. (1965). An educational view of diagnostic approach to learning disorders. In J. Hellmuth (Ed.), *Learning disorders* (pp. 219-239). Seattle, WA: Special Child Publications.
- Bedard, A. C., Nichols, S., Barbosa, J. A., Schachar, R., Logan, G. D. & Tannock, R. (2002). The development of selective inhibitory control across the life span. *Developmental Neuropsychology*, 21, 93-111.
- Berg, E. A. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *Journal of General Psychology*, 39, 15-22.
- Bestgen, Y. & Dupont, V. (2000). Is negative priming a reliable measure for studying individual differences in inhibition? *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 19, 287-305.
- Bjorklund, D. F. & Harnishfeger, K. K. (1990). The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition. *Developmental Review*, 10, 48-71.
- Bjorklund, D. F. & Harnishfeger, K. K. (1995). The evolution of inhibition mechanisms and their role in human cognition and behavior. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 141-173). San Diego, CA: Academic Press.
- Bleidick, U. (1973). Die Struktur der Gesamtschule im Hinblick auf Unterricht und Erziehung von Behinderten. In H. Baier & G. Klein (Eds.), *Aspekte der Lernbehindertenpädagogik* (pp. 21-45). Berlin: Marhold.
- Borkowski, J. G. (1965). Interference effects in short term memory as a function of level of intelligence. *American Journal of Mental Deficiency*, 70, 458-465.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon.

- Bryan, T. S. (1974). An observational analysis of classroom behaviors of children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 7*, 35-43.
- Camp, B. W. & Zimet, S. G. (1975). Classroom behavior during reading instruction. *Exceptional children, 42*, 109-110.
- Case, R. (1985). Intellectual development: birth to adulthood. New York: Academic Press. In D. F. Bjorklund & K. K. Harnishfeger (1990). *The resources construct in cognitive development: Diverse sources of evidence and a theory of inefficient inhibition* (pp. 48-71). Developmental Review. ???
- Chase, C. H. & Tallal, P. (1991). Cognitive models of developmental reading disorders. In J. E. Obrzut & G. W. Hynd (Eds.), *Neuropsychological foundations of learning disabilities, 4*, 161-173.
- Chelune, G. J. & Baer, R. A. (1986). Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology, 8*, 219-228.
- Christ, S. E., White, D. A., Mandernach, T. & Keys, B. A. (2001). Inhibitory control across the life span. *Developmental Neuropsychology, 20*, 653-669.
- Chelune, G. J., Ferguson, W., Koon, R. & Dickey, T. (1986). Frontal lobe disinhibition in Attention Deficit Disorder. *Child Psychiatry and Human Development, 16(4)*, 221-234.
- Christ, S. E., White, D. A. Mandernach, T. & Keys, B. A. (2001). Inhibitory control across the lifespan. *Developmental Neuropsychology, 20*, 653-669.
- Ciesielski, K. T. & Harris, R.J. (1997). Factors related to performance failure on executive tasks in autism. *Child Neuropsychology, 3*, 1-12.
- Clements, S. D. (1966). *Minimal brain dysfunction in children: terminology and identification*. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education and Welfare.
- Cooper, J. R, Bloom, F. E. & Roth, R. H. (1991). *The Biochemical Basis of Neuropharmacology* (6th Ed.). New York: Oxford University Press.

- Cotugno, A. (1981). Cognitive controls and reading disabilities revisited. *Psychology in the Schools*, 18, 455-459.
- Crosby, K. G. (1972). Attention and distractibility in mentally retarded and intellectually average children. *American Journal of Mental Deficiency*, 77, 46-53.
- Cruickshank, W. M., Lewandowski, L. J., Opp, G. & Rosenberger, P. B. (1992). *Learning disabilities: An historical perspective*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Davies, D. R., Jones, D. M. & Taylor, A. (1984). Selective and sustained –attention tasks: Individual and group differences. In R. Parasuraman, R. Davies & J. Beatty (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 395-447). New York: Academic Press.
- Dempster, F. N. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental review*, 12, 45-75.
- Dempster, F. N. (1993). Resistance to Interference: Developmental changes in a basic processing dimension. In M. L. Howe & R. Pasnak (Eds.), *Emerging themes in cognitive development. Vol. 1: Foundations* (pp. 3-27). New York: Springer-Verlag.
- Dempster, F. N. (1995). Interference and inhibition in cognition: An historical perspective. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 3-26). San Diego, CA: Academic Press.
- Dempster, F. N. & Corkill, A. J. (1999). Interference and Inhibition in Cognition and Behavior: Unifying Themes for Educational Psychology. *Educational Psychology Review*, 11(1), 1-88.
- Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In G. R. Lyon & N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 263-278). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing.

