

# EXPERIMENTE ZUR AUFMERKSAMKEITSTEILUNG – VERÄNDERUNGEN DURCH ÜBUNG

*Was messen wir, um was zu beurteilen ?*

*Was üben wir, um was zu verbessern ?*

Dissertation  
der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften  
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von  
Dipl.-Psych. Hartwig Kulke  
Herzogenaurach

Tübingen 2007

Tag der mündlichen Qualifikation:

11.07.2007

Dekan:

Prof. Dr. Michael Diehl

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Bruno Preilowski

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Martin Hautzinger

Für meine Familie

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	Theorie	8
1.1	Einleitung	8
1.2	Aufmerksamkeit – eine unterschätzte Ressource?	9
1.3	Dimensionen der Aufmerksamkeit	11
1.4	Aufmerksamkeitsteilung im Alltag – Beispiel Autofahren	15
1.5	Theoretische Modelle der Aufmerksamkeitsteilung	17
1.6	Kann (geteilte) Aufmerksamkeit überhaupt trainiert werden ?	22
1.7	Trainingsgegenstände – Grundfunktionen oder Alltagshandlungen ?	25
1.8	Trainingsziele – Abhängige Variablen einer Test- und Trainingsaufgabe	26
1.9	Aufmerksamkeitsteilung bei neuen vs. bereits geübten Aufgaben	28
2.	Zur Konzeption eines Trainings als gezielte Maßnahme zum Routine- Erwerb	36
2.1	Trainingsprozeduren – Was wirkt beim Aufmerksamkeitstraining ?	36
2.2	Wie müßte ein effektives Training aussehen – Optimale Trainingsparadigmen	39
2.2.1	Übungsfrequenz und –dauer	40
2.2.2	Therapeutisches Setting	41
2.2.3	Schwierigkeitsgrade und Zieldefinitionen	42
2.2.4	Rückmeldungen	43
2.3.	Forderungen an Trainingsverfahren	44
2.3.1	Variabilität	44
2.3.2	Realitätsnähe	44
2.3.3	Wissenschaftliche Evaluation des Verfahrens ?	45
2.4.	Am Markt erhältliche Trainingsverfahren	46
2.5	Gebot der Spezifität ?	48
3.	DIVATT und divtrain – zur Entwicklung und Beschreibung des Meß- und Trainingsinstruments	50
4.	Studie 1: Evaluation eines computergestützten Trainings zur geteilten Aufmerksamkeit bei Patienten	55
4.1	Fragestellung und Hypothesen	56
4.2	Methoden	56
4.2.1	Versuchspersonen	56
4.2.2	Verwendete Instrumente	57
4.3	Ergebnisse	58

4.4	Diskussion	65
4.4.1	Hypothese 1	66
4.4.2	Hypothese 2	66
4.4.3	Hypothese 3	67
4.4.4	Zusammenfassung	67
5.	Studie 2: Effekte eines unspezifischen Trainings auf Aufmerksamkeitsleistungen	69
5.1	Hypothesen	70
5.2	Methoden	70
5.2.1	Versuchspersonen	70
5.2.2	Untersuchungsmethodik	71
5.3	Ergebnisse	72
5.4	Diskussion	74
6.	Studie 3: Generalisierung von Trainingseffekten auf Aufgaben identischen Inhalts, aber veränderter räumlicher Anordnung auf der x- Achse bei hirngesunden Probanden	76
6.1	Untersuchungsgegenstand	76
6.2	Hypothesen	77
6.3	Methoden	77
6.3.1	Stichprobenbeschreibung	77
6.3.2	Untersuchungsmethodik	78
6.4	Ergebnisse	79
6.5	Verlaufsstatistik	82
6.6	Diskussion	87
7.	Studie 4: Generalisierung von Trainingseffekten auf Aufgaben identischen Inhalts, aber weiter veränderter räumlicher Anordnung bei hirngesunden Probanden	89
7.1.	Ziel der Untersuchung	89
7.2.	Hypothesen	90
7.3.	Methoden	91
7.3.1	Stichprobenbeschreibung	91
7.3.2	Untersuchungsmethodik	91
7.4	Ergebnisse	92
7.4.1	Trainingseffekt	92
7.4.2	Transfereffekt	93
7.4.3	Individualität	94

7.4.4	Verlaufsanalysen	94
7.4.4.1	Verlaufsanalysen der Richtigen	94
7.4.4.2	Verlaufsanalysen der Fehlreaktionen	99
7.5	Diskussion	106
8.	Studie 5: Effekte einer veränderten Teilaufgabe auf die Leistung in unverändert gebliebenen Teilaufgaben	108
8.1.	Ziel der Untersuchung	108
8.2	Hypothesen	108
8.3	Methoden	109
8.3.1	Stichprobenbeschreibung	109
8.3.2	Studiendurchführung	110
8.4	Ergebnisse	112
8.4.1	Trainingseffekt	113
8.4.2	Transfereffekt	114
8.4.3	Universalität des Lerngewinns	116
8.4.4	Konstanz der Leistung(sentwicklung) in den peripheren Aufgaben	123
8.5	Systematische Stichprobenunterschiede zwischen Studie 4 und Studie 5 ?	132
8.6	Diskussion	133
8.7	Strategische Hinweise	135
9.	Studie 6: Analyse von Trainingsprozessen und Transfereffekten bei Patienten	137
9.1	Unterschiede im Trainingsprocedere gegenüber Gesunden	138
9.2.	Therapeutischer Effekt vs. Deckeneffekt ?	139
9.3.	Stichprobenbeschreibung und Verfahrensweise	139
9.4	Ergebnisse	140
9.4.1	Linke Aufgabe	140
9.4.2	Mittlere Aufgabe	143
9.4.3	Rechte Aufgabe	145
9.4.4	Transfer auf spiegelbildliche Aufgabe	147
9.5	Diskussion	148
10.	Analyse einzelner Trainingsverläufe	155
10.1	Frau M.	155
10.2	Herr T.	159
10.3	HerrX.	164
10.4	Frau L.	168
11.	Zusammenfassung und abschließende Diskussion	171

---

11.1	Frage 1: Kann die Leistung in einer Aufmerksamkeitsteilungs-Aufgabe durch Üben ihrer selbst gesteigert werden ?	172
11.2	Frage 2: Welche Auswirkung hat die Veränderung des Aufgaben-layouts ?	174
11.3	Frage 3: Welche Veränderung entsteht durch die Modifikation einer Teilaufgabe ?	175
11.4	Frage 4: Generalisierung auf völlig andere Aufgaben ?	176
11.5	Welche Mechanismen bewirken eine Verbesserung der Aufmerksamkeitsteilung ?	178
11.6	Was messen wir, um was zu beurteilen ?	178
11.6.1	Was messen wir ?	179
11.6.2	Was wollen wir beurteilen ?	179
11.7	Was üben wir, um was zu verbessern ?	181
11.7.1	Was üben wir ?	181
11.7.2	Was wollen wir verbessern ?	182
11.8	ToDo-List und Ausblick	183
12.	Literaturliste	185
13.	Test- und Trainingsmaterial	193
14.	Danksagung	195

# 1. THEORIE

## 1.1. EINLEITUNG

Die wesentliche Aufgabe des kognitiven Systems ist die Verarbeitung von Informationen. Hierbei spielt das Konstrukt der Aufmerksamkeit eine zentrale Rolle. Aufmerksamkeit ist notwendig, um angebotene Informationen überhaupt erst wahrnehmen zu können, und dies auch unter extrem widrigen Bedingungen. Die Situation kann z. B. so reizarm sein, daß die kognitive Aktiviertheit extrem reduziert ist, dennoch muß die Aufmerksamkeit sicherstellen, daß auf gefährliche oder auch anderweitig relevante Signale rasch reagiert werden kann. Auch die gegenteilige Situation beansprucht die Aufmerksamkeit in extremer Weise. In einer Menschenansammlung mit vielfältigem Stimmengewirr besteht die Anforderung darin, ein Gespräch mit einer einzelnen Person zu führen, dieser exakt zuzuhören, auch komplexe Inhalte zu verstehen, dabei sämtliche übrigen akustischen Signale auszublenden. Dennoch behalten wir auch hier ein Mindestmaß an Wachsamkeit für Signale außerhalb des Dialoges, die von entscheidender Bedeutung sein könnten, etwa alarmierende, die Sicherheit bedrohende Botschaften oder auch nur die Erwähnung des eigenen Namens.

Bei der Verarbeitung visuell dargebotener Informationen stellt sich die Situation noch komplexer dar als bei der Wahrnehmung akustischer Botschaften. Die Suche nach optischen Stimuli setzt nicht nur generell Wachsamkeit voraus, sondern auch eine Form von räumlicher Explorationsleistung, die ihrerseits einer effizienten Strategie bedarf (siehe etwa STURM et al 2005). In Situationen, in denen mehr als ein Stimulus für uns Relevanz besitzt, kann es erforderlich sein, mehrere Prozesse gleichzeitig zu beobachten und zu überwachen. Die Fähigkeit zur gleichzeitigen Verarbeitung ist auch erforderlich, wenn zusätzlich über den auditiven Wahrnehmungskanal oder weitere Sinnesmodalitäten relevante Informationen dargeboten werden.

Ein zusätzlich bedeutungsvoller Aspekt von Aufmerksamkeitsleistung liegt in der zeitlichen Dimension, sowohl was die Frequenz der Stimulation als auch was die zeitliche Dauer der Beanspruchung anbelangt. Es mag sein, daß es uns kurzfristig gelingt, unter Aufmerksamkeitsteilungs-Bedingungen adäquat und rasch zu reagieren. Diese Fähigkeit kann jedoch einer raschen Ermüdung unterworfen sein mit dem Ergebnis, daß wir nach kurzer Zeit nur verzögert reagieren können, relevante Stimuli auslassen, falsche Entscheidungen treffen oder wesentliche Teilaspekte eines komplexen Prozesses ignorieren und uns nur noch mit einem Sachverhalt beschäftigen. Unter dem Blickwinkel, daß

Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an die selektive und die geteilte Aufmerksamkeit in unserem Alltag sehr häufig vorkommen und oft über Stunden hinweg ausgeübt werden müssen, besitzt der zeitliche Aspekt besonders hohe Relevanz.

Auch ein anderer Aspekt der zeitlichen Dimension verdient Beachtung, vor allem bei komplexen Aufgabenstellungen. Es kann vorkommen, daß wir uns einer solchen Aufgabenkonstellation zunächst recht ungeordnet und planlos widmen, mit entsprechend bescheidenem Ergebnis, daß wir aber mit der Zeit Ordnungsprinzipien und Lösungsstrategien entwickeln und optimieren, die das Ergebnis wesentlich verbessern, so daß die erzielte Leistung eher zunimmt.

Noch nicht abschließend geklärt ist aus meiner Sicht, inwieweit es sich bei der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung um eine einheitliche aufgabenunabhängige Ressource handelt, die unmittelbar gemessen oder auch durch Training verbessert werden kann, und die sich in gleicher Weise bei vertrauten wie bei neuen Aufgaben auswirkt. Zur Klärung dieser Frage sollen in der vorliegenden Arbeit unterschiedliche Transfereffekte untersucht werden, die im Folgenden konkret zu definieren sind.

## 1.2 AUFMERKSAMKEIT - EINE UNTERSCHÄTZTE RESSOURCE ?

Trotz der zentralen Bedeutung der Aufmerksamkeitsleistung für viele Alltagsaufgaben wird der Anteil dieser Funktion an kognitiver Alltagskompetenz von neuropsychologischen Laien oft unterschätzt. Andere Funktionen wie etwa das Gedächtnis, das logisch-schlußfolgernde Denken oder das divergente Denken werden häufiger als wesentlich für die Alltagsbewältigung genannt. Ein Teil der Erklärung für das Schattendasein des Konstrukts Aufmerksamkeit liegt sicherlich in der Vielzahl unterschiedlicher Begrifflichkeiten in der Forschung und in der Alltagssprache. Andererseits wird die Reaktionsgeschwindigkeit (mit der das Konstrukt Alertness gemessen wird) als wichtig eingeschätzt und gilt in Laienkreisen sogar als zentrale Voraussetzung für eine Fahreignung, obwohl Untersuchungen beispielsweise von HARTJE und anderen nur einen geringen statistischen Zusammenhang zwischen Alertness und Fahrtauglichkeit finden konnten (HARTJE et al 1991). Die

Konzentrationsfähigkeit wiederum, Synonym für selektive Aufmerksamkeit<sup>1</sup>, gilt durchaus als wichtige Kompetenz zur Durchführung kognitiv schwieriger Aufgaben, etwa das Lesen komplexer Texte. Sie gilt jedoch gemeinhin weniger als ressourcengesteuert und eher als motivational bedingt ("konzentriere dich doch mal auf das Wesentliche!"). Ein Alltagsbegriff, der äquivalent zur Aufmerksamkeitsteilung sein könnte, ist dem Autor nicht bekannt.

An dieser Unterschätzung der Bedeutung von Aufmerksamkeit ändert sich auch nach einer erworbenen Hirnschädigung nichts. Nach einer Untersuchung von VAN ZOMEREN (1981) an 62 Patienten nach schwerem Schädelhirntrauma klagt etwa die Hälfte der Betroffenen über Störungen des Gedächtnisses, erst danach kommen Beschwerden wie Ermüdbarkeit, gesteigertes Schlafbedürfnis, Irritierbarkeit, Langsamkeit und Aufmerksamkeitsprobleme. Exploriert man die geklagten Gedächtnisstörungen genauer, so stellt sich sehr häufig heraus, daß es sich real eher um Aufmerksamkeitsdefizite handelt. STURM (2005) weist zu Recht darauf hin, daß das Phänomen des "verlegten Schlüsselbunds" in aller Regel kein Gedächtnis-, sondern eher ein Aufmerksamkeitsproblem ist, weil wir meist schon im Augenblick des hoch automatisierten Akts der "Schlüsselablage" unserer Aufmerksamkeit auf andere externe oder interne Reize gerichtet haben und so eine Gedächtnisabspeicherung des Ereignisses verhindert wurde. Diese Feststellung ist von hoher Relevanz, wenn es um die Therapie entsprechender Alltagsdefizite geht; hier ist es oft gar nicht so einfach, die Betroffenen von ihrer Fixierung auf vermeintliche Gedächtnisdysfunktionen abzubringen.

Auch mit zunehmendem Abstand zum schädigenden Ereignis gelingt es oft nicht, den Betroffenen die Bedeutung von Aufmerksamkeitsdefiziten hinreichend begreifbar zu machen. Sehr häufig wird daher im klinischen Alltag trotz abweichender diagnostischer Einschätzung explizit ein Gedächtnistraining statt eines Aufmerksamkeitstrainings durchgeführt, da die Betroffenen die ökologische Validität einer intakten Gedächtnisfunktion sehr viel plausibler erscheint. Nur sehr differenzierte Patienten, die zu einer kritischen Selbstbeobachtung bereit und in der Lage sind, berichten gelegentlich mit Anzeichen von Verblüffung von Phänomenen, die sie selbst Aufmerksamkeit oder Konzentration zuschreiben, etwa die Unfähigkeit seit der Erkrankung, einen Spaziergang mit der Partnerin zu unternehmen und dabei gleichzeitig zu gehen und ein Gespräch zu führen.

---

<sup>1</sup> Der von BÜTTNER & L. SCHMIDT-ATZERT (2004) postulierten Differenzierung zwischen Aufmerksamkeit und Konzentration soll hier nicht gefolgt werden

### 1.3. DIMENSIONEN DER AUFMERKSAMKEIT

Die in der Praxis der neuropsychologischen Diagnostik gebräuchliche Unterteilung verschiedener Aufmerksamkeitsleistungen folgt im Prinzip der Unterteilung, die von ZIMMERMANN & FIMM zu Beginn der neunziger Jahre vorigen Jahrhunderts in ihrer Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung TAP vorgenommen wurde. Dabei ging es den Autoren erklärtermaßen nicht um eine umfassende Taxonomie der Aufmerksamkeit; in der einleitenden Erläuterung auf der Website ([www.psytest.net](http://www.psytest.net)) wird lediglich auf die Forderung von GRONWALL (1987) Bezug genommen, möglichst einfache Prozesse zu erproben und zu untersuchen, um komplexe Prozesse besser zu verstehen.

Dabei sollte man sich durchaus bewußt machen, daß die elementaren Aufmerksamkeitsdimensionen, wie sie etwa STURM (1996) beschreibt, nicht einmal unter Laborbedingungen sauberlich isoliert werden können. Betrachtet man die Subtests der TAP als derzeitigem Goldstandard der Aufmerksamkeitsdiagnostik, so sind unter anderem folgende (vermutlich unvermeidliche) Kontaminationen bei der Messung der Grundfunktionen festzustellen:

- Bei der Alertnessprüfung wird die rasche Reaktion auf ein einfaches optisches Signal verlangt. Dabei wird zwischen tonischer (über einen längeren Zeitraum hinweg gehaltener) Alertness und phasischer (d.h. auf einen Warnreiz kurzfristig gesteigerter) Alertness unterschieden. Unter der phasischen Bedingung ist zwangsläufig auch eine Reaktionsunterdrückung auf den akustischen Reiz hin erforderlich, dies entspricht einem selektiven Aufmerksamkeit-Paradigma.
- im Untertest „Go/Nogo“ (Bedingung 2 aus 5) werden in quasi-zufälliger Reihenfolge 5 unterschiedliche optische Stimuli präsentiert, nur auf zwei davon soll reagiert werden. Diese Aufgabe erfordert ein differentielles Einprägen der kritischen Stimuli und der Distraktoren. Dieser Prozess stellt also mindestens Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis, aber auch an die figurale Differenzierung. Ähnliche Probleme haben eine ganze Reihe von anderen TAP-Subtests.

Abb. 1.1.

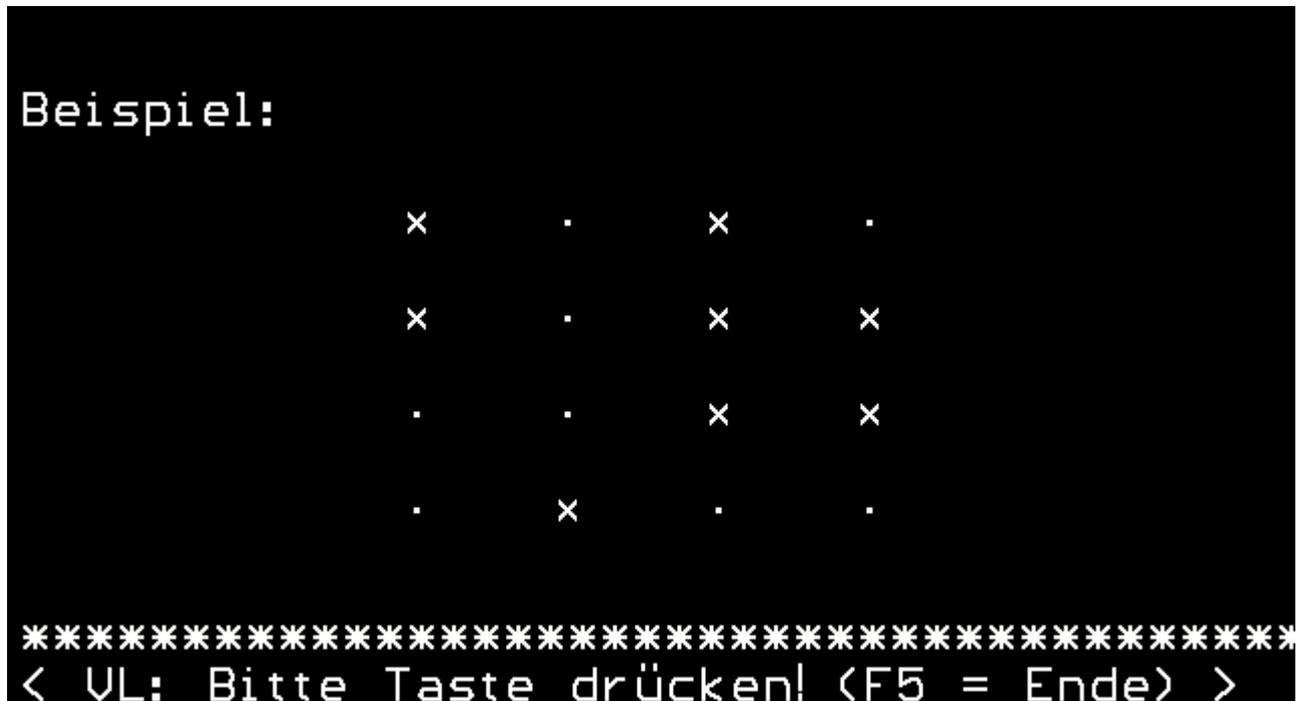
Instruktion im TAP-Subtest „Go/Nogo“



- der Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ der TAP erfordert die Aufmerksamkeitsteilung zwischen einer optischen und einer akustischen Aufgabe. Die optische Aufgabe besteht darin, auf einem Punktfeld quasi-zufällig verstreute Stimuli daraufhin zu überprüfen, ob sie eine bestimmte räumliche Anordnung (Quadrat) aufweisen; bei der akustischen Aufgabe werden regelmäßig wechselnde Töne dargeboten, reagiert werden muß auf die Verletzung dieses Prinzips, d.h. zwei gleiche Töne in Folge. Beide kritischen Ereignisse müssen mit derselben Taste beantwortet werden. Beide Aufgaben sind im Grunde klassische GoNogo-Aufgaben; es geht also nicht etwa um die Aufmerksamkeitsteilung zwischen zwei Einfachreaktionsaufgaben, sondern um eine deutlich kompliziertere Anforderung. Bei der visuellen Aufgabe spielt zudem die räumliche Aufmerksamkeitsverteilung eine wesentliche Rolle.

Abb 1.2

Punktefeld mit Stimuli (rechts ist der kritische Reiz sichtbar)



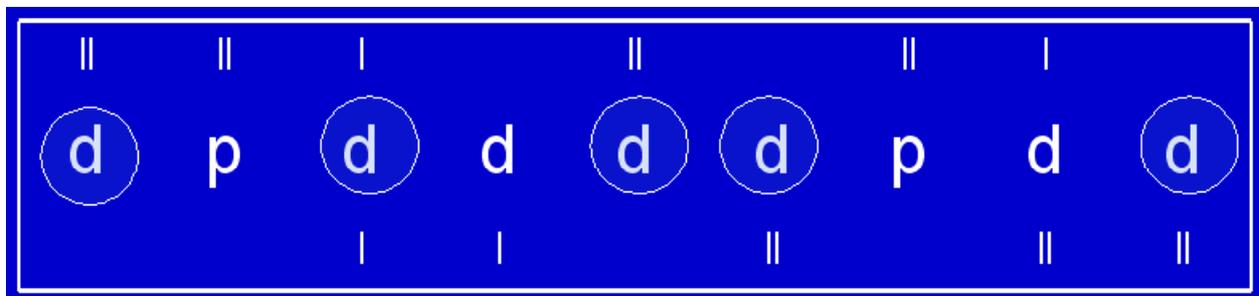
Für herkömmliche Paper-Pencil-Verfahren gelten noch deutlichere Einschränkungen. Der d2-Aufmerksamkeit-Belastungstest, eines der gebräuchlichsten Verfahren zur Messung der Konzentration (Synonym für selektive Aufmerksamkeit), verlangt die zeilenweise Kontrolle von Buchstabenreihen („d“ und „p“), die zusätzlich mit einem, zwei, drei oder vier Strichen versehen sind; durchzustreichen sind alle „d“ mit zwei Strichen. Dieser Test, der unter hohem Zeitdruck zu bearbeiten ist, erfordert außer der Aufmerksamkeitsselektivität natürlich auch ein Maß an Aufmerksamkeitsteilung zwischen der Buchstaben-Unterscheidungs-Aufgabe und der Beachtung des Strichkriteriums. STURM ergänzt noch die Faktoren Gesichtsfeld, Neglect, Form- und Buchstabenerkennung, räumliche Orientierung beim Erkennen von oben und unten, nicht zuletzt auch erhebliche potentielle Interferenzen durch motorische Probleme (persönliche Mitteilung August 2006).

Die moderne Taxonomie der Aufmerksamkeit ist über die Subtestliste der TAP hinweggegangen. STURM (2005) unterteilt in Anlehnung an VAN ZOMEREN Aufmerksamkeit in die Dimensionen Intensität und Selektivität. Zur ersten rechnet er die Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness), sowohl in intrinsischer als auch in tonischer und phasischer Form, sowie Aspekte der zeitlichen Dimension (Daueraufmerksamkeit, Vigilanz). Zur zweiten rechnet er die selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit, die visuell-räumliche

selektive Aufmerksamkeit (Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus) sowie die geteilte Aufmerksamkeit. Der Begriff der intrinsischen Alertness ist auch in Sturms Sprachgebrauch relativ neu, gemeint ist damit eine Art phasischer Alertness, die ihre Steigerung jedoch nicht von einem externen Stimulus bezieht, sondern durch interne Vorgänge, z. B. Selbstinstruktion.

---

Abb. 1.3  
*d2-Items*



In der Klassifikation der TAP müßten der intrinsischen Alertness eigentlich die Resultate der tonischen Alertness zugeordnet werden, wenn man davon ausgeht, daß ein Proband, der weiß, daß er sich in einer Testsituation befindet, sicherlich Mechanismen der Selbstinstruktion einsetzt, zumindest dann, wenn er an einem möglichst guten Resultat interessiert ist. Die eigentliche tonische Alertness würde sich, so betrachtet, allenfalls in einer Situation messen lassen, in der die besondere Aktiviertheit einer testpsychologischen Untersuchung nicht mehr gegeben ist. Bei der klinischen Wertung ist dieser Faktor durchaus von Bedeutung. Von ADHD-Kindern wird berichtet, daß sie bei neuropsychologischen Untersuchungen der Aufmerksamkeit durchaus normgemäße Werte erzielen können, auch wenn sie in Alltagssituationen auffällig schlechte Aufmerksamkeitsleistungen zeigen. Die Vermutung liegt nahe, daß ihre intrinsische Alertness durch die Testsituation beeinflusst wird und somit andere Werte als die eigentlich zu messende tonische Alertness gemessen werden. Davon unabhängig stellt sich die Frage nach der klinischen Wertung auffälliger Abweichungen. Raschere Reaktionen unter der phasischen Bedingung in der Alertness werden bei Gesunden vorausgesetzt, das ergeben die Normierungsdaten. Ein negativer Kennwert gilt als Einschränkung der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit auf einen Warnreiz hin

zu steigern. Aber es könnte auch bedeuten, daß der Proband mehr von internen als von externen Warnstimuli profitiert bzw. daß der Warnnton mit der Selbstinstruktion interferiert.

Rückt man die geteilte Aufmerksamkeit in den Mittelpunkt der Betrachtung, so kann der Einteilung von Sturm nicht vollständig gefolgt werden. Im Grunde spielen nach Auffassung des Autors bei der Aufmerksamkeitsteilung sämtliche genannten Aspekte von Aufmerksamkeit eine Rolle, hinzu addiert sich die Notwendigkeit, sich mit mehreren Aufgaben gleichzeitig beschäftigen zu müssen. Jede Teilaufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit stellt Anforderungen an die Alertness, meistens auch an die selektive Aufmerksamkeit. Darüber hinaus spielt die räumliche Aufmerksamkeitsverteilung meist eine Rolle, auch der zeitliche Aspekt ist von Bedeutung. Eine Aufgabe, die geteilte Aufmerksamkeit messen will, muß also diesen Anforderungen Rechnung tragen.

So kann es nicht verwundern, daß neuere funktionelle Bildgebungsstudien (u.a. MADDEN et al 1997, STURM et al 1999) eine Vielzahl von Netzwerken im Kortex gefunden haben, die an komplexen Aufmerksamkeitsleistungen beteiligt zu sein scheinen. Eine differenzierte Isolation einzelner Aufmerksamkeitsanteile gelingt nur näherungsweise über mathematische Operationen.

#### 1.4 AUFMERKSAMKEITSTEILUNG IM ALLTAG - BEISPIEL AUTOFAHREN

Zur Illustration der Bedeutung von Aufmerksamkeitsteilung sei hier die Tätigkeit des Autofahrens herausgegriffen. Mit einem Fahrzeug am Straßenverkehr teilzunehmen stellt eine Vielzahl von gleichzeitigen Anforderungen. Im visuellen Bereich ist die Verkehrssituation, der Straßenverlauf und Straßenzustand vor dem Fahrzeug sowie die Beschilderung zu beobachten. Gleichzeitig muß eine regelmäßige Sicherheitsexploration im Rückspiegel und nach den Seiten stattfinden. Ebenfalls gleichzeitig muß das Instrumentarium im Armaturenbrett beobachtet werden, mit der Aufgabe, auf kritische Werte (etwa das Überschreiten der zulässigen Motortemperatur, das Absinken des Benzinstandes unter eine bestimmte Schwelle oder das Überschreiten der aktuell zulässigen Geschwindigkeit oder der Motordrehzahl) angemessen zu reagieren. In der auditiven Sinnesmodalität werden Warnsignale von außerhalb des Fahrzeugs dargeboten, gleichzeitig sind Motorgeräusche zu beachten, die beispielsweise einen Gangwechsel nahelegen. Verfügt der Verkehrsteilnehmer noch über wenig fahrerische Routine, kommt zu diesen

ganzen Prozessen noch die bewusste Durchführung von Teilroutinen wie etwa einkuppeln, schalten oder einlenken hinzu.

Angesichts der Fülle der zu bewältigenden Aufgaben erscheint es durchaus bemerkenswert, daß viele Autofahrer weitere zusätzliche Stimulationen während des Verfahrens nicht nur akzeptieren, sondern auch willentlich herbeiführen. So läuft in zahlreichen Fahrzeugen regelmäßig das Radio mit Musik- oder Textbeiträgen, gelegentlich wird nebenher telefoniert, auch intensive Gespräche mit einem oder mehreren Beifahrern kommen vor. Zusätzliche, nicht mit dem Autofahren direkt verbundene motorische Aktivitäten wie etwa rauchen, trinken oder essen finden statt.

In schwierigen Verkehrssituationen, die ein Höchstmaß an Aufmerksamkeit erfordern, scheint es allerdings zu gelingen, weniger relevante Teile des Stimulationsangebots zu ignorieren. Das Gespräch mit Beifahrern wird unterbrochen, die Beiträge aus dem Radio werden ausgeblendet. Nach der Bewältigung der problematischen Situation können die unterbrochenen Parallelprozesse wiederaufgenommen werden.

Autofahren, so scheint es, erfordert auch bei routinierten Fahrern zumindest gelegentlich ein Höchstmaß an Aufmerksamkeitsleistung. BROUWER (2002) weist allerdings auf einen verblüffenden Aspekt hin. Fallbeobachtungen von SCHENCK & MAHOWALD (1995) berichten von zwei Schlafwandlern, denen es im Schlaf gelang, ihre Fahrzeuge zu besteigen und 8 bzw. 23 Kilometer weit zu fahren, ohne einen Unfall zu verursachen. Natürlich erfolgten diese Fahrten nachts unter ruhigen Verkehrsbedingungen. Dennoch ist es erstaunlich, daß es beiden Personen gelang, durchaus komplexe Handlungen auszuführen und Prozesse zu überwachen, ohne dabei wach zu sein, eine Voraussetzung, die uns ansonsten für jede Form kognitiver Kontrolle von Handlungen unabdingbar scheint. Eine von beiden Personen wurde im Schlaflabor intensiv mit polygraphischen Aufzeichnungen untersucht, dabei zeigte sich im EEG eine regelmäßige ablaufende Kombination von Verhaltensaktivierung und anhaltendem Schlaf, die wohl auch während der nächtlichen Fahrt vorgeherrscht haben dürfte.

Im Alltag wird immer wieder davon berichtet, daß Personen unter massivem Alkoholeinfluß gelegentlich durchaus lange Strecken als Autofahrer zurücklegen, ohne Unfälle zu verursachen, obwohl sie zum gleichen Zeitpunkt kaum mehr in der Lage sind, etwa einer komplexen Argumentation zu folgen. Diese Beobachtung legt, zusammen mit den Fallbeobachtungen von SCHENCK & MAHOWALD, die Vermutung nahe, daß zumindest beim

routinierten Autofahrer die Bedienung seines Fahrzeugs einerseits und die Navigation durch den Straßenverkehr andererseits so hoch automatisiert sind, daß diese Prozesse gleichsam im Schlaf bewältigt werden können. Es ist zu vermuten, daß dies jedoch nur dann gelingt, wenn keine Situationen auftreten, die einen Abbruch von Routinen mit Prüfung der Situation und möglicher Neuentscheidung verlangen.

## 1.5. THEORETISCHE MODELLE VON AUFMERKSAMKEITSTEILUNG

Als Erklärung für die Möglichkeit bzw. Fähigkeit, mehrere Dinge gleichzeitig zu tun, existieren verschiedene alternative Erklärungsansätze, die in zwei größere Lager eingeteilt werden können: Ressourcenmodelle vs. „Selection-for-action“-Ansätze.

LECLERQ (2002) unterscheidet im Kern zwei Erklärungsmodelle mit jeweils einigen Varianten, die unterschiedliche Ressourcen zur Lösung der Aufmerksamkeitssteilung unterstellen. Die Ressourcenmodelle, beispielsweise die Theorien der zentralen Kapazität (BROADBENT 1958) und die modularen Theorien (DEUTSCH & DEUTSCH 1963), nehmen an, dass der Organismus mit einer begrenzten Verarbeitungskapazität auskommen muss. Die Aufmerksamkeit dient somit der Kompensation dieses Ressourcendefizits.

Die ältere von beiden Theorien, für die etwa NORMAN & BOBROW (1975) oder KAHNEMAN (1973) stehen, unterstellt eine einzige zentrale Verarbeitungskapazität, die einem Individuum zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung steht und die bei Vorliegen mehrerer Anforderungen zugleich eine Ressourcenaufteilung vornehmen muß. Die Leistung des Individuums bei Aufmerksamkeitssteilung hängt entweder von den aktuell verfügbaren Ressourcen ab (also von ihm selbst, hier sprechen NORMAN & BOBROW von einer ressourcenbegrenzten Verarbeitung) oder aber von der Qualität des Inputs (mithin dem Schwierigkeitsgrad der Aufgabe, der Nomenklatur der Autoren zufolge die datenbegrenzte Verarbeitung).

Die modularen Theorien hingegen nehmen an, dass multiple spezifische, d.h. modulare Verarbeitungssysteme oder Verarbeitungsressourcen existieren. Das Gehirn wird als massiv paralleles, hochverknüpftes und interaktives Rechensystem betrachtet, das über modulare Subsysteme verfügt, die selektiv auf bestimmte Ereignisse reagieren. Die Aufgaben

interferieren nur, wenn sie dieselbe Ressource beanspruchen (inhaltsspezifische Interferenz).

Für die Beschreibung dessen, was unter den Grenzen zentraler Ressourcen zu verstehen ist, werden verschiedene Bilder bemüht. HIRST (1986) verwendet den Vergleich mit einer Benzinreserve, um eine Art begrenzter mentaler Energie zu symbolisieren. Andere Autoren rekurren auf die Kapazitäten benötigter kognitiver Funktionen, etwa des Arbeitsgedächtnisses, die nicht einfach durch Anstrengung überwunden werden können.

Werden zwei Aufgaben gleichzeitig bearbeitet, so müssen sie sich die zur Verfügung stehenden Ressourcen teilen. Sollten unter diesen Bedingungen beide Aufgaben gleich gut erledigt werden wie bei separater Durchführung, so ist anzunehmen, daß die Verarbeitungsgüte jeder einzelnen Aufgabe eher datenbegrenzt ist, somit nicht die Grenzen der vorliegenden Ressourcen des Organismus beansprucht.

Im Prinzip ist den Autoren zufolge durchaus vorstellbar, daß eine Aufgabe die Erledigung der anderen Aufgabe geradezu begünstigt (ein Musiker liest seine Noten und läßt sich simultan von einem Metronom den Takt triggern); häufiger dürfte jedoch der Fall sein, daß gemeinsame Ressourcen beansprucht werden, die Aufgaben sich daher wechselseitig stören. Die Leistung in jeder Teilaufgabe wird davon abhängen, wieviel Ressourcen das Individuum der Aufgabe zuteilt. COHEN (1993) hat darauf aufbauend ein geometrisches Modell von Ressourcen-Interferenzen entwickelt, das versucht, das Ausmaß der Wechselwirkungen vorherzusagen.

Das Modell stößt in zweierlei Hinsicht auf Grenzen. Zum einen ist es sehr abstrakt, nicht ohne weiteres zurückführbar auf bekannte hirngorganische Prozesse. Zum anderen ist es in einer Reihe von Experimenten nicht gelungen, die mathematischen Annahmen über Wechselwirkungsprozesse empirisch zu belegen.

WICKENS (1984) postulierte ein mehrdimensionales Modell multipler Ressourcen. Er ging davon aus, daß für verschiedene Anforderungsmodalitäten verschiedene Ressourcen angelegt sind, die weitgehend unabhängig voneinander zur Verfügung stehen. Das WICKENS-Modell unterscheidet vier Dimensionen, nämlich die Verarbeitungsmodalität (visuell, auditiv), das zu verarbeitende Material (sprachlich, bildlich), das Verarbeitungsstadium (Enkodierung, zentrale Verarbeitung, Output) und den Typus der Reaktion (manuell, oral). Diese Dimensionen bauen orthogonal aufeinander auf, nutzen

daher keine gemeinsamen Ressourcen. Das würde bedeuten, daß zwei Aufgaben, die in diesem Sinn unterschiedlichen Dimensionen zuzuordnen sind (etwa einen Tastendruck bei kritischen visuellen Reizen und eine Lautäußerung bei kritischen akustischen Reizen, um nur ein Beispiel zu nennen), sich gegenseitig nicht oder kaum stören würden. Im Gegenzug würden sich Aufgaben insbesondere dann gegenseitig behindern, wenn sie sich sehr ähnlich sind bzw. ähnliche Verarbeitungsressourcen in Anspruch nehmen. Nach dem WICKENS-Modell dürfte der Subtest "geteilte Aufmerksamkeit" aus der TAP im Grunde genommen wenig Validität für das eigentlich zu messende Kriterium besitzen, da er lediglich auf Response-Ebene, also in einer einzigen Dimension, gemeinsame Ressourcen beansprucht. Ein geeignetes Meßinstrument müßte nach dieser Vorgabe die Bearbeitung von Aufgaben verlangen, die auf allen Ebenen verwandte Ressourcen beanspruchen, im Idealfall also Aufgaben derselben Sinnesmodalität.

Das Postulat von WICKENS ist allerdings rasch in die Kritik geraten, vor allem aufgrund der Willkürlichkeit der angenommenen Dimensionen. Zudem hat es sich schon beim aktuellen Differenzierungsgrad als sehr unhandlich und wenig hilfreich in der Anlage experimenteller Untersuchungen erwiesen, insbesondere in Anbetracht seiner Funktion, Interferenzeffekte vorherzusagen.

Der Interferenzgrad zwischen mehreren Aufgaben ist so gesehen die wichtigste Determinante der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung. Das Ausmaß der Beeinflussung der Aufgabenbewältigung wird durch drei Größen moduliert: die Aufgabenähnlichkeit (z.B. ALLPORT, ANTONIS & REYNOLDS, 1972), die Aufgabenschwierigkeit (SPELKE, HIRST & NEISSER, 1976) und die Übung, bzw. der Grad der Automatisierbarkeit der Aufgabenbearbeitung (z.B. KAHNEMAN, 1973). Die Aufgabenähnlichkeit beeinflusst dann die Leistung in parallel zu verarbeitenden Aufgaben, wenn gleiche Ressourcen der Informationsverarbeitung (während des Prozesses der Wahrnehmung bis hin zur Reaktion) beansprucht werden. Die Aufgabenschwierigkeit wirkt sich mit steigender Komplexität negativ auf die Leistung aus: Je schwieriger die Aufgabe, desto schlechter ist die Leistung. Der Faktor Übung wirkt sich positiv auf die Leistung aus. Je mehr die Aufgabe geübt wird, desto besser ist die Leistung. Die positive Korrelation zwischen Übung und Leistung ist dann ganz besonders hoch, wenn Aufgaben oder Teile von Aufgaben automatisiert werden können.

Auch beim Modell von WICKENS kann jedoch auf die Annahme einer Instanz, die die Zuteilung der Ressourcen moderiert, nicht vollständig verzichtet werden. Bei Aufgaben, die verwandte Ressourcen beanspruchen, gerät die Funktionsweise seines Modells in große

Ähnlichkeit zu der Annahme einer gemeinsamen zentralen Ressource. EYSENCK & KEANE (1991) weisen zu Recht darauf hin, daß die beanspruchten Aufmerksamkeitsressourcen beim gleichzeitigen Bearbeiten zweier Aufgaben keineswegs der Summe der beanspruchten Ressourcen jeder Einzelaufgabe entsprechen, sondern daß Koordinationsprozesse zusätzliche Ressourcen verbrauchen.

In einem gewissen Gegensatz zu dieser eher perzeptiv orientierten Sichtweise versteht der „Selection for Action“-Ansatz von ALLPORT (1987), NEUMANN (1987) und später VAN DER HEIJDEN (1992) Aufmerksamkeitsselektivität und -teilung eher von der Seite der handlungsvermittelnden Funktion. Darunter verstehen die Autoren die effiziente Koordination von spezifischen Handlungszielen einer Aufgabe auf allen Ebenen. Das Verarbeitungssystem des Individuums operiert abgestimmt von der Wahrnehmung bis zur motorischen Reaktion auf die Zielerfüllung hin. STYLES (1997) sieht in diesem Zusammenhang die eigentliche problemlösende Funktion der Aufmerksamkeit darin, dass sie das gewünschte Verhalten durch die richtige Informationsauswahl zur richtigen Zeit bezüglich des richtigen Gegenstands in effizienter Weise ermöglicht.

Im Gegensatz zu den Ressourcenmodellen nehmen die „Selection-for-action“-Ansätze an, dass Verarbeitungsengpässe nicht aus einer begrenzten Ressource entstehen, sondern aus den Einschränkungen unserer Verhaltensmöglichkeiten. Aus dieser Perspektive ist Aufmerksamkeit kein Ausgleich eines Defizits, sondern dient der Sicherung des Verhaltenserfolgs. Es werden nur solche Reize verarbeitet, die zur Realisierung einer konkreten Handlung benötigt werden. Reize, die zur Ausführung einer konkurrierenden Handlung führen könnten, werden ausgeblendet.

Während die Ressourcenmodelle Aufmerksamkeit als Schutzfunktion für kognitive Prozesse betrachten, sehen die „Selection-for-action“-Ansätze Aufmerksamkeit auch als Schutzfunktion für motorische Prozesse. So plausibel dieses Modell klingt, so wenig Beitrag leistet es aus der Sicht des Autors für das Verständnis der gestörten Aufmerksamkeitsleistung einerseits und vor allem für das Verständnis der koordinativen Mechanismen, die hierfür erforderlich sind. Selbst bei Aufgabenkombinationen, die völlig unterschiedliche Dimensionen in Anspruch nehmen, macht es wenig Sinn, anzunehmen, sie liefen völlig autonom ohne koordinierende Instanz ab. Das wäre selbst dann nur eingeschränkt möglich, wenn die zugrundeliegenden zerebralen Prozesse sich an keiner Stelle kreuzen oder schneiden würden, was man kaum unterstellen kann. Eine interessante Analogie findet sich in der aktuellen Computerentwicklung. Derzeit werden Prozessoren angeboten, die zwei oder mehrere Kerne haben, die jeder für sich unabhängig arbeiten

können, d.h. tatsächlich weitgehend simultan verschiedene Aufgaben lösen können. Dennoch wird de facto selbst bei einem speziell für Dual-Core-Prozessoren geschriebenen Programm die Bearbeitungszeit nicht halbiert, da ein Teil der Ressourcen für die Prozeßkoordination verbraucht wird. Sinnvollerweise benötigen wir daher auch für mehrere gleichzeitig ablaufende kognitive Beanspruchungen ein Modell, das das übergeordnete Regime dieses Koordinationsprozesses beschreibt.

Im Grunde genommen kann es sich wohl allenfalls bei Aufgaben, die völlig unterschiedliche Sinnesmodalitäten und efferente Prozesse beanspruchen, um einen tatsächlich weitgehend simultan ablaufenden Prozeß handeln. Bei anderen Aufgabenkonstellationen, die entweder auf Stimulus- oder auf Response-Seite gemeinsame Ressourcen nutzen, wären ohne Koordination Interferenzen zu befürchten. Die „Cognitive Bottleneck“- Theorie, die für solche Fälle postuliert, eine Response auf Stimulus B könne erst erfolgen, wenn die Reaktion auf Stimulus A abgeschlossen sei, vorausgesetzt A ist zeitlich zuerst aufgetreten, hat wenig für sich und wurde auch zumindest mit gesunden Probanden durch SCHUMACHER et al (2001) und HAZELTINE et al (2002) widerlegt. Beide Arbeitsgruppen gehen analog der Arbeitsweise eines Prozessors in einem Computer-System von einer sequentiellen Anordnung von Zeit-Slots aus, wobei die übergeordnete Instanz hauptsächlich vorgibt, mit welcher Frequenz welche Teilaufgabe welches Zeitvolumen erhält. Parallelen dieses Vorgangs mit der Arbeitsweise des Supervisory Attentional Systems nach SHALLICE (1988) sind offensichtlich. Auch eine Schlußfolgerung von STURM (2005) aus einer ganzen Reihe von Studien (MCDOWEL et al 1997, VAN ZOMEREN & VAN DEN BURG 1985, ROUSSEAU et al 1996) geht in diese Richtung. Demnach sei die geteilte Aufmerksamkeit wesentlich von SAS-Funktionen abhängig, mithin einem System, das wesentlich für die exekutive Kontrolle zuständig ist und bei exekutiven Störungen den Kern des Problems bildet.

Um tatsächlich die Teilung von Aufmerksamkeit zu überprüfen (und ggf. zu trainieren), scheint es sowohl unter dem Blickwinkel des Modells der zentralen Ressource als auch unter dem des WICKENS-Modells geboten, Aufgaben zu wählen, die auf Stimulus- und Response-Ebene gemeinsame Ressourcen verwenden, also maximal interferieren. Hier kann den Einlassungen der Testautoren im Testmanual der TAP, wonach ein geeignetes Instrument zur Messung der geteilten Aufmerksamkeit sicherzustellen habe, daß es nicht zu strukturellen Interferenzen zwischen den Informationskanälen komme, nur mit Unverständnis begegnet werden. Gerade diese strukturellen Interferenzen dürften bei alltagsnaher Beanspruchung von Aufmerksamkeitsteilung eher die Regel als die Ausnahme sein.

Das Paradigma des Subtests Geteilte Aufmerksamkeit der TAP kann unter diesem Aspekt folgerichtig dann nicht befriedigen, wenn eine Vorhersage für die Leistungsfähigkeit bei Aufgabenkonstellationen getroffen werden soll, die nicht völlig unabhängige Ressourcen benutzen. Schon alleine die voneinander sehr unterschiedlichen Teilaufgaben bilden nicht die Mechanismen ab, wie sie beim Monitoring von Aufgaben höherer Ähnlichkeit ablaufen müssen. Diese Überlegung veranlaßte SCHELLIG schon parallel zur Konzeption der TAP, deren erste Fassung noch Commodore-64-basiert war, zu der Entwicklung des DAT (divided attention test) auf derselben Plattform, der die simultane Kontrolle und Bearbeitung dreier visueller Aufgaben verlangt und der in den Folgejahren zusammen mit dem Autor in die Entwicklung des DIVATT und des daraus entstandenen Trainingsprogramms divtrain mündete. Beide Verfahren werden in der vorliegenden Arbeit eine zentrale Rolle spielen und daher noch genauer beschrieben (siehe Kapitel 3).

## 1.6. KANN (GETEILTE) AUFMERKSAMKEIT ÜBERHAUPT TRAINIERT WERDEN ?

Dieser Frage wollen wir uns zunächst auf der Ebene der Behandlung gestörter Aufmerksamkeit nähern. Moderne neuropsychologische Therapieansätze (vgl. etwa WENDEL et al 2005) rücken kompensatorisch und adaptiv orientierte Therapiestrategien in den Vordergrund und beleuchten restitutiv orientierte Vorgehensweisen sehr kritisch. Im Mittelpunkt der Kritik an einer therapeutischen Vorgehensweise, die ausgehend von Testresultaten bestimmte Teilleistungen durch übende Verfahren zu verbessern sucht, steht das dabei unterstellte Konzept einer prinzipiellen Modularisierbarkeit therapeutischer Interventionen (siehe etwa LUCIUS-HOENE 2005).

Bei aller grundsätzlichen Zustimmung zu diesen Positionen sei eindringlich davor gewarnt, das Kind mit dem Bade auszuschütten. Sowohl die Erfahrung im klinischen Alltag einer neurologischen Rehabilitationseinrichtung als auch empirische Evidenz (z. B. PLOHMANN et al 1998, RÖHRING et al 2004) belegen, daß Aufmerksamkeit sowohl in Intensität als auch in Selektivität durch Trainingsmaßnahmen verbessert werden kann, sogar gelegentlich im chronifizierten Stadium (KULKE et al 2003). Hinzu kommt, daß die Auswahl geeigneter therapeutischer Strategien in hohem Maße abhängig ist vom zeitlichen Abstand zur Schädigung bzw. vom erreichten Stand der Krankheitsverarbeitung. Patienten im postakuten Stadium, wie sie sich in der Regel in der Anschlußheilbehandlung befinden, sind nach aller klinischen Erfahrung wenig empfänglich für kompensatorische oder adaptive Angebote. So

kurz nach der Erkrankung oder Verletzung rechnen sie gemeinhin noch mit vollständiger Wiederherstellung. Eine Auseinandersetzung mit möglicherweise irreversiblen Anteilen ihrer Symptomatik setzen sie mit Resignation und Verzicht auf Heilung gleich. Erst nachdem die Grenzen der Remission deutlich erkennbar und erlebbar geworden sind, entsteht Offenheit für Wege, sich mit den verbliebenen Störungen zu arrangieren.

Zumindest im postakuten Stadium haben daher wiederherstellungsorientierte Therapiemaßnahmen, die ihre Wirksamkeit bewiesen haben, ganz sicher ihren Platz. Es gilt allerdings, hierfür geeignete Verfahrensweisen zu identifizieren.

Dies ist in der Forschungspraxis keine leichte Aufgabe. Eine Frage wie die grundsätzliche Verbesserungsfähigkeit einer definierten Aufmerksamkeitsleistung durch Training hat sehr ungleiche Antwortchancen. Gelingt in einer Studie eine Verbesserung anhand des Trainingsverfahrens A, unter bestimmten Bedingungen (Zeittakt, Sitzungsdauer, Trainingsdauer, Lernmodus), überprüft prä und post mit dem Test B, so kann die Titelfrage dieses Absatzes prinzipiell mit ja beantworten, wobei noch nichts über Zeitstabilität des Fortschritts ausgesagt ist. Mißlingt ein solcher Nachweis, so ist die Titelfrage damit noch nicht negativ beantwortet. Die Gründe für das Missslingen könnten beispielsweise im falsch ausgesuchten Verfahren oder im ungeeigneten Trainingsparadigma liegen. Eine derart kritische Ergebniswürdigung unterbleibt gelegentlich, auch in Meta-Analysen. Meta-Analysen müssen also auch bezüglich der Tauglichkeit der eingesetzten Meßinstrumente und der Trainingsmethodik bewertet werden, nicht nur bezüglich statistischer Maßstäbe.

Ein weiteres Interpretationsproblem stellt sich dann, wenn Test- und Trainingsprozedur eine hohe Ähnlichkeit aufweisen. PARK & INGLES (2001) fanden in ihrer Meta-Analyse über 30 Aufmerksamkeit-Therapiestudien Belege dafür, daß die Erfolge eines Aufmerksamkeitstrainings wesentlich davon abhängig sind, inwieweit Training und Testmethode sich zumindest in einigen Aspekten ähneln. Wenn dies zuträfe, so entspräche dies unter den Fragestellungen des vorigen Subkapitels am ehesten einem Rehearsal-Effekt ohne relevante Auswirkung auf anders konstruierte Aufgaben. Sollten PARK & INGLES recht haben, so wäre ein Aufmerksamkeitstraining, daß andere als direkt alltagsrelevante Aufgaben einübt, reine Zeitverschwendung.

Belege für diese eher pessimistische Einschätzung der Wirkung von Aufmerksamkeitstrainings lassen sich auch aus Arbeiten von PIASETZKY et al (1983) ableiten. Sie verwendeten fünf unterschiedliche computergestützte Verfahren (basierend auf dem

ORM-Programm nach BEN YISHAY) ein Trainingsparadigma, bei dem die Verfahren zur Ergebnismessung identisch waren mit den Trainingsverfahren. Im Ergebnis zeigten sich durchweg signifikante Verbesserungen im geübten Verfahren, die über Monate hinweg Zeit stabil waren, jedoch keinerlei Transfer auf die folgende (inhaltlich andere) Übung. Auch SOHLBERG & MATEER (1987) berichteten nach Versuchen mit sehr differenzierten, spezifischen Aufmerksamkeitsanforderungen angepaßten Übungsprogrammen (APT) ähnliche Effekte.

Mehr Hoffnung machen Forschungsarbeiten, die das von STURM et al (1993) entwickelte computergestützte Trainings Programm AIXTENT in seiner Wirksamkeit untersuchten; hier sind vor allem die Arbeiten von STURM selbst (1994,1997,2003) als auch eine vom Entwicklerteam des Programms unabhängige Forschergruppe um PLOHMANN (PLOHMANN et al 1998) zu nennen. In allen genannten Arbeiten konnten die Trainingsfortschritte durch vom Trainingsparadigma abweichende Tests (TAP) bestätigt werden, in der letztgenannten Arbeit auch durch verbesserte Alltagsleistungen (gemessen durch Fragebogen). Die Schlußfolgerung ist daher erlaubt, daß die enttäuschenden Ergebnisse der Untersuchungen aus den achtziger Jahren möglicherweise eher auf suboptimal ausgearbeitete Trainingsprogramme zurückgehen. Entscheidend können also die Entwicklungfortschritte im Bereich der Trainingsmethodik sein.

Die Frage der prinzipiellen Steigerbarkeit von Aufmerksamkeitsleistungen durch Training kann zumindest für den Bereich gestörter Aufmerksamkeit als gesichert positiv beantwortet werden. Eine Untersuchung einer differentiellen Frage in diesem Bereich verlangt daher größtmögliche Sorgfalt bei der Verfahrensselektion und bei der Anlage des Trainingsmusters, um nicht fälschlicherweise negative Resultate zu generieren. Eine Auseinandersetzung mit Trainingszielen, Trainingsparadigmen und Trainingsverfahren ist daher wichtig und soll im Folgenden geleistet werden.

Über die Möglichkeit, bei Gesunden eine Steigerung der Aufmerksamkeitsleistungen durch Training zu erzielen, liegen wenige Untersuchungen vor. Das grundsätzliche Potential ist sicherlich nicht unplausibel (siehe das mehrfach bemühte Beispiel des Autofahrens), es soll zusammen mit der Frage des Übungstransfers in der vorliegenden Arbeit mit untersucht werden.

## 1.7 TRAININGSGEGENSTÄNDE – GRUNDFUNKTIONEN ODER ALLTAGSHANDLUNGEN?

Klinische Erfahrungen mit Patienten, die in erster Linie bezüglich geteilter Aufmerksamkeit auffällig sind, zeigen uns, daß die Betroffenen in der Regel keine Schwierigkeiten haben, Vorgänge parallel durchzuführen, die weiterhin einen hohen Automatisierungsgrad aufweisen, für die sie also stabile und funktionierende Handlungsrouinen haben; ihre Probleme mit anderen Verhaltensweisen scheinen im Kern drei Wurzeln zu haben:

- Einige bisher hoch automatisierte Prozesse benötigen nach der Schädigung kognitive Kontrolle (zum Beispiel gehen, schlucken)
- Die Fähigkeit zur raschen Entwicklung neuer funktionierender Handlungsmuster (Routinen) scheint beeinträchtigt.
- Die kognitive Kontrolle bereits gefundener, aber noch nicht automatisierter Routinen gelingt nur eingeschränkt.

Die Verbesserung der Re-Automatisierung sollte aus der Sicht des Autors nicht die zentrale Intention klinisch-neuropsychologischer Interventionen sein. Die Automatisierung motorischer Vorgänge ist in erster Linie Aufgabe der Physiotherapie, das Einüben konkreter Handlungsvorgänge wäre als Rehabilitationsstrategie angesichts der Vielzahl beeinträchtigter Handlungen ein uferloses Unterfangen, das nur für einige wenige besonders alltagsrelevante Aufgaben Sinn macht, die in der Struktur von Rehabilitationskliniken in der Regel in der Ergotherapie bearbeitet werden. Hier sei GOLDENBERG (2002) in seiner Ablehnung der Therapie basaler kognitiver Funktionen zugunsten alltagsnaher Übungen ausdrücklich widersprochen. Die nicht vorhandene Generalisierung des Einübens von Alltagshandlungen ist inhärenter Anteil dieses Vorgehens, nicht der Restitutionstherapie an sich. Neuropsychologisches Handeln sollte an sich die Ambition anlegen, Kompetenzzuwächse zu erzielen, die generalisierungsfähig sind, deren Effekte also über diejenigen bei der geübten Aufgabe hinausgehen. Wenn wir demnach ein übendes Verfahren einsetzen, dann ist dies nur dann gerechtfertigt, wenn entweder die geübte Aufgabe direkt Alltagsrelevanz besitzt oder aber wir nachweisen können, daß Verbesserungen in diesem Verfahren Transfereffekte auf andere Aufgaben haben, die ebenfalls Aufmerksamkeitsteilung erfordern.

## 1.8. TRAININGSZIELE - ABHÄNGIGE VARIABLEN EINER TEST- UND TRAININGSAUFGABE

Grundsätzlich sind verschiedene Parameter denkbar, um ein bestimmtes Leistungsniveau in der Aufmerksamkeitsteilung zu beschreiben:

- das Arbeitstempo (bei Aufgaben, die die Reaktionsgeschwindigkeit erfassen)
- die Fehlerzahl (Fehlreaktionen und Auslassungen)
- eine Maßzahl, in der Arbeitstempo und Fehlerzahl verrechnet sind.

Für die letztgenannte Variante sei beispielhaft das Maß „GZ-F“ genannt, mit dem im d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest die Sorgfaltsleistung ermittelt wird und das sich als Differenz zwischen der Summe der bearbeiteten Zeichen insgesamt und der Zahl der fälschlich angestrichenen oder ausgelassenen kritischen Reize errechnet.

Die Wahl einer geeigneten Maßzahl erscheint keineswegs beliebig, sondern stellt eine gewisse Vorentscheidung dar, welcher Aspekt der Aufgabe vorrangig gemessen werden soll. Wählt man das Arbeitstempo, so erhält der Aspekt der Aufmerksamkeitsintensität ein höheres Gewicht, wählt man die Fehlerzahl, so rückt die Aufmerksamkeits-Selektivität in den Vordergrund.

Die vorliegenden Verfahren sind hier recht uneinheitlich konzipiert. Die TAP stützt sich in ihrer Normierung schwerpunktmäßig auf die Reaktionsgeschwindigkeit und stellt für die Auswertung von Fehlreaktionen und Auslassungen nur eher grobe Normdaten zur Verfügung. Der Normierungszuschnitt der TAP entstammt, wie zahlreiche Gespräche mit an der Entwicklung der TAP beteiligten Wissenschaftlern belegen, weniger einer theoretischen Prioritätensetzung als vielmehr der Tatsache, daß die Varianz der Fehler in der TAP zu gering ausgefallen ist. Aufgrund dieser Beobachtung wurde in Kauf genommen, daß der Aspekt der Aufmerksamkeitsintensität bei der Messung der geteilten Aufmerksamkeit in der TAP ein Gewicht erhält, das theoretisch und unter Validitätsgesichtspunkten nur schwer zu begründen ist. Zu allem Überfluß leiden die Reaktionszeit-Daten im Subtest Geteilte Aufmerksamkeit unter derart schlechten Gütekriterien, daß die Autoren im Manual explizit auf schlechte Reliabilitätswerte hinweisen und freimütig empfehlen, den Reaktionszeiten

eine eher untergeordnete Bedeutung beizumessen. Dessenungeachtet werden gerade die Reaktionszeit-Normwerte in diesem Test in der gutachterlichen Praxis etwa zur Fahrtauglichkeit tagtäglich zum entscheidenden Beurteilungskriterium erhoben. Im Gegenzug werden in wissenschaftlichen Untersuchungen, in denen die TAP dazu verwendet wird, Ein- und Ausschlußkriterien zu messen, regelmäßig neben Prozentträgen oder T-Werten der Tempoleistung auch Absolutzahlen (!) der Fehler als Kriterium festgelegt (siehe etwa STURM 1997).

Bei oberflächlicher Anwendungsweise der Normdaten der TAP, wie sie im klinischen Alltag oft unterstellt werden muß, riskiert der Untersucher, eine Leistung als unauffällig zu bewerten, bei der der Proband altersgemäß rasch reagiert hat, dabei jedoch eine hohe Zahl an Fehlern begangen hat. Ein solches Ergebnis tritt typischerweise dann auf, wenn ein überforderter Proband sich im Laufe des Tests zur Konzentration auf eine Teilaufgabe bei konsequentem Ignorieren der anderen Teilaufgabe entschieden hat. Spätestens an diesem Punkt ist die Validität des Tests sehr fragwürdig.

Ergebnisdaten von Trainingsprozessen der Aufmerksamkeitsselektivität weisen in Übereinstimmung mit den Einschränkungen der TAP-Autoren selbst in der Regel hauptsächlich Fortschritte in der Fehlerrate aus, kaum im Tempo. Auch bei STURM (2005) läßt sich (wie erwähnt) nachlesen, daß die Effekte spezifisch konzipierter Trainingsverfahren sich am ehesten in einer verbesserten Genauigkeit niederschlagen, während das Tempo (wenn überhaupt) auch von unspezifischen Maßnahmen profitieren kann.

Im Gegensatz zur TAP verlangt das DIVATT-Paradigma bezüglich des Tempos lediglich die Einhaltung eines vorgegebenen Zeittakts. Innerhalb dieses Takts wird in erster Linie die Zahl der Auslassungen und Fehlreaktionen bewertet. Aus diesem Grund fiel die Wahl für die Mehrzahl der hier untersuchten Vorgänge auf das DIVATT-Paradigma. Dabei soll weniger der Nachweis geführt werden, daß eine in sich unveränderte Aufgabe durch Übung schneller und qualitativ besser bewältigt werden kann; dieser Nachweis scheint auch angesichts der bereits zitierten d2-Ergebnisse nicht mehr erforderlich. Der Fokus soll vielmehr darauf liegen, zu untersuchen, inwieweit erzielte Verbesserungen auf andere Aufgaben transferiert werden können.

## 1.9. AUFMERKSAMKEITSTEILUNG BEI NEUEN VS. BEREITS GEÜBTEN AUFGABEN

Legt man die bereits begründete Annahme zugrunde, daß Aufmerksamkeitsteilung von einer zentralen Exekutive gesteuert wird, so ist eine Adaptationsphase anzunehmen, in der verschiedene Varianten zeitlicher Einteilung entwickelt und erprobt werden. Man muß daher vermuten, daß ein Proband ein und dieselbe Aufgabe mehrfach bearbeiten muß, um ein für ihn optimales Arbeitsmodell zu finden.

Dafür gibt es bereits in der früheren neuropsychologischen Forschung Belege. Der Autor war in den achtziger Jahren an einer von der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte finanzierten Studie zur "Belastbarkeit" (Synonym für Daueraufmerksamkeit) beteiligt, deren Ergebnisse leider niemals veröffentlicht wurden. Das Studiendesign sah mehrere Meßzeitpunkte (auch schon während der Baseline-Erhebung) vor, an denen unter anderem mit Hilfe des Wiener Determinationsgerätes Aufmerksamkeitsmaße erhoben wurden. Es zeigte sich, daß praktisch alle Probanden sich schon zwischen den Meßzeitpunkten 1 und 2 deutlich verbesserten, ohne daß sie zwischenzeitlich eine Behandlung erhalten hätten; aufgrund der sehr unterschiedlichen zeitlichen Abstände zum Schädigungszeitpunkt war hier nicht von Spontanremissionseffekten auszugehen, sondern von einer durch spontane Lernvorgänge verbesserten Adaptation an die Aufgabe. Diese Beobachtung ist keine Einzelbeobachtung. In der Literatur existieren Daten zu Konzentrationstests (z.B. WESTHOFF 1993), aus denen hervorgeht, daß die Testleistung, insbesondere die Mengenleistung, von einer Testwiederholung in erheblichem Umfang profitiert. Als Erklärung wird auch hier die gestiegene Vertrautheit mit dem Material, die Kalkulierbarkeit der bevorstehenden Anforderung und die Möglichkeit, Strategien einzusetzen, herangezogen.

