

Diebel, Andrea; Feige, Catrin; Gedschold, Jürgen; Goddemeier, Anja; Schulze, Frank; Weber, Peter

## **Computergestütztes Aufmerksamkeits- und Konzentrationstraining bei gesunden Kindern**

*Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie* 47 (1998) 9, S. 641-656

urn:nbn:de:0111-opus-8995

Erstveröffentlichung bei:



[www.v-r.de](http://www.v-r.de)

### **Nutzungsbedingungen**

pedocs gewährt ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit dem Gebrauch von pedocs und der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### **Kontakt:**

peDOCS

Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)

Informationszentrum (IZ) Bildung

Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main

eMail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)

Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

# Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie

Ergebnisse aus Psychoanalyse,  
Psychologie und Familientherapie

47. Jahrgang 1998

---

## Herausgeberinnen und Herausgeber

Manfred Cierpka, Heidelberg – Gunther Klosinski, Tübingen –  
Ulrike Lehmkuhl, Berlin – Inge Seiffge-Krenke, Mainz –  
Friedrich Specht, Göttingen – Annette Streeck-Fischer, Göttingen

## Verantwortliche Herausgeberinnen

Ulrike Lehmkuhl, Berlin  
Annette Streeck-Fischer, Göttingen

## Redakteur

Günter Presting, Göttingen

---

**V&R** Verlag Vandenhoeck & Ruprecht in Göttingen

# Computergestütztes Aufmerksamkeits- und Konzentrationstraining bei gesunden Kindern

Andrea Diebel, Catrin Feige, Jürgen Gedschold, Anja Goddemeier,  
Frank Schulze und Peter Weber

## Summary

### Computer Assisted Training of Attention and Concentration with Healty Children

The intention of this study was to analyze in how far a computer assisted training for brain damaged adults can be used for the practice with children. Healthy children of different ages were trained with this attention and concentration programme. The results should help to adapt the training programme for the use in brain damaged children. Age-groups differed significantly in level of performance. Data showed that in comparison to Kindergarten-children, first-grade children showed a higher benefit from the training. Implications for modifications of the training-programme are discussed. Other parameter of performance (reaction-time, errors) in relation to school age provide clues to the distribution of structure of difficulty in the programmes. A questionnaire assessing motivation before and during the training, intelligibility of the task, feasibility of the computer and adequacy of the test in children showed that sustained motivation can be achieved provided the training is used in an adaptive way. Thereby demotivating with too easy tasks as well as frustration caused by difficult tasks can be avoided. In general, there was good acceptance of the computerised cognitive training. The presence of a therapist during every training session proved to be necessary in children under the age of 6 years.

## Zusammenfassung

Ziel der Untersuchungen war es, ein im klinischen Einsatz bei Erwachsenen mit Hirnschädigungen entwickeltes computergestütztes Aufmerksamkeitstraining (System RehaCom) für den Einsatz in der Behandlung von Kindern zu erproben. Dabei wurde das Verfahren an normalgesunden Kindern verschiedener Altersgruppen evaluiert. Die gewonnenen Erfahrungen sollen helfen, die Trainingsverfahren für hirngeschädigte Kinder zu erschließen und anzupassen. In bezug auf erhobene Leistungsparameter des Trainings (erreichtes Leistungsniveau) unterscheiden sich die Altersgruppen signifikant im Verlauf. Schulkinder profitieren im Vergleich zu Kindergartenkindern in höherem Maße von dem Training. Implikationen für Veränderungen des Trainingsprogramms werden diskutiert. Weitere Leistungsparameter (Reaktionszeiten, Fehler) geben Hinweise auf die Schwierigkeitsstruktur des Programms. Fragebogenerhebungen zur Motivation vor und während des Trainings, Aufgabenverständlichkeit, Bedienerfreundlichkeit

Prax. Kinderpsychol. Kinderpsychiat. 47: 641-656 (1998), ISSN 0023-7034  
© Vandenhoeck & Ruprecht 1998

sowie bezüglich der Kindgerechtigkeit der verwendeten Bilder ergaben, daß eine Aufrechterhaltung der Motivation etwa durch ein leistungsadaptives Trainieren positiv beeinflusst wird: die Kinder sollten nicht durch zu leichte Aufgaben demotiviert und durch zu schwere Aufgaben frustriert werden. Insgesamt war die Akzeptanz gegenüber dem computergestützten kognitiven Training gut. Die Anwesenheit eines Therapeuten während des Trainings ist bei Kindern unter sechs Jahren unbedingt erforderlich.

## 1 Einleitung

Neuropsychologische Störungen nach einem Schädel-Hirn-Trauma umfassen auch Verhaltensauffälligkeiten, emotionale und kognitive Störungen (LEON-CARRION et al. 1996; WHITE et al. 1996). Der Abfall im Gesamt- und Handlungs-IQ, Aufmerksamkeits- und Konzentrations-, Gedächtnis- und Sprachstörungen, motorische Verlangsamungen, Interferenzanfälligkeit und kausal damit verknüpft ein Abfall der schulischen Leistungen zählen zu den möglichen Folgen (NEUHÄUSER 1995).

Die sich an eine stationäre Rehabilitation anschließende Betreuung von Kindern nach Schädel-Hirn-Trauma stellt die Mitarbeiter des Sozialpädiatrischen Zentrums Magdeburg (SPZ) vor die Aufgabe, angemessene diagnostische und therapeutische Angebote auszuwählen.

Übende Verfahren bilden einen wesentlichen Baustein für die Therapie neuropsychologischer Störungen. Mit ihnen verbindet sich das Ziel, bestehende Funktionsausfälle systematisch abzubauen, wobei die Notwendigkeit einer dynamischen Anpassung der Verfahren an den Patienten groß ist (REMSCHMIDT 1981).

In diesem Zusammenhang hat sich auch die Nutzung von Computern als ein Baustein der kognitiven Therapie durchgesetzt. Die Verfahren des computergestützten kognitiven Trainingssystems RehaCom erlauben ein adaptives Hirnleistungstraining für Jugendliche und Erwachsene auch nach Schädel-Hirn-Traumata, Schlaganfällen, operativen cerebralen Eingriffen oder kognitiven Leistungsstörungen anderer Genese.

Mit dem Bestreben einer fortlaufenden Optimierung wurde bei der Arbeit mit Kindern die Notwendigkeit erkannt, die vorliegenden Verfahren an Kinder unter 12 Jahren, vor allem für die Altersgruppe von 5 bis 10 Jahren, zu adaptieren.

