

Medizinische Fakultät  
der  
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Neurologie

Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung bei  
Zweitklässlern unter besonderer Berücksichtigung  
wiederkehrender Schmerzerfahrungen

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

Vorgelegt von  
Susanne Härtig  
aus Essen

2009

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. M. Forsting

1. Gutachter: Herr Univ.-Prof. Dr. med. H.-C. Diener

2. Gutachter: Herr Univ.-Prof. Dr. rer. Biol. Hum. Dipl.-Psych. M. Schedlowski

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Dezember 2009

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
1.1.	Gegenstand der Arbeit.....	5
1.2.	Gliederung .....	6
<b>2.</b>	<b>Schmerz .....</b>	<b>7</b>
2.1.	Definition Schmerz.....	7
2.2.	Rezidivierende Bauchschmerzen bei Kindern .....	8
2.3.	Kindlicher Kopfschmerz .....	9
2.4.	Epidemiologie, Verlauf und Komorbidität des kindlichen Kopf- und Bauchschmerzes .....	11
2.5.	Physiologie des nozizeptiven Systems .....	15
2.6.	Schmerzempfindung – ein Zusammenspiel mehrerer Komponenten.....	16
2.7.	Neuroanatomie der Schmerzverarbeitung .....	18
2.8.	Entstehung von chronischen und rezidivierenden Schmerzen .....	21
2.8.1.	Bauchschmerzen .....	23
2.8.2.	Kopfschmerzen .....	24
<b>3.</b>	<b>Aufmerksamkeit .....</b>	<b>26</b>
3.1.	Definition Aufmerksamkeit .....	26
3.2.	Aufmerksamkeitstheorien .....	27
3.3.	Neuropsychologische Aufmerksamkeitskonzepte .....	31
3.4.	Neuroanatomische Lokalisation der Aufmerksamkeitsleistungen.....	33
3.5.	Aufmerksamkeitsfokussierung und Interferenzneigung .....	34
<b>4.</b>	<b>Aufmerksamkeit und Schmerz.....</b>	<b>35</b>
4.1.	Aufmerksamkeits- und schmerzverarbeitende Hirnareale – gemeinsame Aspekte .....	35
4.2.	Aufmerksamkeit und Schmerz – psychologische Erklärungsmodelle.....	37
4.3.	Überblick - Studien zu Schmerz und Aufmerksamkeit.....	39
4.4.	Fragestellung .....	41
<b>5.</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>42</b>
5.1.	Aufbau der Studie .....	42
5.2.	Beschreibung der Gesamtstichprobe.....	43
5.3.	Ablauf und Durchführung der experimentellen Datenerhebung in der zweiten Klasse .....	44
5.4.	Beschreibung der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung und des Inkompatibilitätstests.....	46
5.5.	Statistische Verfahren.....	49
<b>6.</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>50</b>
6.1.	Deskriptive Analyse der erhobenen Daten des Inkompatibilitätstests .....	50
6.1.1.	Deskriptive Analyse der Leistungsgeschwindigkeit.....	50
6.1.2.	Deskriptive Analyse der Leistungsgüte .....	58
6.1.3.	Deskriptive Analyse der Interferenzneigung .....	63
6.2.	Zusammenfassung der deskriptiven Ergebnisse .....	64
6.3.	Analyse der Hypothesen.....	65
6.3.1.	Parallelisierung der Gruppen .....	66
6.3.2.	Überprüfung der Hypothesen.....	66
6.4.	Ergebnisse Hypothesen:.....	78

---

<b>7.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>80</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>86</b>
<b>9.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>87</b>
<b>10.</b>	<b>Anhang:.....</b>	<b>94</b>
10.1.	Tabellenverzeichnis: .....	94
10.2.	Abbildungsverzeichnis .....	95
10.3.	Publikationen .....	97
10.3.1.	Poster/Artikel:.....	97
10.3.2.	Vorträge .....	97
Anhang A:	Non-Responder Fragebogen .....	98
Anhang B:	Geschichte der Familie Aralamos .....	99
Anhang C:	Anweisungen für die Testungen mit dem Testaufmerksamkeitsprüfsystem .....	100
<b>11.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>101</b>
<b>12.</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>102</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Gegenstand der Arbeit

Kinder und Jugendliche stellen eine Bevölkerungsgruppe dar, die vergleichsweise gesund ist. Doch viele Studien haben gezeigt, dass Schmerzen – insbesondere Kopf- und Bauchschmerzen – bei dieser Gruppe vermehrt und sogar wiederkehrend auftreten (Grøhold et al., 2003, Ostkirchen et al., 2006, Perquin et al., 2000, Roth-Isigkeit et al., 2004). Für Deutschland wurden hierfür repräsentative Ergebnisse im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) 2007 (Ellert et al., 2007) erhoben, die die Relevanz dieses Themas auch hierzulande unterstreichen. Schmerzen sind für Kinder eine Belastung und können Auswirkungen auf die weitere Gesundheit, Lebensqualität und Leistungsfähigkeit haben (Ostkirchen et al., 2006, Ostkirchen et al., 2008).

Aufmerksamkeit ist eine wichtige Funktion, die uns hilft, die alltäglichen Anforderungen des Lebens besser zu bewältigen. Dadurch können wir eine Auswahl treffen, welche Dinge ins Bewusstsein kommen, also weiterverarbeitet werden, und welche eher irrelevant sind. Diese basale Funktion hat auch Einfluss auf verschiedene andere Aspekte wie Gedächtnis und Intelligenz (Schweizer, Moosbrugger & Goldhammer, 2005).

Gerade in der Schulzeit, in der viel Neues gelernt wird und in der die Kinder immer wieder viele Informationen zu verarbeiten haben, ist es bedeutsam, dass Störungen in der Leistungsfähigkeit früh erkannt werden.

Aus diesem Grund erscheint es wichtig, näher zu untersuchen, ob Kinder mit Schmerzen in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt sind. Die Ergebnisse dieser Studie sollen dazu beitragen, ein fundiertes Wissen über den Einfluss von Schmerzen auf basale Informationsverarbeitungsprozesse zu erlangen. So kann Prävention und Gesundheitsförderung gezielt früher betrieben werden, denn besonders Kinder und Jugendliche sollten als Zielgruppe für präventive Maßnahmen gesehen werden.

Ein Setting zur Durchführung gezielter Prävention ist die Schule. Der Vorteil liegt in der guten Erreichbarkeit aller Kinder und Jugendlichen. Um jedoch effizient präventiv tätig zu werden, muss zunächst genau definiert werden, wo gesundheitliche Defizite dieser Gruppe liegen.

Das Projekt, in dessen Rahmen diese Arbeit verfasst ist, erfasst zum einen in einer Längsschnittstudie die Prävalenzen und Inzidenzen von Kopf- und Bauchschmerzen sowie die gesundheitsbezogene Lebensqualität und erarbeitet zum anderen systematisch Parameter der Entwicklung von Aufmerksamkeits- und Behaltensleistungen, um eine Grundlage für gezielte Präventionsmaßnahmen zu entwickeln (Ostkirchen, 2005).

In dieser Arbeit ist die Aufmerksamkeit, insbesondere die Aufmerksamkeitsfokussierung und Interferenzneigung von Zweitklässlern im Fokus des Interesses.

## 1.2. Gliederung

Zunächst werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Im ersten Abschnitt dieses Teils werden Definitionen von Schmerz allgemein, sowie von Kopf- und Bauchschmerz im Speziellen gegeben, um dann die Häufigkeit von Schmerzen, insbesondere Bauch- und Kopfschmerzen, bei Grundschulkindern aufzuzeigen. Als nächstes wird ein Erklärungsansatz für die Entstehung von chronischen und wiederkehrenden Schmerzen dargestellt.

Der zweite Abschnitt beschreibt das Konstrukt Aufmerksamkeit. Es wird ein Überblick über die Entwicklung der Aufmerksamkeitstheorien gegeben, dann wird das Konstrukt Aufmerksamkeit aus neuropsychologischer Perspektive dargestellt, weil es Grundlage der hier vorgenommenen Analyse ist. Zum Ende des Theorieteils werden Schmerz und Aufmerksamkeit zusammengeführt und die gegenseitige Beeinflussung näher beschrieben, um auf die Fragestellung und Hypothesen überzuleiten.

Im Methodenteil wird der Ablauf der Studie beschrieben und die Durchführung der Datenerhebung präsentiert. Außerdem werden die Stichprobe sowie der in dieser Arbeit verwendete Test vorgestellt.

Die Auswertung beginnt mit der ausführlichen deskriptiven Darstellung der erhobenen Daten für alle Zweitklässler / -innen. Die interferenzstatistische Auswertung der abgeleiteten Hypothesen schließt sich an. Anschließend werden die Ergebnisse in der Diskussion näher bewertet.

## 2. Schmerz

Schmerz ist ein wichtiger protektiver Mechanismus für unseren Organismus, indem er als Sinnesmodalität wichtige Umwelt- oder Körpersignale aufnimmt und zu einer Reaktion auf diese führt. Im Gegensatz zu dieser Funktion des akuten Schmerzes verliert Schmerz, wenn er chronisch oder rezidivierend auftritt, seinen eigentlichen Zweck. Das Symptom Schmerz entwickelt dann einen eigenen Krankheitswert; der Schmerz wird zu einer Schmerzerkrankung (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000).

### 2.1. Definition Schmerz

Von der International Association for the Study of Pain (IASP) wird Schmerz folgendermaßen definiert:

*Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebsschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird (übersetzt aus Pain 6, 1979).*

Wichtige Besonderheiten des Schmerzes werden in dieser Definition erfasst. Schmerz wird als mehrdimensionales Ereignis dargestellt: Er wird nicht mehr nur rein somatisch verstanden, sondern auch als unangenehmes Gefühlserlebnis. Auch die Subjektivität der Schmerzerfahrung wird betont. Schmerz kann zum einen Folge einer Gewebsschädigung sein, zum anderen kann Schmerz aber auch ohne eine nachweisbare vorliegende körperliche Schädigung als solcher empfunden und beschrieben werden.

Bei der Modalität Schmerz aufgrund einer organischen Ursache unterscheidet man zwei Qualitäten: den somatischen und den viszeralen Schmerz. Der somatische Schmerz lässt sich weiter in den Oberflächenschmerz, ausgehend von der Haut, und den Tiefenschmerz, ausgehend von Muskeln, Knochen, Gelenken und Bindegewebe unterteilen. Unter viszeralem Schmerz erfasst man den Eingeweideschmerz, der beispielsweise bei Dehnung oder Ischämie von Hohlorganen entsteht.

Nach der Schmerzdauer unterscheidet man akute, chronische und rezidivierende Schmerzen. Unter *akuten Schmerzen* versteht man Schmerzen, die durch eine identifizierbare Ursache (z.B. Gewebsschädigung) ausgelöst werden. Dieser Schmerz hat Signal- und Warnfunktion, führt zur Schonung und Ruhigstellung des betroffenen Körperteils und beugt somit weiterer Schädigung vor. In der Regel ist der akute Schmerz kausal the-

rapierbar. Nach Beseitigung der Schädigung klingen die Beschwerden rasch wieder ab. Ein typischer akuter Schmerz von Kindern ist zum Beispiel der verletzungsbedingte Schmerz beim Spielen.

Dagegen wird lang andauernder Schmerz, definitionsgemäß über sechs Monate, als *chronischer Schmerz* bezeichnet. Er tritt meist als Folge anhaltender organischer Verletzungen oder Gewebsschädigung infolge einer chronischen Grunderkrankung z.B. juveniler chronischer Arthritis auf. Diese Schmerzereignisse können sich von der ursprünglich zugrunde liegenden Störung lösen und sich verselbstständigen. Chronischer Schmerz ist dann ein eigenes Krankheitssyndrom.

*Rezidivierende Schmerzen* besitzen eine unklare Ätiologie und treten ohne erkennbare Organschädigung in unvorhersehbaren Episoden mit unterschiedlicher Frequenz, Dauer und Intensität auf (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000).

Bei Erwachsenen liegen zu Schmerzen umfangreiche Daten vor. Im Gegensatz dazu wird alltäglichen Schmerzerfahrungen bei Kindern und Jugendlichen erst in den letzten Jahren mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Zu den am häufigsten genannten Schmerzen bei Kindern zählen Kopf- und Bauchschmerzen (Ellert et al., 2007, Grøhold et al., 2003, Ostkirchen et al., 2006, Ostkirchen et al., 2008, Perquin et al., 2000, Roth-Isigkeit et al., 2004). Diese beiden Schmerzformen werden im Nachfolgenden kurz begrifflich näher erläutert.

## 2.2. Rezidivierende Bauchschmerzen bei Kindern

Häufig liegen Bauchschmerzen bei Kindern keine identifizierbaren organischen Ursachen zugrunde (Berger & Damschen, 2000). Diese Bauchschmerzen werden in der Literatur unter anderem mit folgenden Begriffen bezeichnet: idiopathische, rekurrende, psychogene, funktionelle und unspezifische Bauchschmerzen. In dieser Arbeit wird der Begriff „rezidivierende oder wiederkehrende Bauchschmerzen“ gewählt und ist definiert durch die angegebene Frequenz des Auftretens der Bauchschmerzen.

Dieses Krankheitsbild ist gekennzeichnet durch episodisches Auftreten (einmal täglich bis zweimal pro Woche) der Beschwerden, die periumbilikal lokalisiert und von krampfartigem Charakter sind. Sie sind von relativ kurzer Dauer (eine halbe Stunde bis drei Stunden) und begleitet von vegetativen Symptomen, wie Übelkeit und Erbrechen (Mühlig & Petermann, 1997 nach Bury, 1987).

Nach den gebräuchlichen Diagnosekriterien von Apley und Naish (1958) liegen rezidivierende Bauchschmerzen vor, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- Mindestalter von drei Jahren
- Erkrankungsdauer von mindestens drei Monaten
- Frequenz von mindestens drei Schmerzepisoden in der Anamnese
- Paroxysmale Schmerzintensität, das heißt Symptomstärke, die zur Beeinträchtigung von Alltagsaktivitäten führt
- Keine identifizierbare somatische Ursache / kein organischer Befund

### 2.3. Kindlicher Kopfschmerz

Kopfschmerzen im Kindesalter werden analog zu den Kopfschmerzen im Erwachsenenalter nach den Kriterien der International Headache Society (Evers & Göbels, 2003) eingeteilt. Dort unterscheidet man zwischen primären und sekundären Kopfschmerzformen. Zu den sekundären Kopfschmerzen zählen solche, die auf eine bestimmte Ursache zurückzuführen sind. Einige mögliche Ursachen sind Traumen im Kopfbereich, intrakranielle Blutungen, Infektionen, Liquordruckänderungen und Medikamentenmissbrauch. Bei primären Kopfschmerzen jedoch kennt man die zugrunde liegende Ursache nicht.

In dieser Arbeit werden nur Kinder mit primären wiederkehrenden Kopfschmerzen untersucht. Die häufigsten Formen der primären Kopfschmerzen bei Kindern sind die Migräne und der Kopfschmerz vom Spannungstyp. Während sich die kindliche Migräne von der erwachsenen Migräne in der Ausprägung der Symptome unterscheidet, gibt es beim Spannungskopfschmerz keine Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen.

Bei der Migräne unterscheidet man unter anderem:

- Migräne ohne Aura
- Migräne mit Aura

Die Migräne ohne Aura ist durch ihr typisches Schmerzbild und damit einhergehende Begleitsymptome gekennzeichnet. Charakteristisch für sie sind die einseitige Lokalisation, der pulsierende Charakter, die mittelstarke Intensität des Schmerzes und eine Dauer von 4 bis 72 Stunden. Der Schmerz verstärkt sich bei körperlicher Aktivität und ist begleitet von Übelkeit, Photo- und Phonophobie. Bei der Migräne mit Aura treten vor der Schmerzattacke sich allmählich entwickelnde, weniger als sechzig Minuten andauernde, fokal neurologische Symptome, wie visuelle und / oder sensible und / oder sprachliche Störungen auf (IHS-Klassifikation, deutsche Übersetzung nach Evers und Göbel, 2003).

Merkmale der kindlichen Migräne sind:

- Der Schmerz ist häufig beidseitig lokalisiert.
  - Die Attackendauer kann zwischen 1 bis 72 Stunden betragen.
  - Häufige Begleitsymptome sind Übelkeit, Erbrechen und Bauchschmerzen sowie Photo- und / oder Phonophobie.
  - Das Kind ist in seiner Aktivität beeinträchtigt (hört auf zu spielen, legt sich hin).
- (Zernikow & Berrang, 2003)

Zudem gibt es noch periodisch auftretende Syndrome, die man als Vorläufer einer späteren Migräne betrachten kann:

- Zyklisches Erbrechen
- Abdominelle Migräne
- Gutartiger paroxysmaler Schwindel in der Kindheit

Der Kopfschmerz vom Spannungstyp hat eine Dauer von Minuten bis Tagen, ist typischerweise beidseitig lokalisiert, ist drückend und beengend und von leichter bis mäßiger Intensität. Photo- oder Phonophobie können vorhanden sein. Der Schmerz ist jedoch nicht begleitet von Übelkeit und wird nicht durch körperliche Aktivität verstärkt. Unterschieden wird der Spannungskopfschmerz nach der Häufigkeit seines Auftretens.

- Sporadisch auftretender episodischer Kopfschmerz ( $< 1$  Tag/Monat)
  - Häufig auftretender episodischer Kopfschmerz ( $\geq 1$  Tag/Monat, aber  $< 15$  Tage/Monat)
  - Chronischer Kopfschmerz vom Spannungstyp ( $\geq 15$  Tage/Monat)
- (IHS-Klassifikation, deutsche Übersetzung nach Evers und Göbel, 2003).

Es bleibt jedoch zu beachten, dass sich ca. 30% der kindlichen Kopfschmerzen der dargestellten Klassifikation entziehen (Evers et. al., 2001). In dieser Arbeit werden die Kinder aufgrund der angegebenen Frequenz von Kopfschmerzen beschrieben (rezidivierende oder wiederkehrende Kopfschmerzen). Im Weiteren soll die Relevanz von Schmerzen, insbesondere von Kopf- und Bauchschmerzen bei Kindern und Jugendlichen, aufgezeigt werden.

#### 2.4. Epidemiologie, Verlauf und Komorbidität des kindlichen Kopf- und Bauchschmerzes

Perquin et al. (2000) stellen in ihrer Querschnittsuntersuchung fest, dass 54% der niederländischen Kinder zwischen 0 und 18 Jahren in den letzten drei Monaten Schmerzen hatten. Ein Viertel berichtet sogar über chronische Schmerzen (in dieser Studie: wiederkehrende oder andauernde Schmerzen in einem Zeitraum von länger als drei Monaten). Mit zunehmendem Alter steigt die Prävalenz für Schmerzerfahrungen und Mädchen sind signifikant häufiger betroffen. Kopfschmerzen (23%), Bauchschmerzen (22%) und Gliederschmerzen (22%) gehören zu den am meisten berichteten Schmerzen. Dabei wird am häufigsten, in 25% der Fälle, das kombinierte Auftreten von Kopf- und Bauchschmerzen angegeben.

Die Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS) (Ellert et al., 2007), einer Untersuchung zur Prävalenz von Schmerzen bei deutschen Kindern und Jugendlichen zwischen 3 – 17 Jahren, zeigen, dass 71% der Kinder und Jugendlichen in den letzten drei Monaten Schmerzen hatten. Als Schmerzlokalisierung werden am häufigsten der Kopf (56-78%) und der Bauch (60-69%) angegeben. Wiederkehrende Schmerzen werden häufig genannt (30,6-52,9%). Ähnliche Ergebnisse wurden auch in weiteren Studien zu Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen erhoben (Grøhold et al., 2003; Petersen, Brulin & Bergström, 2006; Roth-Isigkeit et al. 2004). Kopf- und Bauchschmerzen sind demnach ein Phänomen, das sehr häufig von Kindern und Jugendlichen berichtet wird.

Die Prävalenz von Bauchschmerzen variiert in verschiedenen epidemiologischen Studien zwischen 6% und 30% (Goodman & Mc Garth, 1991) - ein möglicher Grund sind die unterschiedlichen zugrunde gelegten Definitionen.

Eine der ersten und bekanntesten Studien zur Prävalenz von wiederkehrenden Bauchschmerzen bei Schulkindern zwischen 5 und 15 Jahren führten Apley und Naish (1958) durch. Sie berichten eine Bauchschmerzprävalenz von 9,5% bei Jungen und 12,3% bei Mädchen. Der Erkrankungsbeginn liegt meist im Grundschulalter mit einem Altersgipfel zwischen sechs und zwölf Jahren. Mädchen sind häufiger betroffen als Jungen.

Ramchandani et al. (2005) konnten eine Zunahme der Bauchschmerzprävalenz in ihrer Längsschnittstudie in der frühen Kindheit zu drei Messzeitpunkten nachweisen (3,8% im Alter von zwei Jahren, 6,9% im Alter von drei Jahren und 11,8% im Alter von sechs Jahren). In einer Geburtenkohortenstudie über 43 Jahre zeigen Hotopf et al. (1998), dass im Alter von sieben Jahren 20%, im Alter von elf Jahren 19% und im Alter von fünfzehn Jahren 17% der befragten Kinder Bauchschmerzerfahrungen angeben. In vielen Studien zur

Häufigkeit von Bauchschmerzen wurde analog zu den oben genannten Studien ein kombiniertes Vorkommen mit Kopfschmerzen beschrieben (Ramchandani et al., 2005).

Die Prävalenz von Kopfschmerzen bei Kindern scheint, wie auch bei Erwachsenen, in den letzten Jahren zuzunehmen (Sillanpää & Anttila, 1996). Bei dem Vergleich einzelner Studien muss man jedoch beachten, dass in früheren Studien unterschiedliche Diagnosekriterien verwendet wurden (Sillanpää & Abu-Arafeh, 2002). Des Weiteren ist der Unterschied hinsichtlich des Probandenkollektivs und der Art der Datenerhebung (z. B. Befragung von ausschließlich Eltern oder Kindern) zu beachten (Frese & Evers, 2002).

Vergleicht man Studien, die die IHS-Kriterien als Grundlage haben, variieren die Kopfschmerzprävalenzen stark. Eine der ersten Prävalenzstudien wurde von Bille (1962) durchgeführt. 11% der Kinder zwischen sieben und fünfzehn Jahren berichteten, an wiederkehrenden Kopfschmerzen zu leiden. Weitere Ergebnisse sind, dass zwischen dem siebten und zehnten Lebensjahr Jungen und Mädchen mit etwa gleicher Häufigkeit an Kopfschmerzen und Migräne leiden. Mit dem Alter nimmt die Prävalenz von Kopfschmerzen und Migräne zu. Ab dem elften Lebensjahr ändert sich das Geschlechtsverhältnis zuungunsten der Mädchen. Diese Ergebnisse wurden in späteren Studien bestätigt (Abu-Arafeh & Russel, 1994; Aromaa et al., 2000). Dabei wird besonders zum Zeitpunkt des Schuleintritts eine Zunahme der Prävalenz gefunden (Anttila et al., 1999). Ein zweiter Prävalenzanstieg ist zwischen dem zwölften und vierzehnten Lebensjahr, also in der Pubertät zu verzeichnen (Pothmann et al. 1994, Abu-Arafeh & Russel, 1994).

Zum Spannungskopfschmerz gibt es erst wenige Erhebungen, da epidemiologische Studien überwiegend global zwischen Migräne und Nicht-Migräne Kopfschmerz differenzieren. Aus diesem Grund liegen genaue Daten zur Prävalenz von Spannungskopfschmerzen nicht vor (Frese & Evers 2002). In der Regel sind Spannungskopfschmerzen für Kinder weniger belastend und stören die Tagesaktivitäten im Vergleich zu Migräne seltener (Abu-Arafeh & Russel, 1994).

In der, dieser Arbeit zugrundeliegenden epidemiologischen Längsschnittstudie, die sowohl die Epidemiologie von Bauch- als auch von Kopfschmerzsymptomen erfasst, finden sich folgende Ergebnisse:

	Prävalenzen		
	Vorschule	1. Klasse	2. Klasse
Kopfschmerzen	3,60%	4,80%	5,60%
Bauchschmerzen	32,20%	17,60%	14,60%
Kopfschmerzen + Bauchschmerzen	49,50%	69,80%	78,00%

**Table 1:** Übersicht Prävalenzen von Kopf- und Bauchschmerzen der epidemiologischen Daten dieses Projekts

Die Prävalenzen für Kopfschmerzen und die Kombination von Kopf- und Bauchschmerzen steigen im Verlauf. Dies konnte hier nicht für Bauchschmerzen gezeigt werden. Auch in dieser Studie treten häufig Kopf- und Bauchschmerzen kombiniert auf, welche aber eher selten gleichzeitig empfunden werden (Ostkirchen et al., 2006; Ostkirchen et al., 2008).

Neben der Häufigkeit des Vorkommens kindlicher Kopf- und Bauchschmerzen ist es natürlich auch von Bedeutung zu wissen, wie sich die Langzeitprognose darstellt.

Betrachtet man Daten zur Langzeitprognose von Bauchschmerzen, so zeigt sich, dass bei einem Großteil der Kinder eine Spontanremission beobachtet wird. Jedoch persistiert die Bauchschmerzsymptomatik bei 25 – 30% bis in das Erwachsenenalter (Hodges & Burbach, 1991, Walker et al., 1995).

Eine lang andauernde Untersuchung zur Prognose von Kopfschmerzen wurde von Bille (1997) veröffentlicht. Er konnte zeigen, dass mehr als die Hälfte der Schulkinder mit Migräne nach vierzig Jahren immer noch hierunter leiden. Auch Fearon & Hotopf (2001) wiesen nach, dass Kopfschmerzen bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben.

In vielen der oben genannten Studien wird zudem auf die somatischen beziehungsweise psychischen Komorbiditäten und auf soziale Folgen wie Schulfehlzeiten hingewiesen. So werden bei bauchschmerzerfahrenen Kindern öfter Symptome wie Ängstlichkeit und gedrückte Stimmung gefunden (Ramchandani et al, 2005). Verhaltensstörungen bei Kindern mit Bauchschmerzen können kaum festgestellt werden. Tagträumen und ein niedriges Energieniveau weisen mäßige Korrelationen auf. Die Schulfehlzeiten aufgrund von Bauchschmerzen sind besonders zwischen dem sechsten und zehnten Lebensjahr erhöht (Hotopf et al. 1998).

Im weiteren Zeitverlauf zeigt sich, dass Kinder mit rezidivierenden Bauchschmerzen im Erwachsenenalter häufiger psychische und physische Störungen haben. Insbesondere wird ein Zusammenhang mit Angststörungen im Erwachsenenalter beschrieben (Hotopf et al., 1998, Campo et al., 2001).

Auch bei Kindern mit Kopfschmerzen wird in einigen Studien über eine Häufung von Ängstlichkeit und Depressionen gesprochen, besonders bei Migräne (Kowal et al. 1990, Bille, 1962). Strine et al. (2006) zeigen, dass Kinder mit wiederkehrenden Kopfschmerzen mehr Probleme im emotionalen und sozialen Bereich haben und unter Aufmerksamkeitsstörungen leiden. Außerdem werden sie durch Schwierigkeiten leichter gestresst, was sich auf ihr alltägliches Leben in der Schule und in der Freizeit, auswirkt. Durch Kopfschmerzen bedingt weisen Kinder eine große Anzahl von Schulfehlzeiten auf, was in vielen Studien als eine konsistente Assoziation dargestellt werden konnte (Abu-Arafeh & Russel, 1994; Überall et al., 2003, Laurell et al. 2005).

Insgesamt sind Kopf- und Bauchschmerzen ein häufiges Schmerzsymptom in der Kindheit und Jugend mit der Tendenz, bis in das Erwachsenenalter zu persistieren. Dies macht deutlich, dass nicht früh genug mit einer effektiven Betreuung der schmerzerfahrenen Kinder begonnen werden kann und anwachsendes Wissen über den Einfluss der Schmerzen auf die Entwicklung und Leistungsfähigkeit des Kindes eine wichtige Grundlage darstellt. Das gemeinsame Auftreten von Schmerzen und anderen somatischen und psychischen Auffälligkeiten deutet darauf hin, dass Schmerzen im Kindes- und Jugendalter nicht isoliert betrachtet werden können. Bevor ein multifaktorieller Ansatz zur Erklärung chronischer Schmerzen dargestellt wird, sollen zunächst die Physiologie des nozizeptiven Systems, die Schmerz Wahrnehmung und die Schmerz verarbeitenden Hirnareale dargestellt werden.

## 2.5. Physiologie des nozizeptiven Systems

Unter Nozizeption versteht man die Aufnahme, Weiterleitung und zentralnervöse Verarbeitung noxischer Reize. Damit wird der „objektive“ neuronale Prozess von der „subjektiven“ Empfindung von Schmerz deutlich abgegrenzt (Schaible & Schmidt, 1997).

Nozizeptoren sind afferente Nervenfasern, die eine so hohe Erregungsschwelle haben, dass sie nur durch gewebsschädigende oder gewebsbedrohende Reize aktiviert werden. Es handelt sich histologisch um freie Nervenendigungen, die entweder unimodal oder polymodal auf thermische, mechanische und chemische Reize reagieren. Die Nozizeptoren können durch intensive Reize direkt erregt werden (z.B. durch mechanische Einwirkung) oder die Erregung wird durch eine Kette von Zell- und Gewebsreaktionen ausgelöst (z.B. bei einer Entzündung). Zunächst kommt es zur Transduktion, bei der der physikalische Reiz in ein Sensorpotential umgewandelt wird. Bei dem Vorgang der Transformation werden dann aus diesen Sensorpotentialen Aktionspotentiale. Die Weiterleitung der Aktionspotentiale in afferenten Nervenfasern heißt Konduktion. Es gibt zwei Typen von Nervenfasern, die dünnen markhaltigen A $\delta$ -Fasern (Leitungsgeschwindigkeit: zwischen 2,5 und 20 m/s) und die marklosen C-Fasern (Leitungsgeschwindigkeit: unter 2,5 m/s). Dabei führt die Reizung der A $\delta$ -Fasern zu einem hellen, klar lokalisierbaren und schnell abklingenden Schmerz, dem ersten Schmerz. Auf diesen folgt mit einer Latenz von 0,5 - 1,0 s der zweite Schmerz, ein dumpfer, schwer lokalisierbarer und langsam abklingender Schmerz, welcher von den C-Fasern vermittelt wird (Schaible & Schmidt, 1997).

Die nozizeptiven Afferenzen enden im Rückenmark an Neuronen des Hinterhorns. Ein Teil der Neurone sind in motorische und vegetative Reflexbögen eingebunden (z.B. Wegziehreflex). Der andere Teil ist Ausgangspunkt für die Vorderseitenstrangbahnen. In diesen ziehen Axone der Neurone des kontralateralen Hinterhorns, im Tractus spinothalamicus, zum medialen und lateralen Thalamus. Die Neurone aus dem lateralen Thalamus projizieren entsprechend ihrer Somatotopie in den somatosensorischen Kortex. Vom medialen Thalamus aus sind die Projektionen diffuser. Sie ziehen zu Arealen des frontalen Kortex und zum limbischen System (Schaible & Schmidt, 1997).

Schmerz allein ist jedoch nicht nur die Aufnahme und Weiterleitung eines Reizes, sondern besteht aus verschiedenen Dimensionen. Dieser Aspekt wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

## 2.6. Schmerzempfindung – ein Zusammenspiel mehrerer Komponenten

Schon die Definition der IASP ist mehrdimensional. Verschiedene Komponenten tragen in unterschiedlicher Ausprägung zur Schmerzempfindung bei. Hier sind die sensorische, affektive, vegetative und motorische Komponente zu nennen. Ihr Zusammenwirken führt zu einer erfahrungsgekoppelten Schmerzbewertung (kognitive Komponente). Hieraus resultiert das bewusste Erlebnis Schmerz und die entsprechende Schmerzäußerung, die psychomotorische Komponente (Schaible & Schmidt, 1997).

Die *sensorisch-diskriminative Komponente* vermittelt einen Sinneseindruck über den Reiz und diskriminiert den nicht-noxischen von dem noxischen Reiz. Weiterhin vermittelt sie Informationen über die Lokalisation, Intensität, Qualität und die zeitliche Charakteristik des Schmerzreizes.

Die *affektiv-emotionale Komponente* kann je nach Ausgangslage und Umständen, lust- und unlustbetonte Gefühle in uns hervorrufen. Dabei löst Schmerz im Normalfall fast immer negative Emotionen aus und stört das Wohlbefinden.

Die *vegetative Komponente* führt über das vegetative Nervensystem zu einer reflektorisch ausgelösten Reaktion auf schmerzhaft Reizung wie gesteigerte Herzfrequenz, Atmung und erhöhte Schweißneigung.