In der Tat zeigt auch die klinische Beobachtung bei Patienten, die mit dem Computerprogramm zur Steigerung der geteilten Aufmerksamkeit divtrain (siehe Kapitel 3) behandelt werden, oftmals Verläufe, die für eine Adaptation durch mehrfache Wiederholung sprechen. Die Probanden benötigen mehrere Übungsdurchgänge, die sie in ihrem Schwierigkeitsgrad sicher bewältigen können, um einen Arbeitsstil zu finden, den sie dann auch bei höheren Tempo einzusetzen in der Lage sind.

Stellvertretend für viele Arbeiten sei die jüngste Untersuchung von BÜHNER et al (2006) herangezogen. Die Autoren führten eine Untersuchung zu Übungseffekten in den TAP-Untertests GoNogo und geteilte Aufmerksamkeit sowie im d2-Aufmerksamkeit-Belastungstest durch. Zuerst wurden insgesamt 125 Probanden zunächst mit dem d2-

Aufmerksamkeits-Belastungstest untersucht, danach kamen vier Übungsdurchgänge einer TAP-Aufgabe oder für die Kontrollgruppe ein Leistungsmotivationsinventar. Anschließend wurde der d2-Aufmerksamkeit-Belastungstest erneut durchgeführt.

Durch die Aufteilung in Subgruppen konnten so neben den Effekten im d2 auch Übungseffekte in den genannten TAP-Untertests erfaßt werden, im Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ sogar in allen drei Durchführungsmodi. Gleichzeitig konnten noch Transfereffekte von den TAP-Übungen auf die d2-Leistung untersucht werden.

Die Probanden waren durchweg junge gesunde Personen (Median 22,2 Jahre) mit hohem Bildungsniveau (Studenten). Mithin war ein hohes Leistungsniveau zu erwarten. Um Deckeneffekte im d2 zu vermeiden, wurde die Bearbeitungszeit pro Zeile auf 15 Sekunden verkürzt.

Die Studie konnte aufzeigen, daß die einfache Wiederholung des d2 eine Steigerung der Tempoleistung um 13 Prozent bewirkt, dies auch bei der Kontrollgruppe, so daß die Vermutung eines Transfers von etwaigen Übungsfortschritten in den TAP-Untertests auf die d2-Leistung unzutreffend ist. Während dies noch wenig überraschend ist, da eine Reihe vorausgegangener Studien vergleichbare Resultate erzielt hatte, konnten die Autoren auch Leistungssteigerungen in den TAP-Untertests durch vier Wiederholungsdurchgänge nachweisen, und zwar sowohl in der Reaktionsgeschwindigkeit als auch in den Sorgfaltparametern. Die Testautoren hingegen berichten speziell in diesen Subtests von keinen Übungseffekten (ZIMMERMANN und FIMM 2002), andere Autoren räumen allenfalls ein Verbesserungspotential auf Sorgfaltsebene ein (z. B. FÖLDÉNYI et al 2000). Die von BÜHNER et al. gemessene Leistungssteigerung betrug maximal sieben Prozent.

Zu der Studie von BÜHNER et al (2006) sind allerdings einige kritische Anmerkungen notwendig. Gerade bei der Aufgabenstellung, die für die vorliegende Fragestellung von besonderem Belang ist (geteilte Aufmerksamkeit Quadrate und Töne), beträgt die gemessene Reaktionszeitsteigerung nach vier Übungsdurchgängen nach Rohwerten nicht einmal drei Prozent. Bezogen auf die Norm der 20 bis 29jährigen bedeutet dies eine Steigerung der T-Werte von 50 auf 53, wobei die Testautoren selbst eine kritische Differenz von 12 T-Wert-Punkten errechnen, jenseits der erst von Fortschritten gesprochen werden kann. Hinsichtlich der Fehlreaktionen und Auslassungen ist in der Studie von BÜHNER et al (2006) bei der hier diskutierten Aufgabe keinerlei Trend zu erkennen. Für diese eher enttäuschenden Resultate dürften allerdings in erster Linie die von den Testautoren selbst

eingräumten schwachen Reliabilitätsmaße, bezogen auf die Tempoleistung, sowie die geringe Fehler- und Auslassungsvarianz in diesem spezifischen Subtest sein, weniger die prinzipielle Steigerbarkeit selbst.

Ein Aspekt, der bei der Einschätzung der Fähigkeit zum Multitasking oft unterschlagen wird, ist demnach die Möglichkeit, Routine in der spezifischen Aufgabenstellung zu erwerben. Eingangs wurde plastisch beschrieben, welche vielfältigen Anforderungen an die Aufmerksamkeit beispielsweise das Autofahren erfordert. Durch simple Verhaltensbeobachtung läßt sich dabei ein Fahranfänger von einem routinierten Autofahrer leicht unterscheiden. Die Fähigkeit zum parallelen Monitoring so vieler Vorgänge ist nicht a priori vorhanden, sondern ist Resultat zunehmender Übung, zum großen Teil unter fachlicher Supervision, wobei in unserem Beispiel der Supervisor zeitweise durchaus einen Teil des Monitoringbedarfs abzweigt und selbst übernimmt. Diese Einschätzung gilt sicherlich auch für andere komplexe Alltagstätigkeiten mit hohen Anforderungen an die Aufmerksamkeitsteilung.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, welche Fähigkeit *genau* durch die zunehmende Routine erworben wird. Ist es

- die generelle Fähigkeit zum parallelen Monitoring mehrerer Vorgänge (wie oben postuliert - dann müßte ein Transfer dieser Fähigkeit auf völlig andere Aufgabenkonstellationen erfolgen)
- der zunehmende Automatisierungsgrad (im Sinne etablierter Routinen) einzelner spezifischer Teilaufgaben - damit wäre eine Entlastung der koordinierenden Ressource und damit eine sekundäre Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung verbunden, die folglich auch aufgabenspezifisch bliebe und somit allenfalls dann „generalisieren“ würde, wenn die automatisierten Teilaufgaben als Teile einer neuen Aufgabenkonstellation übernommen würden; denkbar wäre dies auch, wenn man eine Hierarchie von Sub-Aufgabenkonstellationen postuliert, die jede für sich bei hinreichender Automatisierung der Teilaufgaben selbst in gewisser Weise automatisiert würde. Um im Beispiel zu bleiben: manche Kontroll- und Steuerungsroutinen im Flugzeug sind möglicherweise mit solchen beim Autofahren identisch bzw. hochgradig ähnlich, so daß autofahrerische Routine zum schnelleren Erlernen des Fliegens führen könnte.

- das Erfahrungswissen im Umgang mit den Teilaufgaben und der Gesamtkonstellation, das beispielsweise Informationen über die notwendige Kontrollfrequenz einzelner Teilaufgaben enthielte (z.B. Tankuhr) oder über besonders aufmerksamkeitsintensive (weil instabile) Teilaufgaben - das Resultat wäre ein optimiertes Pattern an Zeitslots, die einzelnen Teilaufgaben zugeordnet würden, und damit eine insgesamt verbesserte Leistung. Das Transferpotential wäre hier vergleichsweise gering, da jede neue Aufgabenkonstellation neue Verteilungsmuster erfordern würde.
- oder aber (was das Wahrscheinlichste ist) ein wie auch immer gewichtetes Konglomerat aus diesen Faktoren. Dann wäre es allerdings interessant zu wissen, welcher Faktor welchen Beitrag zur Leistungsverbesserung leistet, zumindest dann, wenn ein Transfer auf andere Aufgabenkonstellationen von Interesse ist.

Bezüglich cerebraler Aktivitäten während des Autofahrens ist nach Überzeugung des Autors mit unterschiedlichen Mustern bei Fahranfängern und bei routinierten Fahrern zu rechnen. Letztere hatten genügend Gelegenheit, Aufmerksamkeitsteilungsmuster zu entwickeln, die dem Anforderungsprofil optimal adaptiert sind, erstere werden einen großen Teil der auftretenden Stimuli quasi unvorbereitet wahrnehmen und damit im Sinne von CORBETTA & SHULMAN (2002) diese Reize als "circuit breaker" wahrnehmen, als starke Reize, die die Top-Down-Prozesse unterbrechen, die das Autofahren eigentlich steuern sollen und bei routinierten Fahrern sicherlich steuern.

Für die Messung der geteilten Aufmerksamkeit mit der TAP bedeutet dies, daß die bei der Aufgabe aktivierten Netzwerke im Gehirn beim ersten, unvorbereiteten Bearbeiten der Aufgabe und bei Wiederholungsdurchgängen sicherlich nicht identisch sein können, zumindest nicht im Aktivierungsmuster. Wird der Proband zum ersten Mal mit der Aufgabe betraut, unterschiedlich verteilte Punkte auf ein bestimmtes Muster hin zu überwachen und gleichzeitig eine Tonfolge in ihrer Regelmäßigkeit zu überprüfen, so wird er dafür nicht auf bereits vorliegende Routinen zurückgreifen können. Bearbeitet er diese Aufgabe wiederholt, so ist damit zu rechnen, daß er solche Routinen entwickeln und zur Leistungsverbesserung einsetzen kann. Dem Autor selbst wurde beispielsweise von mehreren Probanden unabhängig voneinander von der Strategie berichtet, die Tonfolge intern mitzusingen und über die entstehende Dissonanz bei Tonwiederholungen die Signalwirkung des kritischen Reizes zu verstärken.

In der TAP selbst wird die Bedingung der Aufmerksamkeitsteilung erst als dritte Variante des Subtests angeboten; fakultativ besteht die Möglichkeit, zunächst isoliert die Punktmustervariante zu bearbeiten, dann isoliert die Tonfolgenaufgabe, und erst dann beide Aufgaben simultan durchzuführen. Es liegt auf der Hand, daß eine Ergebnisbewertung der Simultanbedingung nicht unabhängig von der Frage vorgenommen werden kann, ob die beiden vorangegangenen Aufgaben durchgeführt wurden oder nicht. Im ersteren Fall kann nicht ausgeschlossen werden, daß bereits zumindest Ansätze von Routinen entwickelt werden konnten. Im Testhandbuch wird nicht erwähnt, für welche von beiden Durchführungsbedingungen die Normierung gilt. Einer mündlichen Mitteilung der Testautoren zufolge wurden die Normierungsuntersuchungen ohne vorausgehende Bearbeitung der Einzelaufgaben durchgeführt. Es ist erstaunlich, daß die Testautoren diesem Sachverhalt für die klinische Interpretierbarkeit der Ergebnisse offenbar so wenig Bedeutung beimessen, daß sie ihn nicht explizit mitteilen. Immerhin wird im Handbuch der aktuell erscheinenden TAP 2.0 für Windows in Abweichung von der bisherigen Praxis explizit empfohlen, in jedem Fall mit der Multitasking-Variante zu beginnen und gegebenenfalls die Einzelaufgaben *danach* durchzuführen, um die Möglichkeit zu haben, kombinationsspezifische Schwierigkeiten herauszurechnen; damit gestehen die Autoren implizit die Existenz der oben beschriebenen Problematik ein.

Wie bereits festgestellt, entsprechen derartige Lernprozesse auch den Mechanismen, mit denen Tätigkeiten gelernt und eingeübt werden, bei denen gemeinhin geteilte Aufmerksamkeit als besonders bedeutungsvoll eingeschätzt wird. Die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Aufgaben bei sicherheitsrelevanten Tätigkeiten muß, darüber scheint Einigkeit zu bestehen, in Form eines zeitlich ausgedehnten Lernprozesses gelernt werden. Mit einer solchen Ausbildung lassen sich die kurzen Vortestphasen, wie sie in der TAP angeboten werden, wohl kaum vergleichen, es sei denn, man erhebt zur Normierungsregel, den Vortest so oft zu wiederholen, bis der Proband entweder eine fehlerlose Leistung erzielt oder aber sich über beispielsweise drei Übungsdurchgänge hinweg nicht mehr steigert, und erst dann mit dem eigentlichen Test zu beginnen. Das aber ist ebensowenig vorgesehen wie regelhaft (siehe oben) die vorausgehende Durchführung beider Teilaufgaben als einzelne Anforderung. Der Gedanke drängt sich auf, daß der Vorgang einer punktuellen Testung der geteilten Aufmerksamkeit anhand einer vorher nicht geübten Aufgabe vermutlich etwas völlig anderes mißt, als eine Aufgabe messen würde, die die parallele Durchführung hoch routinierter Einzelaufgaben verlangt; etwa die kognitive Flexibilität, sich rasch auf eine neue Aufgabe einstellen zu können, vielleicht auch einen Aspekt von Streßtoleranz, oder die Fähigkeit, rasch Routinen zu entwickeln und zu adaptieren.

Wir müssen uns in diesem Zusammenhang die Frage stellen, welcher von beiden Anforderungen wir das Konstrukt der geteilten Aufmerksamkeit zuordnen; zumindest müssen wir uns darüber im klaren sein, daß wir nicht ohne weiteres von einer Messung der Aufmerksamkeitsteilung bei neuen Aufgaben auf die Fähigkeit schließen können, mehrere vertraute Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen. Unter diesen Umständen erscheinen die geringen Korrelationen zwischen der geteilten Aufmerksamkeit in der TAP und der durch Fahrlehrerurteil und Verhaltensbeobachtung verifizierten Fahreignung (HARTJE et al 1991) keineswegs verwunderlich.

Fassen wir zusammen:

Das Konstrukt der geteilten Aufmerksamkeit ist keineswegs so homogen, daß es in der Arbeitsweise, in der Unabhängigkeit von der jeweiligen Aufgabenkonstellation und (vermutlich) in den Hirnaktivitäts-Mustern einheitlich behandelt werden kann. Es scheint von erheblicher Bedeutung zu sein, inwieweit gemeinsame Ressourcen bei sensorischen oder motorischen Prozessen beansprucht werden müssen und inwieweit Routine in der Bearbeitung von Teilaufgaben oder gar der kompletten Aufgabenkonstellation erworben werden konnte oder nicht.

So betrachtet ist geteilte Aufmerksamkeit keine einheitliche Leistungsfunktion, sondern ein Sammelbegriff für einen Funktionskomplex, der in sich eine Reihe von Dimensionen vereinigt, auf denen er sich teils diskret, teils kontinuierlich unterscheiden. Der TAP-Subtest Geteilte Aufmerksamkeit beispielsweise scheint geeignet, Anforderungen nach Aufmerksamkeitsteilung bei neuen Aufgaben zu erfassen, die sich auf der Ebene der Verarbeitungsmodalität unterscheiden, auf der Response-Seite jedoch nicht. Inwieweit wir daraus Erkenntnisse ableiten können oder dürfen, die für Aufgabenkonstellationen gelten, die sich in einem oder gar mehreren Aspekten von diesem Paradigma unterscheiden, wissen wir allenfalls sekundär über Korrelationsstudien mit anderen Testverfahren, die intendieren, die Leistung in einer entsprechend veränderten Aufgabenkonstellation zu messen.

Vor diesem Hintergrund erscheint es recht voreilig, wenn nicht gar fahrlässig, einen beliebigen Test zur Messung der geteilten Aufmerksamkeit als Prädiktor für die Leistung in einer beliebigen Aufgabe zu verwenden, deren Hauptanforderung in Aufmerksamkeitsteilung besteht.

Die in der vorliegenden Arbeit zu klärenden Fragen wären also die folgenden:

- Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in der unveränderten Aufgabenkonstellation (unabhängig von einem Anspruch auf Generalisierbarkeit)? Auf das Alltagsbeispiel des Autofahrens bezogen: *Kann der Erwerb von Fahrpraxis in ein und demselben Auto unter vergleichbaren Verkehrsbedingungen die Leistung im Autofahren verbessern? Die Antwort auf diese Frage ist gleichbedeutend mit den Effekten von Übung generell.*
- Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in einer einzelheitlich identischen, aber in der Anordnung modifizierten Aufgabenkonstellation (z.B. räumlich unterschiedliche Stimulus-Anordnung)? Das bedeutet: *Generalisiert die erworbene Fahrpraxis auch auf die Handhabung eines Fahrzeugs mit anderer Anordnung von Bedienungselementen und/oder anderer Anordnung des Straßenverkehrs (z.B. Fahren in einem rechtsgelenkten Auto und/oder Fahren bei Linksverkehr)? Wenn ja, in welchem Umfang, verglichen mit der ersten Situation?*
- Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in den identisch gebliebenen Teilaufgaben, wenn eine relevante Aufgabe durch eine andere ersetzt wird? Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die beteiligten Teilaufgaben (oder zumindest einen Teil von ihnen) vorher zu üben, entweder als separate Aufgabe oder als Teil einer anderen Aufgabenkonstellation, auf die Leistung in einer neuen Aufgabenzusammensetzung? Im Alltagsbeispiel: *Generalisiert die Fahrpraxis auch auf die Handhabung anderer Verkehrsmittel/Geräte, die Teilaufgaben mit dem geübten Verfahren gemeinsam haben (Motorrad fahren, ein Flugzeug steuern)? Wenn ja, in welchem Umfang?*
- Wenn sich schon Aufmerksamkeitsteilungsprozesse bei Nutzung gemeinsamer Ressourcen von solchen mit Nutzung untereinander unabhängiger Ressourcen unterscheiden – welche Effekte hat das Üben der einen Bedingung auf die Leistung in der anderen Bedingung? Prägnant gefaßt: *generalisiert das Üben einer Aufmerksamkeitsteilungs-Aufgabe auf anders geartete Aufmerksamkeitsteilungs-Anforderungen? Läßt sich Aufmerksamkeitsteilung lernen? Kann der Erwerb von Fahrpraxis positive Effekte auf völlig anders geartete Überwachungsprozesse*

*ausüben, etwa im Kontrollzentrum eines Kraftwerks oder am Überwachungsmonitor eines Fluglotsen?*

Sollten die letzten drei Punkte zu bejahen sein, in welchem Umfang auch immer, so ließe sich daraus schlußfolgern, daß es möglich ist, Prozesse der Aufmerksamkeitsteilung selbst und nicht nur die gleichzeitige Bearbeitung einer definierten Aufgabenkonstellation durch Training verbessern zu können.

Vor der Beschreibung der durchgeführten Experimente zur Beantwortung dieser Fragen scheint es sinnvoll, einige Ausführungen zu Trainingsprozeduren an sich, zur Konzeption eines Trainingsablaufs und zur Auswahl verfügbarer Trainingsverfahren vorzuschalten. Viele dieser Ausführungen sind das Ergebnis von Erfahrung im klinischen Alltag, andere basieren auf lernpsychologischem Wissen oder neuropsychologischen Forschungsergebnissen. Darüber hinaus sei das in fast allen Experimenten verwendete Instrument DIVATT bzw. divtrain in Aufbau und Entwicklung näher beschrieben.

## 2. ZUR KONZEPTION EINES TRAININGS ALS GEZIELTE MAßNAHME ZUM ROUTINE-ERWERB

### 2.1. TRAININGSPROZEDUREN - WAS WIRKT BEIM AUFMERKSAMKEITSTRAINING ?

Die wissenschaftliche Neuropsychologie (vgl. etwa GAUGGEL 2003) erklärt die Wirksamkeit von auf Funktionsrestitution abzielenden Interventionen mit der spezifischen Stimulation der beteiligten (geschädigten) neuronalen Netzwerke, was zu funktioneller Reorganisation führt. Für den Bereich des Aufmerksamkeitstrainings konnten z.B. LONGONI et al (2000) mit Hilfe von PET-Studien solche Mechanismen nachweisen. Die präzisen dabei ablaufenden Prozesse können bislang trotz intensiver Studien mit Hilfe von modernen Bildgebungsverfahren dennoch noch nicht beschrieben werden, hier sind nach wie vor theoretische Modelle erforderlich.

Bei der Konzeption neuropsychologischer Trainingsverfahren scheint die Frage nach den Wirkmechanismen der Übungen eine eher geringe Rolle zu spielen, obwohl Neuropsychologen gemeinhin für sich reklamieren, theoriegeleitet vorzugehen und sich insbesondere darin von Ergotherapeuten oder Gehirnjoggern zu unterscheiden.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit kann nicht sein, neurophysiologische Vorgänge zu untersuchen. Die Beantwortung der Frage nach möglichen Wirkmechanismen muß sich daher auf die Beobachtung und Analyse außerhalb des Organismus ablaufender Prozesse stützen. Auf dieser Grundlage lassen sich grob drei Erklärungsmuster unterscheiden:

- ***Jede Form kognitiver Stimulation fördert die Hirnleistung***

Diese Annahme ist innerhalb gewisser Grenzen berechtigt. Sie trifft sehr wahrscheinlich für einen stimulationsarmen Alltag zu, wie er oft bei Patienten in fortgeschrittenem Alter, aber auch bei ausgeprägter Pflegebedürftigkeit besteht. Ob bei einem ohnehin schon im Alltag vorhandenen höheren Stimulationsniveau weitere Leistungsverbesserungen durch das Setzen weiterer Reize erzielt werden können, scheint schon fraglicher.

Die genannte Formel läßt auch unterschiedliche Wirkungen verschiedener Stimulationsformen und -inhalte außer acht; es ist nach dieser Vorgabe eigentlich egal,

womit geübt wird, Hauptsache oft und ausgiebig. Es erscheint naheliegend, daß standardisierte Aktivitäten wie Auswendiglernen oder das Bearbeiten von Durchstreichaufgaben bei einer ansonsten passiv-rezipierenden Lebensführung eine Leistungsverbesserung bewirken können. Schwieriger dürfte die Frage zu beantworten sein, welche vergleichweisen Effekte von weniger abstraktem Stimulusmaterial zu erwarten wären, etwa wenn den Betroffenen mehr Verantwortung für sich und ihr soziales Umfeld gegeben würde. In Jahrzehnten gesammelte klinische Erfahrung mit älteren Patienten zeigt deutlich, daß es im Alter besonders denen besser gelingt, ihre Kompetenz zu erhalten, die ein hohes Maß an aktiver Teilnahme am gesellschaftlichen Leben bewahren konnten. Die gelegentliche Überversorgung in pflegenden Einrichtungen scheint eher dazu beizutragen, eigene Handlungskompetenzen abzubauen.

Beschränkt man sich auf die hier kurz beschriebenen Wirkungen unspezifischer Stimulation, so erscheint mir ausschließlich dafür neuropsychologische Expertise und auch der kostspielige Einsatz akademisch qualifizierten Personals verzichtbar. Professionell arbeitende Therapeuten, insbesondere Neuropsychologen, sollten an ihre Arbeitsweise und ihre Ziele ambitioniertere Erwartungen stellen.

- ***Jede Tätigkeit verbessert sich durch Üben***

Diese Lebenserfahrung läßt sich auch durch therapeutische Erfahrungen gut belegen. Bei manchen Störungsbildern (z.B. Apraxie) gilt das repetitive Üben alltagsrelevanter Aufgaben als die Therapiemethode der Wahl (vgl. etwa GOLDENBERG 2002). Für das Training am Computer erscheint dieses Prinzip fragwürdig. Die wenigsten Aufgaben am PC sind realitätsgerechte Abbilder von konkreten Anforderungen, die im Alltag bewältigt werden müssen; im Gegenteil, die meisten Übungsprogramme halten sich gerade zugute, basale Funktionen zu trainieren, die Auswirkungen auf die verschiedensten Alltagsaufgaben haben. Wenn unter diesem Aspekt der Effekt des Trainings lediglich im verbesserten Management der Trainingsaufgabe liegt, so stellt sich unmittelbar die Frage nach der ökologischen Validität der gesamten Prozedur.

Im therapeutischen Einsatz übender Verfahren erhebt sich immer die Frage, inwieweit es sich bei den erzielten Leistungsverbesserungen um aufgabenspezifische Effekte handelt, die sich möglicherweise nicht in Verbesserungen bei anderen Aufgaben niederschlagen. So gesehen dokumentiert eine programmeigene Verlaufsstatisik, wie sie manche

Übungsprogramme anbieten, möglicherweise nur eine gesteigerte Fertigkeit, mit dem Programm zurechtzukommen, aber keinen darüber hinausgehenden Kompetenzzuwachs.

Bei der spezifischen Betrachtung des Trainings von Aufmerksamkeitsteilung gewinnt dieses Erklärungsmodell jedoch eine Bedeutung: Wenn die geübte Aufgabe direkt Teil der Alltagsaufgaben des Probanden ist, könnte das repetitive Üben dieser Teilaufgabe einen Automatisierungsgrad erzeugen, der im Hinblick auf die Ressourcenverwaltung schonend wirkt. Das ändert jedoch prinzipiell nichts am fehlenden Generalisierungspotential dieses Erklärungsmusters.

- ***Stimulation an der Leistungsgrenze kann Grenzen verschieben***

Diese Annahme kennen wir von verschiedenen physiologischen Parametern, etwa im muskulären Bereich. In den kognitiven Funktionen läßt sich dies nicht eindeutig nachweisen; gelegentlich werden Forschungsergebnisse vorgelegt, die diese Annahme stützen (etwa bei der Stimulationsbehandlung von Gesichtsfelddefekten, vgl. KASTEN et al 1998), der Versuch, solche Ergebnisse zu replizieren, scheitert oft oder führt zu deutlich geringeren Fortschritten bis in den Bereich von Meßwertfehlern (KERKHOFF 2004). Dennoch dürfte in diesem Erklärungsansatz die plausibelste Begründung für kognitive Fortschritte durch kognitives Training liegen.

Legt man ihn zugrunde, so resultiert daraus die Forderung nach

- einer gründlichen psychometrischen Problemanalyse mit Erfassung der derzeit bestehenden Leistungsgrenzen
- einer theoriegeleiteten Auswahl des Übungsprogramms und
- einer an den diagnostisch erhobenen Leistungsgrenzen orientierten Wahl des Anforderungsgrads der Aufgabe.

Damit die letztgenannten Punkte zu realisieren sind, ist ein hinreichender Bezug der Übungsprogramme zu neuropsychologischen Diagnosen wichtig. Dieser Forderung kommen viele Übungsprogramme selbst kaum nach; hier ist demnach neuropsychologisches Fachwissen zur sachgerechten Verfahrensauswahl unerlässlich.

## 2.2. WIE MÜßTE EIN EFFEKTIVES TRAINING AUSSEHEN - OPTIMALE TRAININGSPARADIGMEN

Diese Frage kann vermutlich nicht einheitlich für Gesunde und für Hirngeschädigte mit Störungen der Aufmerksamkeit beantwortet werden. Während bei Gesunden das Konzept des massierten Übens (SINGER 1985) sinnvoll sein kann, reichen die Ressourcen der Hirngeschädigten oft kaum für die „üblichen“ 30 Minuten Therapiedauer aus. Hier muß die Entscheidung zwangsläufig zugunsten eines verteilten Übens fallen. Diesem Konzept wird ohnehin in einer ganzen Reihe lernpsychologischer Experimente (vgl. etwa AMMONS 1951 oder noch früher GRIFFITH 1932) eine höhere Wirksamkeit zugeschrieben.

Bei der Wahl der strategischen Vorgehensweise ist abzuwägen zwischen einer Strategie der Schwierigkeitskonstanz (statisches Training) und einer Strategie der Fehlerkonstanz (adaptives Training). Im ersten Fall wird von Anfang an eine Aufgabe mit anspruchsvollem Schwierigkeitsgrad und vergleichsweise hohem Tempo bearbeitet; die Veränderung im Übungsverlauf bildet sich in erster Linie in einer Fehlerreduktion ab. Im zweiten Fall wird mit einem einfachen Anforderungsniveau begonnen, das der Übende mit einer als akzeptabel definierten Fehlerrate (z.B. 10%) bearbeiten kann. Gelingt ihm dies, wird das Anforderungsniveau schrittweise angehoben (etwa durch Temposteigerung), wobei im „Idealfall“, d.h. bei hinreichend subtiler Anpassung, eine konstant bleibende Fehlerrate zu beobachten sein wird; eine Verringerung der Fehlerrate müßte per definitionem sofort eine Schwierigkeitssteigerung nach sich ziehen. Eine Variante dieser Strategie, besonders bei apparativen Aufgaben, besteht in einer autoadaptiven Technik, die genau diesen Prozeß sicherstellen soll.

Überblicksarbeiten zur Trainingsforschung (vgl. etwa SINGER 1985) favorisieren eindeutig das adaptive Konzept und weisen dem statischen Training allenfalls dann eine Berechtigung zu, wenn die Rahmenbedingungen dies erfordern, etwa in einem Gruppentraining oder bei einem diesbezüglich nicht adaptierbaren Trainingsinstrument.

Beim Training frisch neurologisch erkrankter oder verletzter Patienten kommt ein weiteres Argument zum Tragen. Die Betroffenen erleben sich in dieser Phase ausgesprochen defizitlastig, die Konfrontation mit Anforderungen, die sie deutlich überfordern, ist daher eher angstausslösend als leistungssteigernd. Auch vor diesem Hintergrund ist die Fehlerkonstanz-Variante vorzuziehen.

Nachdem die in dieser Arbeit untersuchten Anforderungen Aufmerksamkeitsteilung verlangen, stellt sich zudem die Frage, ob es sinnvoll sein kann, zunächst (mit den obengenannten Strategien) Teilaufgaben einzuüben und erst nach Erreichen eines vorbestimmten Kriteriums Einzelaufgaben simultan vorzugeben, oder ob es sich statt dessen empfiehlt, von Anfang an die Aufmerksamkeitsteilungs-Anforderung vorzugeben. Hier gibt die lernpsychologische Forschung eindeutige Empfehlungen. Schon BRIGGS & WATERS (1958) stellten in einem Flugsimulator-Experiment fest, daß das Üben von Teilen nicht zur Interpretation zusammengehöriger Komponenten führt; sie empfehlen statt dessen, komplexe Aufgaben als Ganzes zu üben, um eine optimale Transferwirkung zu erreichen.

Noch einen Schritt weiter geht SINGER (1985) mit seiner Empfehlung, den Trainierten darin zu unterrichten, wie man Aufgaben analysiert, ihn quasi zu befähigen, Aufmerksamkeitsteilungsprozesse aktiv anzugehen und wirksame Strategien zur Koordination zu suchen. In die therapeutische Praxis übersetzt würde diese Empfehlung bedeuten, dem Trainierten ein nachvollziehbares Modell von Aufmerksamkeitsteilungsprozessen beizubringen und begleitend zum Training ihn zu strategischen Überlegungen zu ermutigen.

### 2.2.1. ÜBUNGSFREQUENZ UND -DAUER

Untersuchungen (oder besser gesagt Erfahrungswerte) mit neurologischen Patienten zeigen diesbezüglich unterschiedliche Ergebnisse. REUTER und SCHÖNLE (1998) empfehlen tägliche Übungssitzungen von mindestens einer halben, möglichst einer Stunde am Tag. Sollte aus Gründen reduzierter Daueraufmerksamkeit dieses Zeitvolumen nicht am Stück realisierbar sein, so schlagen die Autoren mehrere Sitzungen pro Tag vor. Die gesamte Trainingsdauer sollte vier Wochen nicht unterschreiten.

Andere Autoren legen sich hier weniger fest. STURM et al (1983) und STURM & WILLMES (1991) begnügten sich in eigenen Studien an Patienten und Gesunden mit 14 Sitzungen insgesamt. In zahlreichen anderen Studien wird dreimal pro Woche für jeweils eine halbe Stunde trainiert, beide Volumina wären gemessen an den Kriterien von REUTER & SCHÖNLE völlig insuffizient. POSER et al (1992) fordern denn auch einen Trainingszeitraum von mindestens acht Wochen.

In der Tat kann man durchaus spekulieren, daß mancher ausgebliebene Trainingseffekt einer völlig unzureichenden Trainingsfrequenz und/oder Trainingsdauer angelastet werden

kann. Besonderes Augenmerk ist hier auf die Trainingsfrequenz zu richten. Die vier Wochen Mindestdauer, die REUTER & SCHÖNLE postulieren, sind unter heutigen stationären Rehabilitationsbedingungen netto kaum mehr zu erreichen, zumindest dann, wenn nicht erhebliche Einschränkungen auf dem Gebiet der Aktivitäten des täglichen Lebens einen längeren Rehabilitationsaufenthalt erzwingen. Umso mehr gewinnt eine hohe Therapiedichte an Bedeutung.

Die Dauer einer neuropsychologischen Therapieeinheit am Computer sollte sich in erster Linie am Daueraufmerksamkeits-Potential des Patienten orientieren. In der therapeutischen Praxis hat sich die 30-Minuten-Einheit gut bewährt; längere Sitzungen sind wegen der hohen Aufmerksamkeitsanforderungen der Übungsprogramme meistens nicht sehr effektiv. Andererseits muß besonders bei deutlich beeinträchtigten Patientinnen und Patienten gelegentlich mit erheblich kürzeren Spannen (ca. 10 Minuten) begonnen werden. Da die Kliniklogistik solche Therapieeinheiten oft unmöglich macht, bieten sich in solchen Fällen zehn Minuten Training, zehn Minuten alternative (entspannende) Beschäftigung und dann weitere zehn Minuten Training an.

Auch bei ausreichender Daueraufmerksamkeit ist es oft wenig effektiv, 30 Minuten mit ein und derselben Übung zu verbringen, wenn dies nicht genau der Problemstellung entspricht. Die meisten Übungsprogramme haben deutlich kürzere Einheiten; sie mehrfach zu wiederholen, kann bei speziellen Fragestellungen sinnvoll sein, häufig entsteht dadurch jedoch Monotonie und Langeweile. Patientinnen und Patienten, die in der Fachklinik Herzogenaurach im Rahmen einer Teletherapie-Studie befragt wurden (RÖHRING et al. 2004), äußerten in großer Zahl den dringenden Wunsch nach Abwechslung und Programmvielfalt. Diesem Wunsch sollte Rechnung getragen werden, sofern dabei nicht die Indikationsbezogenheit auf der Strecke bleibt. Manchmal kann es nützlich sein, die Übungseinheit mit einer spielerischen, den Betroffenen Freude bereitenden Übung abzuschließen.

### 2.2.2. THERAPEUTISCHES SETTING

Die Bereitstellung von einer Stunde täglicher neuropsychologischer Therapiekapazität pro Patient sprengt schon heute in zahlreichen Rehabilitationseinrichtungen die personellen Möglichkeiten. Unter diesen Gesichtspunkten müssen zwingend alternative Therapiesettings erwogen werden, auch wenn dabei die von LUCIUS-HOENE (2005) so positiv herausgestrichene Doppelfunktion neuropsychologischer Therapiesitzungen als

Trainingsmedium und gleichzeitig als Plattform für psychotherapeutische Beziehungsherstellung zumindest zeitweise auf der Strecke bleibt.

Neuropsychologische Therapie, zumindest soweit sie am PC durchgeführt wird, kann je nach institutionellen Rahmenbedingungen in verschiedenen Arrangements stattfinden:

- in Anwesenheit des Therapeuten
- in Anwesenheit neuropsychologischen Assistenzpersonals
- als gut kontrolliertes Eigentaining

Bei letzterer Durchführungsform, deren Praktikabilität und Effektivität von RÖHRING et al (2004) belegt wurde, ist besonders auf folgendes zu achten:

- Der Patient muß emotional hinreichend stabil sein, sein Selbstwertgefühl muß hinreichend unabhängig von Mißerfolgserfahrungen sein, um ein Üben ohne therapeutische Supervision ethisch vertretbar zu machen
- Art, Umfang und Schwierigkeitsgrad der Aufgabe(n) müssen der fachlichen Verordnung entsprechen und dürfen vom Patienten nicht verändert werden können
- die Übungsergebnisse müssen zuverlässig registriert werden
- es muß Vorkehrungen geben für den Fall, daß der Patient durch die Aufgaben über- oder unterfordert wird.

### 2.2.3. SCHWIERIGKEITSGRADE UND ZIELDEFINITIONEN

Besonders zur Vermeidung von Über- oder Unterforderung sind exakte Zieldefinitionen wichtig, die sich aus diagnostischen Ergebnissen herleiten und keinen zu großen Schritt in Richtung Leistungssteigerung verlangen sollten. Wiederholte Misserfolge führen nicht zu Leistungsverbesserungen, sondern schaden dem Selbstkonzept. Autoadaptive Modi, wie sie manche Übungsprogramme anbieten, entspringen einem einleuchtenden Grundgedanken

und haben (siehe oben) sogar das Argument einer besonders feinfühligten Anpassung für sich; die Probleme liegen in den meist eher simplen Algorithmen, die der Autoadaptivität zugrundegelegt werden. Vorzuziehen ist aus Sicht des Autors auch unter lerntheoretischen Aspekten, klare Ziele zu definieren und bei deren Erreichen neue Schwellen zu setzen; als willkommener Nebeneffekt werden auch die Ergebnisse von einzelnen Sitzungen vergleichbarer, zumal die Hierarchie der Itemschwierigkeiten von Trainingsprogrammen in der Regel keineswegs den Ansprüchen etwa der Testtheorie genügen würde.

Das Startniveau im Training wird durch die Eingangsdiagnostik bestimmt. Klinische Erfahrung empfiehlt, den Schwierigkeitsgrad so zu wählen, daß der Patient mit der Aufgabe sicher zurechtkommt und sich so gut in die Aufgabenstellung einarbeiten kann. Danach kann der Anforderungsgrad behutsam mit den Trainingsfortschritten gesteigert werden. Die je nach individueller Zielsetzung und nach den Möglichkeiten des Programms kann entweder eine Temposteigerung oder ein höherer Komplexitätsgrad gewählt werden, in der Regel empfiehlt es sich aus den genannten Gründen (BRIGGS & WATERS 1958), erst das angestrebte Komplexitätsniveau vorzugeben und danach eine Temposteigerung vorzunehmen.

Während der Trainingssitzung ist präzise auf Ermüdungszeichen zu achten. Es ist in der Regel ineffektiv, in die Ermüdung hinein zu trainieren, die von Patienten spontan gewählten Inter-Pausenintervalle sind meist zu lang.

#### 2.2.4. RÜCKMELDUNGEN

Eine der wesentlichen Stärken der computergestützten Vorgehensweise, nämlich die Exaktheit der Ergebnisregistrierung, ist gleichzeitig bei unsachgemäßem Umgang die größte Gefahrenquelle. Die meisten Programme bieten auch dem Patienten/der Patientin am Ende der Übung Rückmeldung über die Ergebnisse; dabei sind sie unerbittlich und bagatellisieren auch dann nicht, wenn dies den Patienten/die Patientin stützen könnte. Manche Programme begnügen sich nicht mit der Rückmeldung von Daten, sondern garnieren diese mit bewertenden Sätzen („Das können Sie doch besser!“ oder „Lassen Sie den Kopf nicht hängen!“), die sowohl der persönlichen Leistung des Trainierenden als auch der wünschenswerten Verstärkungsfunktion für den Lernprozeß allenfalls zufällig angemessen sind. Berufsethisch verantwortbares Vorgehen muß daher sicherstellen, dass auch bei

Präsenz des Therapeuten nur diejenigen am Computer trainieren, deren emotionale Stabilität ausreicht und deren Leistungshaltung hinreichend sachbezogen ist, so daß keine dysfunktionalen Reaktionen auf Misserfolge zu erwarten sind. Sollte der Patient alleine trainieren, so muß darüber hinaus ein genügendes Maß an intrinsischer Motivation vorhanden sein, um die Anwesenheit des Therapeuten entbehrlich zu machen. Sinnvoll ist grundsätzlich eine Rückmeldung durch den Therapeuten, die dem Ausgangsniveau und dem erreichten Fortschritt Rechnung trägt und gleichzeitig motivationale Ziele berücksichtigt.

## 2.3. FORDERUNGEN AN TRAININGSVERFAHREN

### 2.3.1. VARIABILITÄT

Damit die Stimulation auch tatsächlich an der Leistungsgrenze ansetzt, muß der einstellbare Schwierigkeitsgrad hinsichtlich verschiedener Parameter eine hinreichende Variabilität aufweisen, damit die Aufgabe überhaupt adaptierbar ist, und zwar sowohl an das Ausgangsniveau als auch an (möglicherweise subtile) Fortschritte. Dieser Forderung genügen Übungsprogramme, die allenfalls zwei oder drei Schwierigkeitsstufen haben, in der Regel nicht.

### 2.3.2. REALITÄTSNÄHE

Ein häufig genanntes Kriterium (sowohl als Grundforderung als auch als Argument für oder gegen ein bestimmtes Programm) ist Realitätsnähe. Hier ist aus der Sicht des Autors Skepsis angebracht. Vorteil einer realitätsnahen Gestaltung kann sicherlich eine hohe Augenscheinvalidität aus der Sicht des Patienten sein, daraus resultierend eine möglicherweise höherer Trainingsmotivation. Dieser Vorteil wird jedoch gelegentlich bezahlt mit einer unnötig hohen Aufgabenkomplexität, die im Sinne des zu übenden Kriteriums nicht wünschenswert ist und allenfalls geeignet ist, die Zuordnung der Ergebnisse zum trainierten Aufmerksamkeitsmaß unschärfer werden zu lassen. Im übrigen kann man durchaus Zweifel daran haben, daß das Abschießen von Regenschirmen für die meisten Probanden ein realitätsgerechtes Abbild ihrer Alltagsanforderungen darstellt (Unterprogramm "Tontauben

schießen" aus dem AIXTENT); gelegentlich wird hier Alltagsnähe mit Computerspiel-Nähe verwechselt. Andere Unterprogramme ("Motorrad") bilden eine Alltagsaufgabe aus einer völlig unrealistischen Perspektive ab (der Autor von AIXTENT hat das erkannt und bei der Neuauflage die Perspektive berichtigt).

### 2.3.3. WISSENSCHAFTLICHE EVALUATION DES VERFAHRENS?

Von manchen Autoren (siehe etwa STURM 2005) wird dringend gefordert, daß ein Trainingsverfahren wissenschaftlich evaluiert sein muß, um therapeutisch eingesetzt werden zu können. Im Zeitalter evidenzbasierter Medizin haftet dieser Forderung etwas Selbstverständliches an. Einer endgültigen Festschreibung als Regel seien folgende Überlegungen vorangestellt:

Die Wirksamkeit eines Behandlungsverfahrens kann auf zweierlei Wegen untersucht und nachgewiesen werden:

- einzelfallbezogen durch ausführliche Prä- und Postdiagnostik und Kontrolle aller Kovariablen während des Therapieprozesses
- verfahrensbezogen durch Erprobung des Verfahrens in einer kontrollierten Studie, wobei dies ebenfalls die Kontrolle aller Kovariablen erfordert.

Letztere Forderung kann niemals vollständig, aber deutlich besser erfüllt werden als der Lösungsweg, in jedem therapeutischen Einzelfall alle Variablen zu kontrollieren. Im Zeitalter evidenzbasierter Methodik ist der zweite Weg sicherlich vorzuziehen, zumal er geringere Anforderungen an die diagnostische Erfolgskontrolle im Einzelfall erhebt (die Eingangsdagnostik bleibt in jedem Fall zur Indikationsstellung unverzichtbar). Das schließt jedoch aus meiner Sicht nicht aus, auch neuentwickelte, wissenschaftlich noch nicht untersuchte, dem Problem des Patienten und seiner Motivation jedoch möglicherweise sehr gut angepaßte Trainingsaufgaben zu verwenden, sofern die Regeln eingehalten werden, die in Kapitel 2.2 definiert sind, und eine Einzelfall-Evaluation vorgenommen wird.

Leider ist die wissenschaftliche Evaluation neuropsychologischer Trainingsverfahren nicht die Regel, sondern eher die Ausnahme. Zu diesen Ausnahmen zählt das Programm AIXTENT sowie einzelne Übungsaufgaben aus dem REHACOM-Programm. Für die Evaluation des Trainingsverfahrens divtrain sind derzeit mehrere Studien in Arbeit; Pilotstudien sprechen für die Wirksamkeit (z.B. RÖHRING et al. 2004). Andere Verfahren (z.B. CogPack) haben einzelne statistische Vergleichswerte hinterlegt, die jedoch strengeren wissenschaftlichen Kriterien nicht genügen.

In der Summe lassen sich daraus folgende Forderungen an ein effektives Trainingsprogramm ableiten:

- Das Programm sollte an das spezifische vorliegende Aufmerksamkeitsdefizit möglichst exakt angepaßt werden können.
- Das Programm sollte so feinstufig adaptierbar sein, daß es in allen Phasen des Trainings gelingt, die Schwierigkeit an die aktuell vorliegende Leistungsfähigkeit anzupassen.
- Das Programm sollte hinreichend variabel hinsichtlich der Ablaufdauer sein, um die aktuell bestehende Daueraufmerksamkeit nicht über eine zu definierende Grenze hinaus zu strapazieren; es macht wenig Sinn, einen spezifischen Trainingsgegenstand, etwa die Aufmerksamkeitsteilung, durch Effekte eintretender Ermüdung zu kontaminieren.
- Das Programm muß nicht zwingend realitätsnah sein
- Ein wissenschaftlicher Wirksamkeitsnachweis des Programms ist sinnvoll, jedoch nicht unverzichtbar, wenn die in Kapitel 2.2. und 2.3. genannten Regeln eingehalten werden.

## 2.4. AM MARKT ERHÄLTICHE TRAININGSVERFAHREN

Die folgende Aufstellung kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sie beleuchtet lediglich die gängigsten Trainingsverfahren zur Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen und unterliegt ganz sicher auch den subjektiven Vorlieben und klinischen Erfahrungen des Autors. Eine außerordentlich umfassende und nach wie vor aktuelle Darstellung des bestehenden Angebotes findet sich bei RIEPE (2002), aktualisiert bei KULKE (2007). Kaum Berücksichtigung finden kann eine Vielzahl von ad hoc erstellten Übungsprogrammen, die von programmiertechnisch versierten klinisch tätigen Neuropsychologen entwickelt wurden und über konventionelle Vertriebswege nicht erhältlich sind. Die in der Frühzeit des Einsatzes von Computer-Programmen in der neuropsychologischen Rehabilitation gängige Praxis des kostenlosen kollegialen Austausches ist leider längst Geschichte.

Neue Entwicklungen auf diesem Sektor sind eher selten. Gelegentlich werden Erweiterungen bestehender Programmpakete angeboten, dies jedoch meistens auf anderen neuropsychologischen Indikationsfeldern, bei denen zudem die Evidenzlage fragwürdig ist. Eine Ausnahme bildet die Entstehung befindliche völlige Neuauflage von AIXTENT; der Autor konnte Einblick in Prototypen nehmen, die Fortschritte hinsichtlich grafischer Qualität und Realitätsnähe (mit vermutlich positiven Effekten für die Trainingsmotivation) sind beachtlich.

Einer großen Zahl der angebotenen Programme kann leider nicht unterstellt werden, daß ihre Entwicklung auf einem schlüssigen neuropsychologischen Konzept basiert. Oftmals entsteht der Eindruck, daß ein Programm aus einem spontanen Einfall heraus realisiert wurde, auch durchaus eine interessante Aufgabenstellung darstellt, das jedoch die Zuordnung zu neuropsychologischen Konstrukten eher im nachhinein vorgenommen wurde. Unvermeidliche Folge einer solchen Vorgehensweise ist die Vermischung einer Vielzahl von geforderten neuropsychologischen Funktionen. Beispielhaft sei hier das Programm "Augenzeuge" aus dem CogPack benannt, das RIEPE (2002) den Trainingsverfahren zur geteilten Aufmerksamkeit zurechnet, obwohl zu einer erfolgreichen Bearbeitung zusätzlich ein besonders gutes Arbeitsgedächtnis, eine ungestörte räumliche Aufmerksamkeitsverteilung sowie ein hohes Maß an exekutiver Kompetenz (Unterscheidung vermutlich relevanter und irrelevanter Merkmale) erforderlich ist.

Zum Training der geteilten Aufmerksamkeit schälen sich unter den genannten Aspekten vor allem drei Programme heraus:

- Die Aufgabe "Cockpit" aus dem Programmpaket AIXTENT nach Sturm
- Die Aufgabe "geteilte Aufmerksamkeit" aus dem Programmpaket REHACOM
- Das Trainingsprogramm divtrain

Dazu gesellt sich möglicherweise das Programm GETAU, das von HARTJE in Bielefeld konzipiert wurde und von AS-Reha-Software vertrieben wird. Zu diesem Programm existieren Evaluationsdaten, die jedoch m. W. bis dato nicht publiziert sind.

Unter den genannten Programmen stellt das erste eine Cockpit-Situation dar, bei der auf Motorgeräusche, Instrumentenanzeigen und einen künstlichen Horizont geachtet werden muß. Das zweite simuliert die Steuerung einer Lokomotive, hier ist auf Signale und Hindernisse zu achten. Im Gegensatz zu diesen Programmen erhebt das dritte keinen Anspruch auf optische Realitätsnähe.

## 2.5. GEBOT DER SPEZIFITÄT?

Besonders STURM weist wiederholt in Publikationen vehement darauf hin, daß ein effektives Aufmerksamkeitstraining exakt die gestörte Funktion zu trainieren habe, die Wahl falscher Trainingsverfahren könne sogar zu einer Leistungsver schlechterung durch Training führen. STURM belegte diese Aussage durch eigenen Studien (STURM et al 1994,1997), in denen er festgestellt hat, daß das Training von Funktionen der Aufmerksamkeitsselektivität bei einem Patienten, der unter Störungen der Alertness leidet, also der Aufmerksamkeitsintensität, sogar zu Leistungsver schlechterungen auf dieser Ebene führen kann. Allerdings sind STURMS Aussagen zu diesem Thema in späteren Publikationen immer vorsichtiger geworden. Ein Grund hierfür kann darin gesehen werden, daß Übungsaufgaben, die ausschließlich einen Teilaspekt von Aufmerksamkeit beanspruchen und trainieren, allenfalls theoretisch denkbar sind. Wie schon an anderer Stelle bemerkt, erfordern Aufgaben, die die selektive Aufmerksamkeit trainieren, auch ein hohes Maß an Alertness, Trainingsprogramme, die Aufmerksamkeitsteilung üben, benötigen regelhaft auch selektive Aufmerksamkeitsleistungen.

In seinem Überblicksbuch zu Aufmerksamkeitsstörungen (STURM 2005) beschränkt der Autor sein Spezifitätsgebot weitgehend auf die Komplexitätsrichtung. Bei vorliegen basaler Aufmerksamkeitsstörungen, so seine Aussage, sei es kontraproduktiv, komplexe Aufmerksamkeitsleistungen zu trainieren. STURM konkretisierte kürzlich (persönliche Mitteilung August 2006), es gelinge auch mit weniger spezifisch adaptierten Programmen, die Tempoleistung zu steigern, die Qualität der Leistung allerdings, etwa die Selektivitätsaspekte, die Auslassungen oder die Zahl der Fehlreaktionen ließen sich nur durch spezifische Programme verbessern.

Diese Forderung korrespondiert gut mit der erhobenen Forderung nach einem Einstiegsniveau, das der Trainierte sicher beherrscht. Auch das postulierte Paradigma der Schwierigkeitssteigerung (erst Komplexitäts-, dann Geschwindigkeitssteigerung) liegt im Rahmen dieser Forderung.

Extrem unspezifische Trainingsverfahren helfen vermutlich nicht mehr als jede andere Form von unspezifischer kognitiver Stimulation. Empirische Evidenz für diese Annahme liefert eine Arbeit von STURM et al (2004), in der die Autoren nachweisen konnten, daß die Durchführung eines computergestützten Gedächtnistrainings keine Verbesserung der Alertness-Leistung bewirkt.

Hier besteht dennoch Raum für weitere empirische Untersuchungen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird in einem Teilprojekt erforscht, welche Auswirkungen zwei unterschiedliche Behandlungsstrategien von Gedächtnisstörungen (computergestütztes Training und metakognitive Gedächtnisgruppe) auf Alertness und geteilte Aufmerksamkeit haben.

### 3. DIVATT UND DIVTRAIN - ZUR ENTWICKLUNG UND BESCHREIBUNG DES MEß-UND TRAININGSINSTRUMENTS

Die Aufgabenstellung, die den verwendeten Verfahren DIVATT und divtrain zugrunde liegt, entstand bereits Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts aus dem die GNP-Arbeitskreis "Aufmerksamkeit und Gedächtnis" heraus. Dieter SCHELLIG entwickelte eine Aufgabe, die die simultane Bearbeitung dreier Teilaufgaben verlangt:

- einer zentralen Aufgabe, in der im Sekundenrhythmus Ziffern dargeboten werden; kritischer Reiz ist die unmittelbare Wiederholung einer Ziffer.
- einer linken Aufgabe, in der ein Balken in einer Art Meßinstrument nach oben wandert, kritischer Reiz ist hier das Überschreiten einer definierten Schwelle.
- einer rechten Aufgabe, in der ebenfalls im Sekundenrhythmus ein Dreieck blinkt, das im allgemeinen mit der Spitze nach oben weist, kritischer Reiz ist hier das Dreieck in umgekehrter Position (Spitze nach unten).

Der Neuropsychologe Rainer LASSOGA setzte SCHELLIGS Aufgabenkonzept auf der damals in der klinischen Neuropsychologie gängigen Computer-Plattform Commodore 64 um; das resultierende Programm hieß DAT (Divided Attention Test). Der Stimulusablauf folgte einem festen Schema, bei dem die Hälfte der kritischen Reize isoliert auftraten, die andere Hälfte jeweils simultan mit einem anderen kritischen Reiz. Unter der letztgenannten Bedingung war stets das simultane Auftreten einer einzelnen peripheren Aufgabe mit der zentralen Aufgabe zu verstehen. Simultanes Auftreten von kritischen Reizen bei beiden peripheren Aufgaben war ebenso wenig vorgesehen wie drei kritische Reize zugleich. Die Aufgabe sah nicht nur auf Stimulus-Seite, sondern auch auf Reaktions-Seite Unterschiede vor. im Gegensatz etwa zum Subtest "Geteilte Aufmerksamkeit" der TAP mußten kritische Reize nicht ungeachtet ihrer Position mit einer Taste beantwortet werden, sondern selektiv auf drei unterschiedlichen Tasten.

Ebenfalls anders als in der TAP, die in der gleichen Zeit auf derselben Plattform entstand, wurde auf eine präzise Zeitmessung verzichtet. Dies geschah nicht etwa aus Rücksicht auf die damalige Computer-Technologie, die präzise Zeitmessungen mittels peripherer Eingabegeräte noch viel weniger als heute zuließ, sondern einem theoretischen Konzept

folgend, das den Fokus auf die Zahl der richtigen bzw. falschen Reaktionen setzte und von den Probanden nicht eine möglichst rasche Reaktion, sondern nur eine zeitgerechte Reaktion innerhalb einer Sekunde verlangte.

Abb. 3.1

*Aufgabenstellung, hier gezeigt durch einen Screenshot des Programms divtrain*



Das Programm kursierte, wie in diesen Jahren üblich, in mehreren neuropsychologischen Abteilungen, Normierungsstudien waren angedacht, kamen jedoch über Datenerhebungen bei wenigen Probanden nicht hinaus. Weitere Arbeiten an diesem Projekt scheiterten an der Bindung an eine veraltende technische Plattform; der Commodore 64 machte schon nach kurzer Zeit dem heute noch gängigen IBM-kompatiblen PC Platz, auf dem Commodore-Programme nicht mehr lauffähig waren.

Jahre später wurde auf Initiative des Autors das Projekt wieder belebt. Hintergrund war, wie bereits beschrieben, eine gewisse Skepsis hinsichtlich der Gültigkeit des entsprechenden TAP-Subtests und der daraus resultierende Wunsch nach der Entwicklung einer

diagnostischen Alternative. Diesmal wurde die programmtechnische Umsetzung auf MS-DOS-Basis durch den Autor selbst vorgenommen, die Vorgaben blieben unverändert, der Tests bekam zur Unterscheidung vom Vorgänger den Namen DIVATT.

Auch hier wurden Normierungsuntersuchungen in Angriff genommen, die Stichprobengröße blieb jedoch im zweistelligen Bereich stecken. Die Gründe hierfür lagen zum einen in der rasanten technischen Entwicklung der PCs, die immer neue Anpassungen der Hardware-Peripherie erforderte, die für die Tastenabfrage notwendig war. Zum anderen ließ der zunehmende Arbeitsdruck in der klinischen Neuropsychologie immer weniger Platz für grundlegende Entwicklungsarbeiten, erst recht nicht für umfassende Normierungsstudien an einer gesunden Klientel außerhalb der Klinik.

Vor dem Hintergrund des Behandlungsauftrags in Rehabilitationseinrichtungen waren eher therapeutische Möglichkeiten gefragt, um diagnostizierte Aufmerksamkeitsdefizite wirksam zu behandeln. Die damals zur Verfügung stehenden Trainingsprogramme waren größtenteils methodisch unbefriedigend und für das differenzierte Konstrukt der Aufmerksamkeitsteilung nicht sinnvoll verwendbar. Aus diesem Grund wurde der DIVATT durch einige Veränderungen zum Trainingsinstrument weiterentwickelt. Sein neues Einsatzfeld machte es erforderlich, die Aufgabenstellung in mehreren Dimensionen variabel zu gestalten, um für aufmerksamkeitsgestörte Patienten ein Einstiegsniveau gewährleisten zu können, das sie sicher bewältigen können. Das Ergebnis dieser Veränderungen wurde *divtrain* genannt.

Variabilität wurde in folgenden Elementen hergestellt:

- Das Ablauftempo konnte feinstufig angepaßt werden, von einem Zeittakt von zwei Sekunden (ein langsames Tempo erwies sich in Vorversuchen als nicht erforderlich) bis zu einem Zeittakt von 250 ms.
- Die Ablaufdauer wurde ebenfalls variabel gestaltet, die 10 Minuten des DIVATT wurden in kleinen Schritten wahlweise sowohl verkürzt als auch in erheblichem Maße verlängert.

Später zeigte sich bei besonders schwachen Patienten die Notwendigkeit, die Komplexität der Aufgabe beim Einstieg zu reduzieren. Nach verschiedenen Experimenten mit Zweierkombinationen entschieden sich die Entwickler schließlich dafür, die Möglichkeit zu schaffen, die mittlere Aufgabe wegzulassen .

Da bei einer Trainingsaufgabe standardisierte Bedingungen entbehrlich waren, wurde auf die feste Struktur der Reizvorgabe zugunsten einer zufallsgesteuerten Reizerzeugung (die allerdings in der Frequenz der produzierten kritischen Reize der DIVATT-Bedingung angenähert war) verzichtet. Weitere, für die Aufgabenstellungen eher nachrangige Modifikationen betrafen die Einführung eines mitlaufenden Zeitbalkens, an dem der Proband abschätzen konnte, wie lange er noch durchhalten muß, sowie vor allem die Abkehr von den peripheren Spezialtasten zugunsten der Verwendung ohnehin vorhandener Bedienungselemente auf der PC-Tastatur. Nach verschiedenen Experimenten erwiesen sich die Cursortasten als beste Alternative. Divtrain wurde etwa 1994 fertiggestellt und in den Folgejahren in mehreren Rehabilitationskliniken intensiv eingesetzt.

Unverändert gegenüber dem DIVATT blieb die Modalität der Leistungserfassung (alleinige Auswertung der richtigen Reaktionen, der Auslassungen und der Fehlreaktionen, keine Bewertung der Reaktionsgeschwindigkeit, solange sie im vorgegebenen Zeittakt liegt). Dadurch ergab sich das Problem, daß sich erhebliche Leistungsverbesserungen in divtrain nicht notwendigerweise in deutlich verbesserten Testleistungen im TAP-Subtest "Geteilte Aufmerksamkeit" niederschlugen. In klinischen Einzelbeobachtungen war häufig, sogar fast regelmäßig, zu beobachten, daß Patienten, die initial nur mit extrem langsamem Zeittakt und kurzer Ablaufdauer zurechtkamen, nach einigen Wochen intensiven Trainings ein Leistungsniveau erreichen konnten, das auf der Stufe des ursprünglichen DIVATT stand, und dabei Fehlerraten erzielten, die nach den wenigen vorliegenden Normierungsdaten vermutlich die Chance gehabt hätten, als unauffällig eingestuft zu werden. In der TAP zeigten sich aber keine entsprechenden Leistungsverbesserungen.

Eine theoretische Erklärung für diesen Sachverhalt (neben den bereits erwähnten Studienergebnissen von PIASETZKY et al 1983 und SOHLBERG & MATEER 1987) findet sich in den Eingangsbetrachtungen dieser Arbeit. Wenn der Übungsschwerpunkt weniger auf Reaktionstempo als vielmehr auf Präzision der Reaktionen liegt, scheint nachvollziehbar, daß sich dies durch ein Meßinstrument, das in erster Linie die Reaktionsgeschwindigkeit prüft, zumindest nicht in vollem Umfang erfassen läßt.

Wenn diese Annahme stimmt, so würde sich daraus die Hypothese ergeben, daß zumindest die Fehlerrate, d. h. die Zahl der Fehlreaktionen und der Auslassungen im Subtest "Geteilte Aufmerksamkeit" der TAP Verbesserungen als Effekt eines erfolgreichen Trainings mit divtrain zeigen müßte.

Ausgehend von diesen Überlegungen untersuchten wir in einer ersten vergleichenden Studie die Effekte eines Trainings mit divtrain.

## 4. STUDIE 1: EVALUATION EINES COMPUTERGESTÜTZTEN TRAININGS ZUR GETEILTEN AUFMERKSAMKEIT BEI PATIENTEN

### 4.1. FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN

Untersuchungsziel in Studie 1 ist die Klärung der Frage, inwieweit sich die oben beschriebenen differentiellen Eigenschaften von sorgfalts- und tempo-orientierten Aufgaben in der Praxis abbilden. Wegen der oft diskutierten Kontrollgruppenproblematik bei klinischen Studien (ethische Probleme bei Nicht-Behandlung, Frage der Vergleichbarkeit einer no-treatment-Situation mit einer Therapiesituation) fiel die Entscheidung für ein Design, in dem wir die Wirkungen der Behandlung anhand von divtrain mit den Wirkungen der Behandlung mit AIXTENT verglichen; die Wirksamkeit dieses Verfahrens wurde in Studien bereits nachgewiesen (STURM et al 1994,1997,2003, PLOHMANN et al 1998). Wir stellten dabei folgende Hypothesen auf:

1. Beide Behandlungsverfahren werden zu Verbesserungen in der geteilten Aufmerksamkeit führen.
2. Divtrain wird eher zu einer Verbesserung der Sorgfaltsleistung führen (weniger Fehlreaktionen, weniger Auslassungen)
3. AIXTENT wird eher die Reaktionsgeschwindigkeit verbessern.

Könnte die Hypothese 1 bestätigt werden, so wäre belegt, daß divtrain eine positive Wirkung auf die Aufmerksamkeitsteilung entfaltet; bei annähernd vergleichbarem Verbesserungsniveau wäre divtrain einer bereits als effektiv erwiesenen Trainingsmethode ebenbürtig.

Eine Bestätigung der Hypothesen 2 und 3 würde bedeuten, daß die Dimension der Leistungsverbesserung abhängig ist von der Art der Trainingsmodalität, speziell vom Fokus der Trainingsaufgabe.

Die Datenerhebung für diese Untersuchung wurde im Zeitrahmen von August 2005 bis Januar 2006 vorgenommen<sup>2</sup>.

## 4.2. METHODEN

### 4.2.1. VERSUCHSPERSONEN

Die untersuchte Stichprobe bestand aus insgesamt 20 Patientinnen und Patienten der Fachklinik Herzogenaurach (Abteilung Neurologie). Einschlusskriterium für die Studie waren Patienten mit vaskulärer Hirnschädigung, die eine psychometrisch relevante Störung der geteilten Aufmerksamkeit aufwiesen (Testwert in der TAP < 1 s unterhalb des altersbezogenen Mittelwerts).

Die Probanden wurden nach Alter, Geschlecht, Zeitpunkt der Schädigung und Schädigungsprofil paarweise zugeordnet und anschließend zufällig einem der beiden computergestützten Trainingsverfahren (Divtrain vs. AIXTENT) zugewiesen. Die Stichprobe setzte sich wie folgt zusammen:

Tabelle 4.1

#### *Stichprobenbeschreibung*

Gruppe	Anzahl n	Geschl. m/w	Alter M (SD)	Infarkt n	Blutung n	Linkshemisph n	Rechtshemisph n
Aixtent	10	6/4	59,50 (8,64)	9	1	6	4
divtrain	10	6/4	59,7 (7,99)	9	1	6	4

<sup>2</sup> Für die Durchführung der Diagnostik und der Trainingsverfahren danke ich Frau cand.psych. H. KÜHLWEIN, die diese Arbeiten im Rahmen ihrer Diplomarbeit durchführte.

Die Krankheitsdauer zum Zeitpunkt der Eingangsdiagnostik betrug im Mittel 1,25 Monate (SD=0,55), es handelte sich daher durchweg um frische Erkrankungen. Wie Tabelle 4.1 zeigt, gelang hinsichtlich aller genannten Parameter eine gleichmäßige Aufteilung. Die Gruppen unterschieden sich weder im Alter ( $Z = -0.153$ ,  $p = .878$ ) noch hinsichtlich der Krankheitsdauer ( $Z = -1.34$ ,  $p = .18$ ) signifikant.