Das RehaCom-Verfahren „Aufmerksamkeit und Konzentration“ arbeitet unter Berücksichtigung lerntheoretischer Ansätze leistungsadaptiv. Ziel des Trainings ist die Erhöhung der Aufmerksamkeit durch die Verbesserung der Dauer der Zuwendung, der Möglichkeit zur Fokussierung und der damit verbundenen Unaufmerksamkeit gegenüber irrelevanten Stimuli. Ebenfalls soll die Fähigkeit zum Aufmerksamkeitswechsel verbessert werden.

Aufmerksamkeit kann als Zustand gesteigerter Wachheit bezeichnet werden. Sie ermöglicht das präzisere und deutlichere Erfassen von Erkenntnisobjekten, die vom Wahrnehmungsumfeld stärker abgehoben, beachtet und fixiert werden. Dabei ist die Selektivität der Wahrnehmung als Hauptaspekt zu betrachten (BRICKENKAMP u. KARL 1986). Dadurch können aus der Vielfalt des Informationsangebotes relevante Informationen zentriert, gegliedert und gefiltert werden (BROADBENT 1969).

PROSIEGEL (1991) betont, daß höhere Hirnleistungen auf eine intakte und verfügbare Aufmerksamkeitsleistung angewiesen sind. Bei etwa 80% aller Patienten, die ein Schädel-Hirn-Trauma erlitten haben oder andere Erkrankungen im Bereich des zentralen Nervensystems aufweisen, treten Störungen in den Aufmerksamkeitsleistungen auf. Dabei unterscheidet PROSIEGEL (1991) in Übereinstimmung mit STURM (1989), POSNER und RAFAL (1987) vier Aufmerksamkeitskomponenten: „Aktiviertheit“, einschließlich der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung, „Selektive Aufmerksamkeit“ (auf eine weitgehende Identität mit dem Begriff der Konzentrationsfähigkeit wird hierbei hingewiesen), „Geteilte Aufmerksamkeit“ und „Daueraufmerksamkeit“.

Im Zusammenhang mit einer Effektivitätsstudie von computerunterstütztem Aufmerksamkeitstraining bei Patienten mit traumatischen Hirnverletzungen ergaben sich Verbesserungen der erhobenen Aufmerksamkeitsvariablen, die jedoch keine Generalisierung auf andere Tests zeigten (NIEMANN et al. 1990). Da Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen bei hirngeschädigten Patienten meist von anderen Defiziten begleitet sind, sollte das Training dieser Funktionen in ein multidimensionales Therapiekonzept eingebettet sein, in dem internale und externale Strategien vermittelt werden (MATEER et al. 1996).

LAUTH (1988) geht davon aus, daß wichtige Interventionsformen für die Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen in den Verfahren der kognitiven Verhaltensmodifikation zu sehen sind. Handlungsregulierende und -organisierende Kompetenzen sollen dem Patienten vermittelt werden. Eine begleitende therapeutische Verstärkung und Strategievermittlung (z.B. Selbstverbalisation) können Effekte eines computergenerierten Hirnleistungstrainings so unterstützen.

## 2 Methode

### 2.1 Stichproben und Versuchsdurchführung

Es wurden drei Altersgruppen (Kinder eines Regelkindergartens, 2. und 4. Klasse einer Grundschule) untersucht. Die Zusammensetzung der Stichproben ist den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen. Die Auswahl der Klassen erfolgte zufällig. Die Zustimmung der Eltern und der zuständigen Behörden lag vor.

Tab. 1: Stichprobenbeschreibung zu Beginn der Studie (s = Standardabweichung)

Gruppe	Alter		Geschlecht		Anzahl Vpn
	Mittelwert	s	weiblich	männlich	
Kindergarten	5,2	0,35	8	7	15
2. Klasse	7,4	0,49	6	6	12
4. Klasse	9,5	0,52	6	9	15
Summe			20	22	42

Tab.2: Anzahl der Versuchspersonen pro Gruppe für jede Konsultationssitzung

	Sitzung								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kindergarten	15	15	14	12	6	2	0	0	0
2. Klasse	12	12	12	12	12	7	5	1	0
4. Klasse	15	14	14	12	7	6	2	2	1

Leider verringerte sich im Verlauf der Studie die Anzahl der beteiligten Kinder. Die Studie fand teilweise während der Ferienzeit statt. Kinder, die in dieser Zeit in den Urlaub fuhren, beendeten deshalb ihre Teilnahme vorzeitig. Andere Kinder mußten ihre Teilnahme aus gesundheitlichen Gründen absagen.

Die Untersuchung wurde im Sozialpädiatrischen Zentrum Magdeburg durchgeführt<sup>1</sup>. Die Kindergartenkinder trainierten zwischen 8.00 und 11.30 Uhr, die Schulkinder zwischen 7.15 und 16.00 Uhr jeweils 15 Minuten lang.

## 2.2 Das RehaCom-Verfahren

Beim Trainingsverfahren „Aufmerksamkeit und Konzentration“ besteht die Aufgabe, ein auf dem Bildschirm separat dargebotenes Bild mit einer Matrix von Bildern zu vergleichen und das exakt übereinstimmende Bild zu finden. Die in den Bildern enthaltenen Gegenstände, Tiere und abstrakten Figuren stellen mit wachsendem Schwierigkeitsgrad zunehmend höhere Anforderungen an die Differenzierung und damit auch an die Aufmerksamkeit.

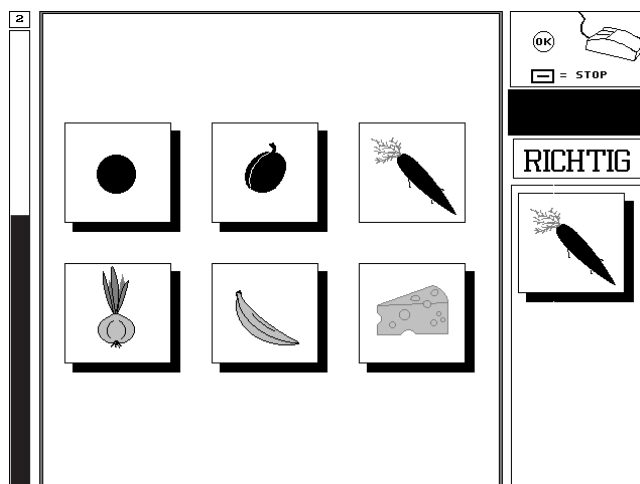


Abb. 1: Trainingsoberfläche mit einer Matrix von 2 x 3 Bildern im Schwierigkeitsgrad 2; das selektierte Bild ist markiert, das „RICHTIG“-Feld signalisiert eine korrekte Entscheidung

<sup>1</sup> Über eine Spende des Kuratoriums ZNS konnten die benötigten Computer finanziert werden. Die RehaCom Bedienerpulte und die RehaCom-Verfahren stellte die Firma HASOMED aus Magdeburg zur Verfügung.