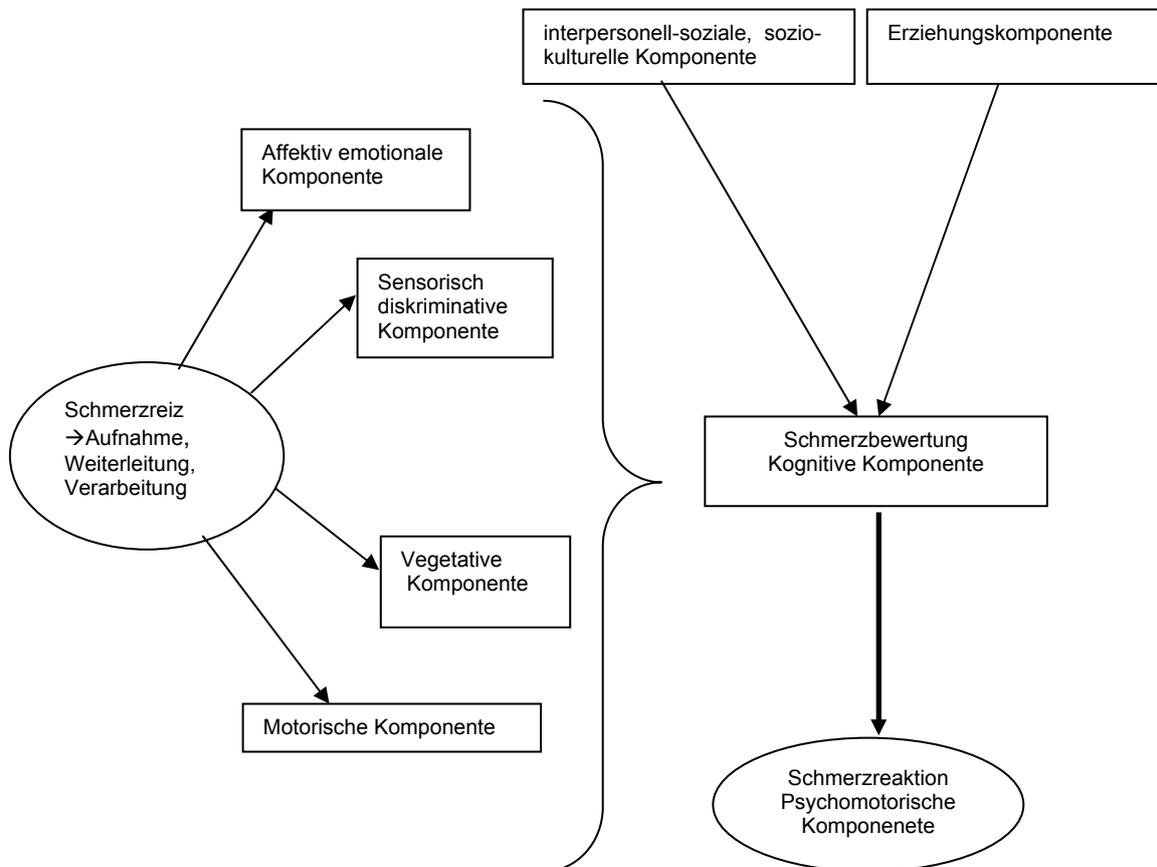
Die *motorische Komponente* vermittelt Flucht- und Schutzreflexe, z. B. das Herausziehen der Hand aus heißem Wasser. Auch bei Tiefenschmerz und viszeralem Schmerz kann die motorische Komponente z. B. in Form von Muskelverspannung beobachtet werden.

Die *kognitive Komponente* fasst die Komponenten zu einer persönlichen Bewertung des Schmerzes zusammen. Dabei wird auf frühere Schmerzerfahrungen, die im Kurz- und Langzeitgedächtnis gespeichert sind, zurückgegriffen und die aktuelle Schmerzerfahrung mit dieser verglichen und bewertet, was auch die affektiv-emotionale und vegetative Komponente beeinflussen kann. Das Ergebnis dieser kognitiven Prozesse kann zu Schmerzäußerungen (z.B. Wehklagen, Mimik, völliger Rückzug) führen. Dies wird als *psychomotorische Komponente* bezeichnet.

Die Schmerzbewertungen und Schmerzäußerungen sind jedoch auch noch von anderen Faktoren abhängig, wie der aktuellen sozialen Situation und der familiären sowie ethnischen Herkunft. Diese Aspekte können der interpersonell-sozialen und soziokulturellen Ebene nach Mühlig (1997) zugeordnet werden.

Um die kindliche Schmerzempfindung besser zu verstehen, soll auch noch die Erziehungskomponente in dieses Modell aufgenommen werden, die die entwicklungsphysiologischen, -biologischen und -psychologischen Veränderungen beachtet (Limm, 2002).

Die nachstehende Grafik zeigt das Zusammenspiel der Komponenten:



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der durch Schmerzreize aktivierten Komponenten der Schmerzwahrnehmung

Betrachtet man die oben genannten Komponenten der Schmerzwahrnehmung, so ist anzunehmen, dass die sensorische, vegetative und motorische Komponente schon beim Neugeborenen vorhanden ist. Die affektiv-emotionale Komponente entwickelt sich im ersten Lebensjahr, während die kognitive und psychomotorische Komponente erst mit der kognitiven Entwicklung ausreift. Daraus lässt sich folgern, dass Schmerzen bei Neugeborenen und Kleinkindern zunächst nur über das Verhalten (Weinen, Mimik und Körperbewegung) und physiologische Parameter erfasst werden können. Im weiteren Entwicklungsverlauf differenziert sich dann die kognitive Komponente (u. a. durch die sprachliche Äußerung) (Zimmermann, 1994).

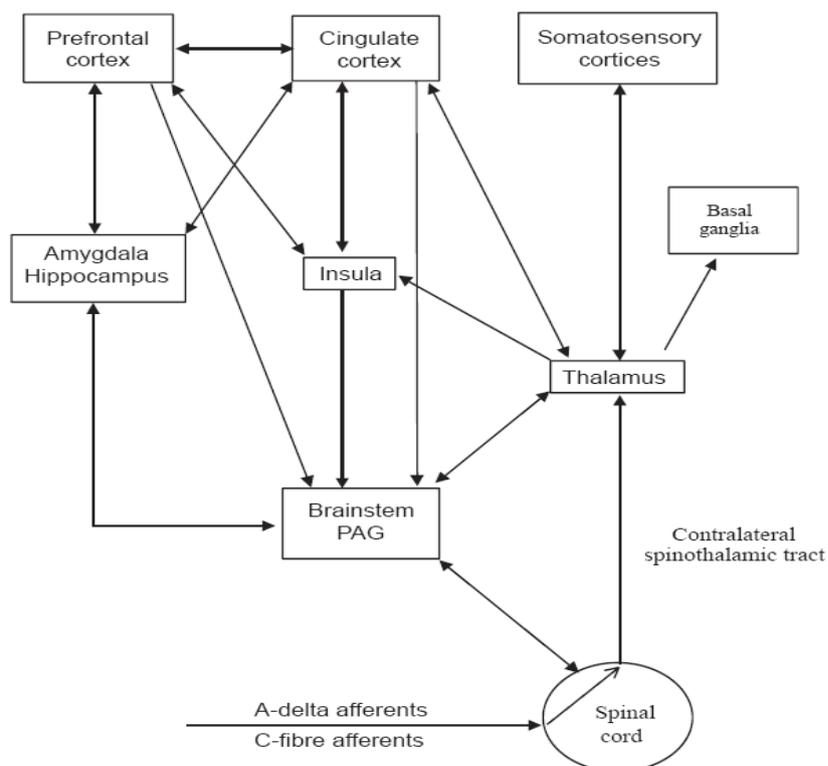
Zunächst stehen den Kindern nur wenige Vorerfahrungen mit Schmerzen sowie Schmerzbewältigungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die kognitiven Schemata werden also während der Entwicklung mit neuen Erfahrungen immer wieder modifiziert und erweitert. Die Schmerzäußerung wird von non-verbale Äußerungen zur verbalen Schmerzäußerung erweitert. Zugleich werden mit jeder neuen Schmerzerfahrung die Bewältigungsfer-

tigkeiten, die sich bei früheren Schmerzereignissen als hilfreich herausgestellt haben, aktualisiert (Petermann, Mühlig & Breuker, 1994).

Den einzelnen Komponenten der Schmerzwahrnehmung lassen sich Hirnregionen zuordnen, die an der Verarbeitung beteiligt sind.

## 2.7. Neuroanatomie der Schmerzverarbeitung

Sowohl anatomische und physiologische Studien an Tieren, als auch bildgebende Studien an Menschen haben gezeigt, dass verschiedene Hirnregionen an der Schmerzverarbeitung beteiligt sind. Somit ist die Schmerzwahrnehmung nicht ausschließlich das Resultat eines thalamischen Prozesses (Treede et al., 1999). Besonders die bildgebenden Verfahren haben es ermöglicht, Hirnstrukturen zu identifizieren, die bei Schmerzreizen aktiviert werden. Zu diesen zählen der primäre und sekundäre somatosensorische Kortex (SI und SII), der anteriore cinguläre Kortex (ACC), der parietale und dorsolaterale präfrontale Kortex, der insuläre Kortex, die Amygdala und der Hippocampus (Treede et al., 1999, Jones, Kulkarni & Derbyshire, 2003, Chen, 2007). Jones, Kulkarni & Derbyshire (2003) stellen die wichtigsten anatomischen Strukturen und ihre Verbindungen in folgender Schmerzmatrix dar:



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Schmerzmatrix und ihre Verbindungen zueinander; PAG = Periaquäduktales Grau (aus Jones, Kulkarni and Derbyshire, 2003)

Anatomisch wie auch funktionell können das laterale und das mediale Schmerzsystem unterschieden werden (Treede et al., 1999, Brooks & Tracy, 2005). Zum lateralen Schmerzsystem gehören die Projektionen aus den lateralen Thalamuskernen zum primären und sekundären somatosensorischen Kortex (SI und SII). Diese Hirnareale sind für die sensorisch-diskriminative Komponente der Schmerzwahrnehmung verantwortlich (Derbyshire, 2000, Chen 2007).

Die affektiv-emotionale Schmerzkomponente ist assoziiert mit dem medialen Schmerzsystem. Hierzu gehören die Projektionen aus dem medialen Thalamus ins limbische System, den anterioren cingulären Kortex (ACC), den Hippocampus und die Amygdala (Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000, Treede et al., 1999). Besonders dem anterioren cingulären Kortex wird eine Bedeutung bei der Ausprägung der affektiv-emotionalen Komponente der Schmerzwahrnehmung zugeschrieben, da er Verbindungen zu anderen limbischen Strukturen sowie zum motorischen und autonomen Nervensystem hat (Treede et al., 1999, Derbyshire, 2000). Außerdem scheint der ACC in Aufmerksamkeitsaspekte des Schmerzes (Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000) involviert zu sein.

Dem insulären Kortex wird sowohl bei dem sensorisch-diskriminativen als auch bei dem affektiv-motivationalen Prozess eine Rolle zugeschrieben. Deshalb kann der insuläre Kortex zwischen dem medialen und lateralen Schmerzsystem angeordnet werden.

Der präfrontale Kortex ist assoziiert mit den Aufmerksamkeitsfunktionen der Schmerzwahrnehmung und deren kognitiven Informationsverarbeitung (Chen, 2007).

Zudem sind auch noch verschiedene motorische Regionen im Schmerzprozess involviert wie der Nucleus caudatus, Cerebellum, der primäre motorische Kortex und der prämotorische Kortex (Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000). Diese Regionen kann man der motorischen Komponente (Fluchtreaktion) zuordnen.

schmerzbezogene Funktion	Hirnareal
sensorisch-diskriminative Komponente	Primärer sensorischer Kortex (SI)
	Sekundärer sensorischer Kortex (SII)
sensorisch-diskriminative und affektive Komponente	Insulärer Kortex
affektiv-motivationale Komponente und Aufmerksamkeit	anteriorer cingulärer Kortex (ACC)
Kognition und Aufmerksamkeit	Präfrontaler Kortex (PFC)
emotionale Komponente	Amygdala
Beeinflussung des autonomen und emotionalen Status	Basalganglien
Motorische Aspekte	Prämotorischer Kortex (PMC)
	Primärer motorischer Kortex
	Hippocampus
	Cerebellum
Descendierendes inhibitorisches System	Periaquäduktales Grau (PAG)
Modulation	Thalamus

**Tabelle 2:** Zusammenfassung der Schmerz verarbeitenden Hirnregionen und deren Funktionen

Nachdem die Definition von Schmerzen im Allgemeinen, sowie von Kopf- und Bauchschmerzen im Besonderen, gegeben, ihre Relevanz gezeigt und die physiologische Verarbeitung von Schmerzreizen kurz erläutert wurde, folgt nun ein Überblick über die theoretischen Erklärungen zur Entstehung wiederkehrender und chronischer Schmerzen.

## 2.8. Entstehung von chronischen und rezidivierenden Schmerzen

Bierbaumer und Schmidt (2006) stellen fest, dass chronische Schmerzen in der Regel eine Kombination aus psychologischen und peripher-physiologischen Prozessen sind. Beide Prozesse werden zunächst getrennt betrachtet und dann im biopsychosozialen Ansatz integriert.

Physiologisch gesehen ist für die Entstehung chronischer Schmerzen die Neuroplastizität des Nervensystems von Bedeutung, das heißt, dass das Nervensystem abhängig vom sensorischen Input und von Lernerfahrungen strukturellen und funktionellen Veränderungen unterliegt. Durch wiederkehrende Schmerzerfahrungen kann es hier zu einer zentralen Sensibilisierung kommen. Dabei vollziehen sich im Gehirn Reorganisationsprozesse. Es entwickelt sich eine Gedächtnisspur für Schmerz. Schmerz kann dann auch in Abwesenheit peripherer neuronaler Aktivität entstehen; der Schmerz verselbstständigt sich im Gehirn. In Langzeituntersuchungen bei Frühgeborenen oder Säuglingen, die schmerzhafteste Prozeduren erleiden mussten, konnte gezeigt werden, dass sie langfristig eine erhöhte Schmerzsensibilität aufweisen (Marcus, 2006). Dies ist auf eine neuronal plastische Veränderung im Gehirn zurückzuführen (Bierbaumer & Schmidt, 2006). Des Weiteren führt auch eine wiederholte periphere Reizung der Nozizeptoren zu einer Sensibilisierung und steigert somit die Empfindlichkeit der Rezeptoren. Die Nozizeptorzelle entwickelt ein Schmerzgedächtnis und reagiert auf Schmerzreize schneller und intensiver. Bei länger anhaltender Schmerzquelle kann es zu dauerhaften Funktions- und Strukturveränderungen kommen. In Folge darauf reagiert das periphere Nervensystem immer empfindlicher.

Einige wichtige psychologische Modelle, die auch die Entstehung chronischer Schmerzen bei Kindern erklären können, sind das operante Modell, Modelllernen und das kognitive Modell.

In Anlehnung an das operante Lernen nach Skinner formulierte Fordyce (1976), dass chronische Schmerzen auch durch die Beobachtung von verstärktem Schmerzverhalten entstehen können. Es werden drei Verstärkermechanismen postuliert: die positive Verstärkung (Zuwendung und Aufmerksamkeit durch Eltern) und die negative Verstärkung (Abnahme von Schmerz durch Medikamenteneinnahme) von Schmerzverhalten sowie ein Mangel an Verstärkung gesunden Verhaltens. Aufgrund dieses Lernprozesses kann die Schmerzempfindung auch ohne die eigentlich physiologische Ursache auftreten (Fordyce nach Mühlig, Breuker & Petermann, 2000).

Beim Modelllernen werden erfolgreich beobachtete Verhaltensweisen ins eigene Repertoire übernommen. Auf diese Weise lernen Kinder durch ihnen nahe stehenden Personen

Schmerzverhalten und übernehmen es in ihr Verhaltensmuster. So können ganze Schmerzfamilien entstehen (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000).

Das kognitive Modell betont, dass die Art der Bewertung des Schmerzes und das Handlungsspektrum zu seiner Bewältigung dazu beitragen, dass der Schmerz chronifiziert. Patienten mit chronischen Schmerzen fühlen sich ihren Schmerzen eher hilflos ausgeliefert und durch sie eingeschränkt. Sie haben keine ausreichenden Bewältigungsstrategien (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000).

Biopsychosoziale Ansätze zur Erklärung chronischer Schmerzen integrieren biomedizinische mit psychologisch-verhaltenswissenschaftlichen Erkenntnissen. Entstehung und Aufrechterhaltung von Krankheit sind durch biologische, psychologische und soziale Faktoren bedingt, die alle einzeln bereits kurz beschrieben wurden. Ein biopsychosoziales Modell ist das Diathese-Stress-Modell (Flor, 2003). Dieses Modell erklärt die Ätiologie und Aufrechterhaltung chronischer Schmerzen anhand prädisponierender und auslösender Faktoren sowie aufrechterhaltener Prozesse.

Prädisponierende Faktoren sind (Diathese):

- Genetische Disposition
- Frühe, mit Schmerz verbundene Traumata
- Überbeanspruchung bestimmter Körpersysteme
- Modelllernen

Auslösende Faktoren sind (Stressoren):

- Aversive interne oder externe Stimuli

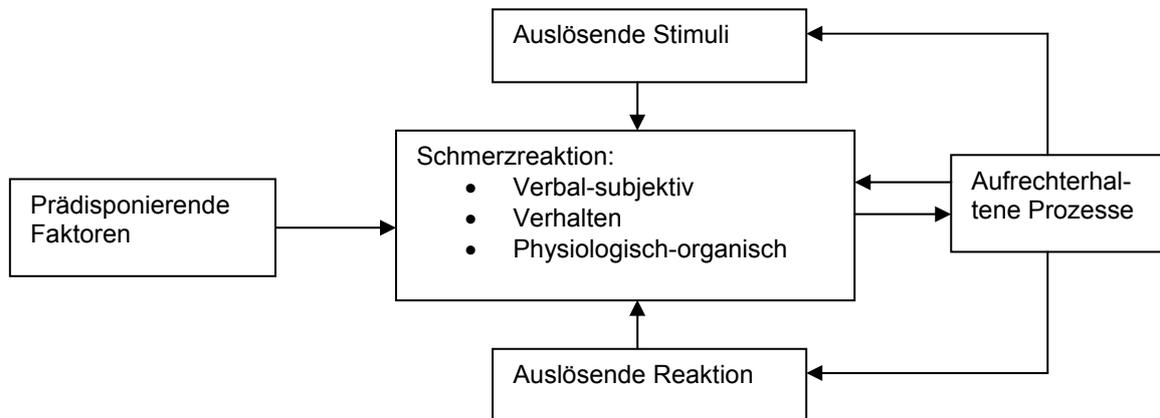
Auslösende Reaktionen sind:

- Vorhandene Bewertungs- und Verarbeitungsprozesse
  - Wahrnehmung und Interpretation des Schmerzes
  - Mangelnde Kontrollüberzeugung
  - Mangelnde Selbstwirksamkeitsüberzeugung
  - Schmerzgedächtnis

Aufrechterhaltende Prozesse sind:

- Schmerzgedächtnis
- Operante Verstärkung
- Kognitive Strategien

Das Zusammenspiel der von Flor (2003) genannten Faktoren und Prozesse stellt die folgende Grafik dar:



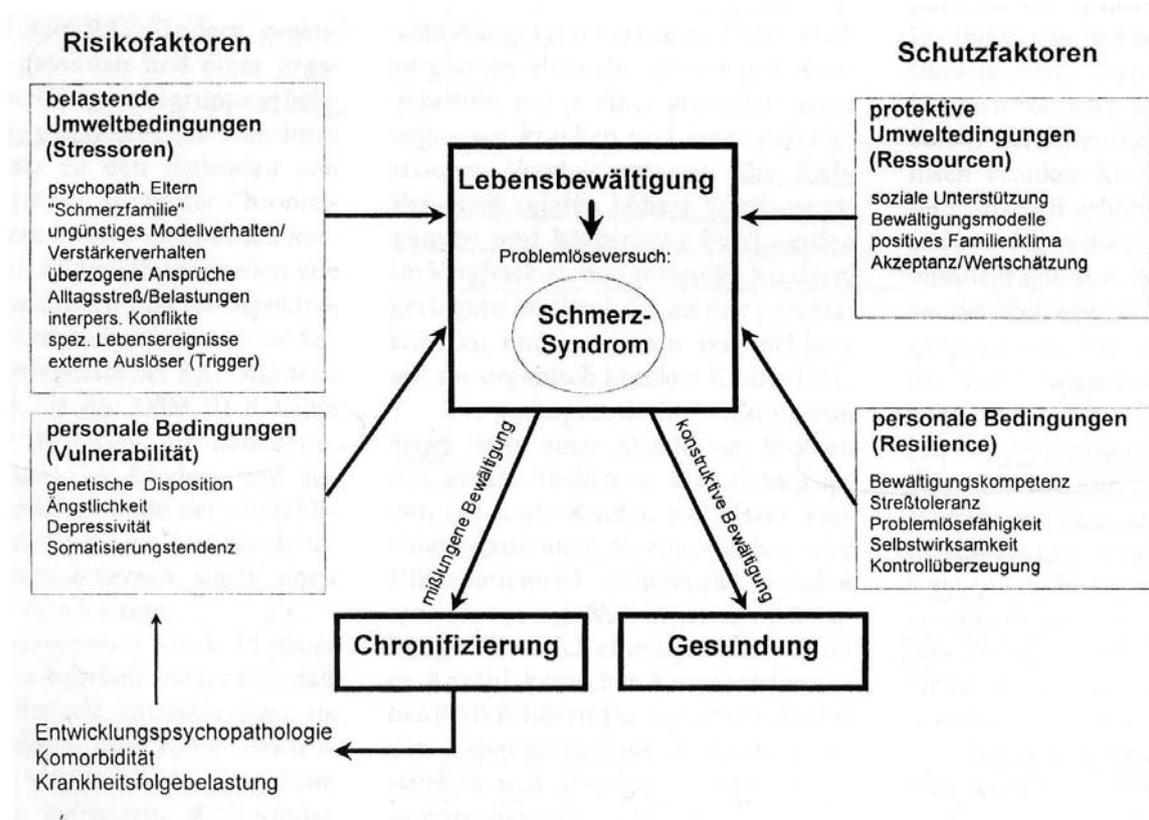
**Abbildung 3:** Zusammenspiel der Faktoren des Diathese-Stress-Modells (nach Flor, 2003)

### 2.8.1. Bauchschmerzen

Auch traditionelle Erklärungsansätze zur Entstehung rezidivierender Bauchschmerzen gehen entweder von einer organpathologischen oder psychosomatischen Ursache aus. Dem widerspricht, dass empirische Studien in ungefähr der Hälfte der Fälle für keine dieser Ursachen überzeugende Hinweise gefunden haben (Berger & Damschen, 2000). Deshalb betrachten die modernen biopsychosozialen Erklärungsansätze rezidivierende Bauchschmerzen als ein multifaktorielles Geschehen zwischen pathogenetischen und protektiven Faktoren im Zusammenspiel von Körper, Psyche und Umwelt. Dieses verhaltensmedizinische Modell verzichtet auf die strenge Zuordnung von einem Befund zu einer somatischen oder psychischen Ursache und betrachtet die unterschiedlichen Einflussfaktoren im Zusammenhang (Mühlig & Petermann, 1997). Folgende Einflussfaktoren, die einen pathogenetischen Einfluss haben, können dabei nach Mühlig & Petermann (1997) unterschieden werden:

- Organpathologische Ursachen (wie Obstipation, Störung der Darmmotilität)
- Psychopathologische Störungen (wie erhöhte Ängstlichkeit und Depressivität)
- Psychosoziale Stressoren (wie erhöhter Alltagsstress z.B. Probleme in der Schule)
- Psychopathologische Störungen der Eltern (wie depressive und Angstsymptome bei den Müttern und erhöhte Somatisierungswerte bei den Eltern)
- Soziale Lernmechanismen (wie Modelleinflüsse der Eltern)
- Intrafamiliäre Beziehungsstruktur (wie Symptomverstärkung durch elterliche Überbesorgtheit)

Das Zusammenspiel dieser pathogenetischen und protektiven Faktoren führt dann entweder zur Schmerzbewältigung oder Chronifizierung des Schmerzes. Folgende Abbildung stellt dies noch einmal dar.



**Abbildung 4:** Hypothetisches Risiko- bzw. Schutzfaktorenmodell der Entstehung und Chronifizierung (aus Mühlig & Petermann, 1997).

### 2.8.2. Kopfschmerzen

Zur Entstehung der Migräne scheinen nach umfangreichen Studien genetische Faktoren beizutragen. Ein eindeutiger genetischer Defekt ließ sich jedoch nicht nachweisen, sodass davon ausgegangen werden muss, dass mehrere Gene beteiligt sind (Limmroth & Diener, 2003).

Die Pathophysiologie der Migräne lässt sich auf keinen monokausalen Mechanismus zurückführen, sondern es handelt sich um verschiedene Mechanismen, die auf unterschiedlichen anatomischen Ebenen zusammen greifen.

Die ersten Theorien zur Entstehung der Migräne gingen von primär vaskulären Mechanismen aus (initiale Vasokonstriktion gefolgt von einer schmerzhaften Vasodilatation kranialer Gefäße). Nach heutiger Auffassung jedoch steht die Aktivierung des trigeminovaskulären Systems im Vordergrund. Anatomisch entstehen die Schmerzen an den Me-

ningen nach Freisetzung vasoaktiver Neuropeptide aus den trigeminalen Fasern. Es scheint sich um eine neurogene sterile Entzündung der Piagefäße zu handeln. Welche Mechanismen genau zur Aktivierung der Fasern führen, bleibt noch unklar (Limmroth & Diener, 2003).

Auch die Pathophysiologie des Spannungskopfschmerzes ist nicht geklärt. Bei der Entstehung des Spannungskopfschmerzes lassen sich mehrere Mechanismen nennen, die wahrscheinlich aber nicht isoliert als Ursache gesehen werden können. Es folgt eine kurze Übersicht:

- Genetische Faktoren: familiäre Häufung
  - Störung von Transmittern und Zytokinen: Störung des Serotoninstoffwechsels, erhöhte Liquorwerte für Substanz P und NGF, erhöhte Produktion von NO bzw. erniedrigte Serotoninspiegel in Thrombozyten
  - Vaskuläre Faktoren: Erweiterung intrakranieller Kapazitätsgefäße
  - Muskuläre Faktoren: erhöhte muskuläre Spannung
  - Zentrale Mechanismen: zentrale Sensibilisierung durch Afferenzen aus den myofaszialen Strukturen
- (Limmroth & Diener, 2003)

Neben diesen in kurzer Form dargestellten organischen Entstehungsmechanismen von Kopfschmerzen wurden auch weitere Mechanismen als auslösende beziehungsweise aufrechterhaltende Bedingungen untersucht. Als Triggerfaktoren werden genannt:

- Physikalische Faktoren: Wetterwechsel, Lärm, Licht, Gerüche
  - Chemische Faktoren: Nahrungs- und Genussmittel
  - Biologische Faktoren: Schlaf-Wach-Rhythmus, hormonelle Faktoren
  - Psychologische Faktoren: Stresssituation, Entspannungsphasen
  - Entwicklungsspezifische Faktoren: soziale Belastungen in Schule, Familie und Leistungsanforderungen
- (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000)

### 3. Aufmerksamkeit

Intakte Aufmerksamkeitsleistungen stellen eine grundlegende Voraussetzung für die Bewältigung unseres alltäglichen Lebens dar. Sind wir unaufmerksam unterlaufen uns Fehler, es entgeht uns eine Vielzahl von Dingen und wir erinnern uns nicht mehr an Einzelheiten. Aufmerksamkeitsfunktionen sind damit wichtige Basisleistungen, die für jede praktische und intellektuelle Tätigkeit erforderlich sind, sofern es sich nicht um hoch überlernte Routinehandlungen handelt. Sie sind an vielfältigen kognitiven Prozessen, wie der Wahrnehmung, dem Gedächtnis, dem Planen und Handeln, der Sprachproduktion und -rezeption, der Orientierung im Raum und der Problemlösefähigkeit beteiligt. Hierdurch können Störungen der Aufmerksamkeit Folgen in vielen Lebensbereichen nach sich ziehen (Sturm & Zimmermann, 2000, Sturm, 2005).

#### 3.1. Definition Aufmerksamkeit

Eine bedeutende und klassische Definition zur Aufmerksamkeit verfasste William James (1890) und erfasst hiermit schon wichtige Aspekte.

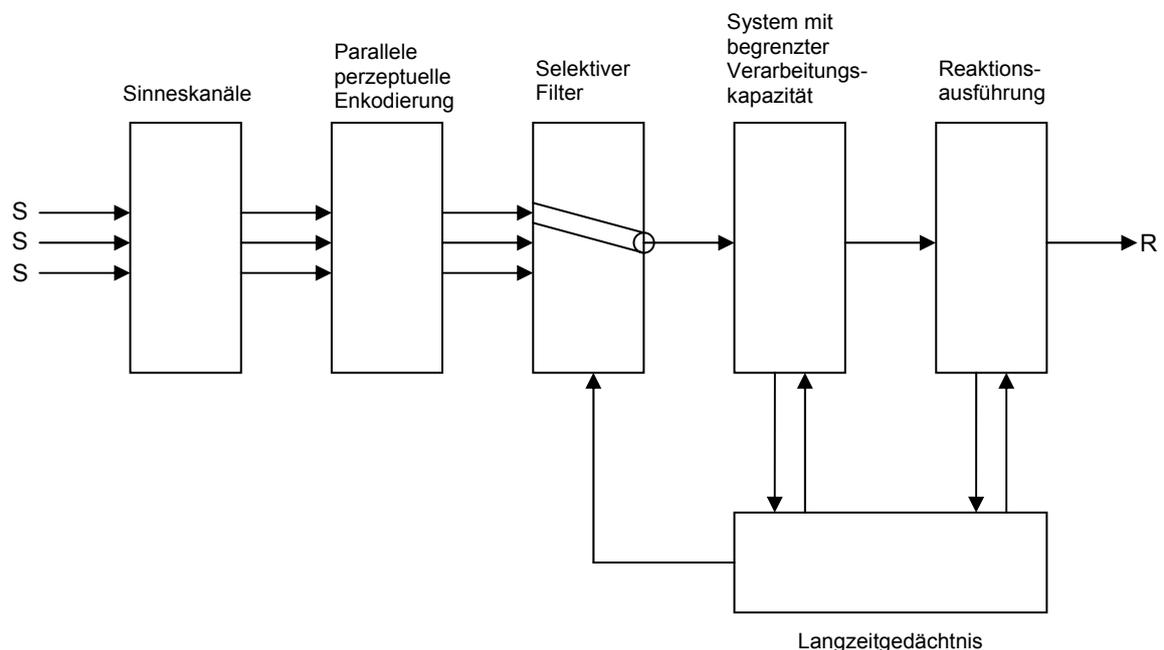
*„Everyone knows what attention is; it is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seems several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal better with others.“*

Als zentralen Punkt stellt James die Funktion der Aufmerksamkeitsselektivität dar. Durch Aufmerksamkeitsleistungen ist das Individuum in der Lage aus der Gesamtheit der eingehenden Informationen eine Auswahl zu treffen, mit dem Ziel nur bestimmte Informationen dem Bewusstsein zugänglich zu machen.

Im Weiteren wird ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Aufmerksamkeitstheorien gegeben, in deren Mittelpunkt dieser Selektivitätsaspekt steht.

### 3.2. Aufmerksamkeitstheorien

Broadbent (1958) beschrieb und begründete in seiner Filtertheorie den Selektionsprozess. Diese frühe Theorie zur Aufmerksamkeitsselektivität geht von einer begrenzten Verarbeitungskapazität des Aufmerksamkeitssystems aus, welches den Grund für die Selektion darstellt. Dieser Ansicht zufolge werden alle eingehenden Informationen zunächst parallel verarbeitet und treffen dann auf einen Filter (frühe Selektion), der nur die dominante Information aufgrund physikalischer Eigenschaften zur Weiterverarbeitung durchlässt (Ein-Kanal-Theorie). Somit kann nur eine Information nach der anderen seriell verarbeitet werden und alle anderen gehen nach kurzer Zeit verloren.