#### 4.2.2. VERWENDETE INSTRUMENTE

Als Eingangs- und Abschlußdiagnostikum wurden die Subtests „Alertness“, „Go/Nogo“ und „Geteilte Aufmerksamkeit“ (nur Simultanbedingung) der TAP durchgeführt. Die Subtests der TAP wurden in Kapitel 1 bereits beschrieben.

Als Trainingsinstrumente dienten die in den Kapiteln 2 und 3 beschriebenen Verfahren AIXTENT und divtrain. Das erste Verfahren ist autoadaptiv, paßt sich also den Übungsfortschritten nach festen Kriterien an, divtrain hingegen muß manuell angepaßt werden. Die Steigerung des Schwierigkeitsgrades erfolgte ausschließlich durch schrittweise Erhöhung des Ablauftempos. Die Tempostufe wurde erhöht, wenn die Probanden in den peripheren Aufgaben mindestens 90% richtige Reaktionen und in der mittleren Aufgabe mindestens 80% richtige Reaktionen erzielen konnten.

Alle Probanden erhielten 15 halbstündige Übungseinheiten (5 pro Woche); daneben durchliefen sie das übliche multidisziplinäre Therapieprogramm in der Fachklinik Herzogenaurach, das symptombezogen aus Physiotherapie, Ergotherapie, physikalischer Therapie, Sprachtherapie und neuropsychologischer Therapie besteht. Die beiden Gruppen unterschieden sich weder in Gesamt-Therapiestundenzahl noch in den Therapie-Inhalten systematisch.

Die statistischen Analysen wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 14 durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde  $\alpha = .05$  festgelegt.

Die Normalverteilung wurde mit dem *Kolmogorov-Smirnov-Test* und als Ergänzung für kleine Stichproben zusätzlich mit dem *Shapiro-Wilks-Test* überprüft.

### 4.3. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des T-Tests für gepaarte Stichproben ermittelt.

Tabelle 4.2

#### Deskriptive Statistik

##### Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 1	10	602,41	1138,08	835,0130	160,36170
D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 1	10	603,00	1108,95	834,5110	172,09819
D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 1	10	4,00	30,00	14,1000	9,24302
D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 1	10	8,00	31,00	14,0000	6,58281
D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 2	10	549,78	1233,50	767,1040	203,18416
D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 2	10	708,73	964,28	814,4720	78,44814
D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 2	10	2,00	39,00	10,5000	11,05793
D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen--Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 2	10	2,00	23,00	9,9000	7,14065
Gültige Werte (Listenweise)	10				

Die für die vorliegende Fragestellung relevante Datenaufstellung ist in Tabelle 4.2 dargestellt.

In erster Linie interessieren die Prae-Post-Vergleiche der Tempoleistung und der Fehlerrate im TAP-Untertest Geteilte Aufmerksamkeit, getrennt betrachtet für die beiden unterschiedlichen Therapieverfahren AIXTENT und divtrain.

Dabei zeigten sich folgende Ergebnisse (Abb.4.1 bis Abb 4.4 ):

---

Abb. 4.1

*Tempovergleich prae-post AIXTENT-Gruppe in ms*

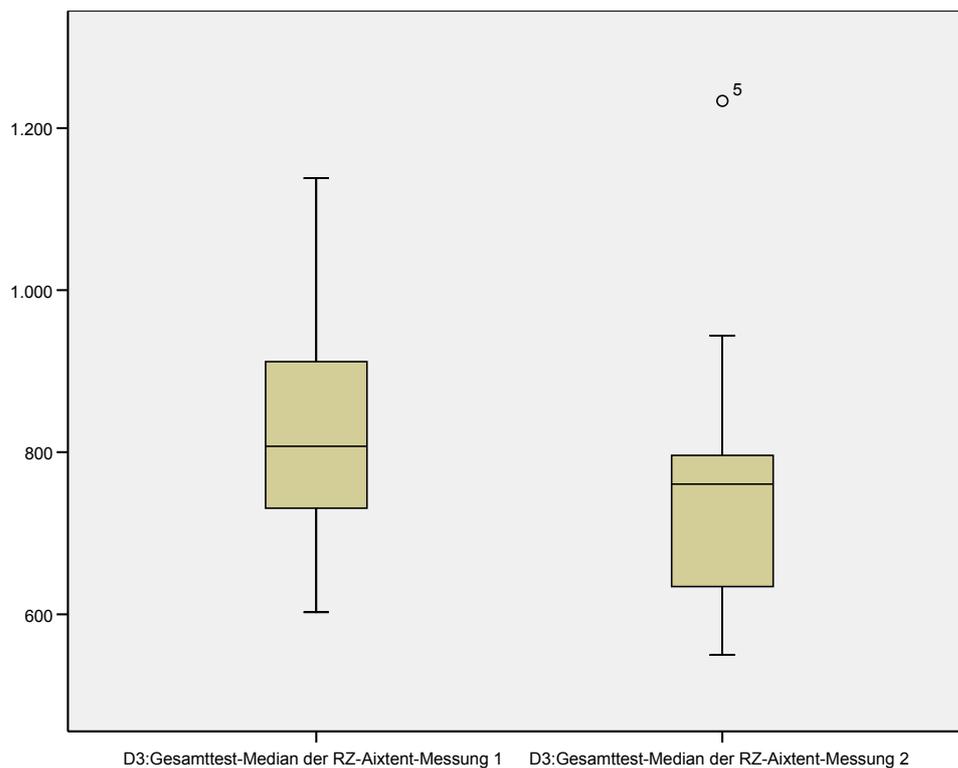


Abb. 4.2

Tempovergleich prae-post divtrain-Gruppe in ms

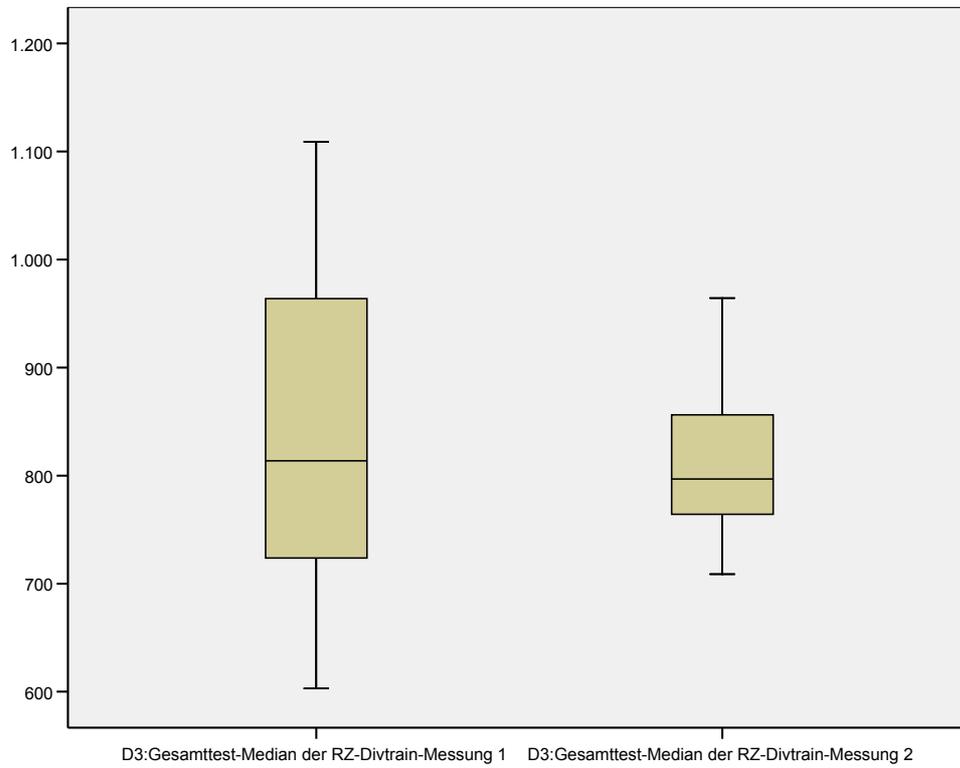


Abb. 4.3

Fehlervergleich prae-post AIXTENT-Gruppe (Rohwerte)

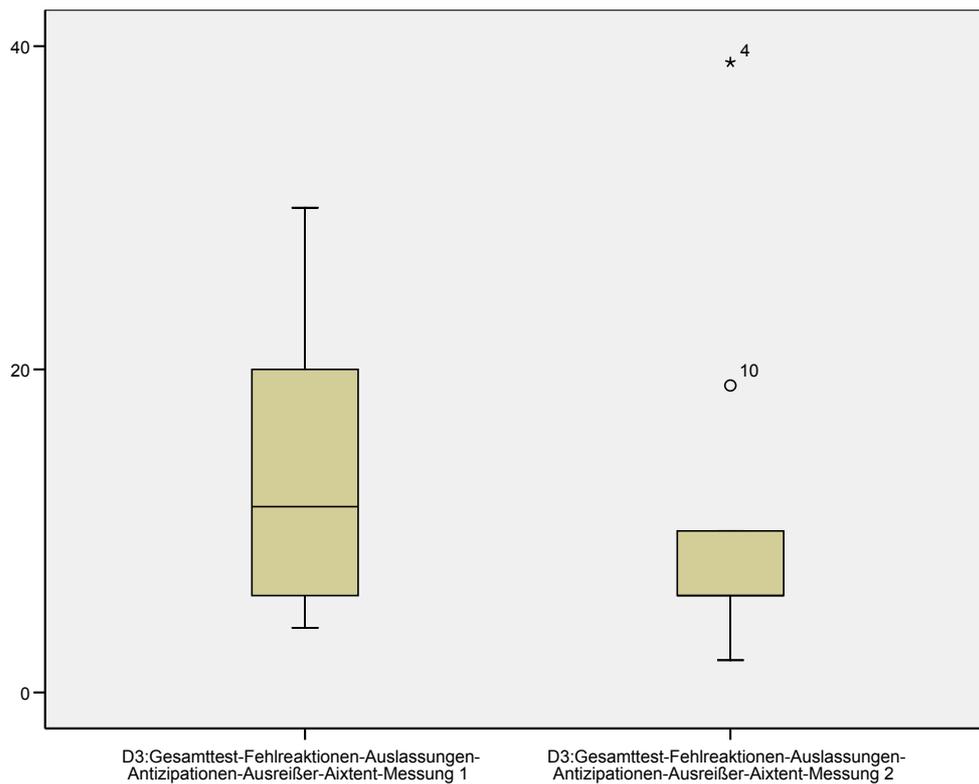
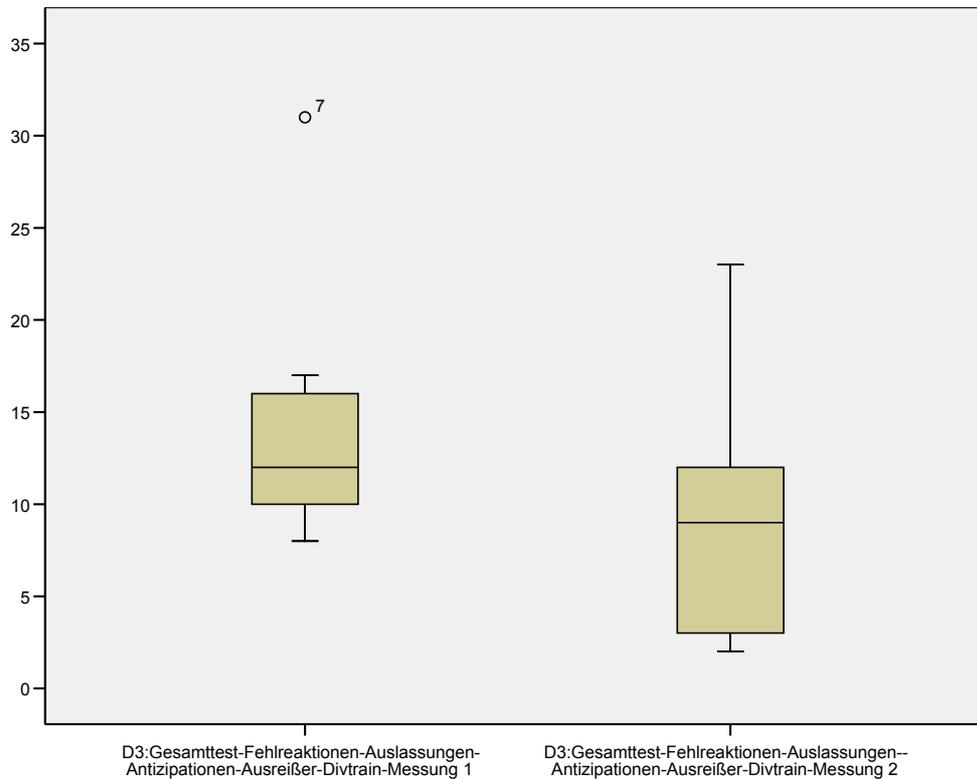


Abb. 4.4

*Fehlervergleich prae-post divtrain-Gruppe (Rohwerte)*

Die T-Test-Berechnungsergebnisse finden sich in den Tabellen 4.3 bis 4.5 am Ende dieses Kapitels.

Eine signifikante Verbesserung zeigt sich lediglich im Prae-Post-Vergleich der divtrain-Gruppe auf der Ebene der Fehlerzahl. Ein diesbezüglicher Unterschied besteht in der AIXTENT-Gruppe nicht.

In der Tempoleistung lassen sich in keiner der beiden Gruppen signifikante Unterschiede zwischen der Eingangsuntersuchung und der Abschlußuntersuchung nachweisen. Die Ergebnisse der AIXTENT-Gruppe legen zwar eine Veränderung nahe, der Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

## 4.4 DISKUSSION

Die vorliegende Untersuchung, die im Rahmen einer Diplomarbeit (KÜHLWEIN 2006) durchgeführt wurde, verfolgte in erster Linie das Ziel, den therapeutischen Wert des Trainingsverfahrens divtrain zu evaluieren, indem es die Anwendung dieses Verfahrens mit einem bereits etablierten Verfahren (AIXTENT) verglich. Bei der Konzeption des Trainings wurde gezielt darauf geachtet, im Rahmen des in der Rehabilitation Möglichen die in Kapitel 2.3. erhobenen Forderungen hinsichtlich Trainingsfrequenz und Trainingsdauer einzuhalten. Dabei konnte die Forderung nach täglichen Trainingssitzungen trotz erheblicher logistischer Probleme im Rahmen eines dichtgedrängten Rehabilitationsprogramms erfüllt werden, die Forderung nach einer Mindest-Trainingsdauer von vier Wochen hingegen nicht. Hierzu ist anzumerken, daß allein die Prozesse der Patientenaufnahme, der Aufklärung über die Studie, der Einholung der Einwilligungserklärung, der Eingangsdiagnostik und der Abschlußdiagnostik insgesamt auch bei optimaler Organisation eine volle Behandlungswoche kosten; angesichts der kurzen Verweildauern in der Anschlußrehabilitation waren mehr als 15 Behandlungstage einheitlich für alle Studienteilnehmer nicht zu realisieren.

Zieht man außerdem in Betracht, daß durch die Verkürzung der Verweildauer im Akutkrankenhaus bei den meisten potentiellen Studienteilnehmern zum Zeitpunkt ihrer Einwilligungserklärung nur kurze Zeit seit ihrem Krankheitsereignis verstrichen war, so kann auch nicht ausgeschlossen werden, daß die Probanden, die überwiegend noch unter anderen gesundheitlichen Folgen ihrer Erkrankung litten, denen sie möglicherweise subjektiv mehr Bedeutung beimaßen als ihrer Aufmerksamkeitsleistung, sich den Trainingsprozeduren nicht mit vollem Leistungseinsatz gewidmet haben könnten.

Diese Situation spiegelt die Realitäten in der Rehabilitation, unter denen die Einhaltung theoretischer Prämissen oft nur eingeschränkt möglich ist. Ungeachtet des Studien-Settings läuft die Realität der Anschlußrehabilitation mittlerweile regelhaft in diesem frühen Stadium nach der Erkrankung ab, somit in einer Zeit, in der die Bedürfnisse der Rehabilitanden oftmals mehr auf Erholung als auf ein aufbauendes Training gerichtet sind. Die Anschlußrehabilitation endet in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle, lange bevor das restitutive Potential ausgereizt ist, in vielen Fällen leider auch lange vor der Entwicklung einer Realitätseinsicht, die notwendige Voraussetzung für eine adäquate Trainingsmotivation ist.

Konzentriert man sich auf die hier zu diskutierenden Hypothesen 1 bis 3, so ergibt sich folgendes Bild:

#### 4.4.1. HYPOTHESE 1: BEIDE BEHANDLUNGSVERFAHREN WERDEN ZU VERBESSERUNGEN IN DER GETEILTEN AUFMERKSAMKEIT FÜHREN

Die Ergebnisse zeigen, daß das Trainingsverfahren AIXTENT geeignet sein könnte, die Reaktionsgeschwindigkeit in einer Aufgabe zu geteilter Aufmerksamkeit zu verbessern, Signifikanz wird jedoch nicht erreicht. Für das Trainingsverfahren divtrain gilt dies eindeutig nicht, im Gegenteil, das Training hatte keinerlei durchgängigen Effekt auf die Reaktionsgeschwindigkeit.

Bezogen auf die Fehlerzahl bewirkte AIXTENT keine signifikante Verbesserung. Im Trainingsverfahren divtrain hingegen ließ sich eine signifikante Reduktion der Fehlerzahl durch das Training statistisch belegen.

Beide Verfahren sind demnach geeignet, die Leistungen in Aufgaben zu verbessern, die Aufmerksamkeitsteilung verlangen. Die AIXTENT-Gruppe legt die Annahme einer Verbesserung auf der Ebene des Reaktionstempos nahe, Die divtrain-Gruppe konnte eine signifikante Verbesserung auf der Ebene der Fehlerzahl erreichen.

#### 4.4.2. HYPOTHESE 2: DIVTRAIN WIRD EHER ZU EINER VERBESSERUNG DER SORGFALTSLEISTUNG FÜHREN (WENIGER FEHLREAKTIONEN, WENIGER AUSLASSUNGEN)

Wie unter 4.5.1. ausgeführt, gelang durch die Studie der Nachweis, daß die Verwendung von divtrain eher zu einer Verbesserung der Sorgfaltsleistung führen wird.

#### 4.4.3. HYPOTHESE 3: AIXTENT WIRD EHER DIE REAKTIONSGESCHWINDIGKEIT VERBESSERN

Wie unter 4.5.1. ausgeführt, gelang dieser Nachweis statistisch nicht. Bezieht man den geringen Effekt von AIXTENT auf die Sorgfaltsleistung in der TAP mit ein, so spricht trotz der fehlenden statistischen Absicherung einiges für die Annahme von Hypothese 3.

#### 4.4.4. ZUSAMMENFASSUNG

Beide Trainingsverfahren sind geeignet, Leistungsparameter im Subtest geteilte Aufmerksamkeit der TAP zu verbessern (Hypothese 1). Diese Feststellung kann beim Trainingsverfahren AIXTENT nicht verwundern, zieht man zum einen in Betracht, daß dieser Sachverhalt bereits mehrfach statistisch nachgewiesen werden konnte, zum anderen, daß dieses Verfahren von STURM, ORGAß und HARTJE in unmittelbarer Nähe zu den Entwicklern der TAP konzipiert wurde und dadurch sicherlich basale Grundannahmen über relevante Parameter von Aufmerksamkeitsteilung mit der TAP teilt. Folgerichtig bewirkte AIXTENT in erster Linie eine Temposteigerung (Hypothese 3).

Die Qualitätsverbesserung in der TAP nach einem Training mit divtrain (Hypothese 2) ist angesichts der bereits mehrfach diskutierten Fokussierung des Subtests Geteilte Aufmerksamkeit auf die Reaktionsgeschwindigkeit schon eher überraschend. Sie belegt, daß der Einsatz von divtrain als Trainingsverfahren zur Verbesserung der Aufmerksamkeitsteilung vor allem dann legitim, wenn nicht gar indiziert ist, wenn die Trainingsziele im Bereich von Fehlervermeidung und Reaktionspräzision liegen.

Im Kapitel 1.9. wurde die Frage erhoben, inwieweit ein Trainingsverfahren, das mit einer bestimmten Aufgabenstellung arbeitet, die Leistung in einer davon abweichenden Aufgabenstellung positiv beeinflussen kann. Diese Frage kann ungeachtet der Relevanzeinschätzung abhängiger Variablen als positiv beantwortet gelten. Schon AIXTENT weist bei aller Ähnlichkeit im Aufgabenparadigma mit dem Subtest Geteilte Aufmerksamkeit der TAP deutliche Unterschiede in der Aufgabenstellung zu diesem auf. Der Test verlangt die Aufmerksamkeitsteilung zwischen einer visuellen Kontrollaufgabe, deren zentrale Anforderung in der räumlichen Aufmerksamkeitsorientierung liegen dürfte, und einer eher einfachen akustischen Diskriminationsaufgabe. Das Übungsprogramm stellt drei statt zwei

Aufgaben zugleich, zwei visuelle Kontrollaufgaben, bei denen räumliche Aspekte eine untergeordnete Rolle spielen, und eine im Vergleich mit der TAP eher schwieriger einzuschätzende akustische Kontrollaufgabe mit Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis. Auf der Reaktions-Seite sind die Anforderungen in AIXTENT ungleich schwieriger als in der TAP. Anstatt ungeachtet der Modalität des kritischen Reizes unverändert eine einzelne Taste drücken zu müssen, verlangt AIXTENT in höheren Stufen die Bedienung zweier Tasten, wobei die eine Taste bei Vorliegen eines einzelnen kritischen Reizes zu betätigen ist, die andere Taste bei simultanem Auftreten mehrerer kritischer Reize.

Noch deutlicher unterscheidet sich divtrain in der Aufgabenstellung von der TAP. Hier sind statt einer visuellen und einer akustischen Aufgabe drei visuelle Aufgaben zu bearbeiten, darunter eine mit besonderen Arbeitsgedächtnis-Anforderungen. Jeder der drei Aufgaben ist eine eigene Reaktionstaste zugeordnet, die bei Auftreten einer kritischen Bedingung zu betätigen ist; das kann nach der Konstruktion der Aufgabe erfordern, zwei Tasten gleichzeitig (zumindest innerhalb desselben Zeitintervalls) zu drücken.

Wenn nun beide Trainingsverfahren die Leistung in der TAP verändern, beide in positiver Richtung, so kann legitimerweise angenommen werden, daß die Trainingseffekte beider Verfahren auf andere Aufmerksamkeitsteilungs-Anforderungen generalisieren. Damit ist noch nicht geklärt, in welcher Weise sie das tun. Allerdings kann angesichts der in Tabelle 4.5 dargestellten Ergebnisse die Vermutung eher verworfen werden, der Generalisierungseffekt beruhe in erster Linie auf einer Steigerung der Aktivierung, der Alertness oder der Aufmerksamkeit-Selektivität.

Tabelle 4.3

## Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 1	835,0130	10	160,36170	50,71082
	D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 2	767,1040	10	203,18416	64,25247
Paaren 2	D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 1	834,5110	10	172,09819	54,42222
	D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 2	814,4720	10	78,44814	24,80748
Paaren 3	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 1	14,1000	10	9,24302	2,92290
	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 2	10,5000	10	11,05793	3,49682
Paaren 4	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 1	14,0000	10	6,58281	2,08167
	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 2	9,9000	10	7,14065	2,25807

Tabelle 4.4

*Korrelationen bei gepaarten Stichproben*

	N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1 D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 1 & D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 2	10	,840	,002
Paaren 2 D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 1 & D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 2	10	,380	,279
Paaren 3 D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 1 & D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 2	10	,138	,705
Paaren 4 D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 1 & D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen--Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 2	10	,716	,020

Tabelle 4.5

## Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 1 - D3:Gesamttest-Median der RZ-Aixtent-Messung 2	67,90900	110,87098	35,06048	-11,40332	147,22132	1,937	9	,085
Paaren 2	D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 1 - D3:Gesamttest-Median der RZ-Divtrain-Messung 2	20,03900	159,74014	50,51427	-94,23221	134,31021	,397	9	,701
Paaren 3	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 1 - D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Aixtent-Messung 2	3,60000	13,40149	4,23792	-5,98685	13,18685	,849	9	,418
Paaren 4	D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 1 - D3:Gesamttest-Fehlreaktionen-Auslassungen-Antizipationen-Ausreißer-Divtrain-Messung 2	4,10000	5,19508	1,64283	,38366	7,81634	2,496	9	,034

## 5. STUDIE 2: EFFEKTE EINES UNSPEZIFISCHEN TRAININGS AUF AUFMERKSAMKEITSLEISTUNGEN

In zahlreichen populärwissenschaftlichen Publikationen und von Vertretern sogenannter „Gehirnjogging“-Methoden wird die Auffassung vertreten, für die Erhaltung und Stabilisierung kognitiver Fähigkeiten sei der Übungsinhalt weniger von Bedeutung, entscheidend sei alleine die Beanspruchung des kognitiven Apparats. Gleichgültig, ob die subjektiv empfundene oder objektiv vorliegende Leistungsschwäche auf der Ebene des Gedächtnisses, der Konzentration und Aufmerksamkeit, des logisch-schlußfolgernden Denkens oder der Kreativität liege, so die Vertreter dieser Meinung, leistungserhaltend und leistungsverbessernd sei jede Form kognitiver Stimulation, sei es das Lösen von Kreuzwort- oder Zahlenrätseln oder das Auswendiglernen von Gedichten.

Die Auseinandersetzung mit dieser Meinung auf wissenschaftlicher Ebene wurde häufig geführt. Dies im Rahmen dieser Arbeit zu wiederholen ist aber notwendig, weil auch im therapeutischen Handeln durch wissenschaftlich qualifizierte klinische Neuropsychologen erstaunlich häufig auf unspezifische Behandlungsverfahren zurückgegriffen wird. Die Erfahrung des Autors als Prüfer in mündlichen Prüfungen zur Erlangung des Zertifikates „Klinischer Neuropsychologe GNP“ lehrt, daß viele Prüfungskandidaten, die ihre Ausbildung berufsbegleitend in einer neurologischen Rehabilitationsklinik absolviert haben, zwar über fundiertes Wissen in theoretischer Neuropsychologie und in Neuroanatomie verfügen, aber nicht nur in ihrem diagnostischen Handeln kaum hypothesengeleitet vorgehen (statt dessen meistens auf Standard-Testbatterien zurückgreifen) und vor allem in ihrer therapeutischen Methodik sich stärker an dem Angebot orientieren, daß ihre Institution gerade vorhält, ohne sich um die spezifische Wirksamkeit der gebotenen Behandlungsverfahren weiter zu kümmern. Diese Praxis wird forciert durch gesteigerten Arbeitsdruck und kurze Verweildauern der Rehabilitanden, die oftmals eine Testwiederholung als Erfolgsmessung nicht sinnvoll erscheinen lassen.

Konzentriert man sich auf die Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen, so werden ganz überwiegend computergestützte Trainingsmethoden eingesetzt, gelegentlich auch Paper-Pencil-Verfahren, die eng an einschlägige Testverfahren angelehnt sind oder aber eine hohe Ähnlichkeit mit Übungsmaterialien aus der "Gehirnjogging"-Szene aufweisen. Wie bereits ausgeführt, genügt die überwiegende Mehrzahl der angebotenen computergestützten Verfahren nicht den prinzipiell zu stellenden wissenschaftlichen Anforderungen.

Um den Einfluß eines sehr unspezifischen Behandlungsverfahrens beurteilen zu können, wird eine im Rahmen einer Diplomarbeit im Sommer 2006 durchgeführte und vom Autor betreute Studie zu differentieller Wirksamkeit zweier als bewährt geltender Behandlungsverfahren für erworbene Störungen des Verbalgedächtnisses herangezogen.<sup>3</sup> Verglichen wurden ein computergestütztes Behandlungsverfahren, nämlich die Aufgabe „Verbalgedächtnis“ aus dem System „REHACOM“ der Hasomed GmbH, mit einer metakognitiv orientierten Gedächtnistherapie, die in Gruppen durchgeführt wird, sich in ihrem theoretischen Konzept an UNVERHAU (1998) anlehnt und im manualisierter Form von FINAUER (2007) beschrieben wurde. Details und exaktes Vorgehen bei diesen Übungen sind nicht Gegenstand dieser Arbeit, es geht vielmehr um die Effekte dieser Trainingsmethoden auf Aufmerksamkeitsmaße.

## 5.1. HYPOTHESEN

Überprüfen wollen wir, ob ein im Sinne des Kriteriums sehr unspezifisches Behandlungsverfahren grundsätzlich zur Verbesserung von Aufmerksamkeitsleistungen beiträgt oder gar einem spezifischen Behandlungsverfahren, das seine Wirksamkeit wissenschaftlich nachgewiesen hat, ebenbürtig oder sogar überlegen ist. Hierzu sei die Hypothese aufgestellt, daß die Aufmerksamkeitsleistungen von diesen Übungsverfahren nicht profitieren, konkret, daß sich Prae- und Posttest-Resultate zwar hinsichtlich der Gedächtnismaße unterscheiden, nicht aber hinsichtlich der Aufmerksamkeitsmaße.

## 5.2. METHODEN

### 5.2.1. VERSUCHSPERSONEN

Die Teilnehmer an der Studie sollten relevante Beeinträchtigungen des Gedächtnisses aufweisen. Als Eingangsdiagnostik wurde der VLT und der NVLT sowie die Subtests

---

<sup>3</sup> Die Daten wurden von SPAHN (2007) an Patienten der Fachklinik Herzogenaurach erhoben.

„Alertness“ und „Geteilte Aufmerksamkeit“ (nur Bedingung 3 – Quadrate und Töne) aus der TAP 1.7 durchgeführt. Die relevanten Gedächtnisbeeinträchtigungen wurden operationalisiert durch auffällige Leistungen in beiden Gedächtnistests ( $> 1 \sigma$  unter den Normierungsmittelwerten). Dieselben Testverfahren wurden nach Abschluß des Trainings zur Erfolgskontrolle wiederholt.

Ausgeschlossen werden mußten multimorbide Patienten sowie Patienten mit dementiellen Entwicklungen.

Untersucht wurden 30 Probanden beiderlei Geschlechts (15 Männer, 15 Frauen) mit einem Altersmittelwert von 63,5 Jahren und einem Altersbereich von 24 bis 82 Jahren (Standardabweichung 13,86 Jahre). 28 Patienten litten unter einer cerebrovaskulären Erkrankung, 2 hatten ein Schädelhirntrauma erlitten. 11 Probanden hatten einen höheren oder hohen Bildungsabschluß, die restlichen 19 Probanden hatten (mit oder ohne Abschluß) die Hauptschule absolviert.

### 5.2.2 BEHANDLUNGSMETHODIK

Behandelt wurden 15 Probanden mit dem computergestützten Verfahren „Verbalgedächtnis“, 15 Probanden wurden in eine metakognitiv orientierte Gedächtnisgruppe integriert. Die Gruppentermine fanden arbeitstäglich statt (fünfmal pro Woche), jeder Gruppentermin dauerte eine Stunde. Die Gedächtnisgruppe gehört zum Standardangebot der Fachklinik Herzogenaurach, in der Gruppe befanden sich nicht nur Studienpatienten, sondern auch andere gleichzeitig anwesende Rehabilitanden, die den Einschlusskriterien der Studie nicht genügten. Angestrebt wurde eine Teilnahme an 15 Gruppensitzungen (das curricular aufgebaute Gruppen-Manual beschreibt 15 Sitzungen). Trotz umfassender organisatorischer Vorarbeiten konnte dieses Ziel in keinem Einzelfall vollständig erfüllt werden, die Probleme resultierten in erster Linie aus dem instabilen gesundheitlichen Zustand der frisch erkrankten Patienten (im Rahmen von Anschlußheilbehandlungen kommen Patienten durchaus sieben bis 10 Tage nach ihrer Erkrankung bereits in Rehabilitation) und/oder aus medizinisch dringend erforderlichen internen oder externen Maßnahmen. Terminkollisionen mit anderen Therapien konnten erfolgreich vermieden werden.

Um das Therapievolumen vergleichbar zu halten, wurde auch das computergestützte Gedächtnistraining arbeitstäglich im Volumen von einer Stunde durchgeführt, auch in diesem

Fall ließ sich das Ziel von 15 Sitzungen aus vergleichbaren Gründen in keinem Fall vollständig erfüllen, obwohl die Einzelübungstermine per se flexibler angelegt und verschoben werden können; ausschlaggebend hierfür war vor allem der dichtgedrängte Terminplan unserer Patienten einerseits und ihre reduzierte psychophysische Belastbarkeit andererseits. Aus Gründen der Vergleichbarkeit konnte dieser Umstand hingenommen werden.

Tabelle 5.1

## Veränderungen durch die Gedächtnistherapie

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	T-Wert in der phasischen Alertness, Eingangstestung - T-Wert in der phasischen Alertness, Abschlusstestung	-,77	7,05	1,29	-3,40	1,86	-,596	29	,556
Pair 2	T-Wert in der geteilten Aufmerksamkeit, Auslassungen, Eingangstestung - T-Wert in der geteilten Aufmerksamkeit, Auslassungen, Abschlusstestung	-2,83	7,38	1,35	-5,59	-7,87E-02	-2,104	29	,044
Pair 3	T-Wert im VLT, Eingangstestung - T-Wert im VLT, Abschlusstestung	-8,87	10,71	1,96	-12,87	-4,87	-4,532	29	,000
Pair 4	T-Wert im NVLT, Eingangstestung - T-Wert im NVLT, Abschlusstestung	-5,97	7,47	1,36	-8,75	-3,18	-4,377	29	,000

## 5.3 ERGEBNISSE

Wie Tabelle 5.1 zu entnehmen ist, ließen sich durch die Gedächtnistherapie zwar signifikante Effekte erzielen, nicht aber bei den Aufmerksamkeitsmaßen, die Posttestergebnisse unterscheiden sich statistisch nicht bedeutsam von den Eingangstestergebnissen. Abb. 5.1 und 5.2 veranschaulichen die Meßwertbereiche in der Aufmerksamkeit und im Gedächtnis noch einmal grafisch.

Abb. 5.1

Aufmerksamkeitswerte prae und post Gesamtgruppe

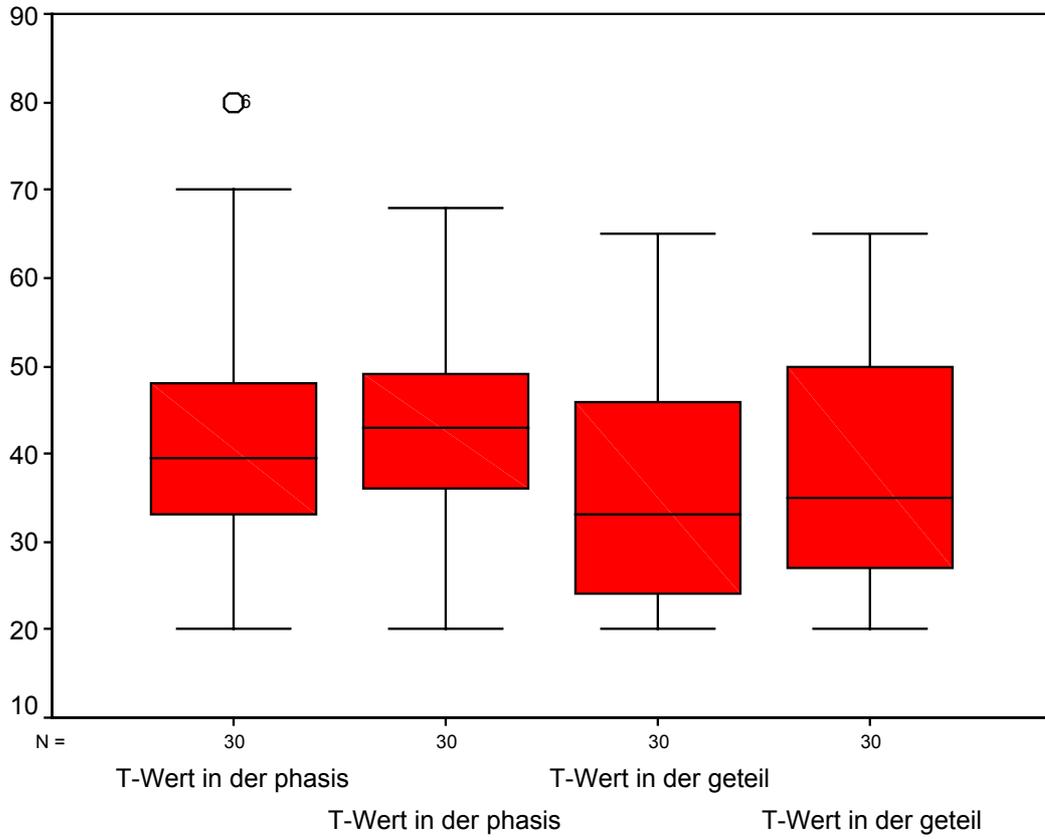
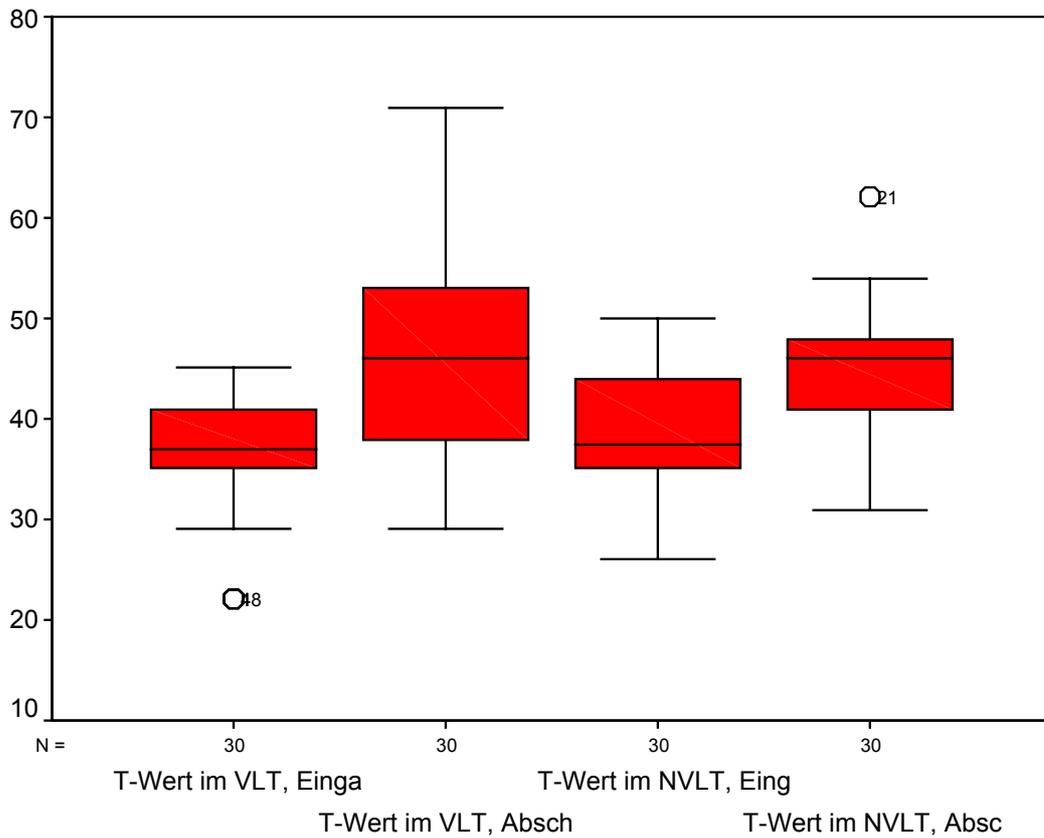


Abb. 5.2

*Gedächtnisleistungen im Prae-Post-Vergleich*

## 5.4 DISKUSSION

Die eingangs erhobene Hypothese, daß sich Prae- und Posttest-Resultate zwar hinsichtlich der Gedächtnismaße unterscheiden, nicht aber hinsichtlich der Aufmerksamkeitsmaße, wird durch die Studie bestätigt.

Die bis dato vorliegenden Ergebnisse untermauern nachdrücklich, daß beliebige Interventionen auf kognitiver Ebene nicht geeignet sind, spezifische Aufmerksamkeitsmaße zu verbessern. Sie plädieren daher für die Verwendung diagnosebezogener, in ihrer Wirkungsweise evaluierter Trainingsinstrumente zur Behandlung von

Aufmerksamkeitsstörungen. Sie unterstützen damit die in Studie 1 getroffene Feststellung einer sehr spezifischen Wirksamkeit von Übungsverfahren.

Die hier behandelte Klientel entstammt ebenso wie die Patientenstichproben in den anderen Teilstudien der Anschlußheilbehandlungs-Klientel der Fachklinik Herzogenaurach. Alle untersuchten Patienten befanden sich folglich in einem postakuten Stadium, einer Zeitspanne, in der gemeinhin Spontanremissionseffekte erwartet werden und oftmals argumentativ gegen Behandlungserfolge in der postakuten Phase ins Feld geführt werden.

Wenn nun festzustellen ist, daß sich die Aufmerksamkeitsfunktionen bei der hier untersuchten Stichprobe nicht (auch nicht spontan) verbessert haben, obwohl es an kognitiver Stimulation nicht mangelte und die Zahl neuropsychologischer Therapietermine nicht von der in Studie 1 abwich, so kann daraus geschlossen werden, daß Spontanremissionseffekte bei den Therapieerfolgen in Studie 1 keine wesentliche Rolle gespielt haben.

## 6. STUDIE 3: GENERALISIERUNG VON TRAININGSEFFEKTEN AUF AUFGABEN IDENTISCHEN INHALTS, ABER VERÄNDERTER RÄUMLICHER ANORDNUNG AUF DER X-ACHSE BEI HIRNGESUNDEN PROBANDEN

### 6.1. UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND

Auch für diese Studie wurde das DIVATT/divtrain-Paradigma verwendet. Es sollte überprüft werden, inwieweit Trainingsfortschritte bei dieser Aufgabe einen positiven Transfer auf eine Aufgabe mit sich bringen, bei der die räumliche Anordnung der Stimuli verändert wird. Als Aufgabenbasis diente diesmal eine Variante des Programms DIVATT; der Grund hierfür lag zum einen in der festen Ablaufsteuerung kritischer Reize, die eine konstante Gesamtzahl erforderlicher Reaktionen sicherstellt und zufallsbedingte Schwankungen im Anforderungsgrad der Aufgabe vermeidet, zum anderen in der Möglichkeit, externe Tasten zu verwenden, die sich räumlich auch einer vertikalen Anordnung fakultativ zuordnen lassen. Um das Lernen von Stimulussequenzen als Störvariable auszuschalten, wurden insgesamt vier Steuerungsdatensätze gleichen Schwierigkeitsgrads entwickelt, die abwechselnd zur Aufgabendurchführung herangezogen wurden. Zur Vermeidung von Deckeneffekten wurden Voruntersuchungen vorgenommen, um ein Ablauftempo („Takt“) zu definieren, das auch bei Gesunden Leistungssteigerung durch Lernen ermöglicht; der standardmäßige DIVATT-Takt von 1000 ms ließe auf der Basis der seinerzeit erhobenen Normierungsdaten bei Gesunden schon im ersten Durchgang eine fast fehlerlose und somit kaum mehr steigerungsfähige Leistung erwarten. Erprobt wurden Taktraten von 750 und 650 ms, die letztere Rate erwies sich im Hinblick auf die Varianz als bestgeeignet.

In einer ersten Untersuchungsreihe wurden die Wirkungen einer reinen Vertauschung der linken und rechten Aufgabe unter unveränderter Beibehaltung der zentralen Aufgabe überprüft. Als anschauliche Benennung für die Anordnungsvarianten wurde auch im Hinblick auf weitere geplante Varianten für eine Kompaß-Analogie, wobei das ursprüngliche Layout mit „West“ bezeichnet wurde, die spiegelbildliche Anordnung mit „Ost“. Ebenfalls vertauscht wurde selbstverständlich die Zuordnung der linken und rechten Taste, so daß unverändert

die linke Taste auf kritische Reize der linken Aufgabe und die rechte Taste auf kritische Reize der rechten Aufgabe zu betätigen war<sup>4</sup>.

## 6.2. HYPOTHESEN

Folgende Hypothesen waren zu überprüfen:

1. Das Zielniveau ist unter den gegebenen Bedingungen in wenigen Trainingsdurchgängen erreichbar. Dies entspricht einer Bestätigung früherer Untersuchungen, diesmal allerdings bezogen auf hirngesunde ProbandInnen.
2. Ein positiver Transfer von der Trainingsaufgabe auf die Testaufgabe wird bei den peripheren Aufgaben erwartet: Ein Proband sollte weniger Durchgänge bei der Bearbeitung der Testaufgabe im Vergleich zur Trainingsaufgabe benötigen, um auf die gleiche Sorgfaltsleistung (Anzahl der richtigen Reaktionen) zu kommen.
3. Bei der zentralen (unveränderten) Aufgabe wird kein Effekt des Wechsels zwischen Trainings- und Testaufgabe erwartet

## 6.3. METHODEN

### 6.3.1 STICHPROBENBESCHREIBUNG

Die Stichprobe umfasste 15 Probanden (2 Männer und 13 Frauen), von denen zwei nicht ausgewertet werden konnten, da sie die Teilnahme vorzeitig beendeten. Das Alter lag zwischen 20 und 45 Jahren, mit einem Mittelwert von 25,29 Jahren und einer Standardabweichung von 6,44 Jahren. Der Bildungshintergrund war durchgängig hoch, alle Probanden besaßen Hochschulreife.

---

<sup>4</sup> durchgeführt wurde die Untersuchung von einer Arbeitsgruppe Tübinger Studenten (MARITSA TRAYKOVA, JULIANA TSEGELIDIS & VIKTORIA HAASE) im Sommersemester 2005.

### 6.3.2. UNTERSUCHUNGSMETHODIK

Zur Untersuchung der Transfereffekte wurde ein Design mit Wiederholungsmessung gewählt. In der Trainingsphase sollte die geteilte Aufmerksamkeit mit einem Layout der Aufgabe trainiert werden, in der Testphase mit einem anderen. Dabei sollte die Hälfte der Probanden in der Trainingsphase die Variante "West" bearbeiten und in der Testphase die Variante "Ost"; die andere Hälfte umgekehrt, um Reihenfolgeneffekte auszuschließen (unabhängige Variable). Danach sollte der Trainingsverlauf zwischen beiden Phasen verglichen werden.

Der Vergleich erfolgte "innerhalb" der einzelnen Probanden (*within-design*), nicht zwischen den Probanden (*between-design*). Dieses Vorgehen bietet folgende Vorteile:

1. Es ist eine geringere Anzahl der Probanden notwendig, um Transfereffekte feststellen zu können; 12 Probanden waren unter diesem Gesichtspunkt ausreichend.
2. Es ergibt sich eine geringere Datenstreuung, so dass die Effekte klarer nachweisbar sind.

Für die Messung des Transfers kommen prinzipiell folgende Möglichkeiten in Frage:

1. Es soll ein bestimmter Leistungswert (Kriterium) von allen Probanden sowohl in der Übungsphase als auch in der Testphase erreicht werden. Verglichen wird dabei die Zahl der Durchgänge, die zum Erreichen des Kriteriums notwendig sind.
2. Jeder Proband soll eine bestimmte Zahl der Durchgänge in der Übungsphase absolvieren. Gemessen wird dann die Zahl der Durchgänge, die notwendig ist, um den gleichen Wert wie in der Übungsphase zu erreichen.
3. Der Proband soll so lange üben, bis keine Verbesserung mehr eintritt. Gemessen wird dann die Zahl der Durchgänge, die notwendig ist, um den gleichen Wert wie in der Übungsphase zu erreichen.

Die Wahl fiel auf Meßmethode 1. Als Zielkriterium diente eine Fehlerquote von < 20 % bei der zentralen Aufgabe (Zahlwiederholung) und von < 10% bei den peripheren Aufgaben fest; dieses Kriterium hatte sich bei der Entwicklung des DIVATT bewährt, um eine gewisse Sicherheit gegenüber Zufallsfehlern in der Durchführung behalten zu können.

In einer Voruntersuchung an einem gesunden Probanden stellte sich heraus, dass die gewünschte Leistung nach 4 bis 5 Durchgängen erreicht wurde. Da jeder Durchgang bei einem Zeittakt von 650 ms 6,5 Minuten dauert, wurde die Trainingsphase bis zum Erreichen des Zielkriteriums (Methode 1) auf ungefähr 45 bis 60 Minuten Dauer geschätzt. Das legte nahe, jeden Probanden an zwei verschiedenen Terminen zu untersuchen:

- am ersten Termin sollte trainiert werden,
- am zweiten Termin sollte getestet werden.

Sinnvollerweise sollten diese Termine nicht sehr weit auseinander liegen, maximal eine Woche. Als Abbruchkriterium wurden sieben Trainingsdurchgänge ohne Leistungsverbesserung festgelegt.

Als abhängige Variable wurde die Zahl der Durchgänge definiert, die zum Erreichen des festgelegten Kriteriums notwendig sind.

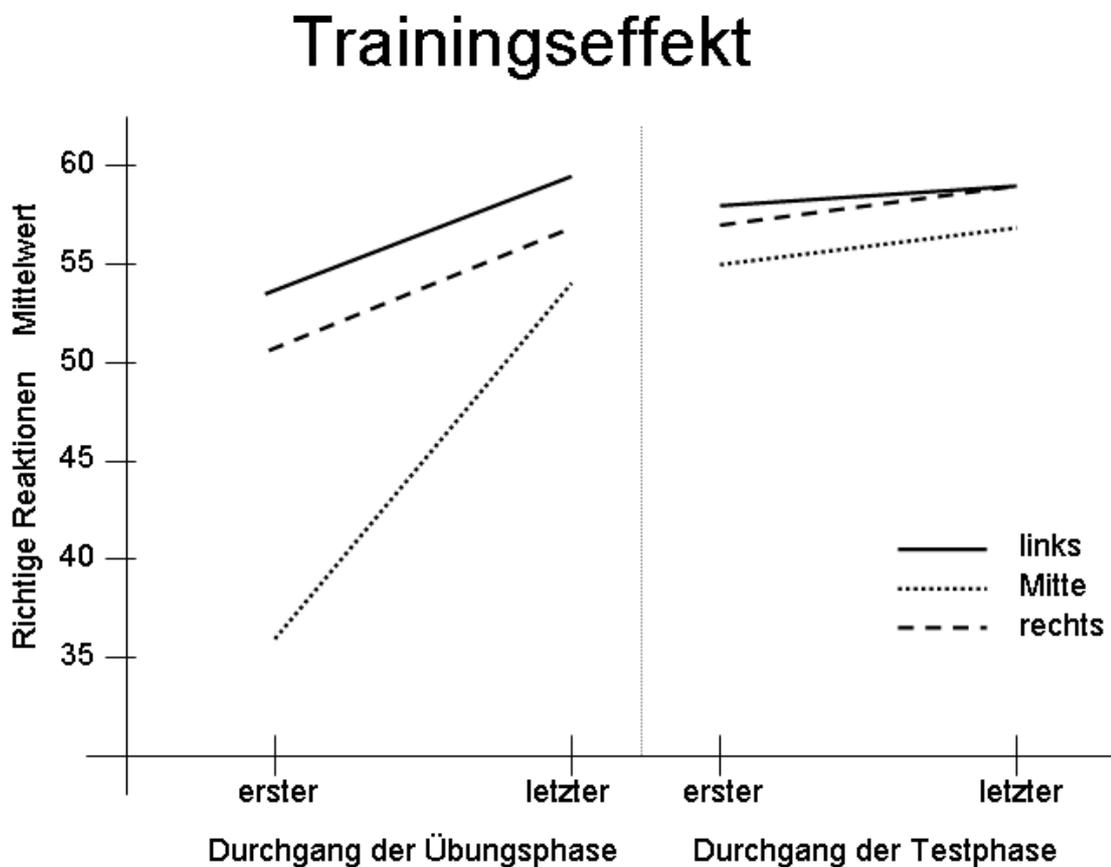
## 6.4. ERGEBNISSE

Die beiden Probandengruppen unterschieden sich in den Ergebnissen nicht, Reihenfolgeeffekte sind daher nicht anzunehmen.

Die Trainingseffekte sind in Abb. 6.1. anschaulich dargestellt. Hier konnten während der Trainingsphase durchgängig erhebliche Trainingsfortschritte konstatiert werden, numerisch am deutlichsten bei der zentralen Zahlenwiederholungsaufgabe, aber auch bei beiden peripheren Aufgaben. Die Trainingsfortschritte in der Übungsphase sind signifikant.

Abb. 6.1

## Trainingseffekte



In der Testphase, die an der Alternativ-Variante durchgeführt wurde, zeigten sich ebenfalls tendenziell Verbesserungen, zu denen zwei Feststellungen zu treffen sind:

1. Das Ausgangsniveau liegt deutlich höher als in der Trainingsphase, es erreicht bei der zentralen Aufgabe das Endniveau der Trainingsphase (nicht ganz überraschend, wenn man bedenkt, daß sich die räumliche Position dieser Aufgabe nicht verändert hat). Auch bei der rechten vorgegebenen Aufgabe (je nach Untergruppe ist das wohlgermerkt eine unterschiedliche) entspricht das Einstiegsniveau dem Abschlußniveau der Trainingsphase; bei der linken Aufgabe liegt es nur knapp darunter.
2. Es werden auch in der Testphase weitere leichte Fortschritte in allen drei Aufgaben erzielt, die in der linken Aufgabe sogar Signifikanzniveau erreichen.

Nun zu den Ergebnissen bezüglich der Transfereffekte. Zu erwarten war gemäß Hypothese 2 eine signifikant niedrigere Zahl der erforderlichen Wiederholungsdurchgänge, um in der Testphase das Endniveau der Trainingsphase (Kriteriumsniveau) zu erreichen; diese Erwartung hat sich erfüllt. Während in der Trainingsphase im Mittel 3,58 Durchgänge benötigt wurden, um dem Sorgfaltskriterium zu genügen, waren es in der Testphase im Mittel 1,33 Durchgänge.

Wertet man die Verläufe der zentralen Aufgabe und der peripheren Aufgaben getrennt aus, so ergibt sich folgendes Bild:

In der zentralen Aufgabe wurde das Zielkriterium in der Testphase in 10 von 12 Fällen sofort erreicht, in 2 Fällen wurde ein zweiter Durchgang erforderlich. Einer davon hat das Zielkriterium in der Trainingsphase schon im zweiten Durchgang geschafft, hatte also zu Beginn der Testphase extrem wenige Übungsdurchgänge insgesamt. Der andere hatte das Kriterium im ersten Testdurchgang nur knapp verfehlt und bis dahin ebenfalls wenige Übungsdurchgänge gehabt (3).

Es kann daher mit Recht davon ausgegangen werden, daß der Wechsel des Aufgabenmodus auf die Leistung in der zentralen Aufgabe keine Auswirkung hatte; Hypothese 3 kann daher als bestätigt gelten.

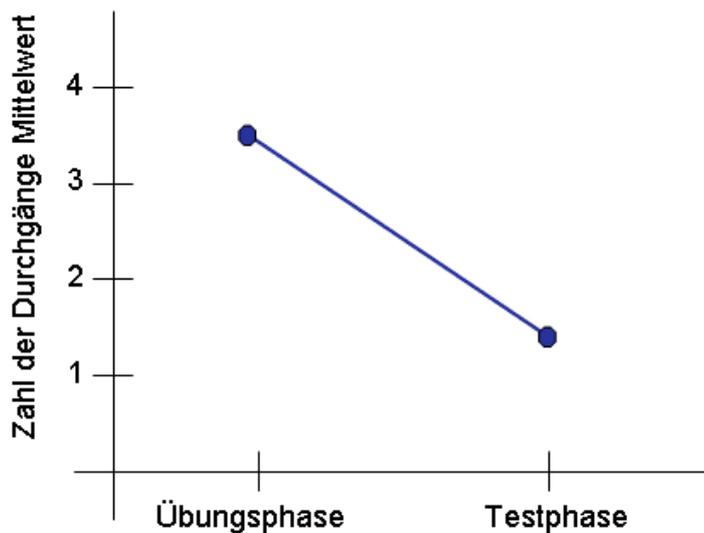
Bei der Untersuchung der Leistungsentwicklung in den peripheren Aufgaben zeigt sich, daß bei 11 von 12 Probanden das Zielkriterium schon im ersten Testdurchgang erreicht wurde; ein Proband, der insgesamt die meisten Übungsdurchgänge benötigte, ohne das Zielkriterium bei den peripheren Aufgaben zu erreichen, benötigte zwei Durchgänge. In diesem Fall nahmen die Leistungen in den peripheren Aufgaben stetig zu, ohne daß der Layoutwechsel sich bemerkbar gemacht hätte.

Ein positiver Transfer ist auch hier unstrittig, so daß Hypothese 2 ebenfalls als bestätigt angenommen werden kann.

Abb. 6.2.

*Transfereffekt*

## Transfereffekt



---

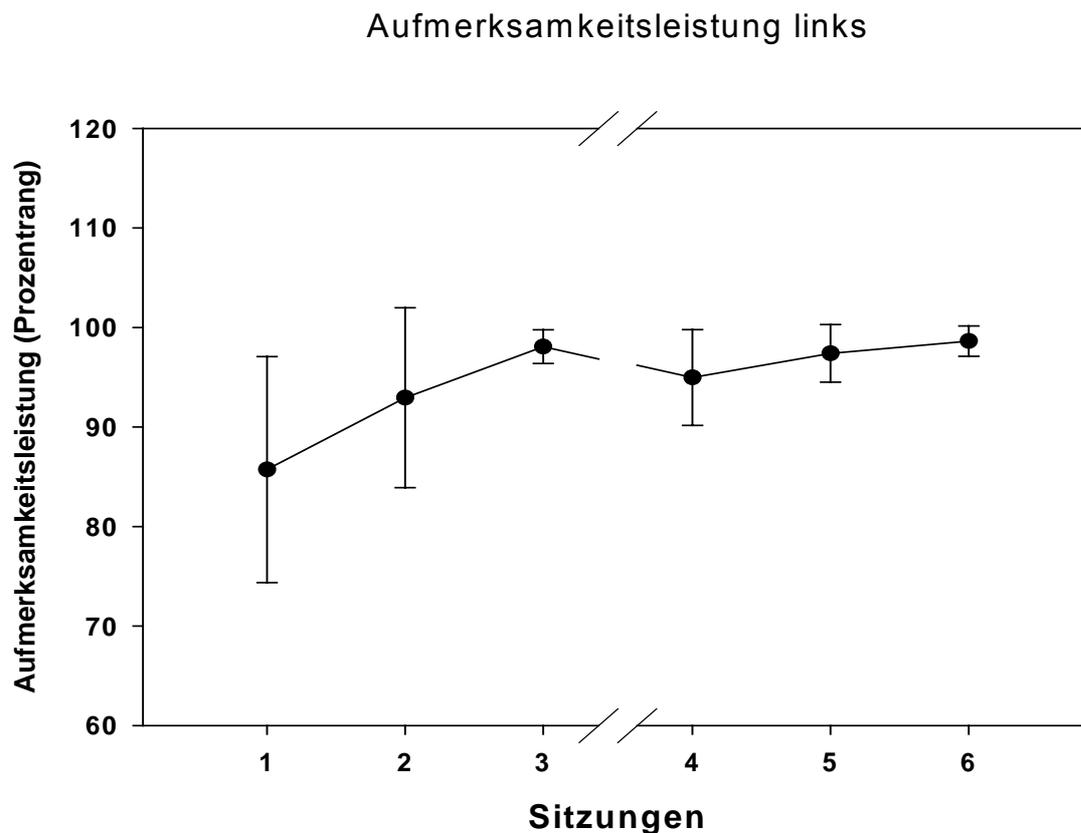
### 6.5. VERLAUFSSTATISTIK

Zur genaueren Analyse der Leistungsverläufe in den einzelnen Aufgaben wurde eine Reihe weiterer statistischer Berechnungen vorgenommen.

Aufgrund des Untersuchungsdesigns variierte die Zahl der Übungsdurchgänge zwischen den einzelnen Probanden erheblich. Im Mittel benötigten die Probanden 4,077 Sitzungen, um das Zielkriterium zu erreichen (Werte zwischen drei und sieben Durchgängen) bei einer Standardabweichung von 1,382. Um die Verlaufskurven vergleichen zu können, wurden einheitlich drei Meßwerte für die Übungsphase angenommen, nämlich der erste Übungsdurchgang, der letzte Übungsdurchgang und das arithmetische Mittel aller dazwischenliegenden Durchgänge. In der Testphase war ein solches Vorgehen nicht

erforderlich, da die Probanden einheitlich drei Durchgänge absolvierten. Mit dieser Methodik ließen sich (getrennt nach Einzelaufgaben) folgende Leistungsentwicklungsverläufe über die Übung- und Testphase hinweg aufzeichnen:

Abb. 6.3.

*Leistungsverlauf linke Aufgabe*

Bei der linken Aufgabe ist ein stetiger Leistungszuwachs über die Übungsdurchgänge hinweg zu registrieren, der jedoch in keinem Schritt Signifikanzniveau erreicht. Beim Übergang zur Testphase (bei dem wohlgermerkt die periphere Aufgabe wechselt) bildet sich ein kleiner Leistungseinbruch ab, der jedoch schon beim ersten Wiederholungsdurchgang wieder verschwunden ist und ebenfalls nicht signifikant ist. Der zweite Wiederholungsdurchgang schließlich bringt einen weiteren minimalen Leistungszuwachs mit sich.

Augenfällig ist die deutliche Abnahme der Varianz über die Übungs- und Testsitzungen hinweg; das Leistungsvermögen der Probanden war im ersten Durchgang sehr viel heterogener als bei der letzten Übungssitzung, dasselbe gilt für die Testphase.

Tabelle 6.1.  
Übungsfortschritte linke Aufgabe

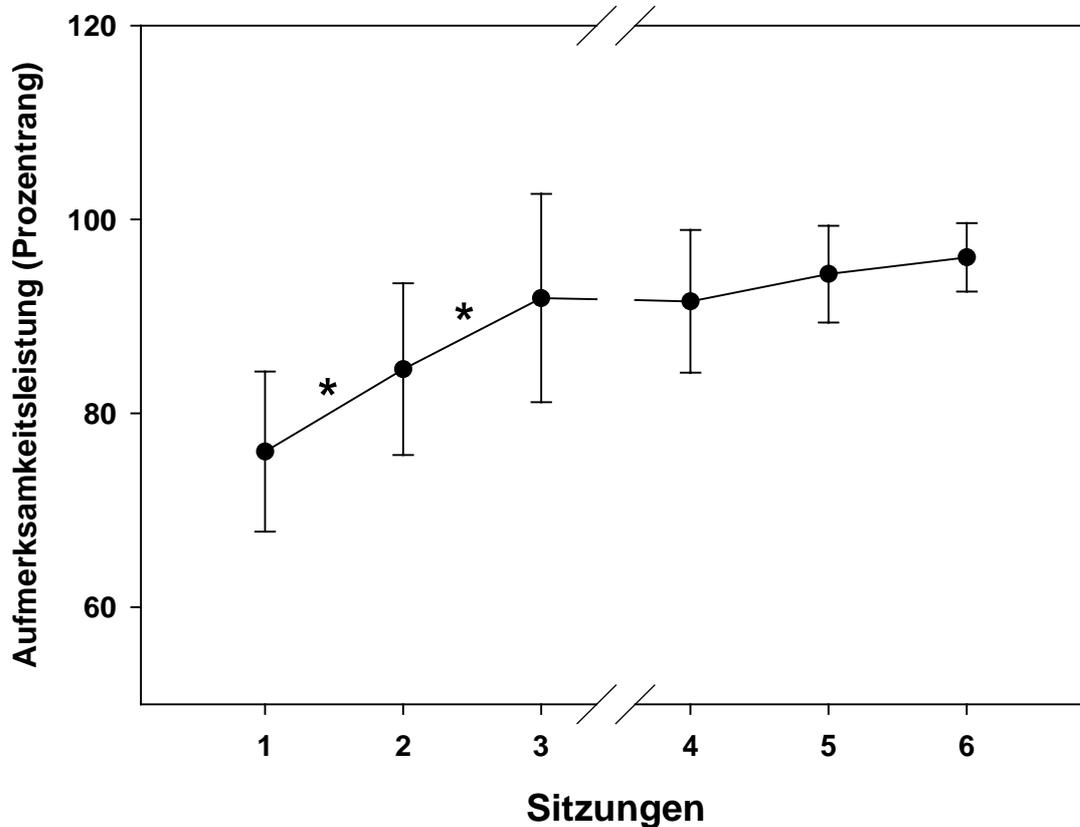
		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	PR links 1. Durchgang - links2_neu	-7,22270	13,40525	3,86976	15,73999	1,29459	-1,866	11	,089
Paaren 2	PR links 5. Durchgang - links2_neu	5,12899	9,02978	2,60667	-,60826	10,86624	1,968	11	,075
Paaren 3	PR links 5. Durchgang - PR links 1. Durchgang gespiegelt	3,09656	5,76604	1,66451	-,56700	6,76012	1,860	11	,090
Paaren 4	PR links 1. Durchgang gespiegelt - PR links 2. Durchgang gespiegelt	-2,42459	4,89665	1,41354	-5,53578	,68659	-1,715	11	,114
Paaren 5	PR links 2. Durchgang gespiegelt - PR links 1. Durchgang gespiegelt	-1,22973	2,76959	,79951	-2,98944	,52999	-1,538	11	,152

Analysiert man die Leistungsentwicklung in der rechten Aufgabe, so ergibt sich ein davon etwas abweichendes Bild:

Der Leistungsanstieg in den Übungssitzungen ist deutlich steiler, die Fortschritte erreichen Signifikanzniveau verursacht vor allem durch ein höheres Einstiegsniveau. Der Leistungseinbruch beim Wechsel in die Testphase fällt noch geringer aus, auch hier findet sich ein weiterer minimaler Leistungsanstieg bei den Testwiederholungen.