Der Trainingsbildschirm (s. Abb. 1) ist zweigeteilt. Den größten Teil belegt eine Bildermatrix, die schwierighkeitsabhängig aus 3, 6 oder 9 Bildern besteht. Ein Bild der Matrix wird separat gezeigt, dieses Bild soll vom Patienten in der Matrix gefunden und selektiert werden. Die Auswahl des übereinstimmenden Bildes aus der Matrix erfolgt durch den Patienten wahlweise mit den großen Kursortasten des RehaCom-Patientenpultes oder mittels Computer-Maus oder Touchscreen. Bei einer richtigen Lösung wird das grüne „Richtig“-Feld aktiviert und kurz danach die nächste Aufgabe präsentiert. Bei einer falschen Entscheidung wird das richtige Bild orange und das falsch gewählte Bild rot umrahmt. Zusätzlich leuchtet das rote „Falsch“-Feld auf. Der Patient kann die Bilder vergleichen und die Unterschiede erkennen. Eine Leistungssäule (in Abb. 1 links) verändert sich entsprechend der Antwortqualität. Werden vorwiegend richtige Antworten gegeben, erreicht die Leistungssäule im Verlauf des Trainings ihr Maximum und es wird zum nächsten Schwierigkeitsgrad geschaltet. Analog wird die Leistungssäule bei falschen Antworten kleiner und die Schwierigkeit wird verringert. Vor dem Schwierigkeitswechsel erfolgt eine verbale Leistungsbewertung.

Es gibt insgesamt 24 Schwierigkeitsstufen, die sich aus der Zusammenstellung von Bilderanzahl und Objektähnlichkeit der einzelnen Ebenen konstituieren: der Schwierigkeitsgrad steigt mit zunehmender Ähnlichkeit der Objekte und der Bilderanzahl. Zum Ende einer Trainingssitzung wird eine Grafik gezeigt, die mittels eines Balkendiagramms den Trainingsverlauf dokumentiert (erreichte Schwierigkeitsgrade während aller Sitzungen).

Neben den systemadaptiven Eigenschaften können die RehaCom-Verfahren über wählbare Programmparameter zusätzlich an den Patienten angepaßt werden. In der Studie erfolgte die Auswahl eines Bildes mit der Maus. Die Matrix befand sich links vom zu suchenden Bild. Die Lösungszeit war nicht limitiert. Das erste Training begann mit dem Schwierigkeitsgrad 1. Die Kinder arbeiteten zu Anfang jeder Trainingssitzung auf dem Schwierigkeitsniveau, mit dem sie die letzte Trainingssitzung beendeten. Um ein höheres Schwierigkeitsniveau zu erreichen, mußten mindestens 20 Aufgaben richtig gelöst werden.

### 2.3 *Trainingsverlauf*

Die Kindergartengruppe trainierte zweimal pro Woche, die Zweit- und Viertkläbber einmal wöchentlich. Eine Trainingssitzung dauerte etwa 15 Minuten; 2-3 Kinder befanden sich gleichzeitig in einem Raum. Während der gesamten Trainingsdauer war ein Therapeut anwesend, der nach jeder Trainingseinheit für jedes Kind einen Fragebogen (s.u.) ausfüllte. Eine neuropsychologische Diagnostik der Probanden konnte aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht erfolgen.

### 2.4 *Fragebogen*

Die Eintragungen in die Fragebögen ergaben sich aus Verhaltensbeobachtungen und verbalen Äußerungen der Kinder. Die Items des Fragebogens lassen sich den folgenden fünf Kategorien zuordnen: (a) Motivation des Kindes vor der Trainingssitzung, (b) Motivation des Kindes während der Trainingssitzung, (c) Verständlichkeit der Aufgabe, (d) Bedienerfreundlichkeit und (e) Kindgerechtigkeit der Bildmotive.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Analyse der Fragebögen

*(a) Motivation der Kinder vor dem Training:* Die Motivation der Kinder vor einer Sitzung ist insgesamt positiv zu bewerten. Die Kindergartenkinder reagierten während des ersten Termins noch eher zögerlich, vier von 15 Kindern gaben vor der ersten Sitzung keine eindeutigen Antworten. Die Reaktionen der Schulkinder vor Trainingsbeginn sind ausnahmslos als positiv einzuschätzen.

*(b) Motivation der Kinder während des Trainings:* Die Motivation der Kindergartenkinder während der Trainingssitzung war uneinheitlich. Der Anteil der Kinder mit gleichbleibend hoher Motivation lag in der ersten Sitzung bei 25%, in den folgenden Sitzungen bei ca. 50%. Ein Kind zeigte in allen Sitzungen eine gleichbleibend niedrige Motivation, es gab jedoch keine Möglichkeiten, diese Auffälligkeit weiter zu untersuchen.

Der Motivationsverlauf fluktuierte im Mittel während des Trainingsverlaufs innerhalb der Zweitkläbbergruppe. Nach relativ hoher Motivation aller Kinder während der ersten zwei Trainingssitzungen nahm die Motivation bei einem Viertel der Kinder in der dritten und etwa 42% in der vierten Sitzung deutlich ab; in der fünften Sitzung stieg der Anteil motivierter Kinder wieder auf 66,7%. Bei zwei Kindern der Stichprobe ist die wechselnde Motivation als Folge einer Unterforderung zu interpretieren. Sowohl bei den Kindergartenkindern als auch bei den Kindern der zweiten Klasse wurde keine Trainingssitzung unterbrochen.

Die Motivation der Viertkläbber während der ersten Trainingssitzung war konstant positiv. Im Verlauf der zweiten Trainingssitzung waren 89% der Kinder hoch motiviert, während bei 11% ein Motivationsabfall deutlich wird. Ab der dritten Sitzung stabilisiert sich das Verhältnis dahingehend, daß 78% der Kinder motiviert arbeiten, während 22% im Trainingsverlauf eine wechselnde Motivation aufwiesen. Ein Viertkläbber unterbrach das Training zwischenzeitlich, alle anderen arbeiteten kontinuierlich.

Kinder, die mit zunehmender Schwierigkeit (mehr Bilder in der Matrix, feinere Differenzierung) mehr Zeit zur Aufgabenbewältigung benötigten oder häufiger Fehler machten, zeigten weniger Begeisterung für das Verfahren, was sich in Unterbrechungen und Pausen sowie dem Orientieren am Arbeitsablauf des Nachbarn äußerte. Der Vergleich der Kinder untereinander – dies war aufgrund der räumlichen Situation möglich – verunsicherte sensible und/oder leistungsschwächere Kinder.