**Abbildung 5:** Broadbent's Filtertheorie in einer späteren Version, (nach Sturm, 2005, nach van Zomeren und Brouwer, 1994)

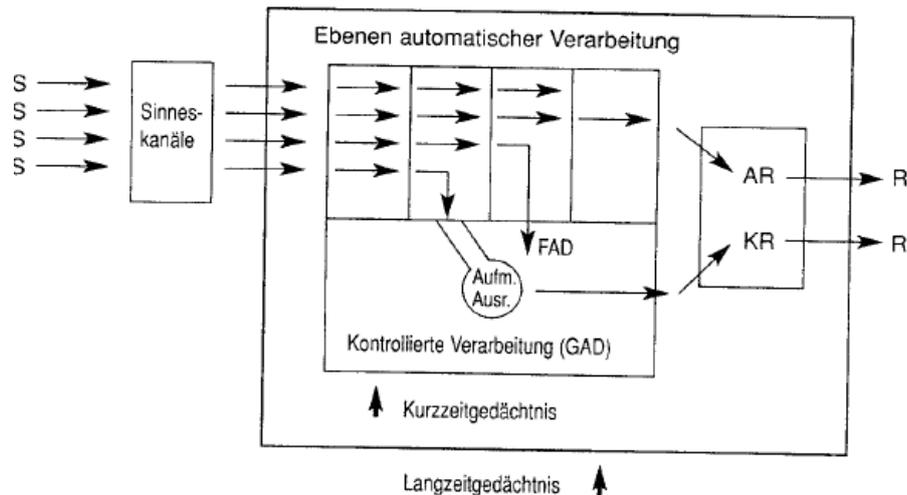
Jedoch konnte schon bald darauf experimentell gezeigt werden, dass auch herausgefilterte Informationen durchaus ins Bewusstsein gelangen. Treisman (1960) postulierte daraufhin, dass der Filter, die Weiterleitung der nicht beachteten Information lediglich abschwächt. Es folgte das Konzept von Deutsch und Deutsch (1963). Diese gingen dabei nicht wie Broadbent und Treisman von einer frühen Selektion aus, sondern nahmen eine späte Selektion an. Hiernach werden alle eingehenden Informationen analysiert, unabhängig davon, ob ihnen Aufmerksamkeit geschenkt wird oder nicht. Eine Weiterverarbeitung erfolgt dann jedoch nur für die Informationen, die für die jeweilige Situation am relevantesten sind.

Auf diese kontrovers diskutierten Annahmen, frühe versus späte Selektion, gibt es noch keine eindeutige Antwort. Man geht jedoch heute von einem flexiblen und aufgabenspezi-

fischen Selektionsort aus. Gemeinsam ist den Theorien der Selektion, dass ein Filter benötigt wird, um das Aufmerksamkeitssystem nicht zu überladen, da die Kapazität der Aufmerksamkeitsressourcen beschränkt ist.

Kahneman (1973) rückte von der Selektionszeitpunktdebatte ab und beschrieb ein Aufmerksamkeitsmodell demzufolge eine bestimmte Aufmerksamkeitskapazität zur Verfügung steht. Diese kann variabel auf verschiedene Aufgaben verteilt werden. Aufmerksamkeit kann einer Aufgabe mehr oder weniger zugeteilt werden. Die Verteilung der verfügbaren Kapazität hängt von gelernten oder angeborenen Dispositionen, von augenblicklichen Absichten und der Schwierigkeit der Aufgabe ab.

Shiffrin und Schneider (1977) näherten sich dem Kapazitätsproblem in ihrem Zwei-Prozess-Modell. Dabei wird bei der Verarbeitung von Informationen zwischen einer automatischen und kontrollierten Verarbeitung unterschieden. Bei der automatischen Verarbeitung handelt es sich um die Ausführung von Aufgaben, die gut gelernt im Langzeitgedächtnis gespeichert sind und völlig automatisiert, aber auch immer gleich, ausgeführt werden. Hierzu benötigt man kaum Aufmerksamkeit und diese unterliegt somit auch nicht Auswahl- oder Selektionsprozessen. Die Verarbeitung kann gleichzeitig erfolgen und ist nicht kapazitätslimitiert. Dabei ist es schwer diesen Automatismus zu ändern, zu ignorieren oder zu unterdrücken. Wird das Individuum jedoch mit neuen, unvertrauten Aufgaben konfrontiert, müssen diese kontrolliert verarbeitet werden. Die Bearbeitung erfolgt dann langsamer und erfordert ein höheres Maß an Aufmerksamkeits- und Selektionsprozessen. Aus diesem Grund ist sie auch störanfälliger, führt aber bei erfolgreicher Ausführung zu Lernprozessen. Als Vorteile des Zwei-Prozess-Modells stellten Shiffrin und Schneider (1977) heraus, dass hierdurch die begrenzte Kapazität effizient genutzt, die Aufmerksamkeit gezielt wichtigen Reizen zugewendet und neue Situationen gut bearbeitet werden können. Neue Situationen werden mittels der kontrollierten Verarbeitung bewältigt und können durch Wiederholung in das automatische System aufgenommen werden, in dem sie weniger Anstrengung und Aufmerksamkeit erfordern und somit dann geringere Kapazitätsressourcen benötigen.

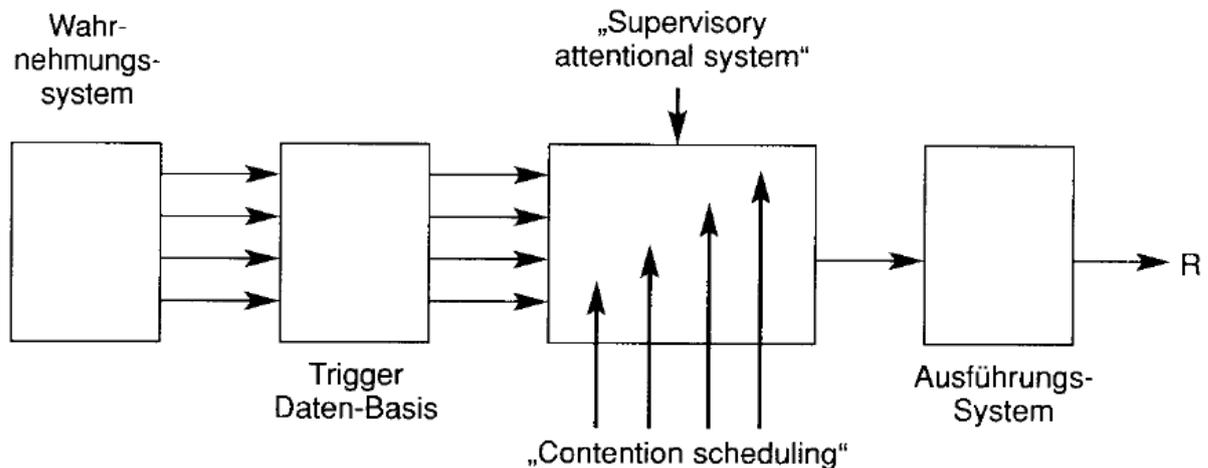


**Abbildung 6:** Zwei-Prozess-Modell von Shiffrin & Schneider (aus Sturm, 2005 nach van Zomeren und Brouwer, 1994)

Wie in Abbildung 6 zu sehen, beschrieben Shiffrin und Schneider (1977) auch zwei Aufmerksamkeitsdefizite, die sich aus ihrer Theorie ergeben. Zum einen das Defizit bei der Aufmerksamkeitsfokussierung (fokussiertes Aufmerksamkeitsdefizit, FAD) und zum anderen das Defizit bei der Aufmerksamkeitssteilung (geteiltes Aufmerksamkeitsdefizit, GAD). Das FAD entsteht, wenn eine, durch automatische Verarbeitung hervorgerufene Reaktion, mit Reaktionen, hervorgerufen durch kontrollierte Verarbeitung, in Konflikt gerät. Als Ursache für das GAD ist die begrenzte Informationsverarbeitungskapazität zu sehen. Es tritt auf, wenn zwei oder mehr ungeübte, aufmerksamsfordernde Aufgaben gleichzeitig ausgeführt werden müssen.

Norman und Shallice (1986) versuchten in ihrer „kognitiven Schematheorie“ zu erklären, wie die Informationsverarbeitung kontrolliert wird. Sie schreiben der Aufmerksamkeit eine zentrale, kontrollierende Funktion zu. Hierbei wird davon ausgegangen, dass es zur Bearbeitung von Reizen gelernte Handlungs- und Denkschemata im Langzeitgedächtnis gibt. Es gibt zwei Mechanismen, die die Informationsverarbeitung kontrollieren, zum einen das „contention-scheduling“ und zum anderen die „supervisory attentional control“. Die niedrigere Kontrolle ist das „contention scheduling“. Es vermeidet Konflikte, die zwischen unabhängig voneinander, gleichzeitig aktivierten Schemata ausgelöst werden, indem es das Schema auswählt, welches zur Bearbeitung der Situation am besten geeignet ist. Durch das ausgewählte Schema können dann weitere passende ausgewählt und unpassende inhibiert werden. Diese Kontrolle ist gut geeignet für routinierte Prozesse. Die „supervisory attention control“ ist wichtig, für den Umgang mit neuen, nicht routinierten Situationen. Durch diese Aufmerksamkeitskontrolle gibt es eine Reaktion, indem diese, aufgrund einer

Strategie im Arbeitsgedächtnis, für ergänzende Auswahl von Schemata durch Aktivierung und Inhibition sorgt. Trotz der Kontrolle der „supervisory attentional control“ kann es dazu kommen, dass automatisch unerwünschte Schemata ablaufen, da der Prozess der Aktivierung und Inhibition störanfällig ist (Shallice & Burgess, 1993).

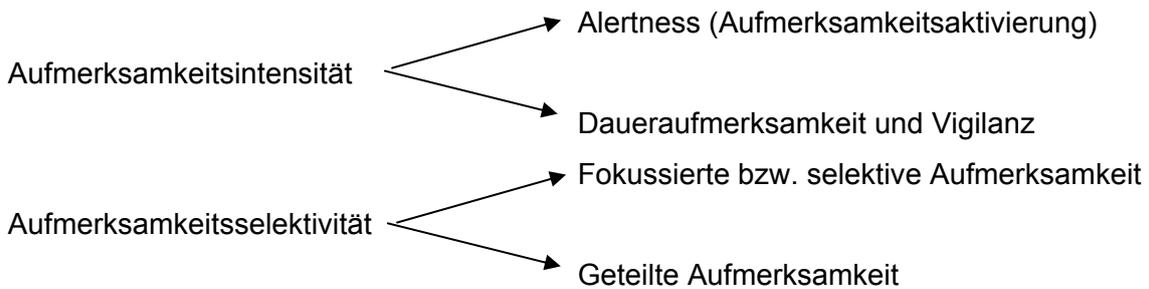


**Abbildung 7:** Cognitive Schema Theory von Shallice (1982). Die Pfeile weisen auf einen aktivierenden Reizeingang hin. Ausnahme: Das „Contention scheduling System“. Hier stellen sie inhibitorische Einflüsse auf die Auswahl des Verhaltensschemas dar. (aus Sturm, 2005).

Aufmerksamkeit ist, wie gezeigt werden konnte, ein vielfach untersuchtes Konstrukt und es gibt verschiedene Ansätze, die sich in der Entwicklung befinden. Berücksichtigt man die verschiedenen Aspekte, so ist Aufmerksamkeit kein eindimensionales Konstrukt. Im folgenden Abschnitt wird auf die neuropsychologische Klassifikation näher eingegangen, die dieser Tatsache Rechnung trägt.

### 3.3. Neuropsychologische Aufmerksamkeitskonzepte

Aufmerksamkeitsleistungen können in mehrere, differenzierbare Komponenten eingeteilt werden. Die Taxonomie von Van Zomeren und Brouwer (1994) unterscheidet zwischen den Aspekten Intensität und Selektivität der Aufmerksamkeit. Folgende Übersicht fasst die verschiedenen Komponenten von Aufmerksamkeit nach dieser Gliederung zusammen:



Im Weiteren sollen die einzelnen Teilleistungen der Aufmerksamkeitsaspekte kurz erläutert werden (nach Sturm, 2005 und Sturm & Zimmermann, 2000):

Alertness: Bei der Alertness unterscheidet man die tonische Alertness von der phasischen Alertness. Die tonische Alertness beschreibt den Zustand der allgemeinen Wachheit, die im Tagesverlauf variabel ist. Die phasische Alertness ist die Fähigkeit das allgemeine Aufmerksamkeitsniveau nach einem Warnreiz zu steigern (z.B. das Reagieren auf die rote Ampel nach vorhergehender Gelbphase als Warnreiz).

Daueraufmerksamkeit und Vigilanz: Hierunter wird die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum verstanden. Unter Vigilanz begreift man die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei geringer Reizdichte und damit unter relativ monotonen Bedingungen (z.B. nächtliches Autobahnfahren oder Radarbeobachtung), was eine höhere Anforderung an die kognitive Kontrolle darstellt. Unter Daueraufmerksamkeit versteht man die Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit bei einer hohen Reizdichte.

Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit: Dies ist die Fähigkeit bestimmte Realitätsausschnitte zu isolieren und einer differenzierten Analyse zu unterziehen. Ein wichtiges Merkmal ist, dass dieser Fokus auch unter ablenkenden Bedingungen aufrechterhalten werden kann. Dabei werden Störungen durch parallel ablaufende automatische Bearbeitungsprozesse unterdrückt (fokussiertes Aufmerksamkeitsdefizit, FAD nach Shiffrin und Schneider, 1977). Die Fokussierung der Aufmerksamkeit steht unter der Kontrolle des Individuums selbst und kann von seinen Bedürfnissen (internal) und Wahrnehmungen

(external) gesteuert werden. So benötigen die Aufmerksamkeitsleistungen die Motivation des Individuums zum Auswählen der relevanten Ausschnitte aus der Umwelt (Pribram, 1973).

Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung beinhaltet auch die Fähigkeit zum Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus, das heißt die flexible Aufmerksamkeitssteuerung, die einen Wechsel des selektiven Fokus ermöglicht.

Geteilte Aufmerksamkeit: Bei der geteilten Aufmerksamkeit müssen Informationen aus einem einzigen oder unterschiedlichen Sinneskanälen gleichzeitig verarbeitet werden, was bei der simultanen Bearbeitung von mehreren Aufgaben erforderlich ist. Hier gibt es einen engen Bezug zur Vorstellung der begrenzten Kapazität von Aufmerksamkeit. Eine Einschränkung der Aufmerksamkeitskapazität zeigt sich in dem schon oben beschriebenen geteiltes Aufmerksamkeitsdefizit (GAD) nach Shiffrin & Schneider (1977).

Diesen Teilleistungen können unterschiedliche anatomische Lokalisationen im Gehirn zugeordnet werden.

3.4. Neuroanatomische Lokalisation der Aufmerksamkeitsleistungen

Wie gezeigt besteht Aufmerksamkeit aus verschiedenen Teilleistungen. In Läsionsstudien an hirngeschädigten Patienten zeigt sich, dass in Abhängigkeit von den geschädigten Hirnarealen diese Funktionen häufig spezifisch beeinträchtigt sind (Sturm, 2005). Deswegen geht man auch von einer mehrfachen Repräsentation dieser im Gehirn aus. Die folgende Tabelle zeigt die beschriebenen Aufmerksamkeitsdimensionen und –bereiche mit den ihnen zugeordneten neuronalen Netzwerken.

Dimension	Bereich	funktionelles Netzwerk
Intensität	Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness)	Hirnstammanteil der Formatio reticularis, insbesondere noradrenerge Kerngebiete, dorsolateraler präfrontaler und inferiorer parietaler Kortex der rechten Hemisphäre.
	Daueraufmerksamkeit, Vigilanz	intralaminäres und retikuläre Thalamuskern, anteriorer Anteil des Gyrus Cinguli
Selektivität	Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit	Dorsolateraler und inferiorer frontaler Kortex insbesondere der linken Hemisphäre (Inhibition?*) fronto-thalamische Verbindungen zum Nucleus reticularis des Thalamus, anteriores Cingulum( ?)*
	Visuell-räumliche selektive Aufmerksamkeit, Wechsel des Aufmerksamkeitslokus	Inferiorer Parietalkortex, deutlicher rechts! (disengage) <sup>1</sup> colliculi superiores (shift) <sup>2</sup> , posteriorer-lateraler Thalamus, insb. Pulvinar( engage) <sup>3</sup>
	Geteilte Aufmerksamkeit	Präfrontaler Kortex ( bilateral) ,vordere Abschnitte des Cingulum

\* Fragezeichen von Sturm (2005),  
<sup>1</sup> Lösen des Aufmerksamkeitsfokus,  
<sup>2</sup> Verschieben des Aufmerksamkeitsfokus  
<sup>3</sup> Aufmerksamkeitsfokus auf neuen Reizausschnitt legen

**Tabelle 3:** Neuroanatomie der Aufmerksamkeitsfunktionen (aus Sturm, 2005)

### 3.5. Aufmerksamkeitsfokussierung und Interferenzneigung

Da in der vorliegenden Arbeit besonders die Aufmerksamkeitsfokussierung und ihre Störung untersucht werden, sollen hier noch mal die wichtigsten Aspekte zusammenfassend dargestellt werden.

- Die fokussierte Aufmerksamkeit stellt die Fähigkeit dar, einen spezifischen Realitätsausschnitt zu isolieren, um ihn einer differenzierten Analyse zu unterziehen. Dabei ist es erforderlich den Fokus auch unter ablenkenden Bedingungen aufrechtzuerhalten und die Interferenz durch parallel ablaufende, automatische Verarbeitungsprozesse zu unterdrücken (Sturm, 2005).
- Die Fokussierung der Aufmerksamkeit ist wichtig, um sich in neuen Situationen zu orientieren, dabei ist es notwendig, sich nicht von jedem neuen Reiz ablenken zu lassen. Eine Störung kommt oft bei frontalen Läsionen vor und führt im Extremfall zur völligen Abhängigkeit des Patienten von der Umwelt (Sturm, 2005).
- Die Interferenzneigung beschreibt, inwieweit Personen in der Lage sind, Reaktionen auf irrelevante Reize (Störfaktoren) zu unterdrücken. Theorien zur Entstehung der Interferenz sind z. B. im Zwei-Prozess-Modell von Shiffrin und Schneider (1977) im FAD gegeben oder auch in der Kognitiven Schema Theorie von Norman & Shallice (1986) (siehe S. 28 – 30).

## 4. Aufmerksamkeit und Schmerz

Schmerz nimmt Aufmerksamkeit in Anspruch (Eccleston & Crombez, 1999). Es gibt verschiedene Hinweise, dass Schmerzprozesse mit Aufmerksamkeitsprozessen interferieren und umgekehrt (Villemure & Buschnell, 2002). So zeigen einige Studien, dass Schmerz durch kognitive und aufmerksamerfordernde Aufgaben reduziert werden kann (Bantick et al., 2002, Rode, Salkovskis & Jack, 2001). Diese Tatsache wird unter anderem auch in der Therapie von Schmerzen eingesetzt (z. B. Hypnose). Zum anderen haben auch viele Studien gezeigt, dass Schmerz Aufmerksamkeitsleistungen und Kognition negativ beeinflusst (Crombez, Baeyens & Eelen, 1994, Crombez et al., 1998, Eccleston, 1995, von Bueren Jarchow, Radanov & Jäncke, 2005, Bruce & Saifudin, 2007). Zudem legen Ergebnisse aus bildgebenden Verfahren nahe, dass die Hirnaktivitäten von Schmerzprozessen und kognitiven Prozessen miteinander interagieren, da sie sich eventuell neuronale Ressourcen teilen (Seminowicz & Davis, 2007). Zunächst soll auf diesen letzten Aspekt näher eingegangen werden.

### 4.1. Aufmerksamkeits- und schmerzverarbeitende Hirnareale – gemeinsame Aspekte

Die Strukturen der zentralen Schmerzverarbeitung wurden bereits dargestellt. Dabei wurde gezeigt, dass Schmerz in verschiedenen Hirnregionen verarbeitet wird und diesen auch die verschiedenen Funktionen der Schmerzwahrnehmung zugeordnet werden kann (siehe Tabelle 2). Auch den verschiedenen Aufmerksamkeitsfunktionen können unterschiedliche Hirnareale zugeordnet werden (siehe Tabelle 3).

Es zeigt sich, dass einige der bei Schmerz aktivierten Areale auch bei Aufmerksamkeitsfunktionen aktiviert werden. Hierzu zählen der Thalamus, der anteriore cinguläre Kortex und der präfrontale Kortex (Brooks & Tracey, 2005, Peyron, Laurent & Garcia-Larrea, 2000, Sturm, 2005, Peyron et al., 1999).

Besonders dem anterioren cingulären Kortex (ACC) wird bei der Modulation von Schmerz durch Aufmerksamkeit eine besondere Rolle zugeschrieben. Es gibt Hinweise, dass Aufmerksamkeit und Schmerz verschiedene, aneinandergrenzende Hirnareale im ACC aktivieren. Hier sind anteriore Regionen des ACC aktiv bei Aufmerksamkeitsaufgaben, während bei akutem Schmerz der posteriore Bereich Aktivität aufweist (Davis et al., 1997, Buffington et al., 2005).

Eine Untersuchung mittels fMRI von Buffington et al. (2005) zur Rolle des ACC an gesunden im Vergleich zu chronisch schmerzkranken Personen zeigt verschiedene Ergebnisse. Ein Schmerzreiz, der während einer Daueraufmerksamkeitsaufgabe gegeben wird, führt zu einer Abschwächung der Aktivität im ACC. Des Weiteren unterscheidet sich die Aktivität im ACC zwischen der gesunden und kranken Gruppe. Bei der gesunden Kontrollgruppe ist das durch Schmerz aktivierte Gebiet breiter und diffuser, während es bei der chronisch schmerzkranken Gruppe signifikant kleiner und vereinzelt ist. Dies wurde von den Autoren so gedeutet, dass die Personen in der Schmerzgruppe an Schmerz gewohnt sind und dadurch evtl. schneller reagieren könnten, weil sie weniger Ablenkung erfahren.

Weitere bildgebende Studien zeigen eine aufmerksamsbezogene Modulation der Schmerzantwort in den sensorischen und limbischen Gehirnarealen, wie S1, S2, ACC und insulärer Kortex (Peyron et al., 1999, Petrovic et al., 2000).

Bantick et al. (2002) wollten in einer fMRI-Studie feststellen, welche weiteren Regionen außer dem ACC im Gehirn dafür verantwortlich sind, dass durch aufmerksamsfordernde kognitive Aufgaben, Schmerz reduziert werden kann. Es wurde die Hirnaktivität von Probanden bei der Durchführung einer aufmerksamsfordernden Aufgabe verglichen während des Zuführens eines neutralen Stimulus und eines Schmerzreizes. Bei der aufmerksamsfordernden Aufgabe findet sich, im Vergleich zum neutralen Stimulus, eine reduzierte Aktivität im insulären Kortex, mittleren cingulären Kortex und dem Thalamus, alles Areale, die bei Schmerz aktiviert sind. Dagegen ist die Aktivität in perigenualen cingulären und orbitofrontalen Regionen, die bei kognitiven und aufmerksamsfordernden Aufgaben involviert sind, erhöht. Diese verminderten und erhöhten Aktivierungen in den spezifischen Hirnregionen scheinen eine Rolle dabei zu spielen, wie Kognition und Aufmerksamkeit Schmerzwahrnehmung modulieren können.

Insgesamt zeigt sich, dass dem Zusammenhang zwischen Schmerz und Aufmerksamkeit viel Beachtung geschenkt wird und dass bereits neuroanatomische Zusammenhänge gefunden wurden. Während die neuroanatomischen Zusammenhänge noch nicht abschließend geklärt sind, gibt es bereits einige psychologische Erklärungsmodelle, die die Interaktion von Schmerz und Aufmerksamkeit zu erklären versuchen.

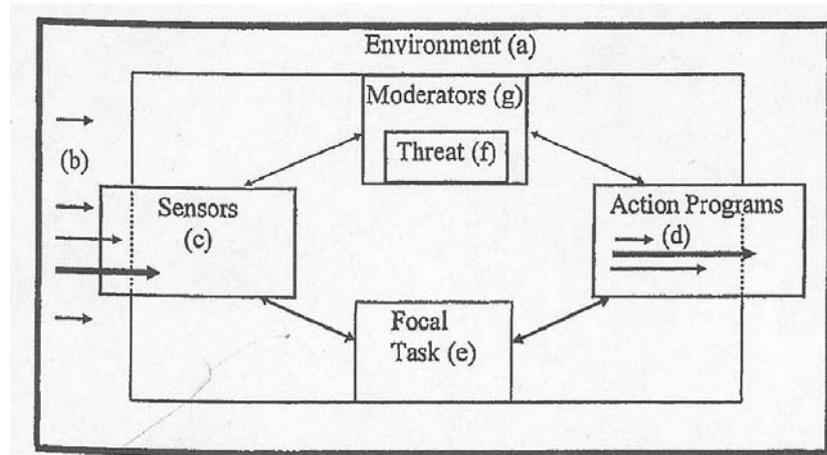
#### 4.2. Aufmerksamkeit und Schmerz – psychologische Erklärungsmodelle

Schmerz warnt den Menschen vor Gefahr und ist wie oben beschrieben mehr als nur die Weiterleitung eines noxischen Reizes. Er beeinflusst unseren Affekt, unsere Kognition und unsere Handlungen.

Aufmerksamkeit hat die Aufgabe aus der Gesamtheit von Informationen aus der Umwelt eine Auswahl zu treffen und nur bestimmte Informationen dem Bewusstsein zuzuleiten. Die Informationen aus der Umwelt sind dabei häufig unvorhersagbar, können sich plötzlich ändern und weisen verschiedene konkurrierende und widersprüchliche Ziele auf. Dies zu bewältigen ist unter anderem die Aufgabe des Aufmerksamkeitsystems. Hierzu gehört, dass zum einen das zielgerichtete Verhalten beibehalten wird und zum anderen aber auch davon abgelassen wird, wenn ein Ziel mit höherer Priorität auftritt (Allport, 1989). Schmerz ist eine Information, die eine hohe Priorität besitzt, da er dem Organismus Schaden zufügt. Deswegen soll Schmerz eine störende und ablenkende Funktion haben und Aufmerksamkeitsprozesse beanspruchen (Eccleston & Crombez, 1999). Im Sinne der begrenzten Aufmerksamkeitskapazität verbraucht die Verarbeitung von Schmerzreizen Aufmerksamkeitsressourcen.

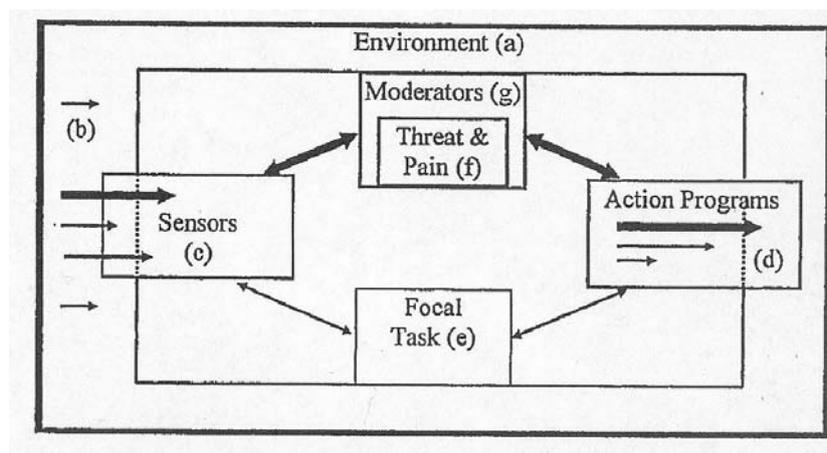
Schon Norman & Shallice (1986) sahen in ihrer „kognitiven Schematheorie“, dass das Aufmerksamkeitsystem offen dafür sein muss, dass die aktuelle Beschäftigung für ein höheres Ziel unterbrochen werden kann, wenn der Organismus zum Beispiel vor Gefahr und Leid geschützt werden muss. Hierfür wird die „supervisory attention control“ aktiviert. Sie ist die Kontrollinstanz für Prozesse, die eine stärkere Kontrolle verlangen, da sie zum Beispiel Planung erfordern, neu oder gefährlich sind, zur Änderung von gewohnten Verhalten beitragen oder der Fehlerkorrektur dienen. Schmerz ist in diesem Modell eine wahrscheinliche Möglichkeit, die Aufmerksamkeit zu unterbrechen. Die Aufmerksamkeit wird dadurch auf das bedeutsame Ziel des Selbstschutzes gelenkt (Shallice & Burgess, 1993).

Eccleston und Crombez (1999) möchten mit ihrem kognitiv-affektiven Modell einen Erklärungsansatz für den gefundenen Zusammenhang zwischen Schmerz, Aufmerksamkeit und Kognition geben. Sie erläuterten die störende Funktion von Schmerzen auf Aufmerksamkeitsprozesse. Das Modell besteht aus sieben im Zusammenhang stehenden Faktoren.



**Abbildung 8:** Das Aufmerksamkeitssystem bevor es durch Schmerz unterbrochen wird.  
(aus Eccleston & Crombez, 1999)

Abbildung 8 zeigt das Aufmerksamkeitssystem ohne einen Schmerzreiz. Das sensorische System ist verschiedenen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Jedoch nicht alle kommen ins Bewusstsein. Wenn ein Schüler zum Beispiel während des Unterrichts einer spannenden Geschichte des Lehrers zuhört, wird er Gesprächen von anderen Schülern oder lauten Geräuschen, die zeitgleich auftreten, keine Beachtung schenken. Seine Aufmerksamkeit gilt der Geschichte. Das ausgewählte Handlungsprogramm konzentriert sich auf das Zuhören. Daneben können auch andere Handlungen ohne aktuelle Aufmerksamkeit ablaufen, wie zum Beispiel etwas zu trinken oder zu essen. In diesem System ist es jedoch auch immer möglich, dass die im Vordergrund stehenden Handlungsprogramme durch drohende Gefahren unterbrochen werden. Die folgende Abbildung 9 zeigt das Aufmerksamkeitssystem, während ein störender Schmerzreiz auftritt:



**Abbildung 9:** Das Aufmerksamkeitssystem während es durch Schmerz unterbrochen wird.  
(aus Eccleston & Crombez, 1999)

Wenn wir auf das Beispiel mit dem Unterricht zurückkommen, könnte der Schmerzreiz beim Schüler ein Biss auf die Zunge sein. Er wird plötzlich nicht mehr der Geschichte fol-

gen können. Seine Handlungsprogramme werden die Priorität darauf setzen, dem Schmerzreiz zu entkommen. Dieser akute Schmerz stört und lenkt die Aufmerksamkeit ab.

Aufmerksamkeit wird in diesem Modell als Mechanismus gesehen, der hilft, Handlungen auszuwählen. Bei einem Schmerzreiz hat das Individuum den Drang zu fliehen und legt die Priorität der Handlung auf die Flucht. Somit beeinflusst Schmerz die Handlungsauswahl und folglich auch das Verhalten. Diese störende Funktion des Schmerzes kann durch Faktoren, die den Schmerz betreffen, wie die Intensität, die Neuheit, die Vorhersagbarkeit und die Gefahr und Faktoren, die die Schmerzwahrnehmung betreffen, wie die emotionale Reaktion, vermindert oder verstärkt werden.

So lässt sich vorstellen, dass auch rezidivierender Schmerz, der in unvorhersehbaren Episoden mit unterschiedlicher Frequenz, Dauer und Intensität auftritt (Mühlig, Breuker & Petermann, 2000), durchaus eine störende Funktion auf Aufmerksamkeitsleistungen hat.

Chronische Schmerzen stellen für Eccleston und Crombez (1999) eine andauernde Störung der Aufmerksamkeit dar, die unter anderem zu einer Angst vor Schmerz und Depressionen führen kann. Auch diese Folgen können für sich wiederum zu Faktoren werden, die zu einer Störung der Aufmerksamkeit führen. Die gehäuft gefundene Koexistenz von Kopf- und Bauchschmerz mit Ängstlichkeit und Depressionen (Ramchandani et al., 2005, Kowal et al., 1990, Bille, 1962) mag dementsprechend auch einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit haben, der jedoch in dieser Studie nicht näher untersucht wird.

Die vorgestellten Theorien zu gemeinsamen Aspekten von Schmerz und Aufmerksamkeit wurden auch experimentell untersucht. Dies wird im folgenden Abschnitt dargestellt.

#### 4.3. Überblick - Studien zu Schmerz und Aufmerksamkeit

In vielen Studien werden den Probanden, während sie eine Testleistung erbringen sollen, experimentell akut Schmerzen zugefügt. Es konnte gezeigt werden, dass die Leistungen schlechter waren, während ein Schmerzreiz gegeben wurde und dass dies unter anderem von der Vorhersagbarkeit, Neuheit und Gefährlichkeit des Schmerzes abhängt (Crombez, Baeyens & Eelen, 1994, Crombez et al., 1998).

