

# Kognitive Therapie von Störungen der Exekutivfunktionen

S.V. Müller<sup>1</sup>, A. von der Fecht<sup>2</sup>, H. Hildebrandt<sup>3,4</sup>, T. F. Münte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Psychologie, Abteilung Neuropsychologie,

<sup>2</sup>Zentralkrankenhaus Reinkenheide, Klinik für Geriatrie,

<sup>3</sup>C.v.O. Universität Oldenburg, AE Psychologie im Gesundheitswesen,

<sup>4</sup>Zentralkrankenhaus Bremen-Ost, Neurologische Klinik

---

## Zusammenfassung

Störungen der Exekutivfunktionen werden im klinischen Setting häufig übersehen und in Anbetracht ihrer Komplexität in neuropsychologischen Therapieansätzen nur unzureichend berücksichtigt. Sie treten meist erst in komplexen Situationen des täglichen Lebens in Erscheinung. Die Therapie von Patienten<sup>1</sup> mit Störungen der exekutiven Funktionen spielt eine entscheidende Rolle für einen erfolgreichen Abschluß der Rehabilitation, gemessen an Selbständigkeit im Alltag, beruflicher Wiedereingliederung und sozialer Integration [19]. Dies verdeutlicht, wie wichtig gerade in diesem Funktionsbereich eine detaillierte Diagnostik und darauf aufbauend ein klar strukturiertes Therapieprogramm für das Rehaoutcome ist.

Der von uns vorgeschlagene klinische Leitfaden gliedert sich im wesentlichen in die Therapie von drei Subkomponenten exekutiver Funktion und deren Kombination. Es liegen Module mit Arbeitsmaterialien zur Therapie von a) kognitiver Flexibilität, b) Arbeitsgedächtnisprozessen und c) Handlungsplanung vor. Dargestellt wird ein schematischer Leitfaden zur Therapie exekutiver Funktionen bei leicht bis mittelschwer geschädigten Patienten ohne massive Verhaltensstörungen oder Persönlichkeitsveränderungen. Das vorliegende Therapieprogramm fokussiert ausschließlich auf die kognitiven Komponenten. Es ermöglicht ein zielgenaues Vorgehen, ein sukzessives Erhöhen des Schwierigkeitsgrades und eine schrittweise Integration und Kombination des Trainings der Subprozesse.

**Schlüsselwörter:** Exekutivfunktionen, neuropsychologische Rehabilitation, Therapiematerialien

## Kognitive therapy of executive dysfunctions

S.V. Müller, A. von der Fecht, H. Hildebrandt, T. F. Münte

## Abstract

Executive dysfunctions are often overlooked in clinical settings and, and because of their complexity, often insufficiently considered in neuropsychological therapy programmes. In addition deficiencies related to everyday life often occur only in complex situations. The therapy of executive dysfunctions plays a major role for a successful completion of the therapy, reflecting in independence in everyday life, restoration of working capacity, and social integration [19]. This makes the importance of a detailed diagnosis and, based on it, of a clearly structured therapy program evident for the rehabilitation outcome.

The clinical guideline we suggest here is subdivided into the therapy of three subcomponents of executive functions and their combination. We present some modules with working materials for the therapy of (a) cognitive flexibility, (b) working memory processes, and (c) action design. We outline the therapy of executive functions in patients who are slightly to moderately severe impaired without showing massive behavioral impairments or changes in personality. The present therapy programme focuses exclusively on cognitive components, is goal-oriented, and allows a successive increase in the difficulty scale and a gradual integration and combination of the training of subprocesses.

**Key words:** executive functions, neuropsychological rehabilitation, therapy materials

Neurol Rehabil 2000; 6 (6): 313-322

---

<sup>1</sup>Im Sinne einer einheitlichen und lesbaren Sprachregelung wird auf die parallele Verwendung von maskulinen und femininen Genusbezeichnungen von Nomina verzichtet. Selbstverständlich sind Frauen und Männer immer gleichberechtigt gemeint.

## Einleitung

Im folgenden geht es um die Therapie von Störungen der allgemeinen Leitungs- und Steuerungsfunktionen, wie sie nach Substanz-Schädigung des Gehirns, insbesondere des präfrontalen Kortex anzutreffen sind. Da sich mittlerweile auch im deutschsprachigen Raum der angelsächsische Begriff »executive functions« durchgesetzt hat, wird dieser im weiteren verwandt. Die sogenannten Exekutivfunktionen werden für die Antizipation, das Planen, das Ausführen, Kontrollieren und Anpassen von Handlungen sowie kognitive Flexibilität/Umstellungsfähigkeit benötigt. Die Exekutivfunktionen spielen insbesondere bei der Planung von Handlungen, bei denen Ziele über mehrere Schritte hin zu verfolgen sind, eine Rolle. Weiterhin sind sie bei der Hemmung/Inhibition von bereits intendierten Prozessen entscheidend [12]. Der präfrontale Kortex ist besonders an Prozessen, welche Aktionen oder Ideen generieren oder selektieren, beteiligt. Dies ermöglicht Zukunftsplanung und das mentale Durchspielen verschiedener Lösungen. Obwohl die Therapie der Exekutivfunktionen damit für den funktionellen Rehabilitationserfolg und die soziale Reintegration eine außerordentlich wichtige Rolle spielt [vgl. 19], liegen in diesem Bereich keine kognitiv orientierten, klar strukturierten und umfassenden Therapieprogramme vor. Der präfrontale Kortex hat enge reziproke Verbindungen zu anderen neokortikalen Regionen sowie Verbindungen zu limbischen und diencephalen Strukturen und zu den Basalganglien. Deshalb verstehen wir unter präfrontaler Hirnschädigung nicht nur fokale Gewebläsionen, sondern jede Art von Hirnschädigung, die zu einer Funktionsbeeinträchtigung des Frontalhirns führt, wie beispielsweise eine Schädigung des medialen Thalamus, des Nucleus caudatus oder des Caudatum. Als die physiologische Grundlage der exekutiven Funktionen muß ein weit verzweigtes über das Frontalhirn hinausgehendes Netzwerk aus verschiedenen kortikalen und subkortikalen Komponenten angesehen werden [18].

Störungen der Exekutivfunktionen sind nicht gleichzusetzen mit Läsionen des Frontallappens. Zu den Funktionen des Frontallappens gehören weitere Bereiche, wie z. B. Antrieb oder Sozial- und Sexualverhalten. Doch es besteht weitgehende Übereinstimmung, daß bei Prozessen des Planens und der Handlungskontrolle dem präfrontalen Kortex eine vorrangige Rolle zukommt. Die zuvor dargestellten Modelle stehen damit in der Tradition von Luria, der die Präfrontallappen als ein System ansah, das für »die Programmierung, Steuerung und Überprüfung menschlicher Aktivität« verantwortlich ist [24].

## Psychologische Theorien

Erkrankungen des Gehirns lassen sich auf unterschiedliche Weise untersuchen: Die Psychologie beschreibt normale und pathologische Erscheinungen im Bereich des subjektiven Erlebens und beschreibbaren Verhaltens und entwirft psychologische Modelle der basalen Grundfunktionen des

Menschen wie Wahrnehmen, Erinnern oder Problemlösen. Aus kognitionspsychologischer Perspektive war das Modell eines »Supervisory Attentional Systems« (SAS) von Norman und Shallice [29] das erste, welches zur Erklärung der Störung von Exekutivfunktionen angewendet wurde [vgl. 4, 5, 36, 42]. Etwas später wurde das »Working Memory« Modell von Baddeley [1, 2] als Erklärungsmodell für Störungen der Exekutivfunktionen verwendet. Weiterhin können Handlungstheoretische Ansätze, wie z. B. der von Volpert [44], herangezogen werden, wonach das inflexible Verhalten der Patienten durch die Aktivierung alter, inadäquater Aktionsschemata zu erklären ist.

### *Supervisory Attentional System (SAS)*

Norman und Shallice [29] schlagen ein Modell der Aufmerksamkeitskontrolle zur Planung von Handlungen vor: Manche Handlungen laufen automatisch ab, andere benötigen bewußte Kontrolle. Verschiedene Schemata oder Pläne können parallel ablaufen und ermöglichen so die Ausführung von mehreren Handlungen gleichzeitig. Dadurch können Situationen entstehen, in denen verschiedene Pläne miteinander in Konflikt geraten. Das Modell schlägt einen automatischen Prozessor oder »Contention Scheduler« (CS) vor, welcher einem der Schemata zu einem bestimmten Zeitpunkt auf der Basis festgelegter Prioritäten oder in Abhängigkeit von Umweltbedingungen Vorrang gewährt.

Das SAS hat eine begrenzte Verarbeitungskapazität und wird nur unter bestimmten Bedingungen benötigt. Dazu gehören folgende Situationen:

1. Planung und Entscheidung,
2. neue oder schlecht gelernte Aufgaben und
3. Situationen, in denen stark überlernte Prozesse überwunden werden müssen.

Shallice selbst [39] hat vorgeschlagen, daß die kognitiven Defizite von Patienten mit präfrontalen Läsionen als eine Störung des SAS verstanden werden können. Die beobachteten Defizite zeigen sich dann, wenn ein Patient mit Verletzungen im Frontalhirn sich in einer neuen Situation befindet oder wenn ein Aufgabenwechsel stattfindet. Stam et al. [42] nehmen an, daß der CS im striatalen thalamischen System lokalisiert ist und durch das nigrostriatale System beeinflußt wird.

Das SAS wurde als übergeordnete Kontrollinstanz mit unspezifischem Charakter konzipiert, welche bei verschiedenen Aufgaben, die bewußte Verarbeitung erfordern, aktiv wird. Problematisch an diesem Konzept ist, daß es nicht möglich ist, aufgabenunabhängig Leistungsminderung bzw. Kapazitätsminderung des SAS vorauszusagen.

### *Working Memory (WM)*

Das Arbeitsgedächtnismodell (Working Memory Model) von Baddeley [1] beschreibt ein »Interface«, in dem verschiedene Aufgabentypen verarbeitet werden. Üblicherweise wird es unterteilt in die Zentrale Exekutive (»central ex-



cutive«) und zwei Subroutinen (»slave systems«). Letztere umfassen die artikulatorische Schleife (»articulatory loop«), welche für die Aufrechterhaltung und Verarbeitung verbaler Informationen zuständig ist, und den visuell-räumlichen Skizzenblock (»visuospatial sketchpad«), welcher für die kurzfristige Speicherung und Manipulation visuell-räumlicher Informationen verantwortlich ist. Das Vorhandensein weiterer Subroutinen bzw. eine weitere Ausdifferenzierung wird in jüngerer Zeit diskutiert [40]. Die Zentrale Exekutive kann als ein Supervisor oder Planer betrachtet werden, welcher Strategien auswählt und Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenführt. Die Rolle der Zentralen Exekutive umfaßt Kontrolle und Teilung der Aufmerksamkeit hinsichtlich unterschiedlicher Quellen von internen und externen Informationen. Das Konstrukt einer Zentralen Exekutiven, die maßgeblich für die Funktion des Arbeitsgedächtnisses ist, läßt sich damit nur schwer von Aufmerksamkeitsprozessen trennen und ist in diesem Kontext zu betrachten.

Wesentliche Funktion des Arbeitsgedächtnisses ist also die Aufrechterhaltung und Manipulation von Informationen. Es erlaubt dabei die gleichzeitige Nutzung und zeitlich begrenzte Speicherung von Informationen, wie sie zur Ausführung komplexer kognitiver Aufgaben erforderlich ist [2].

### Handlungstheorie

In der psychologischen Handlungstheorie sind Handlungen Verhaltensweisen, die durch Zielgerichtetheit, Zweckhaftigkeit und Bewußtheit gekennzeichnet sind. Das bekannteste handlungstheoretische Grundmodell ist das TOTE-Modell (Test-Operate-Test-Exit) von Miller, Galanter und Pribram [28]. Das Modell enthält vier Grundelemente: Bei Annäherung an eine neue Situation wird die Situation einer ersten Prüfung unterzogen (Test). Als Ergebnis dieser Prüfung erfolgt eine erste Handlung (Operate) zur Veränderung des Ausgangszustandes; daraufhin folgt eine neuerliche Prüfung des Ausgangszustandes, z. B. ein Vergleich mit der Ausgangssituation. Wenn die Prüfung des Sachverhaltes zu einem befriedigenden Ergebnis geführt hat, wird die entsprechende Tätigkeit beendet (Exit). Ansonsten erfolgt ein erneuter Durchlauf der Verarbeitungsschleife.

Pribram [34] nahm an, daß dem Frontalhirn eine vorrangige Bedeutung bei der Planung und Strukturierung von komplexen Situationen zukommt. Dazu zählte er auch die Bildung von »flexible noticing orders«, die wichtig für die Ausführung kontextabhängigen Verhaltens sind. Sie beruhen auf informativen Hinweisen, die sich aus dem situativen Kontext ergeben und das Verhalten beeinflussen können. Pribram selbst nahm dafür eine enge Verbindung von dorsolateralem präfrontalen Kortex und Hippocampus an. Patienten mit Schädigungen des dorsolateralen präfrontalen Kortex sind häufig nicht in der Lage, zwischen mehreren Handlungsalternativen auszuwählen. Sie greifen häufig Routinehandlungen auf, anstatt Verhalten an wechselnde Umweltbedingungen anzupassen. Dabei kann der Patient durchaus bemerken, daß seine wiederkehrenden Verhal-

tensschablonen unzweckmäßig sind und nicht zum Ziel führen. Die ständig wiederkehrenden Aktionsschemata werden durch verschiedene Aspekte der Umweltbedingungen getriggert. In der Handlungstheorie nach Vopler [44] ließe sich dieses Verhalten als »inflexibles« Verhalten beschreiben, welches durch die Tendenz gekennzeichnet ist, alte und inadäquate Aktionsschema zu aktivieren. In der neuropsychologischen Testsituation äußert sich dieses inflexible Handeln als perseveratorisches Verhalten.

### Relevante anatomische Grundlagen/Ätiologie

Störungen der Exekutivfunktionen können nach unterschiedlichen Arten von Hirnschädigungen auftreten, die den präfrontalen Kortex und/oder seine Verbindungen betreffen. Zu den Ursachen zählen Tumore (z. B. Meningiome, die von den Meningen des dorsolateralen Frontalhirns oder der Falx ausgehen oder Schmetterlingsflügelgliome), Infarkte im Versorgungsgebiet der Arteria cerebri anterior und der frontalen Äste der Arteria cerebri media sowie Subarachnoidalblutungen aus einem Aneurysma der Arteria communicans anterior. Weitere Ursachen sind fronto-temporale Demenzen oder diffuse zerebrale Gewebsschäden, wie sie bei Zustand nach Schädelhirntraumata oder nach hypoxischen Hirnschäden auftreten, oder entzündliche Prozesse des ZNS [vgl. 37]. In jüngerer Zeit wird z. B. bei Multipler Sklerose [10, 14] oder Morbus Parkinson [41] das Vorhandensein exekutiver Dysfunktionen intensiv diskutiert.

Die Frontallappen des Menschen umfassen das gesamte Kortexgewebe anterior des Sulcus centralis. Dieses Gebiet entspricht etwa 40% des gesamten Neokortex und besteht aus mehreren funktional getrennten Regionen [22].