Die Bildmotive waren für die Kinder unterschiedlich ansprechend und beeinflussten die Motivation. Vor allem im Kindergartenbereich führten Unsicherheiten in der Farbdifferenzierung und eine in diesem Alter noch typische Unsicherheit in der Raumlage-Wahrnehmung bei bestimmten Aufgaben zu Fehlern, die die Kinder frustrierten. Kam es in der zufälligen Abfolge der Bilder zu Wiederholungen eines Themenbereichs, so reagierten die Kinder ebenfalls häufiger mit Motivationsverlust.

Interindividuelle Unterschiede in der Verarbeitung von Erfolg und Mißerfolg, externaler versus internaler Kausalattributionen scheinen auf die Motivation zur Mitar-



beit und damit auch die Anstrengungsbereitschaft Einfluß zu haben. Es gab zwei Kinder in der Population der Zweitkläbler und ein Kind bei den Viertkläblern, die bei einfachen Aufgaben zu Beginn des Trainings unterfordert waren, deshalb weniger aufmerksam die Aufgaben bearbeiteten und hierdurch eine höhere Fehlerzahl erreichten. Die Folge war, daß das Schwierigkeitsniveau nicht in dem Maße anstieg, wie es die Kinder aufgrund ihrer individuellen Voraussetzungen hätten realisieren können. Bei schwierigeren Aufgaben wirkten solche Kinder dann deutlich motivierter und waren erfolgreicher.

*(c) Verständlichkeit der Aufgabe:* Mit der schriftlichen Instruktion konnte das Aufgabenverständnis erst bei den Kindern der 4. Klasse weitgehend erreicht werden. Für die jüngeren Kinder ergab sich die Notwendigkeit einer mündlichen Instruktion. Vor allem die Kindergartenkinder, aber auch die Grundschul Kinder der 2. Klasse waren mit den Informationen zur Notwendigkeit der Trainingsdurchführung und den allgemeineren Informationen zum jeweiligen Programm überfordert. Wurde die Instruktion vorgelesen, ermüdeten die Kinder rasch und waren mit dem Beginn des eigentlichen Trainings nicht in der Lage, die Aufgaben selbständig zu bewältigen. Dies galt auch für die Gruppe der Viertkläbler, die sich selbständig die Instruktionen durchlasen.

Während in der ersten Sitzung 60% der Kindergartenkinder zusätzliche Hilfen benötigen, um den Handlungsablauf verstehen zu können, waren es im Verlauf der zweiten Sitzung noch 47%. Ab der dritten Trainingsstunde benötigten 80% der Kinder keine zusätzlichen Hinweise; die anderen Kinder waren bis zum Schluß der Untersuchung nicht zu einer vollkommen selbständigen Arbeit in der Lage.

58% der Zweitkläbler waren nach einer einmaligen Instruktion durch den Therapeuten zur selbständigen Arbeit fähig. Nach der zweiten Sitzung waren keine weiteren Instruktionen erforderlich. Bei den Kindern der 4. Klasse war beim selbständigen Lesen der Instruktion häufig Unterstützung notwendig, da die Texte zu umfangreich waren.

*(d) Bedienerfreundlichkeit:* Alle Kindergartenkinder hatten in der ersten Sitzung Probleme mit der Bedienung des Verfahrens. Die größten Schwierigkeiten gab es beim Verständnis der Balkengraphik. Alle Kinder hatten erwartungsgemäß bei der ersten Untersuchung keine Vorstellung über die Aussagekraft der Balkengraphik. In der zweiten Stunde war es immerhin noch 66,6% der Kinder nicht möglich, die Balkengraphik zu interpretieren. Ab der vierten Sitzung blieben dann konstant 13% der Kinder übrig, für die ohne Erklärung die Grafik keinen Aussagewert hatte. Die Tastaturbedienung und die Orientierung auf dem Monitor waren ab der zweiten Sitzung unkritisch.

25% der 12 Zweitkläbler hatten in der ersten Sitzung keine Probleme mit der Bedienung. Nach der zweiten Sitzung war die Nutzung der Tastatur für alle Kinder problemlos. Nach fünf Sitzungen hatten noch 17% der Kinder Schwierigkeiten mit dem Verständnis der Balkengraphik, während es zu Beginn der Untersuchung 83% waren. Bei den Kindern der 4. Klasse gab es nur in der ersten Sitzung Bedienungsprobleme.

Für die Bedienung des Verfahrens „Aufmerksamkeit und Konzentration“ wurde die Computer-Maus benutzt. Während der ersten Sitzung waren für alle Kinder zusätzliche Hinweise zum Gebrauch der Maus notwendig. Bis auf ein Kind der 2. Klasse waren

alle Kinder ab der zweiten Trainingssitzung zum selbständigen Arbeiten mit der Maus befähigt und sehr motiviert.

Das aktive Umgehen mit Fehlerrückmeldungen fiel einer relativ großen Anzahl von Kindern schwer. So benötigten alle Kindergartenkinder während der ersten zwei Sitzungen nach Fehlermeldungen die Unterstützung durch die Therapeuten. 25% der Zweitkläßler waren im Verlauf der ersten Sitzung nicht in der Lage, auf die Fehlerrückmeldungen zu reagieren. So wurde nur sporadisch oder bei gehäufte Fehlerzahl unter individueller Führung durch den Therapeuten eine genaue Fehleranalyse vorgenommen.

*(e) Kindgerechtigkeit der Bildmotive:* Vor allem von den Kindergartenkindern und den Kindern der 2. Klasse wurden konkrete gegenüber abstrakten Bildern bevorzugt. Die älteren Kinder äußerten sich meist neutral zu den Bildmotiven.

Eine zusammenfassende Einschätzung ist wegen erheblicher interindividueller Schwankungen, abhängig von den Interessen und Neigungen und dem Erfahrungs- und Umweltwissen der Kinder, nicht möglich. Aussagen, welche Bilder besonders gefallen haben oder die Kinder überhaupt nicht ansprachen, waren auch geprägt von der Fehlerhäufigkeit beim Umgang mit dem jeweiligen Bild. Desweiteren wurden häufig die zuerst oder zuletzt bearbeiteten Bilder genannt – wahrscheinlich, weil sie am besten erinnert wurden. Farbvielfalt und ein stärker differenziertes Bildmaterial sprachen einzelne Kinder besonders an. Andere Kinder, vor allem im Vorschulbereich, waren mit solchen Reizangeboten überfordert. Wie erwähnt, ist bei Vorschulkindern und Schuleinsteigern aufgrund der Entwicklungsstufe der visuellen Wahrnehmungsverarbeitung eine höhere Unsicherheit bei der Kognition von Bildern zu erwarten (u.a. Differenzierung der Raum-Lage-Beziehung).