Einen Überblick über Studien, die die kognitive Funktion von Patienten mit chronischen Schmerzen untersuchen, gibt der Artikel von Hart, Martelli & Zasler (2000). Es zeigt sich, dass Testleistungen von Patienten mit chronischen Schmerzen teilweise schlechter sind. So untersuchte unter anderem Eccleston (1995) mehrfach den Einfluss von chronisch persistierenden Schmerzen (Rücken- und Gliederschmerzen) auf Aufmerksamkeitsleistungen. Die Schmerzgruppe wurde in eine Gruppe mit starken und eine mit schwachen

Schmerzerfahrungen aufgeteilt und mit einer gesunden Kontrollgruppe verglichen. Es wurden zwei Aufmerksamkeits-tests mit unterschiedlichen Anforderungen durchgeführt. Bei dem Test mit einer höheren Anforderung erzielt die Schmerzgruppe mit starker Schmerzerfahrung signifikant langsamere Reaktionszeiten als die Kontrolle und die Gruppe mit schwachen Schmerzerfahrungen. Schmerz scheint also Aufmerksamkeitsleistungen zu beeinflussen und auch die Intensität der Schmerzen spielt eine Rolle. In einer weiteren Studie mit chronischen Schmerzpatienten fanden Eccleston et al. (1997) heraus, dass neben der Schmerzintensität auch die Sorge der Patienten um ihre körperlichen Beschwerden von Bedeutung ist.

Eine andere Studie benutzte die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), die auch in dieser Arbeit verwendet wird, um erwachsene Patienten mit chronischen Schmerzen zu untersuchen. Dabei wurden aus der TAP vier verschiedene Tests mit steigender Aufmerksamkeitsanforderung verwendet. Schmerzpatienten weisen hier praktisch in allen Aufmerksamkeitsbereichen Defizite auf. Eine Ausnahme findet sich bei der Bearbeitung des relativ anspruchsvollen Tests zur geteilten Aufmerksamkeit. Hier erzielen die Patienten unauffällige Ergebnisse. Als Vermutung stellen die Autoren heraus, dass dieser komplexe Test eine ablenkende Funktion auf die Schmerzen ausübt (von Bueren Jarchow, Radanov & Jäncke, 2005).

Eine im Jahr 2007 veröffentlichte Studie von Bruce und Saifudin konnte die schon dargestellten Ergebnisse bestätigen. Über die Hälfte der teilnehmenden Versuchspersonen mit chronischen Schmerzen zeigen eine relevante Beeinflussung der Aufmerksamkeitsfunktion sowie eine Beeinträchtigung im Arbeitsgedächtnisprozess.

Insgesamt zeigen die Befunde, dass akute und chronische Schmerzen Einfluss auf die kognitive Leistung haben können, auch im Bereich der Aufmerksamkeit, und dass man deswegen diesem Aspekt mehr Beachtung schenken sollte. Jedoch beschreiben Hart, Martelli & Zasler (2000), dass es keine Hinweise dafür gibt, dass die kognitiven Funktionen von Patienten mit Schmerzen, die einer nicht-klinischen Population angehören, eingeschränkt sind.

In der Literatur findet man überwiegend Untersuchungen mit Erwachsenen. Wie gezeigt sind Schmerzen im Kindes- und Jugendalter durchaus eine häufige Erfahrung und nehmen laut epidemiologischen Untersuchungen sogar zu. Deswegen scheint es sinnvoll zu sein, sich mit den Auswirkungen von kindlichen Schmerzen auf die Aufmerksamkeit auseinanderzusetzen, da es sich hierbei um eine Basisfunktion für viele andere kognitive

Leistungen handelt. Gerade bei Grundschulkindern, die für Lernprozesse Aufmerksamkeit benötigen, werden sich Defizite in diesem Bereich besonders stark auswirken und es kann Folgen für das gesamte weitere Leben nach sich ziehen.

#### 4.4. Fragestellung

In dieser Arbeit soll die Teilfunktion der selektiven Aufmerksamkeit untersucht werden. Hierzu wird die Interferenzneigung, das heißt die Fähigkeit die Aufmerksamkeit auch unter ablenkenden Bedingungen aufrecht zu erhalten, von Kindern im zweiten Schuljahr betrachtet. Dabei wird der gewählte Test erst deskriptiv in der getesteten Gruppe, Kinder in der zweiten Klasse, hinsichtlich der Gesamtheit und der Leistung bezogen auf Alter und Geschlecht dargestellt, um eine Vorstellung über die Interferenzneigung in diese Gruppe zu gewinnen.

In dem Hypothesenteil wird überprüft, ob sich schmerzerfahrene Kinder, das heißt Kinder mit rezidivierenden Kopf- und Bauchschmerzerfahrungen, von Kindern ohne Schmerzerfahrung in ihren Testleistungen unterscheiden. Hierzu werden im Einzelnen die Leistungsgeschwindigkeit und die Leistungsgüte sowie die Interferenzneigung betrachtet.

Bezogen auf die beiden verschiedenen erfragten Schmerzarten, Kopf- und Bauchschmerzen, soll der Einfluss dieser auf die Testleistungen untersucht werden. Des Weiteren soll geprüft werden, ob sich Schmerzen an unterschiedlichen Stellen voneinander unterscheiden und ob es einen geschlechtsspezifischen Interaktionseffekt gibt.

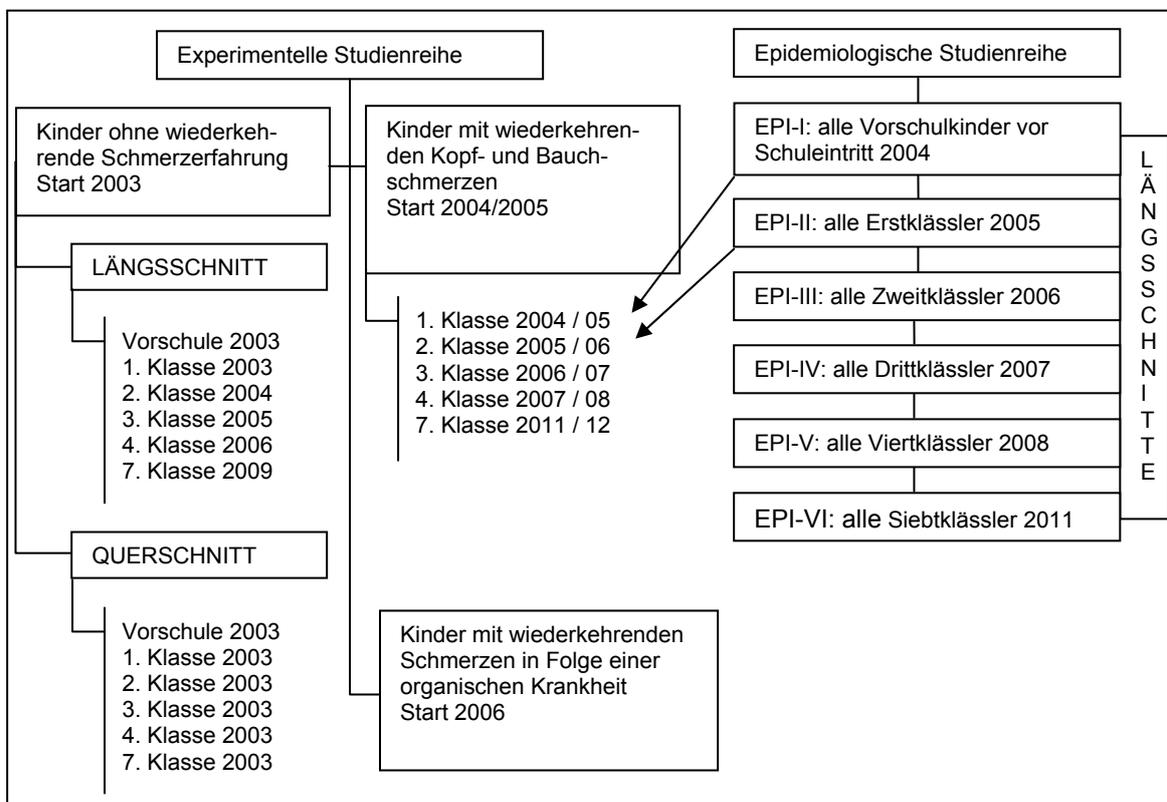
Hierfür werden zunächst der Aufbau, die Durchführung und die gewählten Testverfahren beschrieben. Dann folgt die deskriptive Darstellung der Ergebnisse und daran anschließend die Analyse der Hypothesen.

## 5. Methodik

### 5.1. Aufbau der Studie

Im Rahmen des Forschungsprojekts der Klinik und Poliklinik für Neurologie des Universitätsklinikums Essen „Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen bei Kindern und Jugendlichen mit und ohne rezidivierende Schmerzerfahrungen“ unter der Leitung von Frau Dr. Ostkirchen wurden die Daten für diese Doktorarbeit erhoben. Das Projekt teilt sich in eine epidemiologische und in eine experimentelle Studienreihe.

In der epidemiologischen Längsschnittstudie werden die Prävalenzen und Inzidenzen von Kopf- und Bauchschmerzsymptomen im Zusammenhang mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen in der Region Dorsten erfasst. Die experimentelle Studie untersucht die entwicklungsabhängige Störbarkeit von Aufmerksamkeits- und Behaltensleistung. Dabei werden gesunde mit schmerzserfahrenen Kindern verglichen. Die experimentelle Erhebung gesunder Kinder erfolgt im Längs- und Querschnitt. Die Untersuchung von kopf- und bauchschmerzserfahrenen Kindern findet in einem Längsschnitt statt. Die Durchführung der Datenerhebung und die erhobenen Tests sind jeweils die gleichen. Zusätzlich werden Kinder mit Schmerzen aufgrund einer organischen Ursache getestet. Einen genauen Überblick über das gesamte Projekt gibt die nachfolgende Abbildung:



**Abbildung 10:** Aufbau der Studie (nach Ostkirchen, 2005)

In dieser Arbeit wird auf die Daten der Kinder aus der zweiten Klasse aus allen experimentellen Untersuchungen zurückgegriffen (Ostkirchen, 2005).

## 5.2. Beschreibung der Gesamtstichprobe

Aus dem vorhandenen Datenpool wurden insgesamt 180 Zweitklässlern für diese Arbeit ausgewählt. 17 Zweitklässler / Zweitklässlerinnen entstammen der im Jahre 2003 durchgeführten Querschnittuntersuchung an gesunden Kindern. Aus der im selben Jahr begonnenen Längsschnittuntersuchung kommen noch 33 Kinder hinzu, die im Jahre 2004 in der zweiten Klasse getestet wurden. 130 Kinder wurden 2006 im Rahmen der experimentellen Untersuchung an schmerz erfahrenen Kindern in der zweiten Klasse erhoben.

	männlich		weiblich	
	absolut	Prozent	absolut	Prozent
7jährige	28	15,60%	24	13,30%
8jährige	59	32,80%	59	32,80%
9jährige	5	2,80%	4	2,20%
10jährige	0	0	1	0,50%
Summe	92	51,20%	88	49,80%

**Tabelle 4:** Aufteilung von Geschlecht und Alter in der Gesamtstichprobe

Die Kinder werden aufgrund ihres subjektiven Urteils hinsichtlich der Art und Häufigkeit der Schmerzen im vergangenen Jahr in Gruppen eingeteilt. Diese Information wird aus dem zum Testzeitpunkt durchgeführten Kinderfragebogen entnommen.

	keine KS angegeben	selten KS	ab und zu KS	wiederkehrende KS	keine Antwort
keine BS angegeben	5 (2,8%)	4 (2,2 %)	0	1(0,5%)	1 (0,5%)
selten BS	7 (3,9%)	48 (26,7%)	8 (4,4%)	4 (2,2 %)	1 (0,5%)
ab und zu BS	2 (1,1%)	6 (3,3%)	13 (7,2%)	9 (5%)	0
Wiederkehrende BS	4 (2,2 %)	9 (5%)	3 (1,7%)	46 (25,6%)	2 (1,1%)
keine Antwort	1 (0,5%)	0	0	1 (0,5%)	5 (2,8%)

N = 180

KS = Kopfschmerzen, BS = Bauchschmerzen

Keine KS/BS

Selten = bisher überhaupt 1-3 Mal

Ab und zu = einmal alle 2-4 Monate

Wiederkehrend = mindestens 1 Mal pro Monat oder häufiger

**Tabelle 5:** Aufteilung der Kinder nach Art und Häufigkeit der Schmerzen

Tabelle 5 zeigt, dass 67 Kinder keine oder seltene Schmerzerfahrungen angeben (grau unterlegt). Etwas häufiger, einmal alle zwei bis vier Monate, haben 29 Kinder Schmerzen (gelb unterlegt). Über wiederkehrende Schmerzen berichten 79 Kinder (rot unterlegt). Davon haben 15 Kinder wiederkehrende Kopfschmerzen, 18 wiederkehrende Bauchschmerzen und 46 wiederkehrende Kopf- und Bauchschmerzen. Fünf Kinder geben keine Auskunft über die Häufigkeit ihrer Schmerzen.

Über die Alters- und Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Schmerzgruppen gibt Tabelle 6 Auskunft.

	männlich	weiblich	7jährige	8jährige	9jährige	10jährige
keine oder seltene Schmerzen	36 (36,7%)	29 (33,3%)	24 (44,4%)	39 (32,0%)	2 (25%)	0
wiederkehrende KS	8 (8,2%)	7 (8,0%)	5 (9,3%)	8 (6,6%)	2 (25%)	0
wiederkehrende BS	13 (13,3%)	5 (5,7%)	5 (9,3%)	12 (9,8)	1 (12,5)	0
wiederkehrende KSBS	21 (21,4%)	25 (28,7%)	9 (16,6%)	35 (28,7%)	1 (12,5%)	1
ab und zu KS	4 (4,1%)	7 (8,0%)	3 (5,6%)	8 (6,6%)	0	0
ab und zu BS	8 (8,2%)	9 (10,3%)	6 (11,1%)	11 (9,0)	0	0
ab und zu KSBS	8 (8,2%)	5 (5,7%)	2 (3,7%)	9 (7,4%)	2 (25%)	0
Insgesamt (100%)	90	87	54	122	8	1

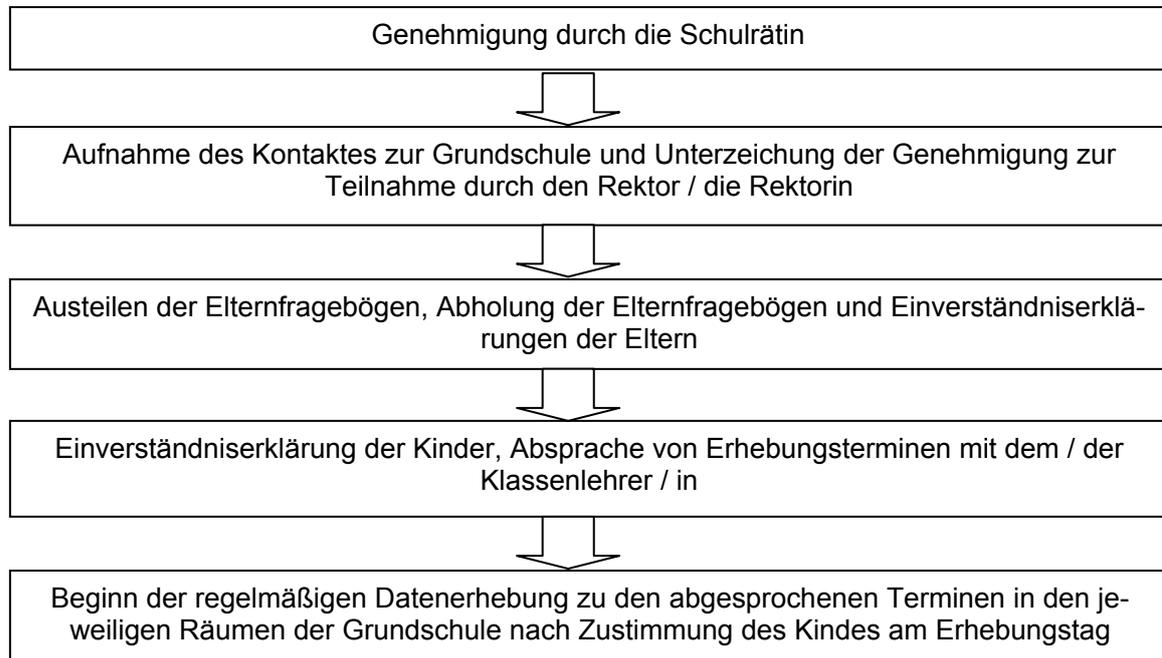
**Tabelle 6:** Alters- und Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Gruppen

Diese genaue Alters- und Geschlechtsaufteilung wird später bei der Auswertung zur Parallelisierung der Gruppen genutzt.

### 5.3. Ablauf und Durchführung der experimentellen Datenerhebung in der zweiten Klasse

Die Datenerhebung fand an Grundschulen der Kleinstadt Dorsten statt. Von sechzehn Grundschulen gaben im Schuljahr 2005 / 2006 vierzehn ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie, zwei Schulen lehnten die Teilnahme ab. An allen Grundschulen zusammen waren 237 Kinder zur Teilnahme gemeldet. Die Daten wurden in diesem Erhebungszyklus von insgesamt zehn Doktoranden und Doktorandinnen, die dem Datenschutz verpflichtet wurden, erhoben, wobei immer zwei zusammenarbeiteten. Je nach Gruppe begann die

Datenerhebung zwischen Januar und Februar 2006 und endete spätestens mit dem Beginn der Sommerferien im Juni. Die Datenerhebung verlief nach folgendem Schema:



**Abbildung 11:** Ablauf der Datenerhebung

Während der Datenerhebung wurde besonders der persönliche Kontakt zu den Eltern gesucht, um Entgegenkommen und bessere Rückmeldequoten zu erhalten. Direkt nach der Austeilung der Elternbögen und Einverständniserklärungen wurden diese kontaktiert und persönlich um das Ausfüllen der Fragebögen gebeten. Des Weiteren wurden die Eltern angesprochen, wenn die Fragebögen nicht wieder abgegeben wurden. Für jedes Kind, das nicht teilnehmen sollte, musste ein Non-Responder-Fragebogen ausgefüllt werden (Anhang A).

Pro Kind war von einer Datenerhebungszeit von fünf bis sechs Stunden auszugehen. Diese Erhebung konnte aufgrund der hohen zeitlichen und kognitiven Beanspruchung des Kindes nicht an einem Stück durchgeführt werden. Es mussten einerseits die Absprachen mit dem / der Lehrer / in und andererseits auch die Motivation und der Wille des Kindes beachtet werden. Um die Motivation zur Testteilnahme insgesamt zu fördern, wurde den Kindern eine Motivationsgeschichte über die „Familie Aralamos“ vorgelesen (Anhang B). In dieser Geschichte wurde ihnen erzählt, dass sie mit den Tests Punkte sammeln können, um damit der „Familie Aralamos“ zu helfen. In nachfolgender Tabelle ist zur besseren Übersicht der zeitliche Rahmen dargestellt.

Schulstunde	Inhalt	Zeit
1	Einführung mit der motivierenden „Geschichte der Familie Aralamos“	10 Minuten
	Einverständniserklärung des Kindes	5 Minuten
	HAWIK-III: Zahlennachsprechen, Gemeinsamkeiten finden, Zahlensymboltest, Mosaiktest	30 Minuten
2	VLMT: retroaktive Interferenzbedingung	20 Minuten
	FWIT: 3 Durchgänge	15 Minuten
	TAP: Alertness, normale Bedingung	10 Minuten
3	VLMT: proaktive Interferenzbedingung	20 Minuten
	TAP: GO-NOGO, <u>Inkompatibilität</u> , Intermodaler Vergleich	20 Minuten
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	5 Minuten
4	BOBIT - Bindungstest	20 Minuten
	TAP: Reaktionswechsel, geteilte Aufmerksamkeit	15 Minuten
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	10 Minuten
5	Kinderfragebogen	20 Minuten
	TAP: Alertness unter Zeitdruck und Wettbewerb	10 Minuten
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	15 Minuten
6	KINDL-Catscreen-Version	20 Minuten
	Nachholen nicht geschaffter Testteile	20 Minuten
	Verabschiedung	5 Minuten

**Tabelle 7:** Überblick über die erhobenen Tests und ihre Verteilung auf die Unterrichtsstunden

In dieser Arbeit wird der TAP- Untertest „Inkompatibilität“ ausgewertet.

#### 5.4. Beschreibung der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung und des Inkompatibilitätstests

Die Interferenzneigung als Teil der selektiven Aufmerksamkeit wird mithilfe der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) Version 1.7 von Zimmermann und Fimm (2002) gemessen. Es handelt sich dabei um ein standardisiertes, computergestütztes Testverfahren. In seiner Gesamtheit umfasst die TAP folgende Untertests, die es ermöglichen eine differenzierte Diagnostik von Aufmerksamkeitsfunktionen und deren Störung durchzuführen (Zimmermann & Fimm, 2002a).

- (1) Alertness
- (2) Arbeitsgedächtnis
- (3) Augenbewegung
- (4) Gesichtsfeld- bzw. Neglectprüfung
- (5) Geteilte Aufmerksamkeit
- (6) Go / Nogo-Test

### (7) Inkompatibilität

- (8) Intermodaler Vergleich
- (9) Reaktionswechsel
- (10) Verdeckte visuelle Aufmerksamkeitsverschiebung
- (11) Vigilanztest
- (12) Visuelles Scanning

Für die experimentelle Datenerhebung wurden die Tests (1) – in drei Varianten: normal, unter Zeitdruck und unter Wettbewerbsbedingungen -, (5), (6), (7), (8) und (9) zur Aufmerksamkeitsdiagnostik durchgeführt. Dabei erfasst der Untertest „Alertness“ den Intensitätsaspekt der Aufmerksamkeit, nämlich die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsaktivierung. Die fokussierte Aufmerksamkeit wird mit den Untertests „Go / Nogo“, „Inkompatibilität“ und „Intermodaler Vergleich“ ermittelt. Der Untertest „Reaktionswechsel“ prüft die kognitive Flexibilität und mit dem Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ wird die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung gemessen.

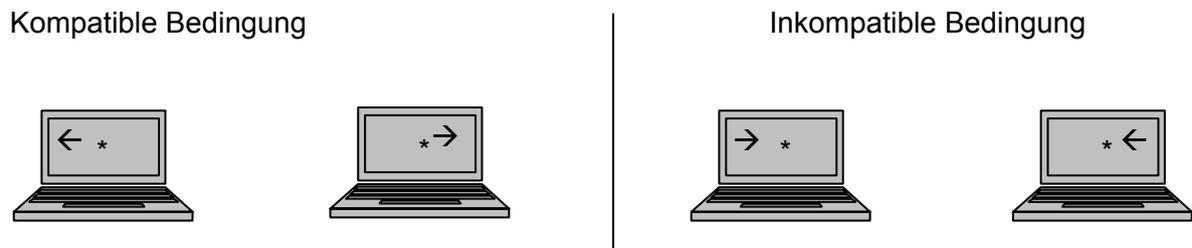
Um die Tests unter möglichst standardisierten Bedingungen durchzuführen, wurden soweit wie möglich bei allen Tests folgende Bedingungen eingehalten (Zimmermann & Fimm, 2002a):

1. Die einheitliche Bildschirmgröße wurde in der Erhebung durch fünf Laptops gleicher Bauart (Bildschirmdiagonale 17 Zoll) sichergestellt.
2. Der Abstand vom Bildschirm zum Schüler musste etwa 60 cm betragen.
3. Vor dem Test war darauf zu achten, dass geeignete Lichtverhältnisse geschaffen werden, damit der Schüler nicht geblendet wird.
4. Die Schüler sollten ihren Unterarm möglichst bequem auf dem Tisch liegen haben und die Reaktionstaste gut erreichen können.
5. Dem Schüler sollte gesagt werden, dass er am besten auf die Taste am roten Punkt im vorderen Bereich drückt.
6. Es war darauf zu achten, dass jeder Schüler den Test möglichst unter gleichen Bedingungen durchführt.

Für die spezielle Fragestellung dieser Arbeit dient der Untertest „Inkompatibilität“. Er prüft die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung, das heißt die Fähigkeit zur Zurückweisung irrelevanter Reize. Die Interferenzneigung wird mittels einer Reiz-Reaktions-Inkompatibilität gemessen (Zimmermann & Fimm, 2002a).

Dabei erscheinen auf dem Bildschirm nach einem Warnton rechts und links vom mittigen Fixationspunkt ein nach rechts oder links zeigender Pfeil für 15 Sekunden. Vor dem Schüler / der Schülerin liegen zwei an den Computer angeschlossene Reaktionstasten, eine für

die rechte und eine für die linke Hand. Er / Sie soll immer die Taste drücken, in deren Richtung der Pfeil zeigt, unabhängig von der Lokalisation. Dabei handelt es sich um eine kompatible Bedingung, wenn die Pfeilrichtung, das Gesichtsfeld und die reagierende Hand übereinstimmen. Es handelt sich um eine inkompatible Bedingung, wenn Pfeilrichtung und Gesichtsfeld sich unterscheiden (siehe Abbildung 12).



**Abbildung 12:** Inkompatibilitätstest

Ein Durchgang besteht aus 60 Reizdarbietungen, davon je 15 kompatible und 15 inkompatible im rechten und linken Gesichtsfeld.

Begonnen wird der Test mit der Eingabe der Daten des Schülers / der Schülerin (Versuchspersonennummer, Alter, Geschlecht und Schulbildung). Als nächstes erklärt man dem Schüler / der Schülerin die Durchführung des Tests (Anhang C) und motiviert ihn / sie damit, dass er / sie weitere Punkte für die Familie Aralamos sammeln kann.

Bevor mit dem Haupttest begonnen wird, führt man einen Vortest durch. Der Vortest wird so lange wiederholt, bis der Versuchsleiter sicher ist, dass der Schüler / die Schülerin die Anforderungen des Tests erfasst hat. Dann kann mit dem Haupttest begonnen werden. Dem Schüler / Der Schülerin wird mitgeteilt, dass jetzt der „richtige“ Test beginnt, welcher länger als der Vortest ist und dass er / sie sich jetzt gut konzentrieren soll.

Die erhobenen Testleistungen der Versuchspersonen werden im Programm einerseits als Parameter der Leistungsgeschwindigkeit und andererseits als Parameter der Leistungsgüte erfasst (Zimmermann & Fimm, 2002b).

Zu den Parametern der Leistungsgeschwindigkeit zählen:

- Median der Reaktionszeit
- Mittelwert der Reaktionszeit
- Standardabweichung der Reaktionszeit
- Ausreißer (lapses of attention)

Parameter der Leistungsgüte sind:

- Anzahl valider Reaktionen
- Anzahl falscher Reaktionen

Dabei werden die Werte einzeln für jede Bedingung protokolliert. Darüber hinaus berechnet die TAP aber auch alterskorrigierte Werte. Hierzu werden Leistungsunterschiede der Probanden, die aufgrund des Alters auftreten, auf der Basis einer Normierungsstichprobe ausgeglichen.

Außerdem lassen sich auch testspezifische Werte angeben. Der Parameter für die speziell in dem hier vorliegenden Test gemessene Interferenzneigung ist:

- F-Wert – Gesichtsfeld x Reaktionshand.

Die Ausgabe erfolgt in einer SPSS-Datei. Hier sind alle Rohdaten, Zwischen- und Endergebnisse aufgeführt. Die Formeln finden sich in der Anleitung zur TAP (Fimm & Zimmermann, 2002b).

### 5.5. Statistische Verfahren

Die statistische Auswertung erfolgt mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS in der Version 16 für Windows. Mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests (K-S-Test) wird die Normalverteilung der untersuchten Parameter überprüft. Dieser Test hat die Aufgabe zu überprüfen, ob die Verteilung einer Stichprobenvariablen mit einer theoretischen Verteilung (Normalverteilung) übereinstimmt und kann auch für kleine Stichproben verwendet werden (Janssen und Laatz, 2003). Liegt eine Normalverteilung vor (keine Signifikanz im Kolmogorov-Smirnov-Test), werden parametrische Testverfahren verwendet. Für den Vergleich zweier Variablen wird der T-Test ausgewählt. Hier wird zunächst mit dem Levene-Test auf die Varianzgleichheit geprüft. Bei Varianzungleichheit wird der T-Test, der hierfür unempfindlich ist, ausgewählt. Für mehrere unabhängige Variablen wird bei Normalverteilung mittels ANOVA ausgewertet. Handelt es sich um nicht normal verteilte Variablen (Signifikanz im Kolmogorov-Smirnov-Test) werden non-parametrische Verfahren verwendet, der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben, der Kruskal-Wallis-Test für mehrere unabhängige Stichproben und der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben. Das Signifikanzniveau wird mit  $p < .05$  festgesetzt.

## 6. Ergebnisse

### 6.1. Deskriptive Analyse der erhobenen Daten des Inkompatibilitätstests

Wie im Methodenteil beschrieben, werden die erhobenen Parameter unterteilt in Parameter für die Leistungsgeschwindigkeit und für die Leistungsgüte. Im ersten Teil der deskriptiven Analyse werden die Ergebnisse der Leistungsgeschwindigkeit dargestellt und im zweiten Teil die Ergebnisse der Leistungsgüte. Im dritten Teil wird die Interferenzneigung, gemessen mit dem Untertest Inkompatibilität der TAP, deskriptiv erläutert.

Die Darstellung erfolgt jeweils nacheinander in drei Schritten:

- ***Gesamtstichprobe***
- ***aufgeteilt nach Alter***
- ***aufgeteilt nach Geschlecht***

In der Gesamtstichprobe werden die einzelnen Bedingungen (kompatibel vs. inkompatibel) miteinander verglichen, um den Test unabhängig von den möglichen Einflussfaktoren zu beschreiben. Der Vergleich der Parameter, bezogen auf die verschiedenen Gruppierungen nach Alter und Geschlecht hingegen soll zeigen, ob diese Größen einen Einfluss auf die Testdaten haben. Damit soll überprüft werden, ob für die Überprüfung der Hypothesen eine Parallelisierung notwendig ist.

Zwar gibt die TAP alterskorrigierte Werte aus. Die Normierungsstichprobe ist jedoch in dem für diese Untersuchung relevanten Segment mit  $N = 73$  (8-jährige) beziehungsweise  $N = 56$  (7-jährige) insgesamt klein, da er vor allem für Erwachsene normiert wurde. Aus diesem Grund wird im Folgenden nicht mit den T-Werten (alterskorrigiert) gearbeitet.

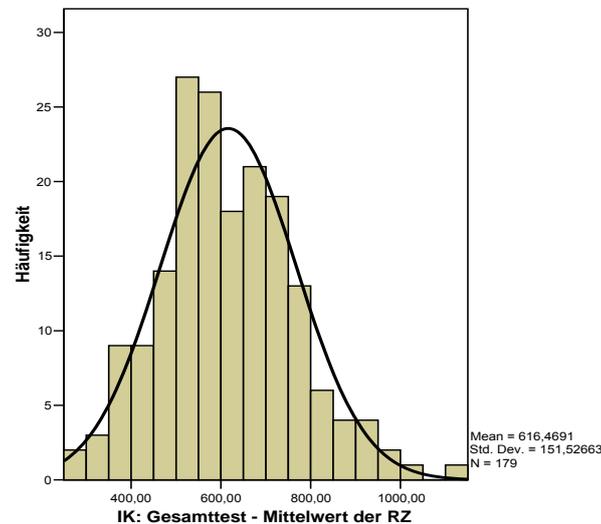
#### 6.1.1. Deskriptive Analyse der Leistungsgeschwindigkeit

- ***Gesamtstichprobe***

Die Reaktionszeit ist ein Parameter für die Leistungsgeschwindigkeit. Für jeden Schüler liegt für jeden Reiz eine Reaktionszeit vor. Davon wird für jeden Schüler ein Mittelwert und Median über alle 60 Reizdarbietungen sowie über die je 15 Reizdarbietungen jeder Bedingung bestimmt. Darüber hinaus lässt sich auch noch ein mittlerer Wert für die Gesamtstichprobe aus den durchschnittlichen Leistungen aller Probanden ermitteln. Im Weiteren wird zunächst erläutert, warum hier der Median der Reaktionszeit ausgewertet wird.

Der am häufigsten verwendete Wert ist der Mittelwert. Der Mittelwert der Reaktionszeit müsste jedoch über alle Kinder in der vorliegenden Stichprobe nahezu normal verteilt sein, um ihn nutzen zu können (Bortz & Döring, 2006).