Der präfrontale Kortex läßt sich weiter untergliedern: Laut Passingham [33] ist im ventralen präfrontalen Kortex Information über die externe Welt gespeichert. Der ventrale präfrontale Kortex ist verantwortlich für die Selektion der Antwort auf externe Reize. Bisher ungeklärt ist die Frage, ob er an allen Antwortselektionsprozessen beteiligt ist. Dem orbitofrontalen Kortex wird eine besondere Rolle bei der Unterdrückung inadäquater Handlungen zugeschrieben [15]. Eine Schädigung dieser Region kann zur Unfähigkeit führen, das eigene Verhalten zu steuern. Auch dem mediofrontalen Kortex wird eine Bedeutung für die Unterdrückung inadäquater Handlungen zugesprochen. Die Rolle des anterioren cingulären Kortex (ACC) hinsichtlich strategischer und evaluativer Funktionen wird kontrovers diskutiert. So fanden z. B. Pardo et al. [32], daß die Bearbeitung des STROOP-Tests zu einer erhöhten regionalen Hirndurchblutung im rechten anterioren cingulären Kortex führt. Carter et al. [6] nehmen hingegen an, daß der ACC eine evaluative Funktion hat, um konkurrierende Antworttendenzen zu entdecken und strategische Prozesse zu implementieren.

Vom dorsalen präfrontalen Kortex wird laut Passingham [33] angenommen, daß er für räumliche Aufgaben mit verzögerter Antwort und verzögertem Wechsel verantwortlich ist. Pribram [34] sowie Oscar-Berman et al. [30] beschrei-



ben, daß dorsolaterale präfrontale Läsionen mit Beeinträchtigungen in »klassischen« zeitverzögerten (»delayed response«) Aufgaben einhergehen, wohingegen ventrolaterale Läsionen hauptsächlich mit Schwierigkeiten in alternierenden (»delayed alternation«) Aufgaben assoziiert sind. fMRT Studien am Menschen [17] konnten diese Unterteilung nicht klar bestätigen. *Goldman-Rakic* und ihre Mitarbeiter belegten mittels tierexperimenteller Studien [18, 17], daß verschiedene Areale des präfrontalen Kortex und seine kortikalen und subkortikalen Verbindungen für räumliche und nicht räumliche Arbeitsgedächtnisaufgaben verantwortlich sind. Dies wurde durch *D'Esposito* et al. [9] auch vor kurzem bei Menschen bestätigt.

### Neuropsychologisch-topologische Rehabilitation

Patienten mit Defiziten der Exekutivfunktionen weisen eine Reihe von klassischen Beeinträchtigungen auf. Um die bestehenden Schwierigkeiten entsprechend zu therapieren, ist es notwendig, die zugrundeliegenden Beeinträchtigungen zu diagnostizieren, zu analysieren und zu gruppieren. Anhand dieser Strukturierung und Klassifikation soll ein aufeinander aufbauendes Therapieprogramm entwickelt werden, welches dem behandelnden Neuropsychologen verdeutlicht, an welcher Stelle des Therapieprozesses er sich befindet und wo bei jedem speziellen Patienten ein sinnvoller Einstieg möglich ist.

Dazu ist eine umfassende neuropsychologische Diagnostik der Exekutivfunktionen notwendig. Zu den hierfür relevanten Testverfahren gehören: der Untertest Arbeitsgedächtnis aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), der Untertest Reaktionswechsel aus der TAP, der Farb-Wort-Interferenz-Test (FWIT), der Trail Making Test (TMT), der Controlled Oral Word Association Test (COWAT), der Design Fluency Test (Ruff), der Modified Card Sorting Test (MCST), der Turm von Hanoi/Tower of London, die Behaviour Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS), um nur die wichtigsten zu nennen. Bei *Ettlin* und *Kischka* [13] findet sich eine effektive und evaluierte Zusammenstellung verschiedener Tests zu einer Screening »Bedside« Testbatterie. Zusätzlich können Fragebögen und Rating Skalen zur Selbst- und Fremdbeurteilung [16], der Einsatz von Verhaltensanalyse sowie intensive Gespräche mit den Angehörigen herangezogen werden.

Neben den neuropsychologischen Defiziten werden eine Reihe von Verhaltensauffälligkeiten beschrieben, die eine andere Form der Therapie benötigen. Zu verhaltenstherapeutisch ausgerichteten Therapieansätzen bei Störungen der Exekutivfunktionen finden sich Fallbeispiele und Handlungsanweisungen bei *Matthes-von Cramon* [26, 27]. Hier konnten erfolgreich verhaltenstherapeutische Methoden, wie beispielsweise die Selbstmanagementtherapie [20] oder das »backward chaining«, erfolgreich in die Therapie exekutiver Störungen integriert werden. Im folgenden konzentrieren wir uns, gemäß der Konzeption der Materialsammlung, ausschließlich auf die Therapie von leichteren neuropsychologischen Defiziten im engeren Sinne bei Patienten

ohne massive Verhaltensstörung und ohne das Vorliegen einer Hypobulie (Antriebsmangel).

In der Literatur finden sich verschiedene Arten der Gruppierung auf unterschiedlichem Differenzierungsniveau [23, 25]. Häufig wurden Störungen der Exekutivfunktionen als Störungen komplexer Funktionen beschrieben [7, 8]. Es werden bis zu 50 Verhaltensweisen [3] beschrieben, die im Rahmen exekutiver Dysfunktion gestört sein können. *Smith* und *Jonides* [40] haben eine Zerlegung der Exekutivfunktionen in fünf Metakomponenten vorgeschlagen.

Durch die Zerlegung komplexer Funktionen in einfachere Subroutinen wird eine Analyse, welche Subprozesse gestört und somit für die Schwierigkeiten des Patienten verantwortlich sind, möglich. Es kann mit einem Training der einzelnen Komponenten auf einfacher Ebene begonnen werden. Stellen sich Therapieerfolge auf der Ebene der gestörten Subroutinen ein, wird das Training auf komplexerer Ebene fortgesetzt und schrittweise alltagsnahen Situationen angenähert. Im Hinblick auf eine sinnvolle Therapieplanung und -konzeption haben wir uns für eine Zusammenfassung in drei Metakomponenten entschieden: 1. Arbeitsgedächtnis, 2. kognitive Flexibilität und 3. Handlungsplanung.

1. *Arbeitsgedächtnis* beinhaltet Überwachung (Monitoring) und die raum-zeitliche Organisation im Arbeitsgedächtnis: Oftmals sind Patienten mit präfrontalen Läsionen nicht in der Lage, alle für die Lösung einer Aufgabe relevanten Informationen zu extrahieren, sie während der Problemlösung aufrecht zu erhalten und hinsichtlich ihrer raum-zeitlichen Struktur zu kodieren. Statt dessen bleiben sie an unwichtigen Details hängen und widmen sich der Lösung von zweitrangigen Problemen. Unter Arbeitsgedächtnisstörungen werden Prozesse der verbalen, der figuralen und der räumlichen Kurzzeitspeicherung, deren Manipulation sowie deren Einordnung hinsichtlich Zeitpunkt und Quelle (source-memory) gefaßt.
2. *Kognitive Flexibilität/Flüssigkeit* beschreibt Aufmerksamkeits- und Inhibitionsprozesse und Produktivität. Das Monitoring dient der Überwachung des Handlungsablaufs und der Fehlerdetektion. Bei einer Änderung der Situation reagieren die Patienten nicht mit einer Änderung bzw. Anpassung ihres Verhaltens an die veränderten Umweltbedingungen. Eine Inhibition der intendierten bzw. bereits begonnenen Handlung ist nicht möglich. Statt dessen halten sie an der zuvor richtig gewesenen Verhaltensweise fest, und es kommt zu sogenannten Perseverationen. Alternativ greifen sie auf schnell verfügbare Routinehandlungen, die nicht situationsangemessen sind, zurück. Die Entwicklung kreativer Lösungen und Alternativen fällt schwer bzw. gelingt gar nicht.
3. *Handlungsplanung* umfaßt planerisches Denken und Ablauforganisation (Task Management): Durch die unzulängliche Extraktion aller relevanten Details und eine gestörte Kategorisierungsleistung kommt es zu ungenauen Planungen. Schwer fällt den Betroffenen die Erstellung eines komplexen Handlungsplans, besonders bei einem raschen Wechsel der beteiligten Komponenten, und die Koordination von Teilzielen.



Letztlich lassen sich alle Schwierigkeiten der Patienten mit Störungen der Exekutivfunktionen durch diese drei Punkte oder durch eine Kombination derselben erklären. Deshalb werden diese drei Funktionen gemäß unserem Therapieleitfaden in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden und Kontexten therapiert und einer Alltagserprobung unterzogen. Wir schlagen den Einsatz sich ergänzender Methoden vor. Einige dieser Defizite lassen sich gut und effizient am Computer trainieren, andere besser mit herkömmlichen Papier-und-Bleistift-Verfahren. Für die alltagsnahe Erprobung mehrerer dieser Schwierigkeiten gleichzeitig empfiehlt sich ein Training in einer kleinen Gruppe (bis zu maximal fünf Personen).

### Therapie von Störungen des Arbeitsgedächtnisses

#### Kopfrechenaufgaben mit und ohne Regelwechsel

Die Kopfrechenaufgaben sind dem Konzentrations-Leistungstest [11] entlehnt. In der einfachen Bedingung Kopfrechenaufgabe ohne Regelwechsel wird zuerst die Berechnung der oberen Zeile, deren Ergebnis behalten werden muß, gefordert. Anschließend soll die untere Zeile berechnet und vom Zwischenergebnis der oberen Zeile subtrahiert werden. Die Anforderung an das Arbeitsgedächtnis besteht darin, daß das Zwischenergebnis im Kopf behalten werden muß, während man das Ergebnis der zweiten Zeile berechnet. Bei der schwierigeren Bedingung Kopfrechenaufgaben mit Regelwechsel ist ebenfalls zuerst die Berechnung der oberen Zeile, deren Ergebnis behalten werden muß, gefordert. Anschliessend soll die untere Zeile berechnet werden. Ist das Ergebnis der oberen Zeile grösser als das der unteren, soll das untere Zwischenergebnis von dem der oberen Zeile subtrahiert werden. Ist die obere Zahl kleiner als die untere, sollen beide Zwischenergebnisse addiert werden. Als zusätzliche Anforderung dieser Bedingung muß 1. die Alternierungsregel behalten werden (Arbeitsgedächtnis) und 2. ein Wechsel zwischen Addieren und Subtrahieren je nach Bedingung vollzogen werden (kognitive Flexibilität). Die Kopfrechenaufgaben erfordern ein hohes Maß an Monitoring der ablaufenden Prozesse und sollten dementsprechend anfangs nicht länger als zehn Minuten durchgeführt werden.

#### Arbeitsgedächtnis-Trainingsprogramm am Computer

Ein mögliches Arbeitsgedächtnis-Trainingsprogramm basiert auf dem Paradigma des n-back. In ihm werden fortlaufend Reize kurze Zeit auf dem Bildschirm präsentiert. Ist der präsentierte Reiz der gleiche wie der vorletzte, dann soll eine Taste gedrückt werden (»two-back-paradigm«). Die Aufgabe erfordert somit das kurzfristige Behalten der dargebotenen Reize und gleichzeitig einen Vergleich mit dem vorletzten dargebotenen Reiz. Zwischen den zu vergleichenden Reizen befindet sich eine Verzögerung (»delay«) mit einer interferierenden Bedingung, einem Distraktorreiz. Für das Ausführen der Aufgabe ist somit das Merken von zwei

Reizen, von denen sich jeweils einer ändert, sowie die Berücksichtigung ihrer zeitlichen Reihenfolge erforderlich. Die wiederzuerkennenden Reize können Wörter, Figuren oder deren räumliche Anordnung sein. Dies ist notwendig, da je nach Stimulusmaterial unterschiedliche Hirnregionen beansprucht werden, d. h. die Patienten je nach Läsionsort ein spezifisch zugeschnittenes Training benötigen. So ist für verbale two-back-Aufgaben eine Aktivierung in der Broca-Region und dem prämotorischen Areal gefunden worden. Die two-back Aufgabe mit figuralem Material aktiviert den rechten dorsolateralen präfrontalen Kortex; für räumliches Stimulusmaterial hingegen wurde eine Aktivierung des rechten prämotorischen Kortex gefunden [31].

### Therapie mangelnder kognitiver Flexibilität

#### Aufgaben zur verbalen und figuralen Flüssigkeit:

1. Wort-Flüssigkeits-Aufgaben (Vorgabe eines Anfangsbuchstabens)
2. Kategoriale-Flüssigkeits-Aufgaben (semantische Vorgabe)
3. Figurale-Flüssigkeits-Aufgaben (Vorgabe von räumlichen Strukturierungen)
4. Worteinfall (»Buchstabenpuzzle« mit deutlich limitierten Möglichkeiten)

Bei den Aufgaben zur verbalen Flüssigkeit sollen eine Minute lang Worte, die mit einem bestimmten Buchstaben anfangen (Aufgabe 2) [vgl. 23] oder zu einer bestimmten Kategorie gehören (Aufgabe 3), aufgeschrieben werden, bzw. neue Worte aus den Buchstaben eines gegebenen Wortes gebildet werden (Aufgabe 5).

Schwierigkeitsvariation ist durch die relative Buchstabenmenge bzw. -häufigkeit der Vorgaben möglich. Bei der figuralen Flüssigkeitsaufgabe [35] sollen entsprechend

Aufgabe 1: Kopfrechen-Aufgabe					
8 + 3 - 4	<input type="text"/>	9 + 1 - 3	<input type="text"/>	3 + 6 + 7	<input type="text"/>
7 + 6 - 9	<input type="text"/>	5 + 2 - 1	<input type="text"/>	8 + 2 - 4	<input type="text"/>
3 - 1 + 8	<input type="text"/>	8 - 1 + 7	<input type="text"/>	4 - 3 + 8	<input type="text"/>
6 + 8 - 6	<input type="text"/>	4 + 8 - 2	<input type="text"/>	1 + 8 - 5	<input type="text"/>
5 + 6 - 6	<input type="text"/>	5 + 6 - 3	<input type="text"/>	2 + 6 - 4	<input type="text"/>
2 + 3 - 4	<input type="text"/>	2 + 7 - 6	<input type="text"/>	2 + 3 - 4	<input type="text"/>
Aufgabe 2: First-Letter-Aufgabe					
F.....	K.....	L.....			

**Abb. 1:** Therapiematerialien Arbeitsgedächtnis: Je nach Schwierigkeitsgrad können Kopfrechenaufgaben ohne oder mit Regelwechsel dargeboten werden.

**Abb. 2:** Therapiematerialien zur kognitiven Flüssigkeit: »First-Letter«-Aufgaben (Vorgabe eines Buchstabens): Es sollen innerhalb einer Minute so viele Wörter wie möglich mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben aufgeschrieben werden; dann findet ein Wechsel des Buchstabens statt.



Aufgabe 3: Kategorien-Vorgabe				
Haustiere	Einkaufsladen	Sommerferien		
Aufgabe 4: Figurale Flüssigkeit				
•   •	•   •	•   •	•   •	•   •
•   •	•   •	•   •	•   •	•   •
Aufgabe 5: Buchstabenpuzzle				
Geisterbahn	Turnhalle	Sandkasten		

**Abb. 3:** Kategorien-Vorgabe: Es sollen innerhalb einer Minute so viele Wörter wie möglich mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben aufgeschrieben werden. Es findet ebenfalls ein Wechsel der Kategorie statt.

**Abb. 4:** Figurale Flüssigkeit: Die vorgegebenen Punkte sollen so verbunden werden, daß möglichst viele verschiedene Muster entstehen. Wiederholungen der Muster sollen vermieden werden.

**Abb. 5:** Worteinfall (Buchstabenpuzzle): Aus den Buchstaben der gegebenen Begriffe sollen so viele neue Wörter gebildet werden wie möglich. Aus »Handgelenk« könnten Sie u.a. Hand, Gelenk, Geld, Land und Enkel bilden.

neue Figuren durch die Verbindung von Punkten gebildet werden (Aufgabe 4). Die Schwierigkeit kann durch Vorgabe unterschiedlich vieler Punkte bzw. deren Anordnung variiert werden. Das »Buchstabenpuzzle« stellt die schwierigste der Flüssigkeitsaufgaben dar. Aus den Buchstaben eines gegebenen Wortes sollen neue Worte gebildet werden. Innerhalb der Aufgabe kann man die Schwierigkeit durch die Wahl der vorgegebenen Begriffe variieren (Aufgabe 5). Je nach Schwierigkeit dürfen die vorhandenen Buchstaben nur einmal oder mehrmals verwendet werden.

Dieser Aufgabentyp erfordert die Generierung ständig neuer kreativer Lösungen unter Beachtung der gegebenen Regeln. Die Vielzahl und Unterschiedlichkeit der Antworten ist hierbei entscheidend. Mögliche Perseverationstendenzen müssen für eine erfolgreiche Durchführung unterdrückt werden.

#### *Computergestütztes Training für die flexible Handlungsregulierung:*

Die Fähigkeit, einen internen Handlungsplan aufrechtzuerhalten und dabei flexibel zwischen alternierenden kognitiven Sets zu wechseln, kann beispielsweise mit einem computergestützten Therapieprogramm trainiert werden. Ziel ist die Verbesserung von Interferenzanfälligkeit, Konflikt-Monitoring beim Reaktionswechsel und Arbeitsgedächtnisleistung.

- *Abwandlungen des klassischen Reaktionswechsels:* Der Zielreiz ist abwechselnd ein blau oder rot gefärbtes Wort. Es werden gleichzeitig zwei Worte dargeboten. Bei der ersten Präsentation drücken die Personen die Taste auf der Seite, auf der ein blau farbiges Wort steht, dann auf der Seite mit dem roten.
- *Abwandlungen des klassischen Stroop Tests:* Es werden

Bezeichnungen von Farbe dargeboten, die in farbiger Schrift geschrieben sind. Semantische Aussage und Wortfarbe sind nicht identisch. Die Farbe der Schrift soll genannt werden. Es muß also die Tendenz unterdrückt werden, den semantischen Inhalt des Wortes wiederzugeben.

- *Kombinationen von Aufgaben zur Antwortunterdrückung und zum Reaktionswechsel:* Beispielsweise kann die Aufgabe des Reaktionswechsels rote und blaue Worte als Zielreiz enthalten. Bei der ersten Darbietung muß auf das rote Wort geachtet werden, bei der zweiten auf das blaue. Hier sind, wie bei der Stroop-Aufgabe, der semantische Inhalt des Wortes und die Farbe des Wortes nicht identisch, so daß Farbe und Wort interferieren.

#### **Therapie von Störungen der Handlungsplanung**

Die Therapie von gestörten Planungsfähigkeiten steht am Ende der Schwierigkeitshierarchie der zu verbessernden Metakomponenten, da sie komplex und realitätsnah sind. Bei der Therapie der Störungen der Planungsfähigkeit werden das sogenannte »Task Management« und das planerische Denken trainiert. Die Metakomponenten Reaktionswechsel/Inhibition, die raumzeitliche Repräsentation derselben im Arbeitsgedächtnis sowie die ständige Überwachung (»Monitoring«) der geplanten und durchgeführten Schritte sind bei diesem Aufgabentyp gleichzeitig gefordert.

Das von uns entwickelte Therapiematerial der Planungsfähigkeit orientiert sich an dem Konzept des Bogenhausener Planungstests. Ein vergleichbarer Ansatz, das »Plan-a-day«-Programm, findet sich bei Kohler [21]. Das Trainingsmaterial liegt in unterschiedlichen, sukzessive zu erhöhenden Schwierigkeitsstufen mit variierenden Freiheitsgraden vor. Die Aufgaben können mit und ohne Strukturierungshilfen im Sinne einer Tabelle oder eines Stundenplans vorgegeben werden. Insgesamt liegen vier verschiedene Schwierigkeitsstufen vor.

Den Patienten wird die Aufgabe gegeben, für eine fiktive Person eine optimale Tagesplanung zu entwickeln. Diese fiktive Person hat verschiedene Termine zu erledigen. Aufgabe des Patienten ist es, diese Termine in eine optimale zeitliche Reihenfolge zu bringen. Die zu erledigenden Aufgaben können an eine feste Terminvorgabe gebunden sein, wie die Verabredung zum Kino, oder sie können eine variable Zeitvorgabe enthalten, wie beispielsweise die Bücherei, die bestimmte Öffnungszeiten hat, zu besuchen. Beim schwierigeren Aufgabentyp müssen zudem die Termine an verschiedenen Orten abgewickelt werden, das heißt es müssen Wegezeiten berücksichtigt werden. Das kann zur Folge haben, daß es von A nach B weiter ist und somit länger dauert als von C nach B. Bei einfachen Aufgaben können alle Wege gleich lang oder gar nicht zu berücksichtigen sein.

Neben dem Task Management, dem rückwärtsgerichteten Monitoring (Was wurde schon erledigt?) und dem vorwärtsgerichteten Monitoring (Was ist noch zu erledigen?) spielen die zeitliche Kodierung im Arbeitsgedächtnis, Pro-



zesse der Inhibition und der Flexibilität eine Rolle. Stellt der Patient fest, daß eine ihm günstig erscheinende Möglichkeit nicht durchführbar ist, so muß er in der Lage sein, seine intendierte Handlung zu unterbrechen, um seine Handlungsplanung oder die nicht passenden Teile derselben zu streichen und eine alternative Lösungsstrategie durchzuspielen.

### Aufgabe 6: Planungstraining

Stellen Sie sich vor, Sie wollen morgen in den Urlaub fahren. Folgende Dinge müssen Sie am Vormittag vor Ihrer Abreise noch erledigen:

- Kofferpacken (Dauer ca. 40 Minuten)
- Lebensmittel einkaufen (Ladenöffnungszeit: 9.30-13.00 Uhr, Dauer: 30 Minuten)
- Geldwecheln auf der Bank (Öffnungszeit 9.00-12.00 Uhr, Dauer: 15 Minuten)
- Zum Arzt gehen (Sie haben einen Termin um 10.40 Uhr; für den Arztbesuch planen Sie eine Stunde Zeit ein)
- In die Drogerie gehen (Öffnungszeit 9.15-12.30 Uhr, Dauer: 15 Minuten)

Mit dem Frühstück sind Sie um 8.00 Uhr fertig. Zum Mittagessen sind Sie um 12.00 Uhr mit einer Freundin im italienischen Restaurant »Mama Mia« verabredet.

Erstellen Sie einen Zeitplan für den Vormittag, so daß Sie alle Termine erledigen können!

Beachten Sie dabei die Wegzeiten!

#### Wegzeiten

##### von zu Hause:

zur Bank	20 Minuten
zur Drogerie	25 Minuten
zum Lebensmittelgeschäft	30 Minuten
ins Restaurant	50 Minuten
zum Arzt	40 Minuten

##### von der Bank:

nach Hause	20 Minuten
zur Drogerie	5 Minuten
zum Lebensmittelgeschäft	15 Minuten
ins Restaurant	60 Minuten
zum Arzt	35 Minuten

##### Von der Drogerie:

zur Bank	5 Minuten
zum Lebensmittelgeschäft	10 Minuten
zum Arzt	30 Minuten
ins Restaurant	55 Minuten
nach Hause	40 Minuten

##### Vom Lebensmittelgeschäft:

zur Drogerie	10 Minuten
zur Bank	15 Minuten
zum Arzt	25 Minuten
ins Restaurant	50 Minuten
nach Hause	30 Minuten

##### Vom Arzt:

zur Drogerie	30 Minuten
zur Bank	35 Minuten
zum Lebensmittelgeschäft	25 Minuten
ins Restaurant	20 Minuten
nach Hause	40 Minuten

##### Vom Restaurant:

zur Drogerie	55 Minuten
zur Bank	60 Minuten
zum Lebensmittelgeschäft	50 Minuten
zum Arzt	20 Minuten
nach Hause	50 Minuten

**Abb. 6:** Planungstraining: In Form einer Textaufgabe werden für eine fiktive Person verschiedene an einem Tag zu erledigende Aufgaben präsentiert, deren Ablauf in eine möglichst optimale Reihenfolge gebracht werden soll.

### Diskussion des Klinischen Leitfadens

Der vorliegende Therapieleitfaden soll die von uns dargelegte Lücke bei kognitiv orientierten Therapieansätzen zur

Behandlung von Störungen der Exekutivfunktionen schließen. Die vorliegende Konzeption ist für Patienten, bei denen nicht eine Persönlichkeitsveränderung, sondern die kognitiven Defizite eine reibungslose Rückkehr in den Alltag verhindern, entwickelt worden. Unser Anliegen war es, gemäß den neuropsychologisch-topischen Läsionsorten ein funktionales Modell zu entwickeln, welches folgende Anforderungen erfüllt:

- eine therapeutische Schwerpunktsetzung gemäß den drei Komponenten Arbeitsgedächtnisfunktionen, kognitive Flüssigkeit/Produktivität und flexible Handlungsplanung;
- eine sukzessive Erhöhung des Schwierigkeitsgrades der Aufgaben;
- unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten der drei Metakomponenten;
- die Möglichkeit, zwischen Gruppentherapie und einem gezielten PC-gestützten Training zu wählen bzw. beides zu kombinieren;
- die Möglichkeit, zwischen Papier- und Bleistiftverfahren und PC-gestützten Therapieverfahren zu wählen bzw. diese zu kombinieren.

Vor diesem Hintergrund kann dann für jeden Patienten aus den standardisierten Komponenten ein individuell angepasstes Programm entwickelt werden. Die Entscheidung für Gruppen- oder Einzeltherapie hängt von den sozialen Fertigkeiten und der Belastbarkeit des Patienten ab. Sofern Verhaltensauffälligkeiten oder Persönlichkeitsveränderungen im Mittelpunkt stehen, ist dies ein Ausschlusskriterium; in solchen Fällen ist eine verhaltenstherapeutisch fundierte individuell angepasste Einzelbehandlung die Methode der Wahl [26, 27]. Letztlich ist jedoch auch bei diesem kognitiv fokussierten Ansatz die Kombination mit verhaltenstherapeutischen Techniken wie z. B. dem Stop-Paradigma erwünscht und notwendig.

Die Patienten werden den Trainingsprogrammen zugeführt, wenn sie in einem der Bereiche exekutiver Funktionen auffällig sind. Grundidee des vorliegenden Leitfadens ist, eine funktionelle Analyse der betroffenen Fähigkeiten durchzuführen und für die Therapieplanung nutzbar zu machen. Dies erfordert eine genaue differentialdiagnostische Abklärung. Das so erstellte Leistungsprofil ermöglicht in der Folge eine individuelle Zusammenstellung von Therapiebausteinen (Abb. 7) gemäß einem Baukastensystem. Dieses ermöglicht durch eine funktionale Schwerpunktsetzung auf die am deutlichsten betroffenen Funktionsbereiche eine Variation der funktionalen Komponenten hinsichtlich ihres Schwierigkeitsgrades und eine Auswahl zwischen Gruppen-, Einzel- oder Kombinationstherapie, d. h. trotz standardisierter Therapiematerialien ein auf den Einzelnen abgestimmtes therapeutisches Vorgehen. Abbildung 8 stellt beispielhaft eine Kombination von Gruppen- und Einzeltherapie für einen Patienten dar, bei dem die Störungen der Exekutivfunktionen im Zentrum der Beeinträchtigungen stehen. Dies rechtfertigt auch den recht hoch veranschlagten Zeitaufwand (zweimal wöchentlich Gruppentherapie [60 min] und dreimal wöchentlich Einzeltherapie [30 min]).



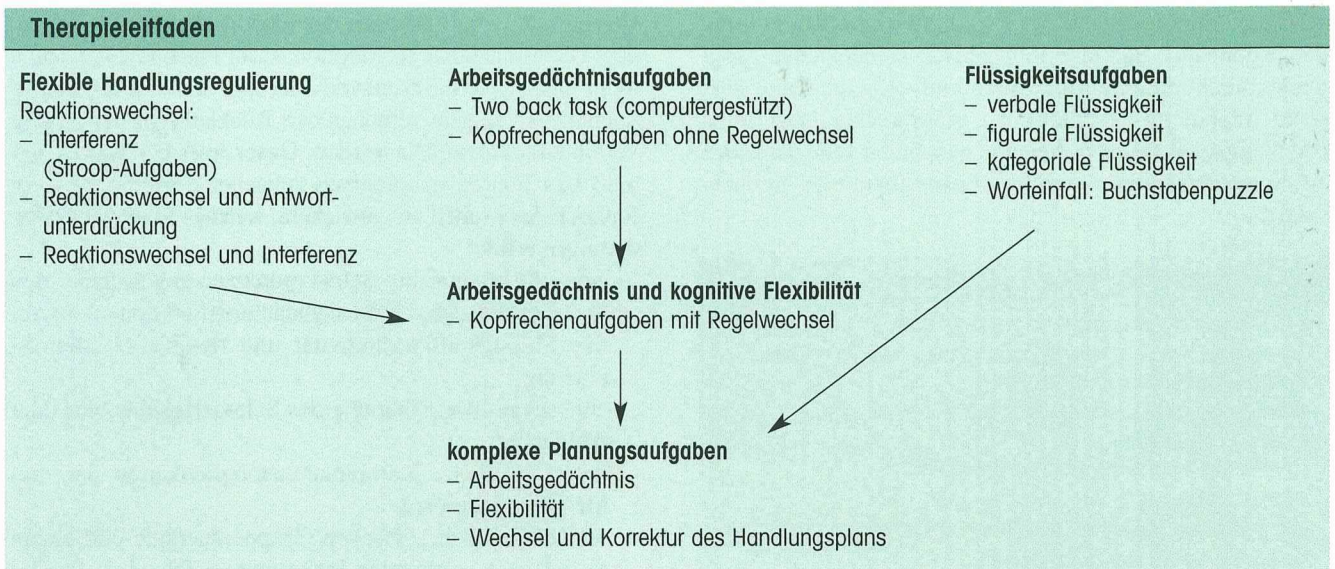


Abb. 7: Darstellung eines funktionalen klinischen Leitfadens zur Therapie und Rehabilitation der Störung exekutiver Funktionen unter Berücksichtigung der einzelnen Subkomponenten

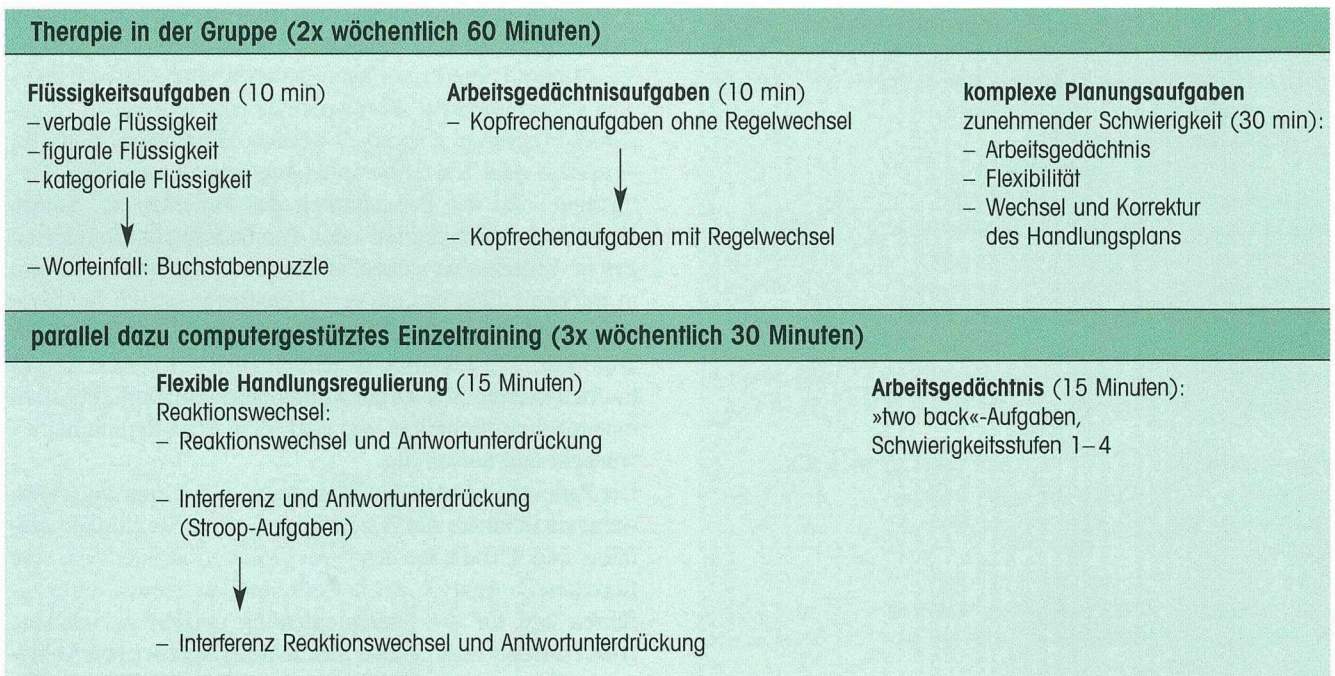
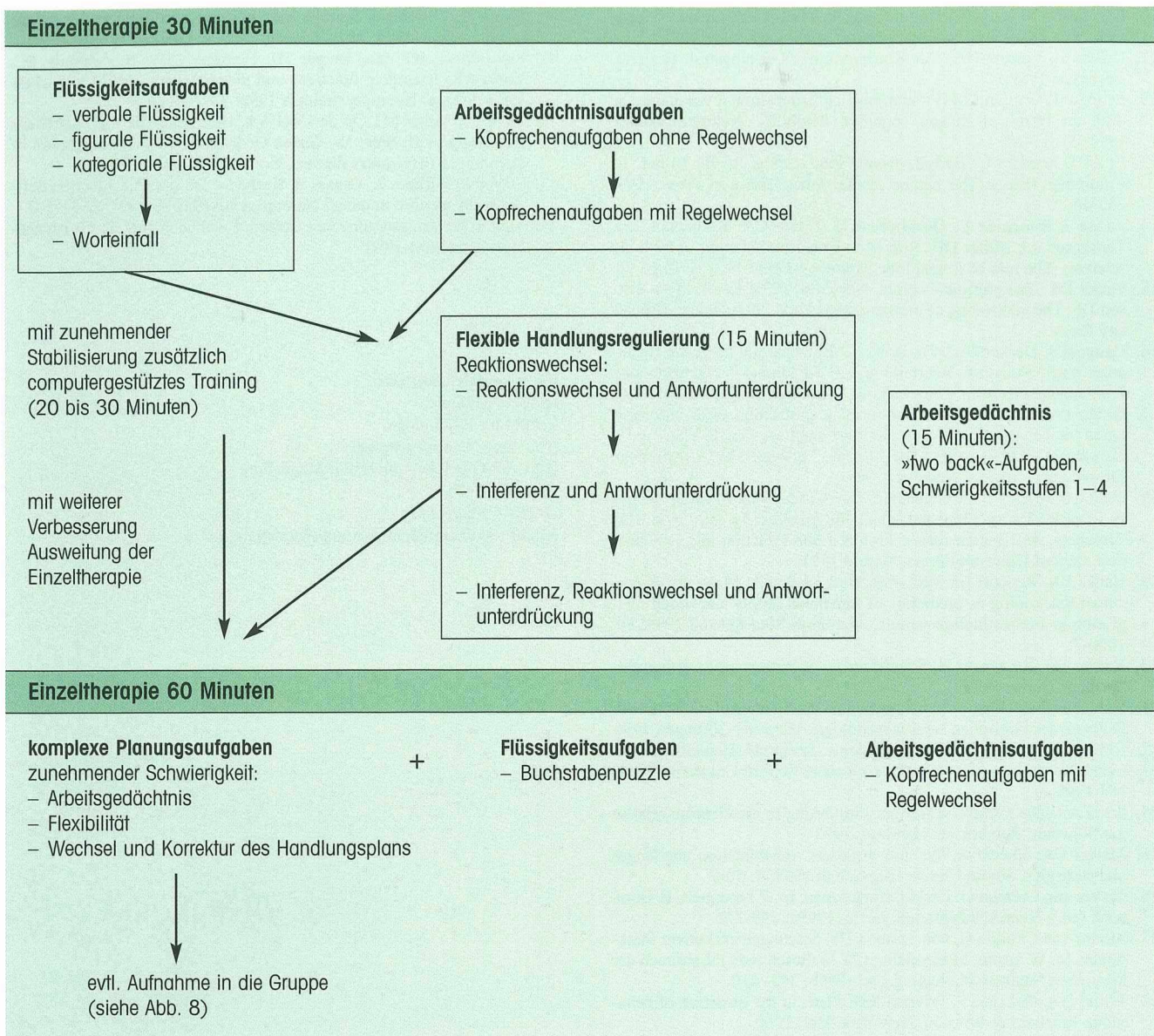


Abb. 8: Klinischer Leitfaden für Kombination von Gruppentherapie und einer PC-gestützten Einzeltherapie bei Vorliegen von Störungen der Exekutivfunktionen

Patienten, für die solch eine Therapie angemessen ist, leiden unter Defiziten in kognitiver Flexibilität, im Arbeitsgedächtnis und planerischen Denken ohne nennenswerte soziale Auffälligkeiten. Da bekanntermaßen Patienten mit Störungen der Exekutivfunktionen häufig unter Persönlichkeitsveränderungen wie beispielsweise Distanzlosigkeit oder Enthemmtheit leiden oder sozial auffällig sind, ist erfahrungsgemäß ein hoher Prozentsatz nicht »gruppenfähig«. Um dem Rechnung zu tragen, haben wir eine spezielle Einzeltherapie (Abb. 9) mit einer Frequenz von dreimal 30 min entwickelt, die sich aus klassischen Papier-und-Bleistift-Verfahren sowie PC-gestützten Übungen zusammensetzt.

Grundlegende Annahme des kognitiven Therapieansatzes ist, daß sich Störungen der Exekutivfunktionen durch eine Kombination übender Verfahren und das Erlernen von Kompensationsstrategien verbessern lassen. Produktivität und Monitoring sollen durch Übung, Planungsfähigkeit durch eine gezielte Zerlegung in Teilprozesse und besseres Strukturieren verbessert werden. Untersuchungen zu trainingsbedingten Veränderungen kortikaler Prozesse liegen für die Therapie von visuellen Wahrnehmungsstörungen und Gedächtnisstörungen vor. Bei Wahrnehmungsstörungen wird von einer unmittelbaren Restitution durch direkte Stimulation der gestörten Funktionsbereiche ausgegangen [43]; bei





**Abb. 9:** Klinischer Leitfaden für Einzeltherapie bei Störungen der Exekutivfunktionen mit der Möglichkeit der Erhöhung der Dauer. Einzeltherapie kann beispielsweise notwendig sein, wenn die Aufnahme in eine Gruppe zu hohe Anforderungen an den Patienten stellt.

Gedächtnisstörungen haben sich Kompensationsstrategien bzw. eine Unterstützung durch Ersatzfunktionen als erfolgreicher erwiesen [38]. Für die Therapie exekutiver Störungen gibt es bisher keine gesicherten Erkenntnisse über die Effekte übender Verfahren.

Der Therapieleitfaden wurde aufgrund langjähriger klinischer Beobachtungen und Einzelfalldokumentationen in verschiedenen Rehabilitationskliniken entwickelt, überprüft und modifiziert. Eine unsystematische Erfolgskontrolle erfolgte bereits durch einen prä-post-Vergleich der Therapieeffekte mittels Eingangs- und Abschlußdiagnostik. Eine systematische und kontrollierte Evaluation der Einzel- und der Gruppentherapiekonzeption findet derzeit statt.

## Literatur

1. Baddeley A: Working memory. Oxford University Press, Oxford 1986
2. Baddeley A: Working memory. Science 1992; 255: 556-559
3. Benson DF: The neurology of thinking. Oxford University Press, New York 1994
4. Brown RG, Marsden CD: Cognitive function in Parkinson's disease: From description to theory. TINS 1990; 13: 21-29
5. Brown RG, Marsden CD: Internal versus external cues and the control of attention in Parkinson's disease. Brain 1986; 111: 323-345
6. Carter CS, MacDonald AM, Botvinick M, Ross LL, Stenger VA, Noll D, Cohen JD: Parsing executive processes: Strategic vs. evaluative functions of the anterior cingulate cortex, PNAS 2000; 97: 144-8
7. Cramon D v: Planen und Handeln. In: D v Cramon & J Zihl (eds.) Neuropsychologische Rehabilitation. Springer, Berlin 1988
8. Cramon, D v: Problemlösendes Denken. In: D v Cramon, N Mai & W Ziegler (eds.): Neuropsychologische Diagnostik. VCH, Weinheim 1993
9. D'Esposito M, Aguirre GK, Zarahn E, Ballard D, Shin RK, Lease J: Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. Cogn Brain Res 1998; 7: 1-13



10. D'Esposito M et al: Working memory in Multiple Sclerosis: Evidence From a Dual-Task Paradigm. *Neuropsychology* 1996; 10: 51-56
11. Dükert H, Liernert GA: *Der Konzentrations-Leistungstest*. Hogrefe, Göttingen 1959
12. Eslinger P, Grattan LM: Frontal lobe and frontostriatal substrates for different forms of human cognitive flexibility. *Neuropsychology* 1993; 31: 17-28
13. Ettlin T, Kischka U: Bedside frontal lobe testing. In: BL Miller, JL Cummings (Eds.): *The human frontal lobes*. Guilford Press 1999: 233-46
14. Foong J, Rozewicz L, Quaghebeur G, Davie CA, Kartsounis LD, Thompson AJ, Miller DH, Ron MA: Executive function in multiple sclerosis. The role of frontal lobe pathology. *Brain* 1997; 120: 15-26
15. Fuster JM: *The prefrontal cortex*. New York 1998: Raven Press  
Benson DF: *The neuro-logy of thinking*. New York 1994: Oxford University Press
16. Gauggel S, Deckersbach Th, Rolko C: Entwicklung und erste Evaluation einer Skala zur Beurteilung von Handlungs-, Planungs- und Problemlösestörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 1998; 9: 3-17
17. Goldman-Rakic PS: Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. In: F Plum (ed.): *Handbook of Physiology: The Nervous System*. Vol. 5. American Physiological Society, Bethesda 1987
18. Goldman-Rakic PS, Friedman HR: The Circuitry of Working Memory Revealed by Anatomy and Metabolic Imaging. In: HS Levin, HM Eisenberg, AL Benton (eds.): *Frontal Lobe Function and Dysfunction*. Oxford University Press, Oxford 1991
19. Hanks RA, Rapport LJ, Millis SR, Deshpande SA: Measures of executive functioning as predictors of functional ability and social integration in a rehabilitation sample. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1030-7
20. Kanfer FH, Reinecker H, Schmelzer D: *Selbstmanagementtherapie*. Springer, Berlin 1990
21. Kohler J: Das »Plan-a-day«-Programm. In: S Gauggel, G Kerkhoff: *Fallbuch der klinischen Neuropsychologie*. Hogrefe, Göttingen 1996
22. Kolb B, Whishaw IQ: *Neuropsychologie*. Spektrum, Heidelberg 1993
23. Lezak M: *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press, NY 1995
24. Luria AR: *Das Gehirn in Aktion*. Einführung in die Neuropsychologie. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1992
25. Mateer CA: Executive function disorders: rehabilitation challenges and strategies. *Semin Clin Neuropsychiat* 1999; 4: 50-9
26. Mattes von Cramon G: Exekutivfunktionen. In: P Frommelt, H Götzbach (ed.): *Neurorehabilitation*. Berlin 1999a: 259-272
27. Mattes-von Cramon G, von Cramon DY: Störungen exekutiver Funktionen. In: W Strum, M Hermann, CW Wallesch (eds.): *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie*. Lisse 1999b: 392-410
28. Miller GA, Galanter E, Pribram KH: *Plans in the Structure of behaviour*. Rinehard & Winston, New York: Holt 1960
29. Norman DA, Shallice T: Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. University of California 1980: CHIP Report
30. Oscar-Berman M: Clinical and experimental approaches to varieties of memory. *Int J Neurosci* 1991; 58: 135-50
31. Owen AM, Herrod NJ, Menon DK, Clark JC, Downey SP, Carpenter TA, Minhas PS, Turkheimer FE, Williams EJ, Robbins TW, Sahakian BJ, Petrides M, Pickard JD: Redefining the functional organization of working memory processes within human lateralpre-frontal cortex. *Eur J Neurosci* 1999; 11: 567-74
32. Pardo JV, Pardo PJ, Janer KW, Raichel ME: The anterior cingulate mediates processing selection in the Stroop attentional conflict paradigm. *Proceedings of the National Academy of Science* 1990; 87: 256-259
33. Passingham R: *The frontal lobes and voluntary action*. Oxford University Press, Oxford 1993
34. Pribram KH: The subdivisions of the frontal cortex revisited. In: E Perecman (ed.): *The frontal lobes revisited*. New York 1987: IRBN
35. Ruff RM: *Design Fluency Test Administration*. Neuropsychological Resources. San Diego 1988
36. Saint-Cyr JA, Tylor AE, Lang AE: Procedural learning and neostriatal dysfunction in man. *Brain* 1988; 111: 941-959
37. Schnider A: *Verhaltensneurologie*. Die neurologische Seite der Neuropsychologie. Thieme, Stuttgart 1997
38. Schuri U: *Gedächtnis: Intervention*. In: M Perez, U Baumann: *Lehrbuch Klinische Psychologie*. Huber, Bern 1996
39. Shallice T: Specific impairments of planning. *Philos Trans Soc Lond Biol Sci* 1982; 298:199-209
40. Smith EE, Jonides J: Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science* 1999; 283: 1657-60
41. Spaendonck KP van, Berger HJ, Horstink MW, Buytenhuijs EL, Cools AR: Executive functions and disease characteristics in parkinson's disease. *Neuropsychologia* 1996; 34: 617-26
42. Stam CJ, Visser SL, Op de Coul AA, De Sonneville LM, Schellens RL, Brunia CH, Smet JS, Gielen G: Disturbed frontal regulation of attention in Parkinson's disease. *Brain* 1993; 116: 1139-58
43. Sturm W, Willmes K, Orgass B, Hartje W: Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychol Rehabil* 1997; 6: 81-103
44. Vopler W: *Sensomotorisches Lernen*. Fachbuchhandlung für Psychologie, Frankfurt 1980

**Korrespondenzadresse:**

Dr. S. V. Müller  
 Institut für Psychologie  
 Abteilung Neuropsychologie  
 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
 Postfach 41 20  
 D-39016 Magdeburg  
 e-mail: sandra.mueller@nat.uni-magdeburg.de