

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Neurologie

***Behaltensleistungen von Siebtklässlern
unter retroaktiver Interferenz
- mit einem vergleichenden Exkurs zu Daten des Gesamtprojektes -***

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Humanmedizin
durch die Medizinische Fakultät der
Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von
Ciny Alias-Jose, geb. Alias
aus Bielefeld
2017

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J. Buer
1. Gutachter: Herr Univ.-Prof. Dr. med. H.-C. Diener
2. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. R.-D. Müller

Tag der mündlichen Prüfung: 25. September 2017

Vorträge und Poster

1. Alias, C. (2015).

„Behaltensleistungen von Siebtklässlern unter retroaktiver Interferenz“.

Vortrag auf dem Haussymposium der Klinik und Poliklinik für Neurologie, Essen,

29. August 2015.

Inhaltsverzeichnis

1.	 EINLEITUNG	6
1.1	GEGENSTAND DER ARBEIT	6
1.2	GLIEDERUNG DER ARBEIT	6
2.	 THEORIE	8
2.1	GEDÄCHTNIS.....	8
2.1.1	<i>Definition</i>	8
2.1.2	<i>Anatomische Strukturen des Gedächtnisses</i>	11
2.1.3	<i>Beeinflussung des Gedächtnisses durch Psyche und Umwelt</i>	13
2.1.4	<i>Retroaktive und proaktive Interferenz</i>	13
2.1.5	<i>Chronische Schmerzen und kognitive Dysfunktionen</i>	14
2.2	SCHMERZ	15
2.2.1	<i>Definition</i>	15
2.2.2	<i>Akute Schmerzen</i>	15
2.2.3	<i>Rezidivierende Schmerzen</i>	15
2.2.4	<i>Chronische Schmerzen</i>	16
2.2.5	<i>Somatischer und viszeraler Schmerz</i>	16
2.3	KOPFSCHMERZEN.....	16
2.3.1	<i>Spannungskopfschmerzen</i>	18
2.3.2	<i>Migräne</i>	20
2.3.3	<i>Medikamenteninduzierter Kopfschmerz</i>	24
2.3.4	<i>Trigeminoautonomer Kopfschmerz</i>	25
2.3.5	<i>Häufigste Ursachen für Kopfschmerzen im Kindesalter</i>	25
2.4	BAUCHSCHMERZEN IM KINDESALTER	26
2.4.1	<i>Definition</i>	26
2.4.2	<i>Pathophysiologie</i>	27
2.5	AUSWIRKUNGEN CHRONISCHER KÖRPERLICHER ERKRANKUNGEN AUF SCHULE UND UNTERRICHT	27
2.6	FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	28
3.	 METHODIK	29
3.1	AUFBAU DER STUDIE	29
3.2	DURCHFÜHRUNG DER DATENERHEBUNG.....	30
3.3	BESCHREIBUNG DER STICHPROBE.....	31
3.4	BESCHREIBUNG DES VERBALEN LERN- UND MERKFÄHIGKEITSTESTS (VLMT).....	32
3.4.1	<i>Durchführung</i>	33
3.4.2	<i>Auswertung</i>	34
3.4.3	<i>Graphische Darstellung der Lernverlaufskurve</i>	38
3.5	STATISTISCHE VERFAHREN UND FESTSETZUNG DES SIGNIFIKANZNIVEAUS	38
3.5.1	<i>Signifikanzniveau</i>	39

4.	ERGEBNISSE	40
4.1	DESKRIPTIVE ANALYSE DER SIEBTKLÄSSLER (N=169)	40
4.1.1	<i>Mittlere Abrufleistung in Abhängigkeit vom Geschlecht</i>	<i>43</i>
4.1.2	<i>Mittlere Abrufleistung in Abhängigkeit der Schmerzrezidivität.....</i>	<i>43</i>
4.1.3	<i>Mittlere Reproduktionsleistung in Abhängigkeit der Schmerzintensität</i>	<i>44</i>
4.2	LÄNGSSCHNITTVERGLEICH DER MITTLEREN BEHALTENSLEISTUNGEN UNTER PRO- UND RETROAKTIVER INTERFERENZ VON DER 2. BIS ZUR 4. UND IN DER 7. KLASSE (N=43)	47
4.2.1	<i>Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 2. Klasse</i>	<i>48</i>
4.2.2	<i>Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 3. Klasse</i>	<i>49</i>
4.2.3	<i>Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 4. Klasse</i>	<i>50</i>
4.2.4	<i>Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 7. Klasse</i>	<i>50</i>
4.3	QUERSCHNITTVERGLEICHE VON MITTLEREN BEHALTENSLEISTUNGEN IN DER 2. (N=185), 3. (N=182), 4. (N=189) UND 7. KLASSE (N=169)	51
4.3.1	<i>Supraspanne in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....</i>	<i>51</i>
4.3.2	<i>Lernleistung in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....</i>	<i>52</i>
4.3.3	<i>Abrufleistung nach Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....</i>	<i>53</i>
4.3.4	<i>Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung in den Klassen 2, 3, 4 und 7....</i>	<i>54</i>
4.3.5	<i>Verlust nach Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....</i>	<i>55</i>
4.3.6	<i>Verlust nach zeitlicher Verzögerung</i>	<i>56</i>
4.3.7	<i>Wiedererkennungslleistungen in den Klassen 2, 3, 4 und 7</i>	<i>57</i>
4.3.8	<i>Fehlerarten Gesamt in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....</i>	<i>58</i>
4.4	INFERENZSTATISTISCHE AUSWERTUNG DER BEHALTENSLEISTUNGEN UNTER RETROAKTIVER INTERFERENZ IN DER STICHPROBE DER SIEBTKLÄSSLER (N=169).....	59
4.4.1	<i>Testspezifische Hypothesen.....</i>	<i>60</i>
4.4.2	<i>Schmerzspezifische Hypothesen</i>	<i>63</i>
4.4.3	<i>Geschlechtsspezifische Hypothesen</i>	<i>65</i>
5.	DISKUSSION	68
5.1	DISKUSSION DER DESKRIPTIVEN ERGEBNISSE	68
5.2	DISKUSSION DER HYPOTHESEN.....	73
5.3	DISKUSSION DER METHODE	74
6.	ZUSAMMENFASSUNG.....	76
	LITERATURVERZEICHNIS.....	77
	ANHANG	81
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	81
	TABELLENVERZEICHNIS	84
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	85
	DANKSAGUNG.....	86
	LEBENS LAUF.....	87

1. Einleitung

1.1 Gegenstand der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit werden die Auswirkungen von rezidivierenden Schmerzen auf die Leistungen von Siebtklässlern im Rahmen der Studie „Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen bei Kindern und Jugendlichen mit und ohne rezidivierende Schmerzerfahrungen“ untersucht. Die Anzahl der Kinder, die an primären Kopfschmerzen und funktionellen Bauchschmerzsymptomen leiden ist hoch und demnach nicht zu vernachlässigen, sie gehören zu den häufigsten als wiederkehrende oder als am störendsten empfundenen Schmerzen im Kindes- und Jugendalter in Deutschland, der Kinder- und Jugendgesundheits surveys KiGGS konnte diese Tatsache mit seinen Ergebnissen bestätigen.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorzustellende Teilstudie fokussiert Behaltensleistungen von Siebtklässlern, die mit einer Lernliste aus dem Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest VLMT (Helmstaedter et al., 2001) unter retroaktiver Interferenz getestet wurden. Die Ergebnisse für die homogene Subgruppe der Siebtklässler werden vorgestellt und in Abhängigkeit von den Faktoren „Geschlecht“, „Schmerzrezidivität“ und „Schmerzintensität“ analysiert. Des Weiteren erfolgt ein Vergleich von ausgewählten Lerndurchgängen und Leistungsscores der Jahrgänge 2, 3, 4 und 7 im Querschnitt und im Längsschnitt.

1.2 Gliederung der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel, Kapitel 2 dient der Erläuterung von theoretischen Kenntnissen, dabei stehen die beiden Themen „Gedächtnis“ und „Schmerzen“ mit den Schwerpunkten Kopf- und Bauchschmerzen im Fokus. Außerdem werden sowohl die pro- und retroaktive Interferenz definiert als auch die Auswirkungen von chronischen, körperlichen Erkrankungen auf Schule und Unterricht kurz erläutert.

In Kapitel 3 erfolgt die Stichprobenbeschreibung und die Erläuterung der Methodik des Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstests VLMT, außerdem wird auf die angewandten statistischen Verfahren eingegangen.

Kapitel 4 beinhaltet die deskriptive Auswertung des VLMT unter retroaktiver Interferenz für die Siebtklässler und die inferenzstatistische Auswertung der Arbeitshypothesen. Die

Entwicklung von den Testleistungen im Verlauf der Jahrgänge 2 bis 7 wird sowohl im Querschnitt als auch im Längsschnitt betrachtet.

Zuletzt folgen in Kapitel 5 die Diskussion, in Kapitel 6 die Zusammenfassung und zuletzt das Literaturverzeichnis.

2. Theorie

2.1 Gedächtnis

2.1.1 Definition

Rainer Sinz versuchte 1979 den Begriff „Gedächtnis“ wie folgt zu definieren:

Gedächtnis ist eine „lernabhängige Speicherung ontogenetisch erworbener Informationen, die sich phylogenetischen, neuronalen Strukturen selektiv eingefügt und zu beliebigen Zeitpunkten abgerufen d.h. für ein situationsangepasstes Verhalten verfügbar gemacht werden kann. Es handelt sich um konditionierte Veränderungen der Übertragungseigenschaften im neuronalen Netzwerk, wobei unter bestimmten Bedingungen den Systemmodifikationen (Engrammen) entsprechende neuromotorische Signale und Verhaltensweisen vollständig oder teilweise reproduziert werden können.“
(Sinz, 1979).

Das Gedächtnis muss demnach ontogenetisch erworben werden und steht nicht genetisch oder angeboren zur Verfügung (Markowitsch, 2009). Unterschieden werden nach der Dauer der Informationsspeicherung drei Ebenen des Gedächtnisses: das sensorische Gedächtnis, das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis (siehe Abb. 1). Der Lernprozess, der als ein Prozess der Gedächtniskonsolidierung beschrieben werden kann, unterhält dabei eine Reihe von Zwischenschritten.

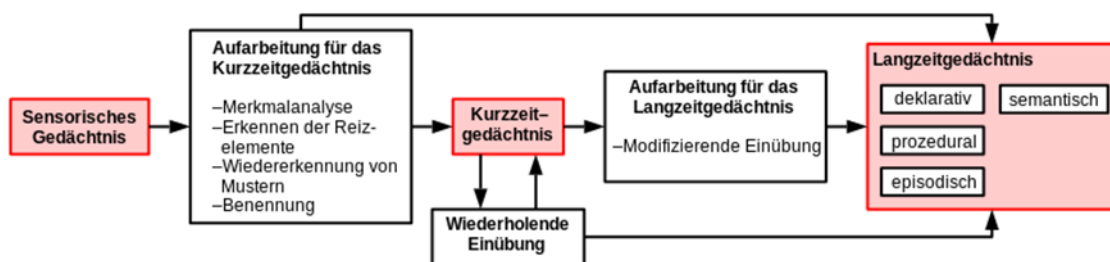


Abb. 1: Ebenen des Gedächtnisses

Das sensorische Gedächtnis (auch als sensorisches Register, ikonisches Gedächtnis, Ultrakurzzeitgedächtnis benannt) hält die Informationen für Millisekunden bis Sekunden vor.

Das *Kurzzeitgedächtnis* speichert Informationen innerhalb von Sekunden bis Minuten und ist neben anderen Kortextbereichen dem präfrontalen Kortex (Frontallappen) zuzuordnen (Trepel, 2004), dabei sind die Speicherkapazitäten des Kurzzeitgedächtnisses begrenzt, bis zu 7 +/- 2 Einheiten („items“ oder „chunks“) können fehlerlos wiedergegeben werden (Eysenck und Keane, 2010).

Das *Langzeitgedächtnis* speichert Informationen Jahre bis Jahrzehnte, diese Funktion geht anatomisch auf die Leistungen der Großhirnrinde, des Assoziationskortexes, der sekundären Hörrinde für akustische Gedächtnisinhalte, der motorischen Rinde für motorische Gedächtnisinhalte / Fähigkeiten und auf die Sehrinde für optische Gedächtnisinhalte zurück (Trepel, 2004). Der Langzeitspeicher ist abhängig von der Häufigkeit der Wiederholung der Informationen, es bestehen direkte Zusammenhänge zwischen den Anzahlen der Wiederholungen und der Speicherkapazität (Eysenck und Keane, 2010).

Die Gedächtniskonsolidierung, d.h. das Überführen vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis durch Wiederholen von Informationen dauert Tage bis Monate an, dazu zählen explizite (deklarative) Gedächtnisinhalte (Fakten und Ereignisse) (siehe Abb. 2). Die Überführung findet über den Hippocampus und Bestandteilen des Papez-Neuronen-Kreises statt. Störungen in diesen Strukturen gehen mit Einbußen der Merkfähigkeit einher. Implizite (nicht-deklarative) Gedächtnisinhalte beinhalten Handlungsabläufe / Gewohnheiten, motorisches und emotionales Lernen (siehe Abb. 4). Das Corpus amygdaloideum spielt eine wichtige Rolle beim Konsolidieren emotionaler oder vegetativer Gedächtnisinhalte. Wechselwirkungen der Basalganglien v.a. des Striatums mit sensorischen und motorischen Kortextarealen sind erforderlich für das Erlernen von Gewohnheiten und Handlungsmustern auf bestimmte Reize. Motorisches Lernen d.h. Feinmotorik und Geschicklichkeit wird über das Kleinhirn vermittelt (Trepel, 2004).

Eine andere Möglichkeit der Unterteilung ist die Unterscheidung von zeitabhängigen und inhaltsabhängigen Prozessen (siehe Abb.3).

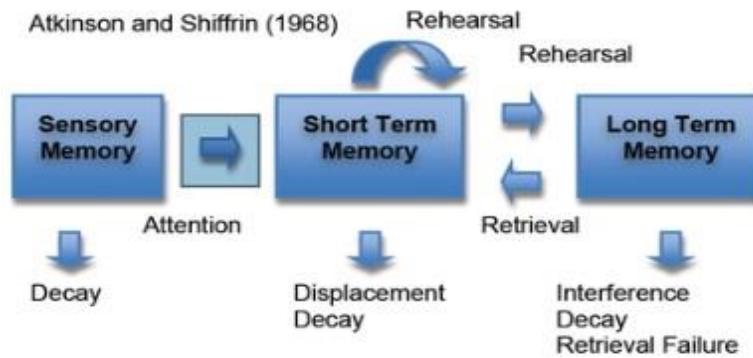


Abb. 2: Gedächtniskonsolidierung vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis

Es wird zwischen zeit- und inhaltsabhängigen Speicherprozessen unterschieden (siehe Abb. 3):

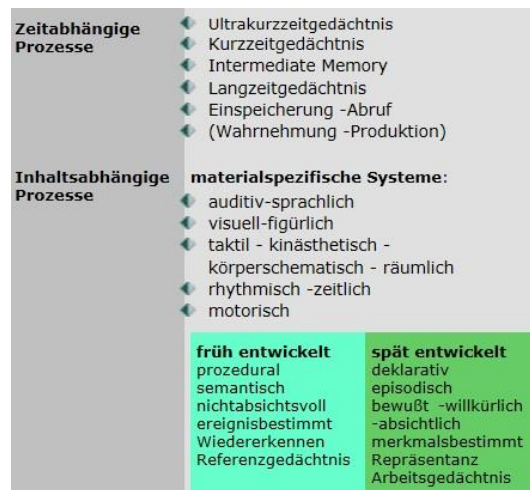


Abb. 3: Übersicht über die zeit- und inhaltsabhängigen Gedächtnisprozesse

Eine Übersicht über definierte Gedächtnissysteme und deren Funktionen ist in Abb. 4 dargestellt.

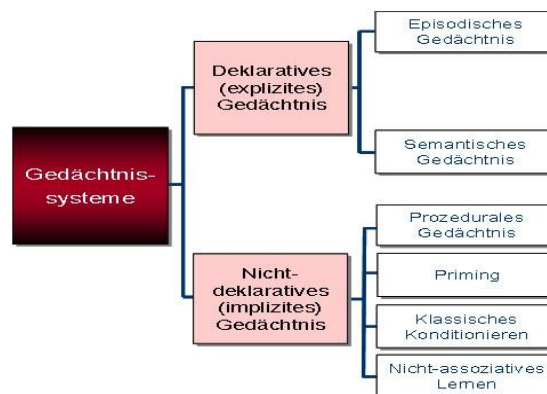


Abb. 4: Einteilung der Gedächtnissysteme im Langzeitspeicher und ihre Funktionen

Als besondere Phänomene in den Speichermodellen der Gedächtnissysteme werden der Primacy- und der Recency-Effekt beschrieben. Der Primacy-Effekt demonstriert, dass in einem freien Abruf die zuerst dargebotenen Informationen besonders gut erinnert werden, während der Recency-Effekt darauf abhebt, dass zuletzt dargebotene Informationen auch wegen der zeitlichen Nähe zur Aufforderung besonders gut abgerufen werden können. Am Anfang ist der Kurzzeitspeicher leer, so dass die zuerst genannten Wörter häufig wiederholt werden können, dies begünstigt den Transfer ins Langzeitgedächtnis. Dadurch kommt es zu einer besseren Reproduktionsleistung – dem Primacy-Effekt. Die weiter genannten Wörter können kaum wiederholt werden, da das Kapazitätsvermögen ausgeschöpft ist und kaum Wiederholungsmöglichkeiten der Wörter bestehen. Dafür sind die Wörter, die zum Ende der Lernreihe genannt werden, somit zuletzt gehört werden, noch im Kurzzeitgedächtnis vorhanden, so dass diese unmittelbar nach der Aufforderung zum Abruf genannt werden, eine Tatsache, die den Recency-Effekt definiert (Schermer, 2014).

Durchbrochen werden kann dieser Effekt beispielsweise, indem die Probanden die Anweisung bekommen, zwischen der Präsentation der Lernliste und dem Abruf 10 Sekunden rückwärts zu zählen. Ungeübte Informationen verfallen dann schnell aus dem Kurzzeitgedächtnis (Eysenck und Keane, 2010).

2.1.2 Anatomische Strukturen des Gedächtnisses

Zum Zuordnen anatomischer Strukturen wird die Unterteilung in Kurzzeitgedächtnis, Gedächtniskonsolidierung und Langzeitgedächtnis beibehalten.

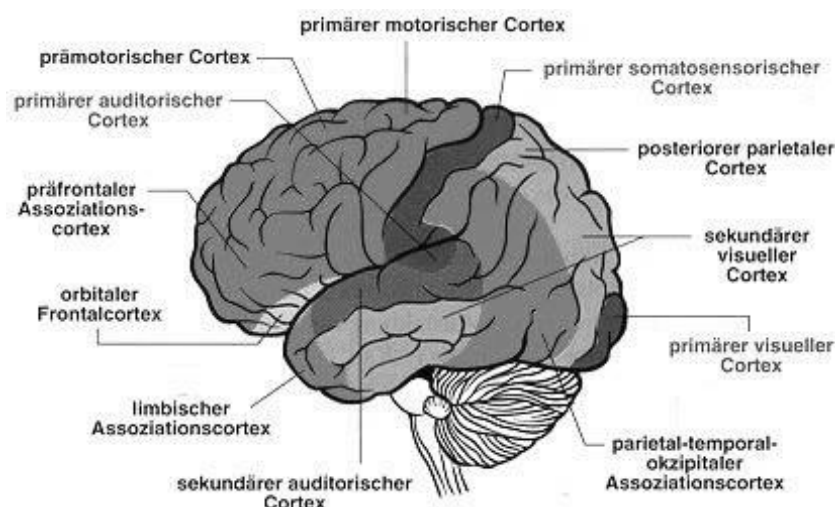


Abb. 5: Großhirn

Der präfrontale Kortex spielt eine wesentliche Rolle für das Kurzzeitgedächtnis, die Großhirnrinde, d.h. der Assoziationskortex und die sekundäre Hörrinde, die motorische Rinde als auch die Sehrinde sind die Leistungszentren des Langzeitgedächtnisses (siehe Abb. 5). Die Gedächtniskonsolidierung hängt zur genaueren anatomischen Lokalisation ab von dem Gedächtnisinhalt, bei expliziten Gedächtnisinhalten sind der Hippocampus und der Papez-Neuronen-Kreis beteiligt. Störungen in diesem Bereich ziehen eine Beeinträchtigung der Merkfähigkeit nach sich. Für das emotionale Gedächtnis spielt das Corpus amygdaloideum eine wichtige Rolle, für Gewohnheiten und Handlungsmuster die Basalganglien (Striatum) mit sensorischen und motorischen Kortexarealen. Die Formatio reticularis dient mit dem aufsteigenden retikulären Aktivierungssystem ARAS u.a. auch der Steuerung der Aufmerksamkeit (siehe Abb. 6). Motorisches Lernen wird vor allem über das Kleinhirn vermittelt (Trepel, 2004).

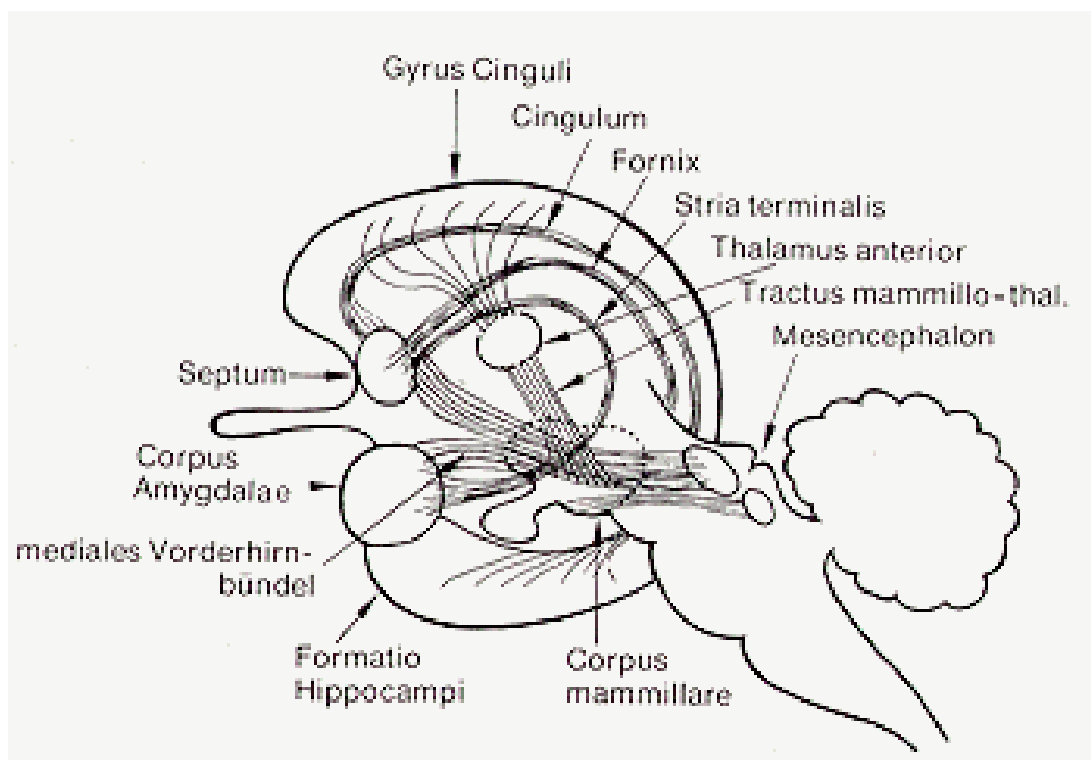


Abb. 6: Formatio reticularis

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Verteilung der Gedächtnisfunktionen auf die linke und rechte Hemisphäre (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Funktionen einzelner anatomischer Strukturen

Linke Hemisphäre	Rechte Hemisphäre
Polymodaler Kortex > <i>Speicherort für Fakten</i>	Amygdala > <i>Emotionale Valenz von Gedächtnisinhalten</i>
Unimodaler Kortex > <i>Priming und sensorische Speicherung</i>	Polymodaler Kortex > <i>Primärer Speicherort für das episodische Gedächtnis</i>
Basalganglien > <i>prozedurales Gedächtnis</i>	Unimodaler und polymodaler Kortex: > <i>Priming und sensorische Speicherung</i>
Hippocampus > <i>Informationsübertragung zur Langzeitspeicherung</i>	
Frontotemporales Übergangsgebiet > <i>Abruf aus Wissenssystem</i>	

2.1.3 Beeinflussung des Gedächtnisses durch Psyche und Umwelt

Chronischer psychosozialer Stress verändert die Nervenzellen im Bereich des Hippocampus, d.h. neuronale Schäden führen zur Beeinträchtigung der Informationsverarbeitung, dies bezeichnet man auch als „mnestisches Blockadesyndrom“. Stress kann zu Gedächtnisblockaden führen, die v.a. den Abruf beeinflussen. Der Zugang, zu der im Gedächtnis vorhandenen Information, kann nicht geschaffen werden (Schiepek, 2004).

2.1.4 Retroaktive und proaktive Interferenz

Ein weiterer Gegenstand dieser Arbeit ist die Störbarkeit des Gedächtnisses durch pro- und retroaktive Interferenz. Interferenz wird definiert als den störenden Einfluss einer Information auf eine andere Information.

Die retroaktive Interferenz beschreibt den störenden Effekt eines zweiten Lernprozesses auf vorher Erlerntes. Im VLMT retroaktiv steht entsprechend die Störliste, Interferenzliste B genannt, erst nach fünfmaliger Darbietung der Lernliste A, d.h. die Konsolidierung der Liste A hat bereits stattgefunden. Die proaktive Hemmung dagegen sagt aus, dass ein zweiter Lernvorgang einen vorherigen Lernvorgang stört. Im VLMT proaktiv steht die Interferenzliste B also nach einmaligem Abruf der Lernliste A und stört den Lernprozess bzw. die Konsolidierung dieser Liste A (L. Schenk-Danziger, 2001).

Außerdem können auch noch die sogenannte Ähnlichkeitshemmung sowie die affektive Hemmung als weitere Formen der Interferenz differenziert werden, auf die in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird (U. Gonschorrek, 2003).

2.1.5 Chronische Schmerzen und kognitive Dysfunktionen

Der Einfluss von wiederkehrenden Schmerzen auf kognitive Leistungseinbußen wurde in mehreren Studien aufgegriffen, dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Studien volljährige Probanden untersuchten. Eine Relation zwischen Schmerzerfahrung und eingeschränkten Gedächtnisleistungen konnte in mehreren Studien beschrieben werden.

Dick et al. (2007) beschrieben, dass chronische Schmerzen eine Störung in der Aufmerksamkeit verursachen, wobei v.a. das Arbeitsgedächtnis bei Ausführung bestimmter Anweisungen in ihrer Studie beeinträchtigt war. In der Studie wurde zudem untersucht, wie sich das Einsetzen von Schmerzmedikamenten auf die Testresultate bemerkbar macht, es konnte keine Besserung der Aufmerksamkeitsleistungen nach Applikation von Analgetika festgestellt werden.

Santos-Lasaosa et al. (2013) konnten beobachten, dass chronische Migräne-Patienten in Gedächtnis- und Aufmerksamkeits-tests eine schwächere Leistung erbringen als gesunde Testteilnehmer.

Wu et al. (2015) experimentierten an Ratten wie sich künstlich durch Kobragift induzierte Trigeminusneuralgien auf das räumliche Vorstellungsvermögen und auf das Gedächtnis bemerkbar machen. Eine Einschränkung beider Funktionen konnte beobachtet werden.

Berrill et al. (2013) führten eine Studie durch, in der die Annahme, dass chronisch entzündliche Darmerkrankungen sowie das Reizdarmsyndrom negative Auswirkungen auf die Geschwindigkeiten von motorischen Antworten, Gedächtnis und Intelligenz haben, getestet wurde. Die Ergebnisse der Tests konnten den Zusammenhang bei den 231 getesteten Patienten nicht bestätigen.

Tarasidis et al. (2015) publizierten einen Artikel, in der kognitive Dysfunktionen aufgrund von chronischen Rhinosinutis-assoziierten Schmerzen abhängig von ihrer Intensität aufgegriffen wurden. Resultat der Studie war eine Korrelation von der Intensität der Schmerzen mit der kognitiven Funktionseinbuße.

2.2 Schmerz

2.2.1 Definition

Die International Association for the Study of Pain definierte 1979 den Begriff "Schmerz" folgendermaßen:

"An unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage, or described in terms of such damage."

Das Schmerzerleben stellt in erster Linie eine Warnfunktion für eine mögliche Gewebeschädigung dar. 1994 wurde die Definition des Schmerzbegriffs ergänzt, um der Komplexität des Phänomens gerecht zu werden. Der Schmerz ist eine subjektive Wahrnehmung, dabei lernt jedes Individuum den Umgang mit dem Gebrauch dieses Begriffs durch eigene emotionale Erfahrungen. Nicht zwingend liegt dem Schmerzerlebnis eine Gefahr der Gewebeschädigung zu Grunde, eine psychologische Ursache kann sich ebenfalls dahinter verbergen (IASP, 1979).

Zwei mögliche Konstrukte werden im Zusammenhang mit dem Wort Schmerz verwendet, zum einen Schmerz als Wahrnehmungsinhalt eines Sinnessystems, die sogenannte Nozizeption. Dabei lösen potentiell schädigende Reize nozizeptive Reaktionen aus mit dem Ziel der Abwendung einer Gefahr. Zum anderen Schmerz als Krankheits- / Leidenszustand, ein Konstrukt, das vorzugsweise dann aufgeführt wird, wenn es zu einer Schmerzchronifizierung kommt (Ebinger, 2011).

2.2.2 Akute Schmerzen

Akute Schmerzen sind meist zeitlich begrenzt und gut lokalisierbar, meist haben diese eine Signal- und Warnfunktion und dienen dem Schutze vor weiteren Schädigungen. Nach Beseitigung der Schmerzursache erfolgt eine komplette Remission oder zumindest eine Linderung der Symptomatik.

2.2.3 Rezidivierende Schmerzen

Darunter werden regelmäßig wiederkehrende Schmerzen unklarer Ätiologie ohne erkennbare Organschädigung mit unterschiedlichen Frequenzen, Dauer und Intensitäten verstanden.

2.2.4 Chronische Schmerzen

Chronische Schmerzen bleiben bestehen, wenn eine Besserung der Symptomatik in der zu erwartenden Heilungszeit nicht gelungen ist. Definitionsgemäß besteht eine Chronifizierung, wenn die Schmerzen seit länger als sechs Monaten bestehen. Meistens sind diese Erscheinungen klar bestimmbar als Folge von anhaltenden organischen Verletzungen. Die Schmerzsymptomatik verselbstständigt sich dabei als Krankheitssyndrom. Der chronische Schmerz hat keine physiologische Funktion (Birbaumer und Schmidt, 2010).

Der Einfluss der Schmerzchronifizierung hat neben dem hohen Leidensdruck einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Psyche und den Lebensstil sowie auf die Teilhabe am sozialen Leben. Sozialer Rückzug und eine reaktive Depression können als Konsequenz resultieren (Zimmermann, 2011). Therapeutisches Ziel ist in diesem Zusammenhang das Erlernen von Bewältigungsstrategien im Umgang mit dem Schmerzerleben.

2.2.5 Somatischer und viszeraler Schmerz

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit des Schmerzes ist die Einteilung in somatische und viszerale Schmerzen abhängig von ihrer Lokalisation.

Somatische Schmerzen können weiterhin in Oberflächenschmerz und Tiefenschmerz eingeteilt werden. Oberflächliche Schmerzen sind meist stechend, gut lokalisierbar und zeitlich begrenzt, wohingegen tiefe Schmerzen eher als dumpf beschrieben werden sowie diffus verteilt mit Ausstrahlung in die Umgebung und demnach schwer zu lokalisieren.

Viszerale Schmerzen entstehen bei Ischämien, Distensionen oder Obstruktionen in Organen, dieser Schmerz ist ebenfalls nur grob zu lokalisieren (Birbaumer und Schmidt, 2010).

2.3 Kopfschmerzen

Kopfschmerzen werden klassifiziert in primäre und sekundäre Kopfschmerzen. Primäre Kopfschmerzen werden auch als idiopathische Kopfschmerzen bezeichnet und stellen keine Bedrohung für den Patienten dar, mit klinischen Untersuchungen und apparativer

Diagnostik können keine Ursachen für die Symptomatik gefunden werden. Zu den primären Kopfschmerzarten gehören in erster Linie Migräne, Spannungskopfschmerzen und trigeminoautonome Kopfschmerzen (Clusterkopfschmerz, SUNCT-Syndrom, Chronische paroxysmale Hemikranie).

Sekundäre Kopfschmerzen werden definiert als neu aufgetretene Kopfschmerzen, die im Zusammenhang mit einer anderen Erkrankung auftreten, von der bekannt ist, dass sie Cephalgien verursachen kann¹. Dazu zählen Schmerzen verursacht nach einem Schädel-Hirn- und HWS-Trauma, durch Gefäßstörungen, durch nicht vaskulär bedingte intrakranielle Störungen, durch Missbrauch einer Substanz oder durch deren Entzug, durch Infektionen, durch Störungen der Homöostase, durch Pathologien in Schädel, Hals, Augen, Ohren, Nase, Nasennebenhöhlen, Zähne, Mund oder Gesicht oder durch psychische Störungen². Häufigste Ursache sekundärer Kopfschmerzen im Kindesalter sind grippale Infekte. Unterschieden werden ebenfalls intrakranielle, kraniale und extrakranielle Ursachen (Ebinger, 2011).

Die Kriterien der IHS legen fest, dass ein Kopfschmerz chronisch ist, wenn an mindestens 15 Tagen im Monat für eine tägliche Dauer von mindestens 4 Stunden Kopfschmerzen bestehen. Darunter sind chronische Spannungskopfschmerzen, symptomatische chronische Kopfschmerzen und medikamenteninduzierte Dauerkopfschmerzen zu verstehen (Diener, 2003).

Die Inzidenz der Migräne zeigt einen Gipfel in der zweiten Lebensdekade, die Prävalenz der Migräne und anderer primärer Kopfschmerzarten nimmt mit der Einschulung zu, ein deutlicher Anstieg ist im Alter zwischen 10 und 15 zu beobachten. In der Pubertät liegt die Prävalenz der Kopfschmerzen bei 80%, die der Migräne bei 10% bis 20%. Außerdem ist eine höhere Prävalenz bei Mädchen zu erfassen.

In dem Projekt, aus dem die in dieser Arbeit analysierten Daten stammen, werden die folgenden Prävalenzen für primäre Kopfschmerzen bei Kindern im Alter von 5 bis 15 Jahren ermittelt (siehe Tab. 2) (Gunawan, 2014).

¹ Siehe dazu auch IHS Classification ICHD-II, Teil 2: Sekundäre Kopfschmerzerkrankungen (http://ihs-classification.org/de/02_klassifikation/03_teil2/)

² Siehe ebenda

Tab. 2: Prävalenzen für primäre Kopfschmerzen

Beschreibung	EPI-1 (2004)	EPI-2 (2005)	EPI-3 (2006)	EPI-4 (2007)	EPI-5 (2008)	EPI-6 (2011)
	N / %	N / %	N / %	N / %	N / %	N / %
teilnehmende Kinder	571	358	315	259	236	214
Kinder kennen Kopfschmerzen aus eigenem Erleben	305	266	268	234	204	202
> Prävalenzen für Kopfschmerzen (unabhängig von der Frequenz des Auftretens)	54,41%	74,30%	85,08%	90,34%	86,44%	94,39%
Kinder haben rezidivierende Kopfschmerzen	18	44	150	110	81	102
> Prävalenzen für <i>rezidivierende</i> Kopfschmerzen (1 x im Monat und häufiger)	3,15%	12,29%	47,62%	42,47%	34,32%	47,66%
Kinder haben chronische Kopfschmerzen	18*	6	10	10	6	9
> Prävalenzen für <i>chronische</i> Kopfschmerzen (15 mal im Monat und häufiger)	3,15%*	1,68%	3,17%	3,86%	2,54%	4,21%

Es zeigt sich, dass die meisten Kinder und Jugendlichen Kopfschmerzen aus eigenem Erleben kennen und dass bis zu 47,6% der untersuchten Kinder an wiederkehrenden Schmerzen leiden. Chronische Kopfschmerzen werden mit Prävalenzen von 2,5% bis 4,2% ermittelt.

Das wiederholte Leiden an Kopfschmerzen führt zu vermehrtem Schulversäumnis sowie zu Schlafstörungen, außerdem auch zu einem sozialen Rückzug. Kinder, die unter Migräne leiden, fühlen sich in ihrer Lebensqualität beeinträchtigt. Zirka 50% der Kopfschmerzpatienten berichten über eine spontane Besserung in der Pubertät oder im Erwachsenenalter, viele entwickeln allerdings im weiteren Verlauf rezidivierende Kopfschmerzen. Eine Chronifizierung der Migräne ist bei Patienten, die bereits im Kindesalter unter Migräneattacken litten, mit einem erhöhten Risiko vergesellschaftet (Ebinger, 2011).

2.3.1 Spannungskopfschmerzen

Unterschieden werden nach der Klassifikation der IHS zwei Formen von Spannungskopfschmerzen, zum einen der episodische Spannungskopfschmerz und zum anderen der chronische Spannungskopfschmerz.

Der *episodische Kopfschmerz* ist der häufigste Kopfschmerz definiert als mindestens 10 beobachtete Attacken und weniger als 180 Kopfschmerztage pro Jahr. Die Dauer der Schmerzen hält von 30 Minuten bis 7 Tage an. Gehäuft treten diese in der 2. und 3. Lebensdekade auf, wobei die Prävalenz mit zunehmendem Alter abnimmt. Charakteristika wie bilaterale Lokalisation, drückend, ziehend, nicht pulsierender Schmerzcharakter, leichte bis mittlere Schmerzintensität und keine Zunahme durch körperliche Aktivität sollten in mindestens zwei Fällen per definitionem erfüllt sein.

Der *chronische Kopfschmerz* erfüllt die gleichen Charakteristika an mindestens 15 Tagen pro Monat über mehr als 6 Monate. Zwei bis drei Prozent der Bevölkerung leiden unter der Chronifizierung ihrer Kopfschmerzen, von denen vor allem Frauen betroffen sind.

Die Kopfschmerzhäufigkeit nimmt bei Kindern und Jugendlichen zu, insbesondere Mädchen sind betroffen, wodurch die Fehlzeiten in der Schule zunehmen. Stress, fiebrige Infekte, Menstruation, muskuläre Fehlbelastungen, Angsterkrankungen, depressive Symptome, Schlafstörungen, muskuloskelettale Schmerzen und Medikamentenmissbrauch gehören zu den häufigsten Auslösern von Spannungskopfschmerzen. Außerdem konnten Störungen des Serotoninstoffwechsels, Erhöhung von NGF und Substanz P im Liquor, erhöhte Produktion von NO und erniedrigte Serotoninspiegel der Thrombozyten gemessen werden.

Häufig wurden Spannungskopfschmerzen bei OSAS mit begleitender arterieller und pulmonaler Hypertonie beobachtet, auch myofasziale Schmerzen, die klinisch dem Spannungskopfschmerz gleichen, konnten beobachtet werden. Myofasziale Afferenzen sind in der Lage zu zentralen Sensibilisierungen zu führen, dies führt zur Reduktion der Schmerzschwelle, die Schmerzreize auslösen, dabei kommt es zu für chronische Kopfschmerzen typischen Flexorreflexen.

Bei den episodischen Kopfschmerzen stehen die peripheren muskulären Mechanismen im Vordergrund. NO spielt eine wesentliche Rolle bei der Sensibilisierung von spinalen Neuronen in der Schmerzverarbeitung, ein primär afferenter Einstrom aus myofaszialen Afferenzen führt zu einer zentralen Sensibilisierung über NO-abhängige Prozesse mit Erniedrigung der Schmerzschwellen.

2.3.1.1 Diagnostik

Die Diagnose wird hauptsächlich über die körperliche Untersuchung sowie den Ausschluss von Differentialdiagnosen durch Zusatzuntersuchungen gestellt.

2.3.1.2 Differenzialdiagnosen

Zu den wichtigsten Differentialdiagnosen gehören die arterielle Hypertonie, Medikamentennebenwirkungen, Analgetika-induzierte Kopfschmerzen, der akute posttraumatische Kopfschmerz und langsam wachsende Tumoren. Außerdem sind

primäre Kopfschmerzsyndrome differenzialdiagnostisch abzugrenzen, die eine APDH, Hemicrania continua und die chronische Migräne einschließen.

Des Weiteren ist an ein chronisches Subduralhämatom, eine Sinusvenen- / Hirnvenenthrombose, an Liquorabflussstörungen, Pseudotumor cerebri, Liquorunterdruck, Arteriitis temporalis, oromandibuläre Dysfunktionen und kraniozervikale Übergangsanomalien zu denken.

2.3.1.3 Therapie des episodischen Kopfschmerzes

Die symptomatische Therapie mittels Analgetika steht therapeutisch im Vordergrund, dabei sollte eine maximale Einnahme von bis zu zehnmal im Monat nicht überschritten werden, um Analgetika-induzierte Kopfschmerzen zu vermeiden.

2.3.1.4 Therapie der chronischen Kopfschmerzen

Im Gegensatz zu der Therapie der episodischen Kopfschmerzen wird bei den chronischen Kopfschmerzen der Prophylaxe eine höhere Gewichtung beigemessen. Um eine Chronifizierung zu verhindern, werden Stressfaktoren eruiert und dadurch minimiert (Diener, 2003).

2.3.2 Migräne

Die Migräne ist charakterisiert durch periodisch auftretende Attacken von Kopfschmerzen, die mit autonomen Begleitsymptomen einhergehen. Ein Teil der Patienten leidet kurz vorher unter einer Aura.

Bei der Migräne mit Aura kommt es zu neurologischen Reiz- und Ausfallerscheinungen, Plus- oder Minussymptomatik, die sich unterschiedlichen kortikalen Arealen oder dem Hirnstamm zuordnen lassen. Symptome wie Sehstörungen, Skotome, Fortifikationen, Hemianopsien, Dysästhesien, Parästhesien, Paresen und neuropsychologische Defizite sprechen für eine kortikale Symptomatik. Paraparesen, Schwindel mit Nystagmus, Ataxie und Doppelbilder gehen mit einer Symptomatik aus dem Bereich des Hirnstamms einher. Beginn der Aura ist meist innerhalb von 5 bis 20 Minuten, dabei sistieren die Beschwerden innerhalb der ersten Stunde. Parallel oder im Anschluss kommt es zum Eintritt der Kopfschmerzen sowie der begleitenden Erscheinungen.

Von einer komplizierten Migräne wird gesprochen, wenn die neurologischen Herdsymptome nach sieben Tagen weiterhin persistieren oder eine ischämische Läsion im CCT oder MRT nachgewiesen und andere Ursachen einer Ischämie ausgeschlossen werden können (Diener, 2003).

Mit einer Prävalenz von 2% bis 5% leiden Kinder an einer Migräne, dabei sind beide Geschlechter im gleichen Ausmaß betroffen. In 50% der Fälle kommt es zum Sistieren der Symptomatik in der Pubertät. Migräne bei Kindern sind in ihrer Intensität so stark, dass sie Aktivitäten behindern, die Attacken sind in ihrer Länge meist kürzer als bei Erwachsenen, die Schmerzlokalisierung wird von Jugendlichen und Erwachsenen als unilateral beschrieben, die Schmerzqualität als pochend-hämmernd, Kinder empfinden die Schmerzen meist bifrontal oder bitemporal, oft ist die Kopfhaut berührungsempfindlich. Begleitend werden öfter Osmophobien beschrieben, diese stehen im Kindesalter mehr im Vordergrund als Photo- und Phonophobien. Abdominelle Begleiterscheinungen wie Vomitus, Emesis sowie Bauchschmerzen sind oft stark ausgeprägt, außerdem neigen Kinder dazu, während ihrer Migräneattacke einzuschlafen und beschwerdefrei wieder aufzuwachen.

15% bis 30% leiden im Kindesalter an einer Migräne mit Aura, d.h. mindestens zwei bis zu 72 Stunden andauernde Attacken, mindestens zwei Charakteristika sind bezüglich alterstypischer Lokalisation, pulsierendem Charakter, mittlerer oder starker Intensität und der Verstärkung durch körperliche Aktivität erfüllt. Außerdem sollte mindestens eins der Begleitphänomene wie Übelkeit / Erbrechen sowie Photo- und Phonophobie geboten werden. Die Aura besteht aus reversiblen kortikalen oder pontinen Symptomen, die eine Dauer zwischen 5 und 60 Minuten haben, homonyme visuelle Symptome und unilaterale sensible Symptome gehören zusätzlich zu den Diagnosekriterien (unilaterale Flimmerskotome oder Fortifikationsspektren, Kribbelparästhsien, Dysphasie oder motorische Schwäche bei einer hemiplegischen Migräne).

Bei der Migräne vom Basilaris-Typ werden Vertigo, Tinnitus, Hypakusis, Dysarthrie, Diplopie, Sehstörungen beider Gesichtsfelder, Ataxie, Vigilanzstörungen oder bilaterale sensible Störungen beschrieben. Weitere Formen sind das Alice-in-Wonderland-Syndrom mit Halluzinationen und die konfusionelle Migräne oder footballer's migraine, die mit Verwirrtheit, Agitiertheit, Aggressivität und Aphasie verbunden sind.

Vor den Migräneattacken können Prodromi auftreten wie Gereiztheit, Hochstimmungen, Müdigkeit oder Tatendrang sowie Appetitlosigkeit oder Heißhunger, Harndrang oder Harnretention, Verschwommensehen, Licht- oder Lärmempfindlichkeit sowie Gähnen oder Blässe (Diener, 2003; Ebinger, 2011).

2.3.2.1 Schmerzentstehung

Die Schmerzen entstehen an den Meningen nach Freisetzung vasoaktiver Neuropeptide aus trigeminalen Fasern. In Studien konnte ein Anstieg von vasoaktiven Neuropeptiden wie Calcitonin Gene Related Peptide (CGRP) während einer Migräneattacke und ein Abfall nach Applikation von DHE oder Sumatriptan nachgewiesen werden. Die V. jugularis externa gehört zu dem venösen Abflussgebiet der Meningen, die von CGRP-haltigen Fasern des N. trigeminus versorgt werden. Es kommt also während einer Attacke zur Aktivierung des trigeminovaskulären Systems. Erhöhte Messergebnisse des vasointestinalen Peptids VIP konnten zusätzlich bei Cluster-Kopfschmerzen oder der paroxysmalen Hemikranie gemessen werden, so dass eine Aktivierung anderer Fasern anzunehmen ist. Die Stimulation einzelner Hirnstammkerne können den zerebralen Blutfluss nachhaltig beeinflussen. Eine deutliche Abnahme des Blutflusses durch einen α_2 -Adrenorezeptor vermittelten Mechanismus konnte v.a. im Bereich des Cortex bei Stimulation des Ncl. Coeruleus gemessen werden. Ein deutlicher Anstieg der Blutversorgung war außerdem bei Stimulation des Ncl. Raphe dorsalis zu beobachten. Es kommt also zu einer Aktivierung der trigeminalen Kerne.

Migränespezifisch ist die Aktivierung zentraler Hirnstammbereiche um das periaquäduktale Grau. Im PET-CT war ersichtlich, dass auch nach Gabe von Sumatriptan die Hirnstammbereiche aktiviert blieben, erst bei Schmerzfreiheit war ein Rückgang zu sehen. Die Funktion des periaquäduktalen Graus ist antinozizeptiv, deszendierend inhibitorisch. In diesem Bereich werden eingehende nozizeptive Impulse bei Erreichen einer spezifischen Schmerzschwelle an höhere Strukturen weitergeleitet. Es hat demnach die Funktion einer Initiierung (Synonym) von Migräneattacken. Die schmerzleitende Struktur konnte proximal des Trigeminusganglions dargestellt werden. Eine verstärkte Expression von c-fos-Onkogen, einem Marker für zelluläre Aktivierung, konnte in den trigeminalen Kernen, im Dorsalhorn und auf Höhe von C1 und C2 beobachtet werden. Diese Neurone werden auch bei Stimulation des N. occipitalis stimuliert, d.h. diese Neuronen erhalten Impulse von supraspinal und aus der Nackenregion. Die von den Patienten beschriebenen aufsteigenden Schmerzen

kommen dadurch zustande, dass bei Aktivierung identischer Neurone die Schmerzen in die Nackenregion projiziert werden.

2.3.2.2 Pathophysiologie

Intrakraniell sind wenige Strukturen in der Lage nozizeptive Impulse zu generieren. Piale Gefäße, große venöse Sinus und die Dura mater sind umgeben von unmyelinisierten Fasern und sind daher in der Lage Schmerzimpulse zu empfinden. Zum Teil sind große venöse Sinus von dünn myelinisierten Fasern umgeben, diese können ebenfalls Schmerzen wahrnehmen. Die unmyelinisierten Fasern entstammen dem ersten ophthalmischen Abschnitt des Trigeminalganglions und den zervikalen Hinterwurzeln in der hinteren Schädelgrube. Substanz P und Calcitonin-gene-related-peptide werden als vasoaktive Substanzen nach Aktivierung der Fasern der Neurone aus dem Trigeminalganglion freigesetzt. Außerdem werden die Gefäße mit parasymphatischen und sympathischen Fasern versorgt, die sowohl eine Vasokonstriktion als auch eine Vasodilatation bewirken können.

2.3.2.3 Therapie der Migräne

Die Migränetherapie richtet sich nach der Symptomatik des Patienten. Eingesetzt werden neben Allgemeinmaßnahmen Analgetika, NSAR und ASS, Ergotamin sowie DHE als vasokonstriktive Substanzen, die die neurogene Entzündung inhibieren und Triptane, die postsynaptische vasokonstriktive 5-HT_{1B/1D}-Rezeptoren auf der Oberfläche der glatten Gefäßmuskulatur aktivieren.

Im Kindesalter ist therapeutisch die Applikation von Triptanen (5-HT_{1B/D}-Agonisten) nahezu unwirksam, da im Kindesalter eine Ausreifung von Serotoninrezeptoren noch nicht stattgefunden hat. Es ist davon auszugehen, dass die Ausreifung nach dem 12. Lebensjahr komplettiert ist.

2.3.2.4 Migräneprophylaxe

Eine Migräneprophylaxe ist indiziert, wenn mehr als zwei therapieresistente Migräneanfälle monatlich auftreten oder wenn mehr als eine Attacke mit einer Dauer über 48 h auftritt. Der ausbleibende Therapieerfolg in der Akutversorgung kann neben komplizierten Migräneattacken und sozialen oder beruflichen Beeinträchtigungen eine Indikation für eine Migräneprophylaxe darstellen.

Sinnvoll ist vor Beginn der Prophylaxe das Führen eines Kopfschmerztagebuchs, so dass die Attackenfrequenz und die eingenommene Schmerzmedikation genauso wie der Therapieerfolg objektivierbar sind. Mit den eingesetzten Substanzen und Methoden können eine Reduktion der Attackenfrequenz um ca. 50% sowie z. T. eine Reduktion der Attackenintensität erzielt werden (Diener, 2003).

Der Ansatz der Prophylaxe ist die Beeinflussung der zentralen Nozizeptionsschwelle, die Reduktion der kortikalen und pontinen Aktivierbarkeit. Der genaue Wirkungsmechanismus ist unbekannt. Mittel der Wahl sind Betablocker wie Metoprolol, Propranolol oder Bisoprolol, Calciumkanalblocker wie Flunarizin oder Antikonvulsiva wie Valproat und Topiramat. Als Mittel der zweiten Wahl ist auch die Applikation von ASS und NSAR möglich. Die Dauer der Prophylaxe sollte zunächst mindestens 3 bis 5 Monate betragen, bevor eine Umstellung auf ein anderes Präparat sich bei ausbleibendem Therapieerfolg anschließt. Bei der Prophylaxe der kindlichen Migräne stehen Verhaltenstherapie und die Behandlung der Triggerfaktoren im Vordergrund. In der medikamentösen Therapie können ebenfalls Betablocker wie Propranolol oder Metoprolol sowie Flunarizin als Calciumantagonist eingesetzt werden. Amitriptylin, Valproat und Dihydroergotamin können ebenfalls verabreicht werden.

2.3.3 Medikamenteninduzierter Kopfschmerz

Der medikamenteninduzierte Kopfschmerz wird unterschieden in den akuten innerhalb von 12 Stunden nach Einnahme einer Substanz hervorgerufenen Kopfschmerz, der beidseitig frontotemporal lokalisiert ist, pulsiert und binnen 72 Stunden sistiert, und in einen chronischen Kopfschmerz infolge einer Schmerzmitteleinnahme an mehr als 15 Tagen pro Monat, die nach Entzug zu einer kompletten Remission oder zumindest zu einer Reduktion der Kopfschmerztage um 50% im Monat führen. Charakteristisch für den chronischen dumpf-drückenden Schmerz ist eine leichte bis mittelschwere Intensität und ebenfalls die bilaterale Lokalisation.

Die Schmerzreduktion oder Schmerzbefreiung verstärkt den weiteren Missbrauch von Analgetika. Es stellt sich nun die Frage welche Substanzen derartige Kopfschmerzen mit welcher Frequenz nach sich ziehen, Migräne-Patienten stellen vor Patienten mit Spannungskopfschmerzen die größte Gruppe dar. Es werden demnach Analgetika-Kopfschmerzen, Kopfschmerzen nach Ergotamin-Missbrauch und Triptan-induzierte

Kopfschmerzen beschrieben (Diener, 2003). Therapeutisch stehen der Entzug im Vordergrund und die symptomatische Therapie des Entzugs.

2.3.4 Trigeminoautonomer Kopfschmerz

Zu den häufigsten trigeminoautonomen Kopfschmerzen gehören die Clusterkopfschmerzen, die chronische paroxysmale Hemikranie, die Hemicrania continua und das SUNCT-Syndrom. Dieser Kopfschmerz geht einher mit kurz andauernden Schmerzattacken und Begleitsymptomen wie Lakrimation, konjunktivale Injektion, Rhinorrhö, nasale Kongestion und Lidschwellung (Diener, 2003).

Trigeminoautonome Kopfschmerzen werden im Kindes- und Jugendalter selten beschrieben, wobei v.a. Jungen davon betroffen sind. Die Schmerzintensität wird als sehr stark angegeben, dauert für eine kurze Weile an (15 Min bis 180 Min) mit einer Attackenfrequenz bis zu acht Mal am Tag und sind oft einseitig orbital, supraorbital oder temporal lokalisiert (Ebinger, 2011). Die Diagnose wird durch die Anamnese und die klinische Untersuchung gestellt.

Differenzialdiagnostisch ist ein computertomographischer Ausschluss intrakranieller Raumforderungen notwendig, da trigeminoautonome Cephalgien nicht selten symptomatisch sind und im Rahmen von frontalen / okzipitalen und cerebellären Kopfschmerzen liegen (Diener, 2003).

2.3.5 Häufigste Ursachen für Kopfschmerzen im Kindesalter

Genaue pathophysiologische Zusammenhänge sind sowohl bei primären als auch bei sekundären Kopfschmerzarten unklar.

Die Vorstellung der Cortical Spreading Depression – d.h. die Reduktion des kortikalen Blutflusses steht beim Migränekopfschmerz im Vordergrund. Bei der CSD führt eine fokale Stimulation zu einer kortikalen Suppression. Die während der CSD freigesetzten Metabolite aktivieren leptomeningeale trigeminovaskuläre Afferenzen, welche an den Nervenendigungen der Pia mater und an der Dura mater zur Freisetzung von Calcitonin gene-related peptide führen. Diese vasoaktiven Peptide veranlassen eine perivaskuläre Entzündung mit der Folge einer vermehrten Aktivierung von Nozizeptoren. Diese

anhaltende Stimulation führt zu einer Sensibilisierung der nozizeptiven Afferenzen, so dass während Migräneattacken eine berührungsempfindliche Kopfhaut die Folge ist.

2.4 Bauchschmerzen im Kindesalter

2.4.1 Definition

Akute Abdominalschmerzen sind Schmerzempfindungen, die gekennzeichnet sind durch den plötzlichen Beginn und durch die unscharfe Begrenzung. Chronische Bauchschmerzen sind definiert als 3 oder mehr beeinträchtigende Schmerzepisoden in einem Zeitraum von 3 Monaten. Eine Einteilung dieser abdominellen Beschwerden ist nach der Schmerzlokalisation in Ober- oder Unterbauch oder nach der Schmerzqualität möglich. Spezielle Formen sind Koliken, die als wellenförmige Schmerzempfindungen dargestellt werden und Tenesmen, die stechend und mit Stuhldrang beschrieben werden.

Nach den ROM-III-Kriterien wird der Begriff chronisch für eine Dauer von 2 Monaten beschrieben, akute Schmerzen werden auf eine Dauer von weniger als 4 Wochen begrenzt. Zusätzliche Symptome wie Fieber, Ikterus, Diarrhoen oder Obstipation, Vomitus oder Emesis, Meteorismus, Singultus, Foetor ex ore sowie Kopf- und Rückenschmerzen können neben der Schmerzqualität, dem Alter, Geschlecht, Schmerzlokalisation und Schmerzausstrahlung eine Differenzierung in akut oder chronisch vereinfachen. Wichtig ist insbesondere die Entscheidung ob ein akutes Abdomen vorliegt sowie ob Warnzeichen für eine ernste zugrundeliegende Erkrankung gegeben sind.

Ursprünge von Bauchschmerzen können zentral oder peripher bedingt sein. Von zentralen Bauchschmerzen wird gesprochen bei einer Migräne abdominale, einer zentral modulierten viszerale Hyperalgesie sowie bei ZNS-Erkrankungen, die mit Bauchschmerzen einhergehen (unklare Abdominalschmerzen bei Kindern mit ZNS-Schäden, Stress-Menschen etc.). Peripher sensorisch bedingte Bauchschmerzen werden durch Erregung von Mechanorezeptoren (Dehnung des Lumens, Zerren am Mesenterium), Nozizeptoren (Durchblutung und Entzündung) sowie Chemorezeptoren verursacht. Hinzu kommt der peritonitische Schmerz, der durch eine ineffektive

Peristaltik oder durch Stenosen, Fisteln oder postoperative Komplikationen bis hin zum Kompartment-Syndrom begründet wird.

2.4.2 Pathophysiologie

Unterschieden werden sensorische somatische Schmerzen und vegetativ viszerale Schmerzen, somatische Schmerzen kommen durch Reizung von Schmerzrezeptoren im Peritoneum, in der Pleura oder in der Haut zustande. Die Schmerzqualität ist dabei stechend oder schneidend. Die Erregung vegetativer Fasern der Nn. splanchnici führt zu viszeralen Schmerzen, die Erregung der Nervenfasern kann durch Distension von Hohlorganen, Ischämie sowie Obstruktionen zu viszeralen Schmerzen führen. Die Afferenzen werden über beide Spinalwurzeln im Rückenmark umgeschaltet, dabei ist die genaue Lokalisation des Schmerzes schwierig, die Schmerzqualität wird als dumpf und quälend empfunden. Der viszerale Schmerz ist in der Regel mit Übelkeit, Blässe, Koliken und Kreislaufbeteiligung sowie Schweißausbruch vergesellschaftet.

2.5 Auswirkungen chronischer körperlicher Erkrankungen auf Schule und Unterricht

Kinder und Jugendliche mit chronischen körperlichen Erkrankungen sind in schulbezogenen Leistungen im Mittel mäßig stark beeinträchtigt. Stärkste Beeinträchtigungen fielen auf, wenn Gehirn und motorische Funktionen / Kontrollen betroffen sind, bei anderweitigen Erkrankungen sind kleine Beeinträchtigungen zu beobachten gewesen, v.a. als Folge von krankheitsbedingten Abwesenheiten. Es ist ebenfalls von den Ressourcen und Kompetenzen der Schüler abhängig, inwiefern eine eigenaktive Bewältigung der Herausforderungen verfügbar ist.

Der Schule kommt bei chronisch erkrankten Kindern eine besondere Bedeutung zu, da sie eine Aussicht auf Erfolg und Entwicklung gibt und sie einen Sozialraum darstellt, der Zugang zu einer Gemeinschaft verschafft. Welche Auswirkungen ein chronisches Leiden auf die Leistungsfähigkeit besitzt, hängt von den Coping-Strategien der Betroffenen ab, von der kontinuierlichen Auseinandersetzung mit dem Krankheitsgeschehen, von ihrer Begleitsymptomatik sowie von den notwendigen medizinisch-therapeutischen Maßnahmen, die zusätzliche Belastungsempfindungen bewirken können.

In den Schulen können situationsadaptiert individuelle Regelungen mit z.B. durch Einbringen von zusätzlichen Ruhepausen sowie Anpassung des Lernumfangs an die verfügbare Freizeit eine Maßnahme zur Vorbeugung von frühzeitigen Erschöpfungserscheinungen sein. Für die Lehrenden gilt in diesem Zusammenhang die Herausforderung für diese Kinder einen so individuell wie nötigen, jedoch auch so normal wie möglichen Alltag herzustellen (Pinquart, 2013).

2.6 Fragestellungen und Hypothesen

Ziel dieser Dissertation ist zum einen der Gewinn von neuen Referenzdaten und Normwerten für verbale Lern- und Merkfähigkeitsleistungen in der siebten Klasse bei Kindern mit rezidivierenden Schmerzen. Nur so ist es möglich in Zukunft das Abschneiden der Kinder in diesem Test einzustufen und zu bewerten. Außerdem soll überprüft werden, ob und wenn ja, wie sich funktionelle Kopf- und/oder Bauchschmerzen auf diesen Teilbereich der Aufmerksamkeit auswirken. Bislang liegen vorwiegend Daten zu dem Thema aus Untersuchungen an Erwachsenen vor.

In der vorliegenden Arbeit werden Abrufleistungen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Schmerzrezidivität und Schmerzintensität untersucht, schneiden Mädchen besser in kognitiven Tests ab als Jungen? Nehmen die durchschnittlichen Leistungen mit dem Alter zu oder spielt ein hormoneller Einfluss aufgrund der Pubertät eine Rolle bei den Testergebnissen? Es werden bekannte lernspezifische Effekte überprüft.

Mit Hilfe der testspezifischen, schmerzspezifischen und geschlechtsspezifischen Hypothesen erfolgt die Prüfung wie Schmerzintensität, Schmerzrezidivität und das Geschlecht Einfluss nehmen auf kognitive Leistungen.

3. Methodik

3.1 Aufbau der Studie

Das Forschungsprojekt „Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen bei Kindern und Jugendlichen mit und ohne Schmerzerfahrungen“ der Klinik und Poliklinik für Neurologie des Universitätsklinikums Essen steht unter der Supervision von Herrn Prof. Dr. Hans Christoph Diener und wird von Frau Dr. Gabriele Ostkirchen geleitet.

Prospektive, epidemiologische und experimentelle Forschungsstrategie

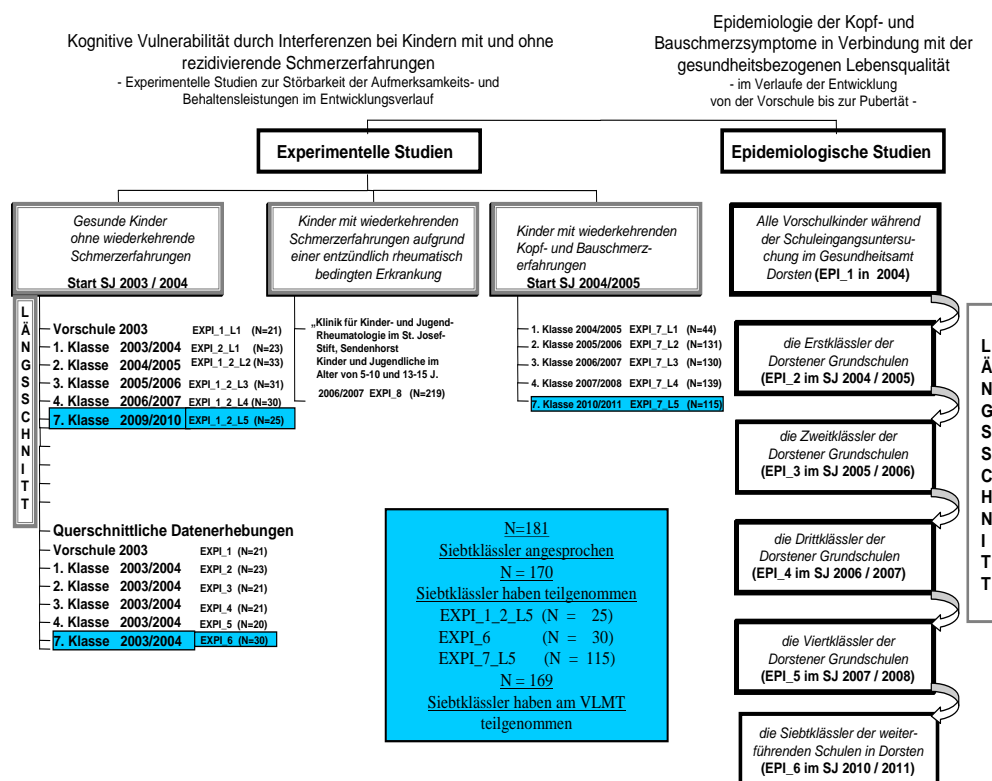


Abb. 7: Übersicht über die Gesamtstudie

Bei dieser Studienreihe handelt es sich um eine im Jahre 2003 entwickelte, zweiteilige Längsschnittstudie. Die Stichprobe besitzt festgelegte Merkmale und wird über einen definierten längeren Zeitraum beobachtet, Messdaten werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben. Die Studie teilt sich in einen experimentellen und in einen epidemiologischen Teil. Im experimentellen Teil prüft diese Studie den Zusammenhang von rezidivierenden Schmerzen, die durch eine rheumatoide Arthritis oder durch rezidivierende Kopf- und/oder Bauchschmerzen verursacht werden, mit Aufmerksamkeits- und Merkfähigkeitsleistungen (siehe Übersicht in Abb. 7).

In den experimentellen Studien wurden 471 Jungen und 560 Mädchen auf eine entwicklungsabhängige Störbarkeit von Aufmerksamkeits- und Behaltensleistungen durch Schmerzen untersucht. Die insgesamt 1031 Kinder wurden je vier bis sechs Stunden getestet und es folgte eine Unterteilung in drei Teilgruppen: Kinder ohne rezidivierende Schmerzerfahrung (Kontrollgruppe), Kinder mit wiederkehrenden, funktionellen Kopf- und Bauchschmerzen sowie Kinder mit wiederkehrenden, organischen Schmerzen durch eine Rheumatoide Arthritis. Die experimentellen Teilstudien (EXPI_1 bis EXPI_6 und EXPI_7_L1) begannen mit dem Schuljahr 2003/2004 und endeten mit der letzten Erhebung (EXPI_7_L5) im Schuljahr 2010/2011. Die klinische Teilstudie EXPI-8 wurde in der Kinder- und Jugendrheumatologie im St. Josef-Stift in Sendenhorst von 2006 bis 2007 konsekutiv an Kindern mit einer Erkrankung aus dem rheumatischen Formenkreis erhoben (siehe Abb. 1).

Die epidemiologische Studienreihe gibt Auskunft über die Prävalenz von Kopf- und Bauchschmerzen in Verbindung mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Ostkirchen et al. 2006). Die Studien begannen im Vorschulalter im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung im Jahre 2004, es folgten weitere Untersuchungen in der ersten, zweiten, dritten, vierten und siebten Klasse (EPI_1 in 2004 bis EPI_6 in 2011).

Das Votum der Ethikkommission (Nr. 03-2345, Datum 21.01.2004, Vorsitzender Herr Prof. Dr. K.-H. Jakobs) liegt vor.

3.2 Durchführung der Datenerhebung

An der Datenerhebung nahmen Kindergärten, Grund- und weiterführenden Schulen in Dorsten und Schermbeck sowie die Kinder- und Jugendrheumatologie am St. Josef-Stift in Sendenhorst teil.

Vor Studienbeginn lagen die Zustimmungen und Einverständniserklärungen zur Studienteilnahme vom Schulrat, den jeweiligen Schulen, den Eltern und den Schülern schriftlich vor. Mit Hilfe der Elternfragebögen FSEKB-E und Kinderfragebögen FSEKB-K konnten allgemeine Informationen zur Gesundheit der Kinder und der relevanten Symptome von primären Kopf- und funktionellen Bauchschmerzen erfasst werden (Ostkirchen et al., 2006). Die Fragebögen halten sich dabei an die Kriterien der International Headache Society (IHS, 2004) sowie an die Rom-III-Kriterien (2006) und wurden mit Hilfe des Lebensqualitätsfragebogens KINDL-R (Ravens-Sieberer et al., 2003) und Fragen zur

Ausbildung, zur beruflichen Situation und dem Familieneinkommen der Eltern/Erziehungsberechtigten (gemäß Bundes-Kinder-und-Jugendsurvey des Robert-Koch-Institutes) ergänzt (Ostkirchen et al., 2006).

Die Datenerhebung erstreckte sich pro Proband innerhalb von vier bis sechs Unterrichtsstunden, dabei wurde die Testung an verschiedenen Tagen durchgeführt um eine ausdauernde Konzentrations- und Leistungsfähigkeit der Kinder zu gewährleisten und Verzerrungen der Leistung zu umgehen. Der Testablauf und die Zeitplanung ist in Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3: Testablauf und Zeitplanung

Schulstunde	Testinhalt	Dauer
1. Stunde	Einführung in die Motivationsgeschichte der Familie Aralamos	10 Min.
	Einverständnis des Kindes	5 Min.
	HAWIK-III (Zahlen nachsprechen, Gemeinsamkeiten finden, Zahlensymbol-Test, Mosaiktest)	30 Min.
2. Stunde	VLMT unter retroaktiven Bedingungen	20 Min.
	FWIT: 3 Durchgänge	15 Min.
	TAP: Alertness, normale Bedingung	10 Min.
3. Stunde	VLMT unter proaktiven Bedingungen	20 Min.
	TAP: Go-NoGo, Inkompatibilität, Intermodaler Vergleich	20 Min.
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	5 Min.
4. Stunde	BOBIT-Bindungstest	20 Min.
	TAP: Reaktionswechsel, geteilte Aufmerksamkeit	15 Min.
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	5 Min.
5. Stunde	Kinderfragebogen	20 Min.
	TAP: Alertness unter Zeitdruck und Wettbewerb	10 Min.
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	15 Min.
6. Stunde	KINDL-Catscreen-Version	20 min.
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	20 min.
	Nachfragen, Dank und Verabschiedung	5 Min.

3.3 Beschreibung der Stichprobe

Die vorliegende Arbeit fokussiert die Leistungen der Kinder in der Schulklasse 7, die gesamte Stichprobe der angesprochenen Siebtklässler umfasst einen Datenpool von 181 Schülern, wovon 88 Probanden dem männlichen Geschlecht und 93 dem weiblichen zugeordnet werden konnten (siehe Tab. 4). 12 haben nicht an dem Test VLMT (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest) unter retroaktiver Interferenz teilgenommen. Die Analysestichprobe für den VLMT enthält demnach N=169 Schüler. Das Durchschnittsalter der Jungen und Mädchen liegt etwa bei 13,5 Jahren.

Tab. 4: Übersicht über die Stichprobe der Siebtklässler

unabhängige Faktoren	Jungen	Mädchen	fehlende Angabe	Gesamt
angesprochene Siebtklässler	88	93		181
Teilnahme an der experimentelle Untersuchung	84	86	11	170
Teilnahme am VLMT - retroaktive Interferenz	83	86	12	169
Rezidivität des Schmerzerlebens	78	82	9	160
> rezidivierende Schmerzen	26	39		65
>> rezidivierende Kopfschmerzen	8	9		17
>> rezidivierende Bauchschmerzen	3	7		10
>> rezidivierende Kopf- und Bauchschmerzen	15	23		38
>> keine Angaben zur Schmerzrezidivität	5	4	9	
> keine rezidivierende Schmerzen	52	43		95
Schmerzintensität	83	86		169
> niedrige Schmerzintensität	45	32		77
> hohe Schmerzintensität	38	54		92

Es haben 160 Schüler Angaben zur Schmerzrezidivität und 169 zur Schmerzintensität gemacht (siehe Abb. 8). Kinder mit rezidivierenden Schmerzen gaben Kopf- und/oder Bauchschmerzen in einer Häufigkeit von mindestens einmal pro Monat an. Kinder ohne rezidivierende Schmerzen gaben weniger als einmal pro Monat Schmerzen an. Die Gruppen zur Schmerzintensität wurden mit Hilfe der VAS-Skala mit Schmerzstärken von null bis zehn ermittelt, wobei die Intensitätsgruppen unterschieden werden in „niedrige Schmerzintensität“ und „hohe Schmerzintensität“.



Abb. 8: Geschlechterverteilung der Jungen und Mädchen, die am VLMT teilgenommen haben (links), eine Angabe zur Schmerzrezidivität (mittig) und zur Schmerzintensität gemacht haben (rechts).

3.4 Beschreibung des Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstests (VLMT)

Der VLMT (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest) ist eine Übersetzung und Weiterentwicklung des AVLMT (Auditory verbal learning test). Dieser Test wird im Rahmen der Gedächtnisdiagnostik eingesetzt und dient der Erfassung des verbalen, deklarativen

und episodischen Gedächtnisses. Sowohl Aspekte des Kurzzeitgedächtnisses als auch solche des Langzeitgedächtnisses werden mit diesem Test gemessen (Ptok et al., 2004).

Eine Lern- und Interferenzliste, die sich jeweils aus 15 semantisch unabhängigen Wörtern zusammensetzen sowie eine Wiedererkennliste, die alle Wörter der Lern- und Interferenzliste und 20 weitere Wörter enthält, sind Bestandteile des VLMT. Dabei bringen 10 der 20 weiteren Wörter semantische Ähnlichkeit zur Lern- bzw. Interferenzliste mit sich, die anderen zehn ähneln durch ihre Phonetik (Helmstaedter et al., 2001).

Zielgruppe des VLMT sind Patienten in neurologischen, neurochirurgischen und psychiatrischen Kliniken, Reha-Zentren sowie Patienten in klinisch-psychologischen Beratungsstellen. Außerdem findet der Test Verwendung im Rahmen von beruflichen Begutachtungen von Gedächtnisleistungen. Der VLMT als Leistungstest ist ab einem Alter von sechs Jahren als klinisch, neuropsychologisches Verfahren und reines leistungsdagnostisches Verfahren einsetzbar. Dabei ist von Vorteil, dass durch das einfache Testmaterial und den strukturierten Testablauf nur wenige Einschränkungen bezüglich der Anwendbarkeit zu berücksichtigen sind. Zu beachten ist jedoch, dass der VLMT als Leistungstest bei jüngeren Probanden mit überdurchschnittlicher Intelligenz zu Deckeneffekten führen kann (v.a. im fünften Lerndurchgang und im Wiedererkennungsdurchgang). Liegen simultan weitere kognitive Störungen vor wie z.B. Aufmerksamkeitsstörungen oder Sprachstörungen, die die Leistungen im VLMT beeinflussen können, sollte dieser Test nicht als Einzeltest verwendet werden (Helmstaedter et al., 2001).

Desweiteren ist in Betracht zu ziehen, dass der VLMT das verbale, deklarative und episodische Gedächtnis erfasst, er deckt also keine Störungen des beispielsweise Arbeitsgedächtnisses, des figuralen, semantischen oder prozeduralen Gedächtnisses auf. Überdurchschnittliche Ergebnisse im VLMT sind entsprechend relativ zu bewerten und bestätigen nicht, dass keine Gedächtnisstörungen bestehen (Helmstaedter et al., 2001).

3.4.1 Durchführung

Der VLMT ist ein rein verbal, auditiver Einzeltest, der mit einer Lernphase beginnt. Die Lernphase beinhaltet fünf Lerndurchgänge (Dg1-Dg5), dabei wird eine Lernliste A

bestehend aus 15 Wörtern vom Untersucher in der gleichen Reihenfolge im 2-Sekunden-Rhythmus ohne Betonung vereinzelter Wörter vorgelesen. Nach jeder Präsentation der Lernliste (Dg1 – Dg5) erfolgt durch den Probanden die freie Reproduktion der vorgelesenen Wörter bis zur Erhebung der Lernleistung (Dg5) (Helmstaedter et al., 2001). Die Reihenfolge der Darbietung spielt dabei keine Rolle (Ptok et al., 2004).

In der vorliegenden Arbeit wird die retroaktive Interferenz getestet, d.h. nach der Lernphase wird einmalig die Interferenzliste B vorgelesen und abgerufen. Es schließt sich die freie Abrufleistung der Lernliste nach Interferenz (Dg6) ohne erneute Darbietung der Lernliste an. Nach einer zeitlichen Verzögerung von 30 Minuten wird ohne Präsentation der Wörter die Abrufleistung abgefragt (Dg7).

Im Rahmen der Testung erfolgte zudem eine Untersuchung der Abrufleistungen unter proaktiven Bedingungen, dabei wurde den Schülern die Interferenzliste B direkt nach dem ersten Lerndurchgang Dg1 dargeboten. Anschließend wurde die Abrufleistung nach Interferenz Dg6 ohne erneute Darbietung der Lernliste A geprüft. Es folgten die Lerndurchgänge Dg2 bis Dg5 und die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung ebenfalls ohne erneute Wortdarbietung.

Sowohl unter retroaktiver Interferenz als auch unter proaktiver Interferenz werden dem Probanden die zufällig angeordneten Wörter der Lern- sowie diejenigen der Interferenzliste und weitere vorher nicht genannte Wörter (Wiedererkennliste mit den 15 Wörtern der Lernliste, den 15 Wörtern der Interferenzliste und 20 semantisch oder phonetisch ähnlichen Wörtern) vorgelesen. Der Proband hat in dem Wiedererkennungsdurchgang die Aufgabe, die 15 Wörter der Lernliste A mittels JA-/NEIN-Antworten herauszufiltern (Helmstaedter et al., 2001).

3.4.2 Auswertung

Sowohl für die Durchgänge Dg1 bis Dg7 als auch für den Interferenzdurchgang werden die richtig wiedergegeben Wörter zusammengezählt und die Summe auf einem Protokollbogen vermerkt. Entsprechend der Fehlerarten werden die Fehler aufgezählt und protokolliert, dabei werden

- *Falsch Positive (FP)*, also Wörter, die weder in der Lern- noch in der Interferenzliste vorkommen, von

- *Perseverationen (P)*, d.h. Mehrfachnennungen derselben Wörter während eines Lerndurchgangs unabhängig von der dargebotenen Lernliste und
- *Interferenzen (In)*, also Wörter aus der jeweils nicht relevanten Wortliste (Lern- oder Interferenzliste)

unterschieden. Interferenzen können nur in den Durchgängen Dg6 und Dg7 nach Darbietung der Interferenzliste auftreten, Falsch Positive Nennungen und Perseverationen können in allen Durchgängen auftreten.

Bei der Auswertung der Wiedererkennungslleistung werden alle richtig wiedererkannten Wörter der Lernliste zusammengezählt und deren Summen protokolliert. Hierbei können Interferenzen und Falsch Positive Nennungen auftreten. Das Nicht-Wiedererkennen von Worten der Wiedererkennensliste wird nicht als Fehler gewertet. Eine separate Auswertung von semantisch und phonetisch ähnlichen, falsch-positiven Nennungen zur Lernliste A (SA+PA) oder Interferenzliste B (SB+PB) ist möglich (Helmstaedter et al., 2001).

Für die Auswertung wurden im Projekt Auswertungsbögen erstellt, die auf den beiden Folgeseiten in Tab. 5 und Tab. 6 abgebildet sind.

Tab. 5: Auswertungsblatt für den Lerndurchgang unter retroaktiver Interferenz

Behaltensleistungen - retroaktive Interferenz VLMT		
Leistung in den Lerndurchgängen	Beschreibung	Anzahl
Lerndurchgänge Liste A	Dg1 (Supraspanne)	
	Dg2	
	Dg3	
	Dg4	
	Dg5 (Lernleistung)	
Interferenz B	Int. (Abrufleistung Interferenzliste)	
Abrufleistung nach Interferenz	Dg6 (Abrufleistung Lernliste nach Interferenz)	
Abrufleistung nach 30 Min.	Dg7 (Abrufleistung nach zeitli. Verzögerung)	
Fehler in den Lerndurchgängen		
Falsch Positive	Dg1	
	Dg2	
	Dg3	
	Dg4	
	Dg5	
<i>Wörter, die weder in Liste A noch in Liste B vorkommen und in Dg1- Dg7 genannt werden</i>	Int.	
	Dg6	
	Dg7	
Interferenz (neu definiert)	Int.	
<i>Wörter die jeweils in der anderen Liste stehen</i>	Dg6	
	Dg7	
Perserverationen	Dg1	
	Dg2	
	Dg3	
	Dg4	
	Dg5	
<i>Mehrfachnennungen derselben Wörter während eines Lerndurchgangs unabhängig ob sie von Lernlisten stammen</i>	Int.	
	Dg6	
	Dg7	
Anzahl der Perserverationen	Anzahl der Wiederholungen insgesamt	
Anzahl der Wörter	Wieviele unterschiedliche Wörter wurden wiederholt?	
Wiedererkennung	W Wiedererkennungslleistung	
Fehler bei der Wiedererkennung		
Falsch Positive bei Wiedererkennung	semantisch ähnlich (A-Liste (SA))	
	semantisch ähnlich (B-Liste (SB))	
	phonetisch ähnlich (A-Liste (PA))	
	phonetisch ähnlich (B-Liste (PB))	
Interferenzfehler bei Wiedererkennung	Wörter aus der B-Liste	
Fehler Gesamt (F)	Summe der Fehler bei der Wiedererkennung	
Leistungsscores		
Gesamtleistung	Summe Dg1 bis Dg5	
Verlust nach Interferenz	Dg5 minus Dg6	
Verlust nach zeitl. Verzögerung	Dg5 minus Dg7	
Verlust nach zeitl. Verzögerung	Dg1 minus Dg7	
Korrigierte Wiedererkennung	W minus F (wiedererkannte Wörter- Fehler)	
Fehler Gesamt (Lerndurchgänge)	Fehler: Summe FP, I und P (+)	
	(+) hier bitte Anzahl Wiederholungen gesamt	

Tab. 6: Auswertungsblatt für den Lerndurchgang unter proaktiver Interferenz

Behaltensleistungen - proaktive Interferenz VLMT			
Leistung in den Lerndurchgängen	Beschreibung	Anzahl	
Lerndurchgang 1 Liste C	Dg1 (Supraspanne)		
Interferenzliste B	Int. (Abrufleistung Interferenzliste)		
Abrufleistung nach Interferenz	Dg6 (Abrufleistung Lernliste nach Interferenz)		
Lerndurchgänge 2-5 Liste C	Dg2		
	Dg3		
	Dg4		
	Dg5 (Lernleistung)		
Abrufleistung nach 30 Min.	Dg7 (Abrufleistung nach zeitli. Verzögerung)		
Fehler in den Lerndurchgängen			
Falsch Positive	Dg1		
	Int.		
	Dg6		
	Dg2		
	Dg3		
	<i>Wörter, die weder in Liste A noch in Liste B vorkommen und in Dg1- Dg7 genannt werden</i>	Dg4	
		Dg5	
	Dg7		
Interferenzen (neu definiert)	Int.		
<i>Wörter die in der jeweils anderen Liste stehen</i>	Dg6		
	Dg2, Dg3, Dg4, Dg5, Dg7		
Perserverationen	Dg1		
	Int.		
	Dg6		
	Dg2		
	<i>Mehrfachnennungen derselben Wörter während eines Lerndurchgangs unabhängig ob sie von Lernlisten stammen</i>	Dg3	
		Dg4	
		Dg5	
	Dg7		
Anzahl der Perserverationen	Anzahl der Wiederholungen insgesamt		
Anzahl der Wörter	Wieviele unterschiedliche Wörter wurden wiederholt?		
Wiedererkennung	W Wiedererkennungslleistung		
Fehler bei der Wiedererkennung			
Falsch Positive bei Wiedererkennung	semantisch ähnlich (C-Liste (SC))		
	semantisch ähnlich (B-Liste (SB))		
	phonetisch ähnlich (C-Liste (PC))		
	phonetisch ähnlich (B-Liste (PB))		
Interferenzfehler bei Wiedererkennung	Wörter aus der B-Liste		
Fehler Gesamt (F)	Summe der Fehler bei der Wiedererkennung		
Leistungsscores			
Gesamtleistung	Summe Dg1 bis Dg5 (ohne Dg6!!!)		
Verlust nach Interferenz	Dg5 minus Dg6		
Verlust nach zeitl. Verzögerung	Dg5 minus Dg7		
Verlust nach zeitl. Verzögerung	Dg1 minus Dg7		
Korrigierte Wiedererkennung	W minus F (wiedererkannte Wörter- Fehler)		
Fehler Gesamt (Lerndurchgänge)	Fehler: Summe FP, I und P (+)		
	(+) hier Anzahl der Wiederholungen gesamt		

Zu den Leistungsscores zählen die Gesamtlernleistung $\sum Dg1-5$ (Summe richtiger Reproduktionen über alle fünf Lerndurchgänge), Verlust nach Interferenz $Dg5-Dg6$ (Differenz zwischen der Lernleistung und den richtigen Reproduktionen), Verlust nach zeitlicher Verzögerung $Dg5-Dg7$ (Differenz zwischen der Lernleistung und den richtigen Reproduktionen nach zeitlicher Verzögerung) und die korrigierte Wiedererkennungslleistung $W-F$ (Anzahl der aus der Lernliste wiedererkannten Wörter abzüglich der bei der Wiedererkennung verzeichneten Fehler) (Helmstaedter et al., 2001).

Es lassen sich zwei relativ unabhängige Testleistungen aus dem VLMT ableiten, die Lernleistung spiegelt die Kurzzeitkomponente, der freie Abruf nach Interferenz bzw. Verzögerung die Langzeitkomponente wieder. Als dritter Faktor kommt die korrigierte Wiedererkennungslleistung hinzu ($W-F$) (Ptok et al., 2004).

3.4.3 Graphische Darstellung der Lernverlaufskurve

Die Beurteilung des Lernverlaufs ist anhand von graphischen Darstellungen der Testleistungen möglich. In den ersten fünf Lerndurchgängen ist bei gesunden Probanden eine ansteigende Leistung mit jedem durchgeführten Durchgang zu erwarten. Mangelnde Lern- oder Abrufstrategien können Schwankungen in der Lernkurve nach sich ziehen.

Rückschlüsse auf das Vorliegen einer proaktiven Hemmung sind beim Vergleich der Abrufleistung des ersten Lerndurchganges und des Interferenzdurchganges möglich. Erfasst werden kann auch eine retroaktive Hemmung, bei der das Lernen der Interferenzliste eine negative Wirkung auf den Abruf der ersten Wortliste hat. Die Abrufleistung in $Dg6$ nach der Interferenz ist geringer als in $Dg5$ (Helmstaedter et al., 2001).

3.5 Statistische Verfahren und Festsetzung des Signifikanzniveaus

Das Statistikprogramm PASW Statistics 18 und das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel dienen der Analyse und Auswertung der Daten.

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests werden die abhängigen Variablen des VLMT auf Normalverteilung geprüft. Kann keine Normalverteilung ermittelt werden, werden non-parametrische Testverfahren genutzt. Der Wilcoxon-Test wird bei verbundenen

Stichproben eingesetzt, der Kruskal-Wallis-Test für mehrere unabhängige Stichproben und der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben (Bühl, 2008). Bei Vorliegen einer Normalverteilung wird mit parametrischen Testverfahren weitergerechnet. Dazu gehören der Levene-Test zur Prüfung der Varianzgleichheit, der T-Test bei gleichen bzw. ungleichen Varianzen und die ANOVA bei mehreren unabhängigen Variablen und bei Varianzheterogenität (Martens, 2003).

3.5.1 Signifikanzniveau

Das Signifikanzniveau wird mit $p \leq 0,05$ festgelegt. Um einer Kumulation des Alphafehlers vorzubeugen und somit das Risiko von falsch positiv getesteten Hypothesen zu minimieren, wird das Signifikanzniveau durch die konservative Bonferroni-Methode auf ein $\alpha' \leq 0,008$ (Korrektur $\alpha' = 0,05/6$) angepasst (Baeuducel, 2014).

4. Ergebnisse

4.1 Deskriptive Analyse der Siebtklässler (N=169)

In diesem Teil der Arbeit erfolgt für die Stichprobe der Siebtklässler die Veranschaulichung der Leistungsparameter des VLMT (abhängige Variablen) unter der *Bedingung der retroaktiven Interferenz anhand von Lernkurven.*

Leistungsparameter:

- *Supraspanne (Dg1)*
- *Lernleistungen (Dg2 bis Dg5)*
- *Abrufleistung der Interferenzliste (Int)*
- *Abrufleistung nach Interferenz (Dg6)*
- *Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung (Dg7)*

Weitere untersuchte Leistungsparameter sind

- *der Verlust nach Interferenz (Dg5 – Dg6)*
- *der Verlust nach zeitlicher Verzögerung (Dg1-Dg7/Dg5-Dg7)*
- *die Wiedererkennungslleistung (W) und*
- *die korrigierte Wiedererkennungslleistung (W-F).*

Zu den Fehlerscores zählen

- *Falsch Positive (FP)*
- *Perseverationen (P) sowie*
- *Interferenzen (In).*

Diese abhängigen Variablen werden in Bezug auf die unabhängigen Faktoren Geschlecht, Intensität und Rezidivität der Schmerzen geprüft.

Die folgenden Grafiken demonstrieren in welcher Häufigkeit ein bestimmtes Wort von 169 Testteilnehmern in der 7. Klasse unter der Bedingung der retroaktiven Interferenz in den jeweiligen Durchgängen von Dg1 bis Dg7 sowie in der Interferenzliste genannt worden ist (siehe Abb. 9).

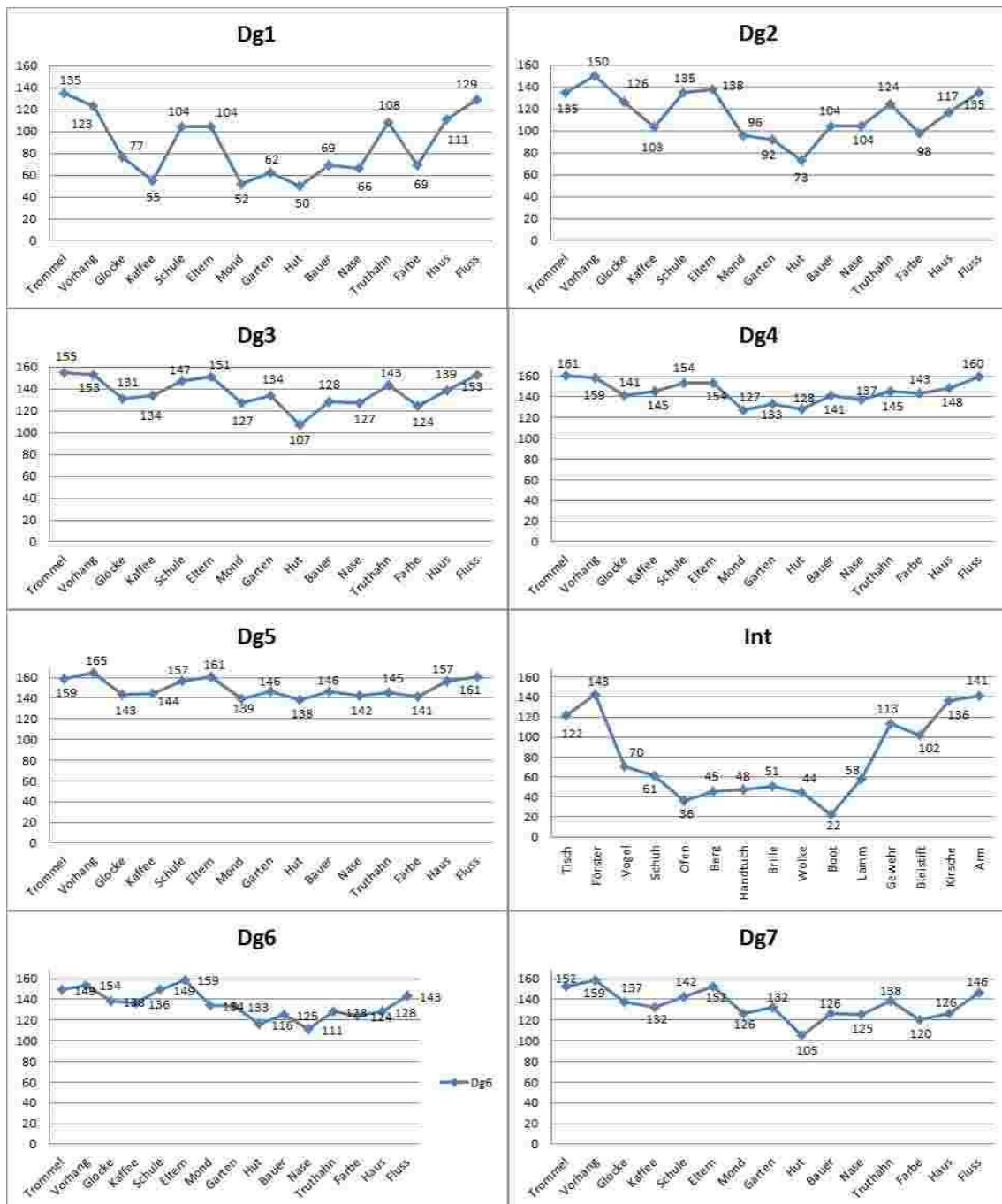


Abb. 9: Absolute Häufigkeiten der Lernleistungen Dg1 – Dg7 in Klasse 7 n=169

Es ist zu beobachten, dass die Schüler durch Wiederholung in Dg1 bis Dg5 die dargebotenen Wörter konsolidieren. Nach Abruf der Interferenzliste B nimmt die Leistung in Dg6 im Vergleich zu den Ergebnissen in Dg5 ab, es fällt weiterhin auf, dass nach zeitlicher Verzögerung (Dg7) die Abrufleistung ebenfalls im Vergleich zu Dg5 abfällt.

**Tab. 7: Vergleich der absoluten Häufigkeiten in den Reproduktionsleistungen
Dg1, Dg5, Dg6 und Dg7 in Klasse 7**

Wort	Dg1		Dg5		Dg6		Dg7	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Trommel	135	79,9	159	94,1	149	88,2	152	89,9
Vorhang	123	72,8	165	97,6	154	91,1	159	94,1
Glocke	77	45,6	143	84,6	138	81,7	137	81,1
Kaffee	55	32,5	144	85,2	136	80,5	132	78,1
Schule	104	61,5	157	92,9	149	88,2	142	84,0
Eltern	104	61,5	161	95,3	159	94,1	152	89,9
Mond	52	30,8	139	82,2	134	79,3	126	74,6
Garten	62	36,7	146	86,4	133	78,7	132	78,1
Hut	50	29,6	138	81,7	116	68,6	105	62,1
Bauer	69	40,8	146	86,4	125	74,0	126	74,6
Nase	66	39,1	142	84,0	111	65,7	125	74,0
Truthahn	108	63,9	145	85,8	128	75,7	138	81,7
Farbe	69	40,8	141	83,4	124	73,4	120	71,0
Haus	111	65,7	157	92,9	128	75,7	126	74,6
Fluss	129	76,3	161	95,3	143	84,6	146	86,4
Summe	1314		2244		2027		2018	

In Dg1 werden von 169 Schülern 1314 Wörter von insgesamt 2535 möglichen Wörtern erkannt (51,8%), d.h. etwas mehr als jedes zweite Wort wird erinnert. Die Abrufleistungen in Dg5 betragen 2244 Wörter, dies entspricht bei einer maximal möglichen Zahl an Wörtern von 2535 einem prozentualen Anteil von 88,5% am Ende des Lernprozesses. Prozentual werden von 169 Testteilnehmern ca. 80 % der Wörter nach Interferenz genannt, die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung erreicht einen prozentualen Anteil von 79,6%. Anhand der Daten in Tab. 7 ist in Dg1 der Primacy- und Recency-Effekt zu erkennen, die ersten beiden Wörter Trommel und Vorhang werden nach einmaligem Vorlesen von 79,9% (Trommel) und 72,8% (Vorhang) erkannt, die letzten beiden Wörter werden ebenfalls von mehr Schülern erkannt als die Wörter, die mittig in der Lernliste A angeordnet sind. Das Wort Haus wird von 65,7% und das Wort Fluss von 76,3% erinnert.

Anhand des Durchgangs 5 kristallisiert sich ein Deckelungseffekt nach fünfmaliger Darbietung der Lernliste. Die Wiedererkennungsleistung pro Wort liegt zwischen 97,6% (Vorhang) und 81,7% (Hut). Im Lernverlauf werden durch die Revision auch die mittig angeordneten Begriffe abgespeichert und können entsprechend abgerufen werden (siehe Abb. 9).

4.1.1 Mittlere Abrufleistung in Abhängigkeit vom Geschlecht

Im Folgenden wird anhand von Mittelwerten untersucht wie die durchschnittliche Reproduktionsleistung der Siebtklässler in den einzelnen Durchgängen bei Jungen, Mädchen und ohne Berücksichtigung des Geschlechts ist.

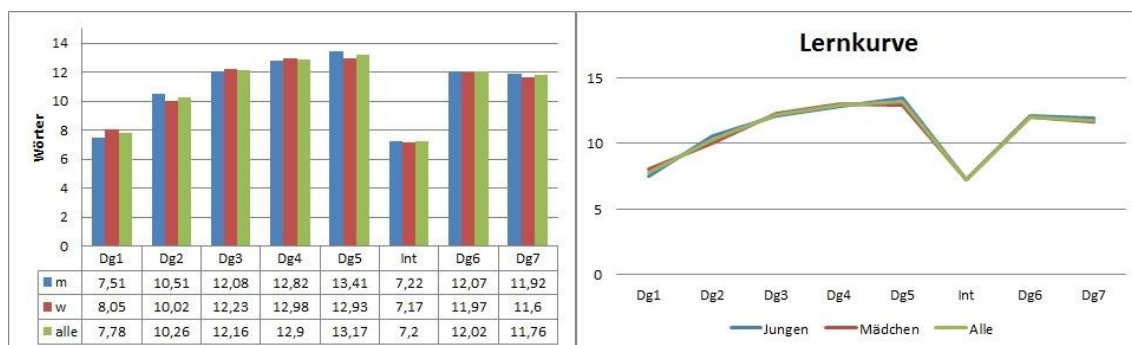


Abb. 10: Geschlechtsabhängige Lernkurve der Siebtklässler

Die in Abb. 10 dargestellten Grafiken verdeutlichen, dass kein relevanter Unterschied in den Ergebnissen zwischen beiden Geschlechtern vorliegt. Die Mittelwerte zeigen ebenfalls, dass die durchschnittlich wiedergegebene Wortanzahl durch Wiederholung in den Durchgängen bis Dg5 zunehmen, ein Verlust nach Interferenz und zeitlicher Verzögerung ist im Vergleich zu Dg5 ebenfalls abzulesen.

4.1.2 Mittlere Abrufleistung in Abhängigkeit der Schmerzrezidivität

Einen Vergleich zwischen Kindern mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen und Kindern ohne Schmerzanamnese der 7. Klasse stellen die nun folgenden Abbildungen dar.

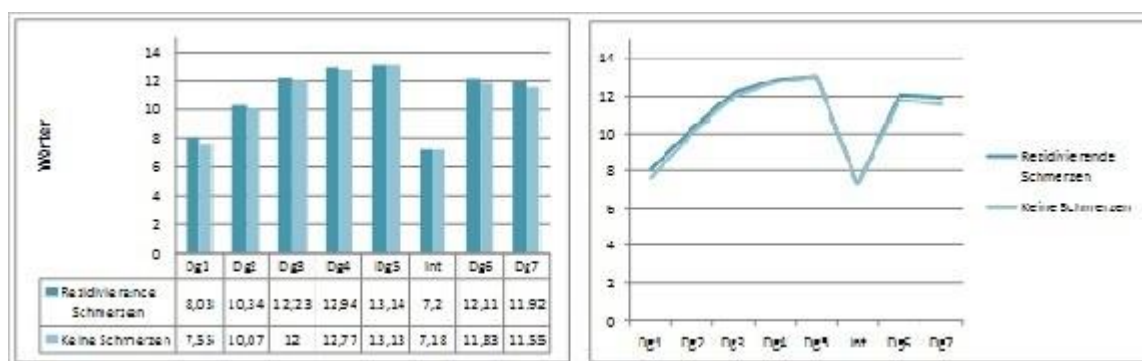


Abb. 11: Lernkurve der Siebtklässler in Abhängigkeit von der Schmerzrezidivität

Mit Hilfe der Graphiken in Abb. 11 ist zu erkennen, dass es keinen bedeutsamen Unterschied in den Abrufleistungen zwischen den beiden Gruppen gibt. Die Ergebnisse

in den Lernleistungen werden isoliert durch den unabhängigen Faktor Schmerzrezidivität nicht beeinflusst.

4.1.3 Mittlere Reproduktionsleistung in Abhängigkeit der Schmerzintensität

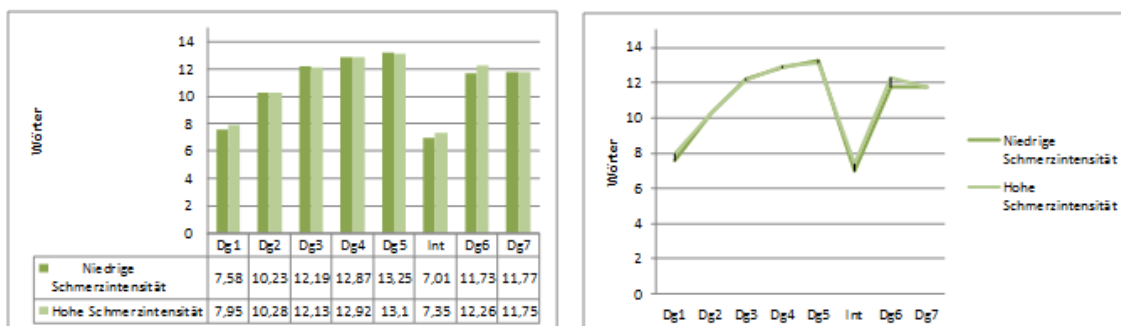


Abb. 12: Lernkurve der Siebtklässler in Abhängigkeit von der Schmerzintensität

Die Darstellungen in Abb. 12 machen erkennbar, dass die Schmerzintensität als isolierter Faktor keinen erheblichen Einfluss auf die Lernleistung der Siebtklässler hat.

Die folgenden Tabellen und Abbildungen veranschaulichen die Leistungen im ersten Lerndurchgang, der Supraspanne, dabei erfolgt die erste Darstellung unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Faktoren Schmerzrezidivität und Schmerzintensität.

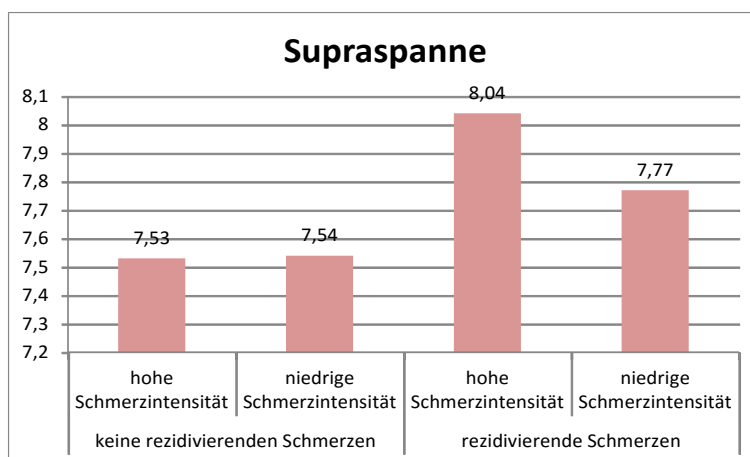


Abb. 13: Vergleich der Supraspanne in Abhängigkeit von Schmerzrezidivität und Schmerzintensität bei Siebtklässlern

Entgegen der Erwartung ist in Abb. 13 zu erkennen, dass die Schüler ohne Angabe rezidivierender Schmerzen deutlich niedrigere Abrufleistungen erbringen als Schüler, die regelmäßig unter Kopf- und/oder Bauchschmerzen leiden. Kinder, die eine hohe

Schmerzintensität bei bestehender Schmerzrezidivität angeben, weisen die höchste Abrufleistung auf (MW 8,04), gefolgt von Schülern, die eine niedrige Schmerzintensität bei Schmerzrezidivität angeben (MW 7,77).

In Abb. 14 werden die Mittelwerte in Abhängigkeit von den Faktoren „Schmerzrezidivität“, „Schmerzintensität“ und „Geschlecht“ dargestellt.

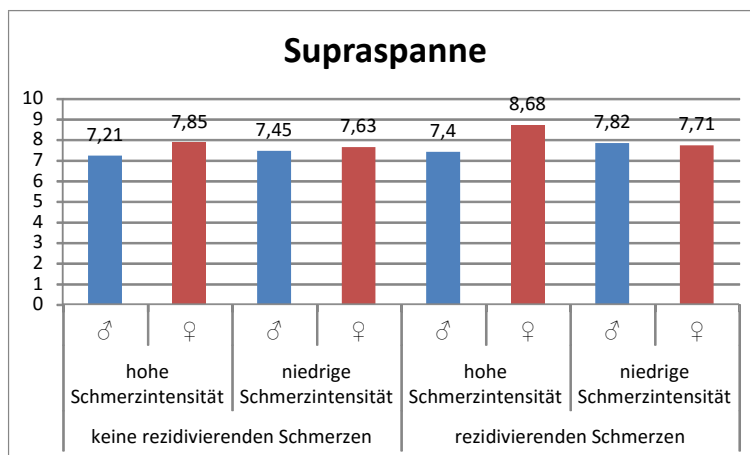


Abb. 14: Vergleich der Supraspanne in Abhängigkeit von den Faktoren Geschlecht, Schmerzrezidivität und Schmerzintensität in Klasse 7

Weibliche Testteilnehmer, die an rezidivierenden Schmerzen mit einer hohen Schmerzintensität leiden, haben in der Supraspanne durchschnittlich die beste Leistung mit einem Mittelwert von 8,68 Wörtern erbracht. Sowohl Jungen als auch Mädchen zeigen unabhängig von der Schmerzintensität eine bessere Leistung bei vorliegender Schmerzrezidivität als bei fehlender Schmerzrezidivität. Die schwächste Leistung im ersten Lerndurchgang Dg1 zeigten Jungen, die nicht an regelmäßigen Schmerzen leiden, aber eine hohe Schmerzintensität angeben bei sporadischem Auftreten von Schmerzen (MW 7,21).

Abb. 15 veranschaulicht die Lernleistung in Durchgang 5 in Abhängigkeit der Faktoren Schmerzrezidivität und Schmerzintensität ohne Berücksichtigung des Geschlechts. Die höchste Abrufleistung erbringen wie erwartet Kinder, die eine Schmerzrezidivität verneinen und eine niedrige Schmerzintensität bei spontanem Auftreten von Kopf- oder Bauchschmerzen angeben (MW 13,41). Mit durchschnittlich 13,35 Wörtern folgen entgegen der Erwartungen Siebtklässler mit hoher Schmerzintensität und Schmerzrezidivität als zweitbeste Gruppe in diesem Vergleich. Am schlechtesten waren die Schüler und Schülerinnen, die eine niedrige Schmerzintensität bei vorliegender Schmerzrezidivität angegeben haben (MW 12,8).

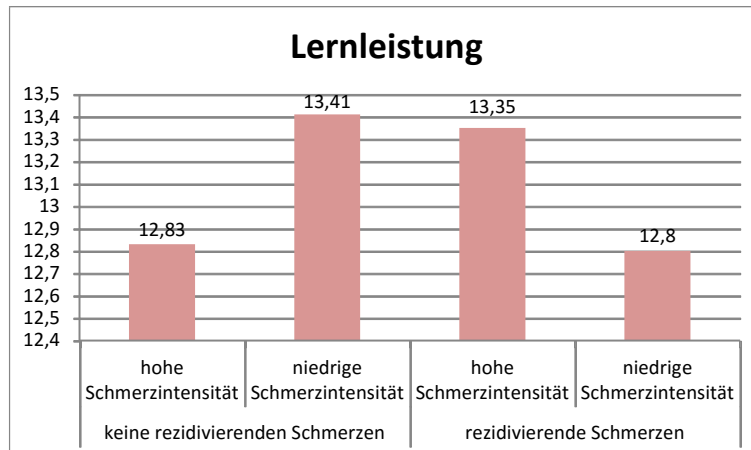


Abb. 15: Lernleistung Dg5 in Abhängigkeit von rezidivierenden Schmerzen und Intensität in Jahrgang 7

Nun erfolgt in Abb. 16 zusätzlich die Berücksichtigung des Geschlechtseffekts in Dg5. Im Mittel wurden von Jungen, die an einer hohen Schmerzintensität bei sporadischen Schmerzen leiden 13,74 Wörter im Abruf der Lernleistung wiedergegeben und erzielten somit die beste Leistung in diesem Durchgang. Im Vergleich gaben unter denselben Kriterien Mädchen lediglich 12,49 Wörter wieder und lieferten damit die schwächste Leistung. Bei fehlender Schmerzrezidivität und niedriger Schmerzintensität gaben Jungen 13,39 Wörter wieder, Mädchen gaben 13,44 Wörter wieder. Bei Kindern, die eine hohe Schmerzintensität bei Schmerzrezidivität angaben, gaben männliche Testteilnehmer 13,4 Wörter wieder, weibliche Testteilnehmerinnen gaben 13,32 Wörter an.

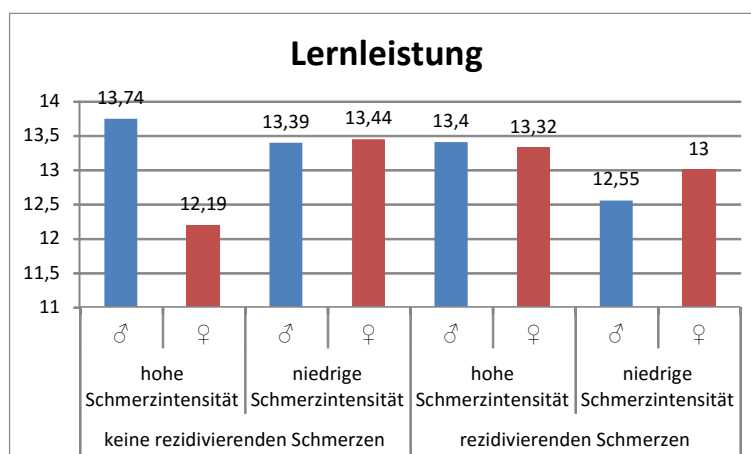


Abb. 16: Lernleistung Dg5 in Abhängigkeit von den Faktoren Geschlecht, Schmerzrezidivität und Schmerzintensität in Klasse 7

4.2 Längsschnittvergleich der mittleren Behaltensleistungen unter pro- und retroaktiver Interferenz von der 2. bis zur 4. und in der 7. Klasse (N=43)

Die mittleren Abrufleistungen der unten aufgeführten Lerndurchgänge und Leistungsparameter wurden abhängig von den Klassenstufen 2 bis 7 betrachtet und sind in Tab. 9 (s. S. 48) dargestellt. 43 Kinder haben von Anfang an teilgenommen und wurden bis zur 7. Klasse getestet, so dass die Entwicklung dieser Kinder nachvollzogen werden kann.

Es erfolgt die Zusammenschau von den Lerndurchgängen Dg1, 5, 6 und 7 sowie der Leistungsparameter Verlust nach Interferenz Dg5-Dg6, Wiedererkennungslleistung W und Fehler F Gesamt.

Für den Vergleich der Leistungen im Längsschnitt werden die Daten aus verschiedenen Studien dieses Gesamtprojekts genutzt, in der folgenden Tab. 8 werden alle Studien und Doktoranden/-innen, die einen Beitrag dazu geleistet haben, aufgelistet.

Tab. 8: Übersicht über alle Promotionsarbeiten zu Behaltensleistungen im Projekt

<i>Studie</i>	<i>retro-/ proaktiv</i>	<i>Doktorand/In</i>
EXPI_1-2/L2 (N=33), L3 (N=31), L4 (N=30), L5 (N=25)	retroaktiv proaktiv	Margarita Friesen Michaela Zielberg
EXPI_1-2/L2 (N=33); EXPI_3 (N=21), EXPI_7_2 (N=131)	retroaktiv proaktiv	Claudia Hagemann Dr.med. Anna Chorzela
EXPI_1-2/L3 (N=31), EXPI_4 (N=21), EXPI_7_L3 (N=130)	retroaktiv proaktiv	Zakia Boussaid Hacer Catal
EXPI_1-2/L4 (N=30), EXPI_5 (N=20), EXPI_7_L4 (N=139)	retroaktiv proaktiv	Hörü Karagöz Fatma Korkmaz
EXPI_1-2/L5 (N=25), EXPI_6 (N=30), EXPI_7_L5 (N=115)	retroaktiv proaktiv	Ciny Alias Aylin Ceylan

Im proaktiven Test hören die Schüler und Schülerinnen die Lernliste lediglich einmal vor der Interferenzliste wohingegen im retroaktiven Test fünf Lerndurchgänge vorausgehen. Der Verlust nach Interferenz Dg5-Dg6 ist, wie Tab. 9 zu entnehmen ist, im proaktiven Teil wesentlich höher als im retroaktiven Teil.

Tab. 9: Vergleich der Behaltensleistungen anhand von Mittelwerten unter proaktiver und retroaktiver Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7

Klasse	2	3	4	7
proaktive Interferenz				
Dg1	5,72	6,23	6,92	7,72
Dg5	10,57	11,24	11,32	11,33
Dg6	3,02	3,57	3,89	4,22
Dg7	7,94	9,63	10,53	11,25
Dg5-Dg6	7,46	7,87	7,69	7,7
W	9,56	11,88	9,45	12,26
F Gesamt	4,48	7,04	2,74	2,67
retroaktive Interferenz				
Dg1	5,18	6,1	6,89	7,78
Dg5	11,01	11,5	11,92	13,17
Dg6	9,25	10,45	11	12,02
Dg7	9,61	10,63	10,86	11,76
Dg5-Dg6	1,76	0,83	1,04	1,32
W	11,29	12,79	6,59	13,4
F Gesamt	2,4	6,91	2,78	3,35

Nun werden die Klassen im Einzelnen betrachtet wie sich die durchschnittlichen Abrufleistungen verhalten, 15 Wörter können maximal in den Lerndurchgängen Dg1 bis Dg7 genannt werden.

4.2.1 Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 2. Klasse

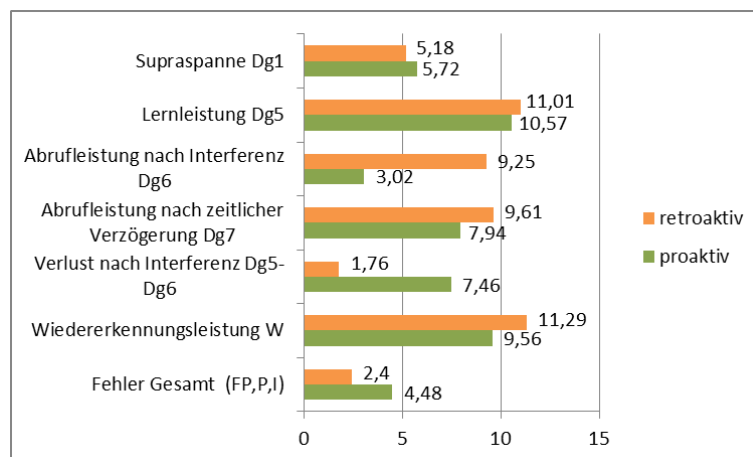


Abb. 17: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 2. Grundschulklasse (n=43)

Unter proaktiven Bedingungen erbringen die Zweitklässler lediglich in der Supraspanne eine höhere Abrufleistung als unter retroaktiver Interferenz (siehe Abb. 17). Der Verlust nach Interferenz im proaktiven Durchlauf ist höher als im retroaktiven Test. Die Lernleistung, Abrufleistung nach Interferenz und zeitlicher Verzögerung und die Wiedererkennungslleistung liegen im Mittel unter retroaktiven Testbedingungen höher als unter proaktiven Bedingungen.

4.2.2 Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 3. Klasse

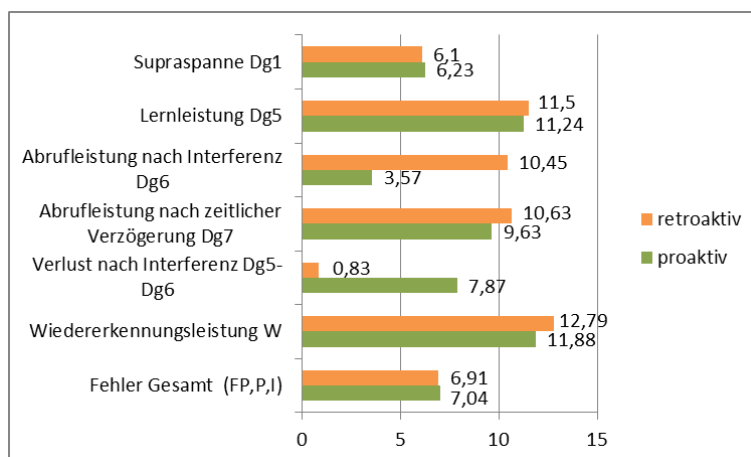


Abb. 18: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 3. Grundschulklasse (n=43)

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen bei den Testergebnissen der Drittklässler ebenfalls, dass die Schüler in Dg1 unter proaktiven Bedingungen besser abschneiden (siehe Abb. 18). Die übrigen Leistungsscores weisen höhere Mittelwerte im retroaktiven Durchgang auf.

4.2.3 Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 4. Klasse

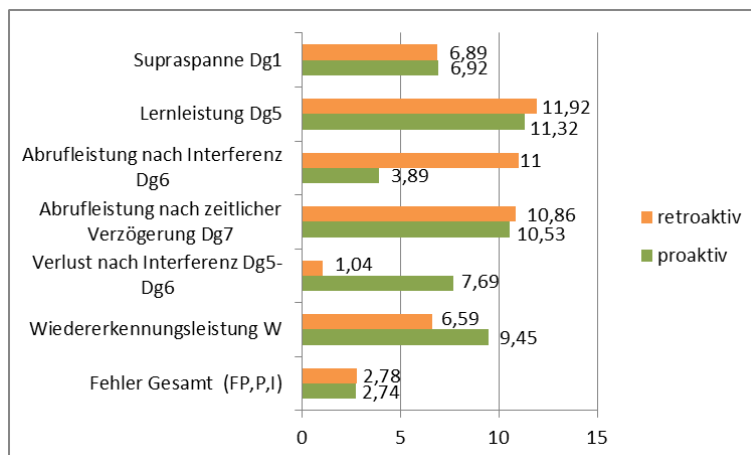


Abb. 19: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 4. Grundschulklasse (n=43)

Viertklässler sind im proaktiven Durchlauf stärker in der Supraspanne sowie in der Wiedererkennungslleistung und machen zudem weniger Fehler (siehe Abb. 19). In der retroaktiven Testung erzielen die Schüler in der Lernleistung Dg5, in der Abrufleistung nach Interferenz Dg6 und nach zeitlicher Verzögerung Dg7 höhere Ergebnisse. Der Verlust nach Interferenz ist im retroaktiven Test geringer als im proaktiven Test.

4.2.4 Vergleich proaktiver und retroaktiver Interferenz in der 7. Klasse

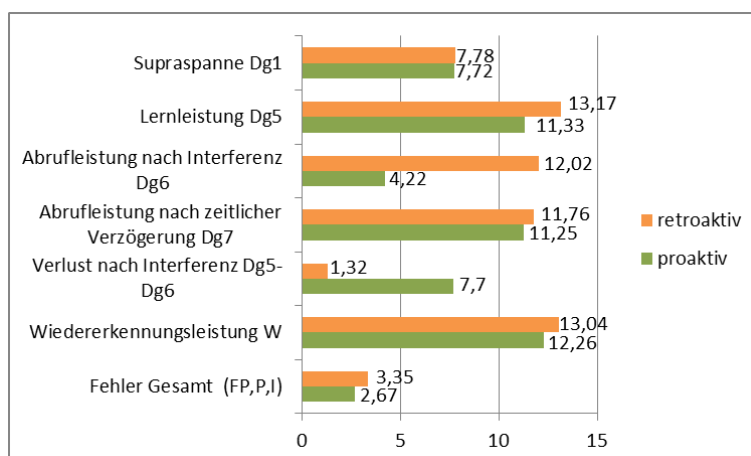


Abb. 20: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 7. Klasse der weiterführenden Schule (n=43)

In der 7. Klasse schneiden die Schüler in sechs der sieben gemessenen Leistungsparameter unter retroaktiven Bedingungen besser ab (siehe Abb. 20). Unter proaktiven Bedingungen haben die Siebtklässler weniger Fehlangaben gemacht.

4.3 Querschnittvergleiche von mittleren Behaltensleistungen in der 2. (N=185), 3. (N=182), 4. (N=189) und 7. Klasse (N=169)

Im Folgenden werden die durchschnittlichen Leistungen in den einzelnen Lerndurchgängen abhängig vom Jahrgang gegenübergestellt, d.h. es handelt sich um eine Analyse der mittleren Leistungen im Querschnitt. Dabei werden die Klassen 2, 3, 4 und 7 in der proaktiven und retroaktiven Testung verglichen.

In der 2. Klasse haben N=181 Schüler teilgenommen, in der 3. Klasse N=185, in der 4. Klasse N=189 und in der 7. Klasse N=169 Schüler.

4.3.1 Supraspanne in den Klassen 2, 3, 4 und 7

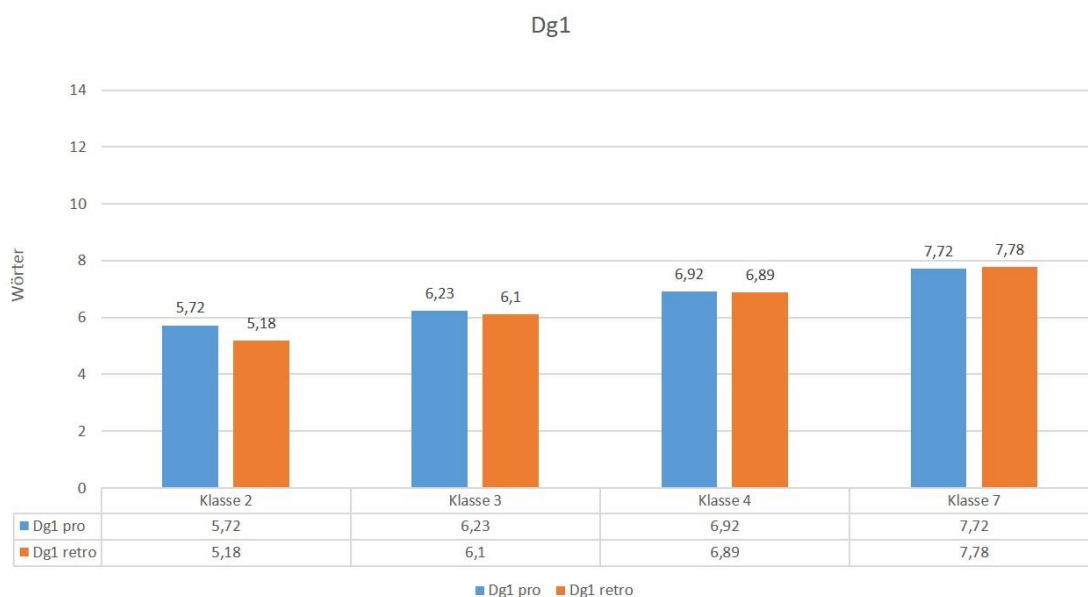


Abb. 21: Die durchschnittliche Lernleistung Dg1 (Supraspanne) von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

Anhand der Grafik in Abb. 21 ist zu erkennen, dass die Leistungen in der Supraspanne im Mittel an Zuwachs gewinnen sowohl unter retroaktiven Bedingungen als auch unter proaktiven Bedingungen. Dabei liegen die durchschnittlichen Testresultate ab Klasse 3 sehr nah beieinander, so dass dies in der Abb. 21 nahezu deckungsgleich erscheint.

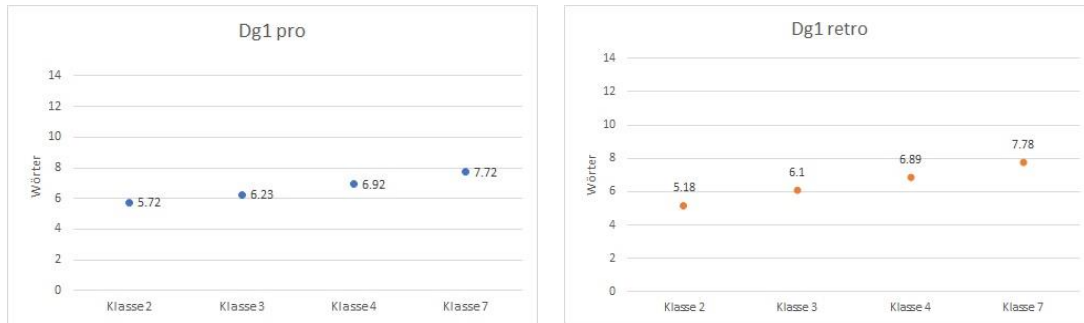


Abb. 22: Supraspanne im pro- und retroaktiven Testdurchlauf in den Klassen 2 bis 7

In Abb. 22 werden beide Lernverläufe der Supraspanne einzeln dargestellt.

4.3.2 Lernleistung in den Klassen 2, 3, 4 und 7

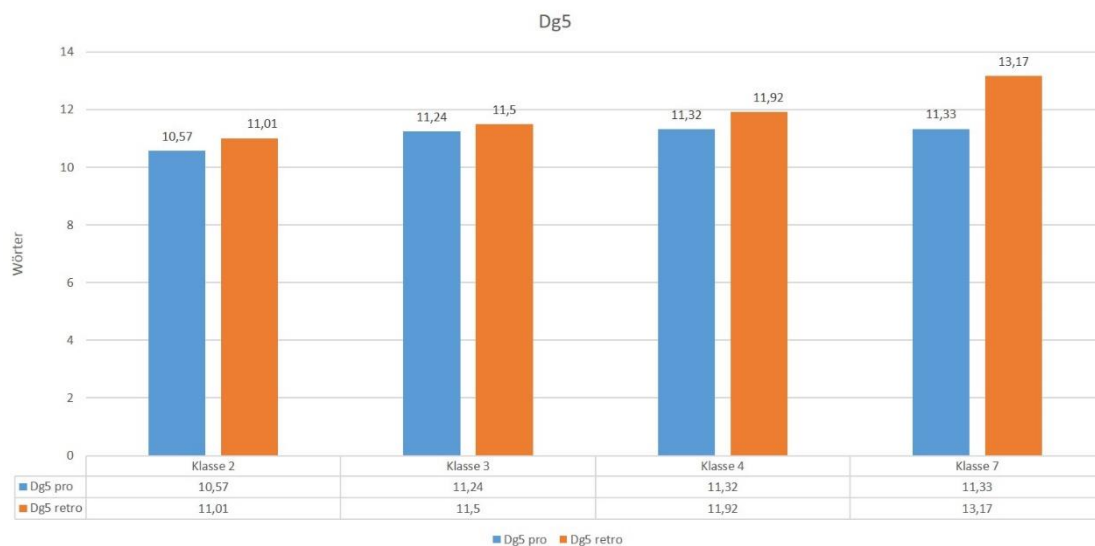


Abb. 23: Die durchschnittliche Lernleistung Dg5 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

Auch die Lernleistung Dg5 weist einen Anstieg der Ergebnisse unter beiden Testbedingungen im Mittel auf (siehe Abb. 23 und Abb. 24).



Abb. 24: Lernleistung Dg5 in den Klassen 2 bis 7 im pro- und retroaktiven Test

Abb. 24 zeigt beide Lernverläufe der pro- und retroaktiven Testung vereinzelt. Durchschnittlich werden im retro- aktiven Test mehr Wörter erinnert als im proaktiven Test.

4.3.3 Abrufleistung nach Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7

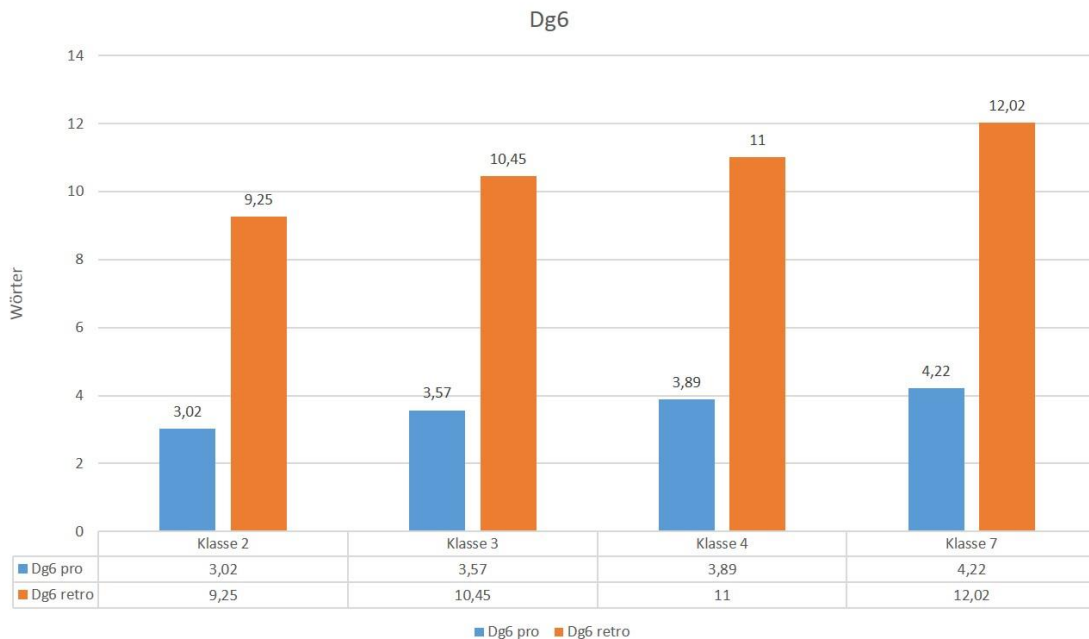


Abb. 25: Die durchschnittliche Abrufleistung nach Interferenz Dg6 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

Die Abrufleistung nach Interferenz Dg6 nimmt stetig an Größe zu (siehe Abb. 25 und Abb. 26).

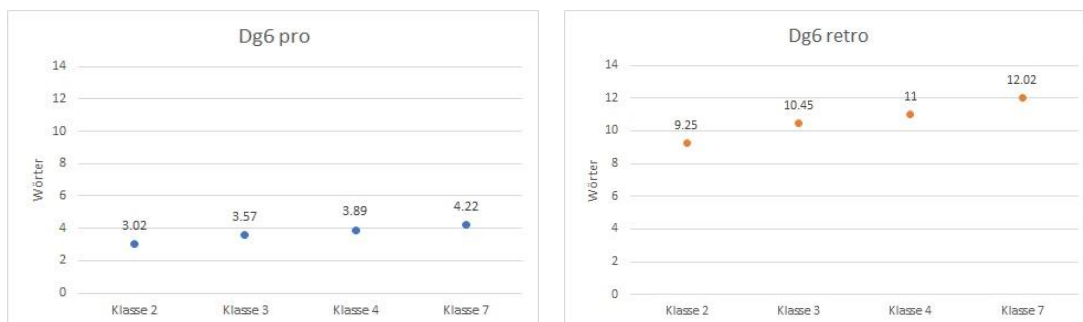


Abb. 26: Darstellung der Abrufleistung nach proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in den Klassen 2 bis 7

Bei Betrachtung von Abb. 26 fällt auf, dass die erzielten Mittelwerte in der retroaktiven Testung höher liegen als im proaktiven Test. Unter retroaktiven Bedingungen hören die

Schüler die Wörterliste fünf Mal bis zur Interferenzliste und haben demnach mehr Wiederholungen um den Prozess der Konsolidierung zu verstärken, wohingegen in der proaktiven Testung die Kinder lediglich einmal vor der Interferenz die Lernliste A vorgelesen bekommen.

Daraus resultiert, dass der Verlust nach Interferenz im retroaktiven Test durchschnittlich wesentlich geringer ist als unter proaktiven Bedingungen.

4.3.4 Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung in den Klassen 2, 3, 4 und 7

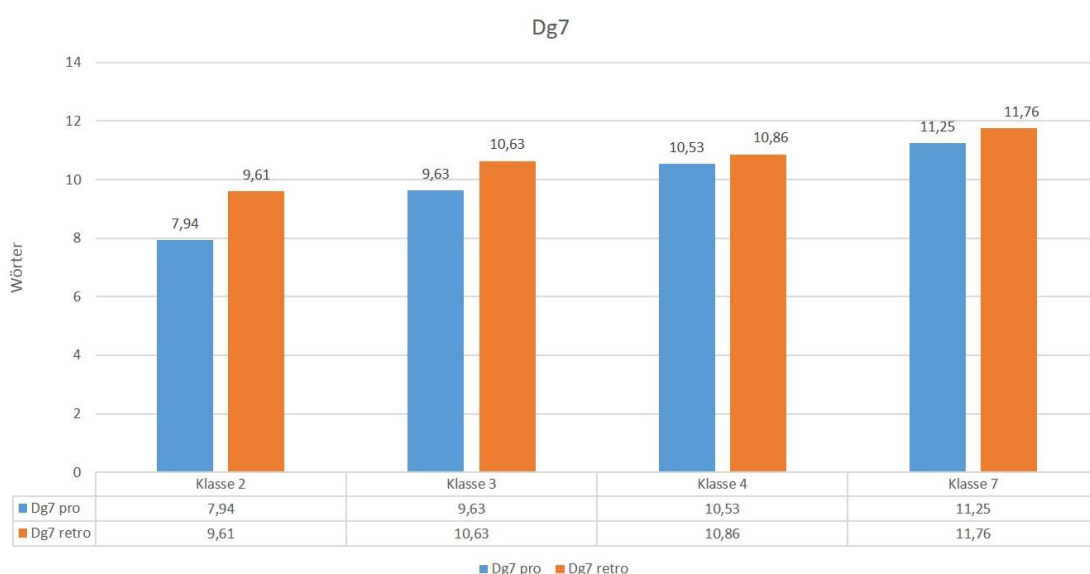


Abb. 27: Die durchschnittliche Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung Dg7 von der 2. bis zur 7. Klasse unter pro- und retroaktiver Interferenz

Die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung Dg7 nimmt unter pro- und retroaktiven Bedingungen von der 2. bis zur 7. Klasse zu (siehe Abb. 27 und Abb. 28).



Abb. 28: Darstellung der Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung unter pro- und retroaktiver Interferenz in den Klassen 2 bis 7

Die absolute Anzahl an Wörtern, die nach zeitlicher Verzögerung erkannt worden sind, liegt unter proaktiver Interferenz niedriger als unter retroaktiver Interferenz (siehe Abb. 28). Im Verlauf ist zu sehen, dass proaktiv 3,31 Wörter mehr und retroaktiv 2,15 Wörter mehr reproduziert wurden.

4.3.5 Verlust nach Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7

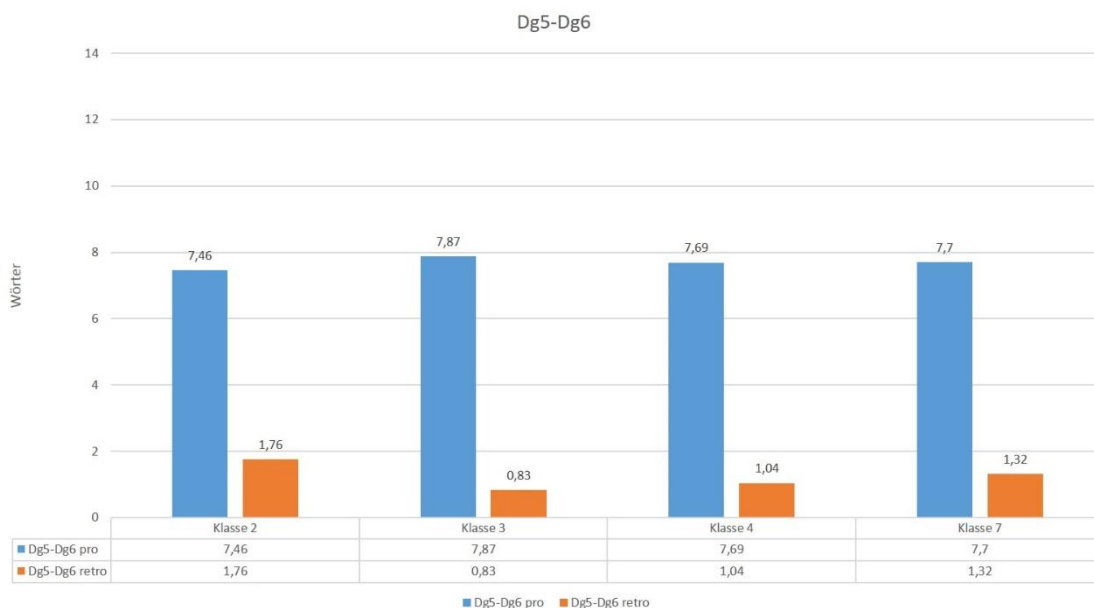


Abb. 29: Der durchschnittliche Verlust nach Interferenz Dg5 - Dg6 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

Der Verlust nach Interferenz Dg5-Dg6 steigt im proaktiven Durchgang von 7,46 Wörtern in Jahrgang 2 im Mittel auf 7,7 Wörter in Jahrgang 7. Im retroaktiven Durchgang liegt der Verlust in der 2. Klasse bei 1,76 Begriffen, in Klasse 7 sinkt der Verlust auf 1,32 Begriffe (siehe Abb. 29 und Abb. 30).



Abb. 30: Einzelne Betrachtung des Verlusts nach Interferenz im pro- und retroaktiven Testdurchgang in den Klassen 2 bis 7

Der Verlust liegt unter proaktiven Bedingungen höher als unter retroaktiver Interferenz.

4.3.6 Verlust nach zeitlicher Verzögerung

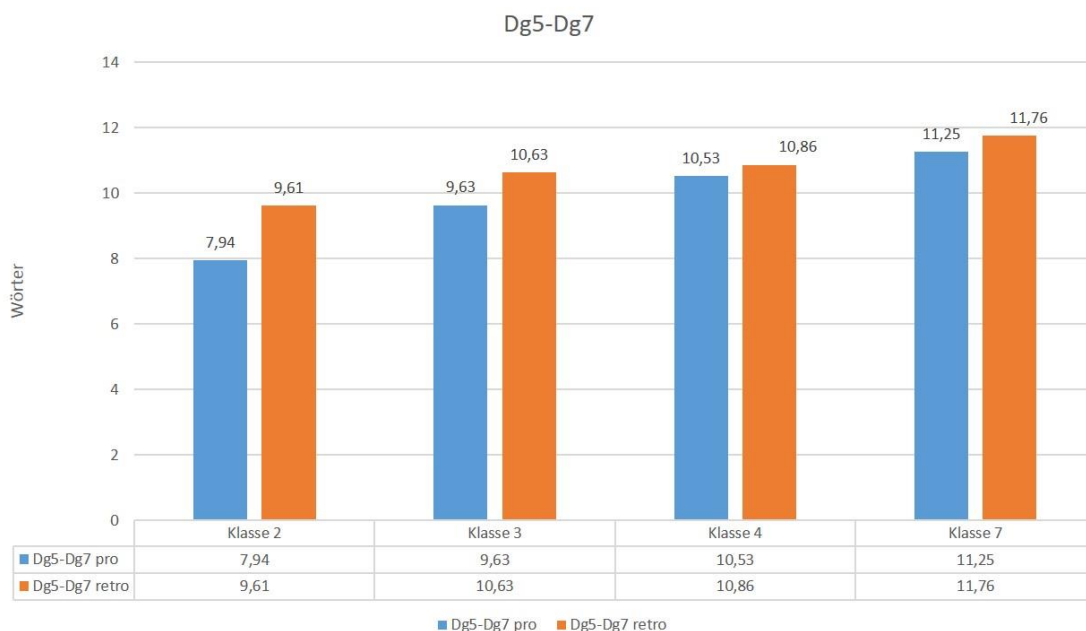


Abb. 31: Der durchschnittliche Verlust nach zeitlicher Verzögerung (Dg5 - Dg7) von der 2. bis zur 7. Klasse unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

Anhand von Abb. 31 und Abb. 32 ist zu erkennen, dass der Verlust nach zeitlicher Verzögerung im proaktiven Test niedriger liegt als unter retroaktiven Bedingungen. Unter beiden Testbedingungen hat der Prozess der Konsolidierung stattgefunden.

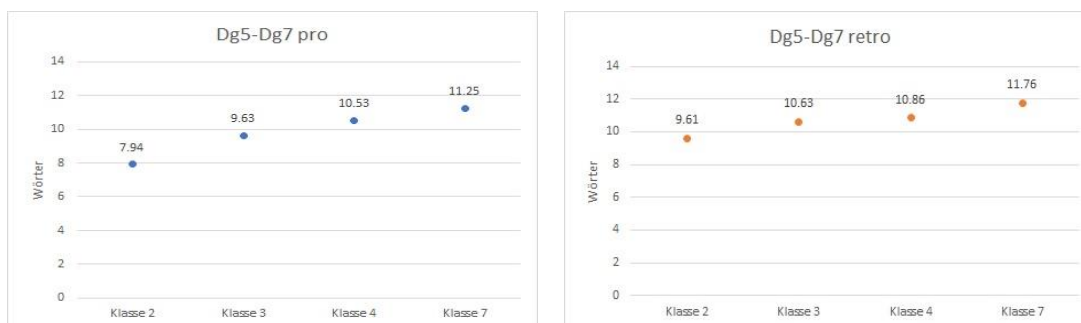


Abb. 32: Gegenüberstellung der Lernkurven Verlust nach zeitlicher Verzögerung unter pro- und retroaktiver Interferenz in Klasse 2 bis 7

Der zeitliche Abstand zur Interferenzliste B ist im retroaktiven Test kürzer als im proaktiven Test, dadurch wird der Verlust nach zeitlicher Verzögerung im retroaktiven Test größer.

4.3.7 Wiedererkennungsleistungen in den Klassen 2, 3, 4 und 7

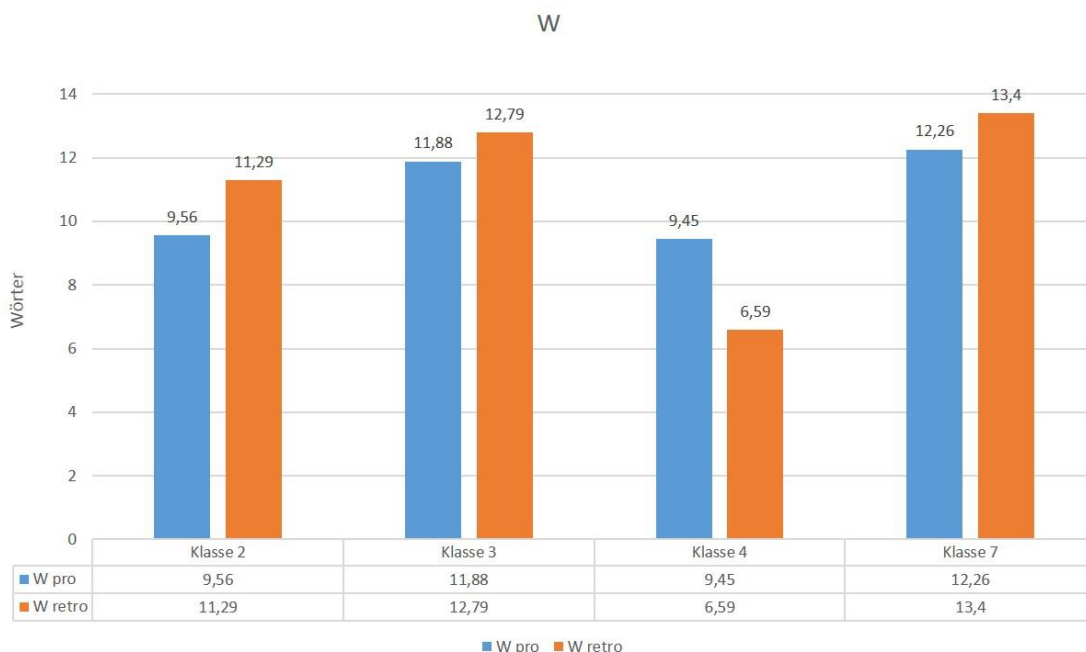


Abb. 33: Der durchschnittliche Wiedererkennungsleistung W von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

In der Wiedererkennungsleistung erzielen Siebtklässler im VLMT proaktiv und retroaktiv die besten Testergebnisse (siehe Abb. 33 und Abb. 34). Viertklässler konnten aus der vorgegebenen Wortliste am wenigsten wiedererkennen.



Abb. 34: Wiedererkennungsleistung im pro- und retroaktiven Test in Klasse 2 bis 7

In der 2., 3. und 7. Klasse liegen die Mittelwerte im retroaktiven Test höher als im proaktiven Test.

4.3.8 Fehlerarten Gesamt in den Klassen 2, 3, 4 und 7

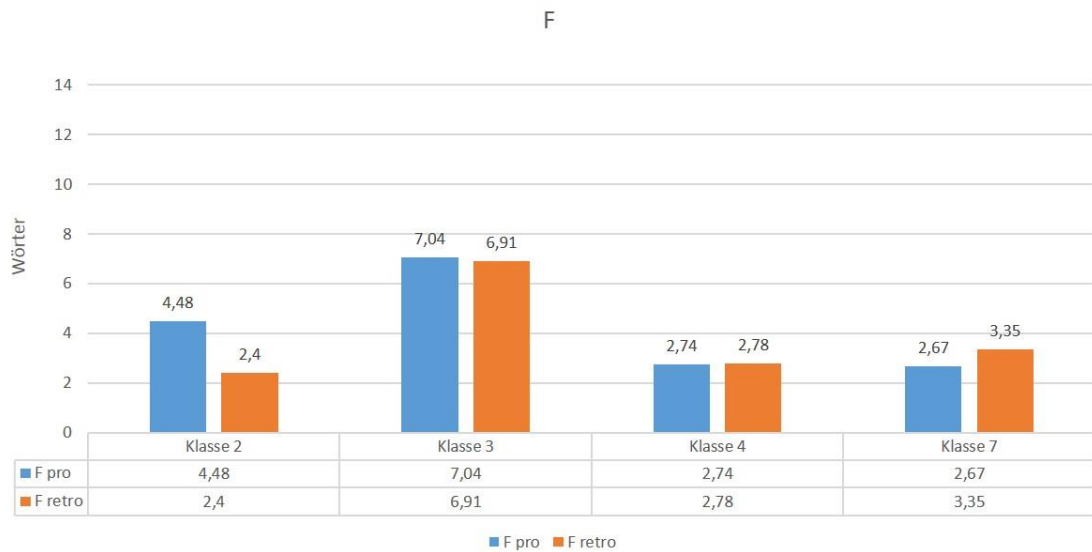


Abb. 35: Die durchschnittliche Anzahl an Fehlern jeglicher Art von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz

In der Fehleranalyse ist aus den Mittelwerten abzulesen, dass Drittklässler die meisten Fehler aller Arten machen (siehe Abb. 35 und Abb. 36).



Abb. 36: Fehler Gesamt im pro- und retroaktiven Testdurchlauf in Jahrgang 2 bis 7

Im proaktiven Test machen Viertklässler die wenigsten Fehler, im VLMT retroaktiv geschehen bei den Zweitklässlern die wenigsten Fehler.

4.4 Inferenzstatistische Auswertung der Behaltensleistungen unter retroaktiver Interferenz in der Stichprobe der Siebtklässler (N=169)

Hypothesenübersicht	
Testspezifische Hypothesen	
<u>Hypothese 1</u>	Die Anzahl der Wörter der Lernliste A im Lerndurchgang Dg1 (Supraspanne) ist größer als die Anzahl der Wörter der Interferenzliste (Lernliste B), da diese nach Konsolidierung des Lernprozesses der Lernliste A (Dg1-Dg5) appliziert wird
<u>Hypothese 2</u>	Die Anzahl Falsch-positiver Wörter ist im Lerndurchgang Dg1 kleiner als im Interferenzdurchgang.
Schmerzspezifische Hypothesen	
<u>Hypothese 3</u>	Die Faktoren Intensität und Rezidivität der Schmerzen haben störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach Interferenz (Dg6)
<u>Hypothese 4</u>	Die Faktoren Intensität und Rezidivität der Schmerzen haben störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung (Dg7)
Geschlechtsspezifische Hypothesen	
<u>Hypothese 5</u>	Die Gesamtbehaltensleistung der Mädchen ist höher als die der Jungen (Summe Dg1 bis Dg5)
<u>Hypothese 6</u>	Jungen und Mädchen der siebten Klassen unterscheiden sich im Lernverlauf (Dg1, Dg2, Dg3, Dg4, Dg5)

Abb. 37: Hypothesenübersicht

Wie in Abb. 37 dargestellt ist, lässt sich die Hypothesenentstehung in drei Abschnitte gliedern. Mit Hilfe der testspezifischen Hypothesen 1 und 2 werden zunächst Lernleistungen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Lerndurchgängen innerhalb des VLMT untersucht. Der mittlere Abschnitt thematisiert die schmerzspezifischen Hypothesen 3 und 4 mit denen der Einfluss der Interaktion von Schmerzrezidivität und Schmerzintensität auf die Abrufleistung nach Interferenz und nach zeitlicher Verzögerung getestet werden. Hypothese 5 analysiert den Geschlechtseffekt auf die Gesamtleistung der Siebtklässler im Test. Aus exploratorischen Gründen wird zum Abschluss des inferenzstatistischen Teils in Hypothese 6 der Vermutung nachgegangen,

dass sich Jungen und Mädchen im Lernverlauf unterscheiden. Diese komplexere Auswertung wird – obwohl die abhängigen Variablen der Lernleistungen in den Durchgängen 1 bis 5 noch nicht normalverteilt sind – im multivariaten Design mit Messwiederholung berechnet (siehe die Ausführungen zur Anwendung varianzanalytischer Methoden bei Verstößen gegen die Voraussetzungen der Normalverteilung im Kapitel 3.5, S.39-40)

4.4.1 Testspezifische Hypothesen

Mit Hilfe der ersten beiden Hypothesen wird untersucht, ob die Ergebnisse der Kinder durch testspezifische Durchführungsbedingungen beeinflusst werden.

4.4.1.1 Hypothese 1

Tab. 10: Hypothese 1

Hypothesenentstehung	
Hypothese 1	Die Anzahl der Wörter der Lernliste A im Lerndurchgang Dg1 (Supraspanne) ist größer als die Anzahl der Wörter der Interferenzliste (Lernliste B), da diese nach Konsolidierung des Lernprozesses der Lernliste A (Dg1-Dg5) appliziert wird.
Nullhypothese	Die Anzahl der Wörter der Lernliste A im Lerndurchgang Dg1 (Supraspanne) ist <u>nicht</u> größer als die Anzahl der Wörter der Interferenzliste (Lernliste B), da diese nach Konsolidierung des Lernprozesses der Lernliste A (Dg1-Dg5) appliziert wird
Stichprobe	N = 169
Test	Wilcoxon-Test
Wert	Z = -3,309
Signifikanz	p= 0,001
Entscheidung	Hypothese 1 ist anzunehmen

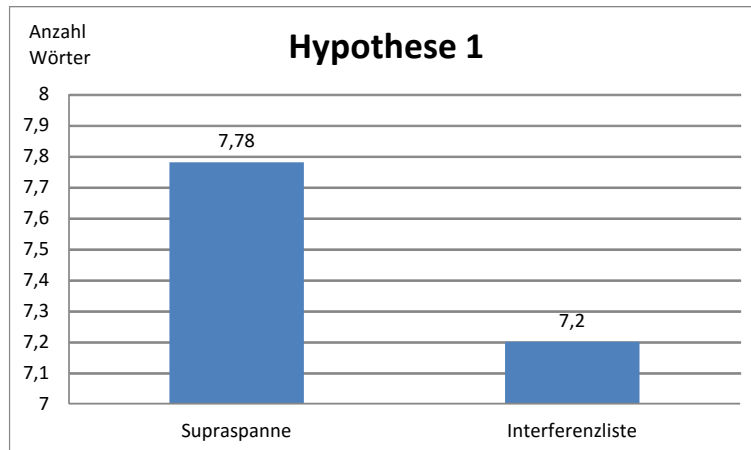


Abb. 38: Hypothese 1

Der Abruf der Lernliste B erfolgt nach Erlernen der 15 Wörter der Lernliste A in Dg1 bis Dg5. Es ist zu erwarten, dass die Supraspanne (Dg1: erster Abruf von Lernliste A) höher liegt als die Abrufleistung der Interferenzliste (erster Abruf von Lernliste B) (siehe Tab. 10). Es erfolgt die non-parametrische Testung der Hypothese mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test, da die abhängigen Variablen der Lernlisten innerhalb der Analysestichprobe nicht normalverteilt sind (Kolmogorov-Smirnov Dg1: $Z=1,406$; $p=0,038$; Dg6: $Z=1,822$; $p=0,003$). Die Abrufleistung im ersten Durchgang mit einem Mittelwert von 7,78 Wörtern für die Supraspanne ist signifikant höher als die mittlere Abrufleistung von 7,2 Wörtern in der Interferenzliste (Wilcoxon-Test $Z=-3,309$, $p=0,001$) (siehe Abb. 38).

4.4.1.2 Hypothese 2

Tab. 11: Hypothese 2

Hypothesenentstehung	
Hypothese 2	Die Anzahl Falsch-positiver Wörter ist im Lerndurchgang Dg1 größer als im Interferenzdurchgang
Nullhypothese	Die Anzahl Falsch-positiver Wörter ist im Lerndurchgang Dg1 <u>nicht</u> größer als im Interferenzdurchgang
Stichprobe	$N = 169$
Test	Wilcoxon-Test
Wert	$Z=-3,583$
Signifikanz	$p<0,001$
Entscheidung	Hypothese 2 ist anzunehmen

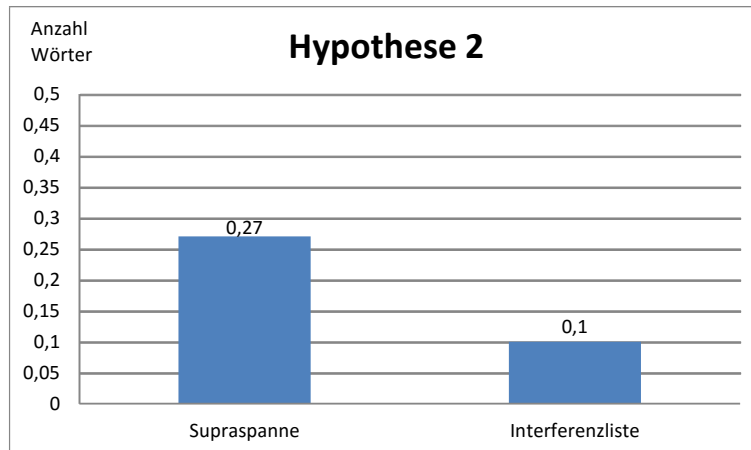


Abb. 39: Hypothese 2

Falsch-positive Wörter, d.h. Wörter, die weder in Lernliste A noch in der Lernliste B vorkommen, sondern von den Kindern frei generiert wurden, werden wie angenommen häufiger in Dg1 beim erstmaligem Vorlesen einer Wortliste genannt als in Dg6 (Abruf der Interferenzliste nach erstmaligem Vorlesen der zweiten Wortliste) (siehe Tab. 11). Mit einem Mittelwert von 0,27 Wörtern in Dg1 und einem Mittelwert von 0,10 in Dg6 liegt die Anzahl in Dg1 signifikant höher als in Dg6 (siehe Abb. 39). Hypothese 2 ist demnach anzunehmen. Die Testung erfolgte bei dieser Hypothese ebenfalls non-parametrisch mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test ($Z=-3,583$; $p<0,001$).