Die Unterschiede zwischen den beiden peripheren Aufgaben sind nicht leicht zu erklären. Sie können kaum aufgabenspezifisch sein, da die Einstiegsmodalität variiert wurde, so daß beide Aufgabentypen sowohl in der Übungsphase als auch in der Testphase gleichermaßen vorkamen. Bleibt die (zugegebenermaßen gewagte) Spekulation auf kulturspezifische Präferenzen in der Konzentrationsrichtung als mögliche Begründung.

Abb. 6.4.

*Leistungsverlauf rechte Aufgabe***Aufmerksamkeitsleistung rechts**

Die insgesamt eher moderaten Verbesserungen in der Testphase dürften das prinzipielle Verbesserungspotential nur unvollkommen widerspiegeln, da sie sicherlich durch Deckeneffekte beeinträchtigt sind.

Insgesamt ist bei den peripheren Aufgaben keine nennenswerte Irritation durch die Umkehrung der Stimulusanordnung zu erkennen.

Von besonderem Interesse ist die Leistungsentwicklung bei der zentralen Aufgabe. Sie ist nach allen bisherigen Daten die Schwierigste und bleibt als einzige beim Wechsel zwischen Übungs- und Testphase unverändert. Ein Leistungsknick bei dieser Aufgabe müßte demnach alleine auf die zusätzliche Absorption an Aufmerksamkeit, verursacht durch den peripheren Wechsel, zurückgeführt werden.

Tabelle 6.2  
Übungsfortschritte rechte Aufgabe

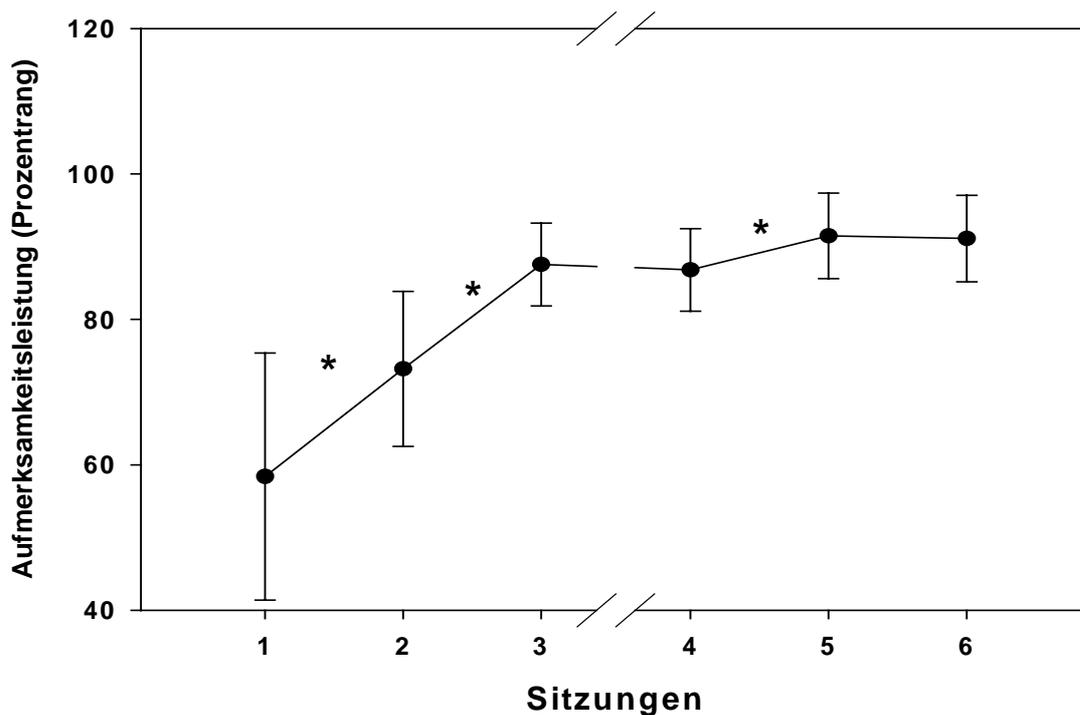
Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	PR rechts 1.Durchgangs rechts2_neu	-8,49363	11,35234	3,27714	15,70656	-1,28070	-2,592	11	,025
Paaren 2	PR rechts 5.Durchgangs rechts2_neu	7,33660	9,31022	2,68763	1,42117	13,25204	2,730	11	,020
Paaren 3	PR rechts 5.Durchgangs PR rechts 1.Durchgangs gespiegelt	,33597	5,64403	1,62929	-3,25008	3,92202	,206	11	,840
Paaren 4	PR rechts 1.Durchgangs gespiegelt - PR rechts Durchgang gespiegelt	-2,81187	6,67404	1,92663	-7,05235	1,42861	-1,459	11	,172
Paaren 5	PR rechts 2.Durchgangs gespiegelt - PR rechts Durchgang gespiegelt	-1,72743	4,78246	1,38058	-4,76606	1,31119	-1,251	11	,237

Abb. 6.5.

Leistungsverlauf mittlere Aufgabe

Aufmerksamkeitsleistung Mitte



Der Leistungsanstieg bei der zentralen Aufgabe ist mit Abstand am deutlichsten, verursacht vor allem durch ein erheblich niedrigeres Einstiegsniveau.

Bei der mittleren Aufgabe ist der Leistungseinbruch beim Wechsel der peripheren Aufgaben völlig unbedeutend. Es gelingt im Gegenteil schon im ersten Wiederholungsdurchgang in der Testphase eine signifikante weitere Leistungsverbesserung.

Auch bei der rechten und mittleren Aufgabe nimmt die Varianz im Übungsverlauf ab, wenn auch nicht so deutlich wie bei der linken Aufgabe.

Tabelle 6.3.

*Übungsfortschritte mittlere Aufgabe***Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 PR mitte 1. Durchgang mitte2_neu	4,80821	12,72629	3,67376	2,89411	-6,72231	-4,031	11	,002
Paaren 2 PR mitte 5. Durchgang mitte2_neu	4,37064	8,87395	2,56169	8,73240	0,00888	5,610	11	,000
Paaren 3 PR mitte 5. Durchgang PR mitte 1. Durchgang gespiegelt	,75170	6,16685	1,78022	-3,16652	4,66993	,422	11	,681
Paaren 4 PR mitte 1. Durchgang gespiegelt - PR mitte Durchgang gespiegelt	4,67701	6,37576	1,84052	-8,72797	-,62605	-2,541	11	,027
Paaren 5 PR mitte 2. Durchgang gespiegelt - PR mitte Durchgang gespiegelt	,36205	5,18249	1,49606	-2,93075	3,65485	,242	11	,813

**6.6. DISKUSSION**

Die Teilstudie drei konnte insgesamt nachweisen, daß zumindest bei gesunden Probanden innerhalb weniger Wiederholungsdurchgänge eine erhebliche Leistungssteigerung erreicht werden kann. Bei den vergleichsweise leichten peripheren Aufgaben gelingt nach im Mittel drei Wiederholungsdurchgängen eine Leistungssteigerung um 11 bis 20 Prozent, wobei der erste Schritt mit acht bis 10 Prozent Verbesserung den Löwenanteil leistet.

Daß diese Ergebnisse eher durch Deckeneffekte reduziert sind, belegt die Leistungsentwicklung bei der deutlich schwierigeren zentralen Aufgabe, die deswegen auf einem erheblich schwächeren Ausgangsniveau begonnen wird. Die Leistungssteigerung über alle Übungsdurchgänge hinweg beträgt hier immerhin 50%. Die Ergebnisse von BÜHNER ET AL. (2006) erscheinen daher eher den unteren Rand des Möglichen abzubilden. Dieses Ergebnis wird offenkundig möglich durch eine Routinebildung, die sich auch bei einem Wechsel der Aufgabenkonstellation positiv auswirkt. Die unverändert bleibende zentrale Aufgabe leidet kaum unter dem Wechsel, allenfalls in Form einer vorübergehend stagnierenden Leistungsentwicklung, die jedoch nach einer kurzen Neuorientierungsphase wieder einsetzt. Die peripheren Aufgabenanteile, die eigentlich verändert werden, entwickeln sich ähnlich, wobei der Umstellungseffekt tendenziell stärker ausfällt.

Möglicherweise ist die hier von den Probanden verlangte Umstellung relativ gering. In weiteren Untersuchungen ist zu klären, welche Effekte weitreichendere Modifikationen der Stimuluskonstellation haben könnten.

## 7. STUDIE 4: GENERALISIERUNG VON TRAININGEFFEKTEN AUF AUFGABEN IDENTISCHEN INHALTS, ABER WEITER VERÄNDERTER RÄUMLICHER ANORDNUNG BEI GESUNDEN PROBANDEN

Aufbauend auf den Erfahrungen mit Studie 3 beschäftigte sich ein Semester später ein weiteres studentisches Team (BARBARA CYRNY und BIRGIT SCHICK) mit den Effekten einer stärkeren Veränderung der Aufgabe. Diesmal wurden die peripheren Reize nicht auf der horizontalen Ebene vertauscht, sondern über bzw. unter der zentralen Aufgabe dargeboten.

### 7.1 ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, ob im Hinblick auf die Förderung der Doppelaufgabenperformanz nach SPELKE, HIRST und NEISSER (1976) ebenso wie BROADBENT (1982) gezeigt werden kann, daß durch Übung neue Strategien der Aufgabenausführung entwickelt werden, um die Aufgabeninterferenz zu verringern. Ebenso soll gezeigt werden, daß dadurch Aufgabenanforderungen an Aufmerksamkeits- oder andere zentrale Ressourcen im Verlauf der Übung reduziert werden. Weiterhin soll geprüft werden, ob ein Lerntransfer auch möglich ist, wenn die Übungsaufgabe und die Testaufgabe sich in ihrer räumlichen Anordnung unterscheiden (horizontale Darbietung → vertikale Darbietung). Im Anschluß daran sollte zusätzlich untersucht werden, ob sich bei der Darbietung der drei Testreize ein signifikanter Unterschied zwischen der Bearbeitung der linken und rechten Aufgabe (West → Ost) zeigt, der sich dann auf die Bearbeitung der vertikalen Darbietung (Nord → Süd) auswirkt.

Die Probanden führten den DIVATT-Test zu verschiedenen Tageszeiten durch. Sie wußten über die Hypothesen der Untersuchung Bescheid und waren motiviert, an der Untersuchung teilzunehmen. Sie bekamen von den Testleiterinnen die Instruktion, sich die Aufgaben, die auf dem Bildschirm präsentiert und beschrieben wurden, genau durchzulesen, sich bei Fragen an die Versuchsleiterinnen zu wenden um dann zu beginnen, wenn die Instruktion klar verstanden worden war. Die Probanden konnten ihre Sitzposition frei wählen (von aufrechter Sitzposition, der Tastatur direkt vor dem Computer bis hin zum Sitzen mit übergeschlagenen Beinen und Halten der Tastatur auf den Beinen). Während der Durchführung wurde darauf geachtet, daß die Probanden nicht gestört oder abgelenkt

wurden. Sie befanden sich mit den Versuchsleiterinnen alleine im Versuchsraum und es war möglich – je nach Wunsch – die Zahlen in der mittleren Aufgabe auch laut zu verbalisieren. In dieser Untersuchung wurden die Trainingseffekte von vier Übungsdurchgängen der horizontalen Bedingung von West nach Ost untersucht und der Transfer in die vertikale Bedingung von Nord nach Süd. Nach jedem der vier Übungsdurchläufe (West → Ost Bedingung) und den zwei Testdurchläufen (Nord → Süd Bedingung) wurde eine 3-minütige Pause eingelegt, diese Zeitspanne reichte allen Probanden, sich für den nächsten Durchgang vorzubereiten. Am Ende des gesamten Tests konnten sich die Probanden dazu äußern, wie sie den Test insgesamt erlebt hatten und welche Strategien sie gegebenenfalls für die Aufgabenbearbeitung entwickelt hatten.

## 7.2. HYPOTHESEN

1. Wiederholte Übungsdurchgänge mit dem DIVATT Test zur geteilten Aufmerksamkeit zeigen eine ansteigende Zahl richtiger Reaktionen, d.h. der letzte Übungsdurchgang (Nr.4) weist signifikant mehr richtige Reaktionen auf als der erste Übungsdurchgang.
2. Zwischen dem letzten Übungsdurchgang (horizontale Darbietung) und dem ersten Testdurchlauf (vertikale Darbietung) zeigt sich ein positiver Lerntransfer, d.h. der erste Testdurchlauf weist deutlich mehr richtige Reaktionen auf als der erste Übungsdurchlauf
3. Der Lerneffekt sowie der Transfer von den Übungs- zu den Testdurchläufen ist über alle Versuchspersonen hinweg ähnlich, d.h. es gibt keine individuellen Unterschiede im Hinblick auf die Richtung (positiv vs. negativ) des Lerngewinns bzw. des Transfers in den einzelnen Durchgängen.

## 7.3 METHODEN

### 7.3.1. STICHPROBENBESCHREIBUNG

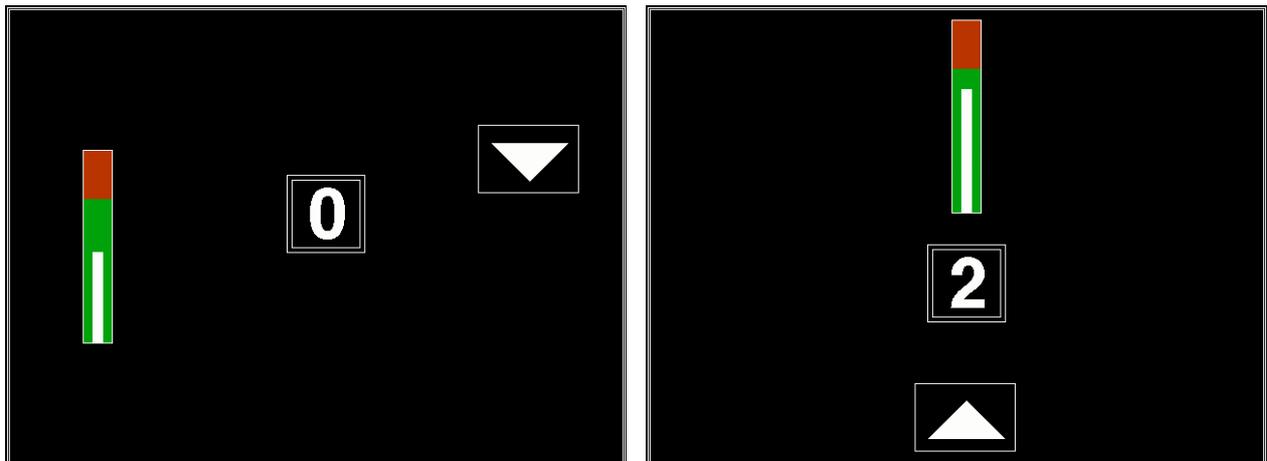
17 Probanden wurden im Zeitraum vom 09.12.05 bis zum 19.01.06 am DIVATT Gerät getestet. Es gab 4 Übungsdurchläufe mit der horizontalen Darbietung und 2 Testdurchläufe mit der vertikalen Darbietung. Es handelte sich um 8 männliche und 9 weibliche Probanden, das Durchschnittsalter betrug 27,7 Jahre, als Bildungsgrad hatten 15 Probanden das Abitur, 3 Probanden die Mittlere Reife und ein Proband den Hauptschulabschluss.

### 7.3.2. UNTERSUCHUNGSMETHODIK

Es handelte sich bei dieser Untersuchung um ein within-subject-design. Die Daten wurden mit dem DIVATT Programm erfaßt und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Version 13.0 quantitativ und qualitativ statistisch ausgewertet. Zusätzlich wurde die Daten mit einem Excel Spreadsheet grafisch dargestellt Die Anzahl richtiger Reaktionen in jedem Durchgang wurden mit einem t-Test für gepaarte Stichproben auf Signifikanz geprüft.

Aus den Ergebnissen von Studie 3 ging hervor, daß bei 4 Trainingsdurchgängen bei allen Probanden 95% Leistung erreicht wurden. Dieses Ergebnis wurde zugrundegelegt, um 4 Trials als festes Kriterium zu definieren, nach dem von den Übungstrials zu den Testtrials übergegangen wird. Als unabhängige Variable dient in diesem Experiment die Variation der räumlichen Anordnung der Reize (Variante West/Ost oder Nord/Süd). Als abhängige Variable wurde die Zahl der richtigen Reaktionen in jedem Durchgang und bei allen drei Aufgaben (links-Mitte-rechts bzw. oben –Mitte -unten) gemessen.

Abb. 7.1  
Aufgabendarstellung



BEDINGUNG „WEST“

BEDINGUNG „NORD“

## 7.4. ERGEBNISSE

### 7.4.1 TRAININGEFFEKT

Die 1. Hypothese postulierte, dass der letzte Übungsdurchgang (Nr.4) signifikant mehr richtige Reaktionen aufweist als der erste Übungsdurchgang (Nr.1). Diese Hypothese ließ sich bestätigen, der Lernzuwachs war auf einem 0,01 Niveau mit .000 hoch signifikant (zweiseitig).

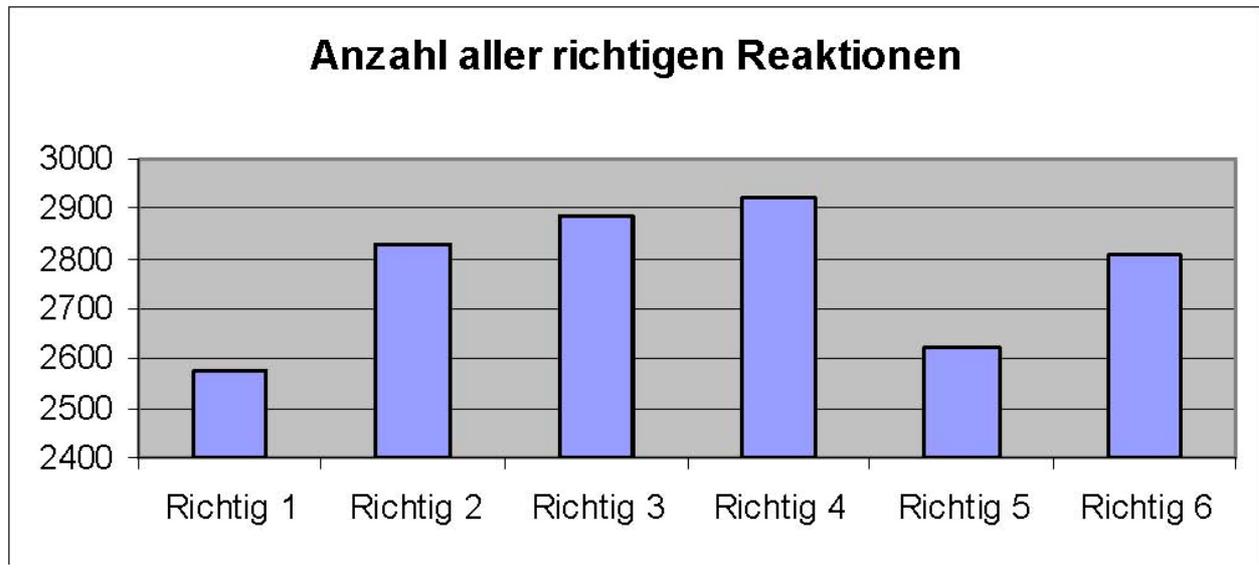
Tabelle 7.1.  
*Unterschiede zwischen erstem und letztem Übungsdurchgang*

Durchgang	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Sig.</i>
1. Durchgang: 4.Durchgang	-20,47	11,78	.000

Der Verlauf über alle Durchgänge (Übungsdurchgänge und Testdurchgänge) hinweg stellte sich wie folgt dar:

Abb. 7.2

Verlauf der richtigen Reaktionen über alle Aufgaben und Probanden



#### 7.4.2 TRANSFEREFFEKT

Der zweiten Hypothese zufolge sollte sich zwischen dem letzten Übungsdurchgang (Nr.4) und dem ersten Testdurchgang (Nr.5) ein positiver Lerntransfer nachweisen lassen. Diese Hypothese muß verworfen werden, da der Unterschied zwischen dem ersten Übungsdurchgang (Nr.1) und dem ersten Testdurchgang (Nr.5) mit .645 nicht signifikant ausfiel (zweiseitig).

Abb. 7.3

Durchgänge 1,4,5 und 6

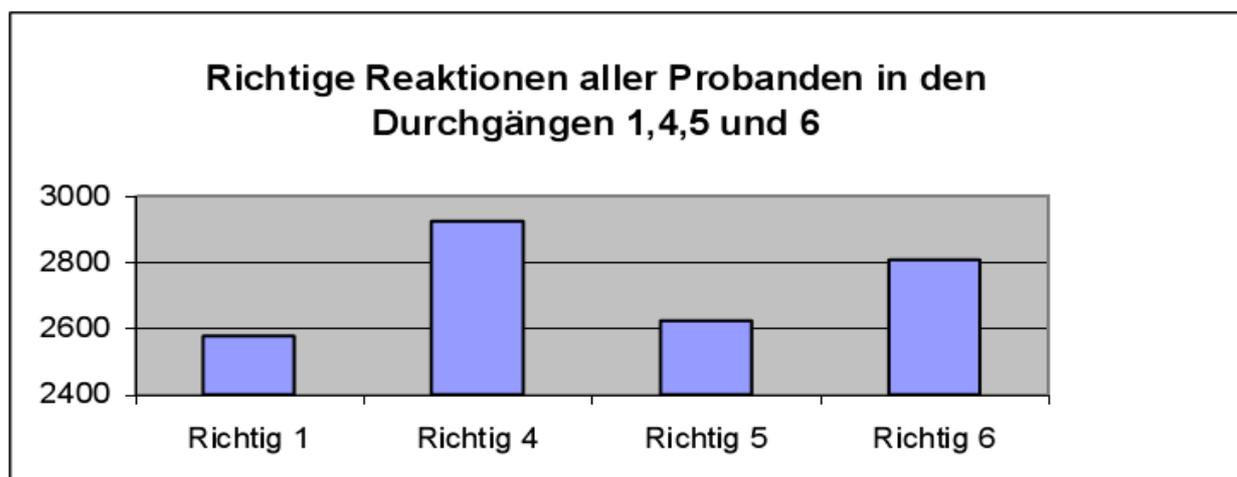
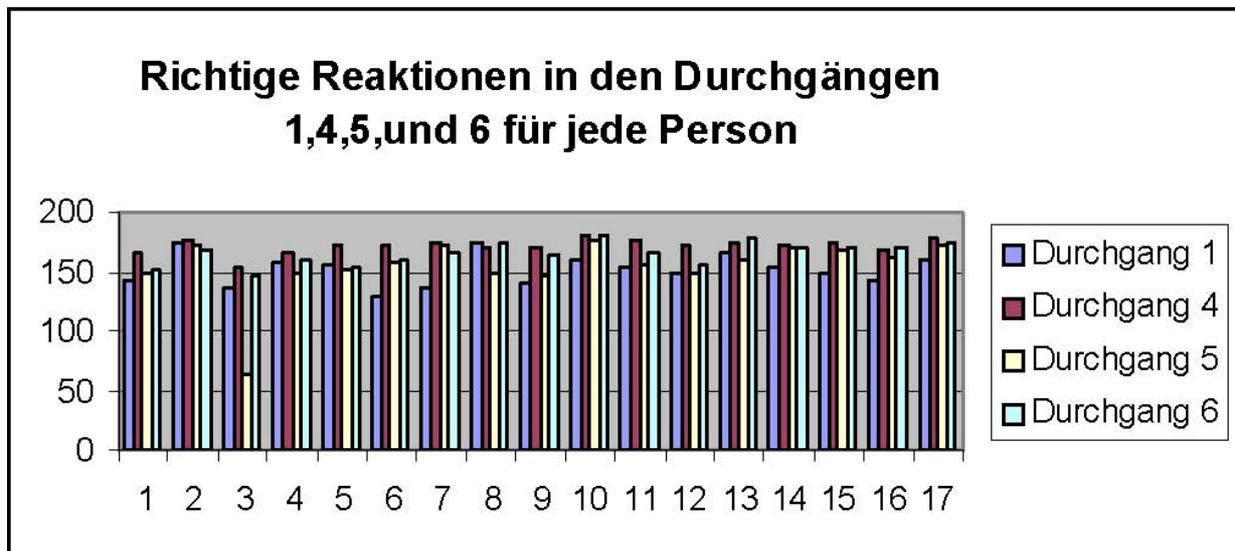


Abb. 7.4

*Individuelle Leistungen*

## 7.4.3 INDIVIDUALITÄT

Der dritten Hypothese zufolge müßte sich der Lerneffekt über alle Probanden hinweg ähnlich verhalten. Das würde bedeuten, daß es kaum Unterschiede zwischen den Probanden gibt, was die Richtung des Lerngewinns bzw. des Transfers in den einzelnen Durchgängen betrifft. Bei den richtigen Reaktionen über alle Probanden hinweg gemittelt, kann diese Hypothese als bestätigt gelten. Durch Abb. 7.4 wird jedoch deutlich, dass die Stichprobe eine große Varianz bei der Bearbeitung der Teilaufgaben und verschiedenen Durchgänge aufweist, so daß Aussagen über die gemittelten richtigen Reaktionen nur eingeschränkte Gültigkeit haben.

## 7.4.4 VERLAUFSANALYSEN

## 7.4.4.1 Verlaufsanalysen der Richtigen

Auch die Daten dieser Studie wurden hinsichtlich der Verläufe statistisch analysiert.

Dabei wurden nicht nur die Zahl der richtigen Reaktionen als Leistungsmaß untersucht, sondern auch die Zahl der Fehlreaktionen, um möglicherweise eine Erklärung für die fehlenden Transfereffekte zu finden. Die Erfassung der Auslassungen konnte unterbleiben, da beim DIVATT die Zahl der kritischen Reize festliegt (60 Reize) und sich dadurch die

Auslassungen unmittelbar arithmetisch aus der Differenz zwischen 60 und Zahl der richtigen Reize ergibt.

Zunächst zur mittleren Aufgabe. Einem hoch signifikanten Leistungsanstieg zwischen dem ersten und zweiten Übungsdurchgang stand ein ebenso hoch signifikanter Leistungsabfall zwischen letzten Übungsdurchgang und erstem Testdurchgang gegenüber.

Abb. 7.5

Leistungsverlauf der mittleren Aufgabe - Richtige

Aufmerksamkeitsleistung N\_S Mitte

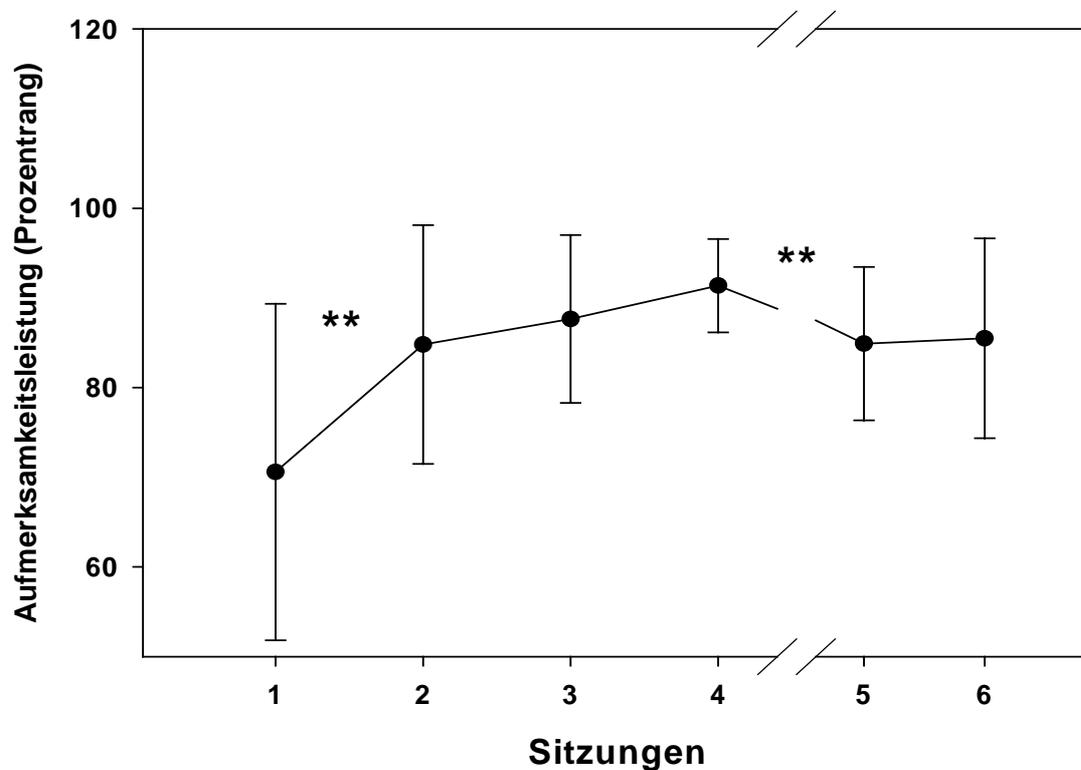


Tabelle 7.2

Verlaufsdaten mittlere Aufgabe - Richtige

## Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 PR_mitte1 - PR_mitte2	4,21569	12,04906	2,92233	0,41074	-8,02063	-4,865	16	,000
Paaren 2 PR_mitte2 - PR_mitte3	2,84314	11,00449	2,66898	-8,50113	2,81485	-1,065	16	,303
Paaren 3 PR_mitte3 - PR_mitte4	3,72549	8,11226	1,96751	-7,89643	,44545	-1,894	16	,077
Paaren 4 PR_mitte4 - PR_mitte5	6,47059	6,00585	1,45663	3,38266	9,55851	4,442	16	,000
Paaren 5 PR_mitte5 - PR_mitte1	-,58824	6,76852	1,64161	-4,06829	2,89182	-,358	16	,725

Relativierend ist anzumerken, daß die Probanden beim ersten Testdurchgang keineswegs auf dem Startniveau des ersten Übungsdurchgangs beginnen mußten, sondern in etwa bereits auf dem (wie gesagt hoch signifikant höheren) Niveau von Übungsdurchgang 2.

Die erzielten Leistungen in den peripheren Aufgaben sind in ihrer Entwicklung durchweg kritischer zu bewerten. Auch hier stehen die Diskrepanzen zwischen dem ersten und dem zweiten Übungsdurchgang sowie dem letzten Übungsdurchgang und dem ersten Testdurchgang im Vordergrund, sämtliche einschlägigen Unterschiede sind signifikant, sowohl der Zuwachs zu Beginn der Übungsphase als auch der Leistungseinbruch beim Wechsel in die Testphase.

Vergleicht man die Entwicklungsschritte zwischen dem ersten und zweiten Übungsdurchgang einerseits und dem ersten und zweiten Testdurchgang andererseits, so ergeben sich so hohe Ähnlichkeiten, daß man davon ausgehen muß, daß die Testphase zumindest hinsichtlich der peripheren Aufgaben einem neuen Lernen entspricht. Um es ganz deutlich zu sagen, die Probanden scheinen von der Tatsache, daß sie die Einzelaufgaben in anderer räumliche Anordnung bereits trainiert haben, für die neue Anordnung in keiner Weise zu profitieren. Dieses Ergebnis ist derart unerwartet schlecht, daß vor einem endgültigen Urteil eine Analyse der Entwicklung der Fehlreaktionen abgewartet werden muß.

Abb. 7.6

Leistungsverlauf der linken/oberen Aufgabe - Richtige

Aufmerksamkeitsleistung N\_S links

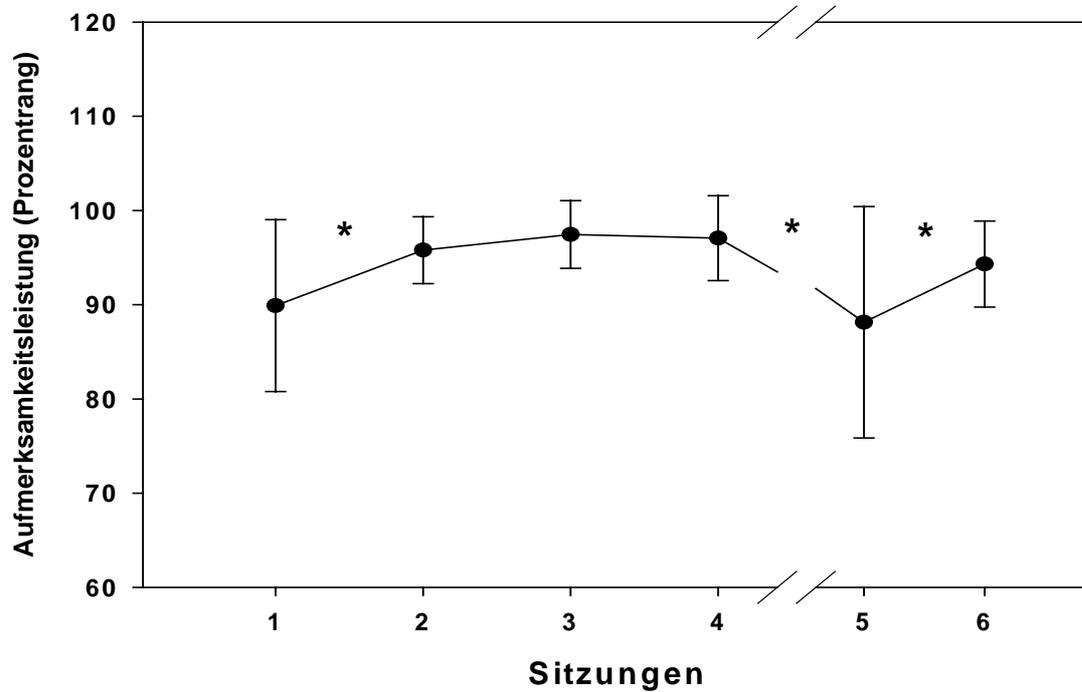


Tabelle 7.3

Verlaufsdaten linke/obere Aufgabe - Richtige

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 PR_links1 - PR_links2	-5,88235	8,14618	1,97574	10,07073	-1,69397	-2,977	16	,009
Paaren 2 PR_links2 - PR_links3	-1,66667	3,33333	,80845	-3,38051	,04718	-2,062	16	,056
Paaren 3 PR_links3 - PR_links4	,39216	3,41206	,82755	-1,36216	2,14648	,474	16	,642
Paaren 4 PR_links4 - PR_links5	8,92157	11,63599	2,82214	2,93890	14,90424	3,161	16	,006
Paaren 5 PR_links5 - PR_links6	-6,17647	11,36156	2,75558	12,01804	-,33490	-2,241	16	,040

Abb 7.7.

Leistungsverlauf der rechten/unteren Aufgabe - Richtige

Aufmerksamkeitsleistung N\_S rechts

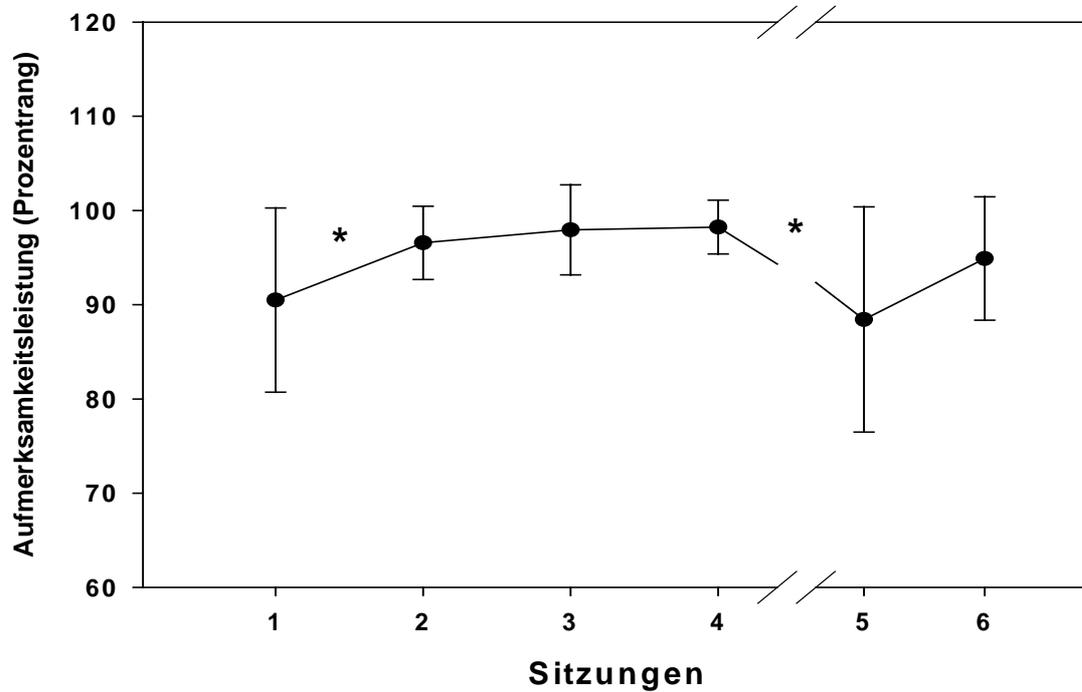


Tabelle 7.4

Verlaufsdaten der rechten/unteren Aufgabe - Richtige

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 PR_rechts1 - PR_rechts2	6,07843	7,74913	1,87944	0,06267	-2,09420	-3,234	16	,005
Paaren 2 PR_rechts2 - PR_rechts3	1,37255	4,09248	,99257	-3,47671	,73161	-1,383	16	,186
Paaren 3 PR_rechts3 - PR_rechts4	-,29412	2,30001	,55783	-1,47667	,88844	-,527	16	,605
Paaren 4 PR_rechts4 - PR_rechts5	9,80392	17,62734	4,27526	,74078	8,86706	2,293	16	,036
Paaren 5 PR_rechts5 - PR_rechts6	6,47059	14,48038	3,51201	3,91571	,97454	-1,842	16	,084

#### 7.4.4.2. Verlaufsanalyse der Fehlreaktionen

Die Analyse der Fehlreaktionen zeigt interessante Resultate, vor allem in den Unterschieden zwischen der zentralen Aufgabe einerseits und den peripheren Aufgaben andererseits.

Betrachten wir zunächst die zentrale Aufgabe. Hier zeigt sich eine im Niveau als mäßig einzustufende, in der Größenordnung zwischen zwei und drei Prozent streuende Fehlerrate, die sich konstant ohne Schwankungen durch das gesamte Experiment einschließlich Übungs- und Testphase zieht. Ebenso bemerkenswert ist die Streuung zwischen den einzelnen Probanden, die Streuungsmaße zeigen eine hohe Homogenität an.

Abb. 7.8

*Fehlerverlauf Mitte*

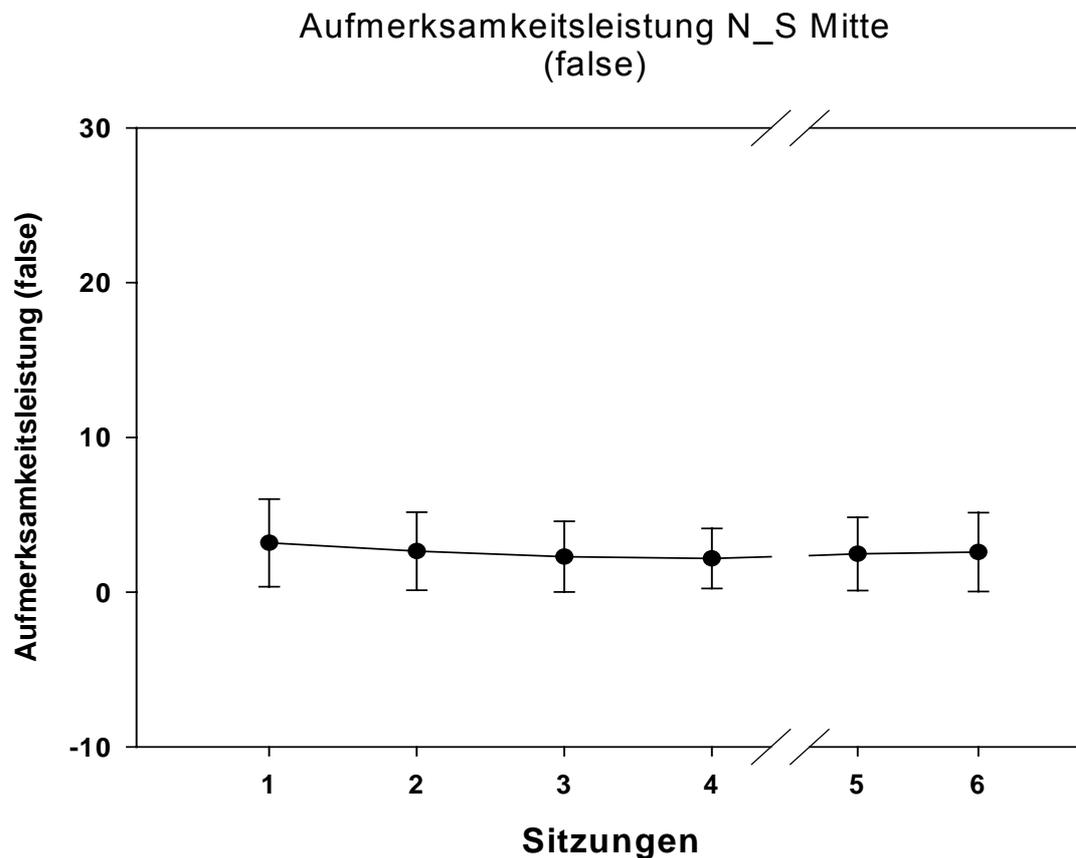


Tabelle 7.5

Verlaufsdaten Mitte Fehler

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen						T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
				Untere	Obere				
Paaren 1 mitte_false_1 - mitte_false_2	,52941	3,77686	,91602	-1,41247	2,47130	,578	16	,571	
Paaren 2 mitte_false_2 mitte_false_3	,35294	3,39008	,82222	-1,39008	2,09596	,429	16	,673	
Paaren 3 mitte_false_3 mitte_false_4	,11765	1,65387	,40112	-,73270	,96799	,293	16	,773	
Paaren 4 mitte_false_4 mitte_false_5	-,29412	1,86295	,45183	-1,25196	,66372	-,651	16	,524	
Paaren 5 mitte_false_5 mitte_false_6	-,11765	1,40900	,34173	-,84209	,60680	-,344	16	,735	

Abb. 7.9

Fehlerverlauf links/oben

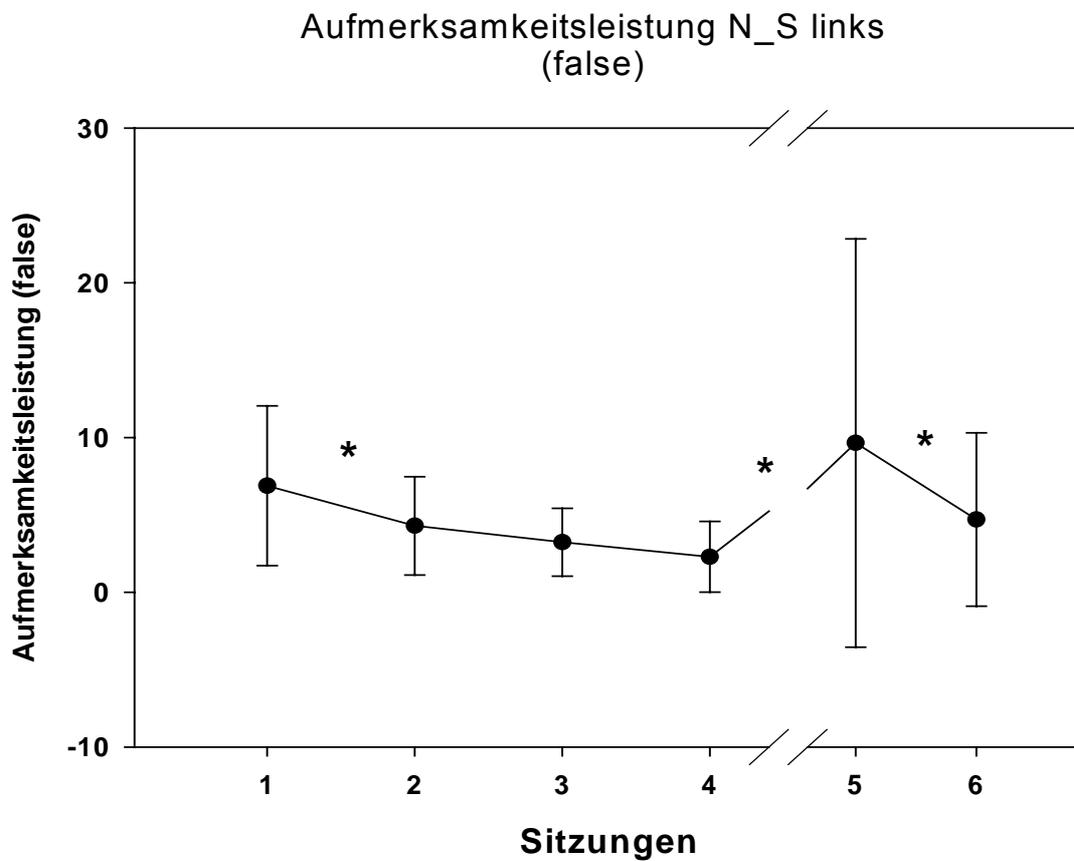


Tabelle 7.6

Verlaufsdaten links/oben Fehler

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	links_false_1 - links_false_2	2,58824	4,34538	1,05391	,35405	4,82243	2,456	16	,026
Paaren 2	links_false_2 - links_false_3	1,05882	2,58531	,62703	-,27042	2,38807	1,689	16	,111
Paaren 3	links_false_3 - links_false_4	,94118	3,11188	,75474	-,65881	2,54116	1,247	16	,230
Paaren 4	links_false_4 - links_false_5	-7,35294	12,24204	2,96913	13,64722	-1,05866	-2,476	16	,025
Paaren 5	links_false_5 - links_false_6	4,94118	8,35517	2,02643	,64535	9,23701	2,438	16	,027

Von einer solchen Stabilität kann bei den peripheren Aufgaben keineswegs gesprochen werden. Wir haben es bei beiden peripheren Aufgaben über alle Probanden hinweg mit einer typischen Lernkurve zu tun, die mit einer etwa sechs bis sieben Prozent gegen Fehlerrate beginnt, um sich in die Nähe der Fehlerrate der mittleren Aufgabe hin zu steigern. Der Wechsel der peripheren Aufgaben in der Anordnung führt dann zu einer Fehlerzunahme deutlich über das Maß des ersten Übungsdurchgangs hinaus; auch nach diesem offenbar sehr irritierenden Ereignis wird das Endniveau der Übungsphase trotz deutlicher Leistungsverbesserung (in einem Fall signifikant) keineswegs erreicht, allenfalls die Fehlerrate im zweiten Übungsdurchgang.

Noch deutlich auffälliger ist die Entwicklung der Streuung zwischen den einzelnen Probanden. Während die Werte in der Übungsphase nicht grob auffällig differieren, schwanken sie "in der Krise" (1. Testdurchgang) massiv (siehe Tabellen), um im zweiten Testdurchgang wieder homogenere Werte zu erreichen.

Zur Erklärung hilft ein Blick in die Rohdaten. In den folgenden drei Grafiken finden Sie die Fehler-Rohwerte aller 17 Probanden in der linken/oberen Aufgabe, in der rechten/unteren Aufgabe und in beiden peripheren Aufgaben summiert über die sechs Durchgänge aufgetragen. Auf einen Blick ist zu sehen, daß insbesondere Proband 3 mit seinen Leistungen massiv von den anderen Probanden abweicht. Es finden sich auch andere Abweichungen, die nicht ohne weiteres erklärt werden können.

Abb. 7.10

Fehlerverlauf rechts/unten

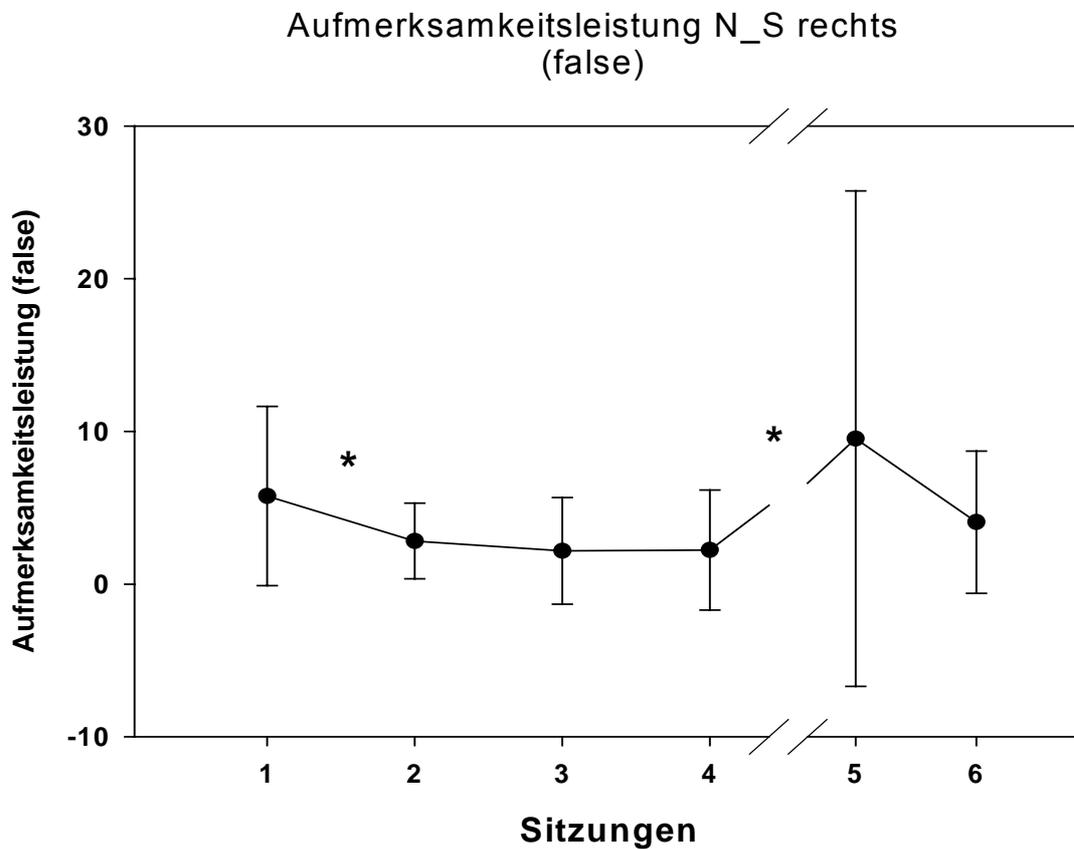


Tabelle 7.7

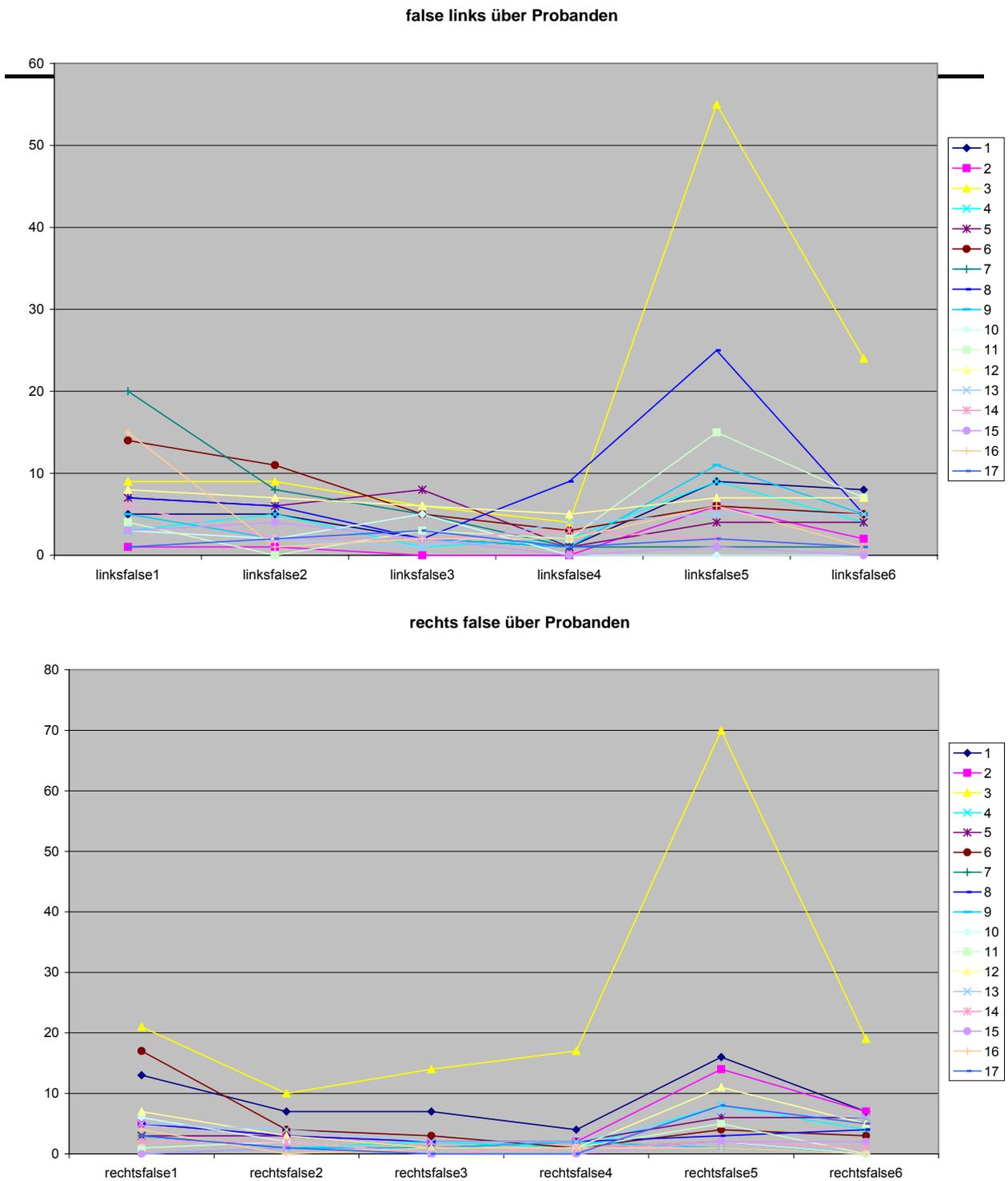
Verlaufsdaten rechts/unten Fehler

**Test bei gepaarten Stichproben**

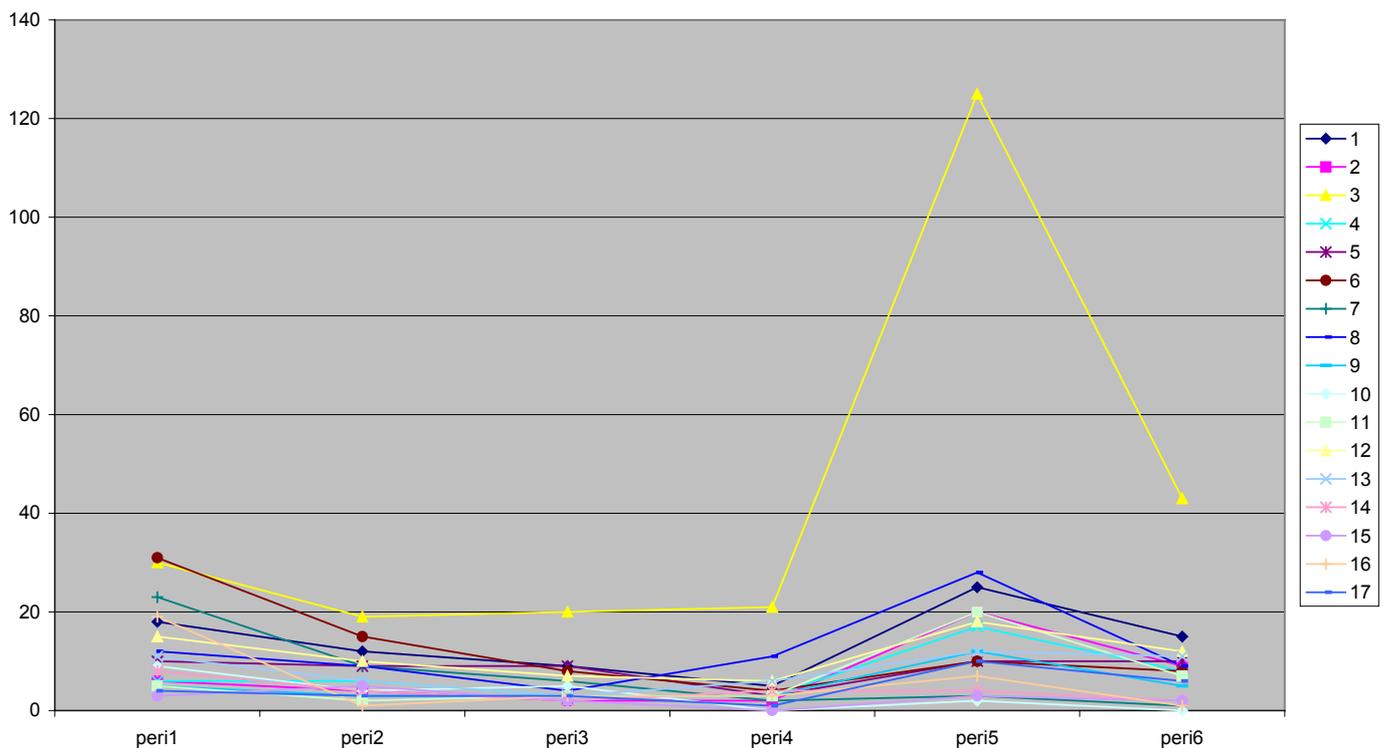
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 rechts_false_1 - rechts_false_2	2,94118	3,96028	,96051	,90499	4,97736	3,062	16	,007
Paaren 2 rechts_false_2 - rechts_false_3	,64706	1,57881	,38292	-,16469	1,45881	1,690	16	,110
Paaren 3 rechts_false_3 - rechts_false_4	-,05882	1,29762	,31472	-,72600	,60835	-,187	16	,854
Paaren 4 rechts_false_4 - rechts_false_5	-7,29412	12,45876	3,02169	13,69982	-,88842	-2,414	16	,028
Paaren 5 rechts_false_5 - rechts_false_6	5,47059	12,04739	2,92192	-,72361	11,66479	1,872	16	,080

Es ist sicherlich nicht sinnvoll, eine Stichproben so lange zusammenzustreichen, bis sie homogen ist. Es ist andererseits aber auch nicht sinnvoll, eine Wertekonstellation bestehen zu lassen, die offenkundig auf einer Störvariable beruht, die sich im nachhinein nicht mehr identifizieren lässt.

Abb. 7.11  
Einzel-Fehlerverläufe



peripher false über Probanden

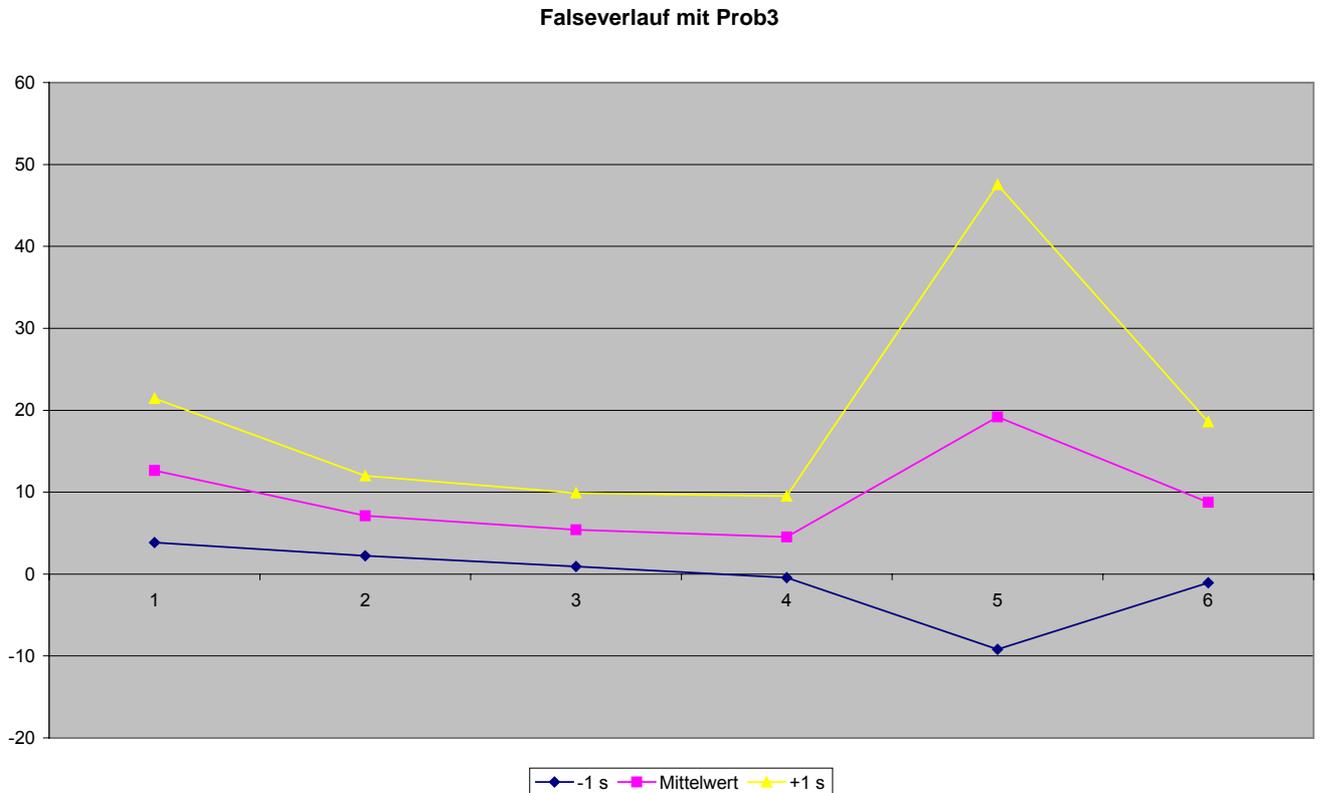


Berechnet man versuchsweise Mittelwerte und Standardabweichungen der peripheren Fehler einmal mit Proband 3 und einmal ohne Proband 3, so wird der verzerrende Effekt von Proband 3 unübersehbar. Genauso unübersehbar ist allerdings die Tatsache, daß die Mittelwertentwicklung auch ohne Proband 3 keinerlei Transfereffekte auf der Ebene der Fehlreaktionen erkennen läßt. Testdurchgang 1 und Testdurchgang 2 sehen aus, als ob die Probanden noch keinerlei Übung in ähnlichen Verfahren erworben hätten.

Insgesamt scheint kein Weg um die Erkenntnis herum zu führen, daß die vertikale Anordnung der Stimuli eine Aufgabenveränderung bedeutet, die als erheblich gravierender einzuordnen ist als die reine Vertauschung auf horizontaler Ebene. Allerdings muß hier berücksichtigt werden, daß im Gegensatz zu Studie drei bei dieser Untersuchung auch auf Reaktions-Ebene eine Veränderung notwendig wurde. Während die Tasten-Anordnung bei Studie drei beibehalten werden konnte, mußte bei dieser Studie der Tastenblock um 90 Grad gedreht werden, um in seiner Anordnung noch der Stimulusanordnung zu entsprechen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die ungewohnte Bedienung übereinanderliegender Knöpfe die Ergebnisse in erheblichem Maße beeinträchtigt hat.

Abb 7.12

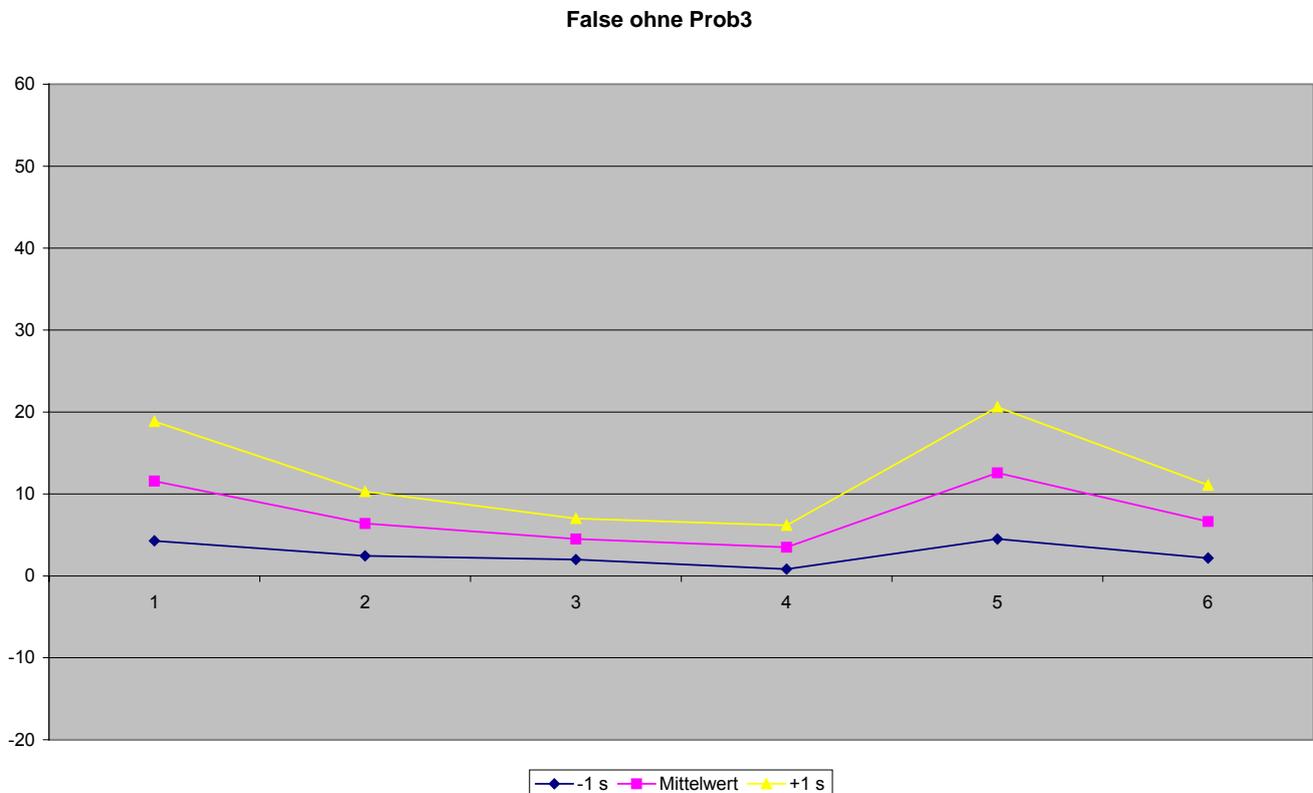
## Stichprobenvergleich mit Proband 3



Vorsichtig schlußfolgern kann man dennoch, daß der Transfer bei einer erheblichen Modifikation sowohl auf Reiz- als auch auf Reaktionsebene auch bei ansonsten identischen Einzelaufgaben Grenzen hat. Festzuhalten ist immerhin, daß die auf Stimulus-Ebene (nicht auf Reaktions-Ebene!) unverändert gebliebene Aufgabe von den vorangegangenen Übungen zwar nicht in dem Maße profitieren konnte wie bei der reinen Vertauschung auf horizontaler Ebene, das jedoch trotzdem nicht von einem Null-Transfer gesprochen werden kann, wenn der Einstiegswert hochsignifikant höher liegt als der Einstiegswert in der Übungsphase.

Abb 7.12

Stichprobenvergleich ohne Proband 3



## 7.5 DISKUSSION

Das Ergebnis von Studie 3, wonach alle Probanden nach vier Übungsdurchgängen 95% richtige Antworten leisten können, wurde mit der erneuten Untersuchung bestätigt. Allerdings fiel bei der Durchsicht der Daten auf, daß es große individuelle Unterschiede bei der Bearbeitung der Übungs- und Testdurchgänge gab.

Aus diesem Grund muß man wohl bei der Interpretation der Durchschnittswerte, die wir für die Auswertung herangezogen haben, beachten, daß sie nur eine Tendenz angeben, in welche Richtung die Effekte gehen, größere Aussagekraft hingegen haben die individuellen Werte. Im folgenden eine Zusammenstellung der „Ausreißer“, die bei der Datenauswertung auffielen.

Tabelle 7.8

*Dokumentation der Ausreißer*

Ausreißer	Mögliche Erklärungen
Proband Nr. 2 und Proband Nr. 7 → Leistungsabfall vom 5. zum 6. Testdurchgang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermüdung (durch die Monotonie der Aufgabe)</li> <li>• Mangelnde Motivation</li> </ul>
Proband Nr. 8 → Leistungsverschlechterung vom 1. zum 4. Übungsdurchgang bei einem Ausgangsniveau im 1. Durchgang von $\geq 95\%$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivationsverlust , da kaum noch Steigerung der Leistung möglich</li> <li>• Mangelnde Daueraufmerksamkeit</li> </ul>

Weiterhin von Bedeutung können spezielle Strategien sein. Die Probanden berichten von unterschiedlichen Strategien bei der Bearbeitung der verschiedenen Teilaufgaben der Übungs- sowie der Testdurchgänge. Die Mehrzahl der Probanden berichtete eine Fokussierung der Mittleren Aufgabe, die von allen übereinstimmend als Schwierigste empfunden wurde, da sie auch Anforderungen an das Kurzzeitgedächtnis stellte, während sie die Säulen- und Dreiecksaufgabe eher durch peripheres Sehen bearbeiteten. Die peripheren Aufgaben wurden mit verschiedenen individuell unterschiedlichen Strategien bearbeitet. So vermuteten manche Probanden ein System dahinter, welche Aufgaben zeitgleich oder in welcher Abfolge die einzelnen Aufgaben präsentiert werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, daß es bei dieser Veränderung der Stimuluskonstellation keinen Lerntransfer von den horizontalen Übungsdurchgängen zu den vertikalen Testdurchgängen gibt. Die gemittelten Ergebnisse lassen eher darauf schließen, daß die Testdurchgänge als völlig neue Aufgabenkonstellation empfunden werden.

Vor diesem Hintergrund ist von besonderem Interesse, welche Effekte die Veränderung der zentralen Aufgabe bei unverändert beibehaltenen peripheren Aufgaben haben würde. Mit diesem Thema beschäftigt sich Studie fünf.

## 8. STUDIE 5: EFFEKTE EINER VERÄNDERTEN TEILAUFGABE AUF DIE LEISTUNG IN UNVERÄNDERT GEBLIEBENEN TEILAUFGABEN

### 8.1. ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Parallel zu Studie 4 wurden in einer weiteren Studie<sup>5</sup> die Effekte einer Veränderung der zentralen Aufgabe unter Beibehaltung der peripheren Aufgaben (auch hinsichtlich des Layouts) untersucht. Auch hier bedienten wir uns aus identischen Gründen des DIVATT-Paradigmas als Basis. Die Modifikation dieses Programms bestand im Austausch der zentralen Aufgabe (rhythmisch wechselnde Zahl) durch eine andere Aufgabe (rhythmisch wechselnder quadratischer Farbreiz). Die Zahl der vorkommenden Farben wurde der Zahl der Ziffern angepaßt und folglich auf 10 festgesetzt. Bei der Auswahl der Farben wurde auf gute Diskriminierbarkeit unter verschiedenen Lichtverhältnissen geachtet. Dabei wurde in Kauf genommen, daß die Farben nicht wie etwa bei Grundfarben leicht spontan zu benennen waren. Nach den Erfahrungen mit der Zahlen-Variante unterstützten sich viele Probanden bei der Durchführung durch Verbalisierung der Zahl, um den Auffälligkeitsgrad der Reizwiederholung zu steigern; diese Strategie erscheint bei der Farben-Variante ungleich schwieriger, wenn nicht gar unmöglich.

### 8.2. HYPOTHESEN

#### **Hypothese 1: Trainingseffekt**

Wir erwarteten (wie in den bisher dargestellten Studien) nach wiederholten Trainingsdurchgängen mit dem DIVATT eine ansteigende Zahl richtiger Reaktionen. Der letzte Trainingsdurchgang sollte folglich signifikant mehr richtige Reaktionen in allen drei Aufgabentypen aufweisen als der erste Trainingsdurchgang.

#### **Hypothese 2: Transfereffekt**

Wir erwarteten zudem einen positiven Lerntransfer von der Zahlenbedingung zur Farbbedingung (Veränderung der Oberflächenstruktur). Der erste Trainingsdurchgang (Zahlenbedingung) und der erste Testdurchlauf (Farbbedingung) sollten sich folglich signifikant unterscheiden, konkret, der erste Testdurchlauf sollte deutlich mehr richtige Reaktionen aufweisen als der erste Trainingsdurchlauf. Das eigentliche Ausmaß der

Transferleistung zeigt sich bei isolierter Betrachtung des Leistungsverlaufs der mittleren, veränderten Aufgabe (Wechsel von Zahlen zu Farben).

**Hypothese 3:      *Universalität des Lerngewinns***

Der Lerneffekt, sowie der Transfer von den Trainings- zu den Testdurchläufen ist über alle Versuchspersonen hinweg ähnlich, das heißt, es gibt keine signifikanten individuellen Unterschiede in Hinblick auf die Richtung (positiv vs. negativ) des Lerngewinns bzw. des Transfers in den einzelnen Durchgängen.

**Hypothese 4:      *Einfluß auf die unverändert gebliebenen Aufgaben***

Wir erwarteten bei den unverändert gebliebenen peripheren Aufgaben eine vom Paradigmenwechsel (Trainingsphase-Testphase) unbeeinflusste Leistungsentwicklung; sollte ein Proband am Ende der Trainingsphase das Zielkriterium erreicht haben, so erwarteten wir die Einhaltung des Zielkriteriums schon im ersten Testdurchgang.

## 8.3. METHODEN

### 8.3.1. STICHPROBENBESCHREIBUNG

Die Stichprobe, bestehend aus 16 gesunden Probanden, die aus dem Freundes- und Bekanntenkreis der Versuchsleiter stammen, wurde im Zeitraum vom 09.12.05 bis zum 19.01.06 mit dem DIVATT getestet. Es gab vier Trainingsdurchläufe mit der Zahlenbedingung und zwei Testdurchläufe mit der Farbbedingung. Es handelte sich um sieben männliche und neun weibliche Probanden, die Altersspanne lag zwischen 20 und 28 Jahren ( $M= 24,81$ ;  $SD= 1,91$ ). Bezüglich des Bildungsgrades gaben 14 Probanden das Abitur, ein Proband die Mittlere Reife und ein Proband den Hauptschulabschluss als höchsten Bildungsabschluss an.

---

<sup>5</sup> Für die Durchführung der Untersuchungen dankt der Autor den Studierenden ANDREAS SAUR, ANNE MILLER UND EVA KOSMALLA

### 8.3.2. STUDIENDURCHFÜHRUNG

Es handelte sich auch bei dieser Untersuchung um ein within-subject-design. Die Daten wurden mit dem DIVATT-Programm erfasst und mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS quantitativ und qualitativ statistisch ausgewertet. Zusätzlich wurden die Daten mit einem Excel Spreadsheet grafisch dargestellt.

Die Anzahl richtiger Reaktionen in jedem Durchgang wurden mit mehreren t-Tests für gepaarte Stichproben auf Signifikanz geprüft. Da in diesem Fall der  $\alpha$ -Fehler kumuliert, wurde zusätzlich eine Bonferoni-Korrektur vorgenommen. Somit verschiebt sich das Signifikanzniveau bei acht aufeinander folgenden t-Tests von 0,05 auf 0,00625.

Die Durchführung der Untersuchung fand zu verschiedenen Tageszeiten statt. Aufgrund der kompletten Eigenorganisation musste auf eine Standardisierung der Tageszeit verzichtet werden. Die Probanden wussten über die Hypothesen der Untersuchung Bescheid und waren motiviert, an der Untersuchung teilzunehmen.

Sie bekamen von den Testleitern die Instruktion, sich die Aufgaben, die auf dem Bildschirm präsentiert und beschrieben wurden, genau durchzulesen. Bevor das Programm gestartet wurde, bestand ausreichend Zeit offene Fragen bezüglich der Aufgabenanforderung und des Ablaufes zu stellen. Auch während der Untersuchung standen die Versuchsleiter bei Unklarheiten jederzeit zur Verfügung.

Die Probanden konnten ihre Sitzposition frei wählen; sie sollte bequem sein, aber dennoch ein konzentriertes Arbeiten ermöglichen.

Während der Durchführung wurde darauf geachtet, dass die Probanden nicht gestört oder abgelenkt wurden. Sie befanden sich mit dem jeweiligen Versuchsleiter alleine im Versuchsraum und es war möglich, je nach individueller Vorliebe die Zahlen und später die Farben der mittleren Aufgabe laut zu verbalisieren.

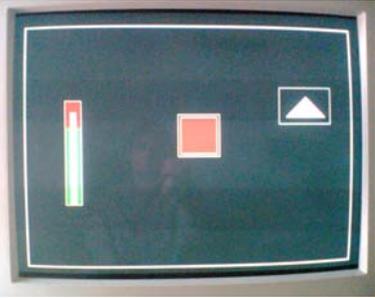
In dieser Untersuchung wurden sowohl der angenommenen Trainingeffekt von vier Trainingsdurchgängen der Zahlenbedingung, als auch der antizipierte Transfereffekt von der Zahlen- zur Farbbedingung untersucht.

Nach jedem der vier Trainingsdurchläufe (Zahlen-Aufgabe) und den zwei Testdurchläufen (Farb-Aufgabe) wurde eine standardisierte dreiminütige Pause eingelegt. Diese Zeitspanne sollte als Erholungsphase und zur Vorbereitung auf den nächsten Durchgang dienen. Sie wurde auf drei Minuten festgelegt, da die Untersuchung bereits ohne Pausen 39 Minuten dauerte und die Probanden nicht all zu lange in Anspruch genommen werden sollten. Bei einer Replizierung der Untersuchung sollte allerdings auf ein größeres Pausenzeitintervall geachtet werden, um weiter reichende Aussagen über einen Lern- bzw. Transfereffekt machen zu können.

Am Ende des gesamten Tests konnten sich die Probanden dazu äußern, wie stark der Test sie ermüdet oder belastet hatte und welche Strategien sie gegebenenfalls für die Aufgabenbearbeitung entwickelt hatten.

Abb. 8.1

*Bildschirmansichten*

4 Trainingsdurchgänge der Zahlenbedingung	2 Testdurchgänge der Farbbedingung
	
<i>Zahlenaufgabe</i>	<i>Farbaufgabe</i>

Aus identischen Gründen wie bei Studie 4 legten wir uns auf vier Trainingsdurchgänge und zwei Testdurchgänge fest. Als unabhängige Variable dient in diesem Experiment die Variation der mittleren Aufgabe: Anstatt der Zahlen erschienen im Testdurchgang Farben. Die abhängige Variable wurde durch die Zahl der richtigen Reaktionen in jedem Durchgang

und bei allen drei Aufgaben (Säulen-, Zahlen/Farben- und Dreieck-Aufgabe) operationalisiert.

## 8.4 ERGEBNISSE

Hier seien zunächst tabellarisch die statistischen Untersuchungen dargestellt:

Tabelle 8.1

### *Deskriptive Statistik*

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Lernen1	146,2500	16	15,86401	3,96600
	Lernen4	169,0000	16	10,51348	2,62837
Pair 2	Lernen4	169,0000	16	10,51348	2,62837
	Trans5	160,6875	16	10,79332	2,69833
Pair 3	miok	41,0625	16	11,24555	2,81139
	miok4	53,3750	16	6,05392	1,51348
Pair 4	miok4	53,3750	16	6,05392	1,51348
	miok5	44,8750	16	11,12879	2,78220
Pair 5	liok	51,8125	16	7,73924	1,93481
	liok4	56,4375	16	6,61280	1,65320
Pair 6	liok4	56,4375	16	6,61280	1,65320
	liok5	57,4375	16	3,09771	,77443
Pair 7	reok	52,5625	16	5,56140	1,39035
	reok4	59,1875	16	1,42449	,35612
Pair 8	reok4	59,1875	16	1,42449	,35612
	reok5	56,7500	16	4,05791	1,01448

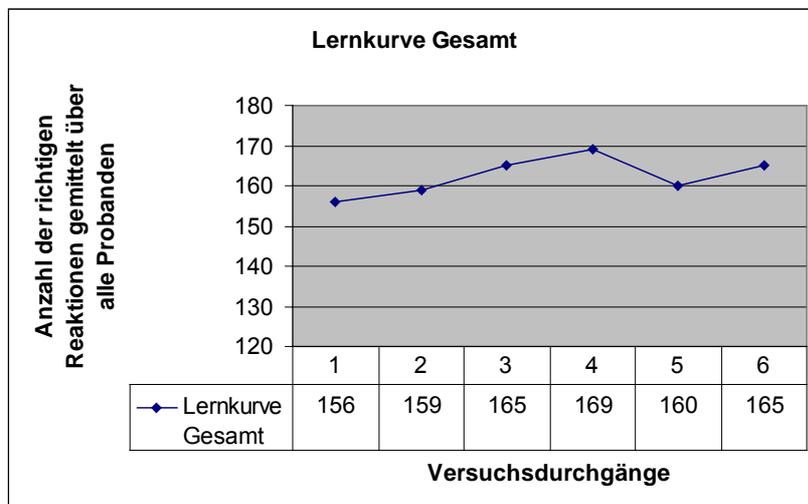
Tabelle 8.2  
 Paarvergleiche

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Lernen1 - Lernen4	-22,75000	10,84743	2,71186	-28,53019	-16,96981	-8,389	15	,000
Pair 2	Lernen4 - Trans5	8,31250	9,59666	2,39916	3,19880	13,42620	3,465	15	,003
Pair 3	miok - miok4	-12,31250	7,56940	1,89235	-16,34595	-8,27905	-6,506	15	,000
Pair 4	miok4 - miok5	8,50000	8,12404	2,03101	4,17101	12,82899	4,185	15	,001
Pair 5	liok - liok4	-4,62500	4,31856	1,07964	-6,92620	-2,32380	-4,284	15	,001
Pair 6	liok4 - liok5	-1,00000	6,91857	1,72964	-4,68665	2,68665	-,578	15	,572
Pair 7	reok - reok4	-6,62500	4,61700	1,15425	-9,08522	-4,16478	-5,740	15	,000
Pair 8	reok4 - reok5	2,43750	2,96578	,74144	,85715	4,01785	3,288	15	,005

8.4.1 TRAININGSEFFEKT – HYPOTHESE 1

Abb. 8.2

Anzahl der richtigen Reaktionen aller drei Aufgabentypen im Verlauf der sechs Durchgänge, gemittelt über alle Probanden



In der ersten Hypothese gehen wir bezüglich aller drei Aufgabentypen davon aus, dass der letzte Trainingsdurchgang (Nr.4) signifikant mehr richtige Reaktionen aufweist, als der erste Trainingsdurchgang (Nr.1). Wie bereits Abb. 8.2 veranschaulicht, ließ sich diese Hypothese bestätigen.

Im ersten Trainingsdurchgang konnten von maximal 180 korrekten Reaktionen bezüglich aller drei Aufgabentypen im Mittel 146,25 ( $SD= 15,86$ ) korrekte Reaktionen geleistet werden, im letzten Trainingsdurchgang konnte die Leistung auf  $M=169$  ( $SD=10,51$ ) richtige Reaktionen gesteigert werden. Diese Differenz ist statistisch auf dem 0,01 Niveau (zweiseitig) hoch signifikant ( $t = -8,39$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,000$  s.).

#### 8.4.2. TRANSFEREFFEKT – HYPOTHESE 2

In der zweiten Hypothese erwarten wir zum einen einen positiven Lerntransfer von der Zahlenbedingung zur Farbbedingung: Wir nehmen also eine signifikant größere Anzahl richtiger Reaktionen in allen drei Aufgabentypen des ersten Testdurchlaufs (Nr.5, Farbbedingung) gegenüber denen des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1, Zahlenbedingung) an. Das bedeutet gleichzeitig, dass zwischen dem letzten Trainingsdurchgang (Nr.4) und dem ersten Testdurchgang (Nr.5) sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der richtigen Reaktionen zeigen darf.

Zum anderen sollte sich für das Leistungsniveau der mittleren, veränderten Bedingung bei einer isolierter Betrachtung der Daten dasselbe Ergebnis zeigen.

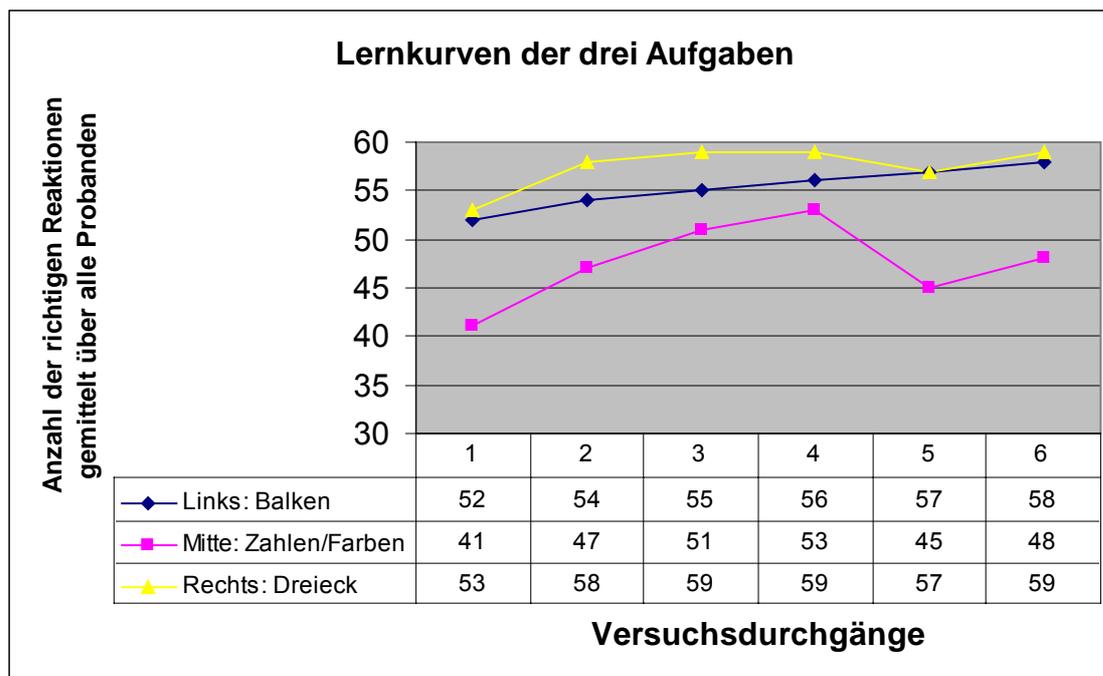
Diese Hypothese ließ sich nur teilweise bestätigen: Lediglich bei der Gesamtleistung aller drei Aufgabentypen ist die Differenz des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1:  $M=146,25$ ;  $SD= 15,86$ ) bezüglich des ersten Testdurchgangs (Nr.5:  $M=160,69$ ;  $SD=10,79$ ) signifikant ( $t = -5,1$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,000$  s.). Die Mittelwerte der korrekten Reaktionen zwischen dem letzten Trainingsdurchgang (Nr.4:  $M= 169,0$ ;  $SD= 10,51$ ) und dem ersten Testdurchgang (Nr.5:  $M= 160,69$ ;  $SD= 10,79$ ) unterscheiden sich jedoch ebenfalls signifikant ( $t = -3,46$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,003$  s.). In der oben aufgeführten Tafel 8.5 wird diese Tatsache durch den Knick in der Lernkurve beim ersten Testdurchgang (Nr.5) deutlich. Allerdings ist ebenso zu erkennen,

dass die Probanden bei dem ersten Testdurchgang (Nr.5) nicht mehr auf dem anfänglichen Leistungsniveau des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1) beginnen.

Der gesonderte Vergleich der Leistung der mittleren, kritischen Aufgabe (maximal 60 korrekte Reaktionen) im ersten Trainingsdurchgang (Nr.1) und im ersten Testdurchgang (Nr.5) ergab jedoch kein signifikantes Ergebnis ( $t = -1,69$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,113$  n.s.), dafür für den Vergleich des letzten Trainingsdurchgangs (Nr.4) mit dem ersten Testdurchgang (Nr.5:  $t = -4,19$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,001$  s.). Zwar ist der Mittelwert,  $M=44,88$  ( $SD=11,13$ ), des ersten Testdurchgangs (Nr.5) numerisch leicht erhöht gegenüber dem ersten Trainingsdurchgang (Nr.1:  $M=41,06$ ;  $SD=11,25$ ), diese Differenz ist aber wie gesagt statistisch nicht signifikant.

Abb. 8.3

Anzahl der jeweiligen richtigen Reaktionen der drei Aufgabentypen im Verlauf der sechs Durchgänge, gemittelt über alle Probanden



Zwar kann diese Hypothese nicht als statistisch bestätigt angesehen werden, zusammenfassend kann man jedoch tendenziell von einem positiven Lerntransfer sprechen, da beim ersten Testdurchgang (Nr.5) nicht mehr auf dem Leistungsniveau des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1) begonnen wird, immerhin liegt dieser Leistungsmittelwert,  $M=44,88$  zwischen dem, des ersten ( $M=41,06$ ) und zweiten ( $M=46,63$ ) Trainingsdurchgangs. Abb 8.3 zeigt die unterschiedlichen Lern-, bzw. Leistungskurven der einzelnen Aufgabentypen über alle Probanden gemittelt.

Die über alle Probanden gemittelten korrekten Reaktionen, aufgeschlüsselt pro Aufgabentyp, zeigen allerdings, dass die mittlere, kritische Aufgabe von allen drei Aufgabentypen von Beginn der Untersuchung an die schwächsten Leistungen aufzeigt. Während lediglich die Säulen-Aufgabe bei dem Wechsel der mittleren Aufgabe von Zahlen (Trainingsdurchgang, Nr.4:  $M=56,44$ ;  $SD=6,61$ ) zu Farben (erster Testdurchgang, Nr.5:  $M=57,44$ ;  $SD=3,10$ ) stabil einen Leistungszuwachs ( $t = -0,578$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,572$  n. s.) erfährt, knickt die Dreieck-Aufgabe wie die Zahlen/Farben-Aufgabe ein. Dieses Absinken der Leistung ist zwar nicht sehr ausgeprägt, sollte sich dennoch nicht zeigen. Die Differenz der Mittelwerte der Dreieckaufgabe des letzten Trainingsdurchgangs (Nr.4:  $M=59,19$ ;  $SD=1,42$ ) und des ersten Testdurchgangs (Nr.5:  $M=56,75$ ;  $SD=4,06$ ) ist trotzdem statistisch signifikant ( $t = 3,29$ ;  $df=15$ ;  $p = 0,005$  s.).

#### 8.4.3 UNIVERSALITÄT DES LERNGEWINNS – HYPOTHESE 3

Mit der dritten Hypothese nahmen wir an, dass der Lerneffekt sich über alle Probanden hinweg ähnlich verhält, das heißt, dass es kaum Unterschiede zwischen den Probanden gibt, was die Richtung des Lerngewinns, beziehungsweise des Transfers in den einzelnen Durchgängen betrifft. Die Durchsicht der deskriptiven Daten bezüglich aller Aufgabentypen und aller Probanden bestätigt diese Annahme nicht. Wie in Tabelle 8.3 aufgeführt, zeigt die Leistung der Probanden eine große Varianz auf. Der maximale Range liegt bei 63 korrekten Antworten von insgesamt 180 möglichen richtigen Reaktionen im zweiten Trainingsdurchgang.

Auch die graphische Darstellung der Lernkurven aller Probanden verdeutlicht den individuellen Trainings- und Transferverlauf über alle drei Aufgaben.

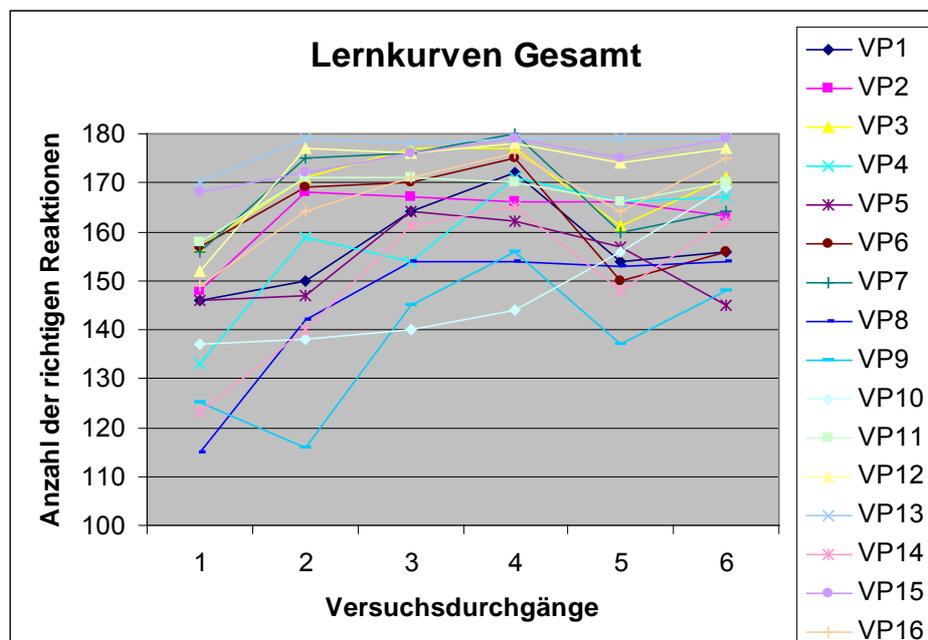
Tabelle 8.3

Deskriptive Datenanalyse der Leistung in allen drei Aufgaben über alle Probanden in den sechs Versuchsdurchgängen.

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6
<b>Mittelwert</b>	146,2500	158,6250	165,2500	169,0000	160,6875	164,6875
<b>Standardabweichung</b>	15,86401	17,89926	11,72177	10,51348	10,79332	10,65031
<b>Varianz</b>	251,667	320,383	137,400	110,533	116,496	113,429
<b>Range</b>	55,00	63,00	38,00	36,00	42,00	34,00
<b>Minimum</b>	115,00	116,00	140,00	144,00	137,00	145,00
<b>Maximum</b>	170,00	179,00	178,00	180,00	179,00	179,00

Abb. 8.4

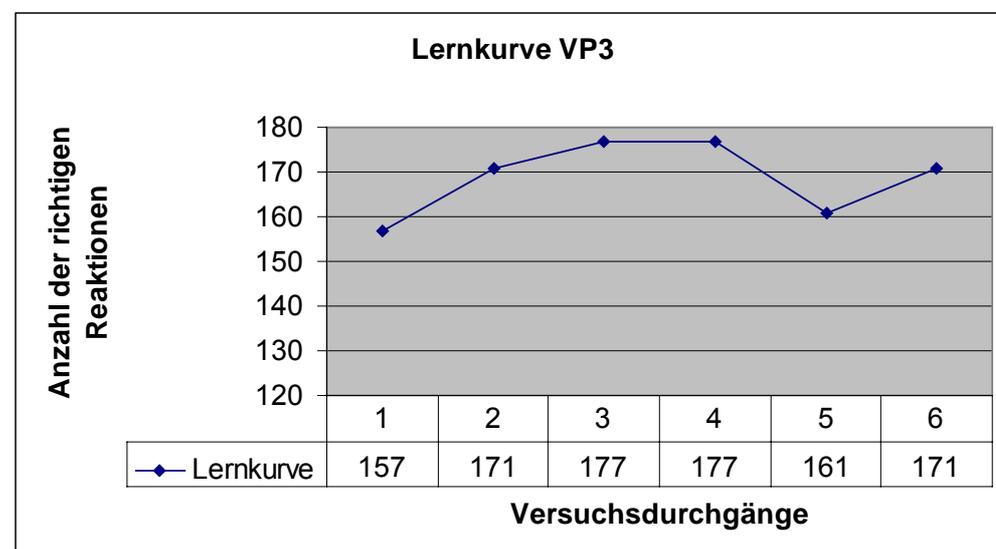
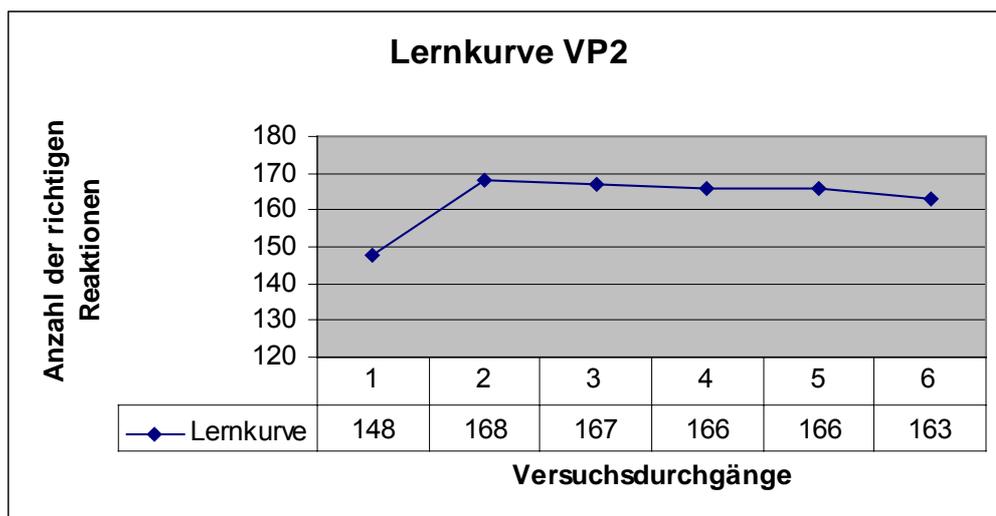
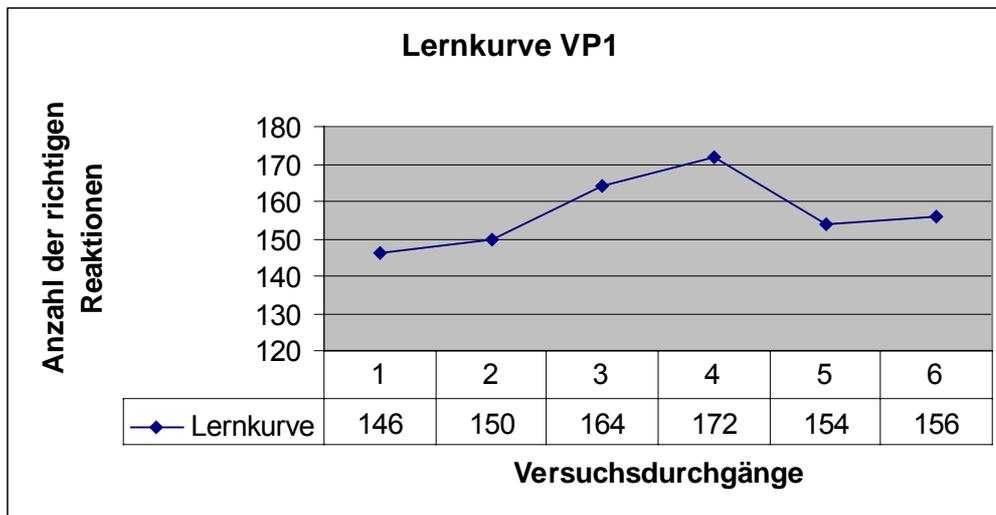
Anzahl der jeweiligen richtigen Reaktionen der drei Aufgabentypen im Verlauf der sechs Durchgänge, gemittelt über alle Probanden.

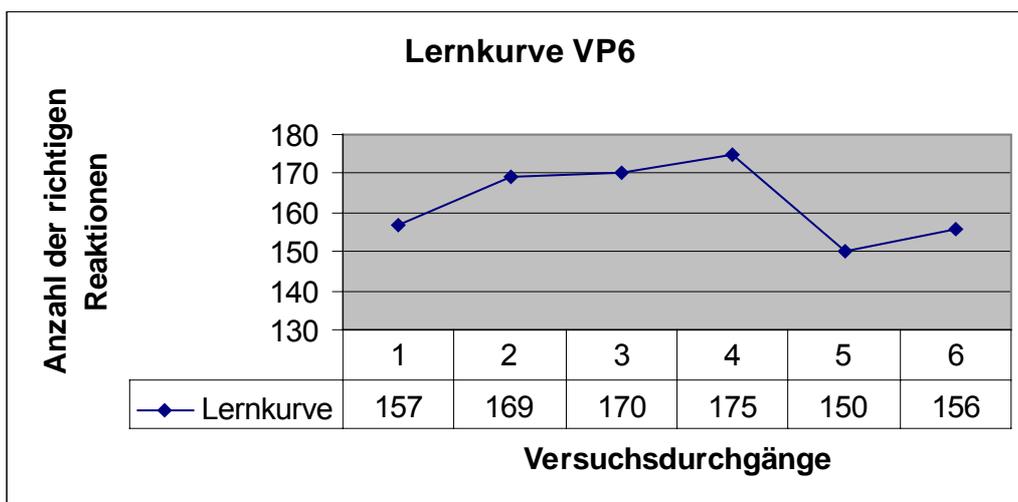
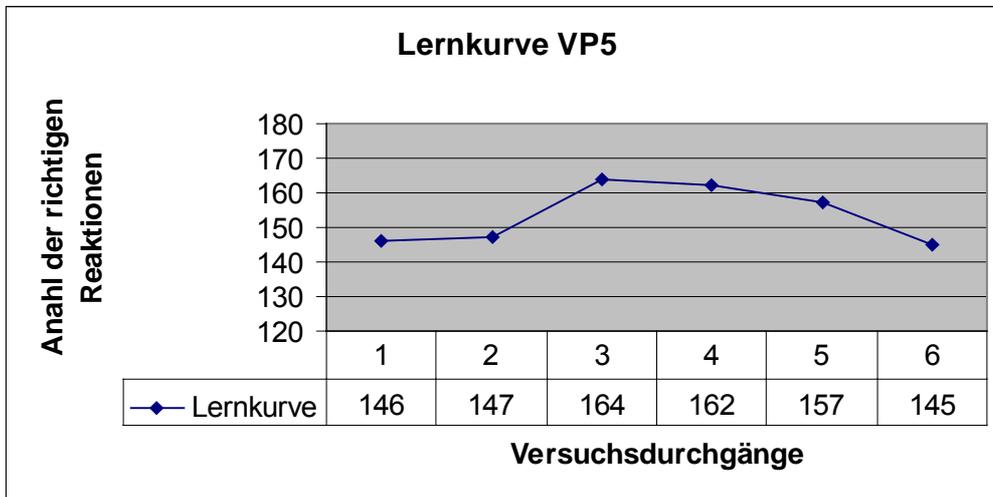
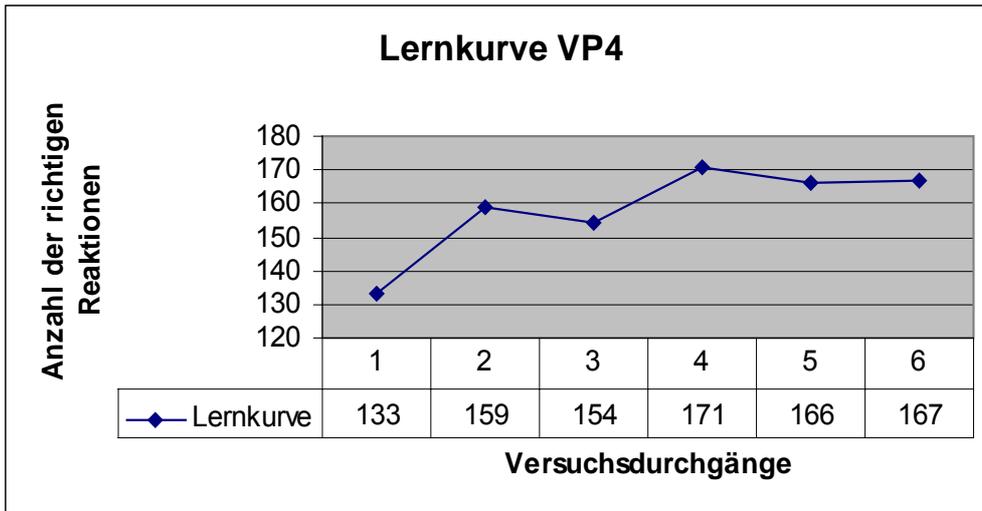


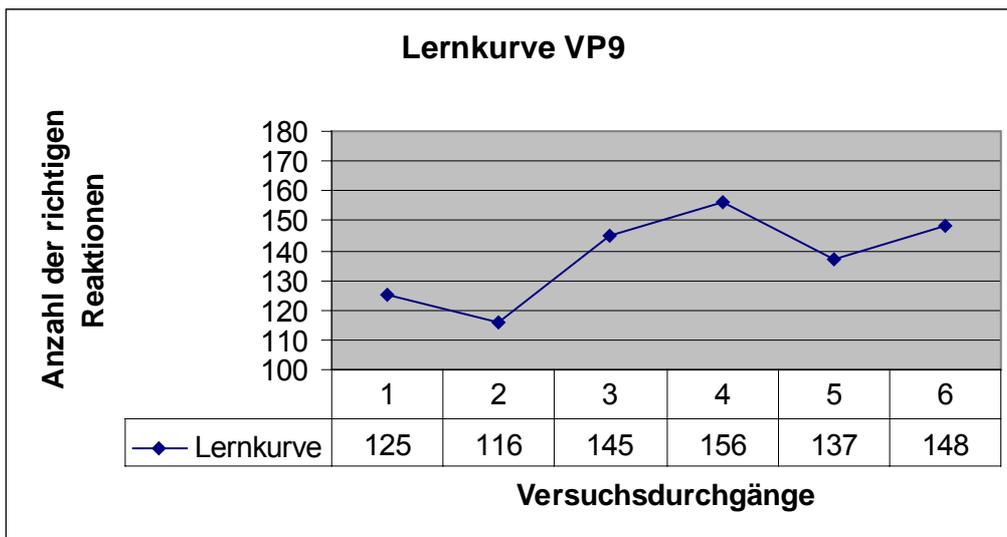
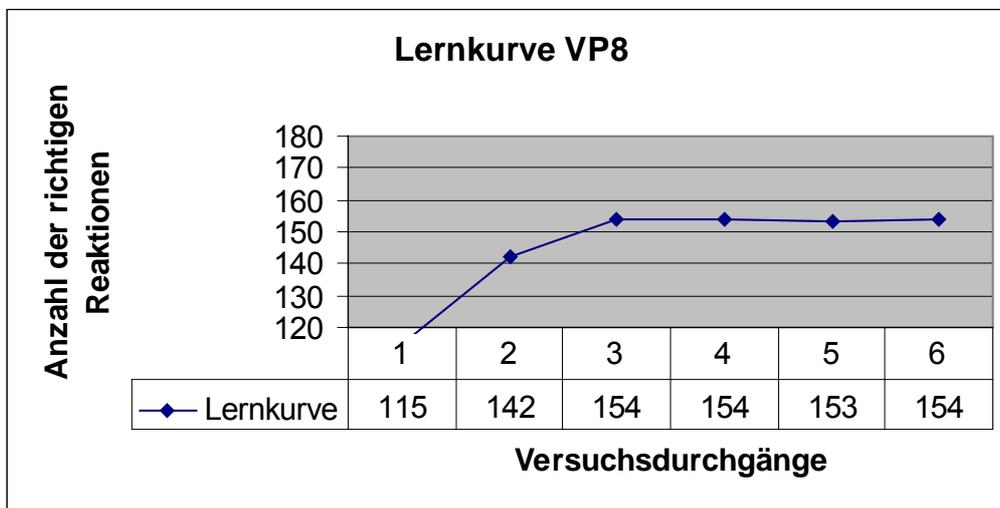
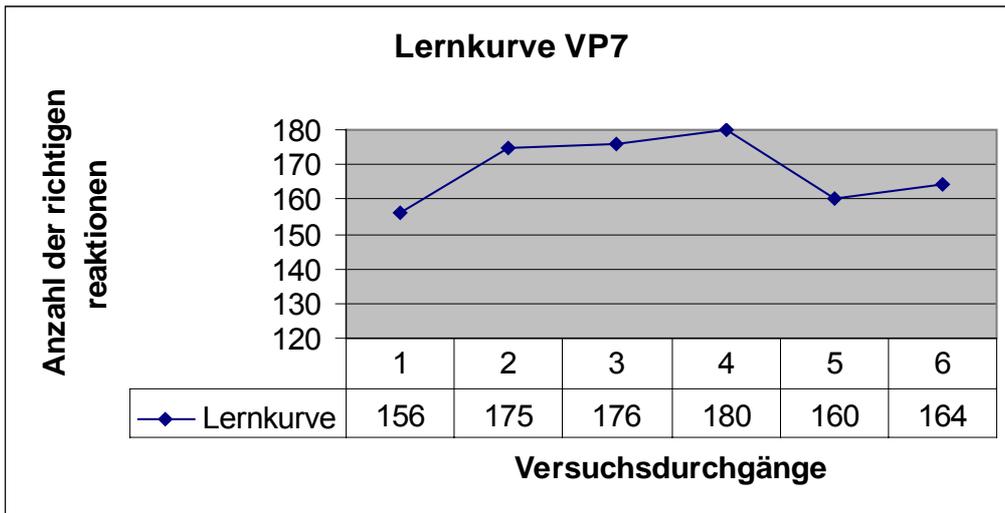
Zur Veranschaulichung im Folgenden die Leistungskurven der einzelnen Probanden (über alle drei Aufgaben summiert):

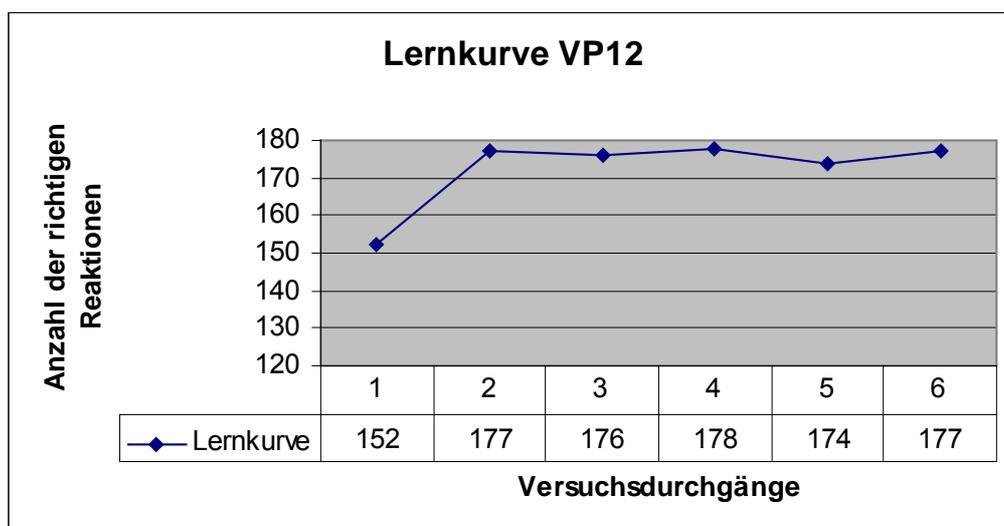
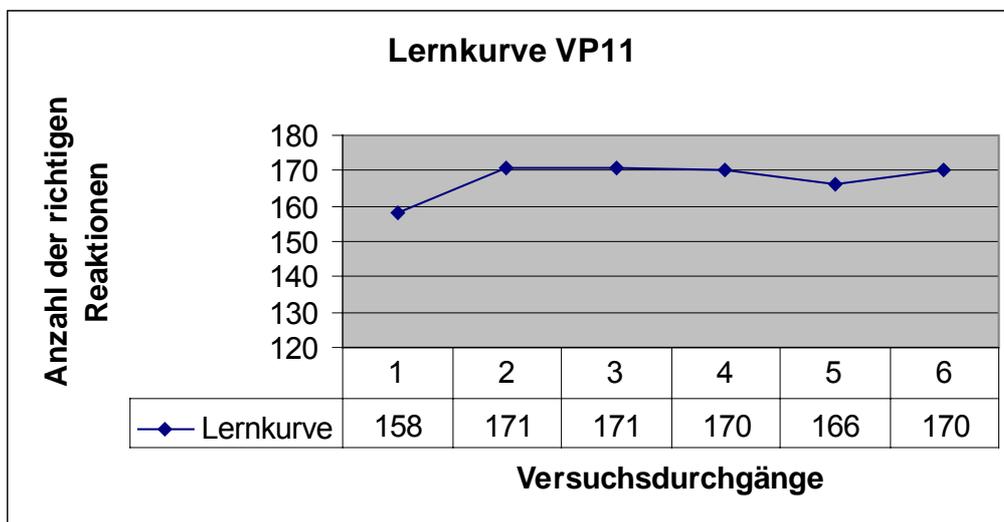
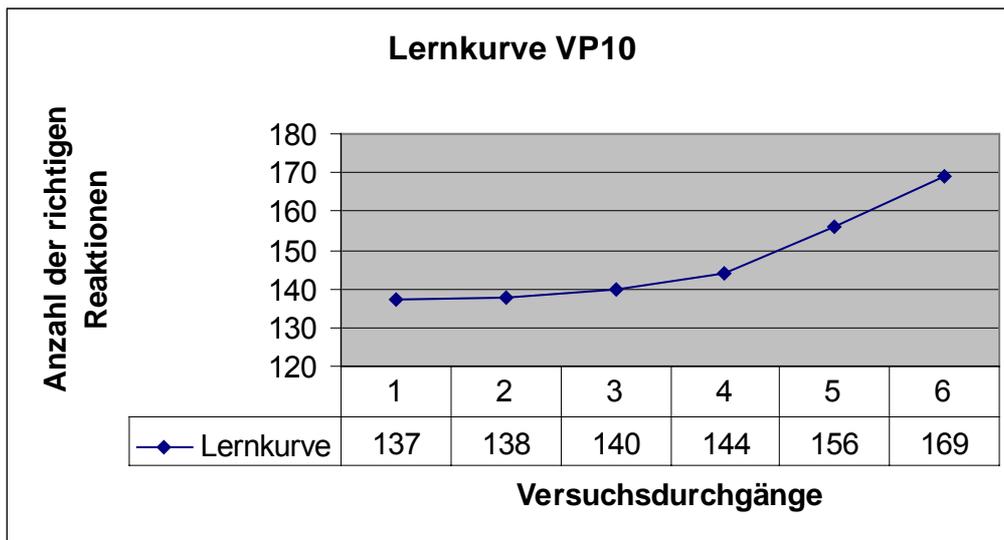
Abb. 8.5

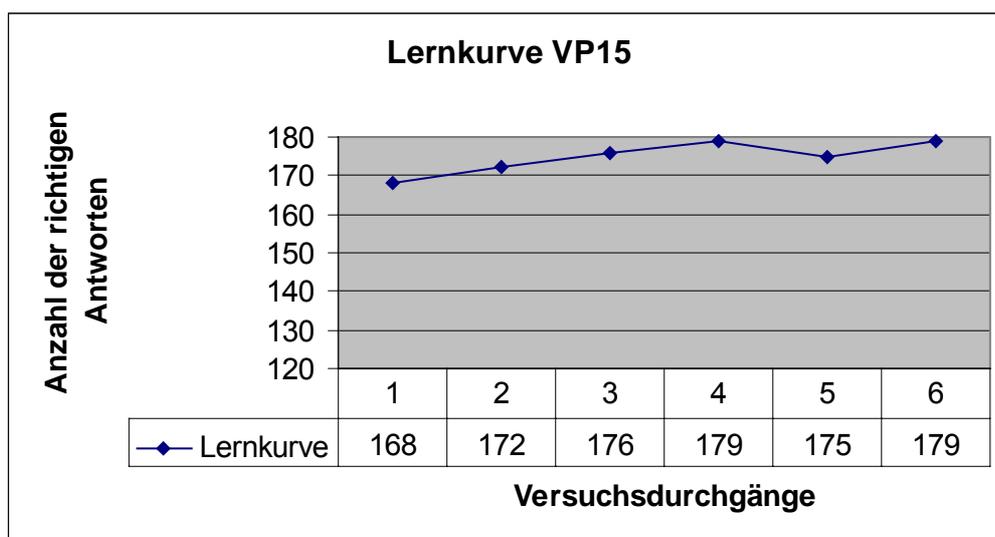
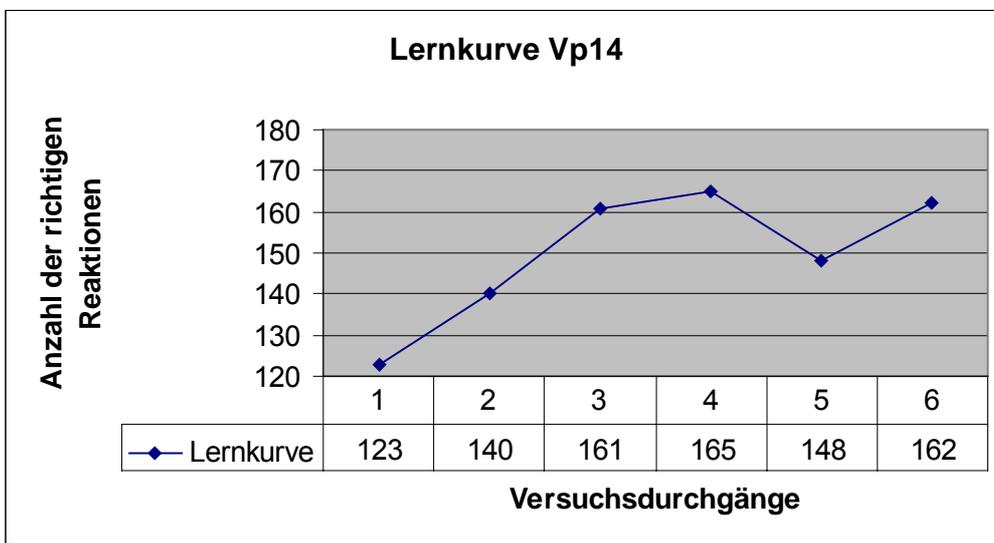
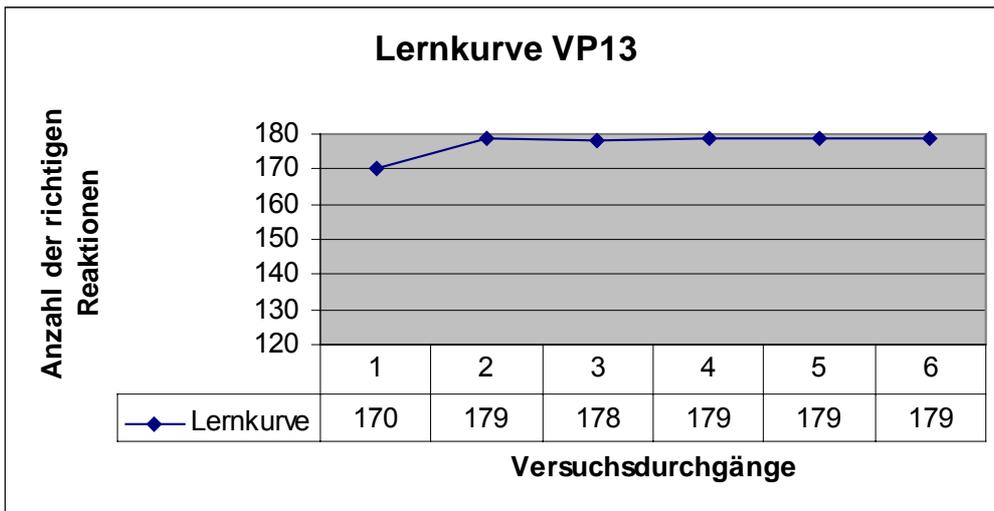
Individuelle Lernkurven über alle drei Aufgaben

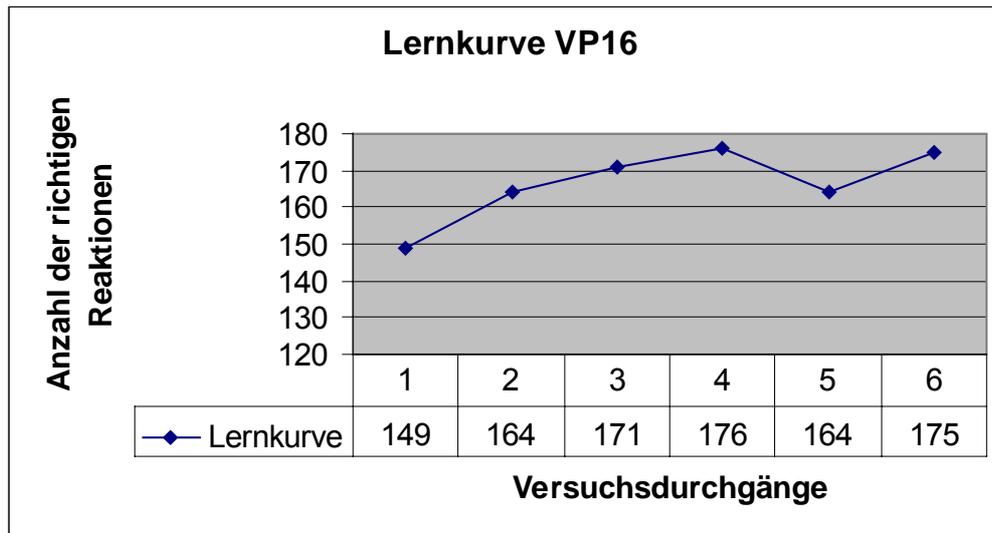












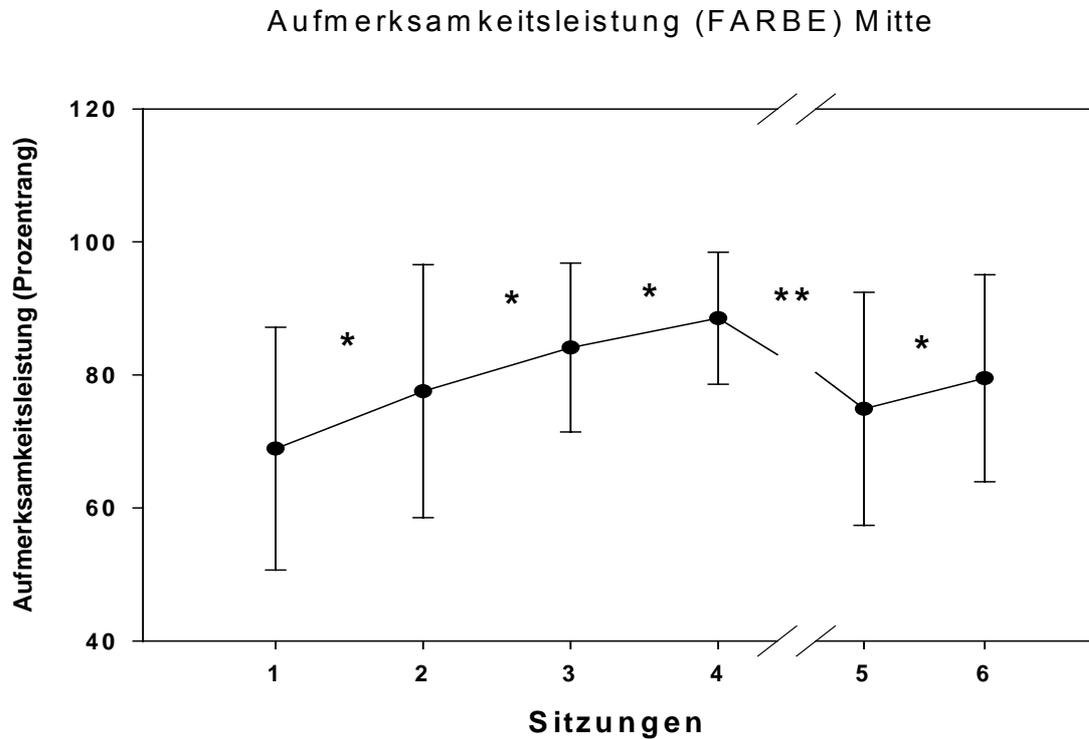
#### 8.4.4 KONSTANZ DER LEISTUNG(SENTWICKLUNG) IN DEN PERIPHEREN AUFGABEN— HYPOTHESE 4

Eine zweite statistische Analyse beschäftigte sich entsprechend Hypothese 4 mit den Effekten des Trainings und insbesondere des Wechsels der zentralen Aufgabe in der Testphase auf die unverändert bleiben den peripheren Aufgaben. Würde ein Wechsel in der besonders anspruchsvollen zentralen Aufgabe so viele Aufmerksamkeit-Ressourcen binden, daß die eigentlich gut routinierten Aufgaben darunter leiden würden?

Um besonders letzteren Beanspruchungsfaktor quantitativ einschätzen zu können, betrachten wir zunächst die Leistungsentwicklung in der mittleren, sich verändernden Aufgabe.

Abb. 8.6

## Leistungsentwicklung Zahl/Farbe



Hier finden sich zunächst in allen Stufen signifikante Zuwächse in der Übungsphase, die erneut die Trainierbarkeit der Aufgabe belegen. Der Aufgabenwechsel bringt allerdings einen hoch signifikanten Leistungseinbruch mit sich, die Probanden fallen fast auf das Ausgangsniveau zurück, können sich dann zwar wieder signifikant steigern, jedoch nicht mit einer steiler verlaufenden Lernkurve als bei den Übungsdurchgängen.

Die Analyse der Fehlreaktionen belegte eine konstant geringe Fehlerrate in den Übungsdurchgängen, die sich mit dem Aufgabenwechsel signifikant erhöht, jedoch beim nächsten Durchgang sich ebenso signifikant wieder normalisiert, ein Hinweis darauf, daß es den Probanden gut gelingt, sich auf die neue Aufgabe einzustellen.

Tabelle 8.4

Paarvergleiche mittlere Aufgabe

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren PR_mitte1 - PR_mitte2	8,62745	9,89941	2,40096	3,71726	3,53764	-3,593	16	,002
Paaren PR_mitte2 - PR_mitte3	6,56863	10,39950	2,52225	1,91555	1,22170	-2,604	16	,019
Paaren PR_mitte3 - PR_mitte4	4,41176	7,65899	1,85758	8,34965	-,47388	-2,375	16	,030
Paaren PR_mitte4 - PR_mitte5	8,62745	13,36241	3,24086	6,75714	0,49777	4,205	16	,001
Paaren PR_mitte5 - PR_mitte6	4,60784	8,82959	2,14149	9,14760	-,06809	-2,152	16	,047

Abb. 8.7

Fehlerverlauf Mitte

Aufmerksamkeitsleistung (FARBE) Mitte (false)

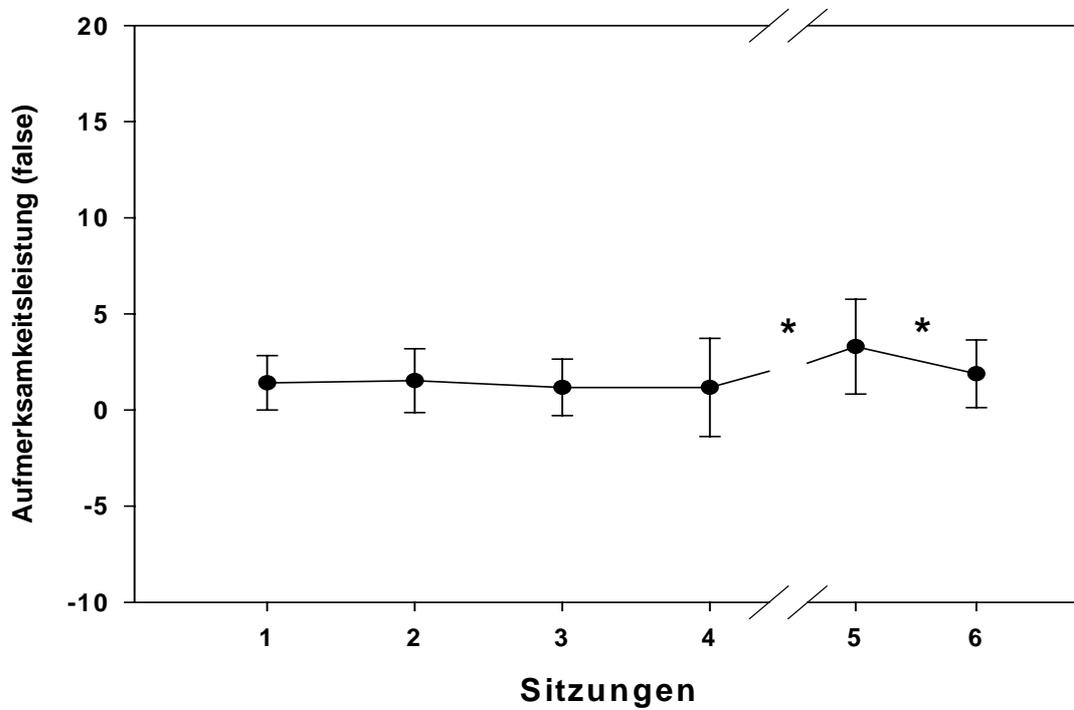


Tabelle 8.5

## Paarvergleiche Fehler Mitte

## Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 Mi_f - Mi_f1	-,11765	1,93269	,46875	-1,11135	,87605	-,251	16	,805
Paaren 2 Mi_f1 - Mi_f	,35294	1,69341	,41071	-,51773	1,22361	,859	16	,403
Paaren 3 Mi_f2 - Mi_f	,00000	2,00000	,48507	-1,02831	1,02831	,000	16	1,000
Paaren 4 Mi_f3 - Mi_f	-2,11765	3,35191	,81296	-3,84104	-,39425	-2,605	16	,019
Paaren 5 Mi_f4 - Mi_f	1,41176	2,47636	,60061	,13854	2,68499	2,351	16	,032

Daß hier kein Transfer gelingt, kann nicht verwundern. Die zentrale Aufgabe der Zahlwiederholung ist in der Aufgabenkonstellationen die schwierigste Aufgabe, die die meiste Aufmerksamkeit einbindet, auch eine Arbeitsgedächtnisleistung erfordert, diese Eigenschaften hat sie mit der darauffolgenden Farbenwiederholungsaufgabe gemeinsam. Nach den Beobachtungen bei der Aufgabendurchführung hat ein großer Teil der Probanden durch Mitverbalisieren der Zahlen eine in der Übungsphase gut funktionierende Hilfsstrategie gefunden, die jedoch in der Testphase nahezu notgedrungen versagt, da die 10 unterschiedlichen Farben sich einer kurzen und prägnanten Verbalkodierung verweigern.

Wenden wir uns den peripheren Aufgaben zu, deren Konstante Leistungsentwicklung über den Paradigmenwechsel hinaus Gegenstand von Hypothese 4 ist.

Die linke Aufgabe (in dieser Studie konstant die Zeigeraufgabe) zeigt über alle Durchgänge hinweg eine kontinuierliche Leistungsentwicklung, die allerdings nur im ersten Schritt signifikant ausfällt. Eine Irritation durch den Wechsel der mittleren Aufgabe ist nicht zu beobachten.

Abb 8.8

Leistungsentwicklung links richtige

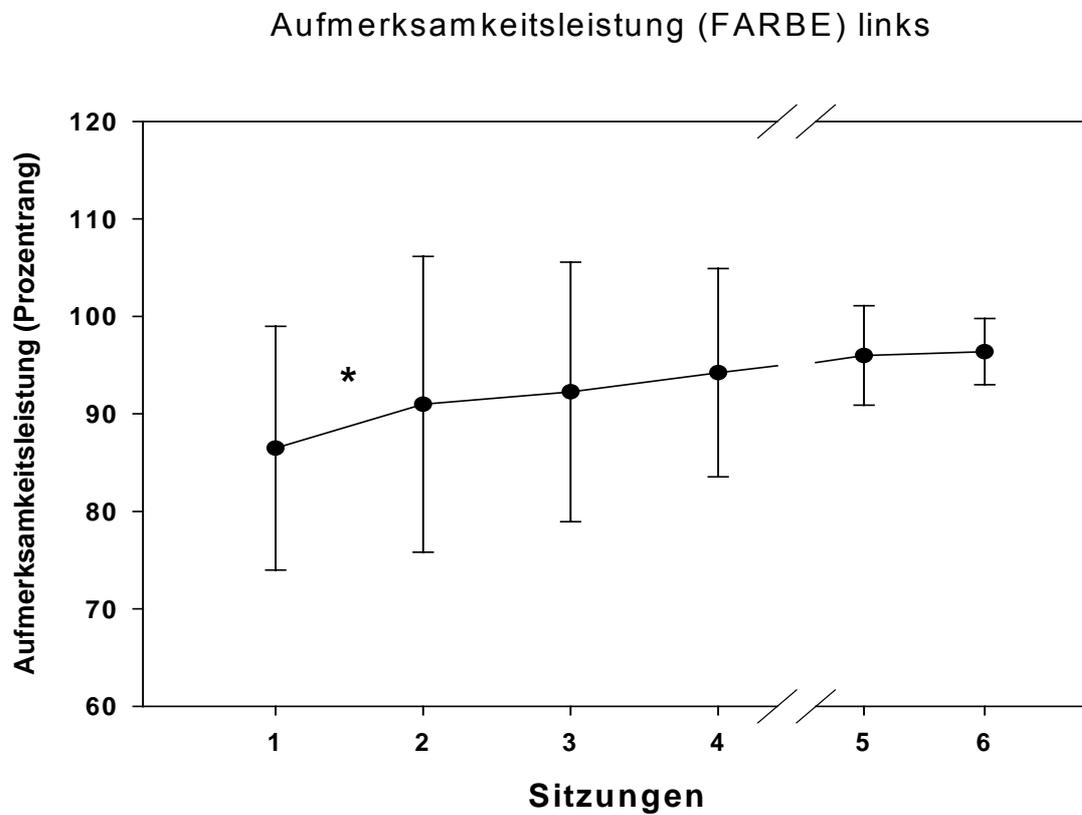


Tabelle 8.6

Paarvergleiche links

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 PR_links1 - PR_links2	-4,50980	6,78961	1,64672	-8,00070	-1,01891	-2,739	16	,015
Paaren 2 PR_links2 - PR_links3	-1,27451	3,09173	,74986	-2,86413	,31511	-1,700	16	,109
Paaren 3 PR_links3 - PR_links4	-1,96078	4,13468	1,00281	-4,08664	,16507	-1,955	16	,068
Paaren 4 PR_links4 - PR_links5	-1,76471	11,14099	2,70209	-7,49288	3,96346	-,653	16	,523
Paaren 5 PR_links5 - PR_links6	-,39216	4,10493	,99559	-2,50272	1,71841	-,394	16	,699

Abb. 8.9

Leistungsentwicklung links Fehler

Aufmerksamkeitsleistung (FARBE) links  
(false)

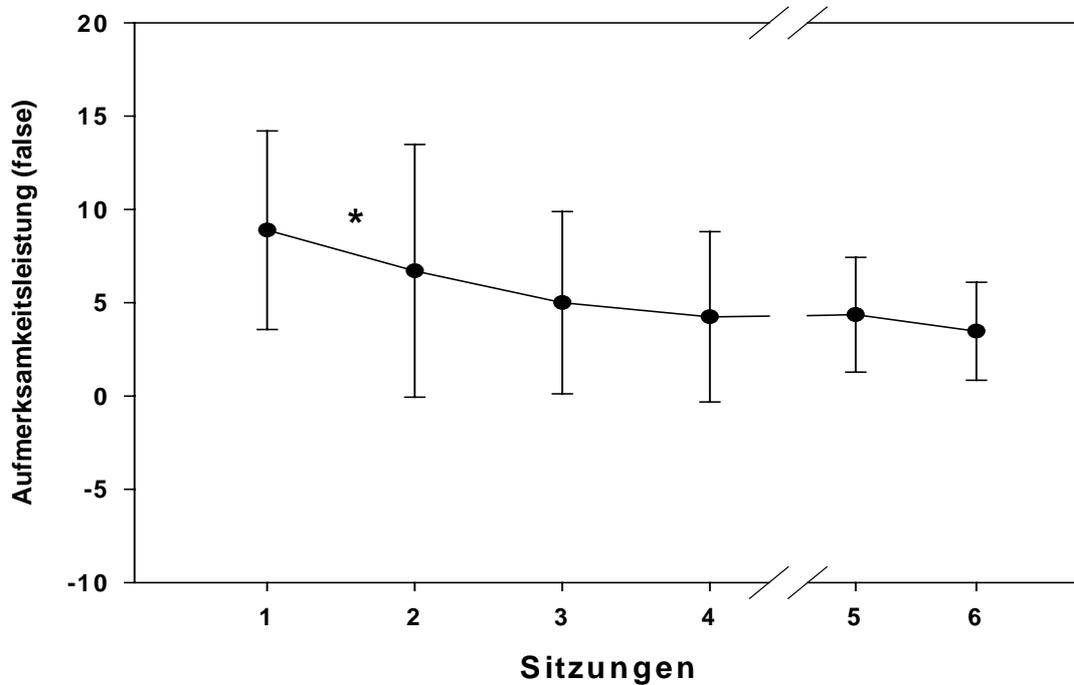


Tabelle 8.7

Paarvergleiche links

Fehler

Test bei gepaarten Stichproben

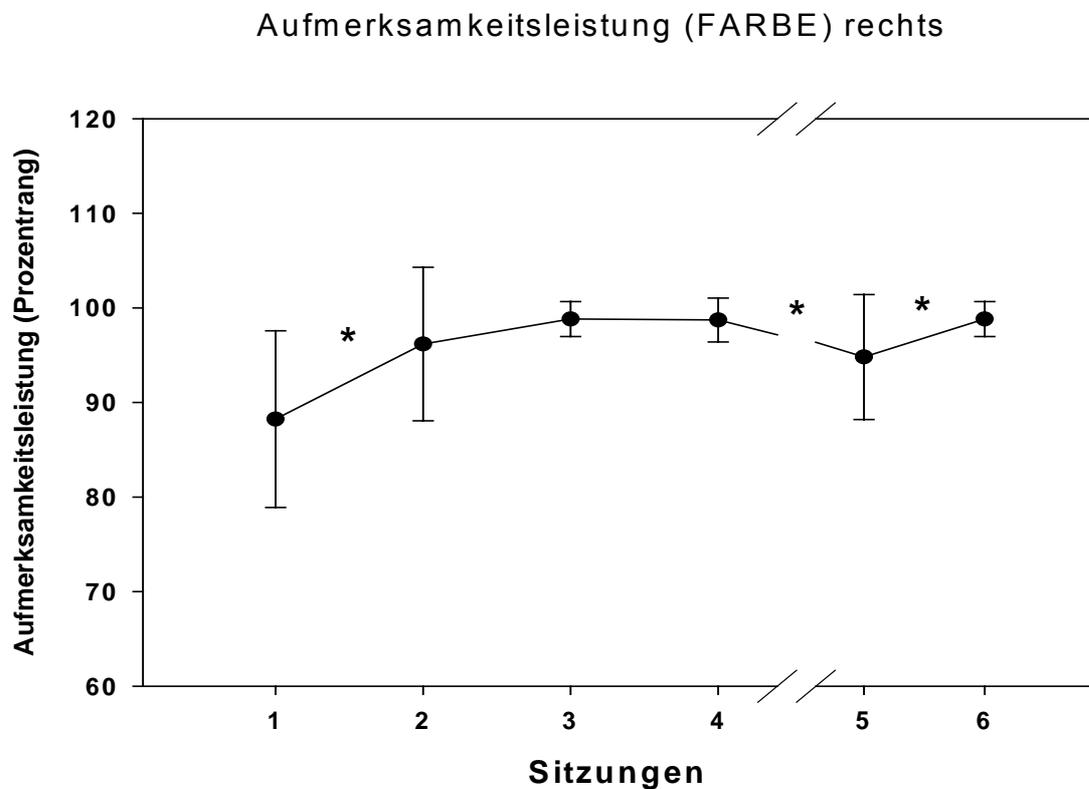
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 Li_f - Li_f1	2,17647	5,88680	1,42776	-,85024	5,20318	1,524	16	,147
Paaren 2 Li_f1 - Li_f2	1,70588	3,21646	,78011	,05213	3,35963	2,187	16	,044
Paaren 3 Li_f2 - Li_f3	,76471	2,63461	,63899	-,58989	2,11930	1,197	16	,249
Paaren 4 Li_f3 - Li_f4	-,11765	4,45649	1,08086	-2,40896	2,17367	-,109	16	,915
Paaren 5 Li_f4 - Li_f5	,88235	2,31523	,56153	-,30803	2,07273	1,571	16	,136

Identisches gilt für die Entwicklung der Fehlreaktionen bei der linken Aufgabe. Sie nehmen kontinuierlich ab, signifikant nur im ersten Schritt.

Die rechte Aufgabe (bei dieser Studie konstant die Dreiecks-Aufgabe) entwickelt sich folgendermaßen:

Abb. 8.10

*Leistungsverlauf rechts Richtige*



Wir finden zunächst eine ähnlich ansteigende Kurve wie bei der linken Aufgabe mit signifikanten Anstieg bei der ersten Wiederholung, der Aufgabenwechsel in der Mitte führt allerdings zu einem Leistungseinbruch, der im Wiederholungsdurchgang wieder wettgemacht werden kann. Sowohl Leistungseinbruch als auch Leistungserholung sind signifikant.

Wenden wir uns auch hier den Fehlreaktionen zu. Hier können wir einen Parallelprozeß beobachten. Die Fehlerrate nimmt kontinuierlich ab, steigt kurzfristig hoch signifikant an und erholt sich umgehend wieder.

Tabelle 8.8.

*Paarvergleiche rechts Richtige*

### Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren PR_rechts1 - PR_rechts2	,94118	7,30129	1,77082	,69515	,18720	-4,484	16	,000
Paaren PR_rechts2 - PR_rechts3	,64706	6,66820	1,61728	,07553	,78141	-1,637	16	,121
Paaren PR_rechts3 - PR_rechts4	,09804	1,09775	,26624	,46637	,66245	,368	16	,718
Paaren PR_rechts4 - PR_rechts5	,92157	4,82115	1,16930	,44276	,40037	3,354	16	,004
Paaren PR_rechts5 - PR_rechts6	,01961	5,83508	1,41522	,01973	,01948	-2,840	16	,012

Ganz so reibungslos wie bei der linken Zeigeraufgabe läuft die Entwicklung bei der rechten Dreiecks-Aufgabe nicht. Der Wechsel bei der mittleren Aufgabe führt zu einem kurzzeitigen Leistungseinbruch, der jedoch sofort wieder wettgemacht werden kann. Würde man den fünften Wert in den Datenreihen eliminieren, so wäre es durchaus möglich, von einer kontinuierlichen Entwicklung zu sprechen.

Gründe für die offenbar höhere Störbarkeit bei dieser Aufgabe könnten darin liegen, daß sie im unmittelbaren Vergleich mit der Zeigeraufgabe doch mit einer höheren Frequenz kontrolliert werden muß, so daß eine höhere Aufmerksamkeitseinbindung bei der zentralen Aufgabe stärkerer Auswirkungen hat.

Abb. 8.11

Leistungsverlauf Fehler rechts

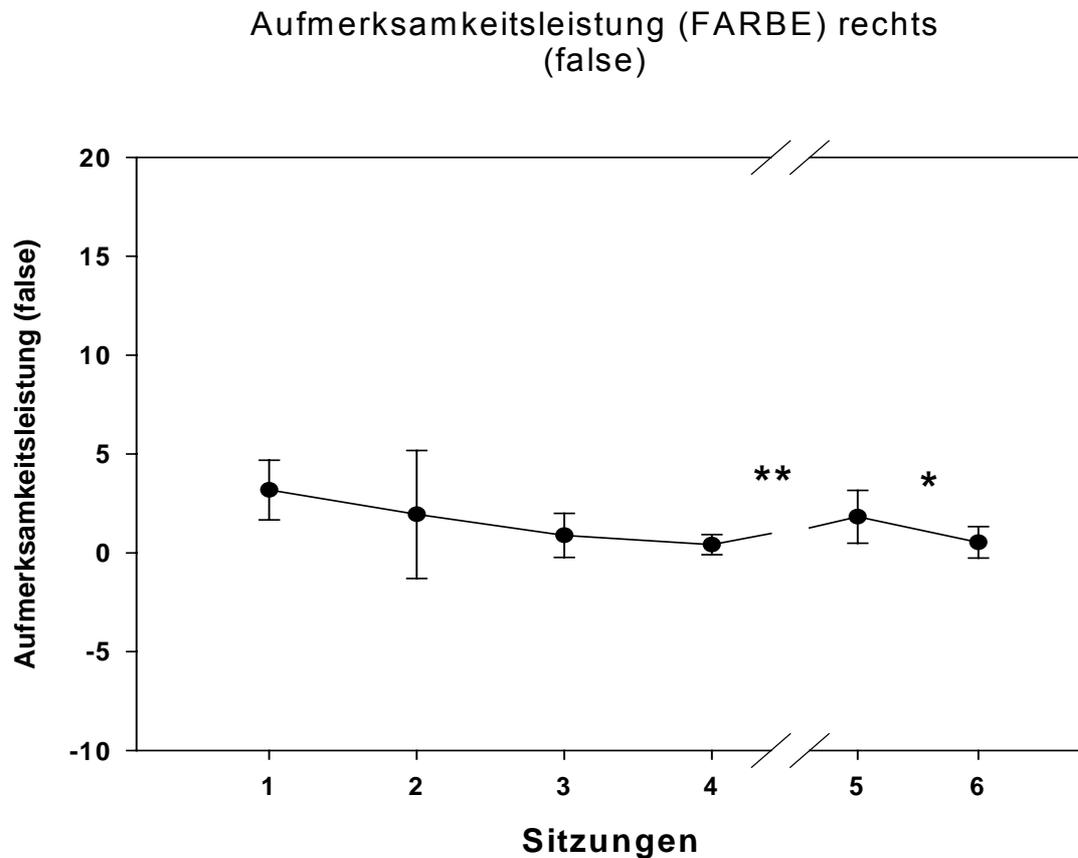


Tabelle 8.9

Paarvergleiche rechts Fehler

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 Re_f - Re_f1	1,23529	4,94380	1,19905	-1,30657	3,77716	1,030	16	,318
Paaren 2 Re_f1 - Re_f2	1,05882	4,80196	1,16465	-1,41012	3,52776	,909	16	,377
Paaren 3 Re_f2 - Re_f3	,47059	1,12459	,27275	-,10762	1,04880	1,725	16	,104
Paaren 4 Re_f3 - Re_f4	-1,41176	1,17574	,28516	-2,01627	-,80726	-4,951	16	,000
Paaren 5 Re_f4 - Re_f5	1,29412	1,64942	,40004	,44606	2,14217	3,235	16	,005

Letztlich kann auch unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis Hypothese 4 als bestätigt gelten, wonach die routinierten Anteile einer Aufgabenkonstellation durch den Wechsel einer Einzelaufgabe nicht negativ tangiert werden.

## 8.5.SYSTEMATISCHE STICHPROBENUNTERSCHIEDE ZWISCHEN STUDIE VIER UND STUDIE FÜNF?

Zusätzlich interessierten wir uns dafür, ob es zwischen den Stichproben der Teilstudie vier und der vorliegenden Teilstudie systematische Unterschiede gegeben hat. Immerhin war das Untersuchungsdesign identisch, in den ersten vier Durchgängen (Übungsphase) waren auch die Aufgaben völlig gleich. Eine Varianzanalyse zum Gruppenvergleich zwischen beiden Stichproben, deren Ergebnisse in den Tabellen 8.10 bis 8.12 aufgelistet sind, ergab jedoch keine einschlägigen Hinweise, die beiden Stichproben unterschieden sich folglich nicht.

Tabelle 8.10

### Varianzanalyse Gruppenvergleich NordSüd-Farbe Prozenträge

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Konstanter Term	3313505,726	1	3313505,7	8123,698	,000
Gruppe	764,059	1	764,059	1,873	
Fehler	13052,206	32	407,881		

Tabelle 8.11

### Varianzanalyse Gruppenvergleich NordSüd-Farbe Auslassungen

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Konstanter Term	14247,355	1	14247,355	96,099	,000
Gruppe	288,355	1	288,355	1,945	
Fehler	4744,206	32	148,256		

Tabelle 8.12

Varianzanalyse Gruppenvergleich NordSüd-Farbe Fehlreaktionen

**Tests der Zwischensubjekteffekte**

Maß: MASS\_1

Transformierte Variable: Mittel

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Konstanter Term	4148,532	1	4148,532	82,437	,000
Gruppe	8,532	1	8,532	,170	
Fehler	1610,353	32	50,324		

## 8.6 DISKUSSION

Die Daten weisen große individuelle Unterschiede bei der Bearbeitung der Trainings- und Testdurchgänge auf. Die Aussagekraft der Interpretation der Durchschnittswerte ist bei der Auswertung, die die Studenten vorgenommen haben (Leistung definiert als Summe über alle drei Aufgaben hinweg) daher begrenzt, statt dessen erscheint es nützlicher, individuelle Leistungskurven zu betrachten. Die Daten der Probanden 5, 6, 8, 9, 10 und 13 sind, an den übrigen Leistungskurven gemessen, als Ausreißer anzusehen (immerhin 6 von 16 Probanden!); dieser unbefriedigende Umstand ist möglicherweise den Eigenheiten studentischen Probandenrekrutierungspotentials geschuldet. Zur Eruiierung möglicher Erklärungen sollen die Ausreißer in Tabelle 8.13 etwas genauer beschrieben werden.

Wesentlich nützlicher als die Definition der Leistung als Summe aller drei Einzelaufgaben ist die isolierte Betrachtung der Einzelaufgaben. Hier ist festzustellen, daß für die mittlere, veränderte Aufgabe kein Transfer gelungen ist, obwohl die veränderte Aufgabe fraglos Ähnlichkeiten mit der ursprünglichen Aufgabe hat. Entscheidend für den Nicht-Transfer dürfte die Unübertragbarkeit von Strategien sein die letztlich dazu geführt hat, daß sich die Aufgabe der Strategiefindung von neuem gestellt hat.

Für den nicht veränderten peripheren Aufgaben hingegen bedeutet der Wechsel in der zentralen (schwierigen) Aufgabe keine oder zumindest nur eine geringfügige und kurzfristige Beeinträchtigung.

Tabelle 8.13

Qualitative Datenanalyse der Lern- und Leistungskurve der Probanden 5, 6, 8, 9, 10 und 13

Ausreißer	Mögliche Erklärungen
<p><b>Proband Nr.5</b></p> <p>Bei dem Wechsel der Zahlen- zur Farb-Aufgabe (Nr.4 – 5) sinkt die Leistung unter das Anfangsniveau des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1). Die Anzahl der korrekten Reaktionen des zweiten Testdurchgang (Nr.6) entspricht etwa der des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Der Proband konnte keinerlei Erfahrungen aus den ersten vier Trainingsdurchgängen nutzen: Es fand kein Transfer statt.</li> <li>➤ Rigider Strategieumgang</li> </ul>
<p><b>Proband Nr.6</b></p> <p>Die Leistung sinkt kontinuierlich nach dem dritten Trainingsdurchgang (Nr.3): Der Leistungstiefpunkt liegt bei dem zweiten Testdurchgang (Nr.6), der in etwa der Leistung des ersten Trainingsdurchgangs (Nr.1) entspricht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mangelnde Motivation</li> <li>➤ Eventuell war der Proband bereits zu Beginn der Untersuchung müde – es war eine Nachmittagsmessung (15:00 Uhr).</li> </ul>
<p><b>Proband Nr. 8</b></p> <p>Kein Leistungszuwachs nach dem 3. Trainingsdurchgang bei folgenden stabilen Leistungen (Stagnation).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geringe Leistungsmotivation</li> <li>➤ Müdigkeit</li> </ul>
<p><b>Proband Nr. 9</b></p> <p>Starke Leistungsverschlechterung vom 1. zum 2. Trainingsdurchgang.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Möglicherweise schlechtes initiales Instruktionsverständnis</li> </ul>
<p><b>Proband Nr. 10</b></p> <p>Lernkurve erinnert an eine exponentielle Funktion. Starker Leistungszuwachs nach dem vierten Trainingsdurchgang (Nr.4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Besseres Handling der Farben-Aufgabe</li> <li>➤ Nicht abgeklärtes Defizit im Umgang mit Zahlen</li> <li>➤ Steigende Motivation mit steigender Leistung</li> </ul>
<p><b>Proband Nr.13</b></p> <p>Bereits nach dem 2. Trainingsdurchgang wurden 99,45% korrekte Reaktionen geleistet, diese Leistung bleibt auch bei dem Wechsel von Zahlen zu Farben stabil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Große Motivation</li> <li>➤ Überdurchschnittliches Leistungspotential</li> <li>➤ Aufgabenstellung, bzw. Reizschnelligkeit stellen keine wirkliche Herausforderung dar</li> </ul>

Diese Feststellung gilt wohlgermerkt nur für Probanden, die mit der Stichprobe der vorliegenden Teilstudie vergleichbar sind. Es sei erneut daran erinnert, daß die untersuchte

Stichprobe sehr jung und vermutlich sehr leistungsfähig ist (die meisten haben Hochschulreife); eine Übertragung auf eine leistungsschwächere Klientel ist nicht ohne weiteres möglich, erst recht nicht auf eine Patientenpopulation mit spezifischen Einschränkungen in aufmerksamkeitsbezogenen Ressourcen.

## 8.7 STRATEGISCHE HINWEISE

Die Probanden berichten von unterschiedlichen Strategien bei der Bearbeitung der verschiedenen Teilaufgaben der Trainings- sowie der Testdurchgänge.

Die Mehrzahl der Probanden benötigte nach eigenen Angaben die ersten zwei Untersuchungsdurchgänge, um die Aufgabenstellung richtig zu verstehen, bzw. sich mit der Bearbeitung vertraut zu machen. Das bedeutet, dass in diesem Untersuchungsabschnitt zunächst nach verschiedenen Strategien gesucht wurde und die meisten der Teilnehmer der Ansicht waren, nach dem zweiten Trainingsdurchgang eine erfolgreiche Strategie gefunden zu haben. So wurde beispielsweise häufig berichtet, dass nach dem anfänglichen Versuch, alle der drei Aufgaben mit der gleichen Wachsamkeit zu verfolgen, die Aufmerksamkeit explizit auf die mittlere Aufgabe gelenkt wurde. Als Grund für diese spezielle Fokussierung wurde zum einen der größte Anforderungsgehalt der mittleren Aufgabe, zum anderen das leichtere Verfolgen der zwei äußeren Aufgaben im peripheren Sehfeld genannt. Dieser Prozeß wäre im Verständnis von Aufmerksamkeitsteilung ein Weg, Ressourcen der Aufgabe entsprechend zu verteilen und dadurch ihre Nutzung zu optimieren.

Manche Probanden meinten, einen gewissen Rhythmus in der Abfolge der rechten und linken Aufgaben entdeckt zu haben, durch den die kritischen Situationen, in denen reagiert werden sollte, zu einem gewissen Grad vorhersagbar wurden, so daß mehr Ressourcen auf das Behalten der Zahlen verwendet werden konnten. Realiter läßt allenfalls die linke Aufgabe solche Prognosen zu; wenn der Zeiger sich ganz unten befindet, bedarf sein Stand für mehrere Aufgabentakte keiner Kontrolle. Die kritische Stimulusabfolge rechts erlaubt solche Prognosen nicht.

Die Verbalisierung der mittleren Aufgabe wurde von etwa der Hälfte der Probanden (Verbalizer) erfolgreich eingesetzt, die andere Hälfte benutzte diese Bearbeitungsmöglichkeit entweder gar nicht, oder gab sie nach kurzer Zeit auf, da sie als eher hindernd empfunden wurde. Dies gilt jedoch nur für die Zahlen-Aufgabe. Bei der Farben-Aufgabe gerieten so gut wie alle Verbalizer ins Straucheln und gaben diese Bearbeitungsmethode auf. Sie berichteten erwartungsgemäß, Schwierigkeiten mit der Farbbenennung zu haben.

## 9. STUDIE 6: ANALYSE VON TRAININGSPROZESSEN UND TRANSFEREFFEKTEN BEI PATIENTEN

Bei der Diskussion der Ergebnisse der Studien drei bis fünf, die an hirngesunden Probanden vergleichsweise hohen Leistungsniveaus vorgenommen wurden, haben wir immer wieder darauf hingewiesen, daß sie nicht ohne weiteres auf leistungsschwächere Probanden übertragen werden können, insbesondere nicht auf Patienten, die unter einem erworbenen Aufmerksamkeitsdefizit leiden. Gerade bei Patienten, deren Kernproblem auf beobachtbarer Ebene und auf Testebene in der Aufmerksamkeitsteilung liegt, sind Schwächen in der zentralen Exekutive zu vermuten, die auf Veränderungen in der Stimuluskonstellation mit erheblich ausgeprägterer Irritation reagieren als bei Gesunden.

Es erschien daher erforderlich, die Prozesse des Transfers und der Anpassung an eine veränderte Aufgabenstellung auch an einer leistungsschwächeren und vielleicht gerade in diesem Punkt leistungsgestörten Klientel zu untersuchen. Eine solche Analyse erschien umso interessanter, als unterschiedliche Effekte gegenüber der Reaktionsweise von Gesunden Rückschlüsse auf die Rolle und Leistungsfähigkeit der zentralen Exekutive ermöglichen können.

Die Unterschiede zwischen hirngesunden Probanden und aufmerksamkeitsgestörten Patienten dürften sich jedoch nicht in unterschiedlichen Reaktionsweisen auf Veränderungen in der Stimuluskonstellation erschöpfen, Unterschiede bestehen ganz sicher auch auf der Ebene der Lernprozesse, die zu analysieren eine Reihe von Fragen beantworten könnte, etwa die nach einem sinnvollen Minimum an Therapiesitzungen oder auch die nach Wiederholungseffekten bei testähnlichen Verfahren, wie sie für gesunde Probanden unter anderem von BÜHNER et al. (2006) nachgewiesen werden konnten.

Wir haben daher zu diesem Zweck eine Reihe von Patientendaten, die in den letzten 18 Monaten gewonnen wurden, einer statistischen Analyse unterzogen. Die Daten stammen aus Studie 1; diejenige Probanden, die mit divtrain behandelt worden sind, wurden nach der Trainingsphase im Rahmen der Kontroll-Testung zusätzlich mit der spiegelbildlichen Version des DIVATT untersucht. In die vorliegende Auswertung konnten auch Probanden einbezogen werden, die in Studie 1 als Drop-Outs ausgeschlossen werden mußten, in erster Linie, weil sich für sie kein Matching-Partner gefunden hatte, aber auch (in zwei Fällen) weil sie die geforderte Minimalzahl von 15 Übungsdurchgängen wegen einer unzureichenden Aufenthaltsdauer nicht erreicht haben. Die aktuelle untersuchte Stichprobe umfaßt somit 14

Probanden. Bei 2 Probanden konnte die Transfer-Nachuntersuchung nicht vorgenommen werden, die entsprechenden Daten basieren daher auf 12 Probanden.

## 9.1 UNTERSCHIEDE IM TRAININGSPROCEDERE GEGENÜBER GESUNDEN

In Teilstudie drei absolvierten die Probanden sämtliche Trainingssitzungen an einem Tag, die Sitzung zur Erfassung der Transfereffekte fand maximal sieben Tage später statt. In den Teilstudien vier und fünf liefen Übungs- und Testphase mit nur wenigen Minuten Pause dazwischen an einem Tag ab. Ein solch dichtgedrängtes Vorgehen wäre bei Patienten völlig unrealistisch. Wie schon in den Eingangskapiteln erwähnt ist die psychophysische Belastbarkeit unserer meist frisch verletzten oder erkrankten Patienten derart eingeschränkt, daß Trainingssitzungen ohne Pause von mehr als 30 Minuten unrealistisch sind. Die in dieser Stichprobe untersuchten Patienten hatten daher maximal einen halbstündigen Trainingstermin pro Tag. Auch die Transferuntersuchung fand folglich an einem eigenen Tag statt.

Die bei gesunden Probanden in Teilstudie drei gefundene sinnvolle Trainingssitzungsmenge von vier Sitzungen wäre für Patienten vermutlich ebenfalls völlig unzureichend. Eine Analyse der Verlaufskurven wird zeigen, nach wieviel Trainingssitzungen ein Leistungsplateau erreicht wird.

Ein weiterer Unterschied zu den gesunden Probanden liegt in der Trainingsmodalität. Die gesunden Probanden trainierten durchweg an einer im Ablauftempo beschleunigten Fassung des DIVATT mit einem in Voruntersuchungen als optimal identifizierten Zeittakt von 0,65 Sekunden („Tempo 650“). Dieses Tempo hätte, bei Patienten diagnostisch angewendet, massive Bodeneffekte zur Folge. Selbst das im DIVATT standardmäßig zugrundegelegte Tempo 1000 (eine Sekunde Takt) erreichen Patienten allenfalls nach einem erfolgreichen Training bei akzeptabler Fehlerrate. Für die Patienten das Tempo des DIVATT weiter zu verlangsamen wäre technisch kein Problem gewesen, therapeutisch jedoch nicht sinnvoll, da die hohe Dichte kritischer Reize im DIVATT Patienten im Anfangsstadium überfordert. Wie in dieser Arbeit eingangs ausführlich dargelegt, erfordert die sinnvolle Konzeption einer Therapie das Ansetzen auf einem Leistungsniveau, das der Patient sicher beherrscht; diese Vorgabe gilt auch für das Kriterium der Komplexität, nicht nur für das Tempo. Sämtliche

Patienten haben daher am Trainingsprogramm divtrain geübt, das auch in dieser Hinsicht Anpassungen ermöglicht.

In der Testphase hingegen wurde ebenso wie bei Gesunden der DIVATT eingesetzt. Dies war möglich, da die Patienten inzwischen ein hinreichendes Leistungsniveau erreicht hatten, um den Anforderungen der Testfassung hinsichtlich Reizdichte gewachsen zu sein. Das Ablauftempo in der Testphase orientierte sich an dem Tempo, das in der Trainingsphase in divtrain zuverlässig, d. h. mit einer akzeptablen Fehlerrate (bis zu 10 Prozent bei den peripheren Aufgaben, bis zu 20 Prozent bei der zentralen Aufgabe) erreicht werden konnte.

Dieser Wechsel der Aufgabe brachte wenige zusätzliche Umstellungen mit sich, vor allem einen Wechsel im Reaktionsinstrument (separate Tasten statt Cursor Tasten). Die Zeitdauer des Testablaufs wurde der Dauer der Trainingssitzungen angepaßt.

## 9.2 THERAPEUTISCHER EFFEKT VS. DECKENEFFEKT?

Wie bereits erwähnt handelt es sich bei den hier verarbeiteten Daten um ex post verwendete Daten, die aus Studiensitzungen mit therapeutischem Anspruch stammen, deren Konzeption sich folglich an therapeutisch-didaktischen Kriterien orientierte, nicht an einer verteilungsorientierten Sichtweise. Dadurch muß in Kauf genommen werden, daß die erhobenen Daten in weiten Bereichen unter Deckeneffekten leiden. Es kann postuliert werden, daß bei einer eher verteilungsorientierten Festlegung etwa des Ablauftempo einige Effekte hätten deutlicher herausgearbeitet werden können, diesem Anspruch konnte jedoch die therapeutische Zielsetzung nicht geopfert werden.

## 9.3. STICHPROBENBESCHREIBUNG UND VERFAHRENSWEISE

Die Vorgehensweise und die Stichprobenbeschreibung kann den Ausführungen zu Studie 1 (Kapitel 4) entnommen werden.

## 9.4. ERGEBNISSE

Zur Analyse der Ergebnisse führten wir eine Varianzanalyse mit Messwiederholung über den Verlauf der Leistungen über die ersten 15 Durchgänge durch.

Ein Problem ergab sich durch die in der Therapiestudie festgelegte Anpassung der Taktrate an den Übungsfortschritt. Die gemessenen Daten beruhen daher auf Übungsdurchgängen mit unterschiedlicher Taktrate, die nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können. Wir mußten daher ein Verfahren finden, die Leistung unabhängig von der Taktrate zu bewerten. Wir entschieden uns dafür, als abhängige Variable eine Größe einzuführen, die sich aus dem Quotienten aus Prozentzahl richtiger Reaktionen und Taktrate errechnet. Dadurch werden gewissermaßen die Prozentangaben der Hits durch die Taktrate relativiert.

Auf dieser Basis ergaben sich folgende Resultate:

### 9.4.1 LINKE AUFGABE (IN DER TRAININGSPHASE BALKENAUFGABE)

Bei der linken Aufgabe sah der Leistungsverlauf über die 15 Übungssitzungen folgendermaßen aus:

Die Analyse des Leistungsverlaufs bei der Balkenaufgabe, die während der Trainingsphase durchgängig links präsentiert wurde, zeigt einen kontinuierlichen Leistungsanstieg bis zum 11. Übungsdurchgang, fünf von 10 Zuwachsschritten bis zu diesem Punkt sind signifikant, ein zusätzlicher (7./8. Sitzung) fast signifikant (siehe Abb. 9.1 und Tabelle 9.1). Ab der 11. Sitzung ist kein Leistungszuwachs mehr zu verzeichnen.

Die zunehmende Varianz im Übungsverlauf ist ein Artefakt. Die Probanden begannen definitionsgemäß alle auf einer Tempostufe, die sie eher unterforderte, so daß die niedrige Varianz durch Deckeneffekte bedingt ist. Während des Übungsverlaufs weichen die Probanden in ihrer erreichten Tempostufe deutlicher voneinander ab, daher erklären sich die hier zunehmenden Unterschiede.

Abb. 9.1

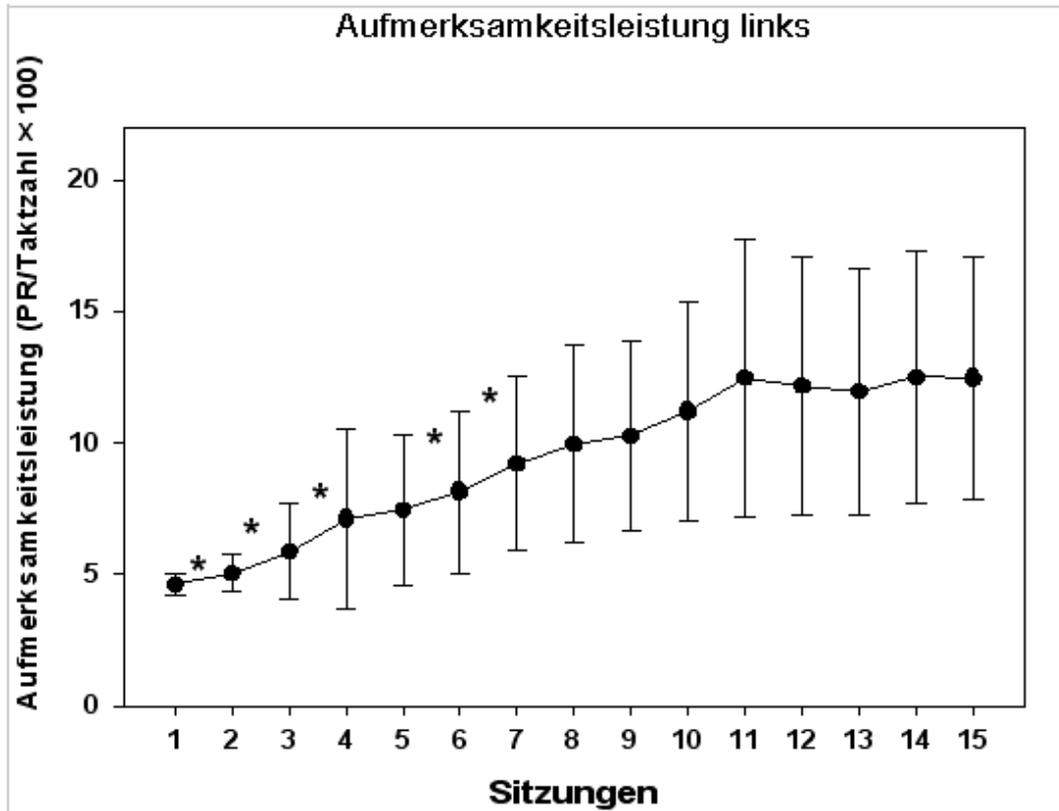
*Leistungsverlauf links*

Tabelle 9.1  
 Test bei gepaarten Stichproben links

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren 1	relativierter Mittelwert links 1 - relativierter Mittelwert links 2	-,003566	,00481968	,00128811	-,006349	-,000783	-2,768	13	,016
Paaren 2	relativierter Mittelwert links 2 - relativierter Mittelwert links 3	-,007730	,011141	,003035	-,01389	-,00071	-2,394	13	,032
Paaren 3	relativierter Mittelwert links 3 - relativierter Mittelwert links 4	-,011151	,01760	,00470	-,02168	-,00135	-2,447	13	,029
Paaren 4	relativierter Mittelwert links 4 - relativierter Mittelwert links 5	-,00393	,01697	,00471	-,01418	,00633	-,834	12	,421
Paaren 5	relativierter Mittelwert links 5 - relativierter Mittelwert links 6	-,00785	,00945	,00262	-,01356	-,00214	-2,994	12	,011
Paaren 6	relativierter Mittelwert links 6 - relativierter Mittelwert links 7	-,00956	,01375	,00381	-,01787	-,00125	-2,506	12	,028
Paaren 7	relativierter Mittelwert links 7 - relativierter Mittelwert links 8	-,00623	,01070	,00297	-,01269	,00024	-2,099	12	,058
Paaren 8	relativierter Mittelwert links 8 - relativierter Mittelwert links 9	-,00509	,01683	,00486	-,01578	,00560	-1,048	11	,317
Paaren 9	relativierter Mittelwert links 9 - relativierter Mittelwert links 10	-,00616	,01419	,00410	-,01518	,00285	-1,504	11	,161
Paaren 10	relativierter Mittelwert links 10 - relativierter Mittelwert links 11	-,01180	,02205	,00636	-,02581	,00220	-1,855	11	,091
Paaren 11	relativierter Mittelwert links 11 - relativierter Mittelwert links 12	,00061	,01884	,00544	-,01137	,01258	,111	11	,913
Paaren 12	relativierter Mittelwert links 12 - relativierter Mittelwert links 13	,00410	,00988	,00285	-,00218	,01038	1,438	11	,178
Paaren 13	relativierter Mittelwert links 13 - relativierter Mittelwert links 14	-,00541	,02017	,00608	-,01896	,00815	-,889	10	,395
Paaren 14	relativierter Mittelwert links 14 - relativierter Mittelwert links 15	,00044	,01726	,00520	-,01115	,01204	,086	10	,934
Paaren 15	relativierter Mittelwert links 15 - relativierter Mittelwert links 16 (te	-,13396	,47867	,15956	-,50190	,23398	-,840	8	,426

## 9.4.2 MITTLERE AUFGABE (DURCHGÄNGIG ZAHLENAUFGABE)

Bei der mittleren Aufgabe zeigte sich ein ganz ähnlicher Leistungsverlauf über die 15 Übungssitzungen hinweg. Hier steigt die Leistung nicht ganz so stetig, es findet sich eine kleine Leistungsdelle in der 9. Sitzung, die durch einen signifikanten Leistungsanstieg bei der nächsten Sitzung wieder wettgemacht wird. Auch hier scheint bei der 11. Sitzung ein Plateau erreicht zu sein, von dem aus eine weitere Steigerung in den nächsten vier Sitzungen nicht stattfindet.

Abb. 9.2

Leistungsverlauf mittlere Aufgabe

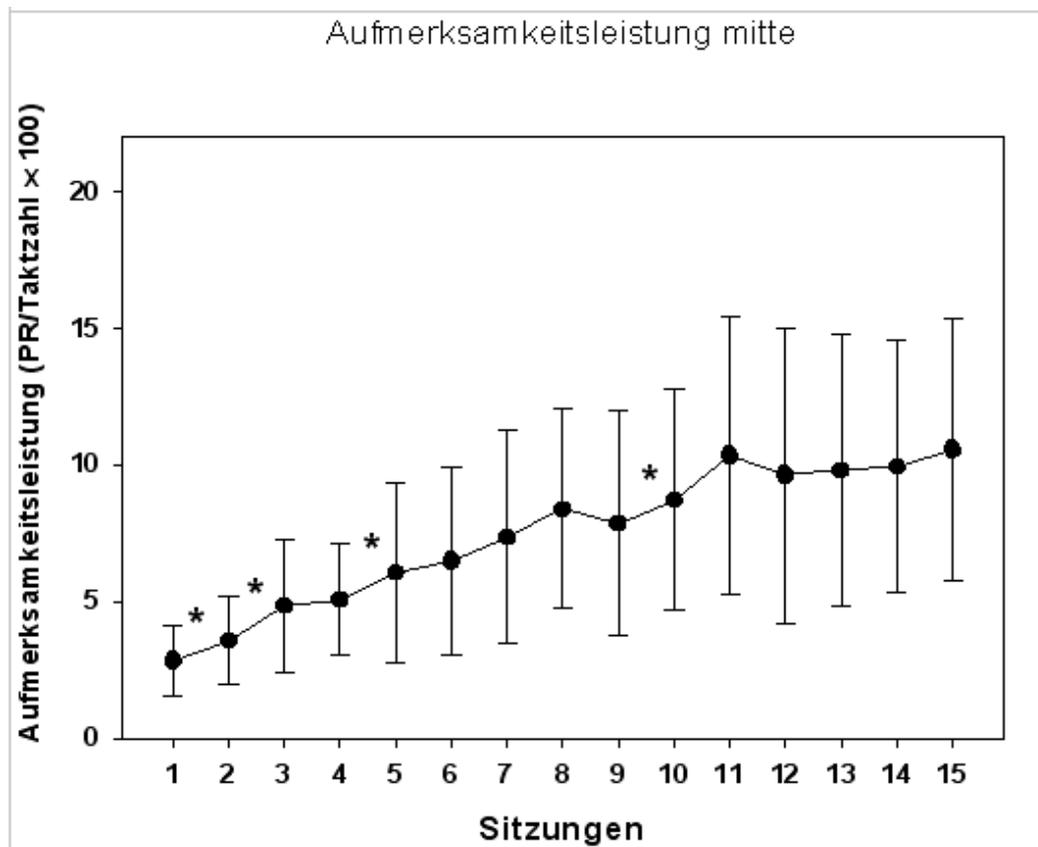


Tabelle 9.2

## Test bei gepaarten Stichproben Mitte

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren	relativierter Mittelwert 1 mitte 1 - relativierter Mittelwert mitte 2	,009829	,01137797	,00304089	-,016399	-,003260	-3,232	13	,007
Paaren	relativierter Mittelwert 2 mitte 2 - relativierter Mittelwert mitte 3	-,01105	,01136	,00304	-,01761	-,00449	-3,640	13	,003
Paaren	relativierter Mittelwert 3 mitte 3 - relativierter Mittelwert mitte 4	-,00504	,01577	,00421	-,01415	,00406	-1,196	13	,253
Paaren	relativierter Mittelwert 4 mitte 4 - relativierter Mittelwert mitte 5	-,00889	,01350	,00374	-,01705	-,00073	-2,375	12	,035
Paaren	relativierter Mittelwert 5 mitte 5 - relativierter Mittelwert mitte 6	-,00314	,01750	,00485	-,01371	,00744	-,647	12	,530
Paaren	relativierter Mittelwert 6 mitte 6 - relativierter Mittelwert mitte 7	-,00874	,01691	,00469	-,01896	,00149	-1,862	12	,087
Paaren	relativierter Mittelwert 7 mitte 7 - relativierter Mittelwert mitte 8	-,00883	,01665	,00462	-,01889	,00123	-1,913	12	,080
Paaren	relativierter Mittelwert 8 mitte 8 - relativierter Mittelwert mitte 9	,00498	,02012	,00581	-,00781	,01776	,857	11	,410
Paaren	relativierter Mittelwert 9 mitte 9 - relativierter Mittelwert mitte 10	-,00912	,01425	,00411	-,01818	-,00007	-2,217	11	,049
Paaren	relativierter Mittelwert 10 mitte 10 - relativierter Mittelwert mitte 11	-,01405	,02331	,00673	-,02886	,00075	-2,089	11	,061
Paaren	relativierter Mittelwert 11 mitte 11 - relativierter Mittelwert mitte 12	,00835	,02177	,00628	-,00548	,02218	1,328	11	,211
Paaren	relativierter Mittelwert 12 mitte 12 - relativierter Mittelwert mitte 13	-,00242	,00793	,00229	-,00746	,00261	-1,059	11	,312
Paaren	relativierter Mittelwert 13 mitte 13 - relativierter Mittelwert mitte 14	-,00124	,01337	,00403	-,01022	,00774	-,308	10	,765
Paaren	relativierter Mittelwert 14 mitte 14 - relativierter Mittelwert mitte 15	-,00606	,01866	,00562	-,01860	,00647	-1,078	10	,306
Paaren	relativierter Mittelwert 15 mitte 15 - relativierter Mittelwert mitte 16	-,07292	,30015	,10005	-,30364	,15779	-,729	8	,487

Signifikanzen finden sich neben dem bereits erwähnten "Wiedergutmachen" bei Sitzung 10 im ersten, 2. und 4. Schritt sowie fast erreichten Signifikanzen im 7. und 11. Schritt (siehe Abb. 9.2 und Tabelle 9.2).

#### 9.4.3 RECHTE AUFGABE (IN DER TRAININGSPHASE DREIECKSAUFGABE)

Abb. 9.3

*Leistungsverlauf rechte Aufgabe*

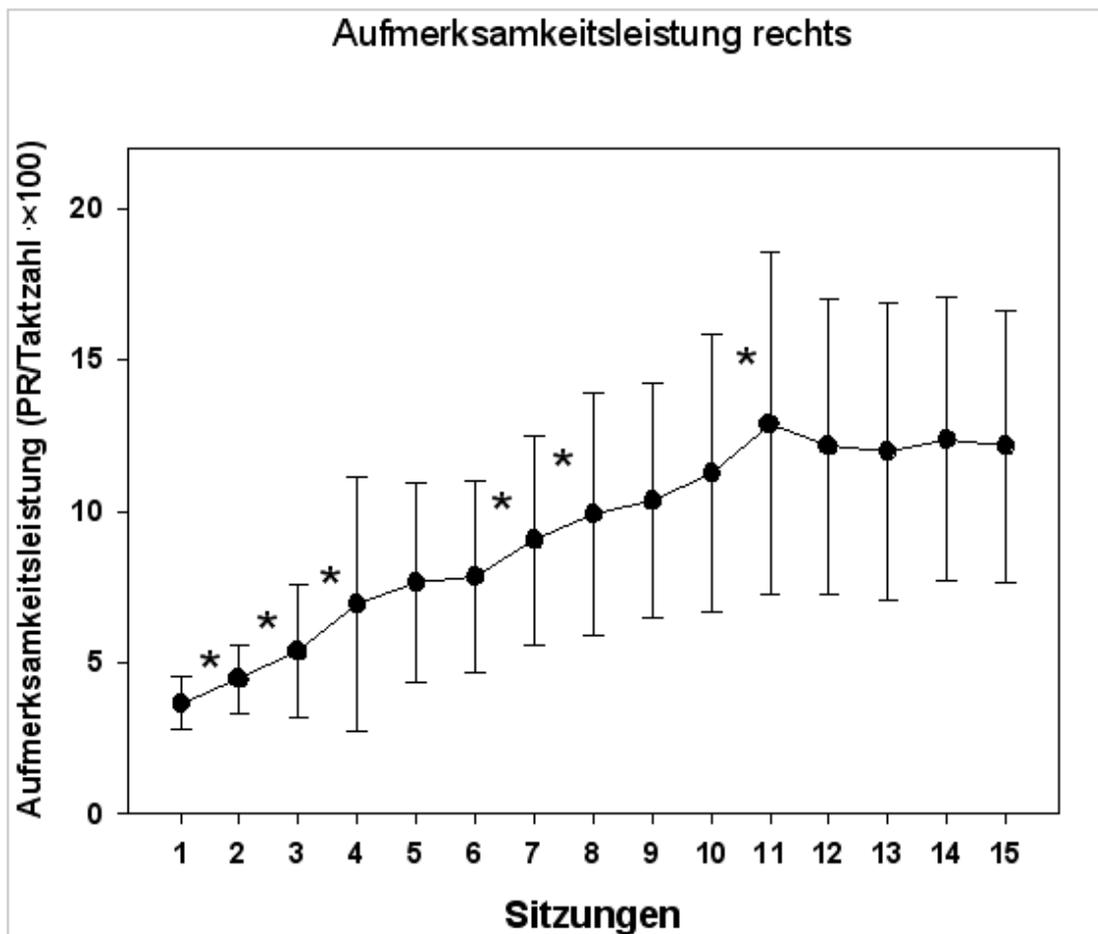


Tabelle 9.3

Test bei gepaarten Stichproben rechts

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere				Obere
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 1 - relativierter Mittelwert rechts 2	-,009456	,01333677	,00356440	-,017156	-,001755	-2,653	13	,020
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 2 - relativierter Mittelwert rechts 3	-,00894	,01191	,00318	-,01582	-,00206	-2,807	13	,015
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 3 - relativierter Mittelwert rechts 4	-,01412	,02266	,00606	-,02720	-,00103	-2,330	13	,037
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 4 - relativierter Mittelwert rechts 5	-,00685	,01696	,00470	-,01710	,00340	-1,456	12	,171
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 5 - relativierter Mittelwert rechts 6	-,00153	,01133	,00314	-,00837	,00532	-,486	12	,636
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 6 - relativierter Mittelwert rechts 7	-,01284	,01563	,00434	-,02229	-,00339	-2,962	12	,012
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 7 - relativierter Mittelwert rechts 8	-,00720	,00981	,00272	-,01313	-,00127	-2,645	12	,021
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 8 - relativierter Mittelwert rechts 9	-,00624	,01482	,00428	-,01565	,00318	-1,458	11	,173
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 9 - relativierter Mittelwert rechts 10	-,00637	,01859	,00537	-,01818	,00544	-1,186	11	,260
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 10 - relativierter Mittelwert rechts 11	-,01488	,01924	,00556	-,02710	-,00265	-2,678	11	,022
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 11 - relativierter Mittelwert rechts 12	,00463	,02089	,00603	-,00864	,01790	,768	11	,459
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 12 - relativierter Mittelwert rechts 13	,00379	,00907	,00262	-,00197	,00956	1,448	11	,176
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 13 - relativierter Mittelwert rechts 14	-,00419	,01392	,00420	-,01354	,00516	-,998	10	,342
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 14 - relativierter Mittelwert rechts 15	,00246	,02092	,00631	-,01160	,01651	,390	10	,705
Paaren	relativierter Mittelwert rechts 15 - relativierter Mittelwert rechts 16 (t	-,14319	,49735	,16578	-,52548	,23911	-,864	8	,413

Auch hier einen weitgehend identischer Verlauf, ähnlich gleichmäßig wie bei der linken Aufgabe, mit signifikanten Leistungszuwächsen im 1., 2., 3., 6., 7. und 10. Schritt. Wie in den beiden anderen Aufgaben stagniert der Leistungszuwachs nach der 11. Übungssitzung, danach findet kein Leistungszuwachs mehr statt.

#### 9.4.4 TRANSFER AUF DIE SPIEGELBILDICHE AUFGABE

Die spiegelbildliche Aufgabe zeigt gegenüber dem letzten Trainingsdurchgang eine Leistungseinbuße, die jedoch nur bei der mittleren Aufgabe signifikant ausfällt.

Abb. 9.4

Transfereffekte

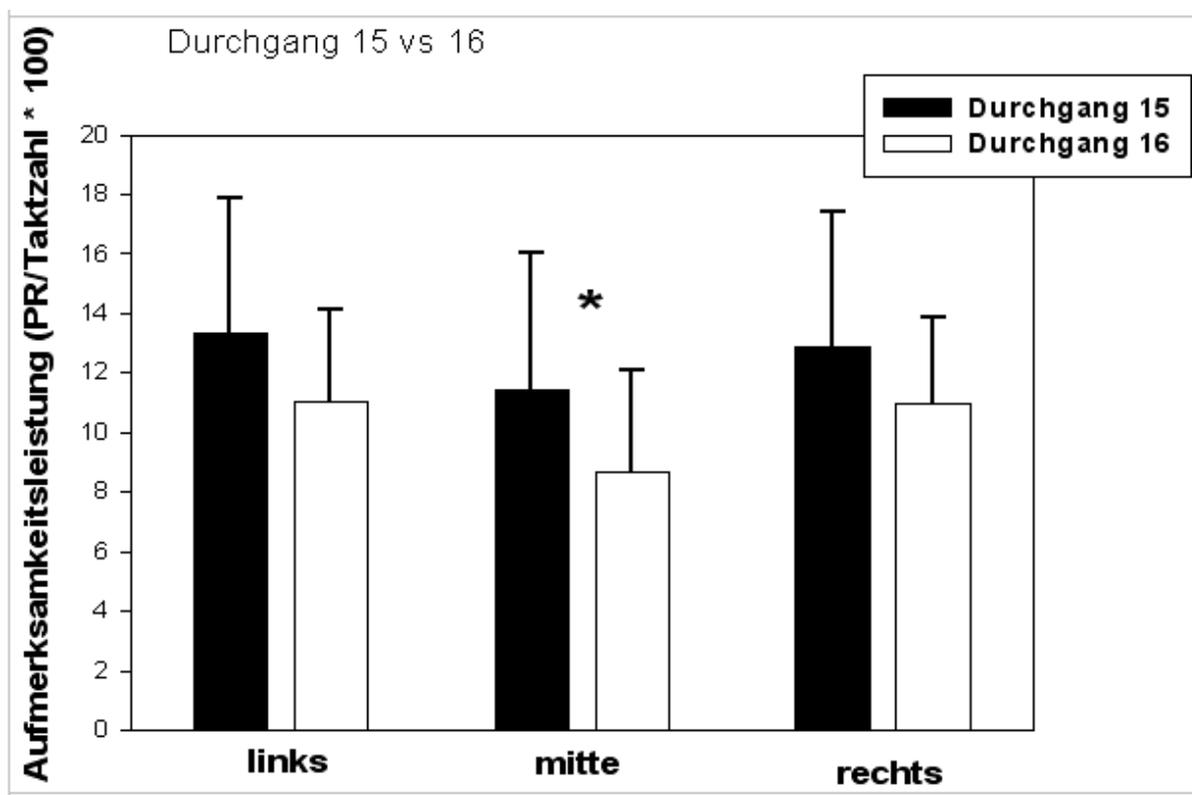


Tabelle 9.4

## Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	5% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	relativierter Mittelwert links 15 - relativierter Mittelwert links 16 (te	2,30253	3,28466	1,09489	-,22229	4,82734	2,103	8	,069
Paaren 2	relativierter Mittelwert mitte 15 - relativierter Mittelwert mitte 16 (te	2,72257	2,28363	,76121	,96722	4,47792	3,577	8	,007
Paaren 3	relativierter Mittelwert rechts 15 - relativierter Mittelwert rechts 16 (te	1,92045	3,41855	1,13952	-,70727	4,54818	1,685	8	,130

Ein präziser Vergleich mit dem Ausgangsniveau der ersten Trainingssitzungen ist nicht sinnvoll möglich, da das Ablauftempo zu sehr differiert. Bemerkenswert ist in jedem Fall, daß diejenigen Aufgaben, deren Position sich verändert hat, unter diesem Wechsel nicht signifikant leiden, während die unveränderte zentrale Aufgabe Effekte zeigt.

## 9.5 DISKUSSION

Die erzielten Ergebnisse legen die Schlußfolgerung nahe, daß der Spielraum des erzielbaren Leistungszuwachses grundsätzlich nach 11 Sitzungen erschöpft ist, so daß sich weitere Übungssitzungen erübrigen. So erfreulich eine solche Auskunft für Kostenträger von Rehabilitationsmaßnahmen wäre, die sich ständig dem Druck therapeutischer Fachleute gegen den kostensparenden Trend zur Verkürzung von Therapiemaßnahmen ausgesetzt sehen, so wenig hält sie als Grundsatzvorgabe einer näheren Datenanalyse stand.

Die Untersuchung der Rohdaten zeigt, daß das Problem u.a. zwei Quellen hat, die beide das Etikett "Deckeneffekt" tragen können. Zugunsten der Durchführungsobjektivität folgten wir während der Trainingsphase strikt dem initial festgelegten Kriterium, wonach dann die Taktrate gesenkt wird, wenn folgende Bedingungen (alle drei!) erfüllt sind:

- bei der linken Aufgabe liegt die Trefferrate über 90 Prozent
- bei der zentralen Aufgabe liegt die Trefferrate über 80 Prozent
- bei der rechten Aufgabe liegt die Trefferrate über 90 Prozent

Zwei etwa gleichgroße Probandengruppen sind nach ihren Ergebnissen zu unterscheiden. Die eine (insgesamt leistungsstärkere) Gruppe hat mit einem vollständigen Deckeneffekt zu kämpfen. Sie hat sich im Verlauf der Behandlung in einem Ausmaß verbessert, daß sie teilweise selbst bei Tempo 500 (entsprechend einer Taktrate von 0,5 Sekunden) noch das Kriterium erfüllen, oder aber wegen Nicht-Erfüllens dieses Kriteriums wieder auf Tempo 750 zurückfallen, um dann umgehend wieder auf Tempo 500 "aufzusteigen". Das Ergebnis ist in jedem Falle Stagnation, eine Steigerung auf Tempo 250 sieht das Programm nicht vor und hätte wohl auch der Motorik einen unangemessen hohen Anteil beschwert.

Die andere Gruppe, die sich aus leistungsschwächeren Probanden zusammensetzt, hat Probleme mit der deutlich unterschiedlichen Item-Schwierigkeit der Aufgabe. Die Probanden dieser Gruppe waren nicht in der Lage, alle drei Hürden gleichmäßig zu nehmen. Häufig kam es vor, daß Probanden das Wechselkriterium der peripheren Aufgaben längst erfüllt hatten, in der zentralen Aufgabe jedoch noch keine über 80prozentige Trefferrate erzielen konnten, so daß sie in einer niedrigeren Tempostufe bleiben mußten. Die Konsequenz waren regelmäßig deutliche Deckeneffekte bei den peripheren Aufgaben.

Inwieweit eine regelverletzende Temposteigerung weitere Verbesserungen (in der errechneten Kennzahl natürlich, eine hundertprozentige Trefferrate selbst ist ja nicht steigerungsfähig) ermöglicht hätte ohne Schaden für die Leistung in der zentralen Aufgabe, muß Spekulation bleiben.

In der therapeutischen Praxis hingegen halten wir uns in der Regel flexibler bzgl. der Bedingungen des Tempowechsels. Das Problem der leistungsstärkeren Gruppe hätten wir in einer reinen Therapiesituation längst gelöst, Leistungen auf diesem Niveau sind ohne speziellen Anlaß längst nicht mehr trainingsbedürftig.

Dennoch verdient die Stagnation in der Leistungssteigerung nach der 11. Sitzung in der zentralen Aufgabe noch etwas Aufmerksamkeit. Betrachtet man die leistungsschwächere Gruppe, so scheint diese in der Tat nach 11 Sitzungen ihre persönliche Decke erreicht zu haben. Dieses Quantum ist natürlich aufgabenspezifisch und nicht auf andere Aufgaben abweichender Komplexität übertragbar. Für ein grundsätzliches Urteil über sinnvolle

Therapiedauern ist die Datenbasis jedenfalls entschieden zu schmal, weitere Untersuchungen auf diesem Feld sind sinnvoll.

Beschränkt man sich in der Analyse aus den genannten Gründen auf die ersten 11 Sitzungen, so sind die Verlaufskurven eindrucksvoll. Es gelingt allen neurologisch erkrankten Probanden, sich in dieser doch recht komplexen Aufgabe durch Übung erheblich zu steigern. Sie mögen dafür länger brauchen als Gesunde, sie erreichen jedoch mehrheitlich (11 von 14 Probanden) ein Zielniveau von Tempo 750 bei akzeptabler Sorgfaltsleistung, ein Niveau, das als akzeptabel gelten muß im Vergleich mit den Leistungen der Gesunden aus den Teilstudien drei bis fünf, die Tempo 650 ausgesetzt waren. Immerhin handelt es sich bei der untersuchten Stichprobe, daran sei erinnert, um eine im Schnitt knapp 60jährige Gruppe mit initial schlechteren Werten in der geteilten Aufmerksamkeit als eine Standardabweichung unter dem Mittelwert der Altersgruppe!

Die Veränderungen der Aufgabenstellung durch die spiegelbildliche Anordnung wurde im Design dieser Studie nur in einem Untersuchungsdurchgang überprüft. Dabei erwiesen sich die peripheren Aufgaben als stabil, die zentrale Aufgabe wurde signifikant schlechter bearbeitet als die vorangegangenen Aufgaben.

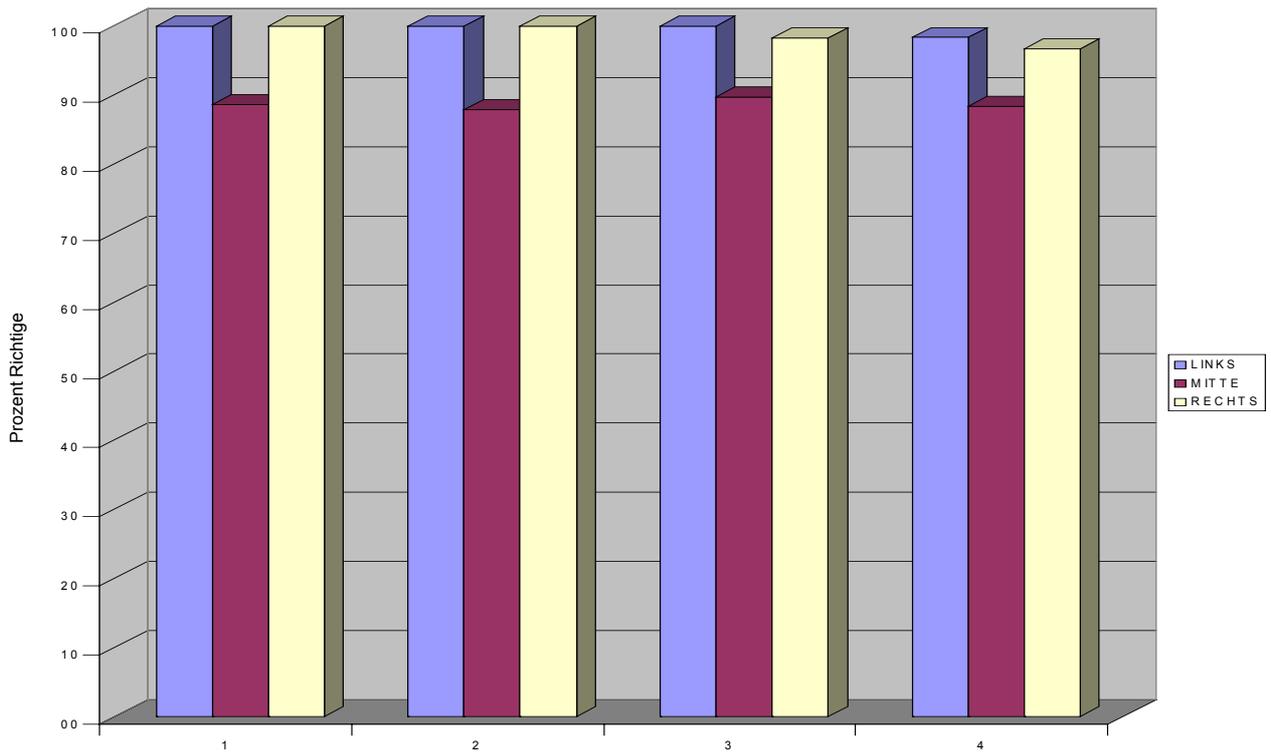
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Einzelfalldarstellungen der letzten drei Übungsdurchgänge und des spiegelbildlichen Testdurchgangs.

Angesichts der geringen Probandenzahl ist es sicherlich vernünftig, sich die Einzelfälle anzusehen. In den vorangegangenen Abbildungen sind für alle 12 Probanden, bei denen die Transfer-Bedingung untersucht werden konnte, ihre letzten drei Übungsdurchgänge sowie der Transferdurchgang (Nr. 4) grafisch dargestellt.

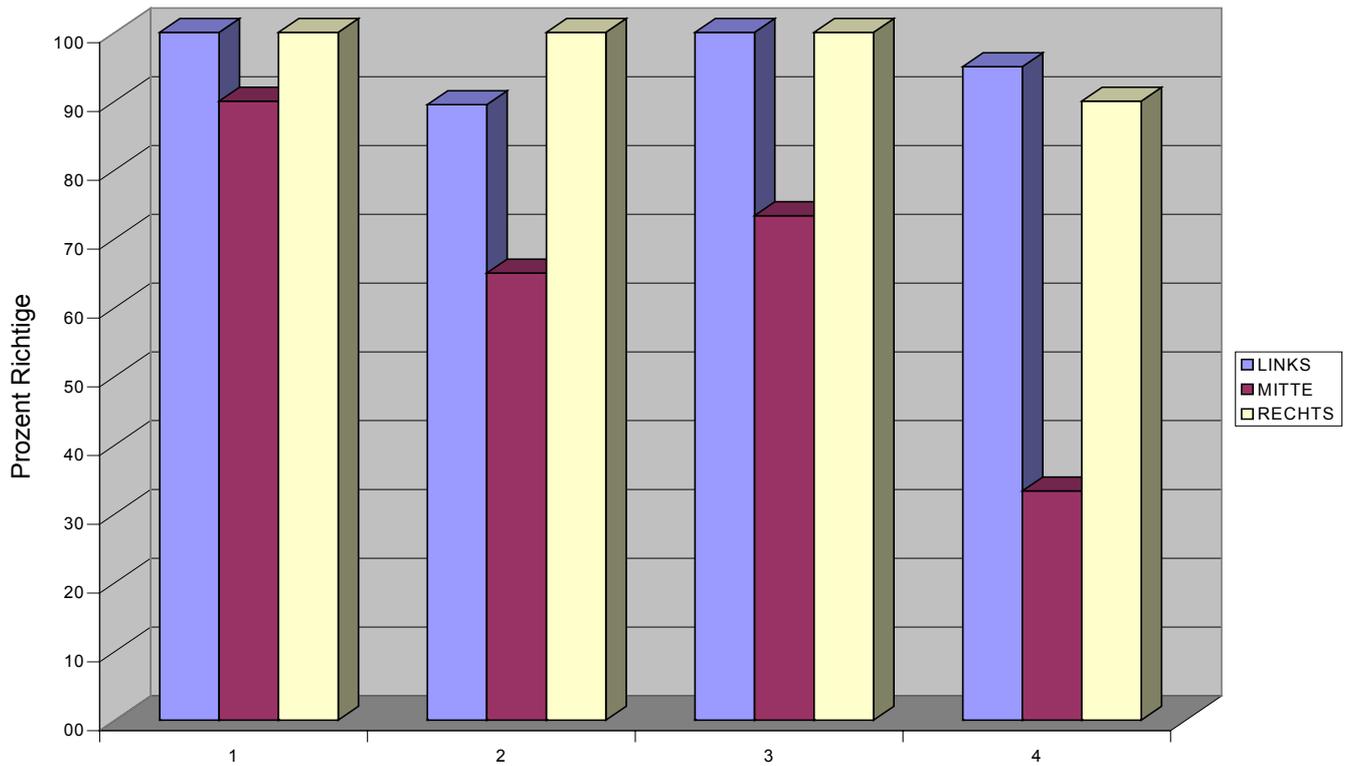
Wie zu sehen ist, haben die meisten Probanden mit der Transferbedingung wenig Schwierigkeiten. Die Ausnahmen bedürfen der Kommentierung:

- Proband 91065: der Proband kommt bis zum letzten Sitzungstermin mit Tempo 750 regelkonform zurecht, bricht am letzten Übungstag mit seinen Leistungen etwas ein, darunter leidet auch die Transferbedingung.
- Proband 91056: der Proband ist mit Abstand der Leistungsschwächste, er kommt in allen Trainingssitzungen nicht über des Startniveau von Tempo 2000 hinaus, ohne einmal das Kriterium zu erreichen.

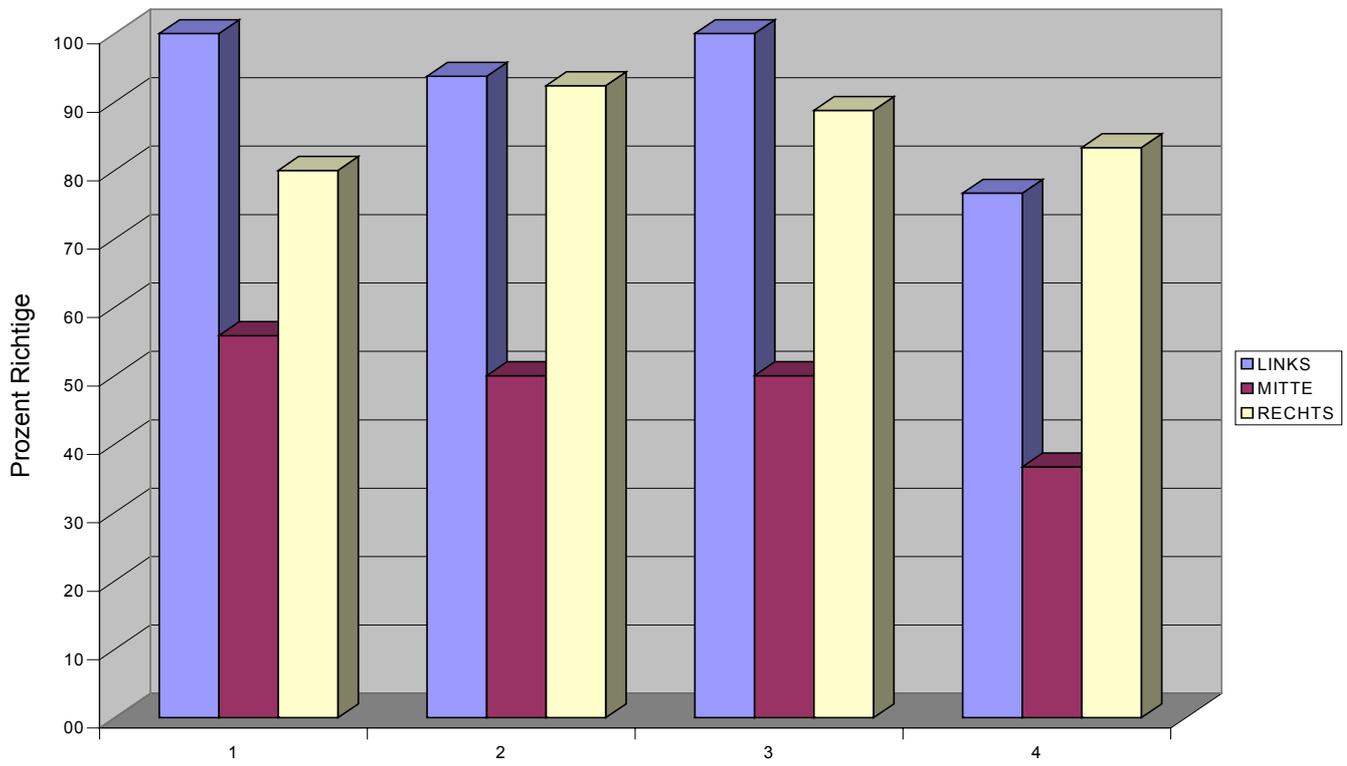
Proband 91066



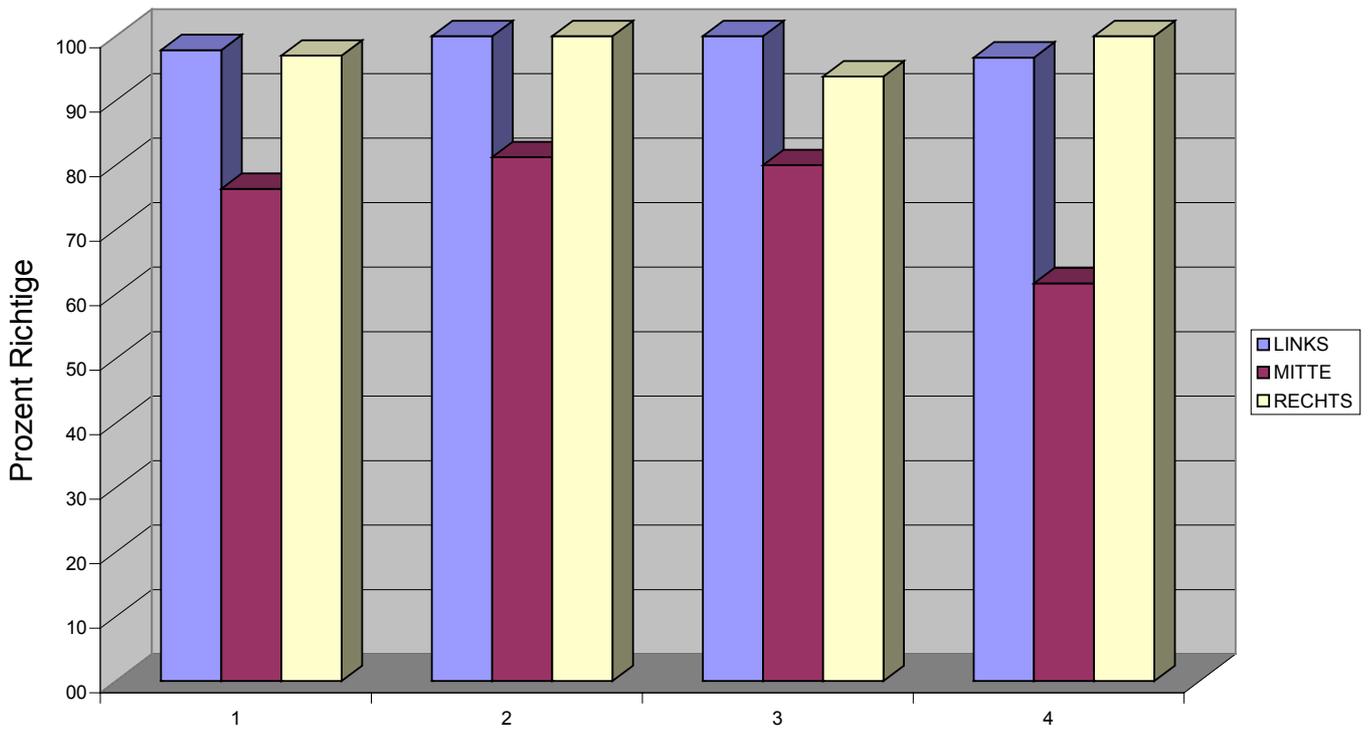
Proband 91065



Proband 91056



Proband 91054



- Proband 91054: der Proband bildet den Gegenpol, er ist einer der Leistungsstärksten, hat den letzten Übungsdurchgang mit Tempo 500 durchlaufen, den Transferdurchgang ebenso, das Risiko einer höheren Fehlerrate ist bei diesem Tempo sicherlich gegeben.

Unter Berücksichtigung dieser Sonderfälle kann davon ausgegangen werden, daß auch die Patientenstichprobe ähnlich wie die gesunden Probanden in Studie 3 von den Übungsdurchgängen erheblich profitiert und im Grunde eine gute Transferleistung erbracht hat.

Transferleistung allerdings bezogen auf eine eher gering modifizierte Aufgabenkonstellation, deren Einzelaufgaben unverändert bestehenbleiben, lediglich räumlich verändert dargeboten werden. Eine Transferleistung im Sinne einer grundsätzlich signifikant gesteigerten Fähigkeit, mit Aufmerksamkeitsteilungsaufgaben zurechtzukommen, kann aus dieser Datenlage nicht ohne weiteres entnommen werden.

Wäre solch ein Effekt eingetreten, so müßte man im Grunde erwarten, daß die Differenz zwischen Prae- und Posttestung im Subtest "geteilte Aufmerksamkeit" der TAP mindestens größer ausfällt als die Differenz zwischen erstem und 2. Übungsdurchgang in divtrain. Sollte dies nicht der Fall sein, so wäre die Vermutung schwer zu widerlegen, daß es sich beim Unterschied zwischen Prae- und Posttestung lediglich um einen Übungseffekt entsprechend den Studienergebnissen von BÜHNER et al (2006) handelt.

Dieser Vergleich ist natürlich recht unfair. Bei BÜHNER et al (2006) lagen zwischen erstem und 2. Übungsdurchgang in der TAP fünf Minuten, der Rohwertetabelle zufolge haben die Probanden sich im zweiten Durchgang der komplexen "Quadrate und Töne"-Variante sogar verschlechtert. Zwischen erstem und 2. Übungsdurchgang in divtrain liegen 24 Stunden, zwischen erstem und 2. Durchgang im TMT und in der TAP liegen drei Wochen. Nach einem so langen Intervall erwarten die Testautoren (ZIMMERMANN und FIMM 2002) jedenfalls keine Testwiederholungseffekte mehr; sie haben bei einer Untersuchung zur Retest- Reliabilität der TAP nach einem Intervall von 25,06 Tagen keine signifikante Verbesserung durch Testwiederholung feststellen können.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß die trainierten Patienten in der geübten Aufgabe eine dramatische Verbesserung erreicht haben, die sie auf eine modifizierte Aufgabenstellung recht gut übertragen können, daß diese Übung jedoch nicht die Wirkung zeitigt, ihre Leistung in einem völlig anderen Aufmerksamkeitsprüfverfahren in einem vergleichbaren Ausmaß zu verbessern.

Im folgenden Kapitel sollen noch einige Einzelfälle analysiert werden, um weitere Transfereffekte zu untersuchen, auch im Hinblick auf stärker veränderte Anforderungen.

## 10. ANALYSE EINZELNER TRAININGSVERLÄUFE

Wie bereits im Kapitel 3 erwähnt, wird divtrain als Methode zur Behandlung von Störungen der geteilten Aufmerksamkeit schon seit Jahren eingesetzt, nicht nur beim Autor in der Klinik, sondern auch in einer ganzen Reihe anderer Rehabilitationseinrichtungen in Deutschland und in der Schweiz. Aus der Fülle der damit gewonnenen Daten seien drei Einzelfälle herausgegriffen, die sich in einer ganzen Reihe von Parametern unterscheiden und daher jeweils für eine bestimmte Klientel typisch sein können, und mit denen aufgrund noch bestehenden Kontakts eine Kontrolluntersuchung anhand der spiegelbildlichen Bedingung vorgenommen werden konnte.

### 10.1 FRAU M.

Bei Frau M. handelt es sich um eine 74jährige pensionierte Lehrerin, die einen Schlaganfall im Media-Stromgebiet rechts erlitten hatte. Aufgrund der Lokalisation der Schädigung konzentrierten sich ihre motorischen Probleme auf ihre linke obere Extremität, der Heilungsverlauf war trotz intensiver Krankengymnastik sehr langsam, ein Umstand, der sie sehr bekümmerte. Gravierende neuropsychologische Defizite ließen sich bei der Eingangsdiagnostik nicht finden, Frau M zeigte allerdings eine mittelgradige Verlangsamung, die mit steigender Komplexität der zu bearbeitenden Aufgaben zunahm zusammen mit einer erhöhten Anzahl von Auslassungen unter Streß.

Ein solcher Befund stellt bei dem Alter und der Lebenssituation der Patientin keine zwingende Behandlungsindikation dar, zumal angesichts der subjektiven Bedeutung der motorischen Probleme, wenn nicht besondere Anforderungen dazukommen. Frau M war allerdings in höchstem Maße daran interessiert, ihre Fahrerlaubnis wieder zu erlangen, um ihre Mobilitätssituation zu verbessern. Neben dem sachlichen Grund war im therapeutischen Kontakt mit der Patientin zu erkennen, daß ihr auf allen erreichbaren Ebenen an Normalität gelegen war, um ihr motorisches Defizit zu relativieren, und daß die Fahrtauglichkeit hierfür ein subjektiv wichtiges Kriterium darstellte.

Zu den rechtlichen Rahmenbedingungen ist zu erklären, daß eine cerebrovaskuläre Erkrankung per se Zweifel an der Fahrtauglichkeit begründet, die nur unter bestimmten

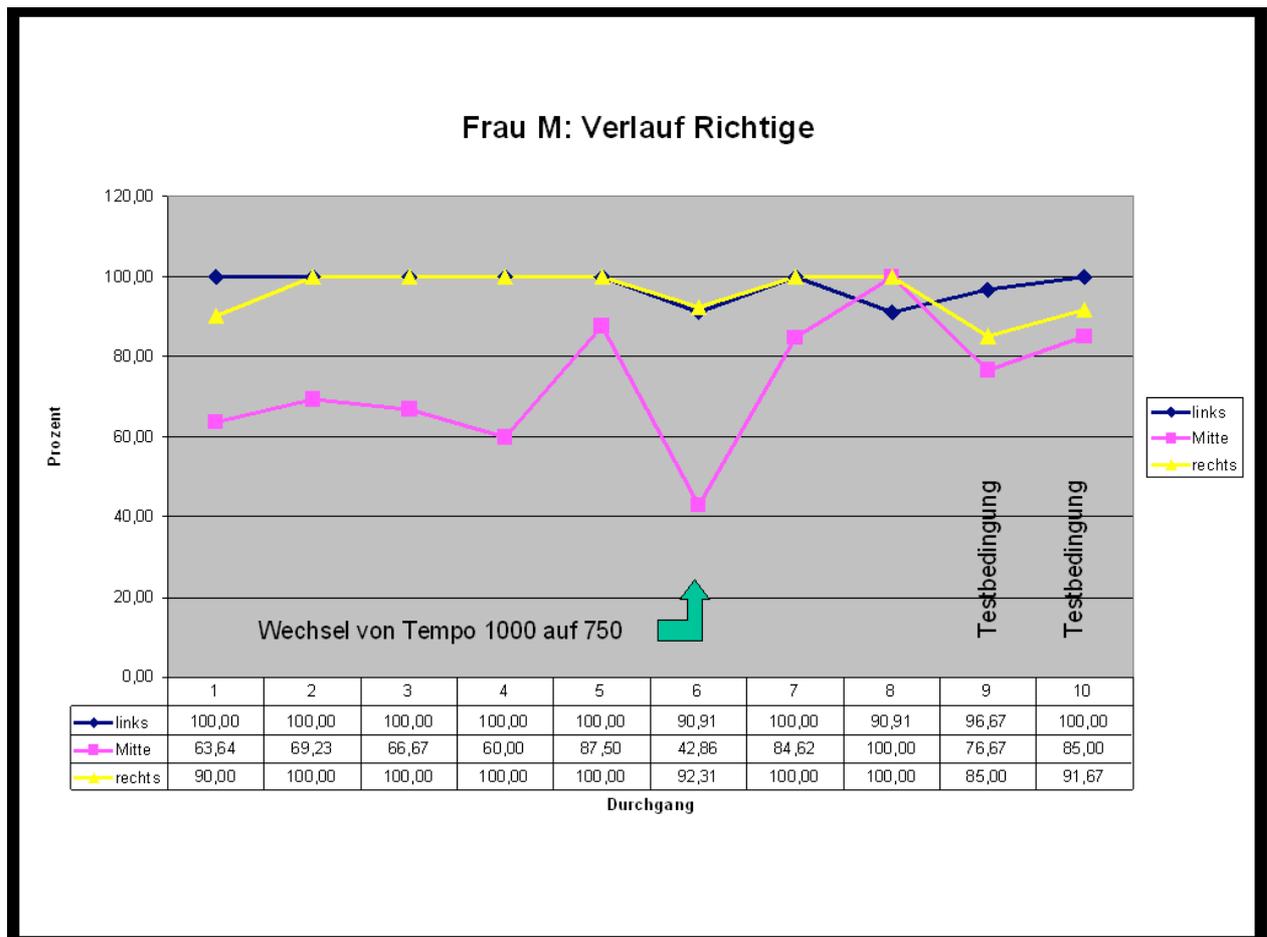
Bedingungen ausgeräumt werden können. Eine dieser Bedingungen ist fehlende Multimorbidität, es sollte sich daher um eine Ersterkrankung handeln, die Art der Erkrankung sollte kein erhöhtes Rezidiv-Risiko beinhalten (dazu gehört auch eine Stabilisierung des physischen Gesamtzustandes, was in der Regel die Fahrtauglichkeit im postakuten Stadium bis drei Monate nach der Erkrankung generell ausschließt), eine weitere Bedingung ist jedoch das Fehlen fahreignungsrelevanter Leistungsdefizite, die einschlägigen Testverfahren müssen bestimmte Schwellenwerte überschritten werden, bei PKW-Fahreignung für den privaten Gebrauch genügt hier ein Prozentrang von 16, bei professionellem Einsatz oder für das Fahren von LKW wird ein Prozentrang von 33 vorausgesetzt. Die Nachweislast hierfür obliegt den Betroffenen, die über eine behördlich zugelassene gutachterlich tätige Einrichtung (i. d. R. der TÜV, aber auch Ärzte mit einer Weiterbildung in Verkehrsmedizin) auf eigene Kosten ein Fahrtauglichkeitsgutachten erstellen lassen müssen, wenn sie rechtlich korrekt handeln wollen. Tun sie das nicht und nehmen dennoch mit dem Auto am Straßenverkehr teil, erfüllen sie damit den Tatbestand des Fahrens ohne Fahrerlaubnis, mit allen strafrechtlichen und haftungsrechtlichen Konsequenzen. Wir weisen unsere Patienten regelmäßig auf diesen Sachverhalt hin, müssen uns allerdings auf diesen Hinweis beschränken, da die Schweigepflicht auch in diesem Fall die Weitergabe patientenbezogener Daten verhindert. Wir sind dank zugelassener Verkehrsmediziner in unserer Klinik zwar selbst in der Lage, Fahrtauglichkeitsgutachten zu erstellen, tun dies jedoch grundsätzlich nicht bei Klienten, die unserer Patienten sind, um der möglichen Rollenkonfundierung zwischen Behandler und Gutachter zu entgehen. Trotz der potentiell bedrohlichen Folgen kommen die Betroffenen in der Praxis der rechtlichen Vorschrift selten nach, schon wegen der damit verbundenen finanziellen Belastungen und dem Risiko, die Fahrerlaubnis endgültig zu verlieren.

Für Frau M kam ein Autofahren in der juristischen Grauzone nicht in Frage. Ein solches Handeln hätte ihre Prinzipien verletzt, davon abgesehen wäre durch ihre sichtbare Behinderung der linken oberen Extremität bei einem Unfall die Wahrscheinlichkeit deutlich erhöht gewesen, daß ein aufnehmender Beamter Zweifel an der Fahrtauglichkeit der Fahrerin bekommen hätte und eine entsprechende Untersuchung veranlaßt hätte. Frau M war folglich entschlossen, sich einem Fahrtauglichkeitsgutachten zu stellen, und wünschte unseren Rat zu diesem Thema.

Beim gemessenen Ausgangsniveau ihrer Aufmerksamkeitsleistungen, vor allem auf der Ebene der Aufmerksamkeitsteilung, konnten wir ihr von einem solchen Schritt ohne gezielte Vorbereitung nur abraten. Vorschlagen konnten wir ihr allerdings ein gezieltes Training, mit der Möglichkeit, einen Leistungswert zu erreichen, der ihr in einem Gutachten das sichere

Überschreiten des gesetzlichen Schwellenwertes ermöglichen würde. Über die von ihren kognitiven Leistungen unabhängige Notwendigkeit, ihr Fahrzeug behindertengerecht umzurüsten, wurde sie unterrichtet, sie war dazu bereit.

Abb. 10.1  
Leistungsverlauf Frau M



Nach einem computergestützten Training der basalen Aufmerksamkeitsfunktionen wurde anhand von divtrain die Aufmerksamkeitsteilung in Angriff genommen. Die bis dahin erzielte Leistungssteigerung reflektierte die hohe Motivation der Patientin; sie kam aufgrund dessen mit 10 Trainingssitzungen aus.

In Abb. 10.1 ist der Trainingsverlauf dokumentiert. Frau M konnte schon mit Tempo 1000 in das Training einsteigen, blieb allerdings in den ersten vier Sitzungen bei der zentralen Aufgabe deutlich unterhalb der Schwelle, die beispielsweise in Studie 1 zum Kriterium erhoben wurde (80% richtige). Die peripheren Aufgaben bereiteten ihr von Anbeginn ein wenig Schwierigkeiten. Nachdem Frau M in der fünften Sitzung den Schwellenwert überschritten hatte und sie selbst eine Temposteigerung wünschte (nach unserem Ermessen hätten wir die Leistungsverbesserung noch durch einige weitere Durchgänge auf gleichem Tempo Niveau stabilisiert), erhöhten wir das Tempo auf die Taktrate von 750.

Frau M beantwortete die Temposteigerung mit einem sofortigen Leistungsabfall bei der zentralen Aufgabe noch unter das Niveau der ersten vier Sitzungen, auch bei den peripheren Aufgaben kamen jetzt Fehler vor. Dieser Rückschlag war für Frau M geradezu Ansporn, sie steigerte ihre Leistung deutlich und genügte bei den beiden folgenden Durchgängen voll dem Kriterium.

Anschließend wurde Frau M mit der spiegelbildlichen Bedingung des DIVATT konfrontiert. Die schon erwähnte erforderliche Umstellung zwischen divtrain und DIVATT auf der Response-Seite (Einzeltasten statt Cursortasten) stellte für Frau M aufgrund ihrer funktionellen Einhändigkeit ein besonderes Problem dar, sie mußte die Finger der rechten Hand sehr stark spreizen, um alle Tasten mit einer Hand betätigen zu können.

Unter der spiegelbildlichen Bedingung erreichte Frau M in den peripheren Aufgaben spontan das Kriterium, in der zentralen Aufgabe verfehlte sie es knapp. Wir waren geneigt, diese Leistung aufgrund der besonderen motorischen Anforderungen als tolerabel zu erklären, stießen damit jedoch nicht auf Akzeptanz, Frau M war unzufrieden mit ihrer Leistung und wollte es besser machen. In einem zweiten Durchgang konnte sie sich in allen drei Parametern steigern und erreichte das Kriterium voll.

Zwischenzeitlich hat sich Frau M einer verkehrsmedizinischen Begutachtung gestellt, zu der auch die entsprechende testpsychologische Diagnostik zählte. Diese Untersuchungen wurden außerhalb unseres Hauses durchgeführt, wir konnten jedoch Einsicht in die Resultate nehmen, mit der Erkenntnis, daß Frau M im Subtest „geteilte Aufmerksamkeit“ der TAP-K zwar im Reaktionstempo mit einem Prozentrang von 14 die untere Normgrenze und damit das rechtliche Kriterium knapp verfehlt hatte, dafür jedoch mit nur einer Auslassung eine gute Sorgfaltsleistung erzielt hatte, so daß der Gutachter sie für fahrtauglich erklärte.

Derzeit nimmt Frau M mit unserer Vermittlung Fahrstunden auf einem behindertengerecht umgerüsteten Fahrzeug.

Der Kontext der Fahrtauglichkeit wird hier deswegen so ausführlich erwähnt, weil hierin die Quelle der Motivation zu sehen ist, mit der sich Frau M und die Verbesserung ihrer Aufmerksamkeitsleistungen gekümmert hat. Ohne diesen Faktor hätte das Thema Aufmerksamkeitsteilung sicherlich nicht den prominenten Platz in der subjektiven Beschwerdenghierarchie der Patientin gefunden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß es der Patientin trotz ihres fortgeschrittenen Alters gelang, mit einer ähnlich geringen Übungssitzungsanzahl wie 50 Jahre jüngere Probanden (Studie drei) zu einer vergleichbaren Leistungssteigerung zu kommen (wenn auch bei langsamerem Aufgabentempo), daß sie schließlich nach nur wenigen weiteren Sitzungen auf ähnlichem Niveau wie die Probanden von Studie drei bestehen konnte. Die Konsequenzen des Wechsels auf die spiegelbildliche Anordnung waren marginal, selbst der schlechteste Wert (zentrale Aufgabe) lag weit über dem Einstiegsniveau, schon bei einer einfachen Wiederholung erzielte die Patientin eine Leistung, die ohne Bruch in die Lernkurve der Ausgangsbedingung gepaßt hätte.

## 10.2 HERR T.

Auch Herr T kam nach einer dieser cerebrovaskulären Erkrankung zu uns. Herr T war ein 51jähriger Rechtsanwalt, der einen Insult der arteria cerebri media links erlitten hatte. Die Motorik war von Anbeginn an weitgehend intakt, dagegen stand eine deutliche Sprachstörung im Sinne einer Aphasie im Vordergrund. Es handelte sich um keine der klassischen Formen, diagnostisch am ehesten einer transkortikal-amnestischen Aphasie zuzuordnen. Herr T konnte lange in unserem Hause behandelt werden, mit dem Effekt, daß sich seine aphasischen Störungen durch intensive Therapie soweit bessern ließen, daß sie auf Testebene (Aachener Aphasietest) kaum mehr nachweisbar waren. Dennoch blieben typische Probleme bestehen, die gemeinhin als Restaphasie klassifiziert werden, wobei dieser Terminus die damit verbundenen Probleme aus unserer Sicht eher bagatellisiert. Die Sprachprobleme lagen zum einen in einem unsicheren Verständnis gesprochener Sprache bei komplexen Sachverhalten, noch deutlicher ausgeprägt beim Lesesinnverständnis, zum anderen in Wortfindungsproblemen, mit denen der Patient allerdings geschickt umzugehen

wußte, sowie in einer Überforderungsgefahr in komplexen sozialen Situationen, in denen mehrere Gesprächspartner gleichzeitig aktiv waren. Das Verständnis gesprochener Sprache profitierte sehr von sozialen Stimuli während des Gesprächs, die Verständigung am Telefon war weit schlechter.

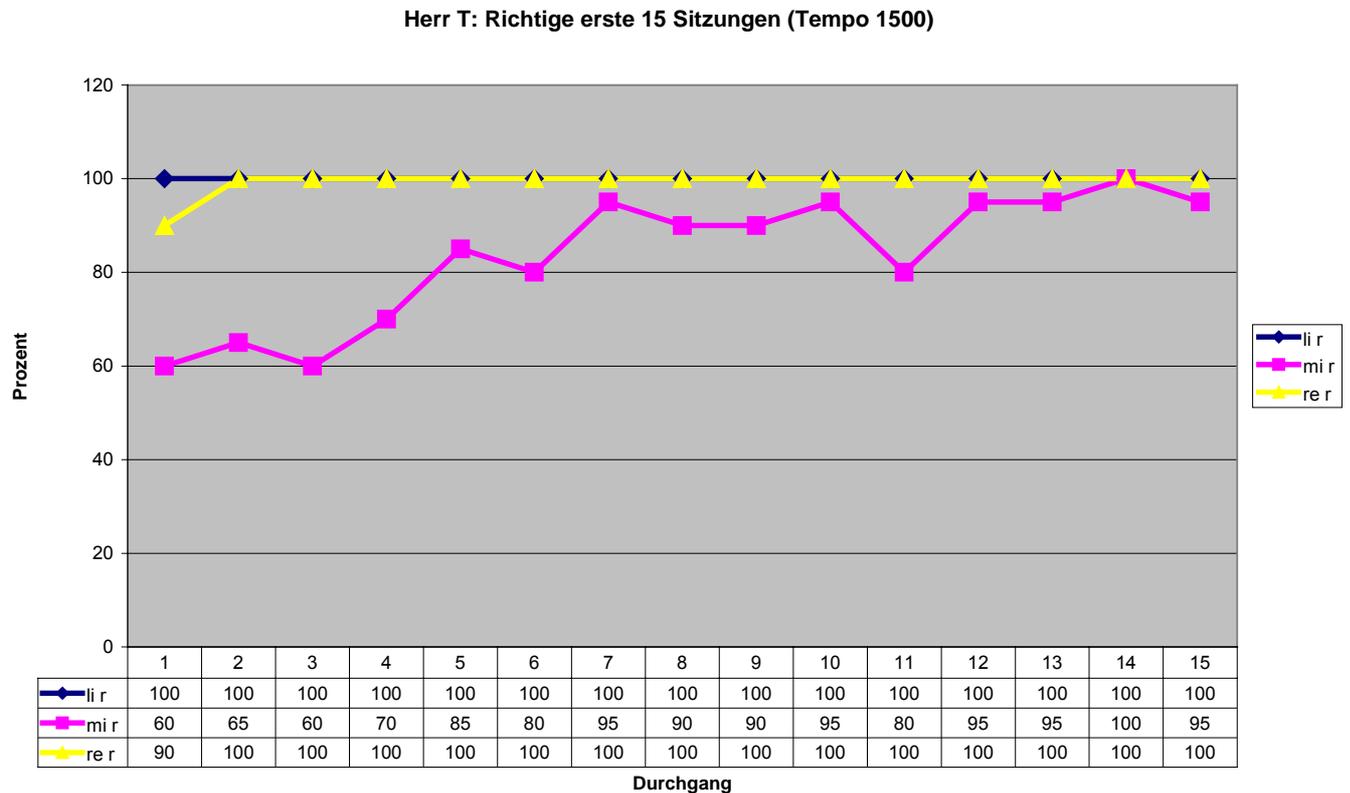
Es liegt nahe, daß Herr T mit diesen Problemkomplex seinen Beruf als Rechtsanwalt nicht mehr oder zumindest noch nicht ausüben kann. Dieser Umstand wäre angesichts der materiellen Verhältnisse des Herrn T erträglich gewesen, hätte nicht eine Kaskade weiterer negativer Ereignisse die Lage drastisch verändert. Wenige Monate nach der Erkrankung ging die Rechtsanwaltskanzlei mit hohen finanziellen Verbindlichkeiten in Konkurs, wie sich herausstellte, aufgrund strafrechtlich relevanter Handlungen des Anwaltskollegen in der Kanzlei, der jedoch aufgrund eigener Insolvenz zur Regulierung des Schadens nicht herangezogen werden konnte. Zeitgleich verlor die Ehefrau aus konjunkturellen Gründen ihrer Arbeitsstelle und hat aufgrund ihres Alters bis heute keine neue Beschäftigung gefunden. Die aus diesen Ereignissen resultierenden finanziellen Probleme addierten sich zu einer schon primär bestehenden familiären Belastung, die nach Meinung des Herrn T an der Entstehung eines Schlaganfalls nicht unbeteiligt ist; die Tochter leidet seit Jahren an einer Borderline-Erkrankung, mit der die Familie phasenweise an die Grenze der Belastbarkeit gerät.

Die klinisch-psychologischen Interventionen bestanden bei Herrn T zunächst in erster Linie in Maßnahmen zur Unterstützung der Krankheitsverarbeitung. Es zeigte sich jedoch rasch, daß eine gezielte Unterstützung nur in Krisenfällen unbedingt erforderlich war, außerhalb dieser (seltenen) Ereignisse setzte Herr T seine gut ausgeprägte Fähigkeit ein, nur kurzfristige Ziele ins Auge zu fassen und anzustreben und Teile seiner belastenden Existenz gelegentlich auszublenden.

Auch hier entstand die Indikation zu aufmerksamkeitsfördernden Maßnahmen über den Wunsch nach einer Wiedererlangung der Fahrtauglichkeit. Im Gegensatz zu Frau M war Herr T von seiner Weltanschauung her halblegalen Situationen nicht prinzipiell abgeneigt, war jedoch zu klug, um nicht zu erkennen, daß sein gelegentlicher sprachlicher Kauderwelsch ihn in einer polizeilichen Kontrolle in Schwierigkeiten bringen könnte. Die Möglichkeit, autofahren zu können, hatte unter sachlichen Gesichtspunkten angesichts seiner finanziellen Situation möglicherweise eine nachrangige Bedeutung, für Herrn T schien es jedoch wichtig zu sein, wenigstens auf einer Ebene Bewegung in seine verfahrenere Situation zu bringen.

Abb. 10.2

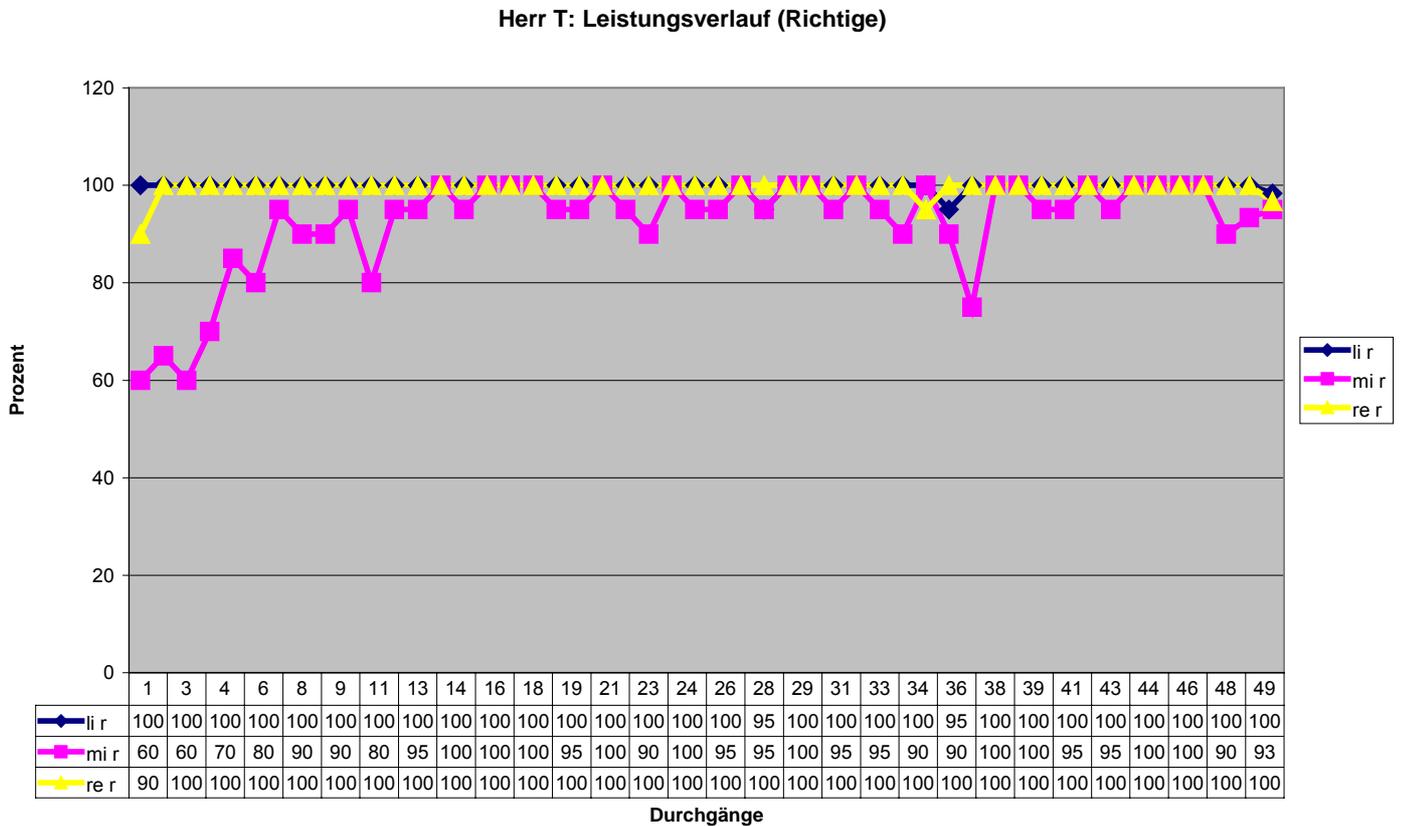
Herr T: Verlauf erste 15 Sitzungen



In der neuropsychologischen Eingangsdiagnostik wurden auch hier deutlich unterdurchschnittliche Werte in den komplexen Aufmerksamkeitsleistungen gefunden, sowohl hinsichtlich des Tempos als auch hinsichtlich der Zahl der Auslassungen. Dieser Befund ist bei Aphasikern nicht ungewöhnlich, führt jedoch eher selten zu therapeutischen Konsequenzen, da in der Regel eine berufliche Wiedereingliederung schon an der Sprachproblematik scheitert und sich die Betroffenen hinsichtlich kognitiver Therapien meistens einseitig zugunsten der Sprachtherapie entscheiden.

Mit einer ähnlichen behandlungsvertraglichen Vereinbarung wie bei Frau M wurde ein Training mit divtrain begonnen. Abb. 10.2 dokumentiert die Anfangsphase mit Tempo 1500.

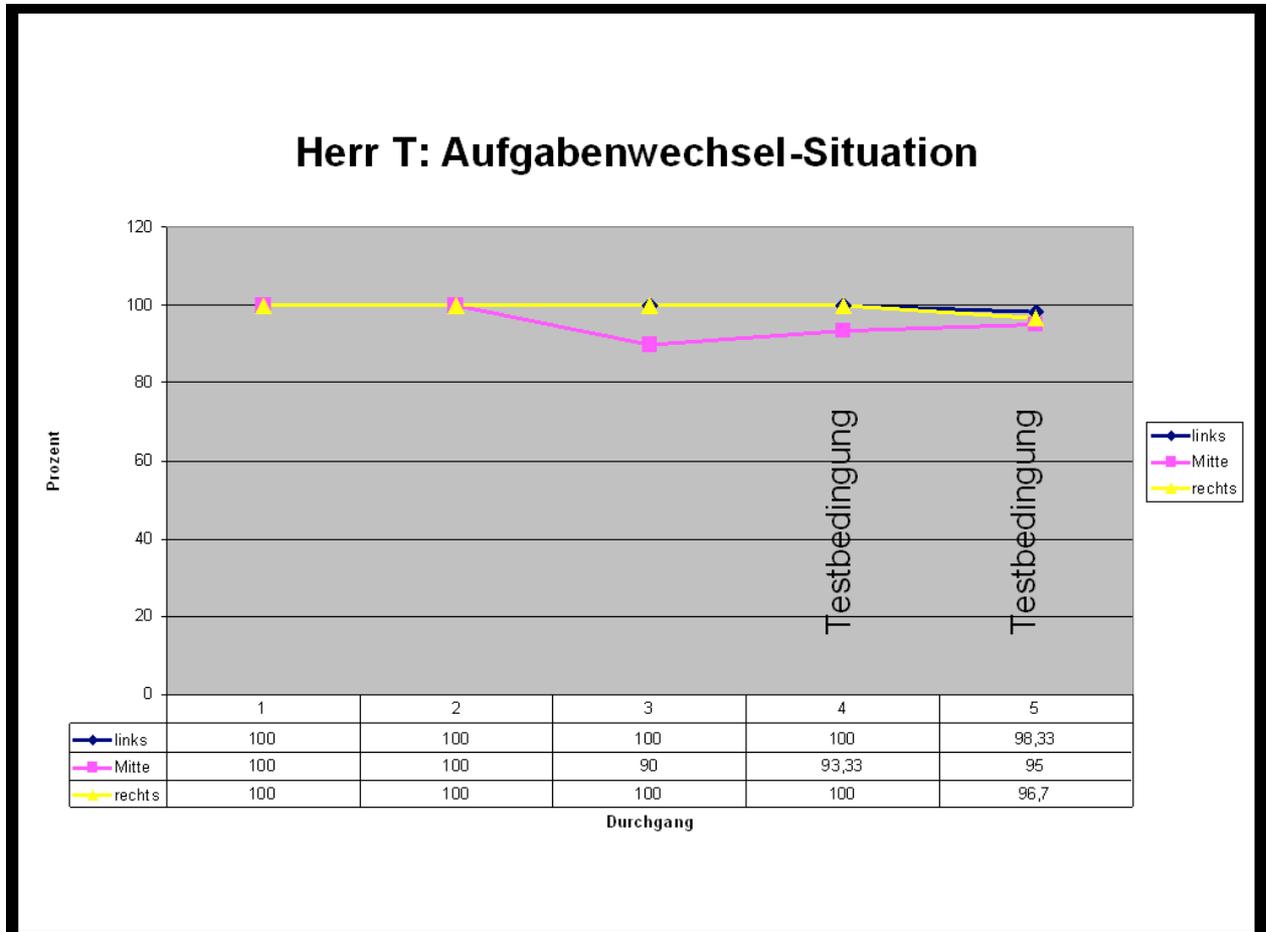
Abb. 10.3  
 Übungs- und Testverlauf Herr T.



Wie deutlich zu erkennen ist, bereitete Herrn T die Kontrolle der peripheren Aufgaben wenig Probleme. Er begann jedoch mit einer deutlich erhöhten Fehlerrate bei der zentralen Aufgabe und konnte in den ersten drei Übungssitzungen hier keine Fortschritte erzielen. Danach scheint er seine Strategie gefunden zu haben, mit dem Ergebnis, daß er (von einer Abweichung abgesehen) schließlich eine fast hundertprozentige Leistung auf diesem Temponiveau erzielen konnte.

Abb. 10.4

## Transfer-Phase



Herr T erhielt vergleichsweise viele Übungssitzungen, was auch seiner Intention entsprach, da er seiner Leistungen sicher sein wollte. Die Temposteigerung auf Tempo 1000 in der 23. Sitzung führte nur zu einer minimalen Leistungsschwäche bei der zentralen Aufgabe (90 Prozent richtige), die er jedoch sofort wieder ausgleichen konnte. Eine weitere Temposteigerung auf Tempo 875 in der 37. Sitzung führte zu einem kurzfristigen Leistungsabfall der zentralen Aufgabe auf 75 Prozent, auch hier erholte sich das Leistungsvermögen sofort.

Besonderes Augenmerk verdient die Schlußphase. In dieser Phase war Herr T stabil bei einer hundertprozentigen Leistung in der Übungsmodalität angekommen.

Im Gegensatz zum vorigen Fall wurde eine DIVATT-Sitzung mit der herkömmlichen, dem divtrain-Layout entsprechenden Reizanordnung vorgeschaltet; dieser Durchgang entspricht in Tafel 10.4 dem Durchgang 4 . Unmittelbar nachfolgend wurde der invertierte Modus untersucht. Herr T erzielte auch im spiegelbildlichen Modus (Durchgang fünf) eine Leistung, die nicht wesentlich von der Leistung im geübten Modus abwich, so daß von einem gelungenen Transfer gesprochen werden kann.

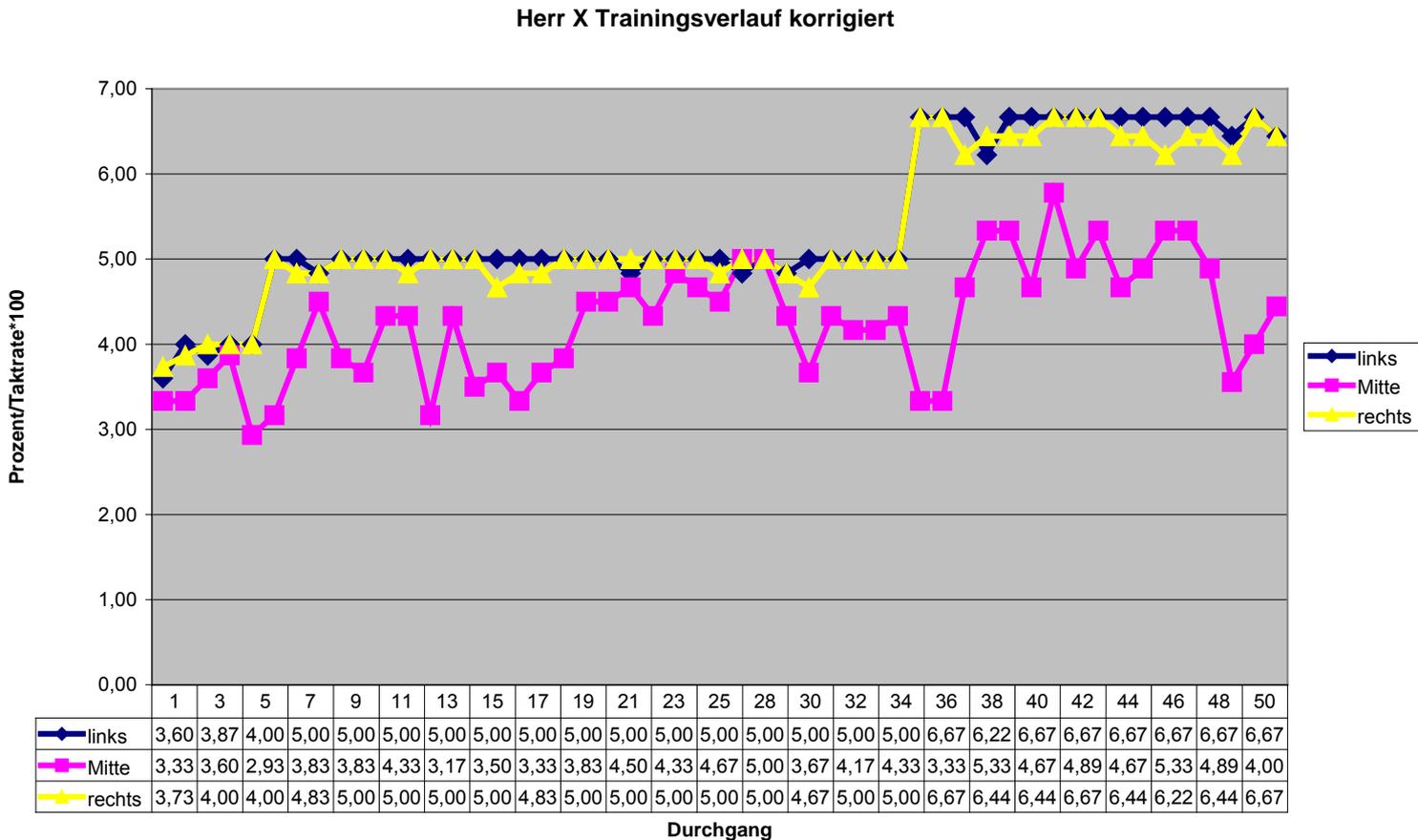
Abschließt auch hier der Hinweis, daß Herr T die verkehrsmedizinische Begutachtung erfolgreich bestanden hat.

### 10.3 HERR X

Bei Herrn X handelt es sich um einen bei der Behandlungsaufnahme 63jährigen selbständigen Kaufmann, der in seinem Geschäft Opfer eines sehr gewalttätigen Raubüberfalls geworden ist, bei dem er sowohl anhaltend gewürgt als auch mit harten Schlägen auf den Kopf cerebral verletzt worden ist. Die Folgen dieser organischen Traumatisierung wurden bei der akutmedizinischen Behandlung zunächst eher übersehen, die Überweisung in unserer Einrichtung geschah erst, nachdem Herr X erhebliche Probleme bei seiner Berufsausübung festgestellt hat. In der Folgezeit wurde Herrn X intensiv untersucht, dabei wurden sowohl Hinweise auf eine posttraumatische Belastungsstörung als auch Hinweise auf hirnorganisch bedingte Störungen gefunden. Letztere manifestierten sich hauptsächlich in exekutiven Problemen, aber auch in komplexen Aufmerksamkeitsleistungen und in der Daueraufmerksamkeit. Die exekutiven Probleme zeigten sich beispielsweise darin, daß Herr X, der einen korrekten Habitus gewöhnt war, sowohl im Geschäft als auch in der Klinik immer wieder schlecht angezogen und unzureichend gekämmt auftrat und daß er sich Kunden gegenüber weniger im Ton, wohl aber auf nonverbaler Ebene vergriff, in dem er sich beispielsweise im Verkaufsgespräch einen Stuhl nahm, die Kundin jedoch stehen ließ.

Abb. 10.5

Herr X: Trainingsverlauf korrigiert nach Taktrate

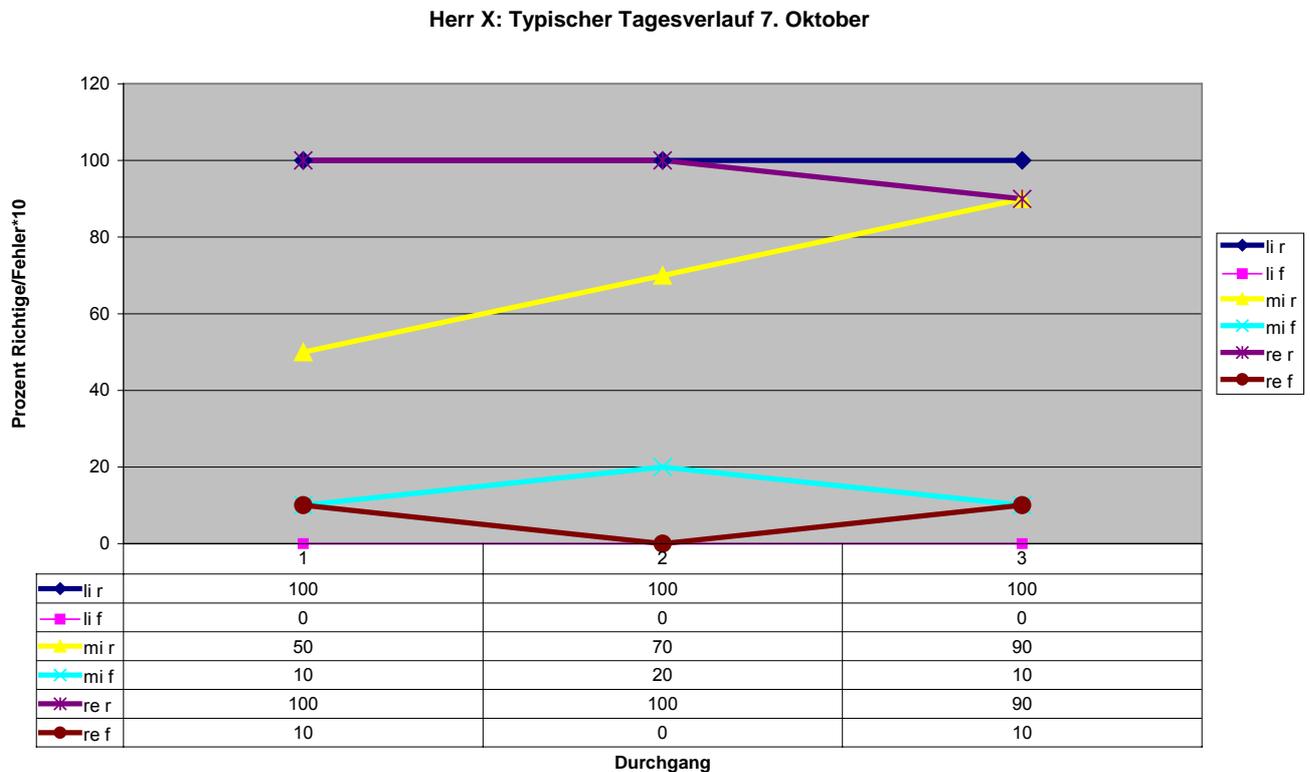


Darüber hinaus kam es häufig vor, daß er eine Aufgabe anging, bei einer interferierenden Aufgabe seinen Fokus wechselte, ohne die ursprüngliche Aufgabe wiederaufzunehmen. Die Aufmerksamkeitsprobleme zeigten sich beruflich vor allem darin, daß es ihm unmöglich war, überblicksartig eine Situation zu kontrollieren, und das ihn derartigen Situationen in einem Maß strapazierten, daß er regelmäßig nach zwei Stunden Berufsausübung erschöpft war.

Seine Intention bei der Vereinbarung eines Trainings lag in erster Linie in der Wiederherstellung eines Leistungsvermögens, das ihm wenigstens halbtags eine Tätigkeit in seinem Geschäft ermöglichen würde.

Abb. 10.6

Herr X: Typischer Tagesverlauf



Das Eingangsniveau des Trainings wurde hier bewußt niedrig angesetzt.

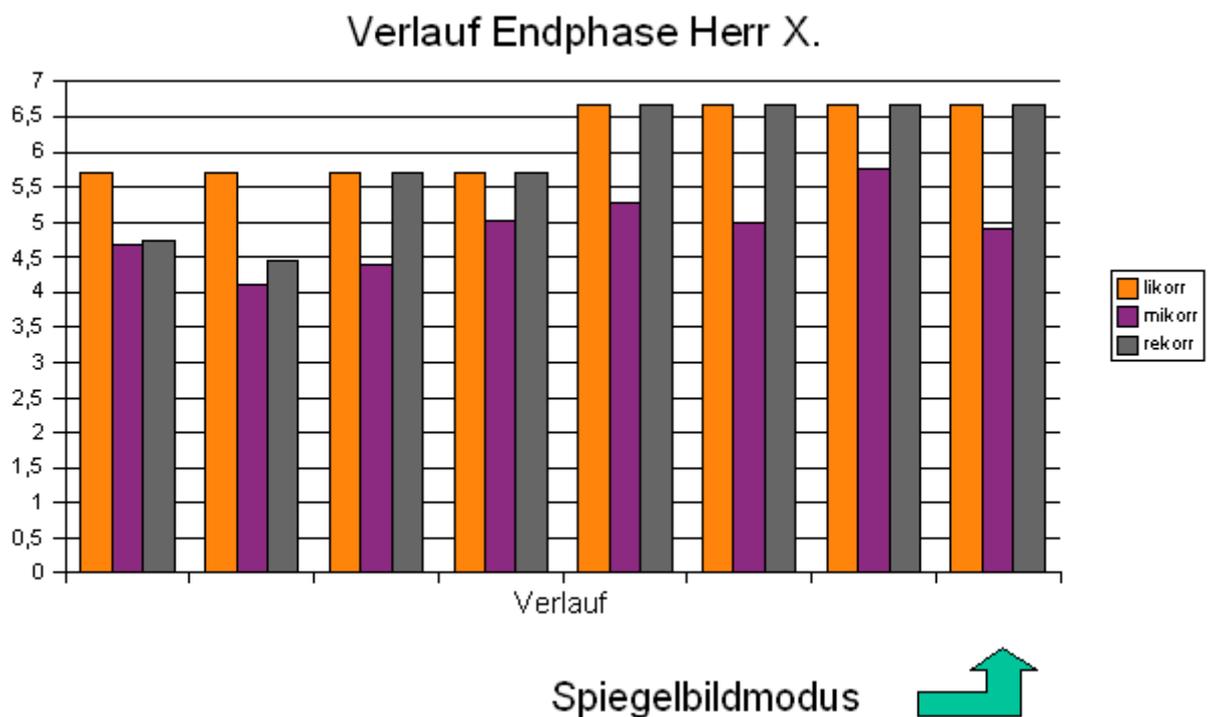
Diesmal wurde in der Auswertung aufgrund der deutlich wechselnden Taktraten eine nach den Taktraten korrigierte Darstellung (Abb. 10.5) gewählt. Der Tempowechsel geschah in der fünften und in der 33. Sitzung. In jeder Sitzung absolvierte Herr X im Gegensatz zu den meisten anderen Patienten, die mit diesem Programm behandelt werden, nicht einen einzelnen, entsprechend ausgedehnten Testzyklus, sondern drei kürzere Zyklen, dies vor allem deswegen, weil Herr X längere Laufzeiten ohne Pause nicht durchstehen konnte. Trotz dieser Maßnahme zeigten sich regelmäßig Entwicklungen zwischen diesen drei Zyklen, die sich in der obigen Darstellung nicht abbilden, da dieser Darstellung die Mittelwerte des Tages zugrundegelegt wurden. Eine durchaus typische Darstellung eines Tages Verlaufs findet sich in Abb. 10.6.

Herr X startet zu Sitzungsbeginn mit einer mäßigen Leistung hinsichtlich der Richtigen, vor allem bei der zentralen Aufgabe, um sich kontinuierlich auf ein gutes Niveau zu steigern. Hinsichtlich der Fehler ist die Entwicklung weniger dramatisch, zu beachten ist bei der Darstellung in Tafel 10.6, daß die Fehlerzahl zugunsten einer Darstellbarkeit im selben Schaubild wie die Richtigen mit dem Faktor 10 multipliziert wurde.

Zur Bewertung der Transferphase seien hier die letzten Übungssitzungen mit dargestellt. Wie bereits ausgeführt, zeigte der Verlauf insgesamt deutliche Schwankungen, die auf die wechselnde Tagesverfassung zurückgehen dürfte; auch bei geglätteter Betrachtungsweise erzielte Herr X keine Leistung, die der Norm nahe gekommen wäre. Abb. 10.7 zeigt die Schlußphase.

Abb. 10.7

Schlußphase Herr X



Wie zu sehen ist, zeigte sich die Leistung durch den Tausch der peripheren Aufgaben, die schon vorher vollständig richtig bearbeitet wurden, in deren Bearbeitung unverändert, dagegen schon in der zentralen Aufgabe, die jedoch vom Mittel der letzten 7 Trainingssitzungen nicht bedeutsam abweicht.

Auch hier ist folglich ein guter Transfer des Geübten zu verzeichnen.

#### 10.4. FRAU L.

Frau L. ist die jüngste Probandin in dieser Betrachtung, 20 Jahre alt, Abiturientin, verunfallt auf dem Weg zur Besichtigung des künftigen Studienortes. Sie hat ein mittelschweres Schädelhirntrauma erlitten, komplizierend ist ein posttraumatischer Insult der Arteria cerebri media rechts hinzugekommen.

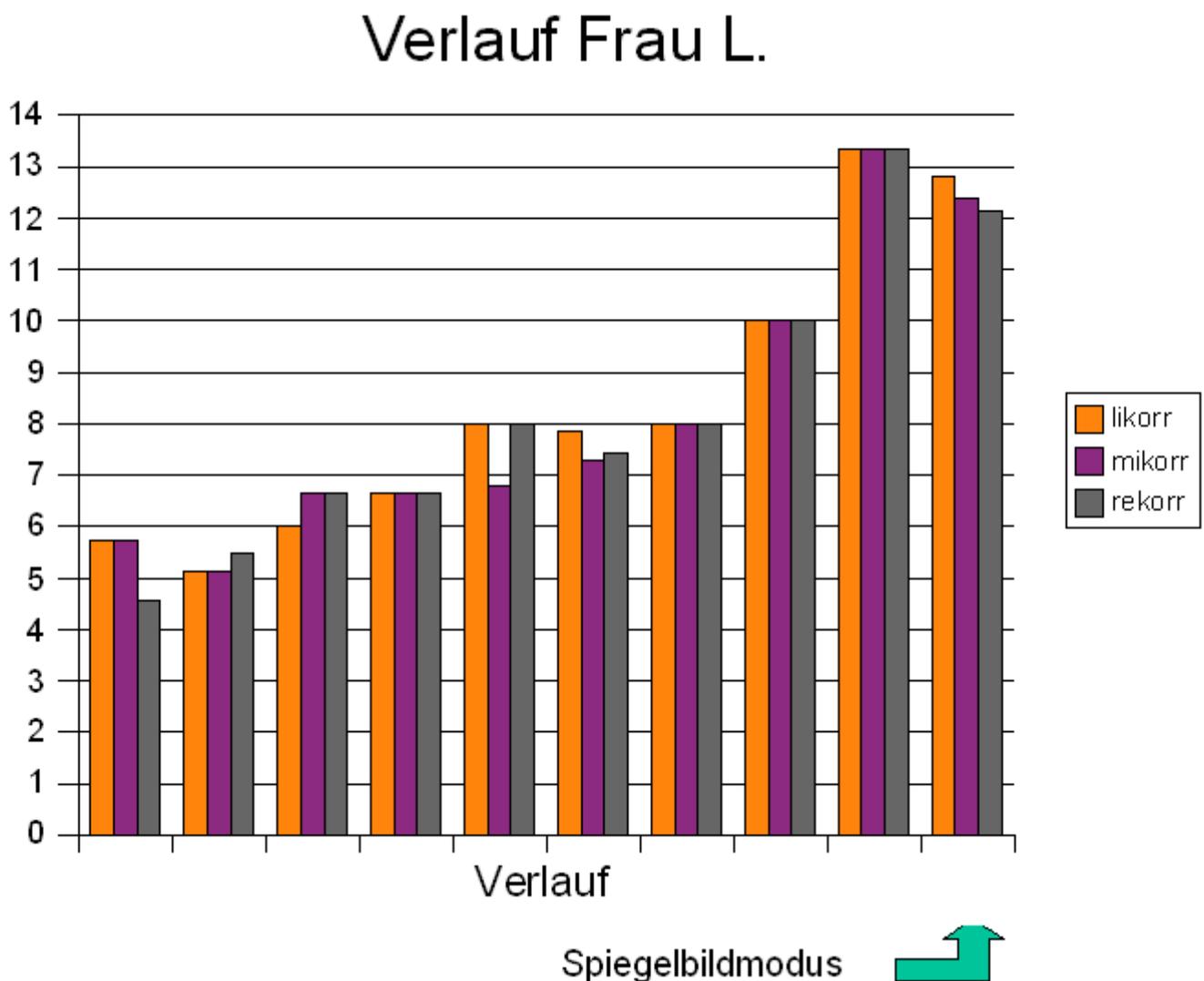
Neben visuell-konstruktiven Problemen, deren Ursache im Mediainsult liegen dürfte, zeigt die Patientin vor allem exekutive Auffälligkeiten im Sinne einer leichten Distanzminderung, einer Logorrhoe und einer Neigung zu vorschnellem Handeln. In der Aufmerksamkeitsdiagnostik finden sich größtenteils regelrechte Resultate, bis auf die Aufmerksamkeitsteilung, hier reagiert Frau L. verzögert, es unterlaufen ihr dennoch eine erhöhte Zahl an Auslassungen. Ein Teil der Behandlung bestand daher in einer gezielten Therapie der Aufmerksamkeitsteilung mit divtrain.

In diese Betrachtung aufgenommen wurde Frau L., weil sie in mehreren Parametern (Altersgruppe, Bildungsniveau) gut zu den gesunden Probanden der Teilstudien 3 bis 5 paßt. Aufschlußreich könnte die Frage sein, wie eine hirnverletzte Probandin mit ähnlichen Ausgangsvoraussetzungen die Trainings- und Transferphase bewältigt.

Frau L. benötigte 9 Sitzungen, um sich von einem schwachen Ausgangsniveau (Tempo 1750) auf ein Niveau von Tempo 750 ohne Qualitätseinbußen zu verbessern. Hier sei daran erinnert, daß die gesunden Probanden ein Tempo von 650 (jeweils Millisekunden Taktintervall) problemlos bewältigen konnten; Frau L. konnte ihre erworbenen Defizite im geübten Verfahren somit praktisch ausgleichen. Der Lernprozeß erforderte aufgrund der deutlich schwächeren Ausgangslage allerdings die doppelte Zahl an Übungsdurchgängen.

In der Transferphase, die aus einem einzigen Übungsdurchgang in Tempo 750 bestand (gespiegelter Modus), erreichte Frau L. nicht vollständig ihr vorher erzielt Nivea, sie lag jedoch mit richtigen Reaktionen in Höhe von 96,3% (links), 93% (Mitte) und 91,3% (rechts) klar über dem in anderen Teilstudien definierten Kriterium. Abb. 10.8 gibt die Ergebnisse wieder.

Abb. 10.8

*Verlauf Frau L.*

Auch Frau L., soviel ist festzuhalten, zeigte sich durch den Wechsel nicht völlig unbeeindruckt, erzielte jedoch dennoch deutlich bessere Werte im Transfermodus als im vorletzten Trainingsdurchgang und somit keine schlechteren Transfereffekte als die gesunden Probanden in Teilstudie 3.

## 11. ZUSAMMENFASSUNG UND ABSCHLIEßENDE DISKUSSION

In Kapitel 1 wurden die grundlegenden Fragen dieser Studie definiert und mit pragmatischen Anwendungsbeispielen versehen:

1. Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in der unveränderten Aufgabenkonstellation (unabhängig von einem Anspruch auf Generalisierbarkeit)? *Kann der Erwerb von Fahrpraxis in ein und demselben Auto unter vergleichbaren Verkehrsbedingungen die Leistung im Autofahren verbessern?*
2. Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in einer einzelheitlich identischen, aber in der Anordnung modifizierten Aufgabenkonstellation (z.B. räumlich unterschiedliche Stimulus-Anordnung)? *Generalisiert diese Praxis auch auf die Handhabung eines Fahrzeugs mit anderer Anordnung von Bedienungselementen und/oder anderer Anordnung des Straßenverkehrs (z.B. Fahren in einem rechtsgelenkten Auto und/oder Fahren bei Linksverkehr)? Wenn ja, in welchem Umfang, verglichen mit der ersten Situation?*
3. Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die gesamte Aufgabenkonstellation zu üben, auf die Leistung in den identisch gebliebenen Teilaufgaben, wenn eine relevante Aufgabe durch eine andere ersetzt wird? Welchen Einfluß hat die Möglichkeit, die beteiligten Teilaufgaben (oder zumindest einen Teil von ihnen) vorher zu üben, entweder als separate Aufgabe oder als Teil einer anderen Aufgabenkonstellation, auf die Leistung in einer neuen Aufgabenzusammensetzung? *Generalisiert diese Praxis auch auf die Handhabung anderer Verkehrsmittel/Geräte, die Teilaufgaben mit dem geübten Verfahren gemeinsam haben (Motorrad fahren, ein Flugzeug steuern)? Wenn ja, in welchem Umfang?*
4. Wenn sich schon Aufmerksamkeitsteilungsprozesse bei Nutzung gemeinsamer Ressourcen von solchen mit Nutzung untereinander unabhängiger Ressourcen unterscheiden – welche Effekte hat das Üben des zweiten Aufgabentyps auf die Leistung im ersten Aufgabentyp? Kurz gefaßt: generalisiert das Üben einer Aufmerksamkeitsteilungs-Bedingung auf anders geartete Aufmerksamkeitsteilungsanforderungen? *Kann der Erwerb von Fahrpraxis positive Effekte auf völlig anders*

*geartete Überwachungsprozesse ausüben, etwa im Kontrollzentrum eines Kraftwerks oder am Überwachungsmonitor eines Fluglotsen?*

Wir schlossen kühn mit der Vermutung:

Sollten die letzten drei Punkte zu bejahen sein, in welchem Umfang auch immer, so ließe sich daraus das prinzipielle Potential schlußfolgern, Prozesse der Aufmerksamkeitsteilung durch Training verbessern zu können.

### 11.1 FRAGE 1 - KANN DIE LEISTUNG IN EINER AUFMERKSAMKEITSTEILUNGS-AUFGABE DURCH ÜBEN IHRER SELBST GESTEIGERT WERDEN?

Diese Frage ist sicherlich am leichtesten zu beantworten. In allen diesbezüglichen Teilstudien konnte der Nachweis geführt werden, daß sich die Leistung in einer spezifischen Aufgabe, die Aufmerksamkeitsteilung erfordert, schon in den ersten drei Wiederholungsdurchgängen deutlich steigern kann, mit Signifikanzen in jedem Steigerungsschritt. Auch die Einzelfallbeobachtungen in Kapitel 10 dokumentieren deutlich, daß auch bei ungünstigen kognitiven Voraussetzungen eine erhebliche Leistungssteigerung durch Üben möglich ist.

Wenn schon die prinzipielle Möglichkeit zur Leistungsverbesserung durch Üben einer Aufmerksamkeitsteilungs-Aufgabe außer Frage steht, stellen sich zwei zusätzliche Fragen:

1. Welcher Mechanismus bewirkt die Steigerung?
2. Wo liegen die Grenzen der Steigerbarkeit?

Über den real zugrundeliegenden Mechanismus, der die Steigerung bewirkt, können kaum Aussagen gemacht werden. Spekulieren kann man, daß die Tatsache der zunehmenden Vertrautheit mit der Aufgabe eine Rolle spielt, d. h. das Wissen, daß nicht mit unvorhergesehenen neuen Anforderungen zu rechnen ist. Somit entfällt die zentrale Aufgabe des Supervisory Attentional Systems (nach SHALLICE), derartige Ereignisse zu entdecken und darauf zu reagieren. Somit werden möglicherweise Ressourcen freigesetzt, die in die

Leistungssteigerung fließen können. Dieser Effekt alleine erklärt jedoch nicht die Steigerungen nach mehreren Wiederholungsdurchgängen.

Von den Teilnehmern der Teilstudien vier und fünf wissen wir, daß sie besonders für die schwierigste zentrale Aufgabe, aber auch für die peripheren Aufgaben, Hilfsstrategien zu entwickeln und einzusetzen versucht haben. Im Falle der Zahlenwiederholungsaufgabe scheint dies auch mit gutem Erfolg gelungen zu sein. Es kann daher angenommen werden, daß mindestens ein Teil der Übungserfolge auf verbesserte und möglicherweise stetig optimierte Lösungsroutinen zurückgeht. Diese Strategien könnten beispielhaft so aussehen, daß ein Proband die mittlere Aufgabe mitverbalisiert und damit erreicht, daß er den kritischen Reiz über den zusätzlichen akustischen Stimulus des Gleichklangs verstärkt. Gleichzeitig könnte er in Erfahrung bringen, in welcher Rhythmik die peripheren Aufgaben der Kontrolle bedürfen, so daß er ein immer effektiveres Zeitslot-Modell schaffen kann. Eine reine Beschleunigung des Aufgabenablaufes durch Verkürzen des Zeittakts erfordert keine prinzipielle Veränderung der gewonnenen Routine, allenfalls deren geschwindigkeitsbezogene Anpassung.

Stellt sich die Frage nach den Grenzen der Steigerbarkeit. Wie insbesondere aus dem Fall des Herrn X (Kapitel 10), aber auch aus den patientenbezogenen Daten der anderen Studien hervorgeht, zeichnen sich die Grenzen zunächst bei der Bearbeitung der schwierigsten Aufgabe ab. Es ist durchaus nachvollziehbar, daß die Optimierung der Routinen zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeschlossen ist, daß eine optimale Routine auch in Grenzen zeitlich komprimiert werden kann, daß jedoch ab einer bestimmten Ablaufgeschwindigkeit (die sicherlich von der Aufgabenstellung abhängt) eine weitere Temposteigerung nicht mehr toleriert werden kann.

Hier sind am ehesten Unterschiede zwischen Hirngesunden und Patienten mit Aufmerksamkeitsstörungen zu erwarten, und dies umso mehr, je mehr gemeinsame Ressourcen von der Aufgabe in Anspruch genommen werden. Unterstellt man die Ressourcen der Patienten als reduziert, so ist die quantitative Steigerbarkeit entsprechend eingeschränkt. Von weiterem (aber schwer quantifizierbarem) Einfluß dürfte die Variable der Kreativität bei der Findung von Optimierungsstrategien sein. Kreativität ist in erster Linie eine Aufgabe frontaler Hirnstrukturen, also derselben, die bei Störungen der Aufmerksamkeitsteilung eine zentrale Rolle spielen. Hier könnte also ein weiterer Grund dafür liegen, daß Patienten mit erworbenen Hirnschäden reduzierte Möglichkeiten haben, ihre Leistung durch Üben zu steigern.

## 11.2 FRAGE ZWEI: WELCHER AUSWIRKUNG HAT DIE VERÄNDERUNG DES AUFGABENLAYOUTS?

Mit dieser Frage haben sich besonders die Teilstudien 3, 4 und 6 sowie die Einzelfallbetrachtungen in Kapitel 10 auseinandergesetzt, mit durchaus unterschiedlichen Ergebnissen. In den Teilstudien drei und sechs sowie in den Einzelfallbetrachtungen wurden die Effekte einer reinen Vertauschung der peripheren Aufgaben auf horizontaler Ebene untersucht, in Teilstudie vier wurde ein vertikales Layout herangezogen.

Unter Beibehaltung der Explorationsrichtung (Rechts-Links) wurde sowohl bei Gesunden als auch bei den Patienten eine gute Transferleistung gefunden. Es fanden sich allenfalls sehr kurzfristige Irritationen durch den Wechsel, die bereits im Folgedurchgang (soweit durchgeführt) voll ausgeglichen werden konnten. Einzelheitlich betrachtet fällt dennoch auf, daß diejenigen Patienten, die einen Leistungseinbruch durch den Wechsel zu verzeichnen hatten, diesen am ehesten bei der zentralen Aufgabe hatten, die sich eigentlich in keinem Parameter verändert hat, wohingegen die Leistungen in den peripheren Aufgaben, die ihre Position vertauscht haben, nicht gelitten haben. Daraus läßt sich schlußfolgern, daß die reine Anpassung der Bearbeitungsroutinen an eine spiegelbildliche Anordnung prinzipiell gut gelingt, daß der Umstellungsprozeß jedoch Ressourcen beansprucht, was sich in der Umstellungsphase am deutlichsten bei der schwierigsten Aufgabe auswirkt. Bei den gesunden Probanden, die offenkundig über bessere Ressourcen verfügen, findet sich allenfalls ein minimaler derartiger Effekt.

Nicht so eindeutig sehen die Befunde bei einem Wechsel der Explorationsrichtung aus, der wohlgerne nur bei Gesunden überprüft wurde, nicht aber bei Patienten, so daß der oben vermutete eher ressourcenbegrenzte Effekt hier nicht unterstellt werden kann. Hier sind die Effekte des Wechsels für die zentrale Aufgabe praktisch nicht vorhanden, die Probanden arbeiten weiter, als ob es keine Veränderung gegeben hätte. Bei den peripheren Aufgaben hingegen scheinen sie grundsätzlich von neuem zu beginnen, so als ob sie die einzelnen zu bearbeitenden Aufgaben nie trainiert hätten.

Die nächstliegende Erklärung dafür liegt im Wechsel der erforderlichen Explorationsdimension. Zweifelsfrei können die drei Teilaufgaben bei einem gesunden Gesichtsfeld (über das alle Probanden verfügten) simultan im Blickfeld gehalten werden; für eine zuverlässige Identifikation von Veränderungen in den Teilaufgaben sind jedoch Explorationsbewegungen erforderlich, da der Bereich des scharfen Sehens nur wenige Winkelgrad in der Mitte umfaßt. Die Probanden hielten eine Distanz von etwa 60 cm zum

Bildschirm ein. Damit würde eine simultane Wahrnehmung aller drei Reize bei einer Fixation in der Mitte ein scharfes Sehen im Bereich von  $\pm 10$  Grad erfordern, das ist physiologisch nicht möglich. Die Bearbeitung der Aufgabe erforderte folglich ein Scanning auf horizontaler Ebene (x-Achse). Beim Wechsel in die Testbedingung wurde gleichzeitig ein Wechsel in der Explorationsdimension (vertikale Ebene, y-Achse) erforderlich. Es ist gut möglich, müßte aber noch deutlich präziser untersucht werden, daß dieser Wechsel hauptverantwortlich dafür ist, daß die erworbenen Routinen nicht mehr eingesetzt werden konnten.

Zusammenfassend ist festzustellen: solange die Modifikation der Stimuluskonstellation keine grundlegend anderen Bearbeitungsroutinen erfordert, gelingt der Transfer, wenn sich wesentliche Parameter ändern, etwa die Dimension des visuellen Scannings, scheint er nicht zu gelingen.

### 11.3 FRAGE DREI: WELCHE VERÄNDERUNG ENTSTEHT DURCH DIE MODIFIKATION EINER TEILAUFGABE?

Die Frage zielt im Kern auf die Leistung in den unverändert gebliebenen Aufgaben. Auch diese Frage wurde ausschließlich an Gesunden untersucht.

Die Ergebnisse von Teilstudie 5 zeigen, daß der Wechsel in der zentralen Aufgabe nicht völlig spurlos an der Leistung in den unverändert gebliebenen peripheren Aufgaben vorübergeht, die Effekte sind jedoch im Ausmaß gering und sehr kurzfristig; schon im ersten Wiederholungsdurchgang sind solche Effekte nicht mehr festzustellen. Ganz im Gegensatz dazu steht die Leistung bei der veränderten zentralen Aufgabe. Obwohl sie im Anforderungscharakter eine gewisse Ähnlichkeit mit der geübten Zahlaufgabe aufweist, ist hier fast ein Neulernen erforderlich. Dieser Unterschied belegt deutlich, daß die veränderte Aufgabenkonstellation nicht als komplett neue Aufgabe begriffen wird, sondern daß ihre Bearbeitung in Teilen auf schon etablierte Routinen zurückgreifen kann. Dieser Sachverhalt wird bei einer bloßen Interpretation der Gesamtleistung über alle drei Aufgaben hinweg verwischt.

Die Antwort muß hier also lauten, daß zumindest bei Gesunden die Veränderung einer Teilaufgabe allenfalls kurzfristige und im Ausmaß geringe Effekte auf die Leistungen in den unverändert gebliebenen Teilaufgaben ausübt.

Die Gründe für diesen kurzfristigen Effekt sind im nachhinein nicht sicher einzugrenzen, es ist aber durchaus plausibel, daß sich hier eine kurzfristig steigende Beanspruchung der zentralen Ressourcen (durch die Umstellung auf die neue Teilaufgabe) auswirkt, wie sie den weniger leistungsfähigen Patienten schon bei der reinen Veränderung der Stimulusanordnung zu schaffen gemacht hat. Es wäre interessant, eine entsprechende Untersuchung auch an Patienten vorzunehmen. Zu erwarten wären dann erheblich stärkere Leistungseinbrüche bei den peripheren Aufgaben.

Die klinische Praxis liefert für diese Annahme Belege. Bei Fahrproben unter Heranziehung eines Fahrlehrers zeigen zumindest motorisch unbeeinträchtigte Patienten keine Einschränkungen in der praktischen Handhabung des Fahrzeugs oder in der Bewältigung von Routinesituationen. Das Bild ändert sich bei motorisch behinderten Patienten, die sich an ein technisches Hilfsmittel gewöhnen müssen und in dieser Zeit auch Unsicherheiten in solchen Routinen aufweisen, die von der Motorik nicht betroffen sind. Diese Beeinträchtigungen sind zwar temporärer Natur und stellen die Fahreignung nicht prinzipiell in Frage, sie sind durch Üben jedoch keineswegs so schnell in den Griff zu bekommen wie bei unseren gesunden Probanden.

#### 11.4 FRAGE 4 - GENERALISIERUNG AUF VÖLLIG ANDERE AUFGABEN?

Für Frage vier wurde in der ersten Studie, in der die Wirksamkeit eines Trainings anhand zweier unterschiedlicher Trainingsverfahren auf die TAP-Leistung überprüft wurde, bei sehr kritischer Betrachtungsweise eine Antwort gefunden, die einem klaren und prägnanten „Jein“ entspricht. Die Zweifel rühren daher, daß in dieser Studie weder für das eine noch für das andere Trainingsverfahren eine signifikante Verbesserung in der Tempoleistung der TAP (geteilte Aufmerksamkeit Quadrate und Töne) gefunden wurde, wohl aber auf der Ebene der Fehler zumindest für divtrain ein signifikanter Effekt in diese Richtung.

Für das alternative Trainingsverfahren AIXTENT haben anderer Autoren (STURM et al 1994, 1997, 2003, PLOHMANN et al 1998) im Gegensatz zu Studie 1 Signifikanzen in den Verbesserungen vor allem auf der Ebene der Fehlerrate in der TAP gefunden, alleine dadurch kann Frage 4 als positiv beantwortet gelten. Gibt man sich damit nicht zufrieden, stellt sich die Frage nach den Gründen für die unterschiedlichen Resultate.

Betrachtet man exemplarisch die Strukturdaten einer multizentrischen Studie, die von Sturm et al (2002) durchgeführt wurde, so zeigen sich deutliche Unterschiede in den Stichprobencharakteristika verglichen mit der hier vorgelegten Studie 1. STURMS Stichprobe war deutlich kleiner (sechs Probanden), jünger (im Mittel 43 Jahre, Range von 18 bis 56 Jahren), gebildeter und deutlich stärker chronifiziert (Post-onset-Zeit im Mittel 28,5 Monate). Nur ein Proband hat eine vaskuläre Erkrankung erlitten, die anderen waren Traumatiker oder nicht klassifizierbar. Zerlegt man die Gruppe nach Ätiologien der Hirnschädigung, so zeigt sich, daß sich nur die Traumatiker in der Reaktionsgeschwindigkeit verbessert haben. Der einzige Schlaganfalls-Patient in dieser Gruppe hat sich sogar verschlechtert, und dies laut publizierter Grafik (die Einzeldaten werden nicht berichtet) um etwa 10 T-Wert-Punkte! Der gleiche Patient hat allerdings auch in seiner Fehlerrate deutlich nachgelassen, der Grafik zufolge hat er sich von drei Fehlern (Auslassungen) auf null Fehler verbessert. Läßt man die Ätiologie außer acht, so fällt auf, daß die Probanden während der Baseline-Erhebung (zwei Messezeitpunkte) extrem hohe Auslassungszahlen aufwiesen, die nach der Erfahrung des Autors in der klinischen Praxis kaum vorkommen (17 beziehungsweise 13) und natürlich eine ideale Ausgangsbasis für ein Verbesserungspotential bilden.

Unter diesen Vorzeichen scheint die in Studie 1 bei vaskulären Patienten festgestellte knapp signifikante Temposteigerung nach dem AIXTENT-Training und die ausbleibende Verbesserung auf der Ebene der Auslassungen nicht mehr grob abweichend vom Stand der Forschung.

Zusammenfassend kann also sehr wohl davon gesprochen werden, daß über ein spezifisches Training der Aufmerksamkeitsteilung eine Qualitätsverbesserung auch in Aufgaben gelingt, die dieselbe Anforderungen stellen, jedoch völlig anders aufgebaut sind und aufgrund unterschiedlicher angesprochener Reizmodalitäten möglicherweise andere neuronale Netzwerke ansprechen. Dieses Ergebnis scheint mir schon bemerkenswert. Legt man die Ergebnisse der Meta-Analyse von PARK & INGLES (2001) zugrunde, nach der den wenigsten Therapiestudien ein Effektivitätsnachweis *anhand eines von der geübten Aufgabe abweichenden Paradigmas* gelungen sei, erst recht.

## 11.5 WELCHE MECHANISMEN BEWIRKEN EINE VERBESSERUNG DER AUFMERKSAMKEITSTEILUNG?

In Kapitel 1 wurde die Frage erhoben, welche Fähigkeit *genau* durch die zunehmende Routine erworben wird. Ist es (kurz gefaßt)

1. die Fähigkeit zum parallelen Monitoring mehrerer Vorgänge generell ?
2. der zunehmende Automatisierungsgrad (im Sinne etablierter Routinen) einzelner Teilaufgaben - mit einem Entlastungseffekt für die koordinierenden Ressource ?
3. das Erfahrungswissen im Umgang mit den Teilaufgaben und der Gesamtkonstellation zugunsten eines optimierten Pattern an Zeitslots ?
4. oder aber ein bißchen von alledem ?

Auch nach dieser Studie sieht es nicht nach einer klaren Antwort aus. Erklärung zwei und drei wären sehr aufgabenspezifisch; Belege für diese Erklärungen aus den vorliegenden Teilstudien finden sich sehr wohl. Erklärung zwei kann die Transfereffekte beim Wechsel der Aufgabenanordnung oder dem Auswechseln einzelner Teilaufgaben (Teilstudie 3, 4, 5 und 6) begründen. Erklärung drei kann mit herangezogen werden für die kontinuierlichen Leistungsverbesserungen in den Übungsphasen. Der Transfer in Teilstudie 1 jedoch läßt sich nur mit der ersten Alternative schlüssig erklären. Zutreffend ist demnach wohl Alternative vier, wobei wir die anteilige Quantifizierung schuldig bleiben müssen.

## 11.6 WAS MESSEN WIR, UM WAS ZU BEURTEILEN?

Die provokativ gestellte Frage im Untertitel dieser Arbeit unterstellt, daß die gemessenen Prozesse nicht unbedingt identisch sind mit denjenigen Fähigkeiten, die beurteilt werden sollen. Sie unterstellt weiterhin, daß diejenigen Fähigkeiten, die durch Training verbessert werden sollen, nicht ohne weiteres identisch sind mit den Fähigkeiten, die der Trainierte in seinem Alltag benötigt.

### 11.6.1 WAS MESSEN WIR?

Wir messen beim ersten Einsatz unserer Testverfahren bei sachgemäßer Anwendung entsprechend den Vorgaben des Testmanuals die Fähigkeit, mit einer völlig neuen Aufgabenkonstellation, die sich aus völlig neuen Einzelaufgaben zusammensetzt, mit einem gegenüber der Referenzpopulation vergleichbaren Tempo und mit einer vergleichbaren Fehlerrate zurechtzukommen. Neben dieser verteilungsorientierten Interpretationsweise kann mit Testverfahren auch die Einhaltung eines vorgegebenen Kriteriums unabhängig von Alter, Geschlecht oder Bildung gemessen werden, so wie dies bei der Fahreignungsbeurteilung üblich ist.

Was wir beim zweiten Einsatz messen, ist schon nicht mehr so leicht zu definieren. Halten wir uns an ein Intervall von mehreren Wochen, so messen wir möglicherweise dasselbe, wenn wir davon ausgehen, daß sich durch einmalige Durchführung keine Routinen gebildet haben oder aber daß sich längere Zeit nicht genutzte Routinen wieder verlieren. Sollte die Testwiederholung nach wesentlich kürzerer Zeit oder gar mehrfach erfolgen, so ist nach BÜHNER et al (2006) mit Verbesserungen zu rechnen, bei denen sehr fraglich ist, ob sie auf eine Verbesserung auf Konstruktebene (siehe oben) zurückgehen oder eher auf Routinebildung.

Diese Unsicherheit in der Interpretation verweist auf eine Gefahr. Wenn Messungen zur Aufmerksamkeitsteilung an ein und demselben Verfahren wiederholt vorgenommen werden, vielleicht noch innerhalb einer kurzen Zeitspanne, so werden sich, das zeigen die vorgelegten Ergebnisse, die Testleistungen stetig verbessern, ohne daß sicher unterstellt werden darf, das Kriterium der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung habe sich verbessert. Sollte am Ende eines solchermaßen gemessenen Leistungsanstiegs die Diagnose stehen, der Proband habe nunmehr die kritische Schwelle bezüglich der Fahreignung überschritten, so wäre das ein grober methodischer Fehler.

### 11.6.2 WAS WOLLEN WIR BEURTEILEN?

Mit einer testpsychologischen Untersuchung beabsichtigen wir gemeinhin, ein Urteil über bestimmte Leistungsfunktionen, hier die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung, zu gewinnen. Die Fähigkeit, eine komplexe Tätigkeit fehlerlos auszuüben, die sich aus vielfältigen

Unterroutinen zusammensetzt, die uns einzelheitlich und in ihrem Zusammenspiel vertraut sind, wird nach den Ergebnissen der vorgelegten Studien von den verfügbaren Aufmerksamkeitstests nicht valide erfaßt. Das liegt nicht an der Qualität der Verfahren, sondern am erfaßten Kriterium. Wollen wir die Fähigkeit zum Autofahren überprüfen, das heißt die Bewältigung der überwiegenden Mehrzahl aller Situationen, die im Straßenverkehr auftreten, dann helfen uns psychologische Tests wohl wenig, hierin kann Hartje et al (1991) gefolgt werden.

Verstehen wir hingegen unter Aufmerksamkeitsteilung die Fähigkeit, sich erfolgreich einer neuen Situation zu stellen, die Teilung der Aufmerksamkeit erfordert, sind psychologische Tests ein geeignetes Meßinstrument. Anhand eines solchen Instruments kann theoretisch auch experimentell überprüft werden, welche Effekte Veränderungen in der Aufgabenkonstellation auslösen, das heißt, wie sicher der Proband in der Handhabung seiner Routinen bleibt, wenn sich ein Teilaspekt ändert (theoretisch deswegen, weil ein entsprechendes Prüfverfahren nach Kenntnis des Autos nicht vorliegt).

Sind Tests zur Überprüfung der geteilten Aufmerksamkeit daher nur von theoretischer Bedeutung und ökologisch wertlos? Wohl eher nicht. Bei näherer Betrachtung würde sich eher anbieten, beide Informationsquellen additiv zu verwenden, da sie Informationen über unterschiedliche Fähigkeiten liefern. Bei der obigen Charakterisierung der Anforderungen des Autofahrens, um bei diesem Beispiel zu bleiben, wurde nicht ohne Grund nur von der überwiegenden Mehrzahl aller Straßenverkehrssituationen gesprochen, nicht von ihrer Gesamtheit. Eine erhebliche Gefahrenquelle beim Autofahren liegt bekanntlich in Situationen, für deren wesentliche Teilanforderungen entweder gar keine Routinen vorliegen (z. B. Schleudern) oder die passenden Routinen wegen Verkennung der Situation nicht eingesetzt werden ("aus dieser Seitenstraße ist noch nie jemand gekommen"). Weitere Probleme können entstehen, wenn eine neu hinzugekommene Teilaufgabe die Ressourcen in einem Umfang beansprucht, daß auch die anderen, eigentlich beherrschten Routinen darunter leiden (siehe das erwähnte Beispiel der Kompensation eines motorischen Defizits). Situationen mit neuartigen oder ungewohnten Anforderungen, die rasches Handeln erfordern, dürften auch in einer ausgedehnten praktische Fahrprobe weder mit hinreichender Zuverlässigkeit von selbst auftreten noch künstlich provoziert werden können. Werden daher in einschlägigen Veröffentlichungen Fahrproben als das Mittel der Wahl zur Beurteilung der Fahreignung hirnganisch beeinträchtigter Patienten empfohlen, so wird aus der Sicht des Autos verkannt, daß relevante Fähigkeiten damit nicht erfaßt werden.

Beim gegenwärtigen Stand der Erkenntnis sollten daher beide Diagnostika additiv genutzt werden, zumindest so lange, bis Fahrsimulatoren, mit denen kritische Situationen im obigen Sinne herstellbar sind, für den breiten Einsatz vorliegen.

## 11.7 WAS ÜBEN WIR, UM WAS ZU VERBESSERN?

### 11.7.1 WAS ÜBEN WIR?

In der restitutionsorientierten neuropsychologischen Therapie wird der Umgang mit Aufmerksamkeitsteilungs-Anforderungen geübt. Wenn die Therapie sachgerecht konzipiert ist, wird auf einem Anforderungsniveau begonnen, den der Patient sicher beherrscht, danach wird durch Veränderungen geeigneter Parameter stetig das Anforderungsniveau gesteigert. Erreicht wird dadurch, das konnten wir auch in all unseren Teilstudien zeigen, eine Leistungsverbesserung in den geübten Aufgaben, die im Grunde auch dann erhalten bleibt, wenn ein Teil der Aufgaben sich verändert. Die kurzfristigen Leistungsschwächen in der Umstellungsphase sind je nach Zielsetzung unterschiedlich zu bewerten; bei sicherheitsrelevanten Tätigkeiten sind möglicherweise auch kurzfristige Leistungsschwächen nicht tolerabel, bei anderen Tätigkeiten mag es eher darauf ankommen, wie rasch und in welchem Umfang der Patient sein erreichtes Leistungsniveau bei den unveränderten Aufgaben wieder erreicht und in welcher Weise der Patient bei der Integration des neuen Aufgabenteils von seinen vorangegangenen Übungserfahrungen profitiert.

Die Ergebnisse der vorgelegten Studien zeigen, daß positive Effekte in dieser Richtung prinzipiell möglich sind. Die untersuchten und trainierten Probanden zeigten sich in der Lage, durch Übung erworbene Leistungsfortschritte (nach kurzer Irritation) bei einem Wechsel der Konstellation beizubehalten. In Teilstudie 1 ist zudem der Nachweis gelungen, daß bei der Wahl eines geeigneten Trainingsverfahrens auch der Transfer der Übungsfortschritte auf eine völlig andersgeartete Aufmerksamkeitsteilungs-Aufgabe gelingt.

Beim Training von Gesunden fällt vor allem eine deutlich bessere Störungsresistenz auf. Bei Gesunden tritt ein Irritationseffekt erst bei einer völligen Veränderung einer Teilaufgabe auf. Erhebliche Probleme entstehen auch für Gesunde durch das Hinzukommen völlig neuer Teilaufgaben einerseits oder einer Veränderung der Explorationsdimension andererseits.

Hier besteht noch Bedarf für weitere Untersuchungen, insbesondere im Hinblick auf die Lernkurven nach Stimulus- oder Richtungsveränderung im Vergleich zur primären Lernkurve.

Wir üben *nicht* einfach eine beliebige Leistung, in der Hoffnung, eine Verbesserung möge eine positive Transferwirkung auf die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung entfalten. Effekte zur Verbesserung dieser Leistung sind nur von hochspezifischen Trainingsprogrammen zu erwarten, das hat Teilstudie zwei zum wiederholten Mal deutlich belegt.

### 11.7.2 WAS WOLLEN WIR VERBESSERN?

Die Ziele unserer therapeutischen Aktivitäten liegen, wenn man die eingangs gewählte Dichotomie zugrunde legt, sicherlich auf beiden Ebenen. Je nach Problemlage streben wir an, daß der Patient denjenigen seiner Alltagsanforderungen, die er einzelheitlich eigentlich gut beherrscht, die aber Aufmerksamkeitsteilung erfordern, wieder zuverlässig und ohne Pannen nachkommen kann. Wir wollen ihn aber möglicherweise auch in die Lage versetzen, mit völlig neuartigen Anforderungen an Aufmerksamkeitsteilung zurechtzukommen; vielleicht wollen wir ihn auch nur störungsresistenter gegen Veränderungen in der Aufgabenkonstellation machen.

Die erste Zielsetzung ist nicht unbedingt ein ideales Einsatzgebiet für notwendigerweise etwas abstrakt gehaltene neuropsychologische Interventionen. Sie rechtfertigt bei näherer Betrachtung nicht den vergleichsweise teuren Einsatz neuropsychologisch qualifizierter Kräfte, sondern ist in der therapeutischen Aufgabenteilung ein Kerngebiet der Ergotherapie.

Wie schon eingangs dieser Arbeit festgestellt, sollten neuropsychologisch-therapeutische Zielsetzungen ambitionierter sein. Sie sollten Verbesserungen auf basaler Ebene anstreben, die positive Auswirkungen auch auf Anforderungen haben, die so nicht geübt wurden. Konkret heißt das, die Sicherstellung von Transfer- und Generalisierungseffekten ist ein unverzichtbarer Anspruch an restitutionsorientierte neuropsychologische Therapiemethodik. Dies zu erreichen scheint durch die gewählte Behandlungsmethodik gelungen.

Grundsätzlich limitierender Faktor scheint das Potential der zentralen Ressource zu sein. Sie beschneidet bei Patienten unterschiedlichster neurologischer Schädigungsätiologien und Lokalisationen im Gegensatz zu Gesunden die Fähigkeit, Aufgabenveränderungen schnell und ohne Irritationseffekte bewältigen zu können. Welche Möglichkeiten bestehen, die

Leistungsfähigkeit der zentralen Ressource direkt zu verbessern oder wiederherzustellen, ist beim derzeitigen Stand der Forschung nicht abzuschätzen.

## 11. 8 TODO-LIST UND AUSBLICK

Was bleibt zu tun? Die hier vorgelegten Studien haben eine ganze Reihe von Fragen beantwortet und gleichzeitig noch mehr Fragen aufgeworfen. Einige davon sollen hier noch etwas näher beleuchtet werden.

Zunächst wäre es sinnvoll, weitere Untersuchungen über Trainingsverläufe anzustellen, mit der Intention, Daten über sinnvolle Therapiedauern beziehungsweise Zahl der Übungssitzungen zu erhalten. Ziel dabei könnte eine hilfreiche Leitlinien zur Planung von Therapiesitzungen sein, aber auch Hilfe bei der Definition eines Abbruchkriteriums. In einer solchen Studie wäre es allerdings wichtig, konzeptionell Deckeneffekte zu vermeiden. In den vorliegenden Studien an Patienten haben wir Schwierigkeitsgrad und Ablauftempo an therapeutischen Intentionen orientiert, ohne die Verteilung im Blick zu haben.

Aus den uns vorliegenden Daten wissen wir, daß Patienten ein Mehrfaches an Übungsdurchläufen benötigen, um zu vergleichbaren Resultaten zu kommen wie Gesunde; sie beginnen allerdings (per definitionem, siehe Studie 1) auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Ein ebenso interessantes Untersuchungsgebiet liegt in der Erforschung der Bedeutung der Explorationsdimension. Wir haben bei Gesunden festgestellt, daß ein Wechsel der Explorationsdimension erheblich gravierende Auswirkungen in der Umstellungsphase hat als eine reine Vertauschung auf der Ebene der gewohnten Dimension. Woran das liegt, ist noch unklar. Zu vermuten ist, daß die Übertragung der Routine von der horizontalen auf die vertikale Ebene das Problem ist. Auszuschließen ist jedoch nicht, daß es andere oder weitere Gründe gibt, etwa eine kulturspezifische Präferenz für die Rechts-Links-Exploration oder gar, wie neuere Untersuchungen aus der Aufmerksamkeitsforschung (STURM et al 2005, THIMM et al 2006) nahelegen, eine organische Prädisposition. Hier wäre es sinnvoll, schon in der Lernphase die vertikale und die horizontale Dimension zu vergleichen.

Weiterhin fehlen noch Daten, wie Patienten mit Störungen der Aufmerksamkeit mit einem solchen Wechsel umgehen.

Eine weitere interessante Fragestellung läge in der systematischen Erhöhung der Komplexität der Aufgaben. Durch Variation der Komplexitätsrate könnten wir uns dem Thema der Grenzen der zentralen Ressource weiter annähern.

Was darüber hinaus noch fehlt, ist die Korrelation mit einem vernünftigen Außenkriterium. Auf dieser Ebene gibt es kaum aussagefähige Studien. Auch solche Studien, die für sich reklamieren, ökologische Faktoren mit einbezogen zu haben (z. B. PLOHMANN et al 1998) haben sich bei näherem Hinsehen mit der Prae-Post-Administration eines Fragebogens über Alltagsaspekte von Aufmerksamkeit begnügt (im Falle von PLOHMANN et al mit dem FEDDA). Gerade angesichts der enormen Bedeutung, die die Resultate in der Aufmerksamkeitsdiagnostik etwa in der Fahreignungsbegutachtung einnehmen, und angesichts der ernüchternden Korrelationsdaten mit dem Expertenurteil sind entsprechende ökologische Validierungs-Untersuchungen überfällig.

## 12. LITERATURVERZEICHNIS

- ALLPORT A (1987)  
Selection for Action: Some Behavioral and Neuropsychological Considerations of Attention and Action  
in: HEUER H & SANDERS AF (EDS) (1987)  
Perspectives on Perception and Action  
Erlbaum , Hillsdale , Seiten 395-419
- ALLPORT DA, ANTONIS B & REYNOLDS P (1972)  
On the Division of Attention: A Disproof of the Single Channel Theory  
(1972)  
Q.J. Exp. Psychol. , 24 , Seiten 225-235
- AMMONS RB  
Effect of distribution of practice on pursuit rotor "hits"  
J. exp. Psychol. 1951, 41, 17-22
- BORTZ J (1999)  
Statistik für Sozialwissenschaftler  
(1999)  
Springer , Berlin ,
- BORTZ J & DÖRING N (2002)  
Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler  
(2002)  
Springer , Berlin
- BRIGGS GE & WATERS LK  
Training and transfer as a function of component interaction  
J. exp. Psychol. 1958,56,492-500
- BROADBENT DE (1958)  
Perception and Communication  
Pergamon Press , London
- BROADBENT DE (1982)  
Task Combination and the Selective Intake of Information  
(1982)  
Acta Psychol. , 50 , Seiten 253-290
- BROUWER WH (2002)  
Attention and Driving: A Cognitive Neuropsychological Approach  
in: LECLERQ, M & ZIMMERMANN P (2002)  
Applied Neuropsychology of Attention  
Psychology Press , New York , Seiten 230-254
- BÜHNER M, ZIEGLER M, BOHNES B & LAUTERBACH, K (2006)  
Übungseffekte in den TAP-Untertests Test Go/Nogo und Geteilte Aufmerksamkeit sowie dem  
Aufmerksamkeits-Belastungstest (d2)  
(2006)  
Zeitschrift für Neuropsychologie ,17(3) , in Vorbereitung
- BÜTTNER G & L. SCHMIDT-ATZERT L (2004)  
Diagnostik von Konzentration und Aufmerksamkeit  
(2004)  
Hogrefe-Verlag , Göttingen

- COHEN RA (1993)  
The Neuropsychology of Attention  
(1993)  
Plenum Press , New York
- CORBETTA M & SHULMAN GL (2002)  
Control of Goal-Directed and Stimulus-Driven Attention in the Brain  
(2002)  
J. Neuroscience ,3 , Seiten 201-215
- CYRNY BARBARA & SCHICK BIRGIT 2006 (2006)  
Geteilte Aufmerksamkeit - Trainings- und Transfereffekte  
(2006)  
Projektbericht Universität Tübingen , Tübingen
- DEUTSCH JA & DEUTSCH D (1963)  
Attention: Some Theoretical Considerations  
(1963)  
Psychological Review , 70 , Seiten 80-90
- EYSENCK MW & KEANE MT (1991)  
Cognitive Psychology: A Student's Handbook  
(1991)  
Lawrence Erlbaum , Hillsdale
- FINAUER G, GENAL B, KELLER I, KÜHNE W & KULKE H (2007)  
Therapiemanuale für die neuropsychologische Rehabilitation  
Springer Heidelberg
- FÖLDÉNYI M, GIOVANOLO A, TAGWERKER-NEUENSCHWANDER F, SCHALLBERGER U & STEINHAUSEN HC (2000)  
Reliabilität und Retest-Stabilität der Testleistungen von 7-10-jährigen Kindern in der  
computergestützten TAP  
(2000)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 11 , Seiten 1-11
- GAUGGEL S (2003)  
Grundlagen und Empirie der Neuropsychologischen Therapie: Neuropsychotherapie oder Hirnjogging?  
Zeitschrift für Neuropsychologie, 14(4)
- GOLDENBERG G (2002) ()  
Neuropsychologie. Grundlagen, Klinik, Rehabilitation  
Urban & Fischer, München
- GRAY JM, ROBERTSON I, PENTLAND B & ANDERSON S (1992)  
Microcomputer-based Attentional Retraining After brain Damage: A Randomised Group Controlled  
Trial  
(1992)  
Neuropsychological Rehabilitation , 2(2) , Seiten 97-115
- GRIFFITH, CR (1932)  
Psychology of coaching  
Charles Scribner's Sons, New York
- GRONWALL D (1987)  
Advances in the Assessment of Attention and Information Processing After Head Injury  
in: LEVIN S, GRAFMAN J & EISENBERG HM (EDS) (1987)  
Neurobehavioral Recovery from Head Injury  
Oxford University Press , Oxford
- HARTJE W, PACH R, WILLMES K, HANNEN P & WEBER E (1991)  
Fahreignung hirngeschädigter Patienten  
(1991)  
Zeitschrift für Neuropsychologie ,2 , Seiten 100-114

- HAZELTINE E, TEAGUE D & IVRY RB (2002)  
Simultaneous Dual-Task Performance Reveals Parallel Response Selection After Practice  
(2002)  
J. exp. Psychol. , 28(3) , Seiten 527-545
- HIRST W (1986)  
The Psychology of Attention  
in: LEDOUX JE & HIRST W (EDS) (1986)  
Mind and Brain: Dialogues in Cognitive Neuroscience  
Cambridge University Press , Cambridge , Seiten 105-141
- KAHNEMAN D (1973)  
Attention and Effort  
(1973)  
Prentice Hall , Eaglewood Cliffs
- KERKHOFF G (2004)  
Neglect und assoziierte Störungen  
(2004)  
Hogrefe-Verlag , Göttingen
- KÜHLWEIN HS (2006)  
Evaluation eines computergestützten Trainings zur geteilten Aufmerksamkeit  
(2006)  
Diplomarbeit Universität Erlangen
- KÜHLWEIN HS, SCHMUCKER M, LÖSEL F, KULKE H & SCHUPP W (2006)  
Evaluation eines computergestützten Trainings zur geteilten Aufmerksamkeit  
(2006)  
Poster präsentiert beim 45. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, 7.-21.9.2006,  
Nürnberg
- KULKE H, RÖHRING S, SCHUPP W, REULBACH U (2003)  
Restitution oriented Training of attentional disorders in a chronic stage – does it make sense?  
Poster beim Joint Venture der INS und der GNP in Berlin
- KULKE H (2007)  
Therapie der Aufmerksamkeit  
in:  
FINAUER G, GENAL B, KELLER I, KÜHNE W & KULKE H (2007)  
Therapiemanuale für die neuropsychologische Rehabilitation  
Springer Heidelberg
- LECLERQ M & ZIMMERMANN P (2002)  
Applied neuropsychology of Attention  
(2002)  
Psychology Press , New York
- LONGONI F, STURM W, WEIS S, HOLTEL C, SPECHT K, HERZOG H & WILLMES K (2000)  
Functional Reorganisation After Training of Alertness in Two Patients With Right-Hemisphere Lesions  
(2000)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 11(4) , Seiten 250-261
- LUCIUS-HOENE G (2005)  
Neuropsychologische Therapie als Psychotherapie  
in:  
WENDEL C, HEEL S, LUCIUS-HOENE G & FRIES W (2005)  
Zukunftswerkstatt Klinische Neuropsychologie  
Roderer Regensburg

- MADDEN DJ, TURKINGTON TG, PROVENZALE, JM, HAWK TC, HOFFMAN JM & COLEMAN RE (1997)  
Selective and Divided Visual Attention: Age Related Changes in Regional Blood Flow Measured by H2OPET  
(1997)  
Human Brain Mapping ,5 , Seiten 389-409
- MCDOWELL S, WHYTE J & D'ESPOSITO M (1997)  
Working Memory Impairments in Traumatic brain Injury: Evidence From a Dual-Task Paradigm  
(1997)  
Neuropsychologia , 35 , Seiten 1341-1353
- NEUMANN O (1987)  
Beyond Capacity: A Functional View of Attention  
in: HEUER H & SANDERS AF (EDS) (1987)  
Perspectives on Perception and Action  
Erlbaum , Hillsdale ,
- NIEMANN H, RUFF RM & BASER CA (1990)  
Computer-Assisted Attention Retraining In Head-Injured Individuals: A Controlled Efficacy Study of an Outpatient Program  
(1990)  
J Consult. Clin. Psychol , 58(6) , Seiten 811-817
- NORMAN DA & BOBROW DG (1975)  
On Data-Limited and Resource-Limited Processes  
(1975)  
Cognitive Psychology ,7 , Seiten 44-64
- PARK NW & INGLES JL (2001)  
Effectiveness of Attention Rehabilitation After an Acquired Brain Injury: A Meta-Analysis  
(2001)  
Neuropsychology , 15 , Seiten 199-210
- PARK NW, PROULX, GB & TOWERS WM (1999)  
Evaluation of the Attention Process Training Programme  
(1999)  
Neuropsychological Rehabilitation , 9(2) , Seiten 135-154
- PASHLER H, JOHNSTON JC & RUTHRUFF E (2001)  
Attention and Performance  
(2001)  
Ann.Rev. Psychol. ,52 , Seiten 629-651
- PIASETZKY EB, RATTOK J, BEN-YISHAY Y, LAKIN P, ROSS B & DILLER L (1983)  
Computerized ORM: A Manual for Clinical and Research Uses  
in: BEN-YISHAY Y (1983)  
Working Approaches to Remediation of Cognitive Deficits in Brain Damaged Persons  
NYU Medical Center, Rehabilitation Monograph , 66 , Seiten 1-40
- PLOHMANN AM, KAPOOS L, AMMANN W, THORDAI A, WITTEW A, HUBER S, BELLAICHE Y & LECHNER-SCOTT J (1998)  
Computer Assisted Retraining of Attentional Impairments in Patients With Multiple Sclerosis  
(1998)  
Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry , 64 , Seiten 455-462
- POSER U, KOHLER J, SEDLMEIER P & STRÄTZ A (1992)  
Evaluierung eines neuropsychologischen Funktionstrainings bei Patienten mit kognitiver Verlangsamung nach Schädelhirntrauma  
(1992)  
Zeitschrift für Neuropsychologie ,3 , Seiten 3-24

- POSNER MI (ED) (2004)  
Cognitive Neuroscience of Attention  
(2004)  
Guilford Press , New York
- REUTER BM & SCHÖNLE PW(1998)  
Computer-Assisted Neuropsychological Training in Neurological Rehabilitation  
Psychiatr Prax, 25(3): 117-121
- RIEPE J (2002)  
Neuropsychologische Therapie am Computer  
In:  
KASTEN E, SCHMID G & EDER R (2002)  
Effektive neuropsychologische Behandlungsmethoden  
Deutscher Psychologen-Verlag Bonn
- ROBERTSON ICH (2003)  
Rehabilitation of Attention  
(2003)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 14(3) , Seiten 165-170
- RÖHRING S, KULKE H, PEETZ H & REULBACH U (2002)  
Therapy of attentional deficits by telerehabilitation: improvements and their stability  
EFNS European Journal of Neurology 9, Suppl. 2, 162-221
- RÖHRING S, KULKE H, REULBACH U, PEETZ H & SCHUPP W (2004)  
Effektivität eines neuropsychologischen Trainings von Aufmerksamkeitsfunktionen im  
teletherapeutischen Setting  
(2004)  
Neurologische Rehabilitation ,10 , Seiten 239-246
- ROUSSEAU M, GODEFROY O, CABARET M, BENAÏM C & PRUVO JP (1996)  
Analyse et évolution des déficits cognitifs après ruptures des anéurysmes de l'artère communicante  
antérieure  
(1996)  
Revue Neurologique , 152 , Seiten 517-527
- KASTEN E, WÜST S, BEHRENS-BAUMANN W & SABEL BA (1998)  
Computer-based Training for the Treatment of Partial Blindness  
(1998)  
Nature Medicine , 4(9) , Seiten 1083-1087
- SAUR ANDREAS, MILLER ANNE & KOSMALLA EVA 2006 (2006)  
Geteilte Aufmerksamkeit - Trainings- und Transfereffekte - Eine Untersuchung anhand des DIVATT  
(2006)  
Projektbericht Universität Tübingen , Tübingen
- SCHENCK CH & MAHOWALD MW (1995)  
A Polysomnographically Documented Case of Adult Somnambulism with Long-Distance Automobile  
Driving and Frequent Nocturnal Violence: Parasomnia With Continuing Danger as a Noninsane  
Automatism?  
(1995)  
Sleep , 18(9) , Seiten 765-772
- SCHUMACHER EH, SEYMOUR TL, GLASS JM, FENCSEK DE, LAUBER EJ, KIERAS, DE & MEYER DE (2001)  
Virtually Perfect Time Sharing in Dual-Task-Performance: Uncorking the Central Cognitive Bottleneck  
(2001)  
Psychological Science , 12(2) , Seiten 101-108

- SCHUPP, W., KULKE, H., RÖHRING, S., PEETZ, H., SETZ, R., SEEWALD, B. & RUPP, E. (2001)  
Einsatz von Telerehabilitation in der ambulanten neurologischen Reha und Nachsorge  
referiert bei der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften (DGRW) 2001 in  
Hamburg
- SCHUPP, W., RÖHRING, S, PEETZ, H. KULKE, H. & REULBACH, U. (2002a)  
Die FIT - Studie - Tele-Rehabilitation in der Neuropsychologie  
Vortrag auf dem 10. Rehabilitationswissenschaftlichen  
Kolloquium in München
- SCHUPP, W., RÖHRING, S. KULKE, H., PEETZ, H. & REULBACH, U. (2002b)  
Home based neuropsychological training using tele therapy - practicability and  
first results  
Poster beim Weltkongreß für Neurologische Rehabilitation WCNR in Venedig
- SCHUPP W, KULKE H., SEEWALD B & RUPP E. (2002c)  
Teletherapie – ein neues Verfahren zur wirksamen Unterstützung der stationären und  
ambulanten Rehabilitation“  
Neurol Rehabil ,8,213-214
- SCHUPP W, KULKE H, RÖHRING S, PEETZ H, SETZ R, REULBACH U (2003)  
Teletherapy in Neurorehabilitation – a new approach for high frequent repetitive home based training in  
cognitive restoration”  
Poster beim 2. Weltkongreß der ISPRM in Prag
- SHALLICE T (1988)  
From Neuropsychology to Mental Structure  
(1988)  
Cambridge University Press , Cambridge
- SINGER RN (1985)  
Motorisches Lernen und menschliche Leistung  
Bad Homburg 1985
- SOHLBERG MM & MATEER CA (1987)  
Effectiveness of an Attention-Training Program  
(1987)  
J. Clin. Exp. Neuropsychology , 9 , Seiten 117-130
- SPAHN V (2007)  
Studie zur differentiellen Wirksamkeit verschiedener Gedächtnistrainingsverfahren nach  
Hirnschädigung  
bis dato unveröffentlicht
- SPELKE ES, HIRST W & NEISSER U (1976)  
Skills of Divided Attention  
Cognition , 4 , Seiten 215-230
- STURM W, DAHMEN W, HARTJE W & WILLMES K (1983)  
Ergebnisse eines Trainingsprogramms zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und  
Konzentrationsfähigkeit bei Hirngeschädigten  
(1983)  
Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten , 233 , Seiten 9-22
- STURM W & WILLMES K (1991)  
Efficacy of a reaction Training on Various Attentional and Cognitive Functions in Stroke Patients  
(1991)  
Neuropsychological Rehabilitation , 1 , Seiten 259-280
- STURM W, HARTJE W, ORGAß B & WILLMES K (1993)  
Computer-Assisted Rehabilitation of Attention Impairments

- in: STACHOWIAK FJ (ED) (1993)  
Developments in the Assessment and Rehabilitation of brain-Damaged Patients  
Narr , Tübingen , Seiten 17-20
- STURM W, HARTJE W, ORGAß B & WILLMES K (1994)  
Effektivität eines computergestützten Trainings von vier Aufmerksamkeitsfunktionen  
(1994)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 5(1) , Seiten 15-28
- STURM W (1996)  
Evaluation in Therapeutical Contexts: Attentional and Neglect Disorders  
(1996)  
European Review of Applied Psychology , 46 , Seiten 207-215
- STURM W, ORGAß B & HARTJE W (1996)  
AIXTENT - Trainingsprogramme zur spezifischen Therapie der Aufmerksamkeitsaktivierung  
(Alertness), selektiven Aufmerksamkeit, Aufmerksamkeits(ver)teilung und Vigilanz. Handanweisung  
(1996)
- STURM W, WILLMES K, ORGAß B & HARTJE W (1997)  
Do Specific Attention Deficits Need Specific Training ?  
(1997)  
Neuropsychological Rehabilitation , 7(2) , Seiten 81-103
- STURM W, DE SIMONE A, KRAUSE B, SPECHT K, HESSELMANN V, RADERMACHER I, HERZOG H, TELLMANN L,  
MÜLLER-GÄRTNER HW & WILLMES K (1999)  
Functional Anatomy of Intrinsic Alertness: Evidence for a Fronto-Parietal-Thalamic-Brainstem  
Network in the Right Hemisphere  
(1999)  
Neuropsychologia , 37 , Seiten 797-805
- STURM W, FIMM B, CANTAGALLO A, CREMEL N, NORTH P, PASSADORI A, PIZZAMIGLIO L, ROUSSEAU M,  
ZIMMERMANN P, DELOCHE G & LECLERQ M (2003)  
Specific Computerized Attention Training in Stroke and Traumatic Brain-Injured Patients  
(2003)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 14(4) , Seiten 283-292
- STURM W (2003)  
Functional Anatomy of Intensity Aspects of Attention  
(2003)  
Zeitschrift für Neuropsychologie , 14(3) , Seiten 181-190
- STURM W, LONGONI F, WEIS S, SPECHT K, HERZOG H, VOHN R, THIMM M & WILLMES K (2004)  
Functional Reorganisation in patients With Right Hemisphere Stroke after Training of Alertness: a  
Longitudinal PET and fMRI Study in Eight Cases  
(2004)  
Neuropsychologia , 42 , Seiten 434-450
- STURM W, SCHMENK B, FIMM B, SPECHT K, WEIS S, THRON A & WILLMES K (2005)  
Spatial Attention: More than Intrinsic Alerting?  
(2005)  
Exp. Brain Res. , ?? , Seiten ??
- STURM W (2005)  
Aufmerksamkeitsstörungen  
(2005)  
Hogrefe-Verlag , Göttingen
- STYLES EA (1997) ()  
The Psychology of Attention  
Taylor & Francis , London

- THIMM M, FINK GR, KÜST J, KARBE H & STURM W (2005)  
Impact of Alertness Training on Spatial neglect: A behavioural and fMRI study  
(2005)  
Neuropsychologia , ?? , Seiten ??
- TRAYKOVA MARITSA, TSEGELIDIS JULIANA & HAASE VIKTORIA 2005 (2005)  
Trainings-und Transfereffekte bei der Übung der geteilten Aufmerksamkeit  
(2005)  
Projektbericht Universität Tübingen , Tübingen ,
- UNVERHAU S (1998)  
Metakognitive Gedächtnistherapie  
(1998)  
Neurologische Rehabilitation , 4(6) , Seiten 294-300
- VAN DER HELDEN AHC (1992)  
Selective Attention in Vision  
(1992)  
Routledge & Kegan Paul , London ,
- VAN ZOMEREN AH & BROUWER WH (1994)  
Clinical Neuropsychology of Attention  
(1994)  
Oxford University Press , New York ,
- VAN ZOMEREN AH (1981)  
Reaction Time and Attention After Closed head Injury  
(1981)  
Rijksuniversiteit Groningen: Dissertation ,
- VAN ZOMEREN AH & VAN DEN BURG W (1985)  
Residual Complaints of Patients Two Years After Severe Head Injury  
(1985)  
Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry , 48 , Seiten 21-28
- WENDEL C, HEEL S, LUCIUS-HOENE G & FRIES W (2005)  
Zukunftswerkstatt Klinische Neuropsychologie  
Roderer Regensburg
- WESTHOFF K (1993)  
Zur Übbarkeit konzentrierte Arbeitens  
in: KLAUER KJ (1993)  
Kognitives Training  
Hogrefe-Verlag , Göttingen , Seiten 247-256
- WICKENS CD (1984)  
Processing Resources in Attention  
in: PARASURAMAN R & DAVIES DR (1984)  
Varieties of Attention  
Academic Press , New York , Seiten 63-102
- ZIMMERMANN P & FIMM B (2002)  
Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung 1.7  
(2002)  
Psytest , Herzogenrath , Seiten 63-102

## 13. TEST- UND TRAININGSMATERIAL

### AACHENER APHASIETEST

Hogrefe Testzentrale  
www.testzentrale.de  
[testzentrale@hogrefe.de](mailto:testzentrale@hogrefe.de)

### AIXTENT

Phoenix Software GmbH  
www.phnxsoft.com  
[info@phoenixsoftware.de](mailto:info@phoenixsoftware.de)

### APT

Lash and Associates Publishing  
www.lapublishing.com  
[information@lapublishing.com](mailto:information@lapublishing.com)

### COGPACK

Marker Software  
www.markersoftware.com  
[marker@markersoftware.com](mailto:marker@markersoftware.com)

### DAT

Schellig & Lassogga  
nicht mehr verfügbar

### DIVATT

H. Kulke  
www.sous-kulke.de  
[divtrain@sous-kulke.de](mailto:divtrain@sous-kulke.de)

### DIVTRAIN

H. Kulke  
www.sous-kulke.de  
[divtrain@sous-kulke.de](mailto:divtrain@sous-kulke.de)

### GETAU

AS-Reha-Software  
noch zu füllen

### ORM

Rusk Institute  
[ellen.daniels-zide@med.nyu.edu](mailto:ellen.daniels-zide@med.nyu.edu)

### REHACOM

Hasomed GmbH  
www.hasomed.de  
[info@hasomed.de](mailto:info@hasomed.de)

TAP

Psytest  
www.psytest-fimm.com  
[fimm.psytest@t-online.de](mailto:fimm.psytest@t-online.de)

TAP-K

Psytest  
www.psytest-fimm.com  
[fimm.psytest@t-online.de](mailto:fimm.psytest@t-online.de)

TMT

Hogrefe Testzentrale  
www.testzentrale.de  
[testzentrale@hogrefe.de](mailto:testzentrale@hogrefe.de)

## 14. DANKSAGUNG

An erster Stelle gebührt meiner Frau, Christa Sous-Kulke, großer Dank für ihre nie nachlassende Bereitschaft, mir trotz vielfältiger Pflichten den zeitlichen Freiraum zu verschaffen, den diese Arbeit erfordert hat, und mich immer wieder dann kreativ zur Weiterarbeit zu motivieren, wenn ich selbst kein Land mehr sah. Darüber hinaus gebührt besonderer Dank meiner Tochter, die in bis dato ungekannter Weise mir nicht nur Aufmerksamkeitsteilung durch familiäre Konflikte erspart hat, sondern auch durch ungewohnt fleißigen Einsatz in der Schule mir manche Sorge abgenommen hat, die die Fertigstellung dieser Arbeit erheblich behindert hätte.

Ich danke besonders Herrn Prof. Dr. Bruno Preilowski für die Anregung, das Feld der Trainierbarkeit von Aufmerksamkeitsleistungen systematisch zu bearbeiten, und seine geduldige Bereitschaft, mich als seit fast dreißig Jahren schwerpunktmäßig außerhalb der Universität tätigen neuropsychologischen Praktiker mit den Rahmenanforderungen einer Dissertation vertraut zu machen. Ich danke ihm für die Zeit, die er mir für fachliche Diskussionen zur Verfügung gestellt hat, seine vielfältigen Hilfen im Zusammenhang mit Projektarbeiten und seine stets konstruktiven Änderungsvorschläge in Studiendesign und Ergebnisformulierung. Ich habe mich bei ihm stets gut und warmherzig betreut gefühlt und seine kritischen Anmerkungen (wenn auch zugegebenermaßen gelegentlich nach initialem Zähneknirschen) daher durchweg positiv in meine Arbeit integrieren können. Ich danke darüber hinaus Frau Dr. Miriam Kunz von der Universität Bamberg für ihre wertvolle Beratung in statistischen Fragen, sowie Herrn Prof. Dr. Walter Sturm von der Universität Aachen für konstruktive theoretische Diskussionen.

Weiterer Dank gilt Herrn Dr. Wilfried Schupp, Chefarzt der Abteilung für Neurologie und Neuropsychologie der Fachklinik Herzogenaurach, für seine ideelle und organisatorische Unterstützung bei der Datenerhebung. Auf diesem Feld waren in dieser Phase auch einige Studierende besonders hilfreich, nennen möchte ich in diesem Zusammenhang insbesondere Frau Dipl.-Psych. Heike Kühlwein und Frau cand.psych. Viktoria Spahn.

Nicht zuletzt gilt ein besonderer Dank meinen Patientinnen und Patienten, die mir sehr wertvolle Erfahrungen vermittelt haben und durchweg spontan bereit waren, bei meinen Untersuchungen mitzuwirken.