Der Mittelwert der Reaktionszeiten für jeden einzelnen Schüler im Gesamtttest streut mit einer Standardabweichung von 151,53 ms um das statistische Mittel über alle Schüler von 616,47ms. Die Schiefe der Verteilung ist 0,411, die Kurve somit linksschief. Daraus folgt, dass die Werte mehr unterhalb des Mittelwerts für alle Schüler streuen als oberhalb. Die Kurtosis ist 0,394. Die unten abgebildete Verteilungskurve verläuft im Vergleich zur Normalverteilungskurve spitzer.



**Abbildung 13:** Mittelwert der Reaktionszeit im Gesamtttest

Wegen der Schiefe der Verteilung ist der Mittelwert statistisch nicht zuverlässig. Aus diesem Grund ist der angemessenere Parameter für die mittlere Reaktionszeit der Median. Zu einem vergleichbaren Befund kommen auch schon Zimmermann & Fimm (2002b) in ihrer Normierung.

Tabelle 8 und Abbildung 14 zeigen die Auswertung für den Median der Reaktionszeiten. Angegeben sind die Werte für den Gesamtttest und für die einzelnen Bedingungen.

Median der Reaktionszeit (ms)	Min.	Max.	MW	SD	T-Test	
IK: Gesamtttest - Median	266	936,5	589,87	140,3	T	p
IK: <- / ; Median (kompatibel links)	188	1068,5	580,44	148,8	-5,161	<,001
IK: -> / ; Median (inkompatibel links)	177	2492,5	642,32	211,5		
IK: / <-; Median (inkompatibel rechts)	217	1210,0	634,66	172,0	-7,956	<,001
IK: / ->; Median (kompatibel rechts)	278	1170,0	542,32	146,5		

Min. = Ergebnis des schnellsten Schülers in ms

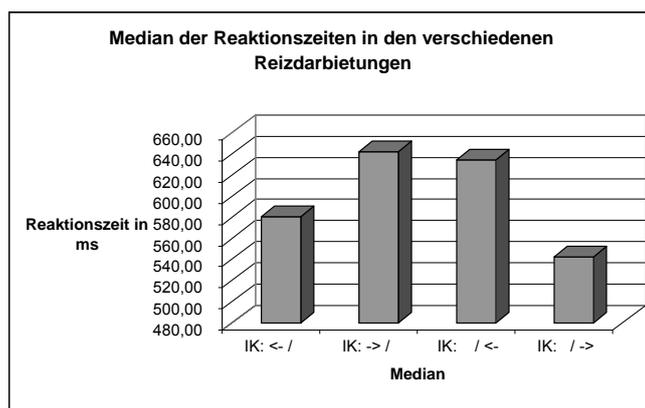
Max. = Ergebnis des langsamsten Schülers in ms

MW = Mittelwert des Medians über Gesamtstichprobe in ms

SD = Standardabweichung des Medians der Gesamtstichprobe in ms

**Tabelle 8:** Median der Reaktionszeit in der Gesamtstichprobe (N=179)

Bei Betrachtung der Reaktionszeiten lässt sich erkennen, dass auf die kompatiblen Reizbedingungen schneller reagiert wird als auf die inkompatiblen Bedingungen. Der Median der kindlichen Reaktionszeiten ist in der Gesamtstichprobe normal verteilt (K-S-Test,  $Z = 0,576$ ,  $p = .894$ ) und es wird der T-Test für verbundene Stichproben angewendet, da es sich um eine „künstliche“ Aufteilung einer Messung handelt. Es zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den kompatiblen und inkompatiblen Bedingungen sowohl für die linke als auch für die rechte Seite hoch signifikant ( $p < .001$ ) sind.



**Abbildung 14:** Median der Reaktionszeit in den verschiedenen Reizdarbietungen

Neben der Reaktionszeit ist deren Standardabweichung ein weiteres Maß für die Leistungsgeschwindigkeit. Sie ist ein Maß für die Variabilität und somit ein Indikator für die Schwankungen von Aufmerksamkeit. Die Standardabweichung ist wiederum zunächst für jeden Probanden einzeln durch das Programm ermittelt worden. Dieser Wert gibt für jeden Schüler individuell an, wie breit seine Reaktionszeiten gemessen über die 60 (beziehungsweise 15) Signale gestreut haben. Tabelle 9 gibt zunächst den Überblick über die gesamte Stichprobe für die Standardabweichung der Reaktionszeit:

Standardabweichung der Reaktionszeit in ms	Min.	Max.	MW	SD	Wilcoxon-Test	
IK: Gesamttest Standardabw. der RZ	63,29	903,7	211,3	116,9	Z	p
IK: < / ; Standardabw. der RZ (kompatibel links)	51,70	1393,2	214,7	187,5	-1,142	.253
IK: -> / ; Standardabw. der RZ (inkompatibel links)	27,58	1320,1	200,7	153,9		
IK: / < ; Standardabw. der RZ (inkompatibel rechts)	34,36	2114,9	253,3	287,1	-0,947	.344
IK: / -> ; Standardabw. der RZ (kompatibel rechts)	30,27	1839,6	208,5	210,6		

Min = Schüler mit der kleinsten Standardabweichung

Max = Schüler mit der größten Standardabweichung

MW = Mittelwert der Standardabweichung über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Standardabweichung der Gesamtstichprobe

**Tabelle 9:** Standardabweichung der Reaktionszeit in der Gesamtstichprobe (N=179)

Die Standardabweichung der Reaktionszeit ist als Messwert über alle Kinder in der Gesamtstichprobe nicht normal verteilt (K-S-Test,  $Z = 2,214$ ,  $p < .001$ ). Für die Analyse wird der non-parametrische Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben gewählt. Dieser zeigt keine signifikanten Unterschiede in den Standardabweichungen für den Vergleich der kompatiblen mit den inkompatiblen Reizbedingungen.

Nach dem Median und der Standardabweichung sind die Lapses of attention (kurzzeitige Ausfälle der Aufmerksamkeit) der dritte Parameter der Leistungsgeschwindigkeit. Sie stellen, bezogen auf die Verteilung der individuellen Reaktionszeiten, verzögerte Reaktionen dar.

Lapses of attention	Min.	Max.	MW	SD	Wilcoxon-Test	
IK: Gesamttest - Lapses of attention	0	4	1,35	0,79	Z	p
IK: <- / ; Lapses of attention (kompatibel links)	0	1	0,33	0,47	-1,386	.166
IK: -> / ; Lapses of attention (inkompatibel links)	0	1	0,27	0,45		
IK: / <-; Lapses of attention (inkompatibel rechts)	0	1	0,24	0,43	-1,874	.046
IK: / ->; Lapses of attention (kompatibel rechts)	0	1	0,33	0,47		

Min = Schüler mit der kleinsten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

Max = Schüler mit der größten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

MW = Mittelwert der Lapses of attention über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Lapses of attention der Gesamtstichprobe

**Tabelle 10:** Lapses of attention in der Gesamtstichprobe ( $N=179$ )

Die Lapses of attention sind über alle Kinder gesehen nicht-normal verteilt (K-S-Test,  $Z = 4,191$ ,  $p < .001$ ). Die Analyse erfolgt somit analog zu der Standardabweichung mit non-parametrischen Verfahren. Im Wilcoxon-Test ergeben sich auf der rechten Seite signifikante Unterschiede bei dem Vergleich der kompatiblen Bedingung mit der inkompatiblen Bedingung. Jedoch nicht auf der linken Seite (Tabelle 10).

Nach der Beschreibung der Testergebnisse der Leistungsgeschwindigkeit in der Gesamtstichprobe sollen jetzt mögliche Einflussfaktoren auf die Leistungsgeschwindigkeit untersucht werden. Dazu wird als erstes die Stichprobe bezogen auf das Alter der Probanden beschrieben. Da es nur ein zehnjähriges Kind gibt, wird es in dieser Betrachtung weggelassen. Die Begründungen für die Auswahl der Verfahren und Kenngrößen wurden an der Gesamtstichprobe ausführlich beschrieben. Dies soll hier nicht wiederholt werden.

- **Alter**

Im Gesamttest lässt sich erkennen, dass die Zweitklässler / -innen im Alter von acht Jahren schneller reagieren als siebenjährige. Neunjährige sind hier wieder langsamer. Vergleicht man die Reaktionszeiten der sieben- und achtjährigen für die jeweiligen Reizbedingungen, lässt sich erkennen, dass in den kompatiblen Reizbedingungen die achtjährigen Kinder schneller sind. In den inkompatiblen Bedingungen jedoch die Siebenjährigen (Tabelle 11).

Median der Reaktionszeit (ms)	Alter	Min.	Max.	MW	SD	ANOVA	
						F	p
Gesamttest Median	7	266,0	936,5	601,3	148,6	1,284	.280
	8	275,0	936,0	580,5	139,1		
	9	527,0	795,0	651,1	103,0		
IK: <- / ; Median (kompatibel links)	7	267,0	1068,5	605,9	160,4	1,922	.149
	8	188,0	918,0	565,6	145,1		
	9	482,5	790,0	634,0	115,5		
IK: -> / ; Median (inkompatibel links)	7	177,0	1075,0	618,1	178,6	0,497	.609
	8	302,0	2492,5	651,5	231,5		
	9	579,0	803,5	667,8	73,9		
IK: / <- ; Median (inkompatibel rechts)	7	244,0	911,0	610,4	173,4	3,207	.043
	8	217,0	1210,0	635,5	172,3		
	9	662,5	1028,0	766,4	110,7		
IK: / -> ; Median (kompatibel rechts)	7	315,5	1036,0	588,2	151,6	5,517	.005
	8	278,0	1170,0	517,2	141,1		
	9	519,0	856,0	613,2	119,3		

Min. = Ergebnis des schnellsten Schülers in ms

Max. = Ergebnis des langsamsten Schülers in ms

MW = Mittelwert des Medians über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung des Medians der Gesamtstichprobe

**Tabelle 11:** Median der Reaktionszeit nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)

Diese Unterschiede werden für die Unterteilung in die drei Gruppen signifikant bei den Reizdarbietungen auf der rechten Seite, wie die ANOVA zeigt. Da die Gruppe der neunjährigen Kinder viel kleiner ist als die anderen beiden, wurden die Neunjährigen in einer ergänzenden Untersuchung nicht mitbetrachtet. Der Vergleich der Siebenjährigen gegen die Achtjährigen wurde mit dem T-Test durchgeführt und wird im Merkmal „kompatibel rechts“ signifikant ( $p = .012$ ).

Wie bei dem Median der Reaktionszeit soll nun auch bei der Standardabweichung der Einfluss des Alters untersucht werden (Tabelle 12).

Standardabw. der RZ in ms	Alter	Min.	Max.	MW	SD	Kruskal-Wallis-Test	
						Chi-quadrat	p
Gesamttest Standardabw. der RZ	7	87,31	779,3	204,8	122,4	4,206	.122
	8	63,28	903,7	211,3	116,4		
	9	136,1	445,9	254,7	94,76		
IK: <- / ; Standardabw. der RZ (kompatibel links)	7	51,70	1323,1	244,6	245,6	0,406	.816
	8	53,41	1393,2	204,4	163,3		
	9	87,94	313,6	188,3	78,20		
IK: -> / ; Standardabw. der RZ (Inkompatibel links)	7	27,58	666,1	184,1	125,6	4,226	.121
	8	28,50	1320,1	204,7	168,4		
	9	103,2	421,9	240,7	97,55		
IK: /<- ; Standardabw. der RZ (Inkompatibel rechts)	7	59,10	1970,7	233,7	281,8	3,069	.216
	8	34,36	2114,9	253,5	279,8		
	9	117,2	1433,3	374,5	413,5		
IK: /-> ; Standardabw. der RZ (kompatibel rechts)	7	54,23	1333,2	204,9	182,8	1,56	.580
	8	30,27	1839,6	210,5	229,5		
	9	111,7	339,4	210,7	88,11		

Min = Schüler mit der kleinsten Standardabweichung

Max = Schüler mit der größten Standardabweichung

MW = Mittelwert der Standardabweichung über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Standardabweichung der Gesamtstichprobe

**Tabelle 12:** Standardabweichung der Reaktionszeit nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)

Auf den ersten Blick (Tabelle 12) sind die Ergebnisse uneinheitlich. Zwar steigt im Gesamttest die Standardabweichung mit dem Alter an, in den einzelnen Bedingungen ist allerdings keine einheitliche Tendenz zu erkennen. Das wird auch durch das Ergebnis der Analyse unterstützt. Da es sich um drei unabhängige Gruppen handelt, ist als non-parametrischer Test der Kruskal-Wallis-Test auszuwählen. Dieser fällt für alle fünf Merkmale nicht signifikant aus. Das Alter scheint demnach keine relevante Einflussgröße auf die Standardabweichung der Reaktionszeit zu sein.

Zuletzt wird der Einfluss des Alters auf die Lapses of attention untersucht. In der Bedingung links kompatibel gibt es einen signifikanten Einfluss. Tabelle 13 gibt einen Überblick.

Lapses of attention	Alter	Min.	Max.	MW	SD	Kruskal-Wallis-Test	
						Chi-quadrat	p
Gesamttest Lapses of attention	7	0	4	1,41	0,83	0,373	.830
	8	0	3	1,31	0,79		
	9	1	2	1,33	0,50		
IK: <- / ; Lapses of attention (kompatibel links)	7	0	1	0,20	0,40	6,028	.049
	8	0	1	0,38	0,49		
	9	0	1	0,44	0,53		
IK: -> / ; Lapses of attention (inkompatibel links)	7	0	1	0,24	0,43	0,411	.814
	8	0	1	0,28	0,45		
	9	0	1	0,22	0,44		
IK: /<- ; Lapses of attention (inkompatibel rechts)	7	0	1	0,26	0,44	0,739	.691
	8	0	1	0,22	0,42		
	9	0	1	0,33	0,50		
IK: /-> ; Lapses of attention (kompatibel rechts)	7	0	1	0,27	0,45	1,06	.589
	8	0	1	0,36	0,48		
	9	0	1	0,33	0,50		

Min = Schüler mit der kleinsten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

Max = Schüler mit der größten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

MW = Mittelwert über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Gesamtstichprobe

**Tabelle 13:** Lapses of attention nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)

Als nächstes folgt die Auswertung des Einflusses des Geschlechts auf die Variablen der Leistungsgeschwindigkeit.

- **Geschlecht**

Im Gesamttest zeigen die Jungen eine im Mittel schnellere Reaktionszeit. Sowohl Jungen als auch Mädchen reagieren in den kompatiblen Bedingungen schneller als in den inkompatiblen. Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen werden aber nicht signifikant - das Geschlecht beeinflusst die Reaktionszeit also nicht nachweislich. Einen Überblick gibt Tabelle 14.

Median der Reaktionszeit in ms	Geschlecht	Min.	Max.	MW	SD	T - Test	
						T	p
Gesamttest Median	männlich	266,0	936,5	578,4	149,2	-1,147	.253
	weiblich	308,5	936,0	602,0	130,0		
IK: <- / ; Median (kompatibel links)	männlich	188,0	1068,5	571,8	157,3	-0,813	.418
	weiblich	321,0	918,0	589,6	139,6		
IK: -> / ; Median (inkompatibel links)	männlich	177,0	2492,5	647,5	266,0	-0,306	.760
	weiblich	302,0	1075,0	636,9	133,1		
IK: / <- ; Median (inkompatibel rechts)	männlich	230,5	1086,0	624,2	185,9	-0,862	.390
	weiblich	217,0	1210,0	645,7	156,1		
IK: / -> ; Median (kompatibel rechts)	männlich	278,0	1036,0	531,3	145,6	-924	.297
	weiblich	291,0	1170,0	554,0	147,3		

Min. = Ergebnis des schnellsten Schülers in ms

Max. = Ergebnis des langsamsten Schülers in ms

MW = Mittelwert des Medians über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung des Medians der Gesamtstichprobe

**Tabelle 14:** Median der Reaktionszeit nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)

Als nächstes wird der Einfluss des Geschlechts auf die Standardabweichung, also dem Indikator für die Schwankungen der Aufmerksamkeit, untersucht.

Im Signifikanztest ergeben sich deutliche Unterschiede in fast allen Merkmalen zwischen Mädchen und Jungen. Die Standardabweichung ist für Mädchen insgesamt signifikant niedriger als für Jungen. Das Geschlecht hat demzufolge einen großen Einfluss darauf, wie stark sich die Standardabweichung der Reaktionszeiten der 60 (beziehungsweise je 15) Reizdarbietungen unterscheiden (Tabelle 15).

Standardabw. der RZ in ms	Geschlecht	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Standardabw. der RZ	männlich	63,28	903,7	237,6	144,1	-2,163	.031
	weiblich	87,31	552,3	183,5	69,1		
IK: <- / ; Standardabw. der RZ (kompatibel links)	männlich	51,70	1393,2	234,4	224,9	-1,304	.192
	weiblich	70,39	890,7	193,9	135,6		
IK: -> / ; Standardabw. der RZ (inkompatibel links)	männlich	27,58	1320,1	224,7	185,3	-2,289	.022
	weiblich	50,71	666,1	175,3	106,9		
IK: /<- ; Standardabw. der RZ (inkompatibel rechts)	männlich	50,63	2114,9	306,7	368,7	-1,479	.139
	weiblich	34,36	1005,6	196,8	143,0		
IK: /-> ; Standardabw. der RZ (kompatibel rechts)	männlich	54,23	1839,6	246,8	277,3	-2,259	.024
	weiblich	30,27	648,7	168,1	85,3		

Min = Schüler mit der kleinsten Standardabweichung

Max = Schüler mit der größten Standardabweichung

MW = Mittelwert der Standardabweichung über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Standardabweichung der Gesamtstichprobe

**Tabelle 15:** Standardabweichung der Reaktionszeit nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)

Zuletzt wird noch der Einfluss des Geschlechts auf die Lapses of attention gezeigt. Aus der Tabelle wird deutlich, dass das Geschlecht keinen Einfluss hat.

Lapses of attention	Geschlecht	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Lapses of attention	männlich	0	3	1,370	0,740	-0,857	.392
	weiblich	0	4	1,320	0,840		
IK: <- / ; Lapses of attention (kompatibel links)	männlich	0	1	0,290	0,460	-1,11	.267
	weiblich	0	1	0,370	0,490		
IK: -> / ; Lapses of attention (inkompatibel links)	männlich	0	1	0,220	0,420	-1,462	.144
	weiblich	0	1	0,330	0,470		
IK: /<- ; Lapses of attention (inkompatibel rechts)	männlich	0	1	0,230	0,420	-0,253	.801
	weiblich	0	1	0,260	0,440		
IK: /-> ; Lapses of attention (kompatibel rechts)	männlich	0	1	0,320	0,470	-0,475	.635
	weiblich	0	1	0,340	0,480		

Min = Schüler mit der kleinsten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

Max = Schüler mit der größten Abweichung von der durchschnittlichen RZ

MW = Mittelwert der Lapses of attention über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung der Lapses of attention der Gesamtstichprobe

**Tabelle 16:** Lapses of attention nach Geschlecht

Es folgt die Darstellung der Ergebnisse der Leistungsgüte, bestehend aus den Parametern valider Reaktionen und Fehlreaktionen. Der Aufbau ist der gleiche wie im vorangehenden Teil. Zunächst wird die Gesamtgruppe betrachtet und dann das Alter und Geschlecht.

### 6.1.2. Deskriptive Analyse der Leistungsgüte

Ein wichtiger Parameter für die Leistungsgüte ist die Anzahl richtiger Reaktionen. Als richtige Reaktionen werden alle Reaktionen gewertet, die nicht falsch sind und innerhalb des zulässigen Zeitfensters erfolgen. Das zweite Maß für die Leistungsgüte sind die Fehlreaktionen. Es handelt sich um ein Kriterium für die gestörte Selektivität der Aufmerksamkeit. Fehlreaktion meint, dass im relevanten Zeitfenster die falsche Seite gedrückt wurde. Die Darstellung erfolgt wie bei der Leistungsgeschwindigkeit zunächst für die Gesamtstichprobe und dann hinsichtlich des Alters und Geschlechts.

- **Gesamtstichprobe**

Valide Reaktionen	Min.	Max.	MW	SD	Wilcoxon-Test	
IK: Gesamttest – valide Reaktionen	19	56	43,89	8,56	Z	p
IK: <- / valide Reaktionen (kompatibel links)	6	17	12,53	2,28	-9,246	< .001
IK: -> / ; valide Reaktionen (inkompatibel links)	0	15	9,59	3,12		
IK: / <-; valide Reaktionen (inkompatibel rechts)	1	15	10,03	3,24	-7,758	< .001
IK: / ->; valide Reaktionen (kompatibel rechts)	4	15	11,92	1,95		

Min: Schüler mit den wenigsten validen Reaktionen

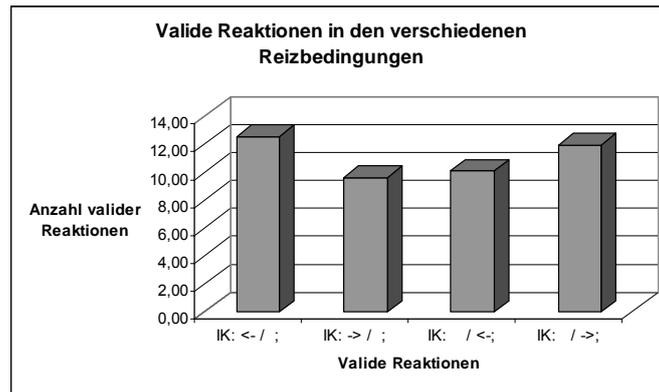
Max: Schüler mit den meisten validen Reaktionen

MW: Mittelwert der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 17:** Valide Reaktionen in der Gesamtstichprobe (N=179)

Die validen Reaktionen über alle Zweitklässler / -innen sind nicht normal verteilt (K-S-Test,  $Z = 2,027$ ,  $p = .001$ ). Dementsprechend wird der non-parametrische Wilcoxon-Test für verbundenen Stichproben angewendet. Die kompatiblen Bedingungen unterscheiden sich signifikant von den inkompatiblen Bedingungen. Es werden signifikant mehr richtige Reaktionen in den kompatiblen Bedingungen ausgeführt (Tabelle 17).



**Abbildung 15:** Valide Reaktionen in den verschiedenen Reizbedingungen

Abbildung 15 veranschaulicht das Absinken der richtigen Reaktionen in den inkompatiblen Bedingungen.

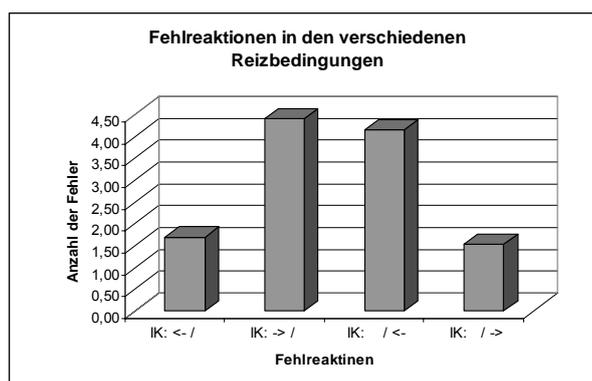
Als nächstes werden die Fehlreaktionen in der Gesamtstichprobe dargestellt und analysiert:

Fehlreaktionen	Min.	Max.	MW	SD	Wilcoxon-Test	
IK: Gesamttest - Fehlreaktionen	0	37	11,77	8,67	Z	p
IK: <- / ; Fehlreaktionen (kompatibel links)	0	10	1,69	2,04	-9,983	< .001
IK: -> / ; Fehlreaktionen (inkompatibel links)	0	14	4,40	3,14		
IK: / <-; Fehlreaktionen (inkompatibel rechts)	0	14	4,13	3,30	-9,697	< .001
IK: / ->; Fehlreaktionen (kompatibel rechts)	0	10	1,54	1,85		

Min: Schüler mit den wenigsten Fehlreaktionen  
Max: Schüler mit den meisten Fehlreaktionen  
MW: Mittelwert der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe  
SD: Standardabweichung der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 18:** Fehlreaktionen in der Gesamtstichprobe (N=179):

Die Werte sind nicht normal verteilt (K-S-Test, Z = 1,959, p = .001). Das entsprechende Verfahren für die Analyse ist der Wilcoxon-Test. Dieser wird auf beiden Seiten hoch signifikant (siehe Tabelle 18). Das heißt, dass sowohl links wie auch rechts signifikant mehr Fehler in den inkompatiblen Bedingungen gemacht werden. Dies stellt folgende Grafik nochmals dar (Abbildung 16).



**Abbildung 16:** Fehlreaktionen in den verschiedenen Reizbedingungen

In der Folge sollen auch die Parameter der Leistungsgüte hinsichtlich möglicher Einflussfaktoren betrachtet werden. Diese werden nun beginnend mit dem Alter bezüglich der beiden Parameter für die Leistungsgüte ebenfalls näher untersucht.

- **Alter**

Tabelle 19 stellt die Testleistungen in der gleichen Weise dar, wie in den anderen Fällen auch:

Valide Reaktionen	Alter	Min.	Max.	MW	SD	Kruskal-Wallis-Test	
						Chi-quadrat	p
Gesamttest valide Reaktionen	7	19	56	43,96	9,73	0,617	.735
	8	19	55	43,82	8,20		
	9	28	51	44,67	7,41		
IK: <- / ; valide Reaktionen (kompatibel links)	7	6	17	12,61	2,51	0,174	.917
	8	7	17	12,47	2,24		
	9	11	15	12,78	1,56		
IK: -> / ; valide Reaktionen (inkompatibel links)	7	0	14	9,73	3,48	0,688	.709
	8	1	15	9,55	2,99		
	9	2	12	9,67	3,12		
IK: / <- ; valide Reaktionen (inkompatibel rechts)	7	1	15	10,35	3,55	1,253	.534
	8	1	15	9,91	3,16		
	9	4	12	10,00	2,65		
IK: / <- ; valide Reaktionen (kompatibel rechts)	7	4	15	11,73	2,28	0,08	.961
	8	6	15	11,97	1,86		
	9	11	14	12,22	1,20		

Min: Schüler mit den wenigsten validen Reaktionen

Max: Schüler mit den meisten validen Reaktionen

MW: Mittelwert der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 19:** Valide Reaktionen nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)

Es handelt sich hier um den Vergleich dreier unabhängiger Stichproben. Die Variable ist nicht normal verteilt. Demzufolge wird die Analyse mit dem Kruskal-Wallis-Test durchge-

führt. Die Unterschiede aufgrund des Alters werden nicht signifikant. Da die neunjährigen Kinder unterrepräsentiert sind, wurde außerdem nur die Gruppe der Siebenjährigen mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Test mit der Gruppe der Achtjährigen verglichen. Auch dabei ergaben sich keine statistisch bedeutsamen Effekte. Es folgt die Darstellung der Fehlreaktionen nach Altersgruppe:

Fehlreaktionen	Alter	Min.	Max.	MW	SD	Kruskal-Wallis-Test	
						Chi-quadrat	p
Gesamttest Fehlreaktionen	7	0	37	11,63	9,94	0,786	.675
	8	0	37	11,86	8,30		
	9	5	27	11,00	7,03		
IK: <- / ; Fehlreaktionen (kompatibel links)	7	0	10	1,73	2,23	0,473	.789
	8	0	8	1,75	2,02		
	9	0	2	0,89	0,60		
IK: -> / ; Fehlreaktionen (inkompatibel links)	7	0	14	4,25	3,45	0,592	.744
	8	0	12	4,42	3,00		
	9	1	13	4,78	3,53		
IK: / <-; Fehlreaktionen (inkompatibel rechts)	7	0	13	3,92	3,67	0,960	.619
	8	0	14	4,23	3,18		
	9	1	11	4,00	3,20		
IK: / ->; Fehlreaktionen (kompatibel rechts)	7	0	10	1,73	2,17	0,480	.787
	8	0	8	1,47	1,76		
	9	0	2	1,33	0,71		

Min: Schüler mit den wenigsten Fehlreaktionen

Max: Schüler mit den meisten Fehlreaktionen

MW: Mittelwert der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 20:** Fehlreaktionen nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)

Wie auch bei den validen Reaktionen zeigt der Kruskal-Wallis-Test keinen Einfluss des Alters auf die Anzahl der Fehlreaktionen. Dies gilt ebenfalls für den unmittelbaren Vergleich der Siebenjährigen mit den Achtjährigen mittels Mann-Whitney-U-Test.

- **Geschlecht**

Als nächstes werden die validen Reaktionen geschlechtsspezifisch betrachtet. Es ist festzustellen, dass Mädchen öfter richtig reagieren als Jungen. Auch aufgeteilt nach Geschlecht ist der Effekt nachzuweisen, dass bei den inkompatiblen Bedingungen weniger richtige Reaktionen gemacht werden. Da die Werte nicht normal verteilt sind, wurde der Mann-Whitney-U-Test angewendet. Die geschlechtsbedingten Unterschiede werden zum einen im Gesamttest, zum anderen auch in den kompatiblen Bedingungen signifikant, in den inkompatiblen Reaktionen zeigt sich eine tendenzielle Effekt in der Bedingung kom-

patibel links. Es lässt sich für den Gesamttest festhalten, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die Anzahl valider Reaktionen hat (Tabelle 21).

valide Reaktionen	Geschlecht	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest valide Reaktionen	männlich	19	55	42,42	9,17	-2,193	.028
	weiblich	21	56	45,44	7,62		
IK: <- / ; valide Reaktionen (kompatibel links)	männlich	6	17	12,18	2,43	-2,007	.045
	weiblich	7	17	12,89	2,06		
IK: -> / ; valide Reaktionen (inkompatibel links)	männlich	0	14	9,20	3,25	-1,694	.09
	weiblich	1	15	10,01	2,95		
IK: /<- ; valide Reaktionen (inkompatibel rechts)	männlich	1	15	9,88	3,23	-7,52	.452
	weiblich	1	15	10,18	3,26		
IK: /-> ; valide Reaktionen (kompatibel rechts)	männlich	6	15	11,48	2,05	-3,441	.001
	weiblich	4	15	12,39	1,74		

Min: Schüler mit den wenigsten validen Reaktionen

Max: Schüler mit den meisten validen Reaktionen

MW: Mittelwert der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung der validen Reaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 21:** Valide Reaktionen nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)

Auch die Fehlreaktionen werden im Hinblick auf den möglichen Einfluss des Geschlechts untersucht. Es ergibt sich:

Fehlreaktionen	Geschlecht	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Fehlreaktionen	männlich	1	37	13,21	9,17	-2,199	.028
	weiblich	0	35	10,24	7,89		
IK: <- / ; Fehlreaktionen (kompatibel links)	männlich	0	10	2,1	2,31	-2,160	.031
	weiblich	0	8	1,26	1,61		
IK: -> / ; Fehlreaktionen (inkompatibel links)	männlich	0	14	4,86	3,14	-2,281	.023
	weiblich	0	13	3,92	3,09		
IK: /<- ; Fehlreaktionen (inkompatibel rechts)	männlich	0	14	4,32	3,29	-0,853	.394
	weiblich	0	13	3,94	3,32		
IK: /-> ; Fehlreaktionen (kompatibel rechts)	männlich	0	8	1,93	1,87	-3,564	< .001
	weiblich	0	10	1,11	1,74		

Min: Schüler mit den wenigsten Fehlreaktionen

Max: Schüler mit den meisten Fehlreaktionen

MW: Mittelwert der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung der Fehlreaktionen über Gesamtstichprobe

**Tabelle 22:** Fehlreaktionen nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)

Im Ergebnis für den Gesamttest ist deutlich zu erkennen, dass Jungen im Durchschnitt drei Fehler mehr machen als Mädchen. Beide Geschlechter machen mehr Fehler in den inkompatiblen Bedingungen. Zur Auswertung des nicht normal verteilten Parameters wird der Mann-Whitney-U-Test herangezogen. Abgesehen von einer Variablen (inkompatibel

rechts) werden alle geschlechtsspezifischen Unterschiede signifikant. Das Geschlecht hat demzufolge ebenfalls einen deutlichen Einfluss auf die Fehlreaktionen in der Weise, dass Jungen in fast allen Bedingungen mehr Fehler machen als Mädchen.

### 6.1.3. Deskriptive Analyse der Interferenzneigung

Der TAP-Test gibt den Wert für die Interferenzneigung bereits als Gesamtwert (F-Wert – Gesichtsfeld x Reaktionshand) aus. Dem Wert liegt eine interferenzstatistische Analyse zu Grunde. Dabei wird untersucht, ob bei einem Probanden ein Interaktionseffekt zwischen dem Gesichtsfeld und der Reaktionshand vorliegt, der die Reaktionszeit beeinflusst. Je höher der F-Wert eines Kindes ist, desto stärker ist ein Interaktionseffekt festzustellen.

