

Leitlinie Diagnostik und Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen

Walter Sturm¹, Sabine George², Helmut Hildebrandt³, Paul Reuther⁴, Karin Schoof-Tams⁵ und Claus-Werner Wallesch⁶

¹Neurologische Klinik, Sektion Klinische Neuropsychologie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen,

²Deutscher Verband der Ergotherapeuten e. V.,

³Karlsbad Klinikum Bremen-Ost, Zentrum für Neurologie, und Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Oldenburg,

⁴Ambulantes Neurologisches Rehabilitationscenter Ahrweiler, Bad Neuenahr-Ahrweiler,

⁵Neurologische Klinik Westend, Bad Wildungen,

⁶Neurologische Klinik Elzach

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Diagnostik

Jede Untersuchung bei Verdacht auf Aufmerksamkeitsstörungen sollte mindestens je ein Verfahren zur Aufmerksamkeitsintensität und zur Selektivität umfassen. Rechts-hemisphärische, insbesondere parietale Schädigungen sollten immer (auch bei klinisch nicht auffälligem Neglect) zu einer Untersuchung der räumlichen Ausrichtung der Aufmerksamkeit führen (Empfehlungsstärke B (s. Tab. 3)).

- Die Verhaltensbeobachtung und Exploration des Patienten ist auch bei Aufmerksamkeitsstörungen ein wichtiger Bestandteil der neuropsychologischen Untersuchung. Mit Hilfe von Schätzskaalen und Fragebögen wird versucht, diese Verhaltensbeobachtung bei Aufmerksamkeitsstörungen zu systematisieren (Empfehlungsstärke B).

Therapie

- Bei der Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen hat sich in mehreren Therapiestudien gezeigt, dass die Therapie spezifisch auf das jeweilige Defizit zugeschnitten

sein muss. Insbesondere bei Störungen elementarer Aufmerksamkeitsfunktionen (Alertness, Vigilanz) kann es bei Anwendung zu komplexer Therapieprogramme zu Leistungsverschlechterungen kommen. Bewährt haben sich computergestützte Therapieverfahren, die spezifische Aufmerksamkeitsleistungen in alltagsähnlichen Situationen trainieren. Eine Einbeziehung des Therapeuten zur Überwachung des Trainingsfortschritts mit Rückmeldung an den Patienten und zum Einüben bestimmter Strategien sollte erfolgen. Eine ausreichende Anzahl und eine hohe zeitliche Dichte von Therapiesitzungen sind notwendig, um positive Ergebnisse zu erzielen (Empfehlungsstärke A (s. Tab. 3)).

- Diese überwiegend die Restitution fördernden Verfahren müssen durch andere Maßnahmen wie z.B. lerntheoretisch fundierte Methoden, durch Hilfen bei der Organisation des Alltags, aber auch durch Einbeziehung und Neuorganisation des Patientenumfelds ergänzt werden (Empfehlungsstärke A).

Definition

Aufmerksamkeitsstörungen gehören neben Störungen des Gedächtnisses zu den häufigsten Folgen von Hirnschädigungen unterschiedlichster Ätiologie und Lokalisation und sind oft auch bei psychiatrischen Erkrankungen (Schizophrenie, Depression, ADHS) zu beobachten. Patienten

können bei Vorliegen schwerwiegender Aufmerksamkeitsprobleme oft nicht von der Rehabilitation profitieren, selbst wenn andere kognitive Funktionen relativ unbeeinträchtigt sind. Sogar die Rückbildung motorischer Störungen kann durch Aufmerksamkeitsstörungen des Patienten beeinflusst werden (Robertson et al. 1995, Hjaltason et al. 1996, Robertson et al. 1997, Samuelsson et al. 1998). Der Untersuchung und der Rehabilitation von Aufmerksamkeitsleistungen kommt daher eine zentrale Bedeutung zu.

Nach psychologischen und neuropsychologischen Aufmerksamkeits-theorien lassen sich mindestens 5 Aufmerksamkeitskomponenten unterscheiden, die je nach Art und Lokalisation der Hirnschädigung unterschiedlich betroffen sein können (Sturm 2005):

- Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness)
- Längerfristige Aufmerksamkeitszuwendung (Dauer-aufmerksamkeit, Vigilanz)
- Räumliche Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus
- Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit
- Geteilte Aufmerksamkeit, Aufmerksamkeitsflexibilität, Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus

Andere Aufmerksamkeitstheorien unterscheiden auch zwischen automatischen und kontrollierten Verarbeitungsprozessen oder betonen die Zielgerichtetheit und kognitive Steuerung aufmerksamkeitsgeleiteter Handlungen, so dass diese Aufmerksamkeitsaspekte bei der Diagnostik und Therapie berücksichtigt werden sollten. Ebenso können Aufmerksamkeitsstörungen spezifisch in bestimmten Sinnesmodalitäten auftreten (Wagensonner u. Zimmermann 1991).

Ätiologie von Aufmerksamkeitsstörungen

Aufmerksamkeitsstörungen können bei nahezu allen neurologischen Erkrankungen auftreten, die das zentrale Nervensystem betreffen. Je nachdem, ob diese Erkrankungen zu eher umschriebenen, lokalisierten Schädigungen des Gehirns führen (wie z. B. ein Schlaganfall) oder zu eher diffusen Beeinträchtigungen (wie Schädel-Hirn-Traumen oder degenerative Erkrankungen), können die Funktionsstörungen im Aufmerksamkeitsbereich eher spezifisch oder global sein.

Zerebrovaskuläre Erkrankungen

Nach Läsionen im Hirnstammanteil der *Formatio reticularis* (Mesulam 1985) und nach Schlaganfällen insbesondere im Bereich der mittleren Hirnarterie (*A. cerebri media*) der rechten Hirnhälfte können sowohl Störungen der Aufmerksamkeitsaktivierung als auch der Vigilanz und der längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung auftreten (Posner et al. 1987).

Während das retikuläre System des Hirnstamms die „noradrenerge Quelle“ der Aufmerksamkeitsaktivierung ist (Stuss u. Benson 1984), steuert das frontothalamische „Gating-System“ die selektive und gerichtete Zuordnung dieser Aufmerksamkeitsaktivierung. Läsionen dieses Systems führen zu einer eingeschränkten Selektivität für externe Stimuli und zu erhöhter Ablenkbarkeit, d. h. zu Störungen der Aufmerksamkeitsfokussierung.

Läsionen insbesondere frontaler Anteile der linken Hirnhälfte ziehen ebenfalls Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeits-Selektivität speziell in Situationen nach sich, in denen schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten einer Aufgabe getroffen werden müssen (Dee u. van Allen 1973, Sturm u. Büsing 1986).

Störungen der räumlichen Aufmerksamkeit können ebenfalls selektiv durch lokalisierte Hirnschädigungen beeinträchtigt werden. Schädigungen des posterioren Parietallappens scheinen insbesondere zu Störungen des Lösens (*disengage*) der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu führen, wenn die Aufmerksamkeit zu einem Zielreiz in der Raumhälfte gegenüber der Läsionsseite verschoben werden soll (Posner et al. 1984). Hier ist auch eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen zu sehen (siehe Leitlinie „Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition“).

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen besonders häufig nach bilateralen frontalen vaskulären Schädigungen aufzutreten (Rousseaux et al. 1996).

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Zusammen mit Gedächtnisstörungen stellen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen das häufigste neuropsychologische Defizit nach einem SHT dar. Der konsistenteste Befund nach SHT ist eine allgemeine, unspezifische Verlangsamung der Informationsverarbeitung. Die Ursache dieser Funktionsstörungen nach SHT bleibt jedoch weitgehend unklar. Als pathologisches Korrelat der Schädigung infolge vor allem rotationaler Beschleunigung des Gehirns werden unter anderem „diffuse axonale Schädigungen“ diskutiert bzw. ein Hypometabolismus in präfrontalen und zingulären Hirnarealen (Fontaine et al. 1999).

Multiple Sklerose

Kognitive Verlangsamung und erhöhte Reaktionsvariabilität bei zu Beginn der Erkrankung häufig noch erhaltener Leistungsgüte ist ein weit verbreitetes Defizit bei Patienten mit Multipler Sklerose, so dass Tests mit Reaktionszeiterfassung bei dieser Erkrankung von besonderer Bedeutung sind. Diese Verlangsamung ist offensichtlich von den einzelnen Unterfunktionen der Aufmerksamkeitsleistung relativ unabhängig. Als neuronale Grundlage wird eine diffus lokalisierte axonale Schädigung und Demyelinisierung angenommen, deren Pendant, ein generell er-

höhtes Ausmaß an Hirnatrophie, auch nachgewiesen werden konnte (z. B. Lazeron et al. 2006).

Neurodegenerative Erkrankungen

Bereits im frühen Stadium der Alzheimer-Demenz (AD) sind oft Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Sie scheinen häufig zwar erst nach Gedächtnisstörungen, aber noch vor Beeinträchtigungen von Sprache und räumlichen Leistungen aufzutreten (Perry et al. 2000). Andere Befunde weisen auf eine relative Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung und visuell-räumlichen Aufmerksamkeit, aber auch auf frühe Störungen der selektiven Aufmerksamkeit hin. Im Verlauf der Erkrankung nehmen auch Störungen der inhibitorischen Kontrolle zu.

Bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ sind fluktuierende Aufmerksamkeitsleistungen und Defizite in der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ein zentrales diagnostisches Kriterium. Neuere Studien (Calderon et al. 2005) fanden, dass die Patienten sogar in nahezu allen Aufmerksamkeitsfunktionen (Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) signifikant schlechtere Ergebnisse als AD-Patienten zeigen.

Patienten mit Morbus Parkinson oder Chorea Huntington zeigen in der Regel keine Defizite bei der phasischen Alertness und bei Vigilanz-Aufgaben, wohingegen Patienten mit progressiver supranukleärer Paralyse (Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom) unter derartigen Störungen leiden.

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen ein generelles Problem demenzieller Erkrankungen in späteren Erkrankungsstadien zu sein.

Depression und Aufmerksamkeitsstörungen

Auch bei Depression stehen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen im Vordergrund der kognitiven Funktionsbeeinträchtigungen. In erster Linie sind bewusste, kognitiv gesteuerte Funktionen betroffen. Speziell die Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur Aufmerksamkeits(ver)teilung konnte als prognostischer Parameter identifiziert werden (Majer et al. 2004). Nur bei sehr schweren Depressionen können auch Störungen der automatischen Verarbeitung vorliegen (Hartlage et al. 1993). Depressive Patienten schätzen im Gegensatz zu z. B. Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ihre Leistungen oft schlechter ein, als sie tatsächlich bei der psychometrischen Untersuchung sind. Farrin et al. (2003) konnten zeigen, dass diese negative Selbsteinschätzung z. B. bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit zu „Katastrophenreaktionen“ nach Fehlern mit unmittelbar anschließend verlängerten Reaktionszeiten führen kann. SHT-Patienten zeigten derartige Reaktionen nicht.

Diagnostik

Die Diagnose von Aufmerksamkeitsstörungen setzt den Einsatz entsprechend spezifischer und sensibler Testverfahren voraus. Durch die vielfältigen Facetten der Aufmerksamkeitsstörungen und aufgrund der Tatsache, dass die Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen meist mit anderen Defiziten, z. B. Wahrnehmungsstörungen, Störungen des Gedächtnisses oder Sprachstörungen konfundiert sind, sind häufig differenzialdiagnostische Abgrenzungen notwendig.

Die eingehende diagnostische Untersuchung der unterschiedlichen Aufmerksamkeitsfunktionen ist Aufgabe des qualifizierten Neuropsychologen, da nur eine genaue Kenntnis der psychologischen und neuropsychologischen Theorien und der Paradigmen, die den Untersuchungsverfahren zugrunde liegen, sowie der funktionellen Netzwerke, die Aufmerksamkeitsleistungen kontrollieren, eine kompetente Diagnosestellung gewährleisten. Da die Qualität von Aufmerksamkeitsleistungen oft in besonders hohem Maße von der Geschwindigkeit der Aufgabenverarbeitung abhängt, haben sich in den letzten Jahren vor allem computergestützte Verfahren etabliert, die neben einer Fehleranalyse auch diese zeitabhängigen Aufmerksamkeitsparameter genau und zuverlässig messen können.

Insbesondere bei der Untersuchung basaler Aufmerksamkeitsfunktionen (Alertness, Daueraufmerksamkeit) kommt der Zeitmessung eine hohe Relevanz zu. Sowohl rasche als auch richtige Reaktionen sind wichtige Parameter für eine gute Leistung bei der selektiven Aufmerksamkeit. Zeigen Patienten allerdings schon bei einfachen Reaktionsaufgaben deutlich verlangsamte Reaktionszeiten, sind Reaktionsbeeinträchtigungen bei komplexeren Aufmerksamkeitsstests (z. B. selektive, fokussierte, geteilte Aufmerksamkeit) eher als Störung der „Alertness“ zu interpretieren. Hier ist dann in erster Linie die Fehlerzahl zur Beurteilung der Selektivität relevant. Es kann bei Patienten mit Alertness-Beeinträchtigungen allerdings auch vorkommen, dass sie bei komplexeren Anforderungen geringere Reaktionszeitdefizite zeigen als bei typischen „Alertness-Tests“. Dies liegt in der höheren „extrinsischen“ Stimulierung der Patienten bei höheren Aufgabenanforderungen begründet und darf nicht als Hinweis auf eine ungestörte kognitive Kontrolle der „intrinsischen“, d. h. intern gesteuerten Aufmerksamkeitsaktivierung interpretiert werden.

Klinische Symptome von Aufmerksamkeitsstörungen, bei denen Patienten einer ausführlichen Diagnostik unterzogen werden sollten

Typische Klagen von Patienten mit vermuteten Aufmerksamkeitsdefiziten beziehen sich auf Konzentrationsstörungen, Benommenheit, rasche Ermüdbarkeit, Intoleranz

gegenüber Geräuschen und die Unfähigkeit, mehrere Dinge gleichzeitig tun zu können.

Stehen erhöhte Ermüdbarkeit und verringerte Belastbarkeit im Vordergrund, lassen sich Alertness- oder Daueraufmerksamkeitsprobleme vermuten. Eine erhöhte Ablenkbarkeit kann als Anzeichen einer Störung der Aufmerksamkeitsfokussierung gelten.

Ein zentraler Aspekt komplexer Aufmerksamkeitsleistungen ist die Vorstellung einer beschränkten Kapazität. Dieses Konzept einer beschränkten Aufmerksamkeitskapazität hat einen klaren Bezug zu dem klinisch relevanten Aspekt der geteilten Aufmerksamkeit. Viele Patienten klagen über Schwierigkeiten in Situationen, in denen mehrere Dinge gleichzeitig von ihnen verlangt werden. Eine reduzierte Aufmerksamkeitskapazität erhält dadurch noch eine zusätzliche Bedeutung, dass ein Patient u. U. Leistungen, die er früher automatisch ausführen konnte, wie Gehen oder Sprechen, nur noch kontrolliert, d. h. unter erhöhten Aufmerksamkeitsanforderungen ausführen kann. Eine reduzierte Aufmerksamkeitskapazität beschränkt somit auch seine Möglichkeiten zur Kompensation eines Defizits.

Störungen des Loslösens (disengage) der räumlichen Aufmerksamkeit von einem einmal eingenommenen Aufmerksamkeitsfokus können eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen sein. Neglect-Symptome sind auch oft mit Störungen der Alertness oder Dauer-aufmerksamkeit assoziiert (Robertson et al. 1995).

Unverzichtbare Aspekte der Diagnostik (Empfehlungsstärke A)

Der eingehenden diagnostischen Untersuchung der oben genannten Aufmerksamkeitsfunktionen kommt in der klinischen Neuropsychologie eine besondere Bedeutung zu und insbesondere bei neuropsychologischen Gutachten sollte jede dieser Aufmerksamkeitsfunktionen berücksichtigt werden. Jede Untersuchung bei Verdacht auf Aufmerksamkeitsstörungen sollte mindestens je ein Verfahren zur Aufmerksamkeitsintensität (z. B. Alertness-Test, ggf. je einmal am Anfang und am Ende der Untersuchung zur Erfassung von Ermüdungstendenzen und Belastbarkeitsstörungen) und zur Selektivität (z. B. Untersuchung der Aufmerksamkeitsteilung mit separater Beurteilung der einzelnen Aufgabenkomponenten) umfassen. Rechtshemisphärische, insbesondere parietale Schädigungen sollten immer (auch bei klinisch nicht auffälligem Neglect) zu einer Untersuchung der räumlichen Ausrichtung der Aufmerksamkeit führen (Expertenempfehlung Arbeitskreis Aufmerksamkeit und Gedächtnis der GNP: Evidenzklasse IV).

Aufmerksamkeitsdiagnostik bei Fahreignungsuntersuchungen

Der Untersuchung von Aufmerksamkeitsfunktionen kommt laut Fahrerlaubnis Verordnung (FEV) neben der Erfassung spezifischer verkehrsbezogener Leistungen eine besondere Bedeutung zu. Eine Untersuchung der Fahreignung hirngeschädigter Patienten sollte sich an den Begutachtungs-Leitlinien des Gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr (Lewrenz 2000) orientieren. Auf rechtliche Probleme bei der Fahreignungsuntersuchung hirngeschädigter Patienten gehen Mönning et al. (1997) ein. Bei einer Untersuchung der Fahrtauglichkeit aphasischer Patienten (Hartje et al. 1991) sind es eher komplexere Aufmerksamkeitsleistungen, in denen sich die Patienten mit bestandener bzw. nicht bestandener Fahrprobe unterscheiden. Zum Standard einer neuropsychologischen Untersuchung zur Fahreignung sollten daher sowohl Untersuchungsverfahren zur Erfassung der elementaren Reaktionsgeschwindigkeit als auch Tests zur selektiven und insbesondere zur geteilten Aufmerksamkeit gehören. Diese Verfahren werden in der Regel durch spezifische, fahreignungsbezogene Testverfahren (z. B. tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest [TAVT]; Wiener Testsystem; siehe auch Kubitzki 1994) und Verfahren zur visuellen Suche (z. B. Linienvorfahrungstest [LVT]; Wiener Testsystem; Unter-test „Visuelles Scanning“ aus der TAP) ergänzt. Da die Patienten oft ihre eigenen Fahrleistungen nicht realistisch einschätzen können, ist heute eine zusätzlich zur neuropsychologischen Untersuchung durchgeführte praktische Fahrprobe die Regel. Auch Patienten mit relativ schlechten Testergebnissen können oft aufgrund langjähriger Fahrpraxis und Erfahrungen gewisse Aufmerksamkeitsdefizite in der praktischen Fahrsituation kompensieren.

Ergänzende wichtige Untersuchungen (Empfehlungsstärke A)

Die Verhaltensbeobachtung und Exploration des Patienten sind ein wichtiger Bestandteil jeder neuropsychologischen Untersuchung. Mit Hilfe von Schätzskaleten und Fragebögen wird versucht, diese Verhaltensbeobachtung bei Aufmerksamkeitsstörungen zu systematisieren. So umfasst der „Fragebogen erlebter Defizite der Aufmerksamkeit“ (FEDA; Zimmermann et al. 1991) Fragen zu den Bereichen „Ablenkbarkeit und Verlangsamung bei geistigen Prozessen“, „Ermüdung und Verlangsamung bei praktischen Tätigkeiten“ sowie zum „Antrieb“ (Sturm 2005). In der Ergotherapie erfolgt die Verhaltensbeobachtung in komplexeren Alltagssituationen, beispielsweise im Haushalt, im Straßenverkehr und am Arbeitsplatz.

Therapie

Angesichts der Erkenntnis, dass Aufmerksamkeit in verschiedene Komponenten unterteilt werden kann und dass diese Komponenten infolge distinkter Hirnschädigungen im individuellen Fall in jeweils unterschiedlicher Weise beeinträchtigt sein können, gehen die meisten Aufmerksamkeitstherapieansätze davon aus, dass Aufmerksamkeitsfunktionen durch Stimulation einer bestimmten Aufmerksamkeitskomponente verbessert werden können.

Therapieeffizienz in der postakuten Phase

Bei der Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen ist eine sorgfältige Diagnostik Voraussetzung, da sich in mehreren Studien gezeigt hat, dass die Therapie spezifisch auf das jeweilige Defizit zugeschnitten sein muss.

Bewährt haben sich computergestützte Therapieverfahren, die spezifische Aufmerksamkeitsleistungen in alltagsähnlichen Situationen trainieren. Der Wirksamkeitsnachweis für diesen Therapieansatz wurde sowohl für vasculäre als auch für traumatische Hirnschädigungen in der postakuten Phase (Sturm et al. 1994, Sturm et al. 1997, Sohlberg et al. 2000, Sturm et al. 2004) und für MS-Patienten sowie bei Epilepsie erbracht (Plohmann et al. 1998, Engelberts et al. 2002) (s. Tab. 1). Spezifisches computergestütztes Aufmerksamkeitstraining führt darüber hinaus zu besseren Langzeiterfolgen als unspezifische Computertherapie (Gray et al. 1992).

Tabelle 1

Evaluierte computergestützte Therapieverfahren

Empfehlungsstärke A:	– Attention Process Training (APT; Sohlberg et al. 1987, Parker al. 1999, Sohlberg et al. 2000) – AIXTENT und CogniPlus AIXTENT II (Sturm et al. 1994, Plohmann et al. 1998, Sturm et al. 1997, Engelberts et al. 2002, Sturm et al. 2004)
-----------------------------	---

Empfehlungsstärke B:	– RehaCom (Höschel et al. 1996)
-----------------------------	---------------------------------

Verschiedene Untersuchungen bei chronisch geschädigten Patienten zeigen, dass schwer beeinträchtigte Patienten oft besonders deutlich von der Therapie profitieren (Sturm et al. 1983, Sturm u. Willmes 1991). Bei Alertness- und Vigilanzdefiziten lassen sich auch nach schweren Beeinträchtigungen Verbesserungen bis in den überdurchschnittlich guten Leistungsbereich erzielen (Sturm et al. 1994, Sturm et al. 1997, Sturm et al. 2004). Bei Störungen dieser Aufmerksamkeitsfunktionen (Alertness, Vigilanz) kann es bei Anwendung zu komplexer Therapieprogramme aber auch zu Leistungsver schlechterungen kommen. Dies hat sich sowohl für Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma als auch für Patienten nach Schlaganfall jeweils in der postakuten Phase gezeigt.

Insgesamt zeigen viele Untersuchungen, dass die Anwesenheit eines Therapeuten, der die Leistung des Patienten überwacht und Erfolgsrückmeldung gibt, sehr wichtig ist (Ponsford u. Kinsella 1988, Wilson u. Robertson 1992, Niemann et al. 1990).

Lerntheoretisch fundierte Methoden (Wood 1986) und Hilfen bei der Organisation des Alltags (z. B. Vermeidung von Ablenkung, Einlegen von Pausen; siehe Niemann et al. 1990), aber auch die Einbeziehung und Neuorganisation des Patienten Umfelds, zeigen ergänzende Wirksamkeit.

Bei Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma und bei Epilepsie ist auch eine Kompensationstherapie erfolgreich, die den Patienten hilft, ihre verlangsamte Informationsverarbeitung und den „Informations-Overload“ auszugleichen (Fasotti et al. 2000, Engelberts et al. 2002). Für die Epilepsiepatienten war die Kompensationstherapie sogar wirksamer als die Therapie mit Übungen am PC.

Therapieeffizienz in der akuten Phase

In der akuten Phase nach Schlaganfall oder SHT gibt es widersprüchliche Ergebnisse zur Effizienz des Aufmerksamkeitstrainings. Während Sturm et al. (1991) nach Schlaganfall in der Akutphase zumindest bei einigen Aufgaben über Spontanremission hinausgehende Effekte eines Reaktionstrainings (insbesondere bei Wahrnehmungstempo und selektiver Aufmerksamkeit) fanden, konnten Novack et al. (1996) und Ponsford u. Kinsella (1988) bei SHT-Patienten keine über Spontanremission und Übungseffekte hinausgehenden Effekte verschiedener Therapieansätze nachweisen.

Unverzichtbare Aspekte der Therapie (Empfehlungsstärke A)

- Bei der Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen ist eine sorgfältige Diagnostik Voraussetzung, da sich in mehreren Therapiestudien gezeigt hat, dass die Therapie spezifisch auf das jeweilige Defizit zugeschnitten sein muss. Insbesondere bei Störungen elementarer Aufmerksamkeitsfunktionen (Alertness, Vigilanz) kann es bei Anwendung zu komplexer Therapieprogramme zu Leistungsver schlechterungen kommen. Bewährt haben sich computergestützte Therapieverfahren, die spezifische Aufmerksamkeitsleistungen in alltagsähnlichen Situationen trainieren.
- Die Therapie sollte ein Training in verschiedenen sensorischen Modalitäten und verschiedenen Komplexitätsstufen umfassen. Eine Einbeziehung des Therapeuten zur Überwachung des Trainingsfortschritts mit Rückmeldung an den Patienten und zum Einüben bestimmter Strategien wird empfohlen. Ein Fazit aller Effizienzstudien ist, dass eine ausreichende Anzahl und eine hohe zeitliche Dichte von Therapiesitzungen notwendig sind, um positive Ergebnisse zu erzielen. Einige wenige und

zeitlich weit auseinander liegende Sitzungen bewirken in der Regel kaum etwas.

Ergänzende wichtige Therapieverfahren (Empfehlungsstärke A)

Die übenden, die Restitution anregenden Verfahren müssen durch andere Maßnahmen wie z.B. lerntheoretisch fundierte Methoden, durch Hilfen bei der Organisation des Alltags aber auch durch Einbeziehung und Neuorganisation des Patienten Umfelds (Kompensationsverfahren) ergänzt werden. Hierzu kann die Neugestaltung von Arbeitsplatz und häuslichem Umfeld gehören, die einerseits „reizarm“ zur Vermeidung von Ablenkungen, andererseits z. B. durch farbliche Markierung des eigentlichen Arbeitsbereichs „aufmerksamkeitsfokussierend“ gestaltet werden sollten. Angehörige und Kollegen, die als Co-Therapeuten mit einbezogen werden können, sollten über die Einschränkungen der Aufmerksamkeitskapazität eines Patienten informiert werden und so selbst eine Reizüberflutung vermeiden. Dies kann durch bestimmte Regeln bei der Kommunikation, durch überschaubare Aufgabengestaltung, reduziertes Anforderungstempo und durch strikte Einhaltung von Pausenzeiten unterstützt werden.

Pharmakologische Therapieansätze

Aufmerksamkeitsfunktionen sind von verschiedenen Neurotransmitter-Systemen abhängig. Insofern ist eine pharmakologische Modulation oder sogar ein Enhancement bei Aufmerksamkeitsstörungen naheliegend. Eine Metaanalyse und Leitlinie für neuropsychologische Defizite nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT) wurde von der Neurobehavioral Guidelines Working Group der US Neuro-Trauma Foundation (2006) vorgelegt. Die Leitlinie gibt folgende Empfehlungen:

- **Phenytoin** sollte in der Postakutphase nach schwerem SHT nur bei strenger Indikation gegeben werden, da Hinweise für eine Verschlechterung kognitiver Funktionen nach einem Monat, allerdings nicht mehr nach 12 Monaten vorliegen (Dikmen et al. 1991). Wenn sich die Notwendigkeit einer antikonvulsiven Behandlung ergibt, sind hinsichtlich ihrer kognitiven Nebenwirkungen Valproat und Carbamazepin vorzuziehen.
- **Methylphenidat** (0,25–0,30 mg/ kg 2x täglich) wird zur Verbesserung von Aufmerksamkeitsfunktionen empfohlen. Die stärkste Evidenz liegt für Verarbeitungsgeschwindigkeit, Daueraufmerksamkeit (sustained attention) und Vigilanz vor (Whyte et al. 1997, Whyte et al. 2004).
- **Donepezil** verbessert Aufmerksamkeitsfunktionen bei Patienten nach mäßigem bis schwerem SHT im subakuten und chronischen Stadium, unter anderem hinsichtlich der Daueraufmerksamkeit (Zhang et al. 2004).

- Als Optionen nennt die Leitlinie den Einsatz von **Amantadin** zur Verbesserung von Aufmerksamkeit und Konzentration nach mäßigem bis schwerem SHT (nur Fallserien), die Gabe von **Dextroamphetamin** bei Leistungsschwankungen in aufmerksamkeitsabhängigen und Arbeitsgedächtnis fordernden Aufgaben (nur Fallserien) sowie die Gabe von **Physostigmin** zur Verbesserung von Aufmerksamkeitsfunktionen in der subakuten und chronischen Phase nach mäßigem bis schwerem SHT (Levin et al. 1996).

Neben SHT sowie kognitiven Defiziten bei Aufmerksamkeits-Hyperaktivitätssyndrom und Psychosen, die hier nicht referiert werden sollen, liegen kontrollierte randomisierte Studien für einzelne weitere Ätiologien und Aufmerksamkeitsfunktionen vor:

- Bei Patienten mit Lernstörungen nach überlebtem Malignom in der Kindheit (akute lymphatische Leukämie, Hirntumoren) verbessert **Methylphenidat** Aufmerksamkeitsmaße, kognitive Flexibilität und Bearbeitungsgeschwindigkeit im Stroop-Test (Conklin et al. 2007).
- **Rivastigmin** wirkt sich bei Parkinson-Demenz positiv auf die Funktionen Fokussierung und Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit sowie auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit aus (Wesnes et al. 2005).

Donepezil ist für die Behandlung der Alzheimer-Demenz zugelassen, Rivastigmin außerdem für die Behandlung der Demenz bei Parkinson-Syndrom. Methylphenidat ist in Deutschland nur für das ADHS bei Kindern und Jugendlichen zugelassen, Amantadin für die Behandlung des Morbus Parkinson sowie als Virustatikum. Dextroamphetamin ist in Deutschland nicht verkehrsfähig und als Betäubungsmittel auch nicht ohne Weiteres über die internationale Apotheke zu beziehen. Physostigmin besitzt eine Zulassung als injizierbares Antidot.

Vor diesem Hintergrund sind alle hier vorgeschlagenen Behandlungen außer der mit Cholinesterasehemmern bei Demenz **off-label**.

Expertengruppe

Sabine George (DVE), Deutscher Verband der Ergotherapeuten e. V., Karlsbad
 Prof. Dr. Helmut Hildebrandt (DGNR + GNP), Klinikum Bremen-Ost, Zentrum für Neurologie, und Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Oldenburg
 Dr. Paul Reuther (BDN, BVDN, BV-ANR), Ambulantes Neurologisches Rehabilitationscenter Ahrweiler, Bad Neuenahr-Ahrweiler
 Dr. Karin Schoof-Tams (GNP), Neurologische Klinik Westend, Bad Wildungen
 Prof. Dr. Walter Sturm (GNP), Neurologische Klinik, Sektion Klinische Neuropsychologie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen

Prof. Dr. Claus-Werner Wallesch (DGN), Neurologische Klinik Elzach

Federführend: Prof. Dr. Walter Sturm (GNP), Neurologische Klinik, Sektion Klinische Neuropsychologie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen E-Mail: sturm@neuropsych.rwth-aachen.de

Diese Leitlinie entstand ohne Einflussnahme oder Unterstützung durch die Industrie. Prof. Sturm ist maßgeblich in das Computerprogramm AIXTENT involviert.

Literatur

Die Quellen werden entsprechend der Evidenz-Härtegrade zur Bewertung von Studien angegeben. Diese sind nach ÄZQ (Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ S. 41) folgendermaßen definiert:

Tabelle 2
Evidenzhärtegrade nach ÄZQ

Härtegrad	Evidenz aufgrund von
Ia	Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien
Ib	Mindestens einer randomisierten, kontrollierten Studie
IIa	Mindestens einer gut angelegten kontrollierten Studie ohne Randomisation
IIb	Mindestens einer anderen Art von gut angelegter, quasiexperimenteller Studie
III	Gut angelegter, nichtexperimenteller, deskriptiver Studien, wie z. B. Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fallkontrollstudien
IV	Berichten der Expertenausschüsse oder Expertenmeinungen und/oder klinischen Erfahrungen anerkannter Autoritäten

Einteilung der **Empfehlungsklassen** nach AHCP 1993 (Das Leitlinien-Manual von AWMF und ÄZQ S.43):

Tabelle 3
Empfehlungsklassen nach AHCP 1993

Klasse	Evidenzgrade	Erläuterung ist belegt durch
A	Ia, Ib	Schlüssige Literatur guter Qualität, die mindestens eine randomisierte Studie enthält
B	IIa, IIb, III	Gut durchgeführte, nicht randomisierte Studien
C	IV	Berichte und Meinungen von Expertenkreisen und/oder klinischer Erfahrung anerkannter Autoritäten. Weist auf das Fehlen direkt anwendbarer klinischer Studien guter Qualität hin

Evidenzgrad I

- Engelberts, N.H., Klein, M., Ader, H.J., Heimans, J.J., Trenite, D.G., & van der Ploeg, H.M. (2002). The effectiveness of cognitive rehabilitation for attention deficits in focal seizures: a randomized controlled study. *Epilepsia*, 43, 587–595.
- Fasotti, L., Kovacs, F., Eling, P.A.T.M., & Brouwer, W.H. Time pressure management as a compensatory strategy training after closed head injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 10, 47–65.
- Gray, J.M., Robertson, I., Pentland, B., & Anderson, S. (1992). Microcomputerbased attentional retraining after brain damage: a randomized group controlled trial. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 97–115.
- Novack, T.A., Caldwell, S.G., Duke, L.W., Bergquist, T.F., & Gage, R.J. (1996). Focused versus unstructured intervention for attention deficits after traumatic brain injury. *Head Trauma Rehabilitation*, 11, 52–60.
- Niemann, H., Ruft, R.M., & Baser, C.A. (1990). Computer assisted attention retraining in head injured individuals: a controlled efficacy study of an out-patient program. *Consulting and Clinical Psychology*, 58, 811–817.
- Sohlberg, M.M., McLaughlin, K., Pavese, A., Heidrich, A., & Posner, M. (2000). Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 656–676.

Evidenzgrad II

- Cicerone, K. (2002). Remediation of 'working attention' in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 16, 185–195.
- Ponsford, J.L., & Kinsella, G. (1988). Evaluation of a remedial Programme for attentional deficits following closed head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 693–708.
- Sohlberg, M.M., & Mateer, C.A. (1987). Effectiveness of an attentional training program. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9, 117–130.
- Strache, W. (1987). Effectiveness of two modes of training to overcome deficits of concentration. *International Journal of Rehabilitation Research*, 10 (Suppl 5), 141S–145S.
- Sturm, W., & Willmes, K. (1991). Efficacy of a reaction training on various attentional and cognitive functions in stroke patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1, 259–280.

Evidenzgrad III

- Ethier, M., Braun, C., & Baribeau, J.M.C. (1989). Computer-dispensed cognitive-perceptual training of closed head injury patients after spontaneous recovery. Study 1: speeded tasks. *Canadian Journal of Rehabilitation*, 2, 223–233.
- Gansler, D.A., McCaffrey, R.J. (1991). Remediation of chronic attention deficits in traumatic brain-injured patients. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 6, 335–353.
- Gauggel, S., & Niemann, T. (1996). Evaluation of a short-term computer-assisted training Programme for the remediation of attentional deficits after brain injury: A preliminary study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 19, 229–239.
- Gray, J.M., & Robertson, I. (1989). Remediation of attentional difficulties following brain injury: 3 experimental Single case studies. *Brain Injury*, 3, 163–170.

- Park, N.W., Proulx, G.B., & Towers, W.M. (1999). Evaluation of attention process training Programme. *Neuropsychological Rehabilitation*, 9, 135–154.
- Plohmman, A., Kappos, L., Ammann, W., Thordai, A., Wittwer, A., Huber, S., Bellaiche, Y., & Lechner-Scott, J. (1998). Computer assisted retraining of attentional impairments in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 64, 455–462.
- Sturm, W., Hartje, W., Orgass, B., & Willmes, K. (1994). Effektivität eines computergestützten Trainings von vier Aufmerksamkeitsfunktionen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 5, 15–28.
- Sturm, W., Willmes, K., Orgass, B., & Hartje, W. (1997). Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychological Rehabilitation*, 7, 81–103.
- 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. *Neuropsychologia*, 42, 434–450.
- Wilson, B., & Robertson, I.H. (1992). A home based Intervention for attentional slips during reading following head injury: a Single case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 193–205.
- Whyte, J., Hart, T., Vaccaro M., Grieb-Neff, P., Risser, A., Polansky, M., & Coslett, H.B. (2004). Effects of methylphenidate on attention deficits after traumatic brain injury: a multidimensional, randomized, controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, 401–420.
- Wood, R.L. (1986). Rehabilitation of patients with disorders of attention. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 1, 43–53.
- Ergänzende Literatur**
- Calderon, J., Perry, R.J., Erzinclioglu, S.W., Berrios, G.E., Denning, T.R., & Hodges, J.R. (2001). Perception, attention and working memory are disproportionately impaired in dementia with Lewy bodies compared with Alzheimers disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*; 70, 157–164.
- Conklin, H.M., Khan, R.B., & Reddick, W.E., Helton, S., Brown, R., Howard, S.C., Bonner, M., Christensen, R., Wu, S., Xiong, X., & Mulhern, R.K. (2007). Acute neurocognitive response to methylphenidate among survivors of childhood cancer: a randomized, double blind, cross-over trial. *Journal of Pediatric Psychology*, 32, 1127–1139.
- Dee, H.L., Van Allen, M.W. Speed of decision-making processes in patients with unilateral cerebral disease. *Archives of Neurology*, 28, 163–166.
- Dikmen, S.S., Temkin, N.R., Miller, B., Machamer, J., & Winn, H.R. (1991). Neurobehavioral effects of phenytoin prophylaxis of posttraumatic seizures. *Journal of the American Medical Association*, 265, 1271–1277.
- Farrin, L., Hüll, L., Unwin, C., Wykes, T., & David, A. (2003). Effects of depressed mood on objective and subjective measures of attention. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 15, 98–104.
- Fontaine, A., Azouvi, P., Remy, P., Bussel, B., & Samson, Y. (1999). Functional anatomy of neuropsychological deficits after severe traumatic brain injury. *Neurology*, 53, 1963–1968.
- Gauggel, S. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik: Quo vadis?. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19, 87–90.
- Hartje, W., Pach, R., Willmes, K., Hannen, P., & Weber, E. (1991). Fahreignung hirngeschädigter Patienten. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 2, 100–114.
- Hartlage, S., Alloy, L.B., Vazquez, C. & Dykman, B. (1993). Automatic and effortful processing in depression. *Psychological Bulletin*, 113, 247–278.
- Hjaltason, H., Tegner, R., Tham, K., Levander, M., & Ericson, K. (1996). Sustained attention and awareness of disability in chronic neglect. *Neuropsychologia*, 34, 1229–1223.
- Höschel, K., Uhlendorf, V., Biegel, K., Kunert, H.J., Weniger, & G., Irle, E. (1996). Effektivität eines ambulanten neuropsychologischen Aufmerksamkeits- und Gedächtnistrainings in der Spätphase nach Schädel-Hirntrauma. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 7, 69–82.
- Jäncke, L. (2008). Wieviel „Neuro“ ist in der neuropsychologischen Diagnostik der Aufmerksamkeit? *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 19, 91–95.
- Kubitzki, J. (1994). *Die visuelle Wahrnehmung in der Fahreignungsdiagnostik*. Münster: Waxmann.
- Lazeron, R.H., de Sonneville, L.M., Scheltens, P., Polman, C.H., & Barkhof, F. (2006) Cognitive slowing in multiple sclerosis is strongly associated with brain volume reduction. *Multiple Sclerosis*, 12, 760–768.
- Levin, H.S., Peters, B.H., Kalisky, Z., High, W.M., von Laufen, A., Eisenberg, H.M., Morrison, D.P., & Gary, H.E. (1986). Effects of oral physostigmine and lecithin on memory and attention in closed head-injured patients. *Central Nervous System Trauma*, 3, 333–342.
- Lewrenz, H. (2000). *Krankheit und Kraftverkehr. Begutachtungs-Leitlinien des Gemeinsamen Beirats für Verkehrsmedizin beim Bundesministerium für Verkehr und beim Bundesministerium für Gesundheit*. Bonn: Bundesministerium für Verkehr.
- Majer, M., Ising, M., Künzel, H., Binder, E.B., Holsboer, F., Modell, S., Zihl, J. (2004). Impaired divided attention predicts delayed response and risk to relapse in subjects with depressive disorders. *Psychological Medicine*, 34, 1453–1463.
- Mesulam, M.M. (1985). Attention, confusional states, and neglect. In M.M. Mesulam (Ed.), *Principals of behavioral neurology* (pp. 125–168). Philadelphia: Davis.
- Mönning, M., Sabel, O., & Hartje, W. (1997). Rechtliche Hintergründe der Fahreignungsdiagnostik. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 8, 62–71.
- Perry, R.J., Watson, P., & Hodges, R. (2000). The nature and staging of attentional dysfunction in early (minimal and mild) Alzheimers disease: Relationships to episodic and semantic memory impairments. *Neuropsychologia*, 38, 252–271.
- Warden, D. L., Gordon, B., McAllister, T. W., Silver, J. M., Barth, J. T., Bruns, J., Drake, A., Gentry, T., Jagoda, A., Katz, D.I., Kraus, J., Labbate, L.A., Ryan, L.M., Sparling, M.B., Walters, B., Whyte, J., Zapata, A., Zitnay, G. Neurobehavioral Guidelines Working Group (2006). Guidelines for the pharmacologic treatment of neurobehavioral sequelae of traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 23, 1468–1501.
- Posner, M.I., Inhoff, A.W., & Friedrich, F.J. (1987). Isolating attentional Systems: A cognitive-anatomical analysis. *Psychobiology*, 15, 107–121.
- Posner, M.I., Walther, J.A., Friedrich, F.J., & Rafal, R.D. Effects of parietal lobe injury on covert orienting. *Journal of Neuroscience*, 4, 1863–1874.
- Robertson, I.H., Ridgeway, V., Greenfield, E., Parr, A. (1997). Motor recovery after stroke depends on intact sustained at-

- tion: a 2-year follow-up study. *Neuropsychology*, *11*, 290–295.
- Robertson, I.H., Tegner, R., Tham, K., & Nimmo-Smith, I. (1995). Sustained attention training for unilateral neglect: theoretical and rehabilitation implications. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *17*, 416–430.
- Rousseaux, M., Godefroy, O., Cabaret, M., Benaim, C., & Pruvo, J.P. (1996). Analyse et evolution des deficits cognitifs apres rupture des aneurysmes de l'artere communicante anterieure. *Revue Neurologique*, *152*, 517–527.
- Samuelsson, H., Hjelmquist, E., Jensen, C., Ekholm, S., & Blomstrand, C. (1998). Non-lateralized attentional deficits: an important component behind persisting visuospatial neglect? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *20*, 73–88.
- Schmidt-Atzert, L., Krumm, S., Bühner, M. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, *19*, 59–82.
- Sturm, W. (2005). *Aufmerksamkeitsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Sturm, W., & Büssing, A. (1986). Einfluss der Aufgabenkomplexität auf hirnrnorganische Reaktionsbeeinträchtigungen – Hirnschädigungs- oder Patienteneffekt? *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*, *6*, 235, 214–220.
- Sturm, W., Dahmen, W., Hartje, W., & Willmes, K. (1983). Ergebnisse eines Trainingsprogramms zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit bei Hirngeschädigten. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, *233*, 9–22.
- Sturm, W. (2008). Aufmerksamkeitsdiagnostik: Ableitung eines Strukturmodells und systematische Einordnung von Tests. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, *19*, 83–86.
- Stuð, D.T., & Benson, D.F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, *95*, 3–28.
- Volz-Sidiropoulou, E., Böcker, M., Niemann, H., Privou, C., Zimmermann, P., & Gauggel, S. (2007). Skala zur Erfassung von Aufmerksamkeitsdefiziten (SEA). *Zeitschrift für Neuropsychologie*, *18*, 299–309.
- Wagensonner, M., Zimmermann, P. (1991). Die Fähigkeit zur länger anhaltenden Aufmerksamkeitszuwendung nach cerebraler Schädigung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, *2*, 41–50.
- Wesnes, K.A., McKeith, I., & Edgar, C., Ferrara, R., Emre, M., & Lane, R. (2005). Benefits of rivastigmine on attention in dementia associated with Parkinson disease. *Neurology*, *65*, 1654–1656.
- Whyte, J., Hart, T., Schuster, K., Fleming, M., Polansky, M., & Coslett, B. (1997). The effects of methylphenidate on attentional function after traumatic brain injury. A randomized placebo-controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *76*, 440–450.
- Whyte, J., Hart, T., Vaccaro, M., Grieb-Neff, T., Risser, A., Polansky, M., & Coslett, H.B. (2004). Effects of methylphenidate on attentional functions after traumatic brain injury: a multi-dimensional, randomized, controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *83*, 401–420.
- Zhang, L., Plotkin, R.C., Wang, G., Sandel, M.E., & Lee, S. (2004). Cholinergic augmentation with donepezil enhances recovery in short-term memory and sustained attention after traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *85*, 1050–1055.
- Zimmermann, P., Messner, C., Poser, U., & Sedelmeier, P. (1991). *Ein Fragebogen erlebter Defizite der Aufmerksamkeit (FEDA)*. Universität Freiburg: Unveröffentlichtes Manuskript.

Prof. Dr. Walter Sturm (GNP)

Neurologische Klinik
Sektion Klinische Neuropsychologie
Universitätsklinikum der RWTH Aachen
Pauwelsstraße 30
D- 52074 Aachen
sturm@neuropsych.rwth-aachen.de