- Denny, M. R. (1964). Research in learning and performance. In H. A. Stevens & R. Heber (Eds.), *Mental retardation: A review of research* (pp.104-142). Chicago: University of Chicago Press.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Deutscher Bildungsrat. (1973). *Empfehlungen der Bildungskommission: Zur pädagogischen Förderung behinderter und von Behinderung bedrohter Kinder und Jugendlicher*. Bonn.
- Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action as indicated by infant's performance on AB. *Child Development*, 56, 868-883.
- Diamond, A. (1988a). Abilities and neural mechanisms underlying AB performance. *Child Development*, 59, 523-527.
- Diamond, A. (1988b). Differences between adult and infant cognition: Is the crucial variable presence or absence of language? In L. Weiskrantz (Ed.), *Thought without language* (pp. 337-370). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. (1990). Developmental time course in human infants and infant monkeys, and the neural bases of inhibitory control in reaching. In A. Diamond (Ed.), *Annals of the New York Academy of Sciences*, (Vol. 608) (pp. 637-676). New York: New York Academy of Sciences.
- Diamond, A. (1991a). Frontal lobe involvement in cognitive changes during the first year of life. In K. R. Gibson & A. C. Petersen (Eds.), *Brain maturation and cognitive development: Comparative and cross-cultural perspectives* (pp. 127-180). New York: de Gruyter.
- Diamond, A. (1991b). Neuropsychological insights into the meaning of object concept development In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 67-110). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Diamond, A. & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to "Do as I say, not as I do." *Developmental Psychobiology*, 29, 315-334.
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H. (1991). (Hrsg). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen: ICD-10, Kapitel V (F), klinisch diagnostische Leitlinien*. Weltgesundheitsorganisation. Bern: Huber.
- Drewe, E. A. (1975). Go-no go learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex*, 11, 8-16.
- Dulaney, C. L. & Ellis, N. R. (1994). Automatized responding and cognitive inertia in individuals with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 99(1), 8-18.
- Dyme, I., Sahakian, B. J., Gohinko, B. E. & Rabe, E. F. (1982). Perseveration induced by methylphenidate in children: Preliminary findings. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 6(3), 269-273.
- Ellis, N. R. (1969). A behavioral research strategy in mental retardation: Defense and critique. *American Journal of Mental Deficiency*, 73, 557-566.
- Ellis, E. R. (1970). Memory process in retardates and normals. In E. R. Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation* (pp. 1-32). New York: Academic Press.
- Ellis, N. R. & Dulaney, C. L. (1991). Further evidence for cognitive inertia in person with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 95, 613-621.
- Ellis, N. R., Woodley-Zanthos, P., Dulaney, C. L. & Palmer, R. L. (1989). Automatic-effortful processing and cognitive inertia in persons with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 93, 412-423.
- Feagans, L. V., Short, E. J. & Meltzer, L. J. (Eds.). (1991). *Subtypes of learning disabilities: Theoretical perspectives and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Felton, R. H. & Wood, F. B. (1992). A reading level match study of nonword reading skills in poor readers with varying IQ. *Journal of Learning Disabilities, 25*, 318-326.
- Firestone, P. & Douglas, V. I. (1975). The effects of reward and punishment on reaction times and autonomic activity in hyperactive and normal children. *Journal of Abnormal Child Psychology, 3*, 201-216.
- Flavel, J. H. (1971). First discussant's comments: What is memory development the development of? *Human Development, 14*, 272-278.
- Fletcher, J. M., Morris, R. D. & Lyon, G. R. (2003). Classification and Definition of Learning Disabilities: An Integrative Perspective. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (pp. 30-56). New York: Guilford.
- Flowers, D. L. (1993). Brain basis for dyslexia: a summary of work in progress. *Journal of Learning Disabilities, 25*(2), 102-109.
- Földényi, M., Tagwerker-Neuenschwander, F., Giovanoli, H., Schallberger, U. & Steinhausen, H.-C. (1999). Die Aufmerksamkeitsleistungen von 6-10-jährigen Kindern in der TAP. *Zeitschrift für Neuropsychologie, 10*(2), 87-102.
- Friedmann, N. P. & Miyake, A. (2004). The Relations Among Inhibition and Interference Control Functions: A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(1), 101-135.
- Fuster, J. (1999). Cognitive functions of the frontal lobe. In B. L. Miller & J. L. Cummings (Eds.), *The human frontal lobes: Functions and disorders* (pp. 518-532). New York: The Guilford Press.
- Gerstadt, C. L., Hong, Y. J. & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance of children 3 ½ - 7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition, 53*, 129-153.

- Golden, C. J. (1981). The Luria-Nebraska children's battery: Theory and formulation. In G. W. Hynd & J. E. Obrzut (Eds.), *Neuropsychological assessment and the school aged child* (pp. 277-302). New York: Grune & Stratton.
- Gordon, B. & Saklofske, D. H. (1994). New Approaches to the Developmental-Difference Debate. *Developmental disabilities bulletin*, 22, 54-72.
- Gorenstein, E. E., Mammato, C. A. & Sandy, J. M. (1989). Performance of inattentive – overactive children on selected measures of prefrontal-typ function. *Journal of Clinical Psychology*, 45, 619-632.
- Grodzinsky, G. M. & Diamond, R. (1992). Frontal lobe functioning in boys with attention-deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 8, 427-445.
- Grünke, M. (2004) Zur Wirksamkeit eines praktisch-technischen Verständnistrainings bei lernbehinderten Schülern der Mittelstufe unter globaler und individueller Bezugsnorm. *Sonderpädagogik*, 34, 218-226.
- Hagen, J. W. (1967). The effect of distraction on selective attention. *Child Development*, 38, 685-694.
- Hagen, J. W. & Huntsman, N. J. (1971). Selective attention in mental retardation. *Developmental Psychology*, 5, 151-160.
- Hagen, J. W., Barclay, C. R & Schwethelm, B. (1982). Cognitive Development of the Learning-Disabled Child. In N. R. Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation* (Vol. 11) (pp. 1-41). New York: Academic Press.
- Halperin, J. M., McKay, K. E., Matier, K. & Sharma, V. (1994). Attention, response inhibition and activity level in children: Developmental neuropsychological perspectives. In M. G. Tramontana & S. R. Hooper (Eds.), *Advances in child neuropsychology*, Vol. 2 (pp. 1-54). New York: Springer Verlag.
- Harnishfeger, K. K. (1995). The Development of Cognitive Inhibition: Theories, Definitions, and Research Evidence. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.),

- Interference and inhibition in cognition* (pp. 175-204). San Diego, CA: Academic Press.
- Harnishfeger, K. K. & Bjorklund, D. F. (1993). The ontogeny of inhibition mechanisms: A renewed approach to cognitive development. In M. L. Howe & R. Pasnak (Eds.), *Emerging themes in cognitive development. Vol. I: Foundations* (pp. 28-49). New York: Springer-Verlag.
- Harnishfeger, K. K. & Pope, R. S. (1996). Intending to forget: The development of cognitive inhibition in directed forgetting. *Journal of Experimental Child Psychology*, 62, 292-315.
- Harnishfeger, K. K., Nicholson, S. & Digby, S. (1993). *Increasing inhibitory efficiency with age: Evidence from the Stroop task*. Paper presented at the meeting of the Society for Research in Child Development, New Orleans, LA.
- Hasher, L., Zacks, R. T. & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance XVII, Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hasselhorn, M. (1987). Kognitive Bedingungen der Leistungsdefizite lernschwacher Schüler bei Gedächtnisanforderungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 1, 91-98.
- Hasselhorn, M. & Mähler, C. (1990). Lernkompetenzförderung bei "lernbehinderten" Kindern: Grundlagen und praktische Beispiele metakognitiver Ansätze. *Heilpädagogische Forschung*, 16, 2-13.
- Hasselhorn, M. & Richter, M. (2002). Entwicklung effektiver Abrufhemmung bei Grundschulkindern: Zum Einfluss von Motivation und Einsicht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 34(3), 149-155.
- Heal, L. W. & Johnson, J. T. (1970). Inhibition deficits in retarded learning and attention. In N. R. Ellis (Ed.), *International review of Research in Mental Retardation, Vol.4* (pp. 107-149). New York: Academic Press.

- Hedges, L.V. & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando: Academic Press.
- Hodapp, R., Burack, J. A. & Zigler, E. (1990). *Issues in the developmental approach to mental retardation*. New York: Cambridge University Press.
- Hooper, S. R. & Hynd, G. W. (1985). Differential diagnosis of subtypes of developmental dyslexia with the Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC). *Journal of Clinical Child Psychology*, 14, 145-152.
- Houghton, G. & Tipper, S. P. (1994). A Model of Inhibitory Mechanisms in Selective Attention. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory and language* (pp. 53-112). San Diego, CA: Academic Press.
- Hynd, G. W., Hall, J. Novey, E. S., Eliopoulos, D., Black, K., Gonzales, J. J., Edmonds, J. E., Riccio, C. & Cohen, M. (1995). Dyslexia and corpus callosum morphology. *Archives of Neurology*, 52(1), 32-38.
- Iscoe, I. & Semler, I. (1964). Paired-associate learning in normal and mentally retarded children as a function of four experimental conditions. *Journal of Comparative & Physiological Psychology*, 57, 387-392.
- Jerger, S., Martin, R. C. & Pirozzolo, F. J. (1988). A developmental study of the auditory Stroop effect. *Brain and Language*, 35, 86-104.
- Johnson, J. T. & Sowles, C. N. (1970). Proactive and retroactive inhibition as a function of intelligence. *American Journal of Mental Deficiency*, 75, 130-134.
- Kagan, J., Rosman, B. L., Day, D., Albert, J. & Phillips, W. (1964). Information processing in the child: Significance of analytic and reflective attitudes. *Psychological Monographs*, 78(1, Whole No. 578).
- Kahnemann, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Kail, R. (1993). The role of global mechanism in developmental change in speed of processing. In M. L. Howe & R. Pashler (Eds.), *Emerging themes in cognitive development. Vol. I: Foundations* (pp. 97-119). New York: Springer-Verlag.

- Kavale, K. A. & Forness, S. R. (1984). The historical foundation of learning disabilities: A quantitative synthesis assessing the validity of Strauss and Werner's exogenous versus endogenous distinction of mental retardation. *Remedial and Special Education, 6*, 18-24.
- Kavale, K. A. & Forness, S. R. (2003). Learning Disability as a Discipline. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (pp. 76-93). New York: Guilford.
- Kelly, M. S., Best, C. T. & Kirk, U. (1989). Cognitive processing deficits in reading disabilities: A prefrontal cortical hypothesis. *Brain Cognition, 11*, 275-293.
- Keogh, B. K. & Margolis, J. (1976). Learn to labor and to wait: Attentional problems of children with learning disorders. *Journal of Learning Disabilities, 9*, 276-286.
- Kindlon, D., Mezzacappa, E. & Earls, F. (1995). Psychometric properties of impulsivity measures: Temporal stability, validity and factor structure. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 36*, 645-661.
- Kirby, N. H., Nettelbeck, T. & Bullock, J. (1978). Vigilance performance of mildly mentally retarded adults. *American Journal of Mental Deficiency, 82*, 394-397.
- Kirk, S. A. (1963). Behavioral diagnosis and remediation of learning disabilities. In *Proceedings of the First Annual Meeting of the ACLD Conference on Exploration into Problems of the Perceptually Handicapped Child*. (pp. 1-7). Chicago: Author.
- Klauer, K.-J. & Lauth, G.-W. (1997) Lernbehinderungen und Leistungsschwierigkeiten bei Schülern. In Weinert, F. E. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*. Psychologie des Unterrichts und der Schule, Themenbereich D, Praxisgebiete, Serie I, Pädagogische Psychologie, Bd. 3 (S. 701-738). Göttingen: Hogrefe.
- Klenberg, L., Korkman, M. & Lahti, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year old Finnish children. *Developmental Neuropsychology, 20*, 407-428.

- Kounin, J. S. (1941). Experimental studies of rigidity: The measurement of rigidity in normal and feeble-minded persons. *Character & Personality*, 9, 251-272.
- Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D. & Strayer, D. L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, 9, 491-512.
- Krupski, A. (1980). Attention processes: Research, theory and implications for special education. In B. A. Keogh (Ed.), *Advances in special education* (Vol.1) (pp. 101-140). Greenwich, Conn: JAI Press Inc.
- Kubinger, K. D. & Farkas, M. G. (1991). Die Brauchbarkeit der Normen von Papier-Bleistift-Tests für die Computer-Vorgabe: Ein Experiment am Beispiel der SPM von Raven als kritischer Beitrag. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 12(4), 257-266.
- Lane, D. M. & Pearson, D. A. (1982). The development of selective attention. *Merrill-Palmer Quarterly*, 28, 217-337.
- Lazarus, P. J., Ludwig, R. P. & Aberson, B. (1984). Stroop color-word test: A screening measure of selective attention to differentiate LD from non-LD children. *Psychology Schools*, 21, 53-60.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Hartmann, J., Evankovich, K., Mattson, A. J., Harward, H., Ringolz, G., Ewings, L. & Fletcher, J. M. (1991). Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning. *Developmental Neuropsychology*, 7, 377-395.
- Levy, F. (1979). The development of sustained attention (vigilance) and inhibition in children: some normative data. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 21, 77-84.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.

- Llamas, C. & Diamond, A. (1991). Development of Frontal Cortex Abilities in Children Between 3-8 Years of Age. Paper presented at the Meeting of the Society for Research in Child Development.
- Logan, G. D. (1994). 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, CA: Academic Press.
- Logan, G.D. & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91, 295-327.
- Luria, A. R. (1959). Experimental study of the higher nervous activity of the abnormal child. *Journal of mental Deficiencies Research*, 3, 1-22.
- Luria, A. R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behaviour*. New York: Liveright.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Luria, A. R. (1973). *The working brain*. New York: Basic Books.
- Lyon, G. R. (1985). Educational validation of learning disability subtypes. In B. P. Rourke (Ed.), *Neuropsychology of learning disabilities: Essentials of subtype analysis* (pp. 228-253). New York: Guilford Press.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 1163-1210.
- Mähler, C. & Hasselhorn, M. (1990). Gedächtnisdefizite bei lernbehinderten Kindern: Entwicklungsverzögerung vs. Strukturdifferenz? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 22, 354-366.
- Mähler, C. & Buhrow, C. (2003). Wissenschaftliches Denken bei lernbehinderten Kindern: Schwierigkeiten im Verständnis von „Hypothese“ und „Evidenz“. *Heilpädagogische Forschung*, 29(3), 102-111.

- Manassis, K., Tannock, R. & Barbosa, J. (2000). Dichotic listening and response inhibition with comorbid anxiety disorders and ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(9), 1152-1159.
- Mandel, P., Ciesielski, L., Maitre, M., Simler, S., Mack, G. & Kempf, E. (1979). Involvement of central GABA-ergic systems in convulsions and aggressive behavior. In P. Mandel & F. V. DeFendis (Eds.), *GABA-Biochemistry and CNS Functions* (pp. 475-492). New York: Plenum Press.
- McKay, K. E., Halperin, J. M., Schwartz, S. T. & Sharma, V. (1994). Developmental analysis of three aspects of information processing: Sustained attention, selective attention, and response organization. *Developmental Neuropsychology*, 10, 121-132.
- McNellis, K. (1987). In search of the attentional deficit. In S. J. Ellis (Hrsg.), *Handbook of cognitive, social and neuropsychological aspects of learning disabilities*. Vol. 2 (pp. 63-81). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V. & Nimmo-Smith, I. (1999). *Test of Everyday Attention for Children: TEA-Ch*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.
- May, C. P., Kane, M. J. & Hasher, L. (1995). Determinants of Negative Priming. *Psychological Bulletin*, 118, 35-54.
- Milgram, N. A. (1969). The rational and irrational in Zigler's motivational approach to mental retardation. *American Journal of Mental Deficiency*, 73, 527-532.
- Milgram, N. A. (1973). Cognition and language in mental retardation: Distinctions and implications. In D. K. Routh (Ed.), *The experimental psychology of mental retardation*. Chicago: Aldine.
- Milich, R., Hartung, C. M., Martin, C. A. & Haigler, E. D. (1994). Behavioural disinhibition and underlying processes in adolescents with disruptive disorders. In D. K. Routh (Ed.), *Disruptive behaviour disorders in childhood* (pp. 109-138). New York: Plenum Press.

- Mirsky, A. (1996). Disorders of attention: A neuropsychological perspective. In G. Lyon & N. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory and executive function* (pp. 71-96). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Moran, J. & Desimone, R. (1985). Selective attention gates visual processing in the extra striate cortex. *Science*, 229, 782-784.
- Mosley, J. L. (1980). Selective attention of mildly mental retarded and nonretarded individuals. *American Journal of Mental Deficiency*, 84, 568-576.
- Neill, W. T. (1989). Lexical ambiguity and context: An activation-suppression model. In D. S. Gorfein (Ed.). *Resolving semantic ambiguity* (pp.63-83). New York Springer.
- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. & Gorfein, D. S. (1992). Persistence of negative priming: II. Evidence for episodic trace retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 993-1000.
- Neill, W. T., Valdes, L. A. & Terry, K. M. (1995). Selective Attention and Inhibitory Control of Cognition. In F. N. Dempster & C. J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp. 207-261). San Diego, CA: Academic Press.
- Neisser, U. (1974). *Kognitive Psychologie*. Stuttgart: Klett Verlag.
- Nestor, P. G. & O'Donnell, B. F. (1998). The mind adrift: Attentional dysregulation in schizophrenia. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 527-546). Cambridge, MA: MIT Press.
- Neumann, O. (1996). Theorien der Aufmerksamkeit. In O. Neumann & A. F. Sanders (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*. Themenbereich C, Theorie und Forschung, Serie II, Kognition, Bd. 2 Aufmerksamkeit (S. 559-643). Göttingen: Hogrefe.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220-246.

- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75, 522-536.
- Oosterlaan, J., Logan, G. D. & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD+CD, anxious, and control children: A meta-analysis of studies with the stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 1109-1118.
- Opp, G. (1992). A German Perspective on Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 351-360.
- Ozonoff, S. & Jensen, J. (1999). Brief report: Specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29, 171-177.
- Ozonoff, S. & Strayer, D. L. (1997). Inhibitory function in nonretarded children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27(1), 59-77.
- Ozonoff, S., Strayer, D. L., McMahon, W. M. & Fillouz, F. (1998). Inhibitory deficits in Tourette Syndrome: A function of comorbidity and symptom severity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 1109-1118.
- Passler, M. A., Isaac, W. & Hynd, G. W. (1985). Neuropsychological development of behaviour attributed to frontal lobe functioning children. *Developmental Neuropsychology*, 1, 349-370.
- Pelham, W. E. (1979). Selective attention deficits in poor readers? Dichotic listening, speeded classification, and auditory and visual central and incidental learning tasks. *Child Development*, 50, 1050-1061.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: Norton.
- Piaget, J. (1954). *The Construction of the Reality in the Child*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1971). *Psychologie der Intelligenz*. Olten: Klett-Cotta.
- Piaget, J. (1974). *Abriss der genetischen Epistemologie*. Olten: Walter-Verlag.

- Pirozzolo, F. J. (1979). *The Neuropsychology of developmental reading disorders*. New York: Praeger.
- Posner, M. I. & Rafal, R. D. (1987). Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In M. J. Meier & A. L. Benton (Eds.), *Neuropsychological rehabilitation* (pp. 182-201). New York: Guilford Press.
- Posner, M. I. & Rothbart, M. K. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychopathology*, 12, 427-441.
- Ridderinkhof, K. R. & van der Molen, M. W. (1997). Mental resources, processing speed, and inhibitory control: a developmental perspective. *Biological Psychology*, 45, 241-261.
- Robertson, D. E. (1979). *The effect of examiner- and self-pacing on the reaction time performance of normal and learning disabled children*. Unpublished doctoral dissertation. Los Angeles: University of California.
- Rosenberg, D. R., Averbach, D. H., O'Hearn, K. M., Seymore, A. B., Birmaher, B. & Sweeney, J.A. (1997). Oculomotor response inhibition abnormalities in pediatric obsessive-compulsive disorder. *Archives of General Psychiatry*, 54, 831-838.
- Rothbart, M. K. & Posner, M. I. (1995). Temperament and the development of self-regulation. In L. Hartlage & C. F. Telzrow (Eds.), *The neuropsychology of individual differences: A developmental perspective* (pp. 93-123). New York: Plenum.
- Rosvold, H. C., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome, E. O. & Beck, I. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 20, 343-350.
- Ruff, A. (2002). *Phonologisches Arbeitsgedächtnis bei Lernbehinderung und durchschnittlich Begabten: Gibt es systematische Entwicklungsunterschiede*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Georg-August Universität Göttingen.

- Rugel, R. P., Cheatam, D. & Mitchell, A. (1976). Body movement and inattention in learning disabled and normal children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6, 325-337.
- Sanders, A. F. (1979). Some remarks on mental load. In N. Moray (Ed.), *Mental workload. Its theory and measurement* (pp. 41-77). New York: Plenum Press.
- Schachar, R. J. & Logan, G. D. (1990). Impulsivity and inhibitory control in normal development and childhood psychopathology. *Developmental Psychology*, 26(5), 710-720.
- Schachar, R. J. & Logan, G. D. (1994). Impulsivity and inhibitory control in normal development and childhood psychopathology. *Developmental psychology*, 26, 710-720.
- Schachar, R. J., Tannock, R., Marriott, M. & Logan, G. D. (1995). Deficient inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of abnormal Child Psychology*, 23, 411-437.
- Schachar, R., Mota, V. L., Logan, G. D., Tannock, R. & Klim, P. (2000). Confirmation of an inhibitory control deficit in attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 28(3), 227-235.
- Schmuck, P. & Bloem, R. (1998). Negative-Priming-Designs: Vergleich und Optimierung von Messverfahren zur Erfassung kognitiver Hemmungsprozesse. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 45, 60-71.
- Schuck, K.-D., Eggert, D. & Raatz, U. (1985). *Columbia Mental Maturity Scale CMM 1-4. Beiheft mit Anleitung für den Lehrer und Normentabellen*. Wien: Ketterl.
- Schultz, R. T., Evans, D. W. & Wolff, M. (1999). Neuropsychological models of childhood obsessive-compulsive disorder. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 8, 513-521.
- Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to mental structure*. New York: Cambridge University Press.

- Shallice, T. (1990). *From Neuropsychology to mental structure*. New York: Cambridge University Press.
- Siegel, P. S. & Foshee, J. G. (1960). Molar variability in the mentally defective. *Journal of Abnormal & Social Psychology*, 61, 141-143.
- Siegler, R. (1991). *Children's thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Smith, R. C. (1992). *Inhibition: History and Meaning in the Science of Mind and Brain*. London: Free Association Books.
- Spitz, H. H. (1976). Toward a relative psychology of mental retardation, with a special emphasis on evolution. In N. R. Ellis (Ed.), *International review of research in mental retardation* (Vol. 8) (pp. 35-56). New York: Academic Press.
- Spreen, O. (2000). The Neuropsychology of Learning Disabilities. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11, 168-193.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Sykes, D. H., Douglas, V. I. & Morgenstern, G. (1973). Sustained attention in hyperactive children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 14, 213-220.
- Sykulla, J. (2001). *Zur Entwicklung der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses im Verlauf des Grundschulalters – Eine empirische Studie zum Vergleich von Schülern der Grundschule und der Schule für Lernhilfe*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Georg-August Universität Göttingen.
- Tannock, R., Schachar, R. J., Carr, R. P., Chajczyk, D. & Logan, G. D. (1989). Effects of methylphenidate on inhibitory control in hyperactive children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17, 473-491.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571-590.

- Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 321-343.
- Tipper, S. P. & Cranston, M. (1985). Selective attention and priming. Inhibitory and facilitatory effects of ignored prime. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 591-611.
- Tipper, S. P., Bourque, T. A., Anderson, S. H. & Brehaut, J. C. (1989). Mechanisms of attention: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 353-378.
- Tipper, S. P., MacQueen, G. M. & Brehaut, J. C. (1988). Negative priming between response modalities: Evidence for the central locus of inhibition in selective attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 45-52.
- Titz, C., Behrend, J., Hasselhorn, M. & Schmuck, P. (2003). Eignet sich der Negative Priming Effekt zur reliablen Abbildung interindividueller Differenzen kognitiver Hemmung? *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 24, 135-147.
- Torgesen, J. K. (1977). The role of non-specific factors in the task performance of learning disabled children: A theoretical assessment. *Journal of Educational Psychology*, 69, 571-578.
- Van der Schoot, M., Licht, R., Horsley, T. M. & Sergant, J. A. (2000). Inhibitory Deficits in Reading Disability Depend on Subtype: Guessers but not Spellers. *Child Neuropsychology*, 6, 297-312.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F. & Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive functions: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7(2), 131-149.
- Weir, M. (1967). Mental retardation. *Science*, 157, 576-578.
- Wei, R. H. (1987). Grundintelligenztest Skala 2 CFT 20. Göttingen: Hogrefe.