Gruppe	N	Min.	Max.	MW	SD		
Gesamtgruppe	178	0,00	35,29	3,66	5,11		
						Kruskal-Wallis-Test	
						Chi-Quadrat	p
7 Jahre	50,00	0,00	17,46	2,58	3,72	3,383	.184
8 Jahre	118,00	0,00	35,29	4,20	5,71		
9 Jahre	9,00	0,00	4,47	2,50	1,77		
						Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
7 Jahre	50,00	0,00	17,46	2,58	3,72	-1,821	.069
8 Jahre	118,00	0,00	35,29	4,20	5,71		
						Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
männlich	91,00	0,00	17,46	3,54	4,36	-0,271	.787
weiblich	87,00	0,00	35,29	3,78	5,81		

Min: Schüler mit dem niedrigsten F-Wert

Max: Schüler mit dem höchsten F-Wert

MW: Mittelwert des F-Werts über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung des F-Werts über Gesamtstichprobe

**Tabelle 23:** Interferenzfaktor TAP, Gesamtgruppe, Alter und Geschlecht

Weder für das Alter noch für das Geschlecht ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede. Der Vergleich der sieben- mit den achtjährigen Kindern zeigt eine Tendenz. Der Interaktionseffekt ist bei Achtjährigen höher als bei Siebenjährigen.

## 6.2. Zusammenfassung der deskriptiven Ergebnisse

### Leistungsgeschwindigkeit:

- Bezogen auf alle Versuchspersonen sind die Reaktionszeiten im Gesamttest in den kompatibeln Bedingungen signifikant schneller als in den inkompatibeln Bedingungen.
- Das Alter sieben bis neun Jahre hat bis auf wenige Bedingungen (Median kompatibel und inkompatibel rechts, Lapses of attention kompatibel links) keinen Einfluss auf die Leistungsgeschwindigkeit.
- Das Geschlecht hat bei dem Parameter der Standardabweichung einen Einfluss auf die Testleistungen. Jungen haben eine signifikant größere Standardabweichung als Mädchen.

### Leistungsgüte:

- In den inkompatiblen Bedingungen werden signifikant weniger valide Reaktionen und mehr Fehlreaktionen gezeigt.
- Im Alter von sieben bis neun Jahren kann man keinen Einfluss auf die Leistungsgüte feststellen.
- Das Geschlecht hat bei sieben- bis neunjährigen Kindern einen signifikanten Einfluss auf die Parameter der Leistungsgüte. Dies zeigt sich in fast allen Bedingungen in den Fehlreaktionen sowie im Gesamttest und den kompatiblen Bedingungen in den validen Reaktionen.

### Interferenzneigung:

- Bei der Interferenzneigung zeigt sich kein signifikanter Effekt

### 6.3. Analyse der Hypothesen

Im Theorieteil wurden als Fragestellungen formuliert, ob sich Kinder mit wiederkehrenden funktionellen Kopf- und / oder Bauchschmerzen von Kindern, die keine Schmerzen angeben in der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung und Interferenzneigung unterscheiden.

Hieraus lassen sich folgende Hypothesen ableiten und mit den genannten statistischen Verfahren prüfen.

***Hypothese I:***

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von Gesunden im Untertest Inkompatibilität der TAP in den Parametern für die Leistungsgeschwindigkeit der Testergebnisse.

***Hypothese II:***

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von gesunden im Untertest Inkompatibilität der TAP in den Parametern für die Leistungsgüte der Testergebnisse.

***Hypothese III:***

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von gesunden in ihrer Interferenzneigung gemessen mit dem Untertest Inkompatibilität der TAP.

Es soll auch die Frage überprüft werden, ob sich die verschiedenen Schmerzarten voneinander unterscheiden und ob es einen geschlechtsspezifischen Interaktionseffekt gibt. Hierzu wurden jeweils folgende Unterhypothesen formuliert, die jeweils im Anschluss an die jeweilige Hypothese überprüft werden.

***Unterhypothese I:***

Rezidivierende Kopfschmerzen und Bauchschmerzen unterscheiden sich nicht signifikant in ihrem Einfluss auf die Testleistungen.

***Unterhypothese II:***

Es ist abhängig vom Geschlecht, wie die Kinder durch Schmerzen beeinträchtigt werden.

### 6.3.1. Parallelisierung der Gruppen

Zur weiteren statistischen Überprüfung der Hypothesen erfolgt zunächst die Parallelisierung der Gruppen, da im deskriptiven Teil gezeigt wurde, dass besonders das Geschlecht, wie auch teilweise das Alter, einen Einfluss auf die Testergebnisse haben. Deswegen sollen bei der Untersuchung der Hypothesen bezogen auf den Einfluss von Schmerzen auf die Testergebnisse die zu vergleichenden Gruppen nach Alter und Geschlecht parallelisiert werden.

		Alter		7		8		Σ		
		Geschlecht		männlich	weiblich	männlich	weiblich			
Schmerzgruppe	gesund			13	9	20	19	61		
	rezidivierende Schmerzen	rez. KS	11	2	7	3	22	4	21	3
		rez. BS		4		0		7		4
		rez. KSBS		5		4		11		14
	Σ			24	16	42	40	122		

**Tabelle 24:** Einteilung nach der Parallelisierung

Bei der Parallelisierung wurde zu jedem gesunden Kind eines mit rezidivierender Schmerzerfahrung mit ähnlichem Alter und gleichem Geschlecht gesucht. Das Alter durfte dabei nicht mehr als zwei Monate differieren. Wenn es mehrere Verbindungsmöglichkeiten gab, wurde per Zufall zugeteilt. Bei den gesunden Jungen ist das Durchschnittsalter acht Jahre und vier Monate, bei den Jungen mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen acht Jahre und zwei Monate. Gesunde Mädchen und Mädchen mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen haben ein Durchschnittsalter von acht Jahren und fünf Monaten.

### 6.3.2. Überprüfung der Hypothesen

#### **Hypothese I:**

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von gesunden im TAP-Untertest Inkompatibilität in der Leistungsgeschwindigkeit der Testergebnisse.

Die Leistungsgeschwindigkeit wird hier mit den Parametern

- Median
- Standardabweichung und
- den Lapses of attention

geprüft.

Die Stichprobe besteht aus 61 gesunden Kindern und 61 Kindern mit rezidivierenden Schmerzen (Tabelle 24).

**Hypothese I: Median**

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung des Medians wird der T-Test als parametrischer Test herangezogen, da der Median – als Messwert für jeden einzelnen Schüler / jede einzelne Schülerin – in der Gesamtstichprobe normal verteilt ist (K-S-Test,  $Z = 0,490$ ,  $p = .970$ ).

Median der Reaktionszeit	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	t - Test	
						T	p
Gesamttest Median	keine	333,5	936,5	593,582	128,29	0,128	.898
	rezidivierend	266	936	590,295	154,41		
IK: <- / ; Median (kompatibel links)	keine	333	1.068,50	580,648	141,25	-0,246	.806
	rezidivierend	267	918	587,443	163,2		
IK: -> / ; Median (inkompatibel links)	keine	327	2.492,50	665,893	277,86	0,761	.448
	rezidivierend	177	1.104,50	633,966	165,54		
IK: / <- ; Median (inkompatibel rechts)	keine	285	1.086,00	645,708	151,45	-0,802	.424
	rezidivierend	217	1.210,00	619,908	197,87		
IK: / -> ; Median (kompatibel rechts)	keine	306	1.036,00	544,951	133,99	-0,348	.728
	rezidivierend	279	1.170,00	554,336	162,14		

Min. = Ergebnis des schnellsten Schülers in ms

Max. = Ergebnis des langsamsten Schülers in ms

MW = Mittelwert des Medians über Gesamtstichprobe

SD = Standardabweichung des Medians der Gesamtstichprobe

**Tabelle 25:** Median der Reaktionszeit nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

Das Ergebnis zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen gesunden Kindern und Kindern mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen, wie auch in Abbildung 17 graphisch als Boxplot dargestellt.

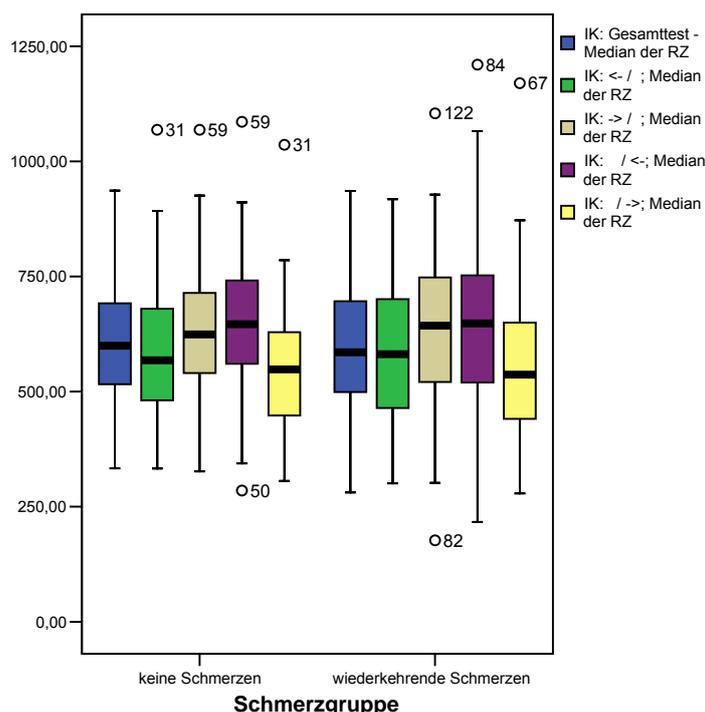


Abbildung 17: Boxplot Median nach Schmerzgruppe

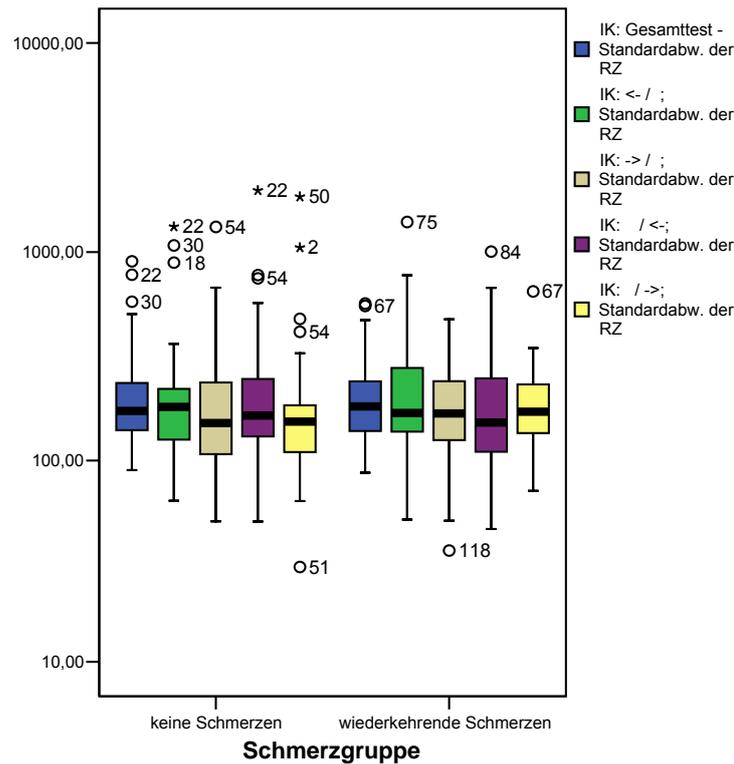
**Hypothese I: Standardabweichung**

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung der Standardabweichung wird als nicht parametrischer Test der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da die Standardabweichung über alle Schüler / Schülerinnen nicht normal verteilt ist (K-S-Test,  $Z = 2,107$ ,  $p < .001$ ).

Standardabw. der RZ in ms	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Standardabw. der RZ	keine	89,95	903,68	221,8073	151,54284	-0,038	.969
	rezidivierend	87,31	567,29	203,7808	97,31445		
IK: <- / ; Standardabw. der RZ (kompatibel links)	keine	63,81	1.323,05	225,3297	217,71741	-0,392	.695
	rezidivierend	51,7	1393,22	231,8846	205,8176		
IK: -> / ; Standardabw. der RZ (inkompatibel links)	keine	50,71	1.320,14	219,4501	215,6838	-0,265	.649
	rezidivierend	36,48	477,22	182,9291	90,52469		
IK: /<- ; Standardabw. der RZ (inkompatibel rechts)	keine	50,63	1.970,72	243,1432	268,95209	-1,191	.233
	rezidivierend	46,56	1.005,61	211,626	171,8984		
IK: /> ; Standardabw. der RZ (kompatibel rechts)	keine	30,27	1.839,63	203,4978	253,89282	-2,199	.028
	rezidivierend	71,34	648,67	190,0242	86,13248		

Min = Schüler mit der kleinsten Standardabweichung  
 Max = Schüler mit der größten Standardabweichung  
 MW = Mittelwert der Standardabweichung der RZ über Gesamtstichprobe  
 SD = Standardabweichung der Standardabweichung der RZ der Gesamtstichprobe

Tabelle 26: Standardabweichung der Reaktionszeit nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)



**Abbildung 18:** Boxplot Standardabweichung nach Schmerzgruppe

Bis auf die Bedingung „kompatibel rechts“ (im Boxplot gelb) ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen gesunden Kindern und Kindern mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen. In der Bedingung „rechts kompatibel“ ist die Standardabweichung im Mittel niedriger bei Kindern mit rezidivierenden Schmerzen (Tabelle 26 gelb unterlegt). Auffällig sind die extrem hohen Werte der Ausreißer. Um dies zu veranschaulichen, wurde der Boxplot logarithmisch dargestellt.

### **Hypothese I: Lapses of attention**

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung bei den Lapses of attention wird als nicht parametrischer Test der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da die Lapses of attention nicht normal verteilt sind (K-S-Test,  $Z = 3,515$ ,  $p = < .001$ ).

Lapses of attention	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Lapses of attention	keine	0	3	1,49	0,788	-0,848	.396
	rezidivierend	0	4	1,38	0,84		
IK: <- / ; Lapses of attention (kompatibel links)	keine	0	1	0,36	0,484	-0,768	.442
	rezidivierend	0	1	0,3	0,46		
IK: -> / ; Lapses of attention (inkompatibel links)	keine	0	1	0,36	0,484	-1,684	.092
	rezidivierend	0	1	0,22	0,418		
IK: /<- ; Lapses of attention (inkompatibel rechts)	keine	0	1	0,25	0,437	-0,807	.420
	rezidivierend	0	1	0,32	0,469		
IK: /> ; Lapses of attention (kompatibel rechts)	keine	0	1	0,34	0,479	-0,191	.849
	rezidivierend	0	1	0,33	0,473		

Min = Schüler mit der kleinsten Abweichung von der durchschnittlichen RZ  
Max = Schüler mit der größten Abweichung von der durchschnittlichen RZ  
MW = Mittelwert der Lapses of attention über Gesamtstichprobe  
SD = Standardabweichung der Lapses of attention der Gesamtstichprobe

**Tabelle 27:** Lapses of attention nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

Es ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

**Unterhypothese I zur Hypothese I:**

Es soll geprüft werden, ob sich Kopf- und Bauchschmerzen in ihrem Einfluss auf die Testleistung unterscheiden. Um dies zu untersuchen, sind zwei Vorgehensweisen möglich: der direkte Vergleich der Testleistungen beider Gruppen oder der Vergleich der beiden Gruppen mit ihrer jeweiligen Parallelgruppe ohne Schmerzen. Beide Möglichkeiten wurden in Betracht gezogen. Die Auswahl der statistischen Verfahren ist analog zu der Haupthypothese. Tabelle 30 gibt eine kompakte Übersicht über das Ergebnis der Interferenzstatistik.

		Median	Standardabweichung		Lapses of Attention	
KS vs. gesund	T	-0,384	MWU	60	MWU	45
	df	21	W	138	W	123,5
	p	.705	Z	-0,369	Z	-1,349
			p	.712	p	.177
BS vs. gesund	T	-0,353	MWU	114	MWU	106
	df	29	W	250	W	226
	p	.727	Z	-0,237	Z	-0,608
			p	.813	p	.543
KS vs. BS	T	0,831	MWU	86	MWU	73,5
	df	25	W	206	W	151,5
	p	.414	Z	-0,195	Z	-0,864
			p	.845	p	.387

**Tabelle 28:** Vergleich Kopfschmerzen mit Bauchschmerzen, Leistungsgeschwindigkeit für den Gesamttest

Untersucht wurden wiederum die Gesamtzeiten, aber auch die Zeiten für die vier einzelnen Bedingungen. In der Tabelle sind nur die Effekte für die Gesamtzeiten dokumentiert.

Genau wie die Ergebnisse für den Gesamttest zeigt keiner der untersuchten Parameter einen signifikanten Einfluss von der Schmerzart auf die Leistungsgeschwindigkeit.

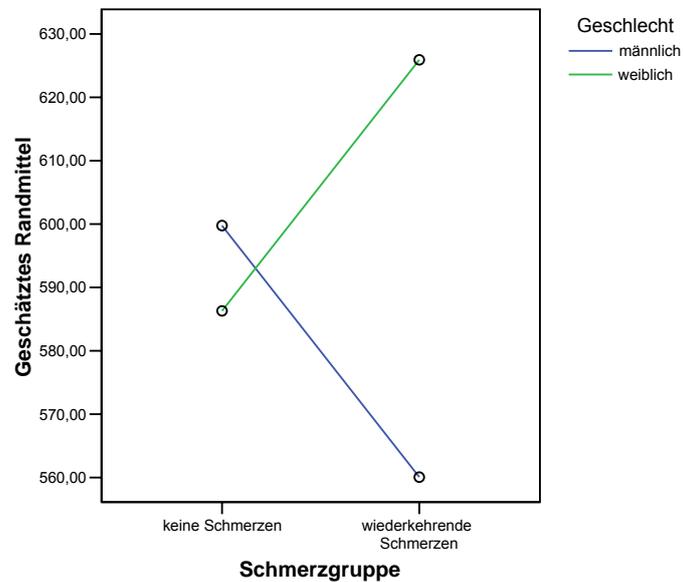
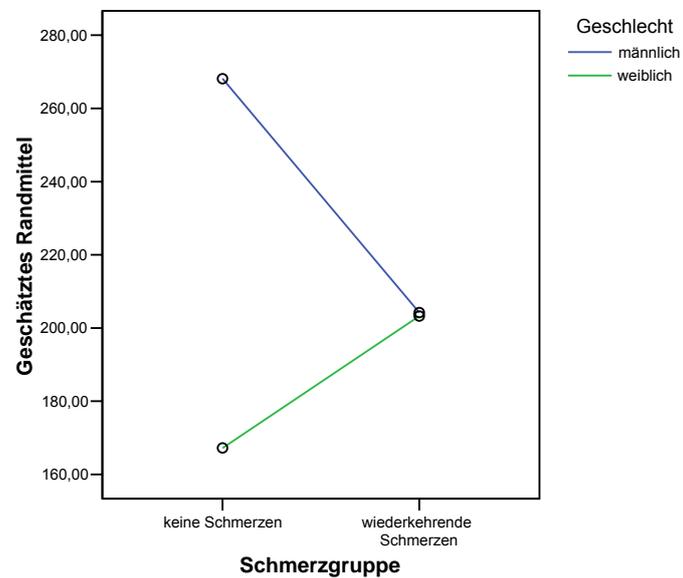
### ***Unterhypothese II zu Hypothese I:***

Die zweite Unterhypothese fragt nach einem Einfluss des Geschlechtes auf die Auswirkung von Schmerzen. Um einen solchen Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Schmerzen nachzuweisen, muss eine mehrfaktorielle Varianzanalyse gerechnet werden. Diese ergibt für den Hauptfaktor Schmerzgruppe keine Effekte, für den Hauptfaktor Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Standardabweichung der Reaktionszeit und ebenso einen signifikanten Interaktionseffekt auf die Standardabweichung der Reaktionszeit (Tabelle 29).

Quelle	Abhängige Variable	df	F	p	Partielles $\eta^2$
Schmerzgruppe	IK: Gesamttest - Median der RZ	1	0	.999	0
	IK: Gesamttest - Standardabw. der RZ	1	0,387	.535	0,003
	IK: Gesamttest - Lapses of attention	1	0,461	.499	0,004
Geschlecht	IK: Gesamttest - Median der RZ	1	1,045	.309	0,009
	IK: Gesamttest - Standardabw. der RZ	1	5,178	.025	0,042
	IK: Gesamttest - Lapses of attention	1	0,139	.710	0,001
Schmerzgruppe * Geschlecht	IK: Gesamttest - Median der RZ	1	2,393	.125	0,02
	IK: Gesamttest - Standardabw. der RZ	1	4,986	.027	0,041
	IK: Gesamttest - Lapses of attention	1	1,347	.248	0,011

***Tabelle 29: Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Schmerzgruppe***

Der Interaktionseffekt des Medians (wenn auch nicht signifikant) und der Standardabweichung sollen hier auch grafisch dargestellt werden.

**Geschätztes Randmittel von IK: Gesamttest - Median der RZ****Abbildung 19: Interaktionseffekt Median – Geschlecht****Geschätztes Randmittel von IK: Gesamttest - Standardabw. der RZ****Abbildung 20: Interaktionseffekt Standardabweichung - Geschlecht**

Wenn auch nicht eindeutig statistisch bedeutsam, entsteht der Eindruck, dass Schmerzen sich unterschiedlich auf die Leistungen der Geschlechter auswirken. Der Median steigt bei

den Mädchen mit wiederkehrenden Schmerzen deutlich an, ebenso wie ihre Standardabweichung. Bei den Jungen zeigt sich genau der umgekehrte Effekt.

### **Hypothese II:**

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von gesunden im TAP-Untertest Inkompatibilität in der Leistungsgüte der Testergebnisse.

Die Leistungsgüte wird hier mit den Parametern

- valide Reaktionen
- falsche Reaktionen

geprüft.

Die Stichprobe besteht aus 61 gesunden Kindern und 61 Kindern mit rezidivierenden Schmerzen (siehe Tabelle 24).

### **Hypothese II: valide Reaktionen:**

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung der validen Reaktionen wird als nicht parametrischer Test der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da die Werte der Zweitklässler / -innen nicht normal verteilt sind (K-S-Test,  $Z = 1,653$ ,  $p = 0.008$ ).

valide Reaktionen	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest valide Reaktionen	keine	20	56	45,2	7,924	-1,056	.291
	rezidivierend	19	55	43,49	8,696		
IK: <- / ; valide Reaktionen (kompatibel links)	keine	7	16	12,44	2,102	-0,955	.340
	rezidivierend	6	17	12,75	2,508		
IK: -> / ; valide Reaktionen (inkompatibel links)	keine	2	15	10,13	2,699	-0,954	.340
	rezidivierend	0	14	9,44	3,238		
IK: /<- ; valide Reaktionen (inkompatibel rechts)	keine	1	15	10,25	3,118	-1,035	.301
	rezidivierend	1	15	9,97	3,235		
IK: /-> ; valide Reaktionen (kompatibel rechts)	keine	7	15	12,28	1,644	-2,319	.020
	rezidivierend	7	14	11,56	1,867		

Min: Schüler mit den wenigsten validen Reaktionen

Max: Schüler mit den meisten validen Reaktionen

MW: Mittelwert über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung über Gesamtstichprobe

**Tabelle 30:** Valide Reaktion nach Schmerzgruppe (keine:  $N=61$ , rezidivierend;  $N=61$ )

Für die Bedingung kompatibel rechts (im Boxplot gelb) ergibt sich ein signifikanter Effekt. Kinder mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen tätigen im Mittel signifikant weniger richtige Reaktionen als Kinder ohne Schmerzerfahrung. Alle anderen Bedingungen werden nicht signifikant.

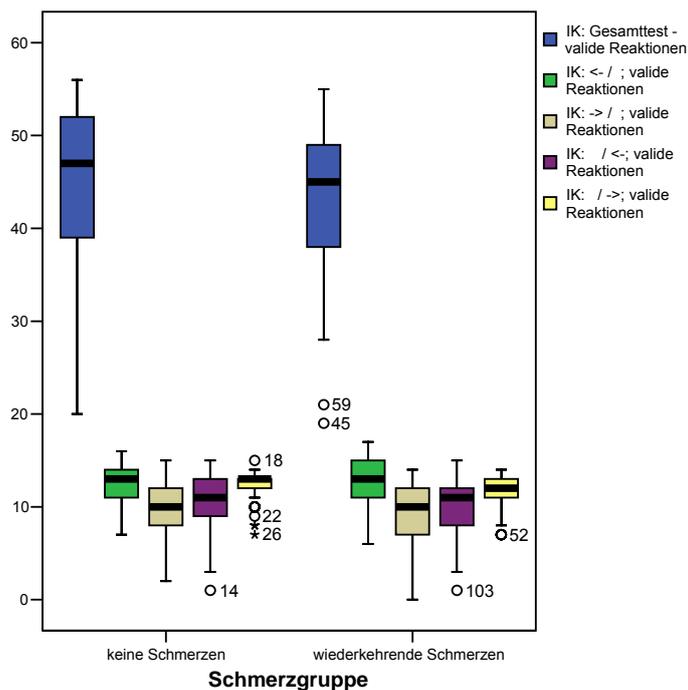


Abbildung 21: Boxplot valide Reaktionen Schmerzgruppe

**Hypothese II: Fehlreaktionen:**

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung der Fehlreaktionen wird ebenfalls der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da die Werte über alle Kinder auch nicht normal verteilt sind (K-S-Test,  $Z = 1,597$ ,  $p = .012$ ).

Fehlreaktionen	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
Gesamttest Fehlreaktionen	keine	0	35	10,31	7,984	-1,097	.273
	rezidivierend	0	37	12,13	8,878		
IK: <- / ; Fehlreaktionen (kompatibel links)	keine	0	7	1,51	1,795	-0,235	.814
	rezidivierend	0	10	1,7	2,178		
IK: -> / ; Fehlreaktionen (inkompatibel links)	keine	0	12	3,84	2,728	-0,905	.365
	rezidivierend	0	14	4,44	3,207		
IK: /<- ; Fehlreaktionen (inkompatibel rechts)	keine	0	14	3,7	3,19	-0,928	.354
	rezidivierend	0	13	4,21	3,307		
IK: /-> ; Fehlreaktionen (kompatibel rechts)	keine	0	6	1,26	1,57	-1,614	.107
	rezidivierend	0	6	1,77	1,856		

Min: Schüler mit den wenigsten Fehlreaktionen  
 Max: Schüler mit den meisten Fehlreaktionen  
 MW: Mittelwert über Gesamtstichprobe  
 SD: Standardabweichung über Gesamtstichprobe

Tabelle 31: Fehlreaktionen nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

Wie Tabelle 31 zu entnehmen ist, wird keine der Bedingungen signifikant. Die Grafik verdeutlicht das häufigere Auftreten von Fehlreaktionen in den inkompatiblen Bedingungen.

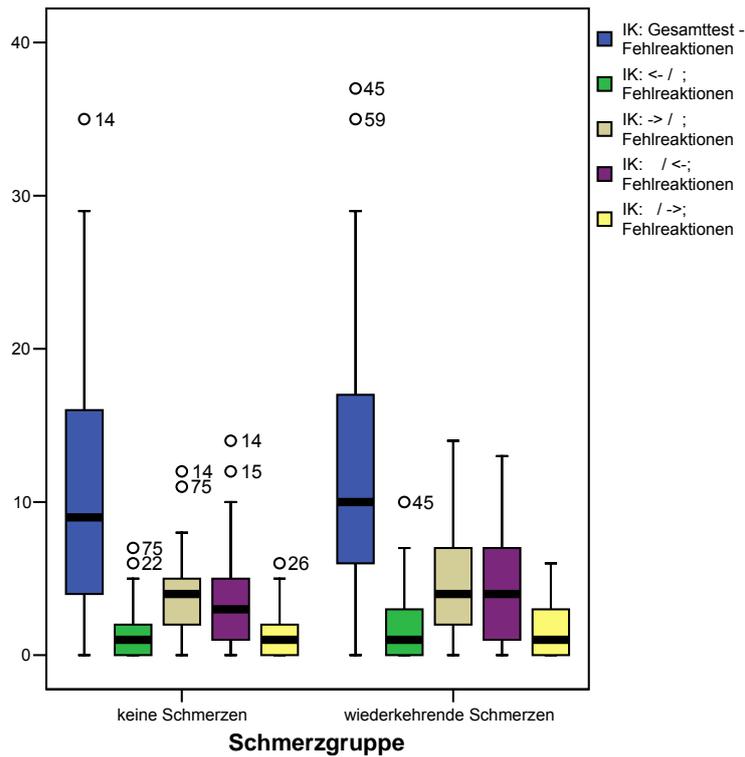


Abbildung 22: Boxplot Fehlreaktionen – Schmerzgruppe

**Unterhypothese I zu Hypothese II:**

Auch zu den Parametern der Leistungsgüte soll geprüft werden, ob sich Kopf- und Bauchschmerzen in ihrem Einfluss auf die Testleistung unterscheiden. Analog gibt es zum einen den direkten Vergleich der Testleistungen beider Gruppen; zum anderen den Vergleich der beiden Gruppen mit ihrer jeweiligen Parallelgruppe ohne Schmerzen. Tabelle 32 gibt eine kompakte Übersicht über die Ergebnisse.

		valide Reaktionen		Fehlreaktionen	
KS gesund	vs.	MWU	62	MWU	59,5
		W	140	W	125,5
		Z	-0,247	Z	-0,401
		p	.805	p	.688
BS gesund	vs.	MWU	100,5	MWU	97,5
		W	220,5	W	233,5
		Z	-0,772	Z	-0,892
		p	.44	p	.372
KS vs. BS		MWU	79	MWU	82,5
		W	199	W	160,5
		Z	-0,538	Z	-0,366
		p	.591	p	.714

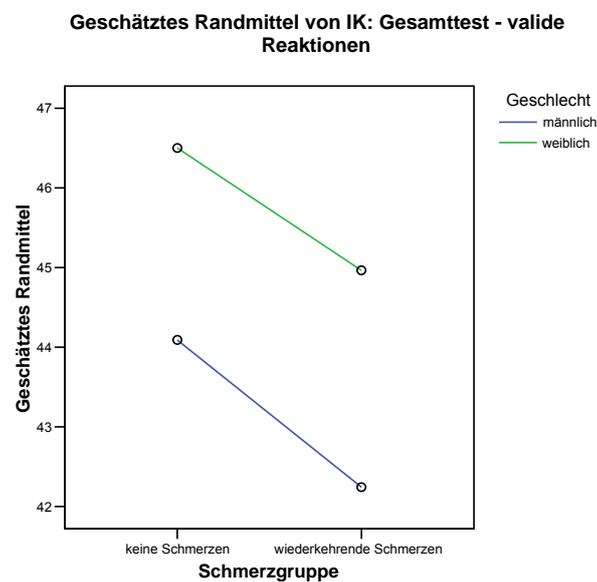
Tabelle 32: Vergleich Kopfschmerzen mit Bauchschmerzen, Leistungsgüte für Gesamttest

Untersucht wurden die Summe über alle vier Bedingungen, aber auch die einzelnen vier Bedingungen. In der Tabelle sind nur die Effekte für die Summe dokumentiert. Weder die

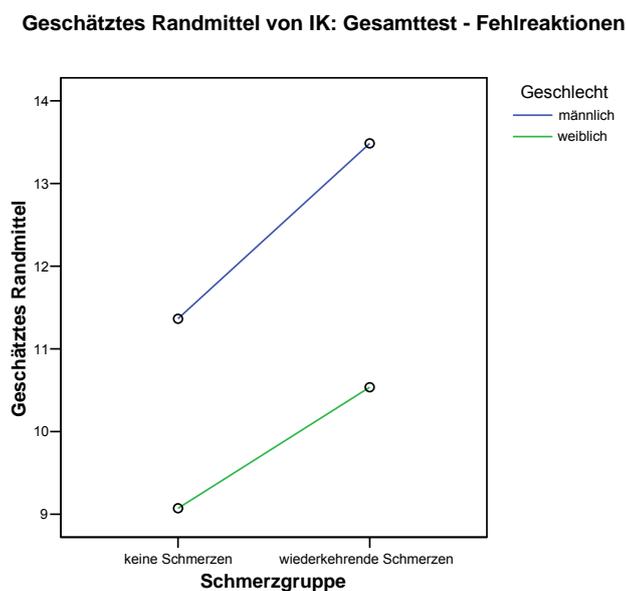
Ergebnisse für den Gesamttest noch die Ergebnisse für die einzelnen Bedingungen zeigen einen signifikanten Einfluss der Schmerzart auf die validen Reaktionen oder Fehlreaktionen.