### 3.2 Analyse der Verlaufsdaten

Für die adaptive Leistungsanpassung archiviert und analysiert das System RehaCom trainingsrelevante Informationen. Im Rahmen der Studie wurden (a) der Leistungsverlauf anhand der erreichten Schwierigkeitsstufen, (b) die Anzahl der Versuche, ein höheres Schwierigkeitsniveau zu erreichen, (c) die Mittelwerte der Reaktionszeiten und (d) die Fehleranzahl analysiert.

*(a) Leistungsverlauf anhand der erreichten Schwierigkeitsstufen:* Abbildung 2 zeigt die durchschnittliche Leistungsentwicklung der Gruppen anhand des erreichten Schwierigkeitsgrades. Eine multivariate Varianzanalyse mit Meßwiederholung (MANOVA, 1.-5. Sitzung) ergab hochsignifikante Haupteffekte der Gruppen ( $F(2,19) = 30.90$ ,  $p < 0.001$ ) und Trainingslevel pro Sitzung ( $F(4,76) = 443.94$ ,  $p < 0.001$ ) sowie eine hochsignifikante Interaktion des Leistungsverlaufs zwischen den Gruppen (Gruppe  $\times$  Level:  $F(8,76) = 8.69$ ,  $p < 0.001$ ). Bezüglich des Geschlechts gab es weder signifikante Haupteffekte noch Interaktionen mit Gruppe und/oder Level.

Paarvergleiche zwischen den Gruppen (T-Tests für unabhängige Stichproben) vom 1. bis zum 5. Meßzeitpunkt ergaben bis auf eine Ausnahme signifikante bis hochsignifi-

kante Unterschiede: lediglich zum Ende der ersten Sitzung wiesen die Schulkindergruppen keine statistisch bedeutsamen Leistungsunterschiede auf. Intragruppenvergleiche ( T-Tests für abhängige Stichproben) ergaben signifikante bis hochsignifikante Unterschiede im Sinne eines Leistungszuwachs von einer Sitzung zur nächsten in allen drei Gruppen.

Tab.3: Ergebnisse der Intragruppenvergleiche mittels T-Tests zwischen den Sitzungen (t-Wert, Freiheitsgrade df und Irrtumswahrscheinlichkeit p)

Vergleich Sitzung	Kindergarten			2. Klasse			4. Klasse		
	t-Wert	df	p	t-Wert	df	p	t-Wert	df	p
1 - 2	- 14,49	14	0,00	- 17,73	11	0,00	- 16,84	13	0,00
2 - 3	- 6,50	13	0,00	- 8,40	11	0,00	- 20,11	13	0,00
3 - 4	- 7,34	11	0,00	- 16,32	11	0,00	- 16,58	11	0,00
4 - 5	- 3,16	5	0,03	- 9,53	11	0,00	- 6,48	6	0,00

Tab.4: Ergebnisse der Intergruppenvergleiche mittels T-Tests innerhalb der Sitzungen (t-Wert, Freiheitsgrade df und Irrtumswahrscheinlichkeit p)

Sitzung	Kindergart. - 2. Klasse			Kindergart. - 4. Klasse			2. Klasse - 4. Klasse		
	t-Wert	df	p	t-Wert	df	p	t-Wert	df	p
1	- 3,21	24,06	0,00	- 2,65	28	0,01	- 0,78	18,17	0,44
2	- 6,97	25	0,00	- 7,62	27	0,00	- 2,40	20,20	0,03
3	- 6,61	24	0,00	- 10,30	26	0,00	- 3,52	24	0,00
4	- 6,61	22	0,00	- 11,18	22	0,00	- 3,92	22	0,00
5	- 6,40	16	0,00	- 9,86	12	0,00	- 3,56	18	0,00

Die Kindergartenkinder erreichten in der ersten Trainingssitzung mindestens die Schwierigkeitsstufe 2 – maximal Stufe 4. Die Kinder der 2. Klasse zeigten – wie zu erwarten – im ersten Training bessere Leistungen (Level 3 bis 5). Einige Kinder der 4. Klasse sind noch besser (Level 6). Von Level 2 bis 6 gab es insgesamt höhere Leistungsstreuungen in allen drei Gruppen.

Bei allen Kindern wurde in der zweiten Trainingssitzung gegenüber der ersten Konsultation eine Leistungssteigerung erzielt. Bei den Kindergartenkindern treten dann erste Stagnationen auf. Mit zunehmendem Alter sind – wie zu vermuten – bessere Leistungen nachweisbar (schnellerer Leistungsanstieg und höhere Schwierigkeiten).

(b) Fehleranzahl: Für die Aufmerksamkeit/Konzentration sind bei diesem Übungsprogramm die beiden Komponenten der Schwierigkeitsstruktur von Bedeutung:

- die geringere Differenzierbarkeit der Bilder (Wechsel von Level 3 zu 4, von 6 zu 7, von 9 zu 10 usw.) und
- die steigende Bilderanzahl in der Matrix (Level 1 zu 2 zu 3; Level 4 zu 5 zu 6 usw.)

In bezug auf die Fehleranzahl in Abhängigkeit vom erreichten Schwierigkeitslevel (Abb. 3 – 5) werden vor allem in der Viertkläßlergruppe größere Sprünge bei steigenden Bilderzahlen deutlich: die Übergänge zwischen den Differenzierbarkeitsstufen hingegen sind meist mit einer Fehlerdezimierung verbunden.

In der Kindergartengruppe fällt besonders die hohe Fehleranzahl in Level 5, 6 und 8 auf; also den Übergängen von 3 auf 6 bzw. 6 auf 9 Bilder innerhalb der 2. bzw. 3. Differenzierbarkeitsstufe; nicht hingegen bei den Übergängen von zunehmend schwierigerer Differenzierbarkeit der Bilder. Hier scheint insgesamt ein kritisches Anforderungsprofil für Kinder dieser Altersstufe erreicht zu sein.

Bei Kindern der 2. Klasse wird kein systematischer Fehleranstieg hinsichtlich steigender Bilderanzahl deutlich; vielmehr zeigt diese Gruppe ab der 10. Stufe einen kontinuierlichen Fehleranstieg und einen deutlichen Abfall vom 14. zum 15. Schwierigkeitsgrad (Erhöhung der Bilderanzahl von 6 auf 9 innerhalb der 5. Differenzierbarkeitsstufe). Bei den „sehr leichten“ (Level 1 – 3) und „leichten Bildern“ (Level 4 – 6) steigt die Anzahl der Fehler bei mehr Bildern in der Matrix nicht.

Bei den Schülern der 4. Klasse werden ab dem 7. Schwierigkeitsgrad deutliche Shifts beim Übergang zur steigenden Bilderanzahl innerhalb eines Differenzierungsgrades sichtbar (Abb. 5). Bei den sehr leichten Bildern (Level 1 – 6) wird die nächste Schwierigkeitsstufe vorwiegend ohne Fehler erreicht. Beim Übergang auf die 6. Differenzierbarkeitsstufe, bei dem die Bilderanzahl von 9 auf 3 abfällt, dezimiert sich die Fehleranzahl sehr deutlich.

Trotz Validierung der Schwierigkeitsstruktur durch die Entwickler des Verfahrens „Aufmerksamkeit und Konzentration“ wird hier eine Unstetigkeit des Schwierigkeitsverlaufs vermutet. Weitere Untersuchungen sind erforderlich.

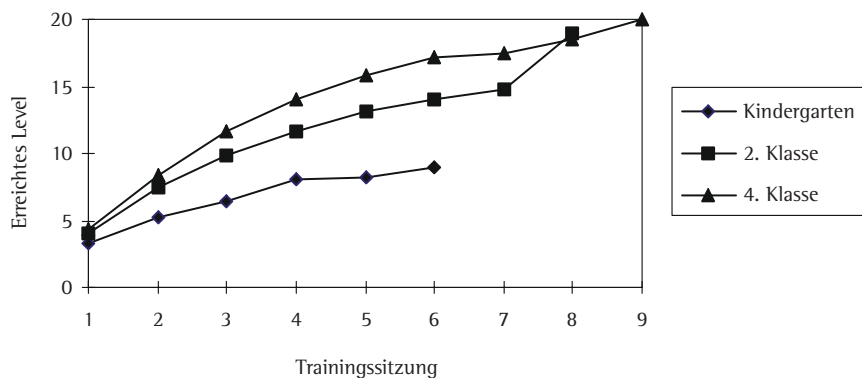


Abb. 2: Mittelwert des Schwierigkeitsverlaufs für die 3 Kindergruppen

(c) *Reaktionszeiten*: Als Reaktionszeit wird die Zeit vom Erscheinen der Bildmatrix bis zur Entscheidung für ein Bild bezeichnet. Mittelwert und Standardabweichung der Reaktionszeiten zeigen die Abbildungen 6 bis 8. Bei allen Kindergruppen zeigen sich ähnliche Verläufe, wobei die Reaktionszeiten mit zunehmendem Alter sinken. Der Ab-

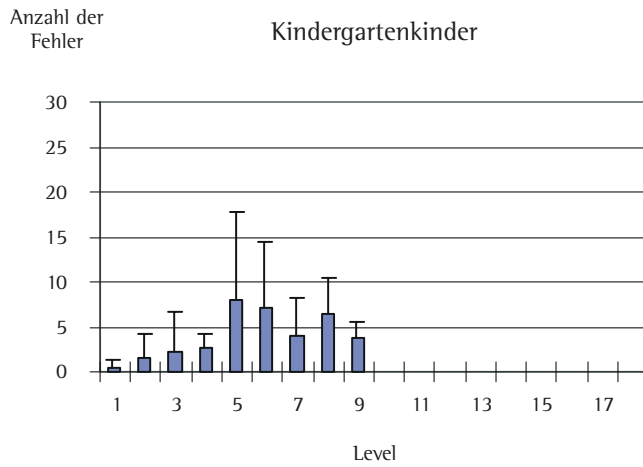


Abb. 3: Mittelwert und Standardabweichung der Fehleranzahl pro Level für die Kindergartenkinder

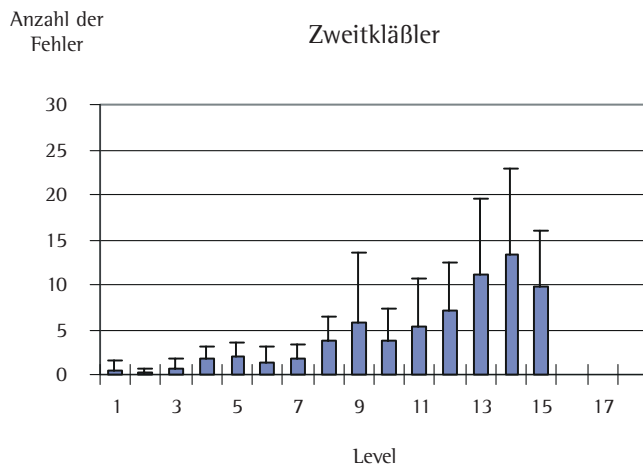


Abb. 4: Mittelwert und Standardabweichung der Fehleranzahl pro Level für die Kinder der 2. Klasse

fall der durchschnittlichen Reaktionszeit in den ersten 3 Leveln erklärt sich mit einer zunehmenden Routine bei der Lösung der Aufgaben und dem wachsenden Aufgabenverständnis. Danach wird analog zur Fehleranzahl eine Stufenstruktur der Balkendiagramme sichtbar mit einer positiven Beziehung zwischen Reaktionszeit und Bilderanzahl und einem Abfall zur nächstschwierigeren Differenzierungsstufe mit drei Bildern.

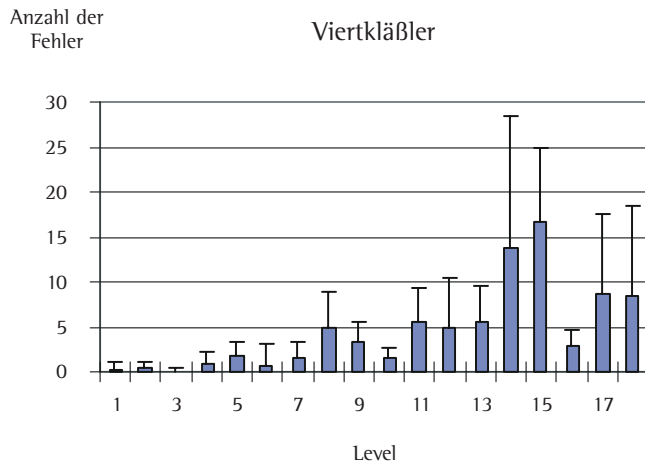


Abb. 5: Mittelwert und Standardabweichung der Fehleranzahl pro Level für die Kinder der 4. Klasse

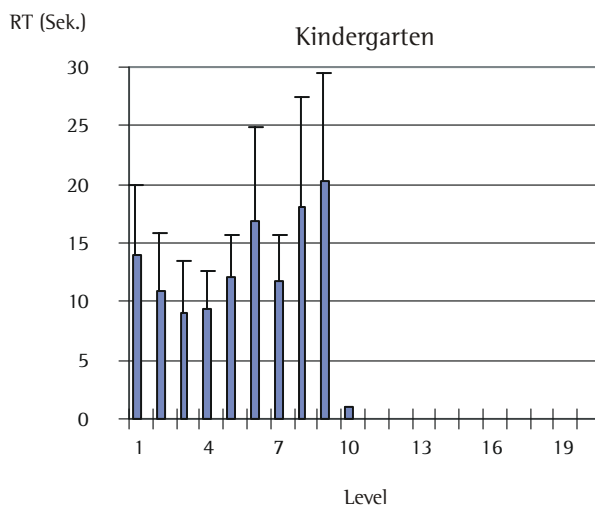


Abb. 6: Mittelwert und Standardabweichung der Reaktionszeit pro Level für die Kindergartenkinder

#### 4 Schlußfolgerungen und Diskussion

Ziel der Studie war es, die Umsetzung der Computeraufgaben am Beispiel des Verfahrens „Aufmerksamkeit und Konzentration“ durch normalgesunde Kinder zu erproben und Schlußfolgerungen für ein optimales computergestütztes kognitives Training bei Kindern zu ziehen.

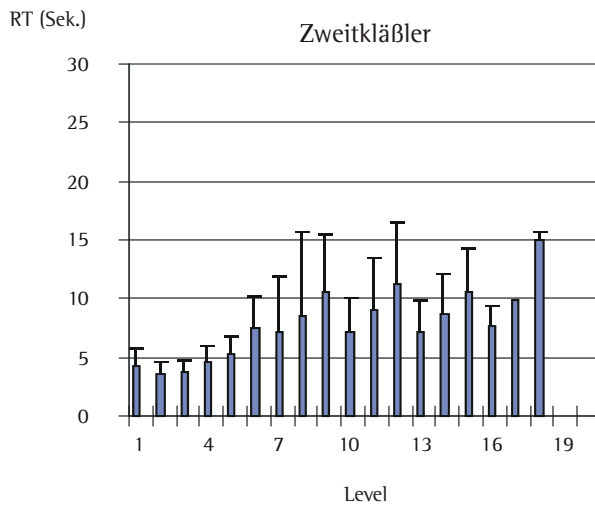


Abb. 7: Mittelwert und Standardabweichung der Reaktionszeit pro Level für die Kinder der 2. Klasse

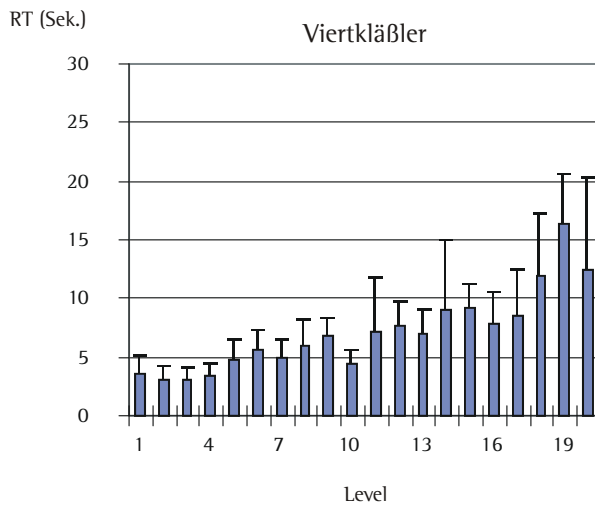


Abb. 8: Mittelwert und Standardabweichung der Reaktionszeit pro Level für die Kinder der 4. Klasse

Aus den Daten der Studie können Empfehlungen zur kindgerechten Gestaltung computergestützter kognitiver Rehabilitationsverfahren im allgemeinen und im speziellen für das RehaCom-Verfahren „Aufmerksamkeit und Konzentration“ abgeleitet werden.

Der wichtigste Befund ist, daß Schulkinder offenbar in größerem Maße von diesem Verfahren profitieren als Kindergartenkinder (vgl. Abb. 2), da sie im Durchschnitt steilere Verläufe der erreichten Schwierigkeitslevel pro Sitzung zeigen. In der MANOVA

war dieser Effekt hochsignifikant. Eine Analyse der beiden anderen Leistungsparameter (Reaktionszeit, Fehleranzahl) sowie die Fragebogenerhebung erlauben Hypothesen zu kausalen Beziehungen zwischen Programmeigenschaften und den abhängigen Variablen. So fiel beispielsweise auf, daß Fehleranzahl und Reaktionszeit in allen drei Gruppen systematisch beim Übergang von 3 auf 6 Bilder innerhalb einer Differenzierbarkeitsstufe anstieg, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Die Ergebnisse implizieren folgendes: Instruktionen sollten deutlich gekürzt werden und eine kindgemäßere Ausdrucksweise verwenden. Sie sollten direkt mit einem Handeln an Beispielen verbunden werden (learning by doing). Auch erscheint eine schrittweise Gliederung der Instruktion sinnvoll. So könnten etwa bei Zunahme der Bilderanzahl, bei einem differenzierteren Bildgeschehen sowie bei einem Wechsel von konkreten zu abstrakten Bildern die dann notwendigen Hinweise erscheinen. Das Kind kann diese Informationen im Zusammenhang mit seinem konkreten Handeln aufnehmen und verarbeiten. Weiterhin könnten Instruktionen auditiv über einen Lautsprecher gegeben werden, um jüngeren Kindern, die noch nicht lesen können, den Umgang mit dem Programm zu erleichtern.

Fehlerhäufungen führten zu einem Motivationsabbau. Ursache ist unter anderem eine nicht ausreichende Fehleranalyse durch das Verfahren für die Kinder. Einer kindgerechten Gestaltung der Rückmeldungen muß deshalb zukünftig verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt werden. Neben akustisch ansprechenden nonverbalen Signalen sind verbale Rückmeldungen denkbar. Darüber hinaus gibt es aus dem Trickfilmbereich Anregungen für visuelle Informationen (Figuren, auch in Bewegung, Smilies). Ein deutlicheres Hervorheben des falschen Bildes und eine akustische und visuelle Fehleranalyse wären denkbar. Ziel ist die selbständige Bewältigung der Probleme durch das Kind.

Die Bildmotive müssen für Kinder überarbeitet werden. Kinder der Kindergarten-Gruppe hatten Probleme mit Bildern, bei denen räumliches Vorstellungsvermögen verlangt war. Dieser Befund erscheint im Kontext der Zielgruppe hirngeschädigter Kinder von besonderem Interesse, da bei rechthemisphärischen Insulten von viel schlechteren Leistungen der räumlichen Wahrnehmung ausgegangen werden muß. Insgesamt ist bei der Auswahl der Bildmotive zu berücksichtigen, daß sie für Kinder attraktiv sind und keine Fähigkeiten voraussetzen, die aufgrund ihres Entwicklungsstandes noch nicht vorhanden sind. Besonders bei den jüngsten Kindern hat sich gezeigt, daß die Verständlichkeit der Aufgabe vom jeweiligen Bildangebot abhängt.

Am Ende jeder Trainingssitzung erscheint eine Leistungsübersicht für alle bisherigen Trainingssitzungen als Balkengraphik. Es hat sich herausgestellt, daß die Kinder aller Gruppen trotz Erklärungen diese Graphik nicht verstanden. Es wird empfohlen, die Graphik kindgerechter zu gestalten oder ersatzlos zu streichen. Eine sofortige Rückmeldung der Leistung ist viel wichtiger als eine Zusammenfassung zum Ende des Trainings.

Bezüglich der Akzeptanz des Trainingsverfahren durch die Kinder ist festzustellen, daß sich die Mehrzahl der Kinder der 2. und 4. Klasse motiviert an den Trainingssitzungen beteiligte. Fast alle Kinder haben das Angebot, das Programm durch eine Stop-Taste zu unterbrechen, nicht wahrgenommen. Dies ist als Zeichen dafür zu werten, daß sie Spaß am Training fanden und keine Langeweile aufkam.



Alle Kinder der 2. und 4. Klasse waren innerhalb der ersten beiden Trainingssitzungen mit der Aufgabe vertraut. In allen Gruppen haben die Kinder so gut gearbeitet, daß die Schwierigkeit kontinuierlich erhöht werden konnte. Das spricht dafür, daß der eigentliche Trainingsablauf für gesunde Kinder gut verständlich ist. Im Aufbau der Aufgabe und bei der Bedienung sind keine Änderungen erforderlich.

Nur die Kindergartenkinder benötigten bei einem Wechsel des Schwierigkeitsniveaus häufig Unterstützung und suchten zusätzliche Rückmeldungen, bevor sie ihre Bildauswahl endgültig trafen. Die Begleitung eines solchen Trainings durch einen Therapeuten erscheint für Kinder bis zu sechs Jahren notwendig.

Um Motivationseinbrüchen gerade in der ersten Sitzung vorzubeugen, empfiehlt sich eine Anpassung der Schwierigkeitsstufen an das Niveau des jeweiligen Kindes; d.h. es kann nach einer Einschätzung der Leistungsfähigkeit mit höheren Leveln begonnen werden.

Die mittleren Schwierigkeitsverläufe (erreichte Level pro Sitzung) liefern erste Informationen, welche Leistungen von gesunden Kindern erwartet werden können. Sie dienen im weiteren als Referenz für den Leistungsvergleich mit hirngeschädigten Kindern.

Die Analyse der Fehleranzahl und der Reaktionszeiten geben Aufschluß zur Kontinuität der im Verfahren „Aufmerksamkeit und Konzentration“ gewählten Schwierigkeitsstruktur. Die unterschiedlichen Leistungsverläufe der Gruppen hinsichtlich des erreichten Schwierigkeitsgrades pro Sitzung, die einen deutlichen Lernzuwachs der Schulkinder und geringere Steigungen zwischen den Sitzungen bei Kindergartenkindern zeigen (s. Abb. 2), liefern Hinweise auf die Notwendigkeit spezifischer Anpassungen des Verfahrens an die verschiedenen Altersklassen. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die Anwendung des Verfahrens bei hirngeschädigten Kindern von Bedeutung. Bei dieser Population muß insgesamt von in Relation zur Altersgruppe geringeren Fähigkeiten, insbesondere hinsichtlich der Lernprozesse, ausgegangen werden. Weitere Untersuchungen sind erforderlich.

## Literatur

- BRICKENKAMP, R./KARL, R. (1986): Geräte zur Messung von Aufmerksamkeit, Konzentration und Vigilanz. In: BRICKENKAMP, R. (Hg.): Handbuch apparativer Verfahren in der Psychologie. Göttingen: Hogrefe, S. 195-211.
- CICERONE, K.D. (1996): Attention Deficits and Dual Task Demands after Mild traumatic Brain Injury. *Brain-Injury* 10 (2), 79-89.
- BROADBENT, D. (1969): Perception and communication. Oxford: Pergamon Press.
- GELDMACHER, D.S./HILLS, E.C. (1997): Effect of Stimulus Number, Target-to-Distractor Ratio, and Motor Speed on Visual Spatial Search Quality Following Traumatic Brain Injury. *Brain Injury* 11 (1), 59-66.
- LAUTH, G.W. (1988): Die Vermittlung handlungsweisender und handlungsregelnder Komponenten in der Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen. Bericht über den 36. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie.
- LEON-CARRION, J./RODRIGUEZ-DUARTE, R./BARROSO-MARTIN, J.M./MACHUCA, F./DOMINGUEZ-MORALES, M.R./MURILLO, F./FORASTERO, P./MUNOZ, M.A. (1996): The Attentional System in Brain Injury Survivors. *International Journal of Neuroscience* 85 (3-4), 231-236.
- MATEER, C.A./KERNS, K.A./ESO, K.L. (1996): Management of Attention and Memory Disorders Following Traumatic Brain Injury. *Journal of Learning Disabilities* 29 (6), S. 618-632.

- NEUHÄUSER, G. (1995): Neuropsychologische Störungen. In: PETERMANN, F. (Hg.): Lehrbuch der klinischen Kinderpsychologie. Göttingen: Hogrefe, S. 407-418.
- NIEMANN, H./RUFF, R.M./BASER, C.A. (1990): Computer-Assisted Attention Retraining in Head-Injured Individuals: A Controlled Efficacy Study of an Outpatient Program. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 58 (6), 811-17.
- POSNER, M.I./RAFAL R.D. (1987): Cognitive Theories of Attention and the Rehabilitation of Attentional Deficits. In: MEIER, J.J./BENTON, A.L./DILLER (Hg.): Neuropsychological Rehabilitation. New York: Guilford Press, S. 182-201.
- PROSIEGEL, M. (1991): Neuropsychologische Störungen und ihre Rehabilitation. München: Pflaum, S. 72-79.
- REMSCHMIDT, H. (1981): Neuropsychologische Befunde nach entzündlichen Erkrankungen des Gehirns und nach Schädel-Hirn-Traumen. In: REMSCHMIDT, H. (Hg.): Neuropsychologie des Kindesalters. Stuttgart: Enke, S. 302-320.
- STURM, W. (1989): Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen. In: POECK, K. (Hg.): Klinische Neuropsychologie. Stuttgart: Thieme, S. 371-399.
- WHYTE, J./POLANSKY, M./FLEMING, M./COSLETT, H.B./CAVALUCCI, C. (1995): Sustained Arousal and Attention after Traumatic Brain Injury. *Neuropsychologia* 33 (7), 797-813.

Anschrift der Verfasser/innen: Dipl.-Psych. Andrea Diebel, Neurologisches Therapiezentrum, Hohensandweg 37, 40591 Düsseldorf.