- Weiss, B., Weisz, J. R. & Bromfield, R. (1986). Performance on retarded and nonretarded persons on information-processing tasks: Further tests of Similar Structure Hypothesis. *Psychological Bulletin*, 100, 157-175.
- Weisz, J. R. & Yates, K. O. (1981). Cognitive development in retarded and nonretarded persons: Piagetian tests of the similar structure hypothesis. *Psychological Bulletin*, 90, 153-178.
- Weisz, J. R., Yates, K. O. & Zigler, E. (1982). Piagetian evidence and the developmental-difference controversy. In E. Zigler & D. Balla (Eds.), *Mental retardation: The developmental-difference controversy* (pp. 213-276. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Weisz, J. R. & Zigler, E. (1979). Cognitive development in retarded and nonretarded persons: Piagetian tests of similar sequence hypothesis. *Psychological Bulletin*, 86, 831-851.
- Welsh, M. C. (2002). Developmental and clinical variations in executive functions. In D. L. Molfese & V. J. Molfese (Eds.), *Developmental variations in learning* (pp. 139-185). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Whyte, J. (1993). Patterns of development in good and poor readers age 6-11. In S. F. Wright & R. Groner (Eds.), *Facets of dyslexia* (pp. 455-481). Amsterdam: Elsevier Science.
- Whyte, J. (1994). Attentional processes and dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 11(2), 99-116.
- Williams, B. R., Ponesse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D. & Tannock, R. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35, 205-213.
- Wolitzky, D. L., Hofer, R. & Shapiro, R. (1972). Cognitive controls and mental retardation. *Journal of Abnormal Psychology*, 79, 296-302.

- Wright, I., Waterman, M., Prescott, H. & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical development trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(4), 561-575.
- Wundt, W. (1904). In E. Titchener (Ed.), *Principles of Physiological Psychology* (5th ed.), New York: MacMillan. (originally published 1874)
- Zelazo, P. D., Reznick, J. S. & Pinon, D. E. (1995). Response control and the execution of verbal rules. *Developmental Psychology*, 31, 508-517.
- Zigler, E. (1967). Familial mental retardation: A continuing dilemma. *Science*, 155, 292-298.
- Zigler, E. & Balla, D. (1982). *Mental retardation: The developmental-difference controversy*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2000). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung - Revidiert (TAP)*. Handbuch Teil 1. Herzogenrath: PSYTEST.

Anhang

Anhang A: Instruktion für die Go/ no-go Aufgabe

Instruktion für die Stopp-Signal Aufgabe

Instruktion für die TEZEK Aufgaben

Instruktion für die Negative Priming Aufgabe

Anhang B: Variablen und Werte der Stopp-Signal Aufgabe

Anhang C: Ausschnitt aus einem Fehlerprotokoll der Negative Priming Aufgabe

Ausschnitt aus dem Fehlerprotokoll der TEZEK Aufgabe

Anhang A: Instruktion für die Go/ no-go Aufgabe

Bei der folgenden Untersuchung erscheinen hintereinander die folgenden Kreuze:

X

+

Ihre Aufgabe ist es, so schnell wie möglich die Taste zu drücken, wenn das folgende Kreuz erscheint:

X

Bitte drücken Sie nur bei diesem Kreuz.

Anhang A: Instruktion für die Stopp-Signal Aufgabe

In der Mitte des Bildschirms wirst Du gleich einen Buchstaben sehen. Deine Aufgabe ist, es auf diesen Buchstaben so schnell und so genau Du kannst, zu reagieren.

Wenn Du ein „X“ siehst sollst Du auf die linke Taste mit dem „X“ drücken, siehst Du ein „O“, sollst Du so schnell wie möglich auf die rechte Taste mit dem „O“ drücken.

Manchmal wirst Du bei den Aufgaben einen Ton hören. Wenn Du diesen Ton hörst, sollst Du versuchen nicht (!) auf die Tast zu drücken. Sei aber nicht frustriert, wenn Du das nicht immer schaffst. Das Programm lernt dazu und versucht Dich auszutricksen. Für Dich ist nur wichtig Dir zu merken, kommt ein Ton, sollst Du nicht drücken.

Anhang A: Instruktion für die TEZEK Aufgaben

Test 15

Du wirst gleich ein Bild mit neun Feldern sehen.

In dem mittleren Feld ist immer ein Schwein zu sehen.

Wenn das Schwein nach rechts schaut, musst du – so schnell du kannst, die rechte rote Taste drücken und wenn das Schwein nach links schaut, musst du die linke grüne Taste drücken

Test 17

Jetzt sind in allen Feldern gleichzeitig Schweine zu sehen.

Sie sehen alle unterschiedlich aus.

Du sollst nur auf das Schwein achten, dass ganz grau ist und abgeklappte Ohren hat.

Schaut dieses Schwein nach rechts, sollst Du die rechte rote Taste drücken. Schaut das Schwein nach links, sollst du fix die linke grüne Taste drücken.

Test 18

Auch jetzt sind in allen Feldern gleichzeitig Schweine zu sehen.

Findest Du ein dunkelgraues Schwein mit aufgestellten Ohren musst Du ganz schnell ja rufen und **ich** drücke eine Taste. Du musst dann nicht drücken.

Gibt es das dunkelgraue Schwein mit aufgeklappten Ohren **nicht**, musst Du wieder das graue Schwein mit den abgeklappten Ohren finden. Schaut dieses Schwein nach rechts, sollst Du die rechte rote Taste drücken. Schaut das Schwein nach links, sollst du fix die linke grüne Taste drücken.

Anhang A: Instruktion für die Negative Priming Aufgabe

Deine Aufgabe ist jetzt – so schnell und so genau du kannst -, das Wort für den grünen Gegenstand in das Mikrofon zu sprechen. Auf den roten Gegenstand sollst du dabei überhaupt nicht achten.

Das ist manchmal gar nicht so einfach, weil die Bilder ja übereinander gemalt wurden.

Wichtig ist, dass du nur das Wort für den grünen Gegenstand sagst – und zwar so schnell und so fehlerfrei, wie du kannst.

Drück jetzt wieder die blaue Taste.

Damit du besser verstehst, was du bei dieser Aufgabe tun sollst, machen wir jetzt einige Übungsdurchgänge.

Bist du bereit? Dann drück die blaue Taste.

Jetzt hast du eine kurze Pause – gleich geht es weiter.

Bist du bereit? Dann drück die blaue Taste.

Hast du genau verstanden, was du jetzt tun sollst?

Wenn du keine Fragen mehr hast, dann drück die blaue Taste – und es geht los.

Anhang B: Variablen und Werte der Stopp-Signal Aufgabe

Variablenname	Inhalt	Min/ Max
Vpn	Versuchspersonen-Code.	
Status	Korrektur Durchlauf des Programms	OK/Abbruch
nGo	Anzahl der Go-Trials. Durchgänge ohne Ton	240
nStop	Anzahl der Stopp-Trials. Durchgänge mit Ton	80
nGo+	Anzahl der richtigen Reaktionstasten auf Go-Trial	120-235
nGo-	Anzahl der falschen Reaktionstasten auf Go-Trial	2-51
Mean	Durchschnittliche Reaktionszeit. Nur Richtige	503-805 ms
Prop	Durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, auf ein Stopp-Signal zu reagieren	46-56%
Delay	Durchschnittliche Verzögerungszeit für Stopp-Signal.	+/- 50 ms
StRes	Stopp-Signal Reaktionszeit. Durchschnittliche Reaktionszeit auf Stopp Signal	

Anhang C: Ausschnitt aus einem Fehlerprotokoll der Negative Priming Aufgabe

Fehlerprotokoll "Negative Priming" h5i1; RSI-Abfolge:2-3-1 (1000; 1500; 500)						
Übungstrials						
	Prime-Target	Probe-Target		Fehler/ Anmerkungen		
1 Ü	Ball	Boot				
2 Ü	Bank	Buch				
3 Ü	Boot	Bank				
4	Boot	Ball				
5	Buch	Baum				
6	Bank	Boot				
7	Baum	Boot				
8	Boot	Ball				
9	Baum	Boot				
10	Bank	Baum				
11	Ball	Bank				
12	Buch	Ball				
RSI 1000 ms						
13 Ü	Bank	Baum				
14 Ü	Buch	Bank				
15 Ü	Ball	Boot				
16	Baum	Buch				
17	Ball	Boot				
18	Bank	Baum				
19	Bank	Boot				
20	Ball	Boot				
21	Ball	Buch				
22	Baum	Bank				
23	Boot	Baum				
24	Bank	Ball				
25	Baum	Bank				
26	Baum	Ball				
27	Bank	Ball				
28	Boot	Baum				
29	Bank	Buch				
30	Ball	Bank				

Anhang C: Fehlerprotokoll der TEZEK Aufgabe

Code: Schweine-TEZEK Bedingung 18

1	Links		Mitte		Rechts	
2	Links		Mitte		Rechts	
3	Links		Mitte		Rechts	
4	Links		Mitte		Rechts	
5	Links		Mitte		Rechts	
6	Links		Mitte		Rechts	
7	Links		Mitte		Rechts	
8	Links		Mitte		Rechts	
9	Links		Mitte		Rechts	
10	Links		Mitte		Rechts	
11	Links		Mitte		Rechts	
12	Links		Mitte		Rechts	
13	Links		Mitte		Rechts	
14	Links		Mitte		Rechts	
15	Links		Mitte		Rechts	
16	Links		Mitte		Rechts	
17	Links		Mitte		Rechts	
18	Links		Mitte		Rechts	
19	Links		Mitte		Rechts	
20	Links		Mitte		Rechts	
21	Links		Mitte		Rechts	
22	Links		Mitte		Rechts	
23	Links		Mitte		Rechts	
24	Links		Mitte		Rechts	
25	Links		Mitte		Rechts	
26	Links		Mitte		Rechts	
27	Links		Mitte		Rechts	

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Annett Schlegel geb. Kaufhold
Geburtsdatum: 26.07.1972
Geburtsort: Mühlhausen
Familienstand: verheiratet
Kind: Hannah geb. 22.02.2004

BILDUNGSWEG

1979-1989 Polytechnische Oberschule I und II in Mühlhausen/ Thür.
1989-1991 Fachschulstudium am Institut für Lehrerbildung in Nordhausen für die Fächerkombination Deutsch, Mathematik und Sport
1991-1993 Abitur am Naturwissenschaftlichen Gymnasium in Mühlhausen
1993-1999 Studium der Psychologie an der Universität in Göttingen mit dem Abschluss „Diplom-Psychologin“
1996-1997 Auslandsstudium an der University of Manchester (Großbritannien)
2000-2004 Ausbildung zur Psychologischen Psychotherapeutin und Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeutin
2001-2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie bei Prof. Dr. Marcus Hasselhorn an der Universität Göttingen