### ***Unterhypothese II zu Hypothese II:***

Der Einfluss des Geschlechts auf die Testleistungen soll ebenfalls analysiert werden. Um entsprechende Aussagen zu machen, muss das Geschlecht in einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse als Prädiktor berücksichtigt werden. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 33 aufgeführt. Sämtliche Effekte werden nicht signifikant. Dies veranschaulichen Abbildungen 23 und 24.



**Abbildung 23:** Interaktionseffekt valide Reaktionen - Geschlecht



**Abbildung 24:** Interaktionseffekt Fehlreaktionen - Geschlecht

Quelle	Abhängige Variable	df	F	p	Partielles $\eta^2$
Schmerzgruppe	IK: Gesamttest - valide Reaktionen	1	1,263	.263	0,011
	IK: Gesamttest - Fehlreaktionen	1	1,377	.243	0,012
Geschlecht	IK: Gesamttest - valide Reaktionen	1	2,903	.091	0,024
	IK: Gesamttest - Fehlreaktionen	1	2,943	.089	0,024
Schmerzgruppe * Geschlecht	IK: Gesamttest - valide Reaktionen	1	0,011	.917	0
	IK: Gesamttest - Fehlreaktionen	1	0,046	.830	0

**Tabelle 33:** Interaktionseffekt Geschlecht Schmerzgruppe

### Hypothese III:

Schmerzerfahrene Kinder unterscheiden sich von gesunden in ihrer Interferenzneigung gemessen mit dem TAP-Untertest Inkompatibilität.

Als statistischer Test für die Überprüfung der Testleistung der Interferenzneigung wird der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da beide Parameter nicht normal verteilt sind (K-S-Test,  $Z = 2,9$ ,  $p = < .001$ ).

TAP	Schmerzgruppe	Min.	Max.	MW	SD	Mann-Whitney-U-Test	
						Z	p
ikfhand	keine	0	27,33	4,0011	5,19	-1,651	.099
	rezidivierend	0	18,25	3,0098	4,457		

Min: Schüler mit den niedrigsten Wert ikfhand

Max: Schüler mit den höchsten Wert ikfhand

MW: Mittelwert ikfhand über Gesamtstichprobe

SD: Standardabweichung ikfhand über Gesamtstichprobe

**Tabelle 34:** Interferenzfaktor TAP nach Schmerzgruppe (keine:  $N=61$ , rezidivierend:  $N=61$ ):

Es kann kein signifikanter Unterschied zwischen Kindern ohne Schmerzen und Kindern mit rezidivierenden Schmerzen gefunden werden. Es wird eine statistische Tendenz gefunden, wobei die Interferenzneigung bei Kindern mit rezidivierenden Schmerzen niedriger zu sein scheint.

Bei der Überprüfung der Unterhypothesen konnte kein Interaktionseffekt nachgewiesen werden.

#### 6.4. Ergebnisse Hypothesen:

##### **Hypothese I:**

- Im Median unterscheiden sich Kinder ohne Schmerzerfahrung nicht signifikant von Kindern mit Schmerzerfahrung (Tabelle 25, Abbildung 17).
- In der Bedingung „rechts kompatibel“ unterscheiden sich Kinder mit und ohne rezidivierende Schmerzerfahrung signifikant. Die Standardabweichung ist im Mittel niedriger bei Kindern mit rezidivierenden Schmerzen. In den anderen Bedingungen gibt es keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 26, Abbildung 18).
- Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen bei den Lapses of attention (Tabelle 27).

##### **Unterhypothese I zur Hypothese I:**

- Kopf- und Bauchschmerzen haben keinen unterschiedlichen Interaktionseffekt auf die Parameter der Leistungsgeschwindigkeit (Tabelle 28).

##### **Unterhypothese II zu Hypothese I:**

- Es gibt einen signifikanten Interaktionseffekt des Geschlechts auf die Standardabweichung der Reaktionszeit. Die Standardabweichung steigt bei Mädchen, im Gegensatz zu Jungen, mit wiederkehrenden Schmerzerfahrungen an (Tabelle 29, Abbildung 20).
- Im Median zeigt sich ein ähnliches Verhalten. Der Unterschied erreicht jedoch keine statistisch nachweisbaren Signifikanzen (Abbildung 19).

##### **Hypothese II:**

- In den validen Reaktionen zeigt sich ein signifikanter Effekt in der Bedingung rechts kompatibel. Kinder mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen zeigen signifikant weniger richtige Reaktionen (Tabelle 30, Abbildung 21).
- Es zeigt sich kein signifikanter Effekt zwischen den Gruppen bei den Fehlreaktionen (Tabelle 31).

##### **Unterhypothese I zu Hypothese II:**

- Es zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt der Schmerzart auf die Parameter der Leistungsgüte (Tabelle 32).

##### **Unterhypothese II zu Hypothese II:**

- Es zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt des Geschlechts auf die Testleistungen der Leistungsgüte (Tabelle 33, Abbildung 23, 24).

**Hypothese III:**

- Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Interferenzneigung zwischen den zwei Gruppen (mit und ohne Schmerzen). Es kann jedoch eine statistische Tendenz gesehen werden, wobei die Interferenzneigung bei Kindern mit rezidivierenden Schmerzen niedriger zu sein scheint. (Tabelle 34).

## 7. Diskussion

In dieser Arbeit wurden Kinder mit rezidivierenden Schmerzerfahrungen, erfasst durch die Angabe der Schmerzfrequenz, ohne organisch begründbare Ursache hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung untersucht und mit einer gesunden Kontrollgruppe verglichen. Zur Erfassung der Schmerzen wurden die Kinder mittels eines Fragebogens nach ihren Erfahrungen befragt. Die Einteilung erfolgte aufgrund des Kinderurteils. Die Aufmerksamkeitsfokussierung wurde mit Hilfe der Testbatterie für Aufmerksamkeitsprüfung von Zimmermann und Fimm Version 1.7 (2002) getestet.

Zunächst werden die Ergebnisse der deskriptiven Analyse diskutiert. Die Analyse des Gesamttests zeigt, wie erwartet, dass die Versuchspersonen in den kompatiblen Bedingungen signifikant schneller reagieren als in den inkompatiblen Bedingungen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die kompatiblen Bedingungen einen weniger störenden Effekt haben. Reize, die im rechten Gesichtsfeld auftreten, dürfen hier auch zu einer Reaktion der rechten Hand führen und genauso auf der linken Seite. Es wird nur die automatische Verarbeitung benötigt, während die inkompatiblen Bedingungen den Prozess der kontrollierten Verarbeitung beanspruchen (im Sinne von Shiffrin & Schneider, 1977), da jetzt Reize auf der rechten Gesichtsfeldseite nicht rechts sondern mit der linken Hand beantwortet werden müssen (in diese Richtung zeigt der Pfeil). Es kann im Gesamttest an 179 Schulkindern der zweiten Grundschulklasse gezeigt werden, dass der Test Inkompatibilität aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Erwachsene auch bei Kindern eingesetzt werden kann und theoretisch vorhersagbare Unterschiede erzielt.

Ein Alterseffekt, wie ihn zum Beispiel Földényi et al. (1999) in ihrer Untersuchung zur Normierung der TAP an sechs- bis zehnjährigen Kindern gefunden haben, kann in der auf eine Schulklasse (2. Klasse) begrenzten Stichprobe bis auf wenige Bedingungen nicht festgestellt werden. Dies mag daran liegen, dass in Földényis Untersuchung die 6/7-jährigen Kinder und die 9/10-jährigen Kinder zusammengefasst wurden. Hier jedoch wurden sieben-, acht- und neunjährige Kinder getrennt betrachtet und die Gruppen nicht noch mit jüngeren oder älteren Kindern aufgefüllt, was einer altersabhängigen Analyse widerspricht. Zudem sind alle Kinder unserer Untersuchung zum Untersuchungszeitpunkt in der zweiten Klasse gewesen. Wenn – wie in der hier durchgeführten Analyse – eine alters- und klassengerechte Eingrenzung vorgenommen wird, sind in der Literatur gefundene Unterschiede empirisch nicht mehr nachzuweisen. Der Einfluss der Schulbildung und der aktuellen Entwicklungsstufe ist im Weiteren zu prüfen, indem man Kinder unterschied-

licher Klassen miteinander vergleicht. Das wird in dieser Studie, die als Längsschnitt angelegt ist, auch im Verlauf geschehen. Hier sei zu erwähnen, dass innerhalb dieses Projekts erstmalig für jede Klasse der Grundschule in großer Anzahl wichtige Daten zu Aufmerksamkeitsfunktionen und deren Entwicklung gesammelt werden.

Auch für die Geschlechtseffekte finden sich hier andere Werte als bei Földényi et al. (1999). In ihrer Studie sind die Unterschiede in dem Median signifikant, die Fehler jedoch nicht. Während in unserer Studie bei der Reaktionszeit (Median) keine signifikanten Unterschiede gefunden werden, können bei den validen und Fehlreaktionen eine Vielzahl statistisch bedeutsamer Effekte gefunden werden. Jungen machen signifikant mehr Fehler und weniger richtige Reaktionen. Zudem differieren die Ergebnisse bei der Standardabweichung der Reaktionszeit signifikant. Dieser Faktor beschreibt die Schwankungsbreite in der Aufmerksamkeitsfokussierung. Jungen der zweiten Grundschulklasse variieren in ihren Reaktionen stärker als Mädchen. Dieser Faktor soll die Schwankungen in der Aufmerksamkeit beschreiben. Auch Földényi et al. (1999) beschreiben in allen Tests, die sie mit der TAP durchgeführt haben, Geschlechtseffekte in einzelnen Merkmalen und plädieren für getrennte Normwerte für Jungen und Mädchen, um geschlechtsspezifischen Entwicklungsunterschieden stärkere Beachtung zu schenken. Auch das Ergebnis der hier vorgestellten Analyse von Zweitklässlern / -innen unterstützt wiederum empirisch das Vorliegen dieser Unterschiede in der Aufmerksamkeitsentwicklung von Jungen und Mädchen in einer noch größeren Gesamtstichprobe als bei Földényi et al. (1999) vorgelegen hat. Die Fokussierung auf kindliche Aufmerksamkeitsfunktionen und die empirische Ermittlung von entwicklungsabhängigen Grundlagendaten sind eine wichtige Basis für die klinische Einschätzung kindlicher Aufmerksamkeitswerte. Die vorliegende Arbeit liefert einen wichtigen Beitrag dazu.

In den Hypothesen sollte überprüft werden, ob sich schmerzerfahrene Kinder von Kindern ohne Schmerzen unterscheiden, so wie es für Erwachsene nachgewiesen wurde (Hart, Martelli & Zasler, 2000, Eccleston, 1995, von Bueren Jarchow, Radanov & Jäncke, 2005, Bruce & Saifudin, 2007). Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich die schmerzerfahrenen Kinder nicht signifikant in Ihrer Leistungsfähigkeit der Aufmerksamkeitsfokussierung - gemessen mit dem hier gewählten Testverfahren - von Kindern ohne Schmerzen unterscheiden. Es zeigen sich nur sehr vereinzelt relevante Unterschiede und Tendenzen in dieser Grundschulklassenstufe. Im Unterschied zu dieser Arbeit wurden bei oben genannten Arbeiten, die einen Effekt von Schmerz auf kognitive Funktionen gefunden haben, Patienten mit klinisch diagnostizierten chronischen Schmerzen oder Versuchspersonen, denen während des Testzeitpunktes akut ein Schmerz zugefügt wurde, untersucht.

In der hier vorliegenden Studie ist die Auswahl der Stichprobe von einer Reihe von Faktoren abhängig (Wohnort, Schulstufe, Meldung durch Eltern, Antwort im Fragebogen und Teilnahmebereitschaft), die Stichprobenziehung erfolgte demnach also in der Normalpopulation, kann jedoch nicht im strengeren Sinne als zufällige Stichprobe bezeichnet werden. Bei den getesteten Kindern handelte es sich aber eben auch nicht um Kinder aus einer klinischen Population. Die Auswahl der Kinder erfolgte nicht auf Grundlage einer ärztlichen Untersuchung sondern auf Grundlage der angegebenen Schmerzfrequenz und die Kinder waren während der Testung im Normalfall schmerzfrei. Schon Hard, Martelli & Zasler (2000) beschreiben in ihrer Übersichtsarbeit, dass es keinen wirklichen Hinweis darauf gibt, dass es in einer solchen nicht-klinischen Population einen Zusammenhang zwischen Schmerz und psychometrischen Testleistungen gibt. Sie begründen dies damit, dass Schmerz, der nicht zu einer Behandlung führt, wahrscheinlich weniger störend im täglichen Leben und bei der Arbeit sei und somit auch weniger die kognitive Funktion beeinträchtigt. Ob diese Erklärung wirklich zutrifft, kann anhand der in unserem empirischen Querschnitten nachgewiesenen größeren Beeinträchtigung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durch erlebte, wiederkehrende Schmerzerfahrungen (Ostkirchen, 2006) angezweifelt werden, jedoch hier in Bezug auf die Aufmerksamkeitsfokussierung in der zweiten Klasse noch nicht nachgewiesen werden. Gerade wegen der schon gefundenen Beeinträchtigung der Lebensqualität und der in diese Arbeit vereinzelt gefundenen Unterschiede ist es wichtig dies im Verlauf des Längsschnitts für Kinder weiter genauer zu untersuchen und zu überprüfen.

Die Diagnostik klinisch relevanter häufig auftretender rezidivierender Schmerzen (wie Kopf- und Bauchschmerzen) erfordert neben einer ausführlichen Anamnese mit Erhebung des somatischen Befundes auch Tagebuchaufzeichnungen zur realitätsnäheren Aufzeichnung der Schmerzhäufigkeit. Zur genaueren Untersuchung des Einflusses dieser Schmerzen auf Aufmerksamkeitsfunktionen, bei denen womöglich doch eine Störung kognitiver Funktionen zu finden wäre, müssten zusätzlich Kinder aus einer solchen klinischen Population untersucht werden und ihre Leistungen mit den Kindern dieser Stichprobe verglichen werden. Bei Kindern in der Normalbevölkerung stellt das Führen von Schmerztagebüchern aufgrund der Fixierung auf die Schmerzen jedoch ein problematisches Vorgehen dar. Darum wurde im Rahmen unserer Untersuchung darauf verzichtet.

Für die Einschätzung der Schmerzerfahrung als „wiederkehrend“ gewählte Methode der Selbstbeurteilungsfragebögen könnten die typischen Probleme dieser (nach Schumacher & Brähler, 2004): angeführt werden:

- Unwissentliche Fehler bedingt durch Erinnerungslücken, Selbstbeobachtungs- und Selbstdarstellungsfehler
- Absichtliche Beeinflussung
- Antworttendenzen

Diese Probleme könnten noch begründeter für die Fremdbeurteilung durch die Eltern ins Feld geführt werden. Stellt man Selbst- und Fremdurteil vergleichend gegenüber, kann man feststellen:

- Die Korrelationen zwischen Selbst- und Fremdurteil sind zumeist nicht hoch und weisen darauf hin, dass unterschiedliche Phänomene abgebildet werden.
- Korrelationen sind dann höher, wenn es sich um Sachverhalte handelt, die verbal vermittelt werden können. (Da Schmerzerfahrungen an das persönliche Erleben gebunden ist, kann dies theoretisch wie praktisch nur sinnvoll vom Erlebenden berichtet werden.).
- Selbstbeurteilungsverfahren ergeben ein globaleres Bild des Zustandes als Fremdbeurteilungsverfahren.

Zudem konnte bei der Untersuchung der Übereinstimmung von Eltern und Kinderurteilen gezeigt werden, dass Eltern den Schmerz der Kinder häufig unterschätzen (Chambers et al., 1998). Auch bei unserer empirischen Studie konnte bei Vorschulkindern gezeigt werden, dass Eltern das Leiden ihrer Kinder an wiederkehrenden Kopf- und Bauchschmerzen unterschätzen (Ostkirchen, 2006). So ergeben sich begründete Vorteile für die Wahl des Kinderurteils.

Um also ein genaueres Bild über die Häufigkeit und die Beeinträchtigung durch wiederkehrende Bauch- und Kopfschmerzen zu bekommen, könnte man zwar durch die präzisere Tagebucheinfassung die tatsächliche Häufigkeit der Schmerzerfahrung erhalten, aber unter dem Aspekt eines aufwändigeren Verfahrens und eventuell einer kleineren Stichprobe sowie unter Umgehung der Vorsicht, Kinder nicht vorzeitig auf Schmerzerfahrungen zu fokussieren. Wie oben erwähnt müsste man auf eine klinische Population mit ärztlich diagnostizierten Schmerzsyndromen zurückgreifen.

In dieser Hinsicht wurde die Studie auch erweitert und untersucht zusätzlich noch Kinder mit organisch begründeten Schmerzen (rheumatische Erkrankung) die sich zum Testzeitpunkt in Behandlung in einer Klinik befinden (Blumberger et. al, 2007, Howoritsch-Steinberg et. al, 2007).

In der ersten Unterhypothese sollte überprüft werden, ob die Lokalisation der wiederkehrenden Schmerzen (Kopf oder Bauch) von Bedeutung ist. Es konnte die Annahme bestätigt werden, dass die Lokalisation keine Rolle in Bezug auf die Testleistung spielt.

Die zweite Unterhypothese, der zu Folge die Beeinflussung durch Schmerzen abhängig vom Geschlecht ist, ergab bei einem Parameter (Standardabweichung der Reaktionszeit) einen signifikanten Interaktionseffekt. Betrachtet man außerdem die Tendenzen, die in den Grafiken (Abbildungen 19 und 20) zum Ausdruck kommen und die beschriebenen Befunde über generelle Geschlechtsunterschiede von Földényi et al. (1999), die bestätigt wurden, lässt sich schließen, dass sich wiederkehrende Schmerzen entgegengesetzt auf Jungen und Mädchen auswirken. Während die Leistungsgeschwindigkeit bei den Jungen aufgrund von Schmerzen steigt und die Jungen mit Schmerzen auch weniger Varianz in der Geschwindigkeit zeigen, als Jungen ohne Schmerzen, stellen sich die empirischen Ergebnisse bei Mädchen der zweiten Grundschulklasse gegenläufig dar. Mädchen mit Schmerzerfahrungen benötigen länger und weisen größere Schwankungen hinsichtlich ihrer Reaktionszeiten während der Aufmerksamkeitsfokussierung auf. Interessant ist, dass dahingegen die Leistungsgüte bei beiden Geschlechtern durch Schmerzen negativ beeinträchtigt wird. In der Zusammenschau unterstreichen diese Ergebnisse die Notwendigkeit, dass gerade die geschlechtsspezifischen Unterschiede im Entwicklungsverlauf genauer untersucht werden sollten.

Probleme der Studie können bei der Datenerfassung gelegen haben. Die Tatsache, dass die Kinder von verschiedenen Testleitern getestet wurden, kann einen störenden Effekt auf die Ergebnisse gehabt haben. Zwar haben alle Testleiter zum Ausgleich unterschiedlicher Vorerfahrungen im Umgang mit psychologischen Testverfahren und deren Durchführung vorab eine ausführliche Schulung zur Durchführung der Testverfahren erhalten. Die Tatsache, dass die Kinder von unterschiedlichen Testleitern getestet wurden, könnte dennoch einen möglichen störenden Effekt auf die Ergebnisse ausgeübt haben. Eine Analyse dieser Effekte ist durch unsere Studie möglich. Auch durch die größtmögliche Standardisierung während der Erhebung zur Verhinderung von Testleitereffekten sowie durch die Wahl eines computergestützten Testverfahrens, dass Testleitereffekte beinahe verhindert, können im Schulsetting keine Laborbedingungen simuliert werden. Durch den Vorteil einer Testung im möglichst „natürlichen Setting“ – wie es in der vorliegenden Studie gewählt wurde - werden jedoch auch realitätsnähere Ergebnisse erzielt.

Ein weiteres Problem könnte eine zu geringe oder wechselnde Motivation der Kinder darstellen. Vorbeugend wurde durch das Vorlesen einer Motivationsgeschichte versucht, die-

sem Problem entgegenzuwirken. Bei sichtbarem Motivationsmangel wurde die Testung abgebrochen und ein weiterer Termin für die erneute Testung anberaumt. Die realistische Schwierigkeit jedoch, nicht jedes Kind in gleicher Weise motivieren zu können, bleibt – wie bei jeder Testung – bestehen. Es kann aber festgehalten werden, dass diejenigen Kinder, die sich zur Teilnahme an der Untersuchung entschlossen, eine große Bereitschaft zum Engagement während der Testung aufwiesen.

Es ist auch noch anzumerken, dass im Laufe des Projekts, eine Kinderversion der TAP auf den Markt gekommen ist. Es wäre durchaus sinnvoll diese Untersuchung mit einem speziell für Kinder entwickelten Programm durchzuführen. Das Design dieses Programms ist kindgerechter und soll die Kinder so stärker zum Mitmachen motivieren. Dies ist jedoch noch in keiner Studie nachgewiesen. Die neue Version konnte in der vorliegenden Längsschnittstudie nicht mehr angewendet werden, da sich ein Wechsel der Messmethode innerhalb einer laufenden Längsschnittstudie verbietet. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse hatte zu jedem Zeitpunkt höchste Priorität.

Als Ausblick ist zu erwähnen, dass sich mit den weiter erhobenen Daten dieses Projekts einige der genannten offenen Fragen detaillierter weiter untersuchen lassen. Außerdem werden durch das Vorgehen Vergleiche zu Kindern mit chronischen Schmerzerkrankungen aus einer klinischen Population erst möglich. Was aufgrund der hier vorgestellten Ergebnisse aber im Fokus bleiben sollte, ist die unterschiedliche Beeinflussung der Aufmerksamkeitsfokussierung durch Schmerzen bei Jungen und Mädchen. Ihr sollte auch im klinischen Setting mehr Beachtung geschenkt werden.

## 8. Zusammenfassung

Schmerz ist ein zunehmend häufiger berichtetes Symptom bei Kindern und Jugendlichen. Diesem Aspekt wird in letzter Zeit in epidemiologischen Studien viel Beachtung geschenkt. Besonders Kopf- und Bauchschmerzen werden von Kindern und Jugendlichen häufig angegeben. Aufmerksamkeit, als eine Basisfunktion, wird durch Schmerzen beeinflusst. Zum einen kann Aufmerksamkeit eine vom Schmerz ablenkende Funktion haben, zum anderen kann aber auch Schmerz eine störende Funktion auf Aufmerksamkeitsleistungen haben. Dieser Aspekt wurde in vielen Studien an Erwachsenen untersucht. Bei Patienten mit chronischen Schmerzen konnte häufig die störende Funktion von Schmerz auf Aufmerksamkeitsleistungen nachgewiesen werden. Studien an Kindern mit Schmerzerfahrungen sind im Gegensatz dazu kaum vorzufinden. Gerade hier kann jedoch eine Störung der Aufmerksamkeit durch Schmerzen einen negativen Einfluss auf die Entwicklung nehmen. In dem, dieser Arbeit zugrunde liegendem Projekt, „Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen“ soll unter anderem dieser Aspekt näher betrachtet werden. Dieser Arbeit nimmt ausführlich die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung und die Interferenzneigung bei Zweitklässlern unter Berücksichtigung der Schmerzerfahrung in den Fokus.

Insgesamt nahmen 180 Zweitklässler an der experimentellen Untersuchung teil. Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsfokussierung und die Interferenzneigung wurden mittels des Untertests Inkompatibilität aus der Testbatterie für Aufmerksamkeitsprüfung von Fimm und Zimmermann (2002a) gemessen.

Die deskriptive Analyse aller Zweitklässler ergab, dass in den inkompatiblen Reizbedingungen die Reaktionszeit signifikant schneller war und signifikant mehr Fehler gemacht wurden. Das Alter hat keinen Einfluss auf die Leistungsgeschwindigkeit und Leistungsgüte, wohingegen das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Standardabweichung und die Parameter der Leistungsgüte aufweist.

Zur Untersuchung des Einflusses der Schmerzerfahrung auf die Testleistung wurden die Kinder nach Alter und Geschlecht parallelisiert. Insgesamt gehören 61 Kinder in jede Gruppe. Es konnten nur wenige Effekte von Schmerzen auf die Testleistungen gefunden werden. Die Schmerzlokalisierung ergab keinen Effekt auf die Testleistung. Es zeigt sich jedoch, dass sich Schmerzen bei Jungen und Mädchen in mindestens einem Parameter unterschiedlich auf die Testleistung auswirken.

Agrund der Ergebnisse sollte dem Aspekt des Einflusses von Schmerzen auf Aufmerksamkeitsleistungen, besonders hier auftretenden geschlechtsspezifischen Unterschieden, in Zukunft mehr Beachtung geschenkt werden.

## 9. Literaturverzeichnis

1. Abu-Arafeh, I. & Russel, G. (1994): Prevalence of headache and migraine in schoolchildren. *BMJ*, 309, 765 – 769.
2. Allport, A. (1989): Visual Attention. In: Posner, M.I. (Hrsg): Foundations of cognitive science. S. 631 – 682. Cambridge: The MIT Press.
3. Anttila, P. Metsähonkala, L. & Sillanpää, M. (1999): School Start and Occurrence of Headache. *Pediatrics* 103, e80
4. Apley, J. & Naish, N. (1958): Recurrent abdominal pain: a field survey of 1000 school children. *Arch. Dis. Child.* 33, 165 – 170.
5. Aromaa, M., Sillanpää, M. & Aro, H. (2000): A population-based follow-up study of headache from age 7 to 22 years. *J Headache Pain*, 1, 11 – 15.
6. Bantick, S.J., Wise, R.G., Ploghaus, A., Clare, S., Smith, S.M. & Tracey, I. (2002): Imaging how attention modulates pain in humans using functional MRI. *Brain*, 125, 310 – 319.
7. Berger, T. & Damschen, U. (2000): Rezidivierende Bauchschmerzen. *Der Schmerz* 14, 346-350.
8. Bierbaumer, N. & Schmidt, R.F. (2006): Nozizeption und Schmerz. In: Bierbaumer, N. & Schmid, R.F.: *Biologische Psychologie*. S. 343-373. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
9. Bille, B. (1962): Migraine in schoolchildren. A study of the incidence and short-term prognosis, and a clinical, psychological and encephalographic comparison between children with migraine and matched controls. *Acta Paediatr* 51, 1 – 151.
10. Bille, B. (1997): A 40-year follow-up of school children with migraine. *Cephalalgia*, 17, 488 – 491.
11. Blumberger, A, Ostkirchen, GG, Brüggemann, L, Dettmar, A, Howoritschsteinberg, M, Konik, A, Krebs, S, Kubiak, R, Kusber, C, Petersen, P, Wiegemann, E, Wrenger N, Ganser G & Diener HC (2007): Kognitive Flexibilität bei Kindern und Jugendlichen mit Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis. Ein Beitrag zur 17. Jahrestagung der Gesellschaft für Kinder- und Jugendrheumatologie (GKJR), Düsseldorf, 1. - 3. Nov. 2007.
12. Broadbent, D.E. (1958): The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191 – 196.
13. Brooks, J. & Tracy, I. (2005): From nociception to pain perception: imaging the spinal and surraspinal pathways. *J Anat*, 207, 19 – 33.

14. Bruce, D.D. & Saifudin, R. (2007): Disruption of Attention and Working Memory Traces in Individuals with Chronic Pain. *Anesth Analg*, 104, 1223 – 1229.
15. Bortz, J. & Döring, N. (2006): Qualitative Methoden der Datenerhebung. In: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaften. Bortz, J. & Döring, N. S. 137 – 294. Heidelberg. Springer Medizin Verlag.
16. Buffington, A.L.H., Hanlon, C.A. & McKeown, M.J. (2005): Acute and persistent pain modulation of attention-related anterior cingulate fMRI activation. *Pain*, 113, 172 – 184.
17. Campo, J.V., Di Lorenzo, C., Chiappetta, Bridge, J., Colborn, D.K., Gartner, C., Gaffney, P., Kocoshis, S. & Brent, D. (2001): Adult Outcomes of Pediatric Recurrent Abdominal Pain: Do They Just Grow Out of It? *Pediatrics*, 108 (1), e1, Online Publikation; [www.pediatrics.org](http://www.pediatrics.org)
18. Chen, L.M. (2007): Imaging of pain. *Int Anesthesiol Clin*, 45, 39 – 57.
19. Crombez, G., Baeyens, F. & Eelen, P. (1994): Sensory and temporal information about impending Pain: The influence of predictability of Pain. *Behav Res Ther*, 32, 611 – 622.
20. Crombez, G., Eccleston, C., Baeyens, F. & Eelen, P. (1998): Attentional disruption is enhanced by the threat of pain. *Behav Res Ther*, 36, 195 – 204.
21. Davis, K., Taylor, S.J., Crawley, A.P., Wood, A.L. & Mikulis, D.J. (1997): Functional MRI of Pain- and Attention-Related Activations in Human Cingulate Cortex. *J Neurophysiol*, 77, 3370 – 3380.
22. Derbyshire, S.W. (2000): Exploring the Pain „Neuromatrix“. *Current Review of pain*, 4, 467 – 477.
23. Deutsch, J.A. & Deutsch, D. (1963): Attention: Some theoretical considerations. *Psychol Rev* 70, 80 – 90.
24. Eccleston, C. & Crombez, G. (1999): Pain Demands Attention: A Cognitive-Affective Model of the Interruptive Function of Pain. *Psychol Bull*, 125, 356 – 366.
25. Eccleston, C. (1995): Chronic Pain and Distraction: An Experimental Investigation into the Role of Sustained and Shifting Attention in the Processing of Chronic Persistent Pain. *Behav Res Ther*, 33, 391 – 405.
26. Eccleston, C., Crombez, G., Aldrich, S. & Stannard, C. (1997): Attention and somatic awareness in chronic pain. *Pain*, 72, 209 – 215.
27. Ellert, U., Neuhauser, H. & Roth-Isigkeit, A. (2007): Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Prävalenz und Inanspruchnahme medizinischer Leistungen. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheitssurveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 50 5/6, 711 – 717

28. Evers, S. & Göbel, H. (2003): Kopfschmerzklassifikation der International Headache Society: Die Internationale Klassifikation von Kopfschmerzerkrankungen, 2. Auflage. *Nervenheilkunde*, 22, 531 – 670.
29. Evers, S., Pothmann, R., Überall, M., Naumann, E. & Gerber, W. D. (2001): Therapie idiopathischer Kopfschmerzen im Kindesalter. DMKG, Online-Publikation; [www.dmkg.de/](http://www.dmkg.de/)
30. Fearon, P. & Hotopf, M. (2001): Relation between headache in childhood and physical and psychiatric symptoms in adulthood: national birth cohort study. *BMJ*, 322, 1145.
31. Flor (2003): Chronische Schmerzsyndrome. In: Ehlert, U. (Hrsg.): *Verhaltensmedizin*. S. 183-224. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
32. Földényi, M., Tagwerker-Neuenschwander, F., Giovanoli, A, Schallberger, U. & Steinhausen, H.C. (1999): Die Aufmerksamkeitsleistungen von 6 – 10 jährigen Kindern in der TAP. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 10 (2), 87 – 102.
33. Frese, A. & Evers, S. (2002): Epidemiologie kindlicher Kopfschmerzen. *Nervenheilkunde* 6, 285 – 289.
34. Goodman, J.D. & Mc Garth, P.J. (1991): The epidemiology of pain in children and adolescents: A review. *Pain* 46, 247 – 264.
35. Grohølt, E.-K., Stigum, H., Nordhagen, R. & Köhler, L. (2003): Recurrent pain in children, socio-economic factors and accumulation in families. *Eur J Epidemiol*, 18, 965 – 975.
36. Hart, R.P., Martelli, M. & Zasler, N. (2000): Chronic Pain and Neuropsychological Functioning. *Neuropsychol Rev*, 10, 131 – 149.
37. Hodges, K. & Burbach, D. J. (1991). Recurrent abdominal pain. In: Bush J. W. & Harkins, S. W. (Eds.): *Children in pain*. S. 251 – 273. New-York: Springer
38. Hotopf, M., Carr, S., Mayou, R., Wadsworth, M. & Wessely, S. (1998): Why do children have chronic abdominal pain, and what happens to them when they grow up? Population based cohort study. *BMJ* 316, 1196 – 1200.
39. Howoritsch-Steinberg, M, Ostkirchen, GG, Blumberger, A, Brüggemann, L, Hachemi, H, Härtig, S, Hagemann, C, Kelava, I, Konik, A, Krebs, S, Kubiak, S, Kusber, C, Meinhardt, I, Moderjewsky, S, Pertersen, P, Thewes, B, Wiegemann, E, Wiersma, S, Wrenger, N, Youn, DA, Zülow, S, Ganser, G & Diener HC (2007): Do Functional or Organic Recurrent Pain Experiences Change Attention Measures in Children? Poster presented on the 13th Congress of the International Headache Society (ICH), Stockholm, 28.06. – 01.07.2007.
40. International Association for the Study of Pain, Subcommittee on Taxonomy, (1979): Pain terms: a list with definitions and notes on usage. *Pain*, 6, 249 – 252.

41. James, W. (1890): The principles of psychology. New York: Holt.
42. Janssen, J. & Laatz, W. (2002): Nonparametrische Tests. In: Janssen, J. & Laatz, W. : Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. S. 485 – 520. Berlin, Heidelberg, New York, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio: Springer
43. Jones, A.K., Kulkarni, B. & Derbyshire, S.W. (2003): Pain mechanisms and their disorders. *Br Med Bull*, 65, 83 – 93.
44. Kahnemann, D. (1973). Attention and effort. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall
45. Kowal A., Pritchard D. (1990): Psychological characteristics of children who suffer from headache: a research note. *J Child Psychol Psychiatry* 31, 637 – 649.
46. Laurell, K., Larsson, B. & Eeg-Olofsson (2005): Headache in schoolchildren: Association with other pain, family history and psychosocial factors. *Pain*, 119, 150 – 158.
47. Limm, H. (2002): Schmerz – Dimensionen einer Empfindung. In: Frank, R. (Hrsg.): Chronischer Schmerz bei Kindern und Jugendlichen S. 19 – 25. München: Hans Marseille Verlag
48. Limmroth, V. & Diener, H.C. (2003): Pathophysiologie, Genetik und Klinik der Migräne. In: Diener, H.C. (Hrsg.): Kopfschmerzen. S. 35 – 39. Stuttgart, New York: Thieme Verlag
49. Marcus, D.A., (2006): A review of perinatal acute pain: treating perinatal pain to reduce adult chronic pain. *J Headache Pain*, 7, 3 – 8.
50. Mühlig, S. & Petermann, F. (1997): Idiopathischer Bauchschmerz im Kindesalter. *Der Schmerz* 11, 148 – 157.
51. Mühlig, S. (1997): Schmerz und Schmerzbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
52. Mühlig, S., Breuker, D. & Petermann, F. (2000): Schmerz. In: Petermann, F. (Hrsg.): Lehrbuch der Klinischen Kinderpsychologie und –psychotherapie. S. 588 – 621. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe-Verlag
53. Norman, D.A. & Shallice, T. (1986): Attention to action. Willed and automatic control of behavior. In: Davidson, R.J., Schwartz, G.E. & Shapiro, D. (Hrsg.): Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory, 4, S. 1 – 18, London: Plenum Press.
54. Ostkirchen, G.G. (2005): Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen bei Kindern und Jugendlichen mit und ohne rezidivierende Schmerzerfahrungen. BMBF-Antrag auf Projektförderung im Rahmen des Regierungsprogrammes „Gesundheitsforschung: Forschung für den Menschen“ vom 31.08.2005
55. Ostkirchen, G.G., Andler, F. Hammer, F., Pöhler, K.D., Snyder-Schendel, E., Werner, N.K., Markett, S. Horacek, U., Jöckel, K.H. & Diener, H.C. (2006): Prevalen-

- ces of Primary Headache Symptoms at School-Entry - A Population Based Epidemiological Survey of Preschool-Children in Germany. *J Headache Pain* 7(5), S. 331 – 340.
56. Ostkirchen G.G., Aßmann, S., Yilmaz, A., Zunker, E., Grabemann, M., Mück, C., Jöckel, K.H. & Diener, H.C. (2008): Primäre Kopfschmerzen und funktionelle Bauchschmerzen bei Erstklässlern – Der zweite Mikrozensus einer epidemiologischen Längsschnittstudie. Zur Veröffentlichung eingereicht in „Der Schmerz“
57. Perquin, C. G., Hazebroek-Kamschreur, A. A. J. M., Hunfeld, J. A. M., Bohnen, A. M., van Suijlekom-Smit, L. W. A., Passchier, J. & van der Wouden, J. C. (2000): Pain in children and adolescents: a common experience. *Pain*, 87, 51 – 58.
58. Petermann, F., Mühlig, S. & Breuker, D. (1994): Verhaltensmedizinische Grundlagen der pädiatrischen Schmerzbehandlung. In: Petermann F., Wiedebusch S. & Kroll T. (Hrsg.): Schmerz im Kindesalter. S. 61 – 103. Göttingen: Hogrefe Verlag
59. Peterssen, S., Brulin, C., & Bergström, E. (2006): Recurrent pain symptoms in young school children are often multiple. *Pain*, 121, 145 – 150
60. Petrovic, P., Petersson, K.M., Ghatan, P.H., Stone-Elander, S. & Ingvar, M. (2000): Pain-related cerebral activation is altered by distracting cognitive task. *Pain*, 85, 19 – 30.
61. Peyron R., Laurent B. & Garcia-Larrea L. (2000): Functional imaging of brain responses to pain. A review and meta-analysis. *Neurophysiol Clin*, 30, 263 – 288
62. Peyron, R., García-Larrea, L., Grégoire, M-C., Costes, N., Convers, P., Lavenne, F., Mauguière, F., Michel, D. & Laurent, B. (1999): Haemodynamic brain response to acute pain in humans - Sensory and attentional networks. *Brain*, 122, 1765 – 1779.
63. Pothmann, R., von Frankenberg, S. V., Müller, B., Sartory, G. & Hellmeier, W. (1994): Epidemiology of headache in children and adolescents: evidence of high prevalence of migraine among girls under 10. *Int J Behav Med*, 1, 76 – 83.
64. Pribram, K.H. (1973): The primate frontal cortex – Executive of the brain. In: Pribram, K.H. & Lutia, A.R. (Hrsg): *Psychophysiology of the frontal lobes*. New York: Academic Press.
65. Ramchandani, P. G., Hotopf, M., Sandhu, B., Stein, A. and the ALSPAC Study Team (2005): The Epidemiology of Recurrent Abdominal Pain From 2 to 6 Years of Age: Results of a Large, Population-Based Study. *Pediatrics* 116, 46 – 50.
66. Rode, S., Salkovskis, P.M. & Jack, T. (2001): An experimental study of attention, labelling and memory in people suffering from chronic pain. *Pain*, 94, 193 – 203.

67. Roth-Isigkeit, A., Thyen, U., Raspe, H. H., Stöven, H. & Schmucker, P. (2004): Reports of pain among German children and adolescents: an epidemiological study. *Acta Paediatr* 93, 258 – 263.
68. Schaible, H.-G. & Schmidt, R. F. (1997): Nozizeption und Schmerz. In: Schmidt, R. F. & Thews, G. (Hrsg.): *Physiologie des Menschen*. S. 236 – 250. Berlin, Heidelberg: Springer
69. Schumacher, J. & Brähler, E. (2004): Psychometrische Diagnostik in der klinischen Psychologie und Psychotherapie. Online-Publikation; [http://medpsy.uniklinikum-leipzig.de/pdf/diagn\\_klips.pdf](http://medpsy.uniklinikum-leipzig.de/pdf/diagn_klips.pdf)
70. Schweizer, K., Moosbrugger, H. & Goldhammer, F. (2005): The structure of the relationship between attention and intelligence. *Intelligence* 33, 589 – 611.
71. Seminowicz, D.A., & Davis, K. (2007): Interactions of Pain Intensity and Cognitive Load: The Brain Stays on Task. *Cereb Cortex*, 17, 1412 – 1422.
72. Shallice, T. & Burgeess, P. (1993): Supervisory control of action and thought selection. In: Baddeley, A. D. & Weiskrantz, L. (Hrsg.): *Attention: Selection, awareness and control*. S. 171 – 187. Oxford: Clarendon Press
73. Shiffrin, R.M. & Schneider, W. (1977): Controlled and Automatic Human Information Processing: II. Perceptual Learning, Automatic Attending and a General Theory. *Psychol Rev* 84, 127 – 190.
74. Sillanpää, M. & Abu-Arafeh, I. (2002): Epidemiology of recurrent headache in children. In: Abu-Arafeh, I. (Hrsg): *Childhood Headache*. S. 19 – 34. Mac Keith Press, London.
75. Sillanpää, M. & Anttila, P. (1996): Increasing prevalence of headache in 7-year-old schoolchildren. *Headache* 36, 466 – 470.
76. Strine, T. W., Okoro, C. A., McGuire, L.C. & Balluz, L. S. (2006): The Association Among Childhood Headache, Emotional and Behavioral Difficulties, and Health Care Use. *Pediatrics*, 117, 1728 – 1735.
77. Sturm, W. & Zimmermann, P. (2000): Aufmerksamkeitsstörungen. In: Sturm, W, Hermann, M. & Wallesch, C.W. (Hrsg): *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie*. S. 345 – 365. Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
78. Sturm, W. (2005): *Aufmerksamkeitsstörungen*. Fortschritte der Neuropsychologie. Göttingen: Hogrefe Verlag
79. Treede, R.D., Kenshalo D.R., Gracely, R.H. & Jones A.K. (1999): The cortical representation of pain. *Pain*, 79, 105 – 111.
80. Treisman, A. (1960): Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 12, 242 – 248.

81. Überall, MA., Denecke, H., Kröner-Herwig, B. (2003): Kopfschmerztherapie im Kindes- und Jugendalter. In: Zernikow, B. (Hrsg.): Schmerztherapie bei Kindern. S. 270-287, Springer, Berlin
82. Van Zomeren. A.H. & Brouwer, W.H. (1994): Clinical neuropsychology of attention. New York: Ocford University Press.
83. Villemure, C. & Bushnell, M.C. (2002) Cognitive modulation of pain: how do attention and emotion influence pain processing? *Pain*, 95, 195 – 199.
84. von Bueren Jarchow, A., Radanov, B.P. & Jäncke, L. (2005): Pain Influences Several Levels of Attention. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 16, 235 – 242.
85. Walker, L. S., Garber, J, van Slyke, D. A. & Greene, W. (1995): Long-term health outcomes in patients with recurrent abdominal pain. *Journal of Pediatric Psychology*, 20, 233 – 245.
86. Zernikow, B. & Berrang, J. (2003): Kopfschmerz bei Kindern. In: Diener, H-C. (Hrsg.): Kopfschmerzen. S. 201 – 208. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York
87. Zimmermann, M. (1994): Schmerz beim Kind und Fetus: Neurophysiologie, Psychophysiologie und Ontogenese. In: Petermann F., Wiedebusch S. & Kroll T. (Hrsg.): Schmerz im Kindesalter. S. 25 – 40. Göttingen: Hogrefe Verlag
88. Zimmermann, P. & Fimm, B. (2002a): Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Version 1.7, Teil 1
89. Zimmermann, P. & Fimm, B. (2002b): Ergänzungsmanual zur Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Version 1.7, Teil 2 (Statistiken) (Erwachsenennormen)

## 10. Anhang:

### 10.1. Tabellenverzeichnis:

- Tabelle 1:** Übersicht Prävalenzen von Kopf- und Bauchschmerzen der epidemiologischen Daten dieses Projekts
- Tabelle 2:** Zusammenfassung der Schmerz verarbeitenden Hirnregionen und deren Funktionen
- Tabelle 3:** Neuroanatomie der Aufmerksamkeitsfunktionen (aus Sturm, 2005)
- Tabelle 4:** Aufteilung von Geschlecht und Alter in der Gesamtstichprobe
- Tabelle 5:** Aufteilung der Kinder nach Art und Häufigkeit der Schmerzen
- Tabelle 6:** Alters- und Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Gruppen
- Tabelle 7:** Überblick über die erhobenen Tests und ihre Verteilung auf die Unterrichtsstunden
- Tabelle 8:** Median der Reaktionszeit in der Gesamtstichprobe (N=179)
- Tabelle 9:** Standardabweichung der Reaktionszeit in der Gesamtstichprobe (N=179)
- Tabelle 10:** Lapses of attention in der Gesamtstichprobe (N=179)
- Tabelle 11:** Median der Reaktionszeit nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)
- Tabelle 12:** Standardabweichung der Reaktionszeit nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)
- Tabelle 13:** Lapses of attention nach Alter (7J.:N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)
- Tabelle 14:** Median der Reaktionszeit nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)
- Tabelle 15:** Standardabweichung der Reaktionszeit nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)
- Tabelle 16:** Lapses of attention nach Geschlecht
- Tabelle 17:** Valide Reaktionen in der Gesamtstichprobe (N=179)
- Tabelle 18:** Fehlreaktionen in der Gesamtstichprobe (N=179):
- Tabelle 19:** Valide Reaktionen nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)
- Tabelle 20:** Fehlreaktionen nach Alter (7J.: N=51, 8J.: N=118, 9J.: N=9)
- Tabelle 21:** Valide Reaktionen nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)
- Tabelle 22:** Fehlreaktionen nach Geschlecht (männlich: N=92, weiblich: N=87)
- Tabelle 23:** Interferenzfaktor TAP, Gesamtgruppe, Alter Geschlecht
- Tabelle 24:** Einteilung nach der Parallelisierung
- Tabelle 25:** Median der Reaktionszeit nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)
- Tabelle 26:** Standardabweichung der Reaktionszeit nach Schmerzgruppe
- Tabelle 27:** Lapses of attention nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

**Tabelle 28:** Vergleich Kopfschmerzen mit Bauchschmerzen, Leistungsgeschwindigkeit für den Gesamttest

**Tabelle 29:** Interaktionseffekt zwischen Geschlecht und Schmerzgruppe

**Tabelle 30:** Valide Reaktion nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

**Tabelle 31:** Fehlreaktionen nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61)

**Tabelle 32:** Vergleich Kopfschmerzen mit Bauchschmerzen, Leistungsgüte für Gesamttest

**Tabelle 33:** Interaktionseffekt Geschlecht Schmerzgruppe

**Tabelle 34:** Interferenzfaktor TAP nach Schmerzgruppe (keine: N=61, rezidivierend: N=61):

## 10.2. Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der durch Schmerzreize aktivierten Komponenten der Schmerzwahrnehmung

**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Schmerzmatrix und ihre Verbindungen zueinander (aus Jones, Kulkarni and Derbyshire, 2003)

**Abbildung 3:** Zusammenspiel der Faktoren des Diathese-Stress-Modells (nach Flor, 2003)

**Abbildung 4:** Hypothetisches Risiko- bzw. Schutzfaktorenmodell der Entstehung und Chronifizierung (aus Mühlig & Petermann, 1997).

**Abbildung 5:** Broadbent's Filtertheorie in einer späteren Version. (nach Sturm, 2005 nach van Zomeren und Brouwer, 1994)

**Abbildung 6:** Zwei-Prozess-Modell von Shiffrin & Schneider (aus Sturm, 2005 nach van Zomeren und Brouwer, 1994)

**Abbildung 7:** Cognitive Schema Theory von Shallice (1982). Die Pfeile weisen auf einen aktivierenden Reizeingang hin. Ausnahme: Das „Contention scheduling System. Hier stellen sie inhibitorische Einflüsse auf die Auswahl des Verhaltensschematas dar. (aus Sturm, 2005).

**Abbildung 8:** Das Aufmerksamkeitssystem bevor es durch Schmerz unterbrochen wird (Ecclestone & Crombez, 1999).

**Abbildung 9:** Das Aufmerksamkeitssystem während es durch Schmerz unterbrochen wird (Ecclestone & Crombez, 1999).

**Abbildung 10:** Aufbau der Studie (nach Ostkirchen, 2005)

**Abbildung 11:** Ablauf der Datenerhebung

**Abbildung 12:** Inkompatibilitätstest

**Abbildung 13:** Mittelwert der Reaktionszeit im Gesamttest

**Abbildung 14:** Median der Reaktionszeit in den verschiedenen Reizdarbietungen

**Abbildung 15:** Valide Reaktionen in den verschiedenen Reizbedingungen

**Abbildung 16:** Fehlreaktionen in den verschiedenen Reizbedingungen

**Abbildung 17:** Boxplot Median nach Schmerzgruppe

**Abbildung 18:** Boxplot Standardabweichung nach Schmerzgruppe

**Abbildung 19:** Interaktionseffekt Median – Geschlecht

**Abbildung 20:** Interaktionseffekt Standardabweichung - Geschlecht

**Abbildung 21:** Boxplot valide Reaktionen Schmerzgruppe

**Abbildung 22:** Boxplot Fehlreaktionen – Schmerzgruppe

**Abbildung 23:** Interaktionseffekt valide Reaktionen - Geschlecht

**Abbildung 24:** Interaktionseffekt Fehlreaktionen - Geschlecht

### 10.3. Publikationen

#### 10.3.1. Poster/Artikel:

Härtig S für die Studiengruppe EXPI7-L2: Ostkirchen GG, Hachemi H, Härtig S, Hagemann C, Kelava I, Meinhardt I, Moderjewsky S, Thewes B, Wiersma S, Youn D, Zülow St, Diener HC (2006): Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsselektion bei Zweitklässlern in Abhängigkeit von rezidivierenden Schmerzerfahrungen. Poster präsentiert auf dem Forschungstag der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen, 17.11.2006

Härtig S on behalf of the study group: Ostkirchen GG, Hachemi H, Härtig S, Hagemann C, Kelava I, Meinhardt I, Moderjewsky S, Thewes B, Wiersma S, Youn D, Zülow St, Diener HC

Interdependencies of Selective Attention Capacity and Recurrent Pain Experiences. Poster präsentiert auf dem 13. internationalen Kopfschmerzkongress

#### 10.3.2. Vorträge

Härtig S, Hachemi H, Hagemann C, Kelava I, Maderjewsky S, Meinhardt I, Thewes B, Wiersma S, Youn D, Zülow S, Ostkirchen G (2006): Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen: Erfahrungsbericht im Rahmen der Experimentalerhebung 2006. Haussymposium Neurologie, Universitätsklinikum Essen, 07.07.2006

**Anhang A: Non-Responder Fragebogen**

UNIVERSITÄTSKLINIKUM ESSEN

**Klinik und Poliklinik für Neurologie****Direktor Prof. Dr. H. C. Diener**

Zentrum für Kinderheilkunde – Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendliche

**Direktor Prof. Dr. med. T. Voit****Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie**

Prof. Dr. rer. nat. K.-H. Jöckel

Projektleiterin: Dr. phil Gabriele Ostkirchen

Büro: SHH I, App. 1102

Tel. 0201 / 723 – 3839

**Hufelandstraße 55**

45122 Essen

Unser Forschungsprojekt:

“Kognitive Vulnerabilität durch Interferenzen bei Kindern mit und ohne rezidivierende Schmerzerfahrungen” - Ein Beitrag zur entwicklungsabhängigen Störbarkeit von Aufmerksamkeits- und Behaltensleistungen –

**Essen, 8. April 2006****Sehr geehrte Eltern,**

Sie und Ihr Kind wurden von uns bereits zweimal Mal (im Rahmen der Vorschulgruppe im Gesundheitsamt, zu Beginn des 1. und jetzt wieder zu Beginn des 2. Schuljahres) für die Teilnahme an unserer Studie angesprochen. Da Sie Ihr Kind zu einem dieser Zeitpunkte für unsere experimentelle Studie als kopf- und/oder bauchschmerzerfahren gemeldet haben, sprechen wir Sie zu jedem Erhebungszeitpunkt automatisch wieder an.

In diesem Jahr haben wir von Ihnen leider bisher keine Rückmeldung erhalten. Häufig glauben Eltern, dass Kinder nicht mehr mitmachen sollen, weil sie aktuell keine Kopf- und/oder Bauchschmerzen mehr haben. Diese Entwicklung freut uns für die Kinder. Aber genau diese Entwicklungen interessieren uns auch. Deshalb würden wir gerne auch Erfahrungen über positive Entwicklungsverläufe aufzeichnen. Es ist uns sehr wichtig, dass Sie und ihr Kind teilnehmen. Bitte füllen Sie den von uns übermittelten Fragebogen noch aus und geben sie ihn Ihrem Kind mit in die Schule, wenn Sie grundsätzlich mit seiner Teilnahme einverstanden sind.

Es mag aber auch sein, dass Sie die Teilnahme Ihres Kindes nicht mehr wünschen. Selbstverständlich akzeptieren wir Ihre Entscheidung. Wir würden dann nur gerne der Vollständigkeit halber in einem kurzen Telefonat mit Ihnen abklären, ob Ihr Kind noch Kopf- und/oder Bauchschmerzen hat und bitten Sie, uns Ihre Telefonnummer mitzuteilen, damit wir Sie anrufen können.

**Mit freundlichen Grüßen**

Bitte hier abtrennen und den Zettel Ihrem Kind mit in die Schule geben

Code-Nr. \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

0 Ich möchte nicht mehr angerufen werden

0 Sie können mich im Zusammenhang mit der Studie noch einmal anrufen, und zwar unter der Telefonnummer: \_\_\_\_\_ **Telefonnummer**\_\_\_\_\_  
**Unterschrift der Eltern / des Elternteils**

## **Anhang B: Geschichte der Familie Aralamos**

**Die Geschichte der Familie ARALOMOS oder wie Menschenkinder durch Anstrengung, Kraft und Hilfsbereitschaft einer Fabel-Familie helfen, ihre Heimat wiederzufinden! –**

Die Fabel-Familie Aralamos wohnte schon seit vielen Jahren auf dem Kometen Shoemaker-Levy9, einem Himmelskörper in der Umlaufbahn der Sonne. Sie fühlten sich wohl dort und wussten nichts von anderen Kometen und Planeten; auch nichts von unserem Planeten Erde. Auf der Erde landeten sie dennoch eines Tages, als sie auf einem Flug vom Norden in den Süden des Kometen Shoemaker-Levy9 durch ein großes Unwetter von ihrer Umlaufbahn abkamen und ins Weltall hinausgeschleudert wurden. Die Rakete war in den Turbulenzen des Unwetters nicht auf Kurs zu halten. Sie taumelte, drehte sich um die eigene Achse, mal sauste sie in die Tiefe, dann wurde sie vom Aufwind in die Höhe getrieben. Das große Chaos legte sich erst, als sie die Umlaufbahn des Planeten Jupiter erreichten und dort einen Weltraumgeist trafen. Vater Aralomos fragte ihn: „Kennst Du den Kometen Shoemaker-Levy9? Das ist unsere Heimat. Kannst du uns helfen, sie wiederzufinden?“

Der Weltraumgeist antwortete mit seiner tiefen Stimme: „Euer Komet gehört zum Sonnensystem, aber er ist sehr klein und kaum bekannt! Ich kenne die Koordinaten seiner Lage und weiß genau, wo er liegt. Das Unwetter habe ich selbst verursacht, um euch zum Planeten Erde zu schleudern. Ihr sollt dort Energiepunkte sammeln. Ich zeige euch den Weg zurück in eure Heimat, unter der Bedingung, dass ihr mir genug menschliche Energiepunkte besorgt.“

„Menschliche Energiepunkte? Wie können wir die denn finden?“ fragte Mutter Aralomos. „Und wo liegt der Planet Erde? Den kennen wir doch gar nicht!“

„Menschliche Energiepunkte bekommt ihr bei den Bewohnern des Planeten Erde, aber ihr müsst die jüngsten Bewohner fragen. Kinder nennt man sie dort! Am besten, ihr fragt in Schulen und Kindergärten nach!“

Vater Aralomos war schon froher gestimmt, seine Frau war gerade schwanger und er war sicher, dass Kinder, die jüngsten Bewohner des Planeten Erde, behilflich sind, die vielen notwendigen Punkte zu sammeln! Sie würden es mit Hilfe der Menschenkinder sicherlich schaffen, in die Heimat auf den Kometen Shoemaker-Levy9 zurückzukehren. Schließlich sollten seine Jüngsten, wenn sie denn geboren sind, in ihrer Heimat aufwachsen und nicht auf dem fremden Planeten „Erde“. Er wusste nichts davon, wie wohl man sich auf dem Planeten Erde fühlen kann.

„Ich brauche“ so fuhr der Weltraumgeist fort „für jeden Planeten dieses Sonnensystems je 10 Punkte von jedem Kind, habt Ihr verstanden?“, fragte der Weltraumgeist.

„Wie viele Planeten gibt es denn in diesem Sonnensystem?“ fragte Vater Aralomos. „Es gibt 9 Planeten: Merkt Euch den Satz:

<u>M</u> ein	<u>M</u> ERKUR
<u>V</u> ater	<u>V</u> ENUS
<u>E</u> rklärt	<u>E</u> RDE
<u>M</u> ir	<u>M</u> ARS
<u>J</u> eden	<u>J</u> UPITER
<u>S</u> amstag	<u>S</u> ATURN
<u>U</u> nsere	<u>U</u> RANUS
<u>N</u> eun	<u>N</u> EPTUN
<u>P</u> laneten!	<u>P</u> LUTO

„Dieser Satz hilft euch, die Namen der neun Planeten zu erinnern und ihr wisst dann genau, welcher weiter entfernt ist von der Sonne; z. B. ist Neptun weiter entfernt als der Mars; er steht ja auch weiter hinten im Satz.“

„Wie bekommen wir denn die Punkte bei den Menschenkindern, die du haben willst?“ fragte Mutter Aralomos.

„Die Kinder müssen Aufgaben erfüllen für jeden der 9 Planeten unseres Sonnensystems! Das ist nicht immer leicht und sie müssen schon viel Kraft aufbringen und sich anstrengen. Sie bekommen pro Planetenaufgabe 10 Punkte. Insgesamt also kann ein Kind 90 Planetenpunkte erreichen und dann noch 10 Punkte, wenn es den Fragebogen ausfüllt. Das sind insgesamt 100 Punkte. Wenn ihr aber mit genug Punkten zu mir zurückkommt, dann werde ich dich und deine Frau zurückbringen zum Kometen Shoemaker-Levy9 und deine Kinder können in ihrer Heimat geboren werden!“

Sagte dies und flog mit der Familie Aralomos zum Planeten Erde. Auf dem Weg dorthin ließ sich der Weltraumgeist durch den Zufallsgenerator eine kleine Stadt in Deutschland mitten in Europa aussuchen. Die Wahl fiel auf die Stadt Dorsten im Kreis Recklinghausen! Dort steht

im Zentrum der Innenstadt eine Schule,  
die Agatha-Grundschule im Voßkamp.

Den mittig gedruckten Satz je nach Einsatzort variieren!

Es gäbe dort eine Menge begabter Kinder, die der Familie Aralomos helfen könnten, meinte der Weltraumgeist noch. „Denkt dran, jedes Kind braucht 100 Punkte!“ sprach der Weltraumgeist. Er ließ die Familie Aralomos aussteigen, vereinbarte aber noch mit ihnen ein Zeichen, wie sie ihn rufen könnten. Dann verschwand er so plötzlich wie er gekommen war mit seiner Rakete im unendlichen Weltraum.

Nun ist die Familie Aralomos hier und fragt dich, machst du mit, hilfst du, die Punkte zu sammeln? Es ist nicht immer leicht, aber du kannst es gut schaffen, mit deiner Kraft und Anstrengung.

Hilfst du der Familie Aralomos?  
Dann musst du die  
Einverständniserklärung unterschreiben!  
Besten Dank für deine Mitarbeit!

## **Anhang C: Anweisungen für die Testungen mit dem Testaufmerksamkeits-Prüfsystem**

### ALLGEMEINE ANWEISUNGEN:

Gestartet wird dieses Programm von „DOS“ aus mit dem Befehl „TAP“

Jedes Kind bekommt eine Kennung, die aus der Code-Nummer des Kindes besteht und den Zusätzen „A“ oder „AA“, z. B. „5003A“ und „5003AA“

Für jedes Kind werden demnach zwei Dateien angelegt:

>> die „A“-Datei: Kennung z. B. 5003A, die ausschließlich die erste normale Alertness-Testung erhält und  
>> die „AA“-Datei: Kennung z. B. 5003AA, die alle anderen Tests enthält, einschließlich der Alertness-Testung mit Zeitdruck und Wettbewerb

Zwar erklärt das TAP-Programm die einzelnen Schritte, aber die Erfahrung zeigte, dass die Kinder die Anweisungen nicht gut verstehen, wenn sie einfach vorgelesen werden. Deshalb nachfolgende Anweisungen - wie sie in den Vortests gut verstanden wurden – erzählend beachten. **WICHTIG: auf jedes Kind so eingehen, dass es die Anweisungen auch gut versteht.** Eher kleine Abänderungen der Anweisung situations- und kindgerecht tolerieren! Es gibt immer Vorversuche, die werden so oft durchgeführt, dass die Kinder das Gefühl haben, sie können die Aufgabe gut erledigen. (also der Vorversuch sollte fehlerfrei oder fast fehlerfrei geschafft werden, bevor die eigentliche Testung startet).

### ANWEISUNG ZUR INKOMPATIBILITÄTS-TESTUNG (in „5003AA“):

Bei diesem Test werden beide Tasten „1“ und „2“ eingesetzt:

>> TASTE 1 liegt links und wird von dem Kind mit der linken Hand bedient,

>> TASTE 2 liegt rechts und wird

Der Testleiter setzt noch zwei markante Ankerpunkte

>> für rechts und links, z. B.

>>> „links ist, wo das Fenster ist“

>>> „rechts ist, wo ich sitze“

### ANWEISUNGEN „Inkompatibilität“

„Du siehst jetzt in der Mitte des Bildschirms einen Punkt, rechts oder links davon erscheint gleich ein Pfeil, die Pfeilspitze zeigt entweder zum „Fenster“ – dann drückst du die Taste 1 mit der linken Hand - oder zu „mir“ – dann drückst du die Taste 2 mit der rechten Hand. Also

>> drücke mit der rechten Hand die rechte Taste, wenn die Pfeilspitze nach rechts in meine Richtung zeigt

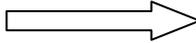
>> drücke mit der linken Hand die linke Taste, wenn die Pfeilspitze nach links in Richtung des Fensters zeigt

Pass aber gut auf, die wollen dich durcheinanderbringen, der Pfeil erscheint entweder rechts oder links vom Punkt, aber du achtest nur auf die Pfeilspitze

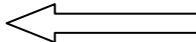
>> drücke rechts

rechts zeigt

>> drücke links



wenn die Pfeilspitze zu mir nach



wenn die Pfeilspitze zum  
Fenster nach links zeigt

## 11. Danksagung

Ich möchte mich zuerst bei allen bedanken, die an der Entstehung dieser Arbeit mitgewirkt haben, besonders bei den Kindern, Eltern und Lehrern / Lehrerinnen an den beteiligten Schulen, ohne deren Mitarbeit diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Des Weiteren gilt mein Dank allen Mitarbeitern des Projekts, die bei der Erhebung der Daten mitgeholfen haben.

Ganz besonders danken möchte ich Herrn Professor Dr. med. H.-C. Diener für die Möglichkeit und Unterstützung bei der Promotion an der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen in der Klinik und Poliklinik für Neurologie.

Zudem möchte ich mich bei Frau Dr. phil. G. Ostkirchen bedanken für ihre fachliche Unterstützung, ihr unermüdliches Engagement, ihre Motivation und Hilfestellung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch meinem geduldigen Ehemann Hendrik, der mich bei allen Höhen und Tiefen während der Fertigstellung der Arbeit unterstützte, nie den Glauben an mich verloren hat und mich immer wieder aufmunterte und unterstützte.

Für die Möglichkeit überhaupt so weit zu kommen, danke ich meinen Eltern Monika und Rolf Härtig, dass sie mir das Studium ermöglicht haben und mir bei Schwierigkeiten immer helfend zur Seite gestanden haben.

Ich danke zuletzt meiner lieben Freundin Martina Howoritsch für die Begleitung während der ganzen Zeit der Arbeit, dass sie immer ein offenes Ohr für meine Probleme hatte so wie es immer wieder geschafft hat mich neu zu motivieren.

## 12. Lebenslauf

### Susanne Härtig

Geburtsdatum/ -ort: 17. August 1981 in Essen  
Wohnort: Essen  
Familienstand: verheiratet  
Nationalität: deutsch

### Schulbildung:

08/1988 – 07/1992: Städt. Grundschule am Reuenberg, Essen  
08/1992 – 06/2001: Städt. Mädchengymnasium Essen-Borbeck

### Studium:

10/2001 – 03/2002: Studium: Psychologie (Diplom); Bochum  
04/2002 – 03/2004: Studium: Humanmedizin; Bonn  
Physikum  
04/2004 – 04/2008: Studium: Humanmedizin; Essen  
02/2007 – 01/2008: Praktisches Jahr:  
Innere Medizin; Evangelisches Krankenhaus Oberhausen  
Chirurgie; Universitätsklinikum Essen  
Psychiatrie; Rheinische Kliniken Essen  
29.04.2008: Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
10.06.2008: Approbation als Ärztin  
Seit 01.08.2008: Assistenzärztin im LVR-Klinikum Essen, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie