

Störungen der Aufmerksamkeit

H. Niemann, S. Gauggel

12.1 Definition und Taxonomie der Aufmerksamkeit – 146

12.1.1 Definition der Aufmerksamkeit – 146

12.1.2 Taxonomie (Einordnung) der Aufmerksamkeit – 146

12.2 Neuronale Basis von Aufmerksamkeitsprozessen – 149

12.2.1 Neuronale Netzwerke – 149

12.2.2 Zusammenfassung – 150

12.3 Aufmerksamkeitsstörungen bei ausgewählten neurologischen Erkrankungen – 150

12.3.1 Schädel-Hirn-Trauma – 151

12.3.2 Schlaganfall – 151

12.3.3 Multiple Sklerose – 152

12.3.4 Demenz vom Alzheimer-Typ – 153

12.3.5 Zusammenfassung – 153

12.4 Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen – 153

12.5 Neuropsychologische Diagnostik – 154

12.5.1 Grundlegendes Vorgehen – 154

12.5.2 Exploration – 155

12.5.3 Verhaltensbeobachtung – 155

12.6 Neuropsychologische Testverfahren und Fragebögen – 156

12.6.1 Testbatterien – 156

12.6.2 Untertests der Testbatterien – 157

12.6.3 Einzeltests – 157

12.6.4 Fragebögen – 161

12.6.5 Hypothesengeleiteter Ansatz in der Diagnostik – 161

12.6.6 Zusammenfassung – 162

12.7 Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen – 162

12.7.1 Restitution gestörter Aufmerksamkeitsfunktionen – 163

12.7.2 Kompensation gestörter Aufmerksamkeitsfunktionen – 165

12.8 Wirksamkeitsnachweise und Therapieempfehlungen – 166

12.8.1 Leitlinien für neuropsychologische Therapieverfahren – 166

12.8.2 Meta-analytische Studien – 166

12.8.3 Zusammenfassung – 167

12.9 Literatur – 167

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit **Aufmerksamkeitsstörungen**, die eine der häufigsten kognitiven Störungen nach einer Schädigung oder Erkrankung des Gehirns sind. Nach einer kurzen Übersicht über wichtige Aufmerksamkeitstheorien und aktuelle Erkenntnisse über die neuronale Einbindung von Aufmerksamkeitsprozessen werden die zentralen **Symptome** einer Aufmerksamkeitsstörung beschrieben. Im Anschluss daran werden die Grundzüge der neuropsychologischen **Diagnostik** von Aufmerksamkeitsleistungen und **therapeutische Ansätze** zur Behandlung von Aufmerksamkeitsstörungen vorgestellt. Nicht berücksichtigt werden in diesem Kapitel der Neglect und Störungen der Aufmerksamkeit bei Kindern.

Aufmerksamkeit ist nicht nur von zentraler Bedeutung für andere kognitive Prozesse (z.B. Problemlösen und Gedächtnis), sondern auch eine notwendige **Voraussetzung** für erfolgreiches Handeln im Alltag und Berufsleben. Schon **leichte Hirnschädigungen** können zu einer Beeinträchtigung von Aufmerksamkeitsfunktionen führen. Deshalb überrascht es nicht, wenn Aufmerksamkeitsstörungen in der Rehabilitation neurologischer Patienten besondere Beachtung finden.

Näher betrachtet

Studie: Aufmerksamkeitsstörungen

Robertson et al. (1997) stellten bei einer Gruppe von Patienten nach **rechtshemisphärischem Schlaganfall** fest, dass eine **verminderte Daueraufmerksamkeit** mit einem schlechteren Ergebnis in der motorischen Rehabilitation einherging. Außerdem erwiesen sich Defizite in der Daueraufmerksamkeit während der Rehabilitation als prognostisch ungünstig für den Grad der Selbständigkeit 2 Jahre später. Eine vergleichbare Bedeutung hat das Aufmerksamkeitsniveau für das Erlernen von Gedächtnishilfen und deren Einsatz im Alltag bei neurologischen Patienten (Evans et al. 2003).

Viele Patienten nehmen ihre Aufmerksamkeitsstörungen in der **frühen Phase** der Rehabilitation nicht genügend wahr und schätzen die Folgen für das Alltagsleben falsch ein (z.B. Allen u. Ruff 1989). Zahlreiche Untersuchungen (Brouwer et al. 1989, Gronwall 1977, Jacobs 1988, MacFlynn et al. 1984, McMillan u. Glucksman 1987, Thomsen 1984, van Zomeren u. van den Burg 1985) belegen, dass in Abhängigkeit von der Schwere des **Schädel-Hirn-Traumas** und dem Untersuchungszeitpunkt zwischen 30–75% der Patienten unter Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen leiden, und dass sich diese Störungen negativ auf den Grad ihrer Selbständigkeit auswirken.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die für den Kliniker relevanten Aufmerksamkeitsprozesse vorgestellt, die neurobiologischen Grundlagen der Aufmerksamkeit erläutert und die klinische Symptomatik beschrieben, soweit sie sich im Hinblick auf die unterschiedlichen neurologischen Erkrankungen differenzieren lässt. Daran schließt sich eine Darstellung ausgewählter Untersuchungsverfahren und Behandlungsmethoden an.

12.1 Definition und Taxonomie der Aufmerksamkeit

12.1.1 Definition der Aufmerksamkeit

Näher betrachtet

Studien: Erkenntnisse über die neuronale Einbindung der Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeitsprozesse spielen seit langer Zeit sowohl in der psychologischen Grundlagenforschung als auch in der klinischen Forschung eine wichtige Rolle. Neben experimentalphysiologischen Studien haben immer auch neurowissenschaftliche Untersuchungen grundlegende **Erkenntnisse** über die funktionelle Architektur und neuronale Einbindung der Aufmerksamkeit geliefert. Allerdings haben die unterschiedlichen methodischen Herangehensweisen und Begrifflichkeiten eine Integration der empirischen Befunde und die Entwicklung einer allgemein akzeptierten Theorie der Aufmerksamkeit erschwert und erschweren diese heute noch. Unsere Darstellung ist deshalb notwendigerweise selektiv und beschränkt sich auf solche Arbeiten und Ergebnisse, die aus unserer Sicht für die **klinische Praxis** von theoretischer und praktischer Bedeutung sind. Ausführliche Übersichten zum Thema Aufmerksamkeit finden sich u.a. bei Kastner und Ungerleider (2000), Parasuraman (1998), Posner (1995) sowie Posner und Petersen (1990).

Definition

Aufmerksamkeit ist die Fähigkeit des Menschen, aus der Vielzahl der Sinneseindrücke und -informationen diejenigen auszuwählen, die sein Interesse finden und für die Planung und Durchführung von Handlungen von Bedeutung sind (**Selektionsfunktion** der Aufmerksamkeit). Eine wichtige **Voraussetzung** für diesen Selektionsprozess ist ein ausreichender Wachheitsgrad (**Aktivierungsfunktion** der Aufmerksamkeit); nur so können die relevanten Informationen überhaupt aufgenommen und zuverlässig verarbeitet werden.

12.1.2 Taxonomie (Einordnung) der Aufmerksamkeit

In der Literatur sind die Aktivierungs- und Selektionsfunktion als zentrale Komponenten der Aufmerksamkeit inzwischen weiter differenziert worden, so dass heute i.d.R. von **fünf Komponenten der Aufmerksamkeit** gesprochen wird (▣ Übersicht 12.1, ▣ Tab. 12.1) (Parasuraman 1998, Posner u. Petersen 1990, van Zomeren u. Brouwer 1994).

- **Aufmerksamkeitsaktivierung**
- **Unter Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness) versteht man die Fähigkeit, eine Reaktionsbereitschaft herzustellen.**

■ **Tab. 12.1.** Komponenten der Aufmerksamkeit

Komponente	Definition
Alertness (Aufmerksamkeitsaktivierung)	Fähigkeit des Organismus, kurzfristig eine allgemeine Reaktionsbereitschaft herzustellen
— Tonische Alertness	Allgemeine physiologische Aktivierung und Erhöhung der Reaktionsbereitschaft des Organismus
— Phasische Alertness	Fähigkeit zur kurzfristigen Steigerung der Aufmerksamkeit im Hinblick auf einen Warnreiz
Daueraufmerksamkeit und Vigilanz	Fähigkeit, relevante Reize über einen längeren Zeitraum zu beachten und auf diese Reize zu reagieren Vigilanz ist die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung des Aufmerksamkeitsniveaus unter extrem monotonen Bedingungen (sehr geringe Auftretensrate kritischer Reize) Daueraufmerksamkeit ist die Fähigkeit, die selektive Aufmerksamkeit unter Einsatz mentaler Anstrengung (»mental effort«) willentlich und kontrolliert (»conscious volition«) aufrechtzuerhalten (hohe Auftretensrate kritischer Reize mit zusätzlicher perzeptueller Anforderung und/oder Gedächtnisanforderung)
Selektive Aufmerksamkeit (inkl. fokussierte Aufmerksamkeit und Orientierung)	Fähigkeit, bestimmte Merkmale einer Aufgabe oder einer Situation auszuwählen, schnell und zuverlässig auf die ausgewählten Reize zu reagieren und sich durch irrelevante oder unwichtige Reize nicht ablenken zu lassen
Geteilte Aufmerksamkeit	Fähigkeit, zwei oder mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen
Exekutive Aufmerksamkeit (inkl. Aufmerksamkeitswechsel)	Fähigkeit zur willentlichen Kontrolle und Steuerung von Informationsverarbeitungsprozessen (Flexibilität beim Aufmerksamkeitswechsel, Reaktionshemmung, Interferenz bei Informationsverarbeitung)

■ **Übersicht 12.1. Zentrale Komponenten der Aufmerksamkeit**

1. Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness)
2. Daueraufmerksamkeit und Vigilanz
3. Selektive (fokussierte) Aufmerksamkeit
4. Geteilte Aufmerksamkeit
5. Exekutive Aufmerksamkeit

Unterschieden werden eine **tonische** und eine **phasische Komponente** der Aufmerksamkeitsaktivierung:

- Die **tonische Alertness** bezieht sich auf eine allgemeine physiologische Aktivierung der Reaktionsbereitschaft des Organismus. Diese **Aktivierung** unterliegt
 - sowohl langsamen **zirkadianen Schwankungen** mit Leistungsspitzen und -tiefs im Verlauf von 24 Stunden (z.B. reduzierte Aktivierung nach dem Mittagessen)
 - als auch bei **situativen Anforderungen** (z.B. erhöhte Aktivierung in Prüfungssituationen oder bei Kontrolltätigkeiten).
- Als **phasische Alertness** wird die Fähigkeit einer kurzfristigen Steigerung der Aufmerksamkeit im Hinblick auf einen **Warnreiz** (z.B. Ampelsituation) bezeichnet.

■ **Daueraufmerksamkeit**

➤ **Unter Daueraufmerksamkeit (»sustained attention«) versteht man die Fähigkeit, relevante Reize über einen längeren Zeitraum zu beachten und auf diese Reize zu reagieren.**

Daueraufmerksamkeit ist also die **Fähigkeit**, die Aufmerksamkeit gezielt (selektiv) mit Anstrengung (»mental effort«) und bewusster Kontrolle (»conscious volition«) aufrechtzuerhalten:

- Treten die relevanten Reize sehr **selten** auf, spricht man von **Vigilanz**. Mit diesem Begriff wird das Aufrechterhalten eines gleichmäßig hohen Aktivierungsgrades über einen längeren Zeitraum (z.B. Stunden) bei geringem Auftreten kritischer Signale (niedrige Ereignisrate), also bei großer Monotonie verstanden.
- Erscheinen die Reize **häufig** (hohe Ereignisrate) und stellen sie zusätzliche Anforderungen an die Wahrnehmung oder das Gedächtnis, handelt es sich um Daueraufmerksamkeit.

! **Cave**

Bei der Daueraufmerksamkeit steht das Erbringen von Leistungen mit einer größeren kognitiven Beanspruchung im Vordergrund und nicht die Dauer der Aufmerksamkeitszuwendung per se. Der Unterschied zwischen Vigilanz und Daueraufmerksamkeit bezieht sich somit auf die Bedingungen, unter denen relevante Reize oder Ereignisse auftreten und verarbeitet werden müssen.

■ Selektive Aufmerksamkeit

Die **selektive Aufmerksamkeit** (»orienting«) ist sicherlich der Aspekt der Aufmerksamkeit, der in den letzten Jahrzehnten am intensivsten erforscht wurde.

- Bei **selektiver Aufmerksamkeit** handelt es sich um die **Fähigkeit**,
 - bestimmte Merkmale einer Aufgabe oder Situation auszuwählen,
 - schnell und zuverlässig auf die ausgewählten Reize zu reagieren und
 - sich durch irrelevante oder unwichtige Reize nicht ablenken zu lassen.

Die **Ausrichtung** der Aufmerksamkeit erfolgt entweder durch **externe** (z.B. besonders hervorstechende Merkmale) oder durch **interne Faktoren** (z.B. Erwartung eines bestimmten Reizes). Die Ausrichtung der Sinnesorgane auf die Reizquelle muss dabei nicht immer offensichtlich (»overt«) sein – wie anhand einer Orientierungsreaktion erkennbar (Sokolov 1963) – sondern kann auch verdeckt (»covert«) erfolgen. Posner (1995) spricht in diesem Zusammenhang von **Aufmerksamkeitsorientierung**. Dabei handelt es sich um einen verdeckten kognitiven Prozess mit dem Reize im Raum wahrgenommen und ausgewählt werden.

■ Geteilte Aufmerksamkeit

- Als **geteilte Aufmerksamkeit** (»divided attention«) wird die **Fähigkeit bezeichnet, zwei oder mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen, z.B. Unterhalten beim Autofahren oder Zuhören und Mitschreiben.**

Wie gut diese Aufmerksamkeitsteilung gelingt, hängt vor allem von **zwei Faktoren** ab,

- dem Automatisierungsgrad der beiden Aufgaben und
- dem Ausmaß, inwieweit beide Aufgaben dieselbe kognitive Ressource (z.B. Sprache) beanspruchen.

Beispiel

Die Unterhaltung während einer Autofahrt bereitet meist keine Schwierigkeiten auf einer vertrauten Strecke, während eine Fahrt durch eine unbekannte Stadt wahrscheinlich immer wieder zu einer Unterbrechung der Unterhaltung führen wird. Genauso wird das Mitschreiben während eines Vortrags i.d.R. anstrengend sein, weil sowohl das Mitschreiben als auch das Zuhören auf das Sprachsystem als Ressource zugreifen. Erleichterungen können sich ergeben, wenn das Mitschreiben sehr trainiert ist, eine Kurzschrift beherrscht wird und das Vortragsthema vertraut ist.

Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsteilung wird i.d.R. mit einem Doppelaufgaben-Paradigma (»**dual-task-paradigma**«) untersucht und spielt vor allem bei den sog. **Ressourcentheorien** der Aufmerksamkeit eine wichtige Rolle (z.B. Kahneman 1973). Da bei der Verteilung der kognitiven Ressourcen auf zwei Aufgaben exekutive Fähigkeiten benötigt werden, es bei den Doppelaufgaben-Paradigmen gleichzeitig aber auch immer um die Selektion relevanter Reize geht, kommt es zu

einem **Zusammenspiel** zwischen selektiver und exekutiver Aufmerksamkeit.

■ Exekutive Aufmerksamkeit

- Unter **exekutiver Aufmerksamkeit** (»executive attention«) versteht man die **Fähigkeit zur willentlichen Kontrolle und Steuerung bei der Verarbeitung von Informationen.**

Der Begriff »exekutive Aufmerksamkeit« wird erst seit einigen Jahren in der Aufmerksamkeitsliteratur verwendet und soll eine weitere Komponente der Aufmerksamkeit darstellen (z.B. Kane u. Engle 2002). Problematisch erscheint, dass der Begriff nicht einheitlich verwendet wird und die Abgrenzung zu den sog. **exekutiven Funktionen** schwierig ist (► Kap. 11). Die exekutive Aufmerksamkeit bezieht sich vor allem auf die **Fähigkeit**,

- störenden (interferierenden) Reizen keine oder nur wenig Beachtung zu schenken,
- Reaktionen darauf zu hemmen (Inhibition) und
- schnell auf wechselnde Zielreize zu reagieren (Umstellfähigkeit).

Die exekutive Aufmerksamkeit ist für **zielgerichtetes Handeln** notwendig und verhindert, dass Reaktionen durch irrelevante Aspekte einer Aufgabe/Situation unterbrochen oder beeinträchtigt werden. Mit anderen Worten, die exekutive Komponente der Aufmerksamkeit ist an der Steuerung von Selektionsprozessen und der Verteilung von kognitiven Ressourcen beteiligt.

■ Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Zusätzlich zu den aufgeführten Komponenten wird in der Aufmerksamkeitsliteratur immer wieder auch der Begriff der **Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit** verwendet. Es handelt sich dabei um die Geschwindigkeit, mit der kognitive Prozesse (z.B. Diskrimination von zwei unterschiedlichen visuellen Reizen) realisiert werden können. Salthouse (1996) postuliert **zwei Mechanismen**, die die kognitive Verarbeitungsgeschwindigkeit beeinflussen:

- Der Mechanismus der Zeitbegrenzung (»**limited time mechanism**«) führt dazu, dass aufgrund einer kognitiven Verlangsamung Verarbeitungsprozesse in einer vorgegebenen Zeit nicht beendet werden können.
- Demgegenüber kommt es beim Mechanismus der Gleichzeitigkeit (»**simultaneity mechanism**«) dazu, dass durch die Verlangsamung auf einer basalen Verarbeitungsebene nicht rechtzeitig alle notwendigen Informationen zur Verfügung stehen, die für eine erfolgreiche Lösung komplexerer Aufgaben erforderlich sind.

Beispiel

Ein Arbeitstreffen findet in **englischer Sprache** statt. Einzelne Teilnehmer, deren Muttersprache nicht Englisch ist, werden nun wahrscheinlich mehr Zeit benötigen, um die Redebeiträge zu verstehen und sich selbst zu äußern. Die Folge ist, dass sie Teile der Diskussion verpassen und ihre Äußerungen unter Umständen zu spät kommen, da die anderen Gruppenmitglieder schon beim nächsten Thema sind.

Fazit

Aufmerksames Handeln setzt einen ausreichenden Wachheits- bzw. Aktiviertheitsgrad voraus, damit aus der Vielzahl der Umweltreize und Informationen die wichtigen ausgewählt werden können. Wenn dies mit Anstrengung verbunden ist, spricht man von **Daueraufmerksamkeit**, während bei monotonen Aufgaben von **Vigilanz** gesprochen wird. Zur **exekutiven Aufmerksamkeit** gehören

- die Verteilung der kognitiven Ressourcen (z.B. im Sinne der geteilten Aufmerksamkeit),
- die Kontrolle bei Selektionsprozessen, aber auch
- das schnelle und flexible Reagieren auf veränderte Anforderungen.

12.2 Neuronale Basis von Aufmerksamkeitsprozessen

Die meisten Neurowissenschaftler gehen davon aus, dass Aufmerksamkeitsprozesse durch unterschiedliche und miteinander in Verbindung stehende **neuronale Netzwerke** realisiert werden (Fernandez-Duque u. Posner 2001). Belege für die **Lokalisation** der verschiedenen Netzwerke stammen aus Untersuchungen von Menschen mit umschriebenen Hirnschädigungen mit bildgebenden und elektrophysiologischen Verfahren sowie aus tierexperimentellen und neuropharmakologischen Studien (Parasuraman 1998).

12.2.1 Neuronale Netzwerke

Die drei heute postulierten **Aufmerksamkeitsnetzwerke** sind in ■ Übersicht 12.2 aufgelistet.

Diesen drei Netzwerken lassen sich die fünf bereits beschriebenen Aspekte der Aufmerksamkeit zuordnen (■ Tab. 12.2), wobei allerdings die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit unberücksichtigt bleibt. Im Folgenden wird

■ Übersicht 12.2. Aufmerksamkeitsnetzwerke

1. Alerting-Netzwerk
2. Orienting-Netzwerk
3. Executive-Control-Netzwerk

die neuronale Einbindung der Aufmerksamkeitsnetzwerke beschrieben, deren funktionaler Beitrag heute empirisch gut gesichert ist.

Alerting-Netzwerk

Das neuronale Netzwerk für die **Aufmerksamkeitsaktivierung** (»alerting network«) reguliert

- Alertness,
- Vigilanz und
- Daueraufmerksamkeit.

Zum **Alerting-Netzwerk** gehören

- der rechte dorsolaterale präfrontale Kortex,
- das cholinerge basale Vorderhirn,
- der Nucleus intralaminaris,
- der Nucleus reticularis des Zwischenhirns,
- der Locus coeruleus und
- das retikuläre System im Hirnstamm (Posner u. Petersen 1990, Posner u. Raichle 1996, Sturm et al. 2004a).

▶ Die subkortikalen Strukturen sind für die kortikale Aktivierung verantwortlich.

Unter den Neurotransmittern kommt dem **Noradrenalin** in diesem Zusammenhang eine wesentliche Bedeutung zu (Marrocco u. Davidson 1998, Posner u. Petersen 1990). Die stärkere Innervation der rechten Hemisphäre durch das aufsteigende noradrenerge System weist zusätzlich noch auf eine Lateralisierung des Aktivierungssystems hin. Eine **Reduktion des Noradrenalins** führt bei Menschen während der Bearbeitung

■ Tab. 12.2. Komponenten der Aufmerksamkeit: Lokalisation und Neurotransmitter

Komponente	Lokalisation	Neurotransmitter
Alertness (Aufmerksamkeitsaktivierung) Daueraufmerksamkeit und Vigilanz	Hirnstammanteil der Formatio reticularis, v.a. noradrenerge Kerngebiete, dorsolateraler präfrontaler und inferiorer parietaler Kortex der rechten Hemisphäre, intralaminare und retikuläre Thalamuskern, anteriore Anteile des Gyrus cinguli	Noradrenalin
Selektive Aufmerksamkeit (inkl. fokussierte Aufmerksamkeit und Orientierung)	Inferiorer Parietallappen (»disengage«), Colliculi superiores (»shift«), posterior-lateraler Thalamus, besonders Pulvinar (»engage«) Inferiorer frontaler Kortex, v.a. der linken Hemisphäre (Inhibition?), fronto-thalamische Verbindungen zum Nucleus reticularis des Thalamus, anteriores Cingulum	Acetylcholin
Geteilte Aufmerksamkeit	Präfrontaler Kortex (bilateral), anteriore Abschnitte des Cingulum	Dopamin
Exekutive Aufmerksamkeit (inkl. Aufmerksamkeitswechsel)	Basalganglien	Dopamin

von Aufgaben mit Anforderungen an die Daueraufmerksamkeit zu einem Fehleranstieg (»lapses of attention«) (Smith u. Nutt 1996). **Läsionen im rechten präfrontalen Kortex** beeinflussen nicht nur das Aktivierungsniveau negativ, sondern beeinträchtigen auch die phasische Alertness. Ungeklärt ist dagegen der Zusammenhang zwischen Aktivierung und Vigilanzreduktion (»vigilance decrement«). Rueckert und Grafman (1996) fanden bei Patienten mit rechtsseitigen orbitofrontalen Läsionen eine Zunahme der Fehlerrate im zeitlichen Verlauf.

Orienting-Netzwerk

Das neuronale Netzwerk für die **Selektion** (»orienting network«) setzt sich zusammen aus

- dem Parietallappen,
- dem temporo-parietalen Übergangsbereich,
- den superioren Colliculi und
- dem frontalen Augenfeld (Posner u. Dehaene 1994).

Näher betrachtet

Bildgebungsstudien

Bildgebungsstudien haben gezeigt, dass eine **Verschiebung der visuellen Aufmerksamkeit** ohne entsprechende Kopf- oder Augenbewegung (»covert shifts«) zu einer metabolischen Aktivierung im Parietallappen führt. Darüber hinaus sind bei der Lokalisation von Objekten im Raum auch das okulomotorische und extrastriäre visuelle System beteiligt (Corbetta 1998, Mangun et al. 1998).

Executive-Control-Netzwerk

Zum neuronalen Netzwerk für die **exekutive Aspekte der Aufmerksamkeit** (»executive control network«) gehören

- mediale Anteile des Frontalhirns, einschließlich
- des anterioren Gyrus cinguli und
- des supplementär motorischen Areal (SMA).

In diesen Gebieten führt die **Bearbeitung von Aufgaben**, bei denen der

- der Umgang mit neuen Informationen oder Anforderungen,
- die Handlungsplanung, -antizipation und -kontrolle,
- die Fehlererkennung und
- Konfliktbearbeitung

verlangt werden, zu einer neuronalen **Aktivitätssteigerung** (Posner u. DiGirolamo 1998). Aber nicht nur frontale kortikale Hirnareale scheinen an der Realisierung der exekutiven Aufmerksamkeit beteiligt zu sein, sondern auch die subkortikal gelegenen Basalganglien (Beiser et al. 1997). Vermutlich nehmen die **Basalganglien** eine Schnittstellenfunktion wahr zwischen den exekutiven Anteilen der Aufmerksamkeit und der Aufmerksamkeitsaktivierung bzw. Daueraufmerksamkeit (Jackson et al. 1994, LaBerge 1990).

12.2.2 Zusammenfassung

Anhand der kurzen zusammenfassenden Darstellung der aktuellen Forschung wird deutlich, dass sich **Aufmerksamkeitsfunktionen** zumindest grob neuroanatomischen Strukturen zuordnen lassen. Andererseits sprechen die Daten aber auch dafür, dass sich diese Netzwerke überlappen und miteinander interagieren. Scheinbar widersprüchliche Ergebnisse liegen nicht selten an der experimentellen Untersuchungsmethodik, zum Teil aber auch an der Schwierigkeit, Aufgaben zu entwickeln, mit denen einzelne kognitive Funktionen in »reiner« Form untersucht werden können.

12.3 Aufmerksamkeitsstörungen bei ausgewählten neurologischen Erkrankungen

Art, Ausprägung und Verlauf von Aufmerksamkeitsstörungen als Folge einer Hirnschädigung oder Hirnfunktionsstörung hängen von mehreren Faktoren ab, von denen die Ätiologie nur einer ist. Bei einem **Schädel-Hirn-Trauma** stehen häufig diffuse Hirnläsionen unter Beteiligung des Hirnstamms im Vordergrund, während beim **Schlaganfall** über das betroffene Blutgefäß meist ein umschriebenes Hirnareal geschädigt ist, so dass aufgrund dieser verschiedenen Pathomechanismen unterschiedliche Störungen der Aufmerksamkeit zu erwarten sind. Zudem variiert die **Symptomatik** auch deshalb erheblich, weil das **Störungsbild** neben Ätiologie und Lokalisation der Hirnschädigung durch weitere Faktoren beeinflusst wird:

- Schweregrad der Schädigung,
- Komorbiditäten,
- Medikamente,
- Alter des Patienten und
- Zeitpunkt des Krankheitsbeginns.

Im Folgenden werden die charakteristischen Aufmerksamkeitsdefizite für vier Krankheitsbilder beschrieben (■ Übersicht 12.3).

■ Übersicht 12.3. Charakteristische Aufmerksamkeitsdefizite für vier Krankheitsbilder

1. Schädel-Hirn-Trauma
2. Schlaganfall
3. Multiple Sklerose
4. Demenz vom Alzheimer-Typ

Die ersten drei Krankheitsbilder spielen besonders in der neurologischen Rehabilitation eine große Rolle, während die letzte Gruppe aufgrund der Altersstruktur unserer Gesellschaft immer wichtiger wird.

12.3.1 Schädel-Hirn-Trauma

Bei Patienten mit **Schädel-Hirn-Trauma (SHT)** wie auch bei Patienten mit anderen neurologischen Erkrankungen hängen Art und Ausprägung der Aufmerksamkeitsstörungen stark von Ort und Umfang der Läsion ab.

■ Störungsbild

Nach der akuten Behandlungsphase und der **Rückkehr ins Alltagsleben** klagen die Patienten häufig über

- kognitive Verlangsamung,
- schlechte Konzentration,
- die Unfähigkeit, zwei Dinge gleichzeitig tun zu können,
- erhöhte Müdigkeit und
- Irritierbarkeit (van der Naalt et al. 1999, van Zomeran u. van den Burg 1985).

Solche Symptome werden auch von Patienten nach einem **leichten SHT** (Kontusion) berichtet und sind nicht nur bei einem schweren SHT zu finden (■ Tab. 12.3).

12.3.2 Schlaganfall

Für Patienten nach Schlaganfall existieren im Vergleich zu Patienten mit einem SHT bisher wenige Angaben zu **Prävalenz** und **Art** der Aufmerksamkeitsdefizite. Die Forschung hat sich vor allem auf die motorischen Folgen von Schlaganfällen konzentriert und die kognitiven Funktions-

störungen, wenn man vom **Neglect** absieht, eher vernachlässigt.

■ Störungsbild

Wenn **posteriore Anteile des Parietallappens** durch einen Schlaganfall in Mitleidenschaft gezogen wurden, fällt es den Patienten schwer, die Aufmerksamkeit von einem Reiz zu lösen (»disengage«) und einem neuen Reiz im kontraläsionalen Raum zuzuwenden. Besonders gravierend sind die Folgen bei **rechtshemisphärischen Läsionen**, da der rechte Parietallappen für beide Raumhälften und der linke Parietallappen nur für die rechte Raumhälfte zuständig sind. Strukturen im Mittelhirn (u.a. die Colliculi superiores) scheinen an der Verschiebung der Aufmerksamkeit (»attentional shift«) beteiligt zu sein, während Anteile des Thalamus (u.a. das Pulvinar) die Fokussierung auf einen Zielreiz steuern. Möglicherweise bleiben die Aufmerksamkeitsdefizite trotz einer Rückbildung der Neglectsymptomatik nicht nur bestehen, sondern wirken sich auch weiterhin ungünstig auf Alltagsaktivitäten aus. So berichten Lazar et al. (2007) von einer Patientin, bei der sich nach einem **rechtsseitigen Schlaganfall der Neglect** weitestgehend zurückgebildet hatte, die aber später erhebliche Probleme hatte, mehrere Aufgaben (Multitasking) gleichzeitig zu bewältigen. Auch McDowd et al. (2003) haben in einer Studie bei Schlaganfallpatienten Defizite sowohl in der geteilten als auch exekutiven Aufmerksamkeit festgestellt, die sich ungünstig auf die Alltagsaktivitäten der betroffenen Patienten auswirkten.

Außerdem berichten viele Schlaganfallpatienten über eine **erhöhte Ermüdbarkeit**, die wahrscheinlich auf Läsionen im

■ Tab. 12.3. Prozentuale Häufigkeit subjektiv erlebter kognitiver Beeinträchtigungen bei Patienten mit leichtem bzw. schwerem SHT

Beeinträchtigungen	Leichtes SHT ¹ 6 Wochen nach dem Ereignis	Leichtes SHT ¹ 1 Jahr nach dem Ereignis	Schweres SHT ² Kurz nach dem Ereignis	Schweres SHT ³ 2 Jahre nach dem Ereignis
	n=145	n=131	n=62	n=57
Gedächtnisprobleme	8	4	49	54
Aufmerksamkeitsprobleme	8	3	31	33
Langsamkeit	-	-	34	33
Intoleranz gegenüber Geräuschen	-	-	26	23
Ermüdbarkeit	9	2	41	30
Schlafstörungen	15	2	39	25
Irritierbarkeit	9	5	36	39
Benommenheit	15	5	27	26
Antriebslosigkeit	-	-	25	23
Ängste	19	4	31	18
Kopfschmerzen	25	8	25	23

¹(Rutherford, Merrett u. McDonald 1977, 1979), ²(van Zomeran 1981), ³(van Zomeran u. van den Burg 1985)

Näher betrachtet**Studien: Nachweis von Aufmerksamkeitsstörungen**

In Studien, bei denen SHT-Patienten mit Testverfahren oder experimentellen Aufgaben untersucht wurden, konnten Defizite in der selektiven, geteilten und exekutiven Aufmerksamkeit sowie Beeinträchtigungen der Daueraufmerksamkeit nachgewiesen werden (Millis et al. 2001, Parasuraman et al. 1991, Park et al. 1999, Robertson et al. 1997, Spikman et al. 1996). Die **Vigilanz** scheint insgesamt weniger betroffen zu sein.

Während Spikman et al. (1996) zu dem Ergebnis kommen, dass eine verlangsamte Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zusammen mit einem Defizit der exekutiven Kontrolle das **Kernproblem** der Patienten darstellt, vermuten Park et al. (1999), dass es sich primär um ein **Defizit kontrollierter Aufmerksamkeitsprozesse** handelt. In Abgrenzung von Salthouse (1996), der die kognitive Verlangsamung von der Anzahl der

beteiligten kognitiven Operationen abhängig macht, ist nach Ansicht von Park et al. der Typ der kognitiven Operationen entscheidend. Diese Auffassung wird durch die Ergebnisse von Robertson et al. (1997) zumindest indirekt unterstützt, wobei letztere auch die Auswirkungen der herabgesetzten Daueraufmerksamkeit auf Alltagsanforderungen belegen konnten.

Die beschriebenen Aufmerksamkeitsstörungen finden sich bei **allen Schweregraden** des SHT (für schwere SHT siehe die Meta-Analyse von Mathias u. Wheaton 2007), also auch bei Patienten mit einem leichten SHT (z.B. Parasuraman et al. 1991), initial meist mit einem unterschiedlichen Ausprägungsgrad.

Studie: Erholungszeiträume

Hinsichtlich des Verlaufs bei **leichten Schädel-Hirn-Traumen** konnten Frencham et al. (2005) in ihrer Meta-Analyse

zeigen, dass sich die neuropsychologischen Defizite etwa 3 Monate nach dem Unfallereignis bei den meisten Patienten zurückgebildet hatten, wobei es bei einer kleinen Untergruppe durchaus zu einem protrahierten Verlauf kommen kann (Alexander 1995). Für Patienten mit einem **mittelgradigen SHT** nähert sich das kognitive Tempo nach 6–12 Monaten dem normalen Leistungsvermögen an, während sich das Defizit bei Patienten mit einem **schweren SHT** in der Regel stabilisiert (z.B. van Zomeren u. Deelman 1978). Diese Befunde sind mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten, da in den publizierten Verlaufsuntersuchungen meist nur zwischen kognitiven Domänen (z.B. Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Exekutivfunktionen) unterschieden wird und nicht zwischen verschiedenen Aufmerksamkeitskomponenten.

Näher betrachtet**Literatur: Neglect**

Im Zusammenhang mit dem **Neglect** gibt es allerdings eine umfangreiche Literatur, die sich auch mit Aufmerksamkeitsprozessen bei Schlaganfallpatienten befasst hat. Besonders einflussreich waren bisher die Arbeiten von Posner et al. (1984). Das Orienting-Netzwerk, das für die Ausrichtung der Aufmerksamkeit im Raum verantwortlich ist, wurde bereits oben beschrieben.

Hirnstamm und im Thalamus zurückzuführen sind (Staub u. Bogousslavsky, 2001). Diese **Symptomatik** kann unabhängig von anderen kognitiven oder affektiven Störungen auftreten und selbst bei Patienten mit einem sehr guten Heilungsverlauf später mit Einschränkungen im Alltagsleben verbunden sein. Hochstenbach et al. (1998) fanden bei 70% der 229 von ihnen untersuchten Schlaganfallpatienten eine deutliche kognitive Verlangsamung. Im Unterschied dazu sind Bub et al. (1990) der Auffassung, dass zumindest bei Patienten mit einem rechtsseitigen Schlaganfall ein Defizit in der Daueraufmerksamkeit besteht, nicht aber eine generalisierte kognitive Verlangsamung.

12.3.3 Multiple Sklerose

Auftreten und Art der Aufmerksamkeitsdefizite hängt bei Patienten mit **Multipler Sklerose** vom Verlauf der Erkrankung ab (de Sonneville et al. 2002, Kujala et al. 1995, 1997). Amato et al. (2001) berichten in einer Verlaufsstudie von **anfänglich** vorhandenen **Beeinträchtigungen** im

Näher betrachtet**Studie: Heilungsverlauf**

Hinsichtlich des Heilungsverlaufs kommen Rasquin et al. (2004) in einer Follow-up-Untersuchung mit 196 Schlaganfallpatienten zu dem Ergebnis, dass 50% ihrer Stichprobe auch nach 1 Jahr noch unter den **alltagspraktischen Folgen** einer kognitiven Verlangsamung leiden.

- verbales Gedächtnis,
- abstraktes Denken und
- sprachliche Leistungen.

Bei einer weiteren Testung **nach 10 Jahren** waren auch Defizite in der Aufmerksamkeit und im kurzzeitigen räumlichen Gedächtnis nachweisbar.

Näher betrachtet**Studie: Erstes Auftreten von Aufmerksamkeitsdefiziten**

In der Studie von Foong et al. (1998) zeigten sich schon bei **Krankheitsbeginn** Defizite in der Aufmerksamkeit, die vor allem das kognitive Tempo (Paul et al. 1998), aber auch die selektive und exekutive Aufmerksamkeit betreffen können (Nebel et al. 2007).

Insgesamt muss bei MS-Patienten aufgrund des phasenhaften und fluktuierenden Krankheitsverlaufs bei unterschiedlich lokalisierten Erkrankungsherden von einer erheblichen **Variabilität der Aufmerksamkeitsdefizite** ausgegangen werden.

Subjektiv klagen die Patienten häufig über erhöhte **Müdigkeit** und **Erschöpfung** (Tartaglia et al. 2004). Penner et al. (2007) versuchten die **Beziehung** zu klären, zwischen

- Ermüdbarkeit auf der einen Seite und
- Depression, körperlichen Beeinträchtigungen, Persönlichkeit und Handlungskontrolle (»action control«) auf der anderen Seite.

Während **depressive Symptome** sowohl bei der gesunden Kontrollgruppe als auch bei der MS-Gruppe mit erhöhter Ermüdbarkeit einhergingen, war die herabgesetzte **Handlungskontrolle** hinsichtlich der Ermüdbarkeit zwischen beiden Gruppen unterschiedlich. Die Autoren vermuten deshalb, dass der erhöhten Ermüdbarkeit bei MS-Patienten Aufmerksamkeits- und Motivationsdefizite zugrunde liegen.

12.3.4 Demenz vom Alzheimer-Typ

Bei Untersuchungen, die sich mit den kognitiven Störungen bei der Alzheimer-Demenz beschäftigen, stehen meist **zwei Fragen** im Vordergrund:

- Welche kognitiven Symptome helfen bei der Früherkennung?
- Wie verändert sich das kognitive Defizitmuster im Verlauf?

Im Hinblick auf die erste Frage ist das sog. **Mild Cognitive Impairment (MCI)** von besonderem Interesse, da es sich wahrscheinlich um ein **Vorstadium** der Alzheimer-Demenz handelt.

Näher betrachtet

Studien: Beginn der Aufmerksamkeitsdefizite

Bei **Alzheimer-Patienten** sind schon in einem **frühen Stadium** der Erkrankung Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit nachweisbar (Rizzo et al. 2000).

In einer Übersichtsarbeit kommen Perry und Hodges (1999) zu dem Ergebnis, dass bei Alzheimer-Patienten nach einer initialen Phase mit Gedächtnisstörungen vor allem **Aufmerksamkeitsdefizite** im Vordergrund stehen. Diese Position wird auch von neueren Studien unterstützt. Nach Okonkwo et al. (2008) litten bereits 53% ihrer MCI-Probanden an einer Störung der **geteilten Aufmerksamkeit**, während einfache Aufmerksamkeitsleistungen kaum betroffen waren.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Belleville et al. (2007). In einer **fMRI-Studie** (Dannhauser et al. 2005) wurden die kortikalen Aktivierungsmuster von MCI-Probanden mit denen einer gesunden Kontrollgruppe bei der Bearbeitung einer Aufgabe zur geteilten Aufmerksamkeit verglichen. Bei beiden Gruppen wurden die gleichen Hirnregionen aktiviert, wobei die Aktivierung im präfrontalen Kortex bei der MCI-Gruppe reduziert war.

Hinweise auf eine Störung der **Daueraufmerksamkeit** fanden Berardi et al. (2005). Ihre Alzheimer-Patienten im frühen Stadium fielen gegenüber einer gesunden Kontrollgruppe durch ein reduziertes Vigilanzniveau und einem schnelleren Vigilanzabbau bei einer Daueraufmerksamkeitsaufgabe (hohe Ereignisrate mit perzeptuell herabgesetzten Zielreizen) auf. Andere Aufmerksamkeitsleistungen (Stroop-Test und Trail-Making-Test) waren nicht betroffen.

12.3.5 Zusammenfassung

Unabhängig von der Ätiologie der Hirnschädigung sind vor allem **Lokalisation** und **Ausmaß** der Schädigung entscheidend, ob es zu einem spezifischen Aufmerksamkeitsdefizit kommt oder mehrere Aufmerksamkeitsprozesse betroffen sind. Während bei **SHT-Patienten** eher exekutive Komponenten der Aufmerksamkeit im Vordergrund stehen und die Vigilanz i.d.R. nicht beeinträchtigt scheint, sind bei Patienten mit einem **rechtseitigen Schlaganfall** die Aktiviertheit und besondere Formen der selektiven Aufmerksamkeit betroffen. Bei der **Multiplen Sklerose** und Alzheimer-Demenz spielt dagegen der Verlauf eine wesentliche Rolle. Bei allen vier Krankheitsbildern gibt es Hinweise, dass das kognitive Tempo oder die Daueraufmerksamkeit vermindert ist.

12.4 Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen

In der **neuropsychologischen Diagnostik** geht es zunächst um die Feststellung der kognitiven Folgen der Hirnschädigung, wobei natürlich auch der Beurteilung der erhaltenen Funktionen unter rehabilitativen Gesichtspunkten eine große Bedeutung zukommt. Dies ist jedoch nur der **erste Schritt**, denn entscheidend ist die Frage, wie sich die kognitiven Beeinträchtigungen auf die Aktivitäten des täglichen Lebens und die schulische, berufliche und soziale Integration des Betroffenen auswirken. Auch diese Aspekte gilt es in einer neuropsychologischen Untersuchung zu erfassen. Aus diesem Grund orientiert sich die neuropsychologische Diagnostik an der **Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)** der Weltgesundheitsorganisation (WHO), die als länder- und fachübergreifende einheitliche Sprache zur Beschreibung des funktionalen Gesundheitszustandes, der Behinderung, der sozialen Beeinträchtigung und der relevanten Umgebungsfaktoren einer Person dient (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information 2005) (► Kap. 42).

■ ICF-Modell

Gemäß ICF erfolgt zuerst eine diagnostische Beurteilung auf der **Ebene der Körper- und Organfunktionen**. In Kapitel 1 der ICF (Mentale Funktionen) finden sich die in ► Übersicht 12.4 aufgezeigten Kodierungen für Aufmerksamkeitsstörungen.

Bis auf den Abschnitt **b 1403** entspricht diese Einteilung den eingangs postulierten Aufmerksamkeitskomponenten.

In einem **zweiten diagnostischen Schritt** werden dann die Auswirkungen der Funktionsstörungen auf die alltäglichen Aktivitäten und die Teilhabe der betroffenen Person am gesellschaftlichen Leben erfasst. Dies geschieht anhand von **Selbst- oder Fremdbeurteilungsverfahren** (Ratingskalen).

Die Berücksichtigung der ICF hat jedoch nicht nur Konsequenzen für die Diagnostik, sondern auch für die **Therapie**. Bei einer Aufmerksamkeitsstörung sollte sich die Therapie deshalb nicht allein auf den Versuch beschränken, die gestörte Aufmerksamkeitsfunktion durch spezielle Therapiepro-

■ Übersicht 12.4. ICF-Kodierungen für Aufmerksamkeitsstörungen

1. **b 1400 Daueraufmerksamkeit:** Mentale Funktionen, die sich in der Konzentration über eine geforderte Zeitspanne äußern
2. **b 1401 Wechsel oder Lenkung der Aufmerksamkeit:** Mentale Funktionen, die die Umlenkung der Konzentration von einem Reiz auf einen anderen zulassen
3. **b 1402 Geteilte Aufmerksamkeit:** Mentale Funktionen, die die gleichzeitige Fokussierung auf zwei oder mehr Reize zulassen
4. **b 1403 Mit anderen geteilte Aufmerksamkeit:** Mentale Funktionen, die die Fokussierung auf denselben Reiz durch zwei oder mehr Personen zulassen, wenn z.B. ein Kind und ein Betreuer sich gemeinsam auf ein Spielzeug konzentrieren
5. **b 1408 Funktionen der Aufmerksamkeit,** anders bezeichnet
6. **b 1409 Funktionen der Aufmerksamkeit,** nicht näher bezeichnet

gramme wiederherzustellen; vielmehr sollten zusätzlich **Kompensationsstrategien** vermittelt werden, um die negativen Auswirkungen der Störung auf Aktivitäten und Teilhabe zu verringern.

Fazit

Mit der ICF werden diagnostisches Vorgehen und Grundlage des therapeutischen Handelns erweitert, indem der Blick von der Organfunktion auf die Anforderungen und Aktivitäten des täglichen Lebens gelenkt wird, und als Ziel der Behandlung eine **Verbesserung der sozialen Teilhabe** eingefordert wird. Damit wird deutlich, dass tragfähige Aussagen über Einschränkungen der Aktivitäten und Teilhabe mithilfe der neuropsychologischen Diagnostik nur unter Berücksichtigung der Kontextfaktoren möglich sind.

12.5 Neuropsychologische Diagnostik

12.5.1 Grundlegendes Vorgehen

■ Indikationen für eine neuropsychologische Untersuchung

Mögliche Anlässe für eine neuropsychologische Untersuchung sind in ■ Übersicht 12.5 zusammengefasst.

Aus diesen Untersuchungsanlässen ergeben sich die jeweiligen **Fragestellungen**; eine Frageliste ist in ■ Übersicht 12.6 aufgeführt.

Die Liste ist sicher nicht vollständig, und eine Störung der Aufmerksamkeit ist i.d.R. nur einer von mehreren Aspekten, der bei der Beantwortung der aufgeführten Fragestellungen eine Rolle spielt.

■ Übersicht 12.5. Gründe für eine neuropsychologische Untersuchung

1. Beurteilung des kognitiven Status zur Therapieplanung
2. Verlaufsbeurteilung des Heilungs- und Therapieverlaufs, aber auch des Krankheitsverlaufs bei progredienten neurologischen Erkrankungen
3. Beurteilung von alltagspraktischen Kompetenzen, Berufsfähigkeit und Fahreignung im Rahmen der rehabilitativen Nachsorge
4. Begutachtungen, u.a. im Zusammenhang mit Leistungsansprüchen. In der Rehabilitation kann es außerdem durch Verhaltensbeobachtungen in den übrigen Therapiebereichen zu einem **Untersuchungsauftrag** kommen, z.B. wenn sich der Patient während der verschiedenen Therapien leicht ablenken lässt, sich nur kurze Zeit auf Aufgaben konzentrieren kann oder kaum Fortschritte macht

■ Übersicht 12.6. Frageliste für die neuropsychologische Untersuchung

1. Wie sehen die Aufmerksamkeitsleistungen aus?
2. Wie gut ist die Belastbarkeit?
3. Kann der Patient nach Hause zurückkehren?
4. Kann der Patient in seinen Beruf zurückkehren?
5. Müssen Veränderungen am Arbeitsplatz vorgenommen werden?
6. Ist der Patient in der Lage, eine neue Tätigkeit zu erlernen?
7. Ist der Patient in der Lage, ein Kraftfahrzeug sicher zu führen?
8. Sind die neuropsychologischen Beeinträchtigungen auf das Unfallereignis zurückzuführen oder gibt es andere Faktoren mit ursächlicher Bedeutung?

■ Untersuchung in der frühen Rehabilitationsphase

In der **frühen Rehabilitationsphase** stehen häufig motorische, sensorische oder kognitive Einschränkungen des Patienten dem Einsatz standardisierter Verfahren entgegen, so dass im Klinikalltag eine gute **Verhaltensbeobachtung**, auch durch andere Berufsgruppen, und eine **Fremdanamnese** unverzichtbar sind. Die Verhaltensbeobachtung setzt eine enge Kooperation zwischen den verschiedenen an der Therapie beteiligten Berufsgruppen voraus. Organisationsstruktur und Architektur der Klinik können Verhaltensbeobachtungen unterstützen oder erschweren. Günstig ist es z.B., wenn Therapeuten stationszugeordnet arbeiten und Therapiezimmer sich direkt auf der Station des Patienten befinden.

■ Untersuchung in späteren Rehabilitationsphasen

In **späteren Rehabilitationsphasen** erfolgt dann die **quantitative Bewertung** mit standardisierten Testverfahren. Damit

soll ein möglichst genaues Bild der Stärken und Schwächen eines Patienten gezeichnet und eine normative Beurteilung vorgenommen werden. Aber auch die standardisierte Untersuchung sollte durch **Verhaltensbeobachtungen** während der Testung, im Stationsalltag oder z.B. in berufsnahen Situationen ergänzt werden. Diese Beobachtungen zeigen vor allem die qualitativen Aspekte der Aufgabenbearbeitung. **Informationen** aus dem Stationsalltag oder anderen Situationen ermöglichen eine Einschätzung, inwieweit sich die kognitiven Einschränkungen behindernd auswirken oder nicht. Dazu ist ein Austausch im interdisziplinären Team notwendig.

■ Aussagekraft und Zuverlässigkeit psychologischer Untersuchungsergebnisse

Die Aussagekraft und Zuverlässigkeit psychologischer Untersuchungsergebnisse hängen neben der fachlichen Kompetenz des Untersuchers und den übrigen bereits genannten Faktoren entscheidend von der **Kooperationsbereitschaft** des Patienten ab. Es ist wichtig zu klären, ob der Patient verstanden hat, warum er sich der Untersuchung unterziehen soll, und welche Konsequenzen die Ergebnisse für ihn haben können. Da die meisten psychologischen Untersuchungsverfahren den Patienten fremd sind, sollte genügend Zeit für Fragen und Erläuterungen zur Fügung stehen. Nicht jeder Brückenschlag zwischen Testverfahren und Alltagsanforderung, wie er für den Fachmann auf der Hand liegt, muss auch den Patienten überzeugen. Selbst Verfahren, die mit einem ökologischen bzw. alltagsnahen Anspruch entwickelt wurden, z.B. der Fahrstuhltest aus der **Testbattery of Everyday Attention (TEA)** (Robertson et al. 1994), müssen Patienten nicht unbedingt plausibel erscheinen. Der Untersucher wiederum muss darauf achten, dass er bei seinen Bemühungen nicht unbegründet von den Testdurchführungsbestimmungen abweicht und damit die Validität der Ergebnisse gefährdet.

Die neuropsychologische Untersuchung soll für Patienten eine **hilfreiche Erfahrung** und nicht ein notwendiges Übel sein. Für ihre Anstrengung und Kooperation sollten die Patienten einen Gegenwert erhalten, der darin bestehen kann, dass sie sich selbst besser verstehen lernen. Lezak (1995) spricht davon, dass die Untersuchung zu einer **Verbesserung des Selbstwertgefühls** beitragen kann, weil Patienten mit ihren Problemen ernst genommen werden und anhand der aus der Diagnostik gewonnenen Informationen eine Erklärung für ihre Probleme bekommen.

■ Zusammenfassung

Das **diagnostische Vorgehen** muss sich orientieren

- am Untersuchungsanlass,
- an der Fragestellung und
- an der jeweiligen Rehabilitationsphase.

Außerdem sind **Belastbarkeit** und sonstige **Einschränkungen** des Patienten zu berücksichtigen. Wenn dem nicht Rechnung getragen wird, ist eine Überforderung des Patienten vorprogrammiert, und die Validität der Ergebnisse ist u.U. infrage gestellt.

12.5.2 Exploration

Beim **Explorationsgespräch** zur Untersuchung von Aufmerksamkeitsfunktionen werden Informationen über die Probleme sowohl aus der Sicht des Patienten als auch aus Sicht der Angehörigen eingeholt. Ein Vergleich der beiden **Perspektiven** kann zudem Hinweise auf das Störungsbewusstsein geben, da bei einer großen **Diskrepanz** davon ausgegangen werden kann, dass der Patient bestimmte Probleme nicht richtig wahrnimmt. Eine Frageliste für die Exploration ist in ■ Übersicht 12.7 zusammengestellt.

■ Übersicht 12.7. Frageliste für die Exploration

1. Können Sie sich noch so gut konzentrieren wie vor der Erkrankung?
2. In welchen Situationen hat sich ihre Konzentrationsfähigkeit geändert?
3. Was haben Sie bisher unternommen, um mit dem Problem umzugehen?
4. Waren Ihre Versuche erfolgreich?
5. Sind Sie jetzt stärker ablenkbar?
6. Was lenkt Sie jetzt besonders ab?
7. Wie haben Sie bisher darauf reagiert?
8. Können Sie mehrere Dinge gleichzeitig erledigen?
9. Gelingt das so gut wie früher?
10. Vermeiden Sie solche Situationen jetzt?
11. Womit helfen Sie sich?
12. Wie gut können Sie einem Gespräch folgen?
13. Wie haben sich diese Veränderungen auf Ihr soziales Umfeld ausgewirkt?
14. Wie haben Angehörige und Freunde darauf reagiert?
15. Haben Angehörige und Freunde diese Veränderungen bemerkt?
16. Haben Sie mit ihnen darüber gesprochen?
17. Wie haben sich die Einschränkungen bei der Arbeit ausgewirkt?
18. Was meinen Sie, ist das Ihren Kollegen schon aufgefallen?
19. Hat es deshalb am Arbeitsplatz bereits Probleme gegeben?
20. Wie sind Sie damit umgegangen?
21. Wie haben sich diese Veränderungen auf Ihre Stimmungslage ausgewirkt?

12.5.3 Verhaltensbeobachtung

Verhaltensbeobachtung während der Untersuchung

Der hohe Strukturiertheitsgrad der **Untersuchungssituation** und die leichte Verfügbarkeit von Testkennwerten verführt dazu, qualitative Aspekte bei der Diagnostik außer Acht zu lassen. Damit würde der Untersucher jedoch auf wertvolle Informationen verzichten. Auf **Wünsche** und **Verhalten** des Patienten, z.B.

- Pausenwünsche,
- unruhiges Verhalten,
- unkonzentrierter, fahriger Arbeitsstil,
- Verzögerungen zu Beginn der Aufgabenbearbeitung,
- ungewöhnliche Fehler bei der Aufgabenbearbeitung und
- Leistungseinbrüche im Verlauf der Untersuchung,

sollte unbedingt eingegangen werden, weil dahinter u.U. ein mangelndes Instruktionsverständnis, Testangst, eine eingeschränkte Belastbarkeit, aber vielleicht auch mangelnde Anstrengungsbereitschaft stecken können. Darüber hinaus sollte dokumentiert werden, wie der Patient die **Aufgaben** bearbeitet:

- Geht er überlegt und strategisch vor?
- Benötigt er zusätzliche Hinweise und Hilfestellungen?
- Kann er diese nutzen?
- Nimmt er Fehler spontan wahr?
- Kann er sie korrigieren?
- Mithilfe der **Verhaltensbeobachtung** während der Untersuchung können so ergänzende diagnostische Informationen hinsichtlich des Arbeitsstils und Leistungspotenzials des Patienten gewonnen werden. In der Rehabilitation sind diese Informationen wichtig, da sie meist mehr als die Normwerte **Hinweise** auf die gestörten kognitiven Prozesse und damit für das therapeutische Vorgehen geben. Aus diesem Grund sollte die Testung, selbst wenn es sich um computergestützte Aufgaben handelt, nicht von Hilfskräften durchgeführt werden. Auch die Unsitte, den Untersuchungsraum während der Bearbeitung einer Aufgabe zu verlassen, verbietet sich.

Verhaltensbeobachtung im Klinikalltag

Die Verhaltensbeobachtung im **Klinikalltag** kann Anhaltspunkte dafür liefern, wie sich die in der Untersuchung festgestellten kognitiven Defizite im Alltag auswirken. In der Regel handelt es sich bei der Verhaltensbeobachtung um eine **unsystematische Beobachtung**. Zu einem diagnostischen Verfahren wird die Verhaltensbeobachtung, wenn sie systematisch und strukturiert durchgeführt wird. Ein solches Vorgehen setzt verhaltensanalytische Kenntnisse voraus, in das auch die anderen Klinikmitarbeiter eingebunden werden müssen. Dadurch ist es z.B. möglich, Informationen über die **Time on Task** zu erhalten (Wood 1986, Whyte et al. 1996). Die Time on Task gibt die **Zeitdauer** wieder, in der ein Patient seine Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Aufgabe richten kann, ohne sich ablenken zu lassen. Erfasst wird während einer definierten Zeiteinheit der Zeitanteil, den ein Patient für die festgelegte Aufgabe aufwendet.

Zusammenfassung

Exploration, Angehörigenbefragung und Verhaltensbeobachtung, letztere während der Testung und im Klinikalltag, sind nicht nur eine Ergänzung der standardisierten Testverfahren, sondern sind manchmal die **einzigen Informationsquellen**, um in der Frühphase der Rehabilitation eine diagnostische Aussage zu treffen und Therapieschwerpunkte zu setzen. Darüber hinaus liefern diese Methoden Hinweise, inwieweit sich

der Patient seiner Probleme bewusst ist, und ob sich diese im Stationsalltag oder zuhause negativ auswirken oder nicht.

12.6 Neuropsychologische Testverfahren und Fragebögen

12.6.1 Testbatterien

Im deutschen Sprachraum wird in der klinischen Neuropsychologie häufig die **Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)** (Zimmermann u. Fimm 2007a, 2007b) eingesetzt. Daneben gibt es noch weitere Testbatterien, z.B. die neue **Testbatterie für Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen (WAF)** von Sturm (2007). Beide Testbatterien sind computergestützt und unterscheiden sich in ihren Anforderungen und Normierungen voneinander, so dass sie sich je nach Fragestellung durchaus ergänzen. Der **Test of Everyday Attention (TEA)** von Robertson et al. (1994) ist ein Papier- und Bleistiftverfahren, allerdings ohne deutsche Normierung, und der **Aufmerksamkeits-Netzwerk-Test (ANT)** von Gauggel und Böcker (2004) befindet sich noch in der Erprobungsphase.

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)

Die **TAP** enthält neben den Aufgaben zur Überprüfung der **Aufmerksamkeit** zusätzliche **Tests**, mit denen u.a.

- Gesichtsfeldausfälle,
- Auswirkungen eines visuellen Neglects,
- visuelle Exploration und
- Arbeitsgedächtnis

untersucht werden können. Ergänzend zu den normierten Standardbedingungen besteht die Möglichkeit, Parameter zu variieren, um auffällige Leistungsmuster hypothesengeleitet zu analysieren. Inzwischen liegt außerdem eine separate **Version für Kinder** vor, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Die **Subtests** der TAP lassen sich den oben beschriebenen Komponenten der Aufmerksamkeit zuordnen. Die Normierungsstichproben sind für die einzelnen Untertests unterschiedlich groß (n=200–811) und decken den Altersbereich von **20–90 Jahren** ab. Die Autoren (Zimmermann u. Fimm 2007a) haben zur Überprüfung der **Validität** ihrer Testbatterie mehrere Faktorenanalysen durchgeführt, allerdings mit unterschiedlichen Stichproben gesunder Probanden und mit verschiedenen Untertests bzw. Testparametern. Daher verwundert es nicht, dass die Anzahl der Faktoren ebenfalls variiert. Die Ladungen der Testparameter auf den jeweiligen Faktoren sind jedoch weitestgehend plausibel.

Testbatterie für Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen (WAF)

Die **WAF** von Sturm (2007) orientiert sich ebenfalls an der bereits beschriebenen Systematik der Aufmerksamkeitsprozesse. Insgesamt stehen sechs Verfahren zur Verfügung, mit denen folgende **Fähigkeiten** untersucht werden können:

- Alertness (WAFA),
- Vigilanz und Daueraufmerksamkeit (WAFV),
- selektive Aufmerksamkeit (WAFS),
- fokussierte Aufmerksamkeit (WAFF) und
- geteilte Aufmerksamkeit (WAFG) (■ Tab. 12.4).

Die **räumliche Aufmerksamkeit** im Sinne von Fernandez-Duque und Posner (2001) kann mit einem separaten Verfahren (**WAFR**) überprüft werden. Außerdem können **Vortests (WAFW)** genutzt werden, um relevante Beeinträchtigungen der Wahrnehmungsfunktionen festzustellen, die eine Durchführung der Aufmerksamkeitstests ausschließen.

Für die **exekutive Aufmerksamkeit** fehlen allerdings entsprechende Verfahren, da Sturm und Zimmermann (2000) im Unterschied zu Fernandez-Duque und Posner (2001) das Konzept der exekutiven Aufmerksamkeit für problematisch halten: Es sei nur schwer von den exekutiven Funktionen abzugrenzen. Außerdem seien exekutive Kontrollprozesse an der Selektion beteiligt und spielten auch bei der geteilten Aufmerksamkeit eine wichtige Rolle.

Für jedes Testverfahren gibt es mehrere **Subtests** für die visuelle, auditive bzw. crossmodale Signalverarbeitung. Schließlich besteht die Möglichkeit, automatisierte und kontrollierte Verarbeitungsprozesse separat zu analysieren. Die Normstichprobe (n=295) umfasst den Altersbereich von **16–77 Jahren**, wobei die Tests ab dem 8. Lebensjahr einsetzbar sind.

Näher betrachtet Faktorenanalyse

Eine Faktorenanalyse ergab **drei Faktoren**:

- **Selektivität** mit den Tests WAFS, WAFF, WAFG und WAFR,
- **kurzfristige Intensität** mit WAFA und
- **längerfristige Intensität** mit WAFV.

Bei dieser **Faktorenlösung** fällt auf, dass die räumliche Selektivität nicht einem separaten Faktor entspricht. Dass die WAF mit den Modellannahmen der verschiedenen Aufmerksamkeitsprozesse übereinstimmt, konnte außerdem mit einer konfirmatorischen Faktorenanalyse bestätigt werden. Unter rehabilitativen Gesichtspunkten ist zudem interessant, dass mit **CogniPlus** (Sturm 2009) auch ein theoriegeleitetes Therapieprogramm für Aufmerksamkeitsstörungen zur Verfügung steht.

Test of Everyday Attention (TEA)

Der **Test of Everyday Attention (TEA)** wurde von Robertson et al. (1994) als **Papier- und Bleistiftverfahren** entwickelt, mit dem Anspruch, Patienten mit alltagsnahen, d.h. ökologisch validen, visuellen und auditiven Aufgabenstellungen zu untersuchen. Um diesen Anspruch zu untermauern, konnten die Autoren bei Schlaganfallpatienten zufriedenstellende **Korrelationen** zwischen den einzelnen Untertests des TEA und alltäglichen Aktivitätseinschränkungen nachweisen. Außerdem überzeugt die Testbatterie durch eine theoriegeleitete Konstruktion der Untertests, die zumindest für die Normierungstichprobe mit einer Faktorenanalyse weitestgehend bestätigt

werden konnte. Die einzelnen **Untertests** beziehen sich auf folgende **Faktoren**:

- selektive Aufmerksamkeit,
- Flexibilität/Umstellungsfähigkeit,
- Daueraufmerksamkeit und
- Arbeitsgedächtnis.

Die Normierungstichprobe deckt mit 154 Probanden den Altersbereich von **18–80 Jahren** ab. Zusätzlich enthält das Handbuch Kennwerte zu einigen neurologischen Störungsbildern, z.B. Schlaganfall und Schädel-Hirn-Trauma. Als Papier- und Bleistiftverfahren ist der TEA flexibel einsetzbar (z.B. im Zimmer des Patienten) und mit 3 Parallelversionen für **Verlaufsmessungen** geeignet. Für **Kinder** gibt es eine separate Version, die auch ins Deutsche übertragen und normiert wurde (Manly et al. 2008).

Aufmerksamkeits-Netzwerk-Test (ANT)

Eine weitere Testbatterie zur Überprüfung von Aufmerksamkeitsfunktionen ist der **Aufmerksamkeits-Netzwerk-Test (ANT)**, der sich noch in der Erprobungsphase befindet (Gaugel u. Böcker 2004). Beim ANT handelt es sich um einen **computergestützten Aufmerksamkeitsstest**, mit dem

- Alertness (Aufmerksamkeitsaktivierung),
- Orientierung (selektive Aufmerksamkeit) und
- exekutive Aspekte der Aufmerksamkeit

untersucht werden können. Die Aufmerksamkeitsfunktionen werden anhand einer **Wahlreaktionszeitaufgabe** erfasst. Der ANT basiert auf dem neuronalen Modell der Aufmerksamkeit von Posner (Fan et al. 2002). Vorläufige Ergebnisse (Beck et al. 2008) weisen den ANT als einen **validen** Aufmerksamkeitsstest aus, dessen Kennwerte in einer Stichprobe hirngeschädigter Patienten für die Bereiche »Alertness« und »selektive Aufmerksamkeit« hoch mit den entsprechenden TAP-Untertests korrelierten. Die niedrigen **Korrelationen** zwischen den Kennwerten zur exekutiven Aufmerksamkeit führen die Autoren auf die unterschiedlichen Testanforderungen der beiden Verfahren zurück; beim TAP-Untertest sind u.a. bimanuale Reaktionen erforderlich. Zudem korrelierten die ANT-Parameter stark mit der Fremdbeurteilung der Aufmerksamkeitsleistungen durch die behandelnden Ergotherapeuten.

12.6.2 Untertests der Testbatterien

In ■ Tab. 12.4 ist eine knappe Beschreibung der zentralen **Untertests der vier Testbatterien** mit Zuordnung zu den fünf Aufmerksamkeitskomponenten zusammengestellt.

12.6.3 Einzeltests

Neben den im vorausgegangenen Abschnitt beschriebenen Testbatterien gibt es noch eine Reihe **etablierter Einzeltests**, mit denen ebenfalls Aufmerksamkeitsfunktionen untersucht

■ Tab. 12.4. Testbatterien zur Untersuchung von Aufmerksamkeitsstörungen

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)	Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen* (WAF)	Test of Everyday Attention (TEA)	Attentional Network Test (ANT)
1. Alertness			
<p>Alertness: Visuelle Einfachreaktion mit und ohne Warnton; dadurch Differenzierung zwischen tonischer und phasischer Alertness</p>	<p>WAF: Visuelle oder auditive Einfachreaktion mit oder ohne Warnreiz; dadurch Differenzierung zwischen tonischer und phasischer Alertness</p>		<p>Alertness-Bedingung: Der Proband muss auf einen über- oder unterhalb eines Fixationskreuzes dargebotenen nach rechts oder links zeigenden Pfeil reagieren. Dieser Pfeil wird rechts und links entweder von je zwei Linien (neutrale Flanker) oder zwei in die gleiche Richtung (kompatible Flanker) oder zwei in entgegengesetzte Richtung zeigenden Pfeilen (inkompatible Flanker) flankiert. Unmittelbar vor dem Erscheinen eines Pfeils mit seinen Flankern wird bei einem Teil der Durchgänge ein Hinweisreiz (Stern) präsentiert, der den Probanden angibt, dass jetzt gleich der Pfeil mit seinen Flankern erscheinen wird. Berechnet wird die Differenz der Reaktionszeiten bei Durchgängen mit oder ohne Hinweisreiz</p>
2. Vigilanz und Daueraufmerksamkeit			
<p>Visueller Vigilanztest: Ein vertikaler Balken bewegt sich mit unterschiedlichen Amplituden nach oben/ unten. Zielreiz ist ein hoher Amplitudenausschlag des Balkens nach oben</p>	<p>WAFV: Reaktionen auf visuelle Reize, die selten (5%) an Intensität verlieren</p>	<p>Lottery: Auditiv werden Losnummern präsentiert, die aus 2 Buchstaben und 3 Ziffern bestehen. Sind die letzten beiden Ziffern identisch, sind die beiden Buchstaben aufzuschreiben</p>	
<p>Akustischer Vigilanztest: Ein hoher und tiefer Ton wechseln kontinuierlich. Wenn 2 hohe/tiefe Töne hintereinander präsentiert werden, muss der Proband mit Tastendruck reagieren</p>	<p>WAFV: Reaktionen auf auditive Reize, die selten (5%) an Intensität verlieren</p>	<p>Elevator Counting: Durch das Zählen von Tönen ist das Stockwerk anzugeben, das ein symbolischer Fahrstuhl erreicht</p>	
<p>Daueraufmerksamkeit: Konsekutive Darbietung von Reizen, die sich in 4 Dimensionen unterscheiden (Form, Farbe, Größe, Füllung). Reagiert werden muss, wenn der aktuelle Reiz in der Form mit dem vorigen übereinstimmt</p> <p>▼</p>	<p>WAFV: Reaktionen auf visuelle oder auditive Reize, die häufig (25%) an Intensität verlieren</p>		

Tab. 12.4 (Fortsetzung)

Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung	Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen*	Test of Everyday Attention (TEA)	Attentional Network Test (ANT)
3. Selektive Aufmerksamkeit			
Go/NoGo: Reaktion auf 2 von 5 ähnlichen visuellen Mustern	WAFS: In der visuellen Bedingung muss auf Helligkeitsveränderungen eines Kreises/Quadrats reagiert werden. Auf 5 irrelevante Reize darf nicht reagiert werden (Kreis, Quadrat oder Dreieck ohne Helligkeitsveränderung, Dreieck heller oder dunkler) WAFF: Dem Probanden werden visuelle relevante Reize vor ablenkenden Reizen vorgegeben. Wenn 2 zuvor definierte Veränderungen der relevanten Reize hintereinander auftreten, soll der Proband reagieren; die übrigen Reize soll er ignorieren	Map Search: Zielreize sind Symbole (z.B. für Restaurants); sie sind auf einer präparierten Landkarte zu markieren	Orienting-Bedingung: Siehe Aufgabenbeschreibung oben. In dieser Bedingung erscheint der Hinweisreiz dort, wo anschließend der Pfeil mit seinen Flankern präsentiert wird. Die Probanden erhalten somit nicht nur Informationen über das unmittelbare Auftauchen des Pfeils, sondern auch über dessen genauen Präsentationsort (»spatial orienting«). Berechnet wird die Differenz der Reaktionszeiten bei den Durchgängen mit oder ohne örtlichen Hinweisreiz
Verdeckte Aufmerksamkeitsverschiebung: Der Proband muss auf einen visuellen Reiz reagieren, der links/rechts vom Fixationspunkt präsentiert wird. Zuvor erscheint in der Bildschirmmitte ein Pfeil, der nach links/rechts zeigt. In der validen Bedingung folgt der kritische Reiz auf der Seite, auf die der Pfeil gezeigt hat. In der invaliden Bedingung auf der Gegenseite	WAFR: Die räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit wird an 4 bzw. 8 räumlichen Positionen in einer Posner-Paradigma ähnlichen Aufgabenstellung erfasst. Verwendet werden periphere (exogene) und zentrale (endogene) räumliche Hinweisreize		
4. Geteilte Aufmerksamkeit			
Geteilte Aufmerksamkeit: Visueller Zielreiz ist ein Quadrat, das in einer Matrix von Kreuzen abgebildet wird, die ständig ihre Position wechseln. Auditive Zielreize sind 2 gleich hohe/tiefe Töne hintereinander in einer Abfolge von hohen und tiefen Tönen	WAFG: Der Proband erhält Reize auf 2 visuellen bzw. 1 visuellen und 1 auditiven Kanal. Er soll beide Kanäle dahingehend überwachen, ob sich einer der Reize 2-mal hintereinander verändert	Telephone Search while Counting: Auf einem Blatt aus den »Gelben Seiten« müssen bestimmte Symbolkombinationen markiert und gleichzeitig die Tonabfolgen gezählt werden	
5. Exekutive Kontrolle, Umstellungsfähigkeit			
Flexibilität: Anforderung sind kontinuierlich wechselnde Reaktionen auf Buchstaben bzw. Zahlen, die paarweise angeboten werden		Visual Elevator: In einem symbolischen Fahrstuhl müssen visuell präsentierte Stockwerke in wechselnd auf- und absteigender Abfolge gezählt werden	Exekutive Bedingung: Siehe Aufgabenbeschreibung oben. Berechnet wird die Differenz der Reaktionszeiten bei den Durchgängen mit kompatiblen und inkompatiblen Flankern
*Die Beschreibung beschränkt sich auf visuelle und/oder auditive Bedingungen. Die WAF-Untertests bieten eine Reihe weiterer Varianten			



<http://www.springer.com/978-3-642-12914-8>

NeuroRehabilitation

Ein Praxisbuch für interdisziplinäre Teams

Frommelt, P.; Lösslein, H. (Hrsg.)

2010, XXX, 803 S., Hardcover

ISBN: 978-3-642-12914-8