4.4.2 Schmerzspezifische Hypothesen

4.4.2.1 Hypothese 3

Tab. 12: Hypothese 3

Hypothesenentstehung	
Hypothese 3	Die Faktoren Intensität und rezidivierenden Schmerzen haben störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach Interferenz (Dg6)
Nullhypothese	Die Faktoren Intensität und rezidivierenden Schmerzen haben keinen störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach Interferenz (Dg6)
Stichprobe	N = 160
Test	Kruskal-Wallis-Test
Wert	df = 3, Chi-Quadrat = 7,863
Signifikanz	p=0,049, gerichtet p=0,025
Entscheidung	Hypothese 3 ist abzulehnen

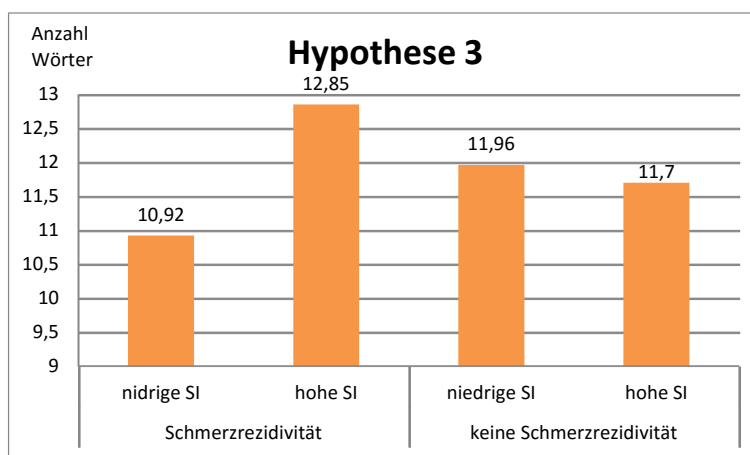


Abb. 40: Hypothese 3

Die Hypothese 3 dient der Testung, inwiefern die Intensität und Rezidivität der erlebten Kopf- und/oder Bauchschmerzen die Lernleistung nach Interferenz beeinträchtigen (siehe Tab. 12). Angewandt wurde der Kruskal-Wallis-Test (Chi-Quadrat $X^2=7,863$; $df=3$, $p=0,025$). Die Hypothese ist unter der Bedingung der für die Analytestichprobe vorgenommenen Bonferroni-Korrektur abzulehnen (siehe Abb. 40).

4.4.2.2 Hypothese 4

Tab. 13: Hypothese 4

Hypothesenentstehung	
Hypothese 4	Die Faktoren Intensität und Rezidivität der Schmerzen haben störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung (Dg7)
Nullhypothese	Die Faktoren Intensität und rezidivierende Schmerzen haben keinen störenden Einfluss auf die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung (Dg7)
Stichprobe	N = 160
Test	Kruskal-Wallis-Test
Wert	df=3, Chi-Quadrat=12,703
Signifikanz	p=0,005, gerichtet p=0,003
Entscheidung	Hypothese 4 ist anzunehmen

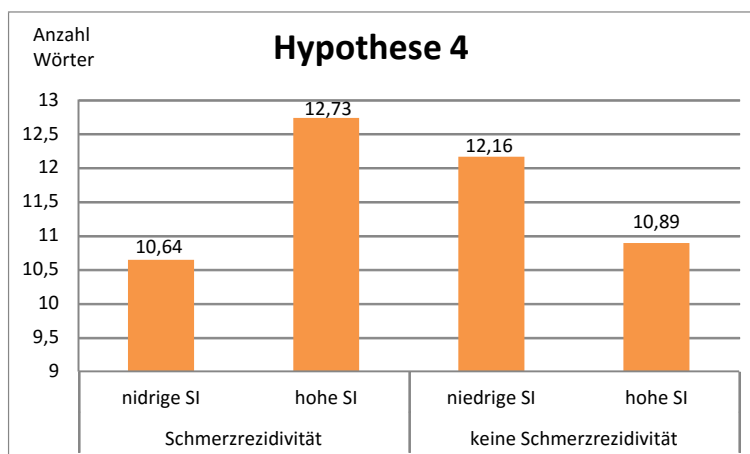


Abb. 41: Hypothese 4

Als nächstes wird mit Hypothese 4 geprüft, inwiefern in Dg7 die Leistung nach zeitlicher Verzögerung durch wiederkehrende Schmerzen mit hoher versus niedriger Schmerzintensität beeinflusst wird (siehe Tab. 13). Das Ergebnis des Kruskal-Wallis-Tests (Chi-Quadrat $X^2=12,703$; $df=3$, $p=0.005$) unterstreicht, dass die Faktoren Schmerzrezidivität und Schmerzintensität sich auf die Leistung nach zeitlicher Verzögerung statistisch relevant auswirken (siehe Abb. 41). Die Auswirkung dieser Faktoren lautet jedoch entgegen der Erwartungen, dass Kinder, die eine hohe Schmerzintensität bei Schmerzrezidivität angeben, am besten abschneiden.

4.4.3 Geschlechtsspezifische Hypothesen

4.4.3.1 Hypothese 5

Tab. 14: Hypothese 5

Hypothesenentstehung	
Hypothese 5	Die Gesamtbhaltensleistung der Mädchen ist höher als die der Jungen (Summe Dg1 bis Dg5)
Nullhypothese	Die Gesamtbhaltensleistung der Mädchen ist <u>nicht</u> höher als die der Jungen (Summe Dg1 bis Dg5)
Stichprobe	N = 169
Test	Mann-Whitney-Test für zwei unabhängige Stichproben
Wert	Mann-Whitney-U=3535,000
Signifikanz	p = 0,915, gerichtet p = 0,458
Entscheidung	Hypothese 5 ist abzulehnen

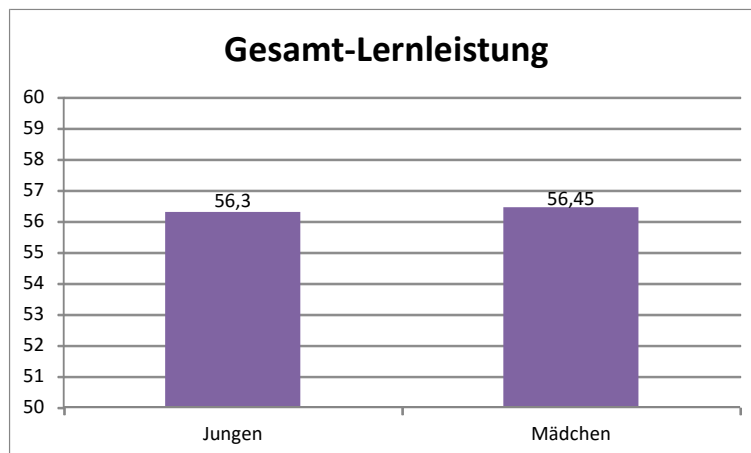


Abb. 42: Hypothese 5 (Gesamtlernleistung)

Abb. 42 zeigt, dass sich Jungen und Mädchen in der Gesamtlernleistung nicht unterscheiden (Jungen: MW 56,30; SD 9,202; Mädchen: MW 56,45; SD 9,074). Berechnet wurden die Werte mit dem Mann-Whitney U-Test (U=3335,000; p=0,458). Die in Tab. 14 dargestellte Hypothese 5 ist abzulehnen.

4.4.3.2 Hypothese 6

Tab. 15: Hypothese 6

Hypothesenentstehung	
Hypothese 6	Jungen und Mädchen der siebten Klassen unterscheiden sich im Lernverlauf (Dg1, Dg2, Dg3, Dg4, Dg5)
Nullhypothese	Jungen und Mädchen der siebten Klassen unterscheiden sich <u>nicht</u> im Lernverlauf
Stichprobe	N = 169
Test	Allgemeines lineares Modell mit Messwiederholungen in den Lerndurchgängen und in Abhängigkeit von dem Faktor Geschlecht
Wert	F-Werte Messwiederholung: $F(4,164)=297,364$ Interaktion von Messwiederholung und Geschlecht: $F(4,164)=4,063$
Signifikanz	Messwiederholungsfaktor: $p < 0,001$ Interaktion von Messwiederholung und Geschlecht: $p = 0,004$
Entscheidung	Hypothese 6 ist anzunehmen

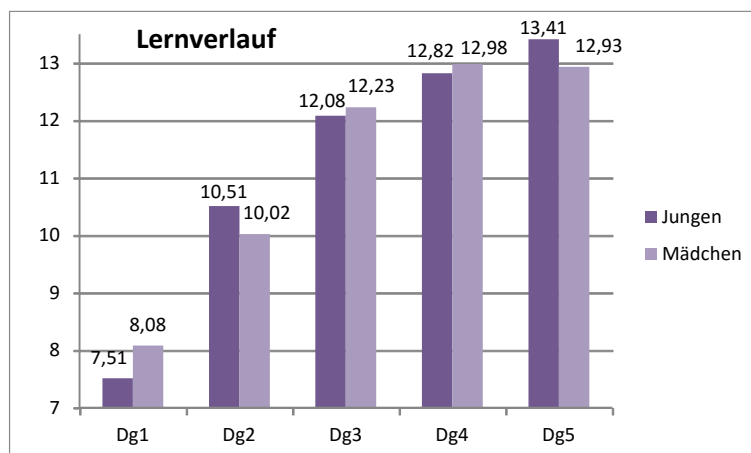


Abb. 43: Hypothese 6 (Lernverlauf)

Obwohl die Lernleistungen in den Lerndurchgängen Dg1 bis Dg5 nicht normalverteilt sind, wird die abschließende Vermutung mit Hilfe einer multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem Faktor Lerndurchgang in Abhängigkeit von dem Faktor

Geschlecht für N=169 Kinder überprüft (siehe Tab. 15). Bei der varianzanalytischen Modelltestung findet sich ein signifikanter Effekt für die Messwiederholung, der sich auf die Lernleistungen in den Durchgängen 1 bis 5 ($F(4,164)=297,364$; $p<0,001$) bezieht, und für die Interaktion des Messwiederholungsfaktors mit dem Geschlecht ($F(4,164)=4,063$; $p=0,004$). Abb. 43 stellt die geschlechtsspezifischen Mittelwerte im Lernverlauf dar.

5. Diskussion

Diese Promotionsarbeit vergleicht die Behaltensleistungen und ihre Vulnerabilität durch retroaktive Interferenz von Kindern mit rezidivierenden funktionellen Kopf- und/ oder Bauchschmerzen mit gesunden Kindern.

Als Testmittel für die kognitiven Leistungen der Kinder wird der Verbale Lern- und Merkfähigkeitstest angewandt.

5.1 Diskussion der deskriptiven Ergebnisse

Die Untersuchung der Gesamtstichprobe von 169 Kindern der siebten Klasse, die am VLMT teilgenommen haben, zeigt den Erwartungen entsprechend einen Prozess der Konsolidierung durch Wiederholung. Dies ist im Ergebnisteil anhand der Wiederholungen der Lernliste A von Dg1 bis Dg5 zu erkennen. (siehe Abb. 9, S. 41)

Schweer (2000) beschrieb bezüglich der Methodik des Lernprozesses, dass Wiederholung von Gelerntem dazu führt, dass die Information im Gedächtnis aktiv bleibt und zum langfristigen Behalten führt.

Auch Richard N. Jones et al. (2005) sagt in Bezug auf die englische Version des VLMT, dem AVLMT, aus: „Improvement, or performance in general, across multiple recall trials is typically characterized as the learning curve or learning slope, as encoding and retrieval from long-term memory play an increasingly greater role in performance with each presentation.“, d.h. das wiederholte Abrufen einer gelernten Information nach jeweiliger Darbietung führt zur Verbesserung der Lernkurve.

Lernen fußt also auf dem Prinzip der Wiederholung, für den Prozess des Vergessens gibt es zwei Ansätze, Vergessen erfolgt durch Interferenz oder Verfall (Woolfolk Hoy, 2008).

Je länger der Lernprozess vorbei ist und keine Wiederholung erfolgt ist, desto weniger können wir reproduzieren, die Information verfällt also (Schenk-Danzinger, 2001).

Fritz Jansen et al. (2006) erläutern diesbezüglich die Ebbinghaus-Kurve, ein Graph, der beschreibt wieviel Prozent des Erlernten nach Minuten, Stunden oder Tagen der Aneignung erinnert werden.

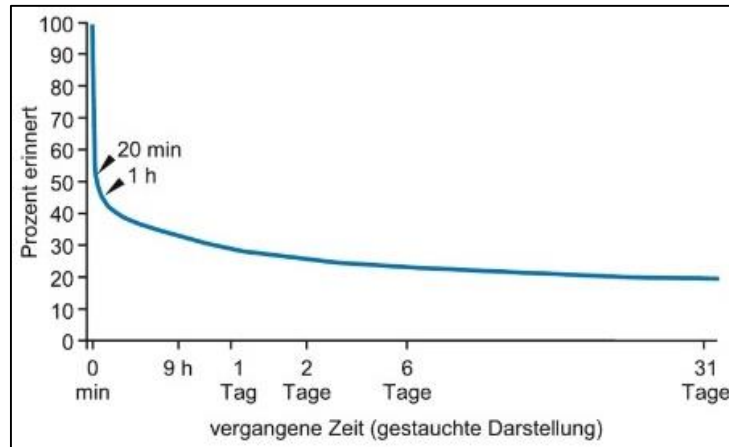


Abb. 44: Ebbinghaus-Kurve

Anhand von Abb. 44 wird deutlich, dass nach 20 min. der Aneignung nur noch etwas mehr als 50% des Gelernten erinnert werden.

Eine zeitliche Verzögerung von 30 min. in unserem Test demonstriert ebenfalls negative Auswirkungen auf die Abrufleistung (siehe Abb. 9). Es ist jedoch hinzuzufügen, dass in unserer Studie eine fünfmalige Wortdarbietung erfolgt ist, somit das Prinzip der Wiederholung binnen kurzer Zeit erfolgt ist und eine Interferenzliste als zusätzlicher Störfaktor gegeben war.

Welchen Einfluss haben Interferenzen auf Lernleistungen?

Hoffmann et al. (2013) erklären, dass Informationen, die dem Lernen vorangehen (proaktive Interferenz) sowie Informationen, die dem Lernen folgen (retroaktive Interferenz) zu einem konkurrierenden Prozess, dem Abrufwettbewerb („retrieval competition“) führen, die richtige Abrufleistung wird wechselseitig gestört.

Anhand von Abb. 9 ist für die untersuchte Studie zu erkennen, dass die Interferenzliste B zu einem Abfall der Lernleistung in Dg6, d.h. Abruf nach Interferenz, führt.

Einfluss auf das Vergessen durch Interferenz haben vor allem Ähnlichkeiten mit dem vorher Gelernten (Rautenberg et al., 2015). Im VLMT wird der Aspekt der semantischen und phonetischen Ähnlichkeit von Begriffen in der Wiedererkennungsliste aufgegriffen, in dieser Arbeit wird auf diese Thematik jedoch nicht näher eingegangen.

In der Literatur wird in Hinsicht auf Interferenzeffekte insbesondere die retroaktive Interferenz beschrieben, die proaktive Hemmung spielt eine eher untergeordnete Rolle (Hellwig, 2008). Kognitive Aufgaben interferieren vor einer neuen Aufgabe nicht so stark wie nach einer Aufgabe (Kühn et al., 2006).

Metzig et al. (2013) bestärken diese Aussage ebenfalls und fügen hinzu, dass neben starken Ähnlichkeiten der Items auch ein zu kurzer Abstand in den Abrufdurchgängen zweier unterschiedlicher Aufgaben eine retroaktive Interferenz verstärken.

In der vorliegenden Studie liegen die mittleren Behaltensleistungen jedoch unter retroaktiven Bedingungen höher als im proaktiven Test. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Lernliste A im retroaktiven Test fünf Mal vorgelesen wird bis die Interferenzliste dargeboten wird, im proaktiven Test hören die Kinder die Lernliste A nur einmal bevor die Interferenzliste vorgelesen wird, retroaktiv kann die Lernliste mehr wiederholt werden und bleibt demnach besser in Erinnerung.

In den Ergebnissen fiel zudem auf, dass zuerst und zuletzt gelernte Items besser behalten werden als Items die in der Mitte der Wortliste angeordnet werden. Schweizer (2006) nennt dies den Primacy- und Recency-Effekt.

Neil Martin et al. (2010) führen den Primacy-Effekt darauf zurück, dass zuerst genannte Wörter mehr Möglichkeiten haben wiederholt zu werden als Wörter, die mittig angeordnet sind. Je mehr Wörter genannt werden, desto mehr wird die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses ausgeschöpft und hinzukommende Wörter können nicht erinnert werden. Während die erst genannten Wörter wiederholt werden können, konkurrieren später genannte Wörter ins Kurzzeitgedächtnis zu gelangen.

Der Recency-Effekt lässt sich laut Neil Martin et al. (2010) dadurch erklären, dass die letzten Wörter als letztes gehört werden und daher in Erinnerung bleiben und somit die Aufnahme ins Kurzzeitgedächtnis erleichtert wird.

In der Analyse der Ergebnisse dieser Studie fiel auf, dass die mittlere Lernleistung nicht signifikant geschlechterunterschiedlich ist. Lediglich in der Supraspanne konnten Mädchen eine minimal bessere, jedoch nicht signifikant bessere Abrufleistung erbringen, die Lernleistungen in Dg5 und nach Interferenz (Dg6) sowie nach zeitlicher Verzögerung (Dg7) liegen bei den Jungen vernachlässigbar höher, wichtig ist jedoch auch hier, dass keine signifikanten Unterschiede vorliegen. Lediglich der Lernverlauf unterscheidet sich signifikant.

In der Literatur ist ein Geschlechtervorteil für weibliche Teilnehmer an verbalen Lerntests beschrieben, Tillmann et al. (1992), Vakil et al. (2010) und Stürzer et al. (2003) benennen allgemein bezüglich Schulleistungen in der Jugend einen Geschlechtervorteil zugunsten der Mädchen.

Helmstaedter et al. (2001) konnte die Geschlechtertendenz zugunsten der femininen Teilnehmer beobachten, in seiner Studie lagen sogar signifikant höhere Abrufleistungen bei den 10- bis 14-Jährigen vor. Bei standardisierten verbalen Fähigkeitstests ist zwar laut Siegler et al. (2016), eine Tendenz zu beobachten, dass Mädchen besser abschneiden, jedoch wird dies als vernachlässigbar klein beschrieben.

Bleecker et al. (1988) konnten diesen Geschlechtseffekt nur für eine Altersgruppe ab 65 Jahren aufwärts benennen.

Auch Holling et al. (2004) sagen aus, dass die Befunde in Tests bezüglich der verbalen Fähigkeiten widersprüchlich sind, Jugendliche im Alter von 12 bis 16 Jahren zeigten nur eine kleine Überlegenheit zugunsten der Mädchen, außerdem ist zu berücksichtigen, welche spezifische verbale Fähigkeit getestet wird, denn davon hängt die Überlegenheit eines Geschlechts ab.

In dieser Promotionsarbeit kann die Tendenz der weiblichen Überlegenheit anhand des VLMT nicht bestätigt werden, Jungen und Mädchen der siebten Klasse unterscheiden sich in Ihren Abrufleistungen nicht signifikant.

In der von uns untersuchten Studiengruppe lässt sich feststellen, dass weder Schmerzrezidivität noch eine hohe Schmerzintensität negativen Einfluss auf die Schulleistungen hatten.

Ebinger (2011) beschrieb, dass vermehrte Schulabwesenheit durch Schmerzbeschwerden bei u.a. Kindern mit Migräne oder abdominellen Beschwerden vorlag, dabei lag die Höchstquote bei Kindern mit Kopfschmerzen oder arthritischen Schmerzen. Durchschnittlich fehlen Kinder bis zu drei Tage im Jahr durch wiederkehrende Schmerzen in der Schule. Ein großer Anteil der Kinder und Jugendlichen gaben an in ihren Alltagsaktivitäten beeinträchtigt zu sein. Außerdem führen die Schmerzen u.a. auch zu Schlafstörungen, die Schulversäumnis und Konzentrationsstörungen zur Folge haben können.

Nass et al. (2010) beschrieben, dass mit Schmerzen auf längere Zeit auch Erschöpfung einhergeht und die Schmerzen in Zusammenhang mit depressiven Verstimmungen stehen, was ein zusätzlicher Risikofaktor für kognitive Einschränkungen sein kann.

Göbel (2008) gibt in Interviews mit Schmerzpatienten einen kleinen Einblick in die Wahrnehmung der Patienten selbst:

„Wurden Ihre Schulleistungen durch die Migräne beeinträchtigt?“ „Ich glaube, ja.“ (...) „Ohne Migräne hätte ich mehr Leistung gebracht, denn ich war ehrgeizig und eine gute Schülerin.“

Inwiefern ein Kind betroffen ist, ist jedoch auch vom familiären Setting, den individuellen Charakterzügen und Coping-Strategien abhängig (Nass et al., 2010).

Im Folgenden werden die mittleren Behaltensleistungen in den Klassen 2, 3, 4 und 7 hinsichtlich der pro- und retroaktiven Interferenz diskutiert.

Es ist zu beobachten, dass in der Entwicklung von der Klasse 2 bis Klasse 7 die Abrufleistung von ca. 5 Wörtern auf ca. 7-8 Wörtern steigt.

Helmstaedter et al. (2001) unterschieden fünf Altersgruppen wobei die erste Gruppe nochmals unterteilt wurde:

- 1) 6-bis 9-Jährige
 - 1.1) 6-Jährige (Vorschulalter)
 - 1.2) 7-bis 9-Jährige (1. Klasse bis 3. Klasse)
- 2) 10-bis-14-Jährige (4. Klasse bis 7. Klasse)
- 3) 15-bis-29-Jährige
- 4) 30-bis-49-Jährige
- 5) \geq 50-Jährige

Nach den Normdaten von Helmstaedter et al. liegt die Leistung der 10-14-Jährigen insgesamt höher als die der 7-9-Jährigen. Dieser Alterseffekt kann in der Supraspanne Dg1, in der Lernleistung Dg5 und in der Abrufleistung nach Interferenz Dg6 und zeitlicher Verzögerung Dg7 bestätigt werden.

Helmstaedter et al. (2001) sagten zudem aus, dass in der Wiedererkennungsleistung ein Alterseffekt zu sehen war. Die Auswertung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diesen Effekt in der Wiedererkennungsleistung nur bedingt, in Klasse 4 sind die Leistungen sowohl im proaktiven Teil als auch im retroaktiven Teil schlechter als in den Jahrgängen vorher.

Ein Alterseffekt ist in der vorliegenden Arbeit zudem in der Längsschnittstudie in der Supraspanne, bei Abruf der retroaktiven Interferenzliste und in der Gesamtleistung unter retroaktiven Bedingungen ermittelt worden.

Neben dem Effekt des Alters ist zu berücksichtigen, in welchem Abschnitt des Lebens sich die Schüler befinden.

Berk et al. (2011) demonstrierten die Stimmungslage von Schülern in der Sekundarstufe I und II innerhalb einer Woche. In beiden Kurvenverläufen ist zu beobachten, dass die Stimmungslage von Schülern und Schülerinnen am Sonntag sinkt bevor montags der Schulunterricht beginnt. Während der Woche bleiben die Emotionen auf einem gesenkten Niveau bevor freitags zum Wochenende hin der emotionale Höhepunkt erreicht wird. Neben dem Effekt des Alters ist also auch ein Effekt in Betracht zu ziehen, in dem die Motivation und emotionale Lage der Schüler berücksichtigt wird. Abb. 45 zeigt den entsprechenden Kurvenverlauf.

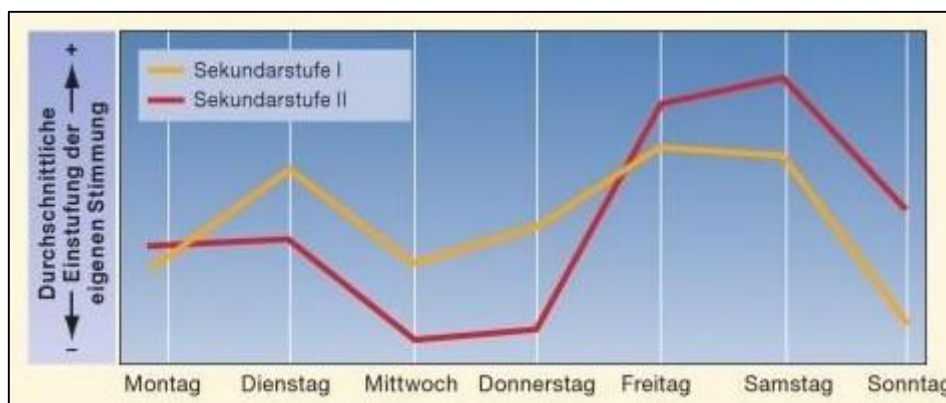


Abb. 45: Stimmungslagen in den Sekundarstufen I und II während einer Woche

5.2 Diskussion der Hypothesen

Die Hypothesen dienen der Überprüfung von testspezifischen, schmerzspezifischen und geschlechtsspezifischen Einflüssen auf die Leistungen im VLMT.

Die testspezifischen Hypothesen zeigten signifikante Unterschiede in den Leistungen der Siebtklässler abhängig vom Lerndurchgang im VLMT.

Hypothese 1 bestätigt, dass die Leistungen in Dg1 besser sind als die Abrufleistungen der Interferenzliste, obwohl beide Listen den Schülern zum ersten Mal dargeboten wurden. Dies könnte damit zusammenhängen, dass bis zur Darbietung von der Interferenzliste B ein Lernprozess der Lernliste A stattfindet und somit das Prinzip der Wiederholung greift (Schweer, 2000).

Hypothese 2 zeigt signifikante Unterschiede bei der Fehleranalyse. Falsch Positive Nennungen, d.h. Wörter, die weder in Lernliste A noch in Lernliste B vorkamen, treten in Dg1 häufiger auf als in Dg6, der Abrufleistung nach Interferenz. Es könnte sein, dass in Dg1 mehr neue Wörter ausgedacht werden, wenn ein Wort nicht erinnert wird und in Dg6 mehr Verwechslungen mit Wörtern der Interferenzliste, also mehr Interferenzeffekte, auftreten.

Die schmerzspezifischen Hypothesen 3 und 4 dienen der Untersuchung der Einflüsse von Schmerzrezidivität und Schmerzintensität auf die Abrufleistung nach Interferenz (Dg6) und nach zeitlicher Verzögerung (Dg7). In Dg6 kann kein nachweisbarer Effekt auf die Lernleistungen verzeichnet werden, in Dg7 ist ein Effekt zu vermerken, jedoch ist das Resultat anders als vermutlich angenommen, denn Kinder, die eine Schmerzrezidivität und eine hohe Schmerzintensität angeben, haben in Dg7 die besten Ergebnisse erzielt. Sind sich Kinder, die rezidivierend an Schmerzen leiden, vielleicht ihrer Lage bewusst und geben sich mehr Mühe, um besser abzuschneiden als Schüler und Schülerinnen ohne Schmerzrezidivität? Ein wichtiger Aspekt, der außerdem zu berücksichtigen gilt, ist, dass an den Untersuchungstagen die untersuchten Kinder am Schulunterricht teilgenommen haben, d.h. während den Untersuchungen waren Probanden, die rezidivierend unter Schmerzen litten, schmerzfrei.

Die Hypothesen 5 und 6 testen Geschlechtseffekte auf die Gesamtlernleistung (Summe der absoluten Häufigkeiten Dg1 bis Dg5) und auf den Lernverlauf. Die Annahme, dass Mädchen bessere Gesamtlernleistungen erbringen als Jungen konnte nicht bestätigt werden. Signifikant ist jedoch, dass sich die Lernverläufe beider Geschlechter unterscheiden. Dieses Ergebnis regt zur Spekulation an, ob Jungen anders lernen als Mädchen. Wie bereits in der Diskussion der deskriptiven Ergebnisse beschrieben, sagten Holling et al. (2004) aus, dass die Spezifität der verbalen Fähigkeiten bei Jungen und Mädchen unterschiedlich sein kann. Tests für Wortschatz und Leseverständnis konnten keinen Geschlechterunterschied nachweisen, die Umsetzung von verbalen Analogien lagen den männlichen Teilnehmer mehr, dafür punkteten die weiblichen Teilnehmer im sprachlichen Ausdruck.

Studien, die kognitive Einschränkungen durch chronische Schmerzen thematisieren sind überwiegend für das Erwachsenenalter zu finden. Die Beeinträchtigung der Kinder durch Schmerzen bietet ein weites Feld zum Untersuchen, denn mögliche Leistungseinschränkungen in Schulen, die durch Schmerzen bedingt sein können, könnten besser behoben werden, wenn eine Sensibilisierung für diese Thematik erfolgt.

5.3 Diskussion der Methode

Wissenschaftliche Studien können Stärken und Schwächen von Tests bei Exekution detektieren.

In dieser Studie basiert die Einstufung in die Gruppe der Kinder mit funktionellen Schmerzen auf die Wahrnehmung und Einschätzung von Kindern, die eine entscheidende Rolle in der Anamnese haben. Die Diagnose einer Schmerzart fußt also

auf den subjektiven Angaben im Schmerzfragebogen. Positiv zu benennen ist hierbei, dass durch den Selbstbeurteilungsfragebogen der Gefahr der Unterschätzung durch beispielsweise einer Fremdbeurteilung der Eltern entgegengesteuert werden kann. Andresen et al. (2010), bestätigten, dass Kinder in der Lage sind an wissenschaftlichen Untersuchungen, die der Forschung dienen, aktiv teilzunehmen.

Mögliche Fehlerquellen bei der Durchführung der Test sind zum einen die Testleiter, die bei den Untersuchungen gewechselt haben. Der Wechsel von unerfahrenen Leitern und geschulten Leitern kann als mögliche Fehlerquelle bei unterschiedlichen Testanweisungen eine Rolle spielen. Zum anderen ist die Gesamttestung auf vier bis sechs Stunden angesetzt, die Motivation und Konzentrationsfähigkeit kann bei den Kindern fluktuieren und demnach die Lernleistungen im VLMT beeinflussen. Eine weitere Störquelle kann die Umgebung der Testdurchführung sein. Eine standardisierte Untersuchungsumgebung mit Räumlichkeiten, die das Testen von jedem Kind ohne Störquellen wie z.B. das simultane Testen anderer Kinder, dem Lärm auf dem Schulhof oder dem Pausengong, waren nicht gegeben.

Eine Untersuchung von Schülern unter Angabe von funktionellen Schmerzen kann bei der Abgrenzung der schmerzbedingten kognitiven Einbußen von beispielsweise psychiatrisch bedingten Einbußen helfen. Helmstaedter et al. (2001) fanden heraus, dass depressive Testteilnehmer signifikant schlechtere kognitive Leistungen ablieferten. Diese Depressionen können eine Folge von chronischen Schmerzen darstellen (Nass et al., 2010).

Ein Teil der Kinder wiesen einen Migrationshintergrund auf, sprachliche Barrieren, die das Verstehen und Umsetzen der Testanweisungen erschweren, sind als Fehlerquellen nicht zu vernachlässigen. Generell ist zu sagen, dass die Leistungen abhängig sind von den sozialen, kognitiven und kommunikativen Kompetenzen eines Kindes.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden zum ersten Mal in diesem großen Umfang Daten erhoben, die schmerzbedingte Beeinträchtigungen von kognitiven Leistungen im Kindes- und Jugendalter untersuchten. Die Möglichkeit sowohl in Querschnittstudien als auch in Längsschnittstudien Testergebnisse zu analysieren gibt eine großartige Möglichkeit Probleme im Entwicklungsverlauf aufzudecken. Studien, die Gedächtnisleistungen im Kindesalter thematisieren sind rar, der erhobene Datensatz bietet daher viele neue Forschungsansätze.

6. Zusammenfassung

Schmerzen im Kindes- und Jugendalter werden mit hohen Prävalenzen für Deutschland berichtet. Sie führen zu physischen Problemen wie Schlafstörungen, zu psychischen, emotionalen und kognitiven Störungen und zu sozialen Problemen in der Familie oder durch vermehrte Fehlzeiten in der Schule. Außerdem ist im Lebenslauf der betroffenen Kinder eher mit einer Chronifizierung der Schmerzen zu rechnen.

Diese Arbeit untersucht Behaltensleistungen unter retroaktiver Interferenz bei Siebtklässlern mit und ohne rezidivierende Kopf- und Bauchschmerzen, zudem erfolgt ein vergleichender Exkurs zu Behaltensdaten des Gesamtprojekts. Dabei werden Parameter der Lernleistungen von der 2. bis zur 4. Klasse analysiert und die Resultate mit den Ergebnissen der Siebtklässler verglichen. Außerdem werden 43 Kinder im Längsschnitt untersucht, so dass eine Entwicklung von der 2. bis zur 7. Klasse beobachtet und analysiert werden kann.

Für alle Klassen werden die in der experimentellen Gedächtnisforschung bekannten mittleren Merkspannen und die für die retroaktive Interferenz typischen altersentsprechenden Lernkurven präsentiert. Die Lernleistungen konsolidieren erwartungsgemäß während der fünf Lerndurchgänge; es zeigt sich der vorhergesagte Deckelungseffekt. Auch nach zeitlicher Verzögerung werden hohe Wiedererkennungsleistungen berichtet. Die Schmerzfactoren „Rezidivität“ und „Intensität“ führen für die Leistungsparameter des Behaltens unter der experimentellen Bedingung der retroaktiven Interferenz nicht zu nachweisbaren Unterschieden. Die Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung unterscheidet sich jedoch signifikant; entgegen der Erwartung erzielen jedoch Kinder mit häufigen und intensiven Schmerzen die höchsten Abrufleistungen. Die Lernleistungen der Jungen und Mädchen werden über die Lerndurchgänge hinweg altersabhängig immer besser; beide Gruppen erreichen in der siebten Klasse vergleichbare Lernergebnisse. Die Lernverläufe sind jedoch in Abhängigkeit vom Geschlecht signifikant unterschiedlich.

Die Thematik der Wechselwirkung von Schmerzerfahrungen und kognitiven Dysfunktionen sollte vermehrt in der Öffentlichkeit publik gemacht werden, zudem sollten weitere Untersuchungen im klinischen Setting stattfinden, um auch Eltern für diese Interaktion zu sensibilisieren. Die in dieser Arbeit zur Verfügung gestellten Referenzdaten können beim Vergleich eine wichtige Basis darstellen.

Literaturverzeichnis

1. Anderson, J. R. (2013): Kognitive Psychologie; Springer: 7. Aufl.
2. Andresen, S.; Hurrelmann, K. (2010): Kindheit. Beltz: Weinheim
3. Baeuducel, A.; Leue, A. (2014): Psychologische Diagnostik Hogrefe: S. 220
4. Berk, L. E. (2011): Entwicklungspsychologie. Pearson Studium: S. 500
5. Berrill, J.W.; Gallacher, J.; Hood, K.; Green, J.T.; Matthews, S.B.; Campbell, A.K.; Smith, A. (2013): An observational study of cognitive function in patients with irritable bowel syndrome and inflammatory bowel disease. In: Neurogastroenterology and Motility. 2013 Nov; **25** (11). S. 918 E704
6. Birbaumer, N.; Schmidt, R. F. (2010): Nozizeption und Schmerz. In: Birbaumer, N.; Schmidt, R. F. (Hrsg.): Biologische Psychologie. Springer: Heidelberg, 7. überarb und erg. Aufl.
7. Bleecker, M. L.; Bolla-Wilson, K.; Agnew, J.; Meyers, D.A. (1988): Age-related sex differences in verbal memory. Journal of Clinical Psychology. 1988 May; **44** (3). S. 403–411
8. Bühl, A. (2008): SPSS 16. Einführung in die moderne Datenanalyse. Pearson Studium: S. 318, 321, 323, 330
9. Dick, B. D.; Rashiq, S. (2007): Disruption of attention and working memory traces in individuals with chronic pain. In: Anesthesia and analgesia. 2007, May; **104** (5). S. 1223-1229
10. Diener, H. C. (2003): Kopfschmerzen. Thieme: S.60 ff.
11. Ebinger, F. (2011): Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen. Thieme: S. 2-39
12. Eysenck, M. W.; Keane, M. T. (2010): Cognitive Psychology. Taylor & Francis Ltd: 6. Aufl.; A Student's Handbook, S. 172ff.
13. Göbel, H. (2008): „weil ich mit Schmerzen leben muss“ – Interviews mit Schmerzpatienten. Südwest.
14. Gonschorrek, U. (2003): Bildungsmanagement: in Unternehmen, Verwaltungen und Non-Profit-Organisationen. Berliner Wissenschaftsverlag Bwv: S.80
15. Gunawan, R. (2014): Chronifizierung primärer Kopfschmerzen im Entwicklungsverlauf – Eine Analyse relevanter Kopfschmerzsymptome von der Vorschule bis zur Pubertät. Med. Dissertation: Universität Duisburg-Essen.
16. Hellwig, A. (2008): Lernen in Standardisierungsprozessen. Springer: S. 202
17. Helmstaedter, C.; Lendt, M.; Lux, S. (2001): Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest. Beltz: S. 16; 19; 22ff

18. Herschel, M. (2013): Das KliFo-Buch – Praxisbuch klinische Forschung. Schattauer: 2. Aufl.; S.6
19. Hoffmann, J.; Engelkamp, J. (2013): Lern- und Gedächtnispsychologie. Springer: S.152
20. Holling, H.; Preckel, F.; Vock, M. (2004): Intelligenzdiagnostik. Hogrefe: S.43
21. IASP (1979): Pain terms: a list with definitions and notes for usage. Pain. In: International Association for the study of Pain.1979, Jun; **6** (3). S. 249-252
22. IHS (2004): The International Classification of Headache Disorders. 2. Auflage. Cephalalgia 24 (1), 8-160.
23. Jansen, F.; Streit, U. (2006): Positiv lernen. Springer.
24. Jones, R. N.; Rosenberg, A. L.; Morris, J. N.; Allaire, J. C.; McCoy, K. J. M.; Marsiske, M.; Kleinman, K. P.; Rebok, G. W.; Malloy P. F. (2005): A growth curve model of learning acquisition among cognitively normal older adults. In: Experimental Aging Research. 2005, Jul-Sep; **31** (3). S. 291-312
25. Kühn, S.; Platte, I.; Wottawa, H. (2006): Psychologische Theorien für Unternehmen. Vandenhoeck & Ruprecht: S. 111 ff.
26. Markowitsch, H.-J. (2009): Dem Gedächtnis auf der Spur. Primus.
27. Mertens, J. (2003): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. De Gruyter Oldenbourg: S. 148, 158
28. Metzigg, W., Schuster, M. (2013): Lernen zu lernen: Lernstrategien wirkungsvoll einsetzen. Springer: S. 38
29. Nass, R. D.; Frank, Y. (2010): Cognitive and behavioral abnormalities of pediatric diseases. Oxford University Press: New York; S. 6.
30. Neil Martin, G.; Carlson, N. R.; Buskist, W. (2010): Psychology. Allyn & Bacon: S.297
31. Ostkirchen, G., Andler, F., Hammer, F., Pöhler, K. D., Snyder-Schendel, E., Werner, N., Markett, S., Horacek, U., Jöckel, K.-H., Diener, H. C. (2006): Prevalences of primary headache symptoms at school-entry: a population-based epidemiological survey of preschool children in Germany. In: The journal of headache and pain. 2006; 7 (5). S. 331–340.
32. Pinquart, M. (2013): Wenn Kinder und Jugendliche körperlich chronisch krank sind. Springer.
33. Ptok, Martin, Buller, N., Kuske, S., Hecker, H. (2005): Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest. Untersuchungen zur ökologischen Validität. In: HNO. 2005, April; **53** (4). S. 369-375

34. Rautenberg, U.; Schneider, U. (2015): Lesen: Ein interdisziplinäres Handbuch. De Gruyter: S.160
35. Ravens-Sieberer, U.; Bullinger, M. (2003): Der Kindl-R Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen (revid. Form) In: Schumacher J.; Klaiberg, A.; Brähler, E. (Hrsg.): Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden. Hogrefe: Göttingen. S. 184-188
36. Rome Foundation (2006): Guidelines Rome III Diagnostic Criteria for Functional Gastrointestinal Disorders. Journal of Gastrointestinal and Liver Diseases 15 (3), 307-312.
37. Santos-Lasaosa, S.; Vilorio-Alabesque, A., Morandeira-Rivas, C., Lopez Del Val, L.J. (2013): Mnemonic complaints and chronic migraine. In: Revista de Neurologia. 2013, Aug; **15** (4). S. 145-149
38. Schenk-Danziger, L. (2001): Entwicklung, Sozialisation, Erziehung, Schul- und Jugendalter. Klett-Cotta: S.317 ff.
39. Schiepek, G. (2004): Neurobiologie der Psychotherapie. Schattauer: S. 204
40. Schenk-Danzinger, L. (2001): Entwicklung, Sozialisation, Erziehung: Schul- und Jugendalter. Klett-Cotta.
41. Schermer, F. J. (2014): Lernen und Gedächtnis. Kohlhammer: 5. Aufl.
42. Schweer, M. K. W. (2000): Lehrer-Schüler-Interaktion: Inhaltsfelder, Forschungsperspektiven und methodische Zugänge. Leske + Budrich.
43. Schweizer, K. (2006): Leistung und Leistungsdiagnostik. Springer: S.38
44. Siegler, R.; Eisenberg, N.; DeLoache, J.; Saffran, J. (2005): Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter. Spektrum Akademischer Verlag: S. 598
45. Sinz, R. (1979): Neurobiologie und Gedächtnis: Neuronennetzwerke und Informationsspeicherung im menschlichen Gehirn. VEB Volk und Gesundheit: Berlin; S. 19
46. Stürzer, M.; Roisch, H.; Hunze, A.; Cornelißen W. (2003): Geschlechterverhältnisse in der Schule. Springer: S.118
47. Tarasidis, G. S.; DeConde, A. S.; Mace, J. C.; Ashby, S.; Smith, T. L.; Orlandi, R. R.; Alt, J. A. (2015): Cognitive dysfunction associated with pain and quality of life in chronic rhinosinusitis. In: Allergy and Rhinology. 2015, November; **5** (11). S. 1004-1009

48. Tillmann, K.-J. (1992): Jugend weiblich – Jugend männlich: Sozialisation, Geschlecht, Identität. Leske+Budrich: S. 27
49. Trepel, M. (2004): Neuroanatomie – Struktur und Funktion. Urban & Fischer/Elsevier Verlag: 3. Aufl., S. 202-207
50. Vakil, E.; Greenstein, Y.; Blachstein, H. (2010): Normative data for composite scores for children and adults derived from the Rey Auditory Verbal Learning Test. In: The Clinical Neuropsychologist. **24** (4). S. 662–677
51. Volz-Sidiropoulou, E.; Poll, E.; Forkmann, T.; Gauggel, S. (2010): Erweiterte Altersnormen zum Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT). In: Klinische Diagnostik und Evaluation. **3** (3), 226-243
52. Woolfolk Hoy, A.; Schönplflug, U. (2008): Pädagogische Psychologie. Pearson: S.317
53. Wu, Z.; Qian; X.Y.; An, J.X.; Lin, C.C.; Tian, M. (2015): Trigeminal neuralgia induced by cobra venom in the rat leads to deficits in abilities of spatial learning and memory. In: Pain Physician. 2015, Mar-April; **18** (2). S. E207-216
54. Zimmermann, M. (2011): Physiologie der Schmerz Wahrnehmung und ihre Entwicklung. In: Ebinger, F. (Hrsg.): Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen. Ursachen, Diagnostik und Therapie. Thieme: Stuttgart.

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ebenen des Gedächtnisses	8
Abb. 2: Gedächtniskonsolidierung vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis ...	10
Abb. 3: Übersicht über die zeit- und inhaltsabhängigen Gedächtnisprozesse	10
Abb. 4: Einteilung der Gedächtnissysteme im Langzeitspeicher und ihre Funktionen .	10
Abb. 5: Großhirn	11
Abb. 6: Formatio reticularis	12
Abb. 7: Übersicht über die Gesamtstudie.....	29
Abb. 8: Geschlechterverteilung der Jungen und Mädchen, die am VLMT teilgenommen haben (links), eine Angabe zur Schmerzrezidivität (mittig) und zur Schmerzintensität gemacht haben (rechts).	32
Abb. 9: Absolute Häufigkeiten der Lernleistungen Dg1 – Dg7 in Klasse 7.....	41
Abb. 10: Geschlechtsabhängige Lernkurve der Siebtklässler.....	43
Abb. 11: Lernkurve der Siebtklässler in Abhängigkeit von der Schmerzrezidivität.....	43
Abb. 12: Lernkurve der Siebtklässler in Abhängigkeit von der Schmerzintensität.....	44
Abb. 13: Vergleich der Supraspanne in Abhängigkeit von Schmerzrezidivität und Schmerzintensität bei Siebtklässlern.....	44
Abb. 14: Vergleich der Supraspanne in Abhängigkeit von den Faktoren Geschlecht, Schmerzrezidivität und Schmerzintensität in Klasse 7	45
Abb. 15: Lernleistung Dg5 in Abhängigkeit von rezidivierenden Schmerzen und Intensität in Jahrgang 7.....	46
Abb. 16: Lernleistung Dg5 in Abhängigkeit von den Faktoren Geschlecht, Schmerzrezidivität und Schmerzintensität in Klasse 7	46
Abb. 17: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 2. Grundschulklasse (n=43).....	48
Abb. 18: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 3. Grundschulklasse (n=43).....	49
Abb. 19: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 4. Grundschulklasse (n=43).....	50
Abb. 20: Vergleich der Lernleistungen in den Lerndurchgängen mit proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in der 7. Klasse der weiterführenden Schule (n=43)	50

Abb. 21: Die durchschnittliche Lernleistung Dg1 (Supraspanne) von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz.....	51
Abb. 22: Supraspanne im pro- und retroaktiven Testdurchlauf in den Klassen 2 bis 7	52
Abb. 23: Die durchschnittliche Lernleistung Dg5 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz	52
Abb. 24: Lernleistung Dg5 in den Klassen 2 bis 7 im pro- und retroaktiven Test.....	52
Abb. 25: Die durchschnittliche Abrufleistung nach Interferenz Dg6 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz.....	53
Abb. 26: Darstellung der Abrufleistung nach proaktiver vs. retroaktiver Interferenz in den Klassen 2 bis 7.....	53
Abb. 27: Die durchschnittliche Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung Dg7 von der 2. bis zur 7. Klasse unter pro- und retroaktiver Interferenz	54
Abb. 28: Darstellung der Abrufleistung nach zeitlicher Verzögerung unter pro- und retroaktiver Interferenz in den Klassen 2 bis 7	54
Abb. 29: Der durchschnittliche Verlust nach Interferenz Dg5 - Dg6 von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz.....	55
Abb. 30: Einzelne Betrachtung des Verlusts nach Interferenz im pro- und retroaktiven Testdurchgang in den Klassen 2 bis 7	55
Abb. 31: Der durchschnittliche Verlust nach zeitlicher Verzögerung (Dg5 - Dg7) von der 2. bis zur 7. Klasse unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz	56
Abb. 32: Gegenüberstellung der Lernkurven Verlust nach zeitlicher Verzögerung unter pro- und retroaktiver Interferenz in Klasse 2 bis 7	56
Abb. 33: Der durchschnittliche Wiedererkennungslernleistung W von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz.....	57
Abb. 34: Wiedererkennungslernleistung im pro- und retroaktiven Test in Klasse 2 bis 7...	57
Abb. 35: Die durchschnittliche Anzahl an Fehlern jeglicher Art von der 2. bis zur 7. Klasse während der Lerndurchgänge unter proaktiver vs. retroaktiver Interferenz.....	58
Abb. 36: Fehler Gesamt im pro- und retroaktiven Testdurchlauf in Jahrgang 2 bis 7 ..	58
Abb. 37: Hypothesenübersicht	59
Abb. 38: Hypothese 1	61

Abb. 39: Hypothese 2	62
Abb. 40: Hypothese 3	63
Abb. 41: Hypothese 4	64
Abb. 42: Hypothese 5 (Gesamtlernleistung).....	65
Abb. 43: Hypothese 6 (Lernverlauf)	66
Abb. 44: Ebbinghaus-Kurve	69
Abb. 45: Stimmungslagen in den Sekundarstufen I und II während einer Woche.....	73

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Funktionen einzelner anatomischer Strukturen	13
Tab. 2: Prävalenzen für primäre Kopfschmerzen	18
Tab. 3: Testablauf und Zeitplanung.....	31
Tab. 4: Übersicht über die Stichprobe der Siebtklässler.....	32
Tab. 5: Auswertungsblatt für den Lerndurchgang unter retroaktiver Interferenz	36
Tab. 6: Auswertungsblatt für den Lerndurchgang unter proaktiver Interferenz	37
Tab. 7: Vergleich der absoluten Häufigkeiten in den Reproduktionsleistungen Dg1, Dg5, Dg6 und Dg7 in Klasse 7	42
Tab. 8: Übersicht über alle Promotionsarbeiten zu Behaltensleistungen im Projekt	47
Tab. 9: Vergleich der Behaltensleistungen anhand von Mittelwerten unter proaktiver und retroaktiver Interferenz in den Klassen 2, 3, 4 und 7.....	48
Tab. 10: Hypothese 1.....	60
Tab. 11: Hypothese 2.....	61
Tab. 12: Hypothese 3.....	63
Tab. 13: Hypothese 4.....	64
Tab. 14: Hypothese 5.....	65
Tab. 15: Hypothese 6.....	66

Abkürzungsverzeichnis

APDH	Acute persisting daily headache
ARAS	Aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem
AVLT	Auditory verbal learning test
CCT	Craniale Computertomographie
CSD	Cortical Spreading Depression
Dg	Lerndurchgang
IHS	International Headache Society
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
KINDL-R	Revidierter Kinder-Lebensqualitätsfragebogen
MRT	Magnetresonanztomographie
OSAS	Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest

Danksagung

Zunächst danke ich Herrn Professor Dr. H.C. Diener für die Möglichkeit meiner Promotion in der Klinik für Neurologie des Universitätsklinikums Essen.

Des Weiteren möchte ich mich bei Frau Dr. phil. G. Ostkirchen für ihre tatkräftige Unterstützung, ständige Ansprechbarkeit und die vielen nützlichen Tipps und Anregungen danken.

Weiterhin möchte ich mich bei allen bedanken, die an dem Projekt bei der Datenerhebung mitgewirkt haben, sowie bei den Kindern, Eltern und Lehrern der teilnehmenden Schulen.

Nicht fehlen dürfen meine Eltern P.G. Alias und Alikutty Alias, mein Ehemann Dr. Tharun Jose sowie mein Bruder Cyril Alias und meine Schwägerin Carla Fieber-Alias. Sie haben mir meinen Weg durch ihre Motivation, ihren Rat, ihren Stolz und ihren Rückhalt in vielerlei Hinsicht erleichtert und mich immer wieder aufgefangen. Für diese unermüdliche Unterstützung möchte ich mich von Herzen bedanken.

Lebenslauf

„Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.“