

# HASOMED RehaCom®

Kognitive Therapie und Hirnleistungstraining



**Visuomotorische Koordination**



## **Computergestützte kognitive Rehabilitation**

---

**by Hasomed GmbH**

Wir freuen uns, dass Sie sich für RehaCom entschieden haben.

Unser Therapiesystem RehaCom vereint erprobte und innovative Methodiken und Verfahren zur kognitiven Therapie und zum Training von Hirnleistung.

RehaCom hilft Betroffenen mit kognitiven Störungen unterschiedlichster Genese bei der Verbesserung solcher wichtiger Fähigkeiten wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis oder Exekutivfunktionen.

Seit 1986 arbeiten wir am vorliegenden Therapiesystem. Unser Ziel ist es, Ihnen ein Werkzeug an die Hand zu geben, das durch fachliche Kompetenz und einfache Handhabung Ihre Arbeit in Klinik und Praxis unterstützt.

HASOMED GmbH  
Paul-Ecke-Str. 1  
D-39114 Magdeburg

Tel: +49-391-6107650  
[www.rehacom.de](http://www.rehacom.de)

# Inhaltsverzeichnis

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Teil 1 Trainingsbeschreibung</b> | <b>1</b>  |
| 1 Trainingsaufgabe .....            | 1         |
| 2 Leistungsfeedback .....           | 3         |
| 3 Schwierigkeitsstruktur .....      | 3         |
| 4 Trainingsparameter .....          | 5         |
| 5 Auswertung .....                  | 7         |
| <b>Teil 2 Theoretisches Konzept</b> | <b>8</b>  |
| 1 Grundlagen .....                  | 8         |
| 2 Trainingsziel .....               | 11        |
| 3 Zielgruppen .....                 | 12        |
| 4 Literaturverweise .....           | 12        |
| <b>Index</b>                        | <b>16</b> |

# 1 Trainingsbeschreibung

## 1.1 Trainingsaufgabe

Das Training der **visuomotorischen Koordination** erfolgt, indem eine farbige Kreisfläche (Rotor) mit unterschiedlich komplizierten [Bewegungsmustern](#) über den Bildschirm gleitet (s. Abb. 1). Mit dem Steuerknüppel des RehaCom-Pultes muß der Patient eine zweite kleinere Kreisfläche (Kursor) so bewegen, dass der Kursor immer den Rotor berührt.

Gemessen wird die Auszeit (in % zur **Aufgabendauer**), in der sich der Kursor außerhalb des Rotors befindet. Eine Aufgabe gilt als "gelöst", wenn die Auszeit kleiner oder gleich einer einstellbaren **minimalen Auszeit** ist. Eine Aufgabe gilt als "nicht gelöst", wenn die Auszeit größer oder gleich der **maximalen Auszeit** ist. Liegt die Auszeit im Bereich zwischen den beiden Schranken, wird das aktuelle Bewegungsmuster weiter trainiert. Damit wird ein adaptives Training realisiert. Zusätzlich wird für den Schwierigkeitswechsel die Einstellung des Parameters **Wiederholungen** berücksichtigt. Weiter wird die **Fehleranzahl** als Anzahl der Situationen "Kursor außerhalb des Rotors" registriert (vgl. auch [Auswertung](#)), jedoch für die Aufgabenbewertung nicht benutzt.

Alternativ zu den **abstrakten**, kreisförmigen Rotor- und Kursortypen können **konkrete** Rotoren und Kursoren benutzt werden. Dabei muß z.B. ein Käfer (Kursor) auf eine Blume (Rotor) gesetzt werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine solche Trainingssituation. Mit vielen Konstellationen (z.B. Frosch auf einem Blatt, Eier im Korb, Maus auf dem Käse) wird ein abwechslungsreiches und motivierendes Training unterstützt.



Abb. 1. Trainingsoberfläche für den Rotortyp abstrakt.



Abb. 2. Beispiel für den Rotortyp konkret.

## 1.2 Leistungsfeedback

Bei aktivem akustischem Feedback wird bei einem Fehler (Kursor außerhalb des Rotors) ein Dauersignal generiert. Befindet sich der [Kursor](#) wieder im Kreis, wird das Signal wieder ausgeschaltet. Diese Form des Feedback sollte im allgemeinen benutzt werden.

Trainieren mehrere Patienten in einem Raum und können durch das akustische Feedback Interferenzen entstehen, so sollte alternativ das visuelle Feedback benutzt werden. Hier verändert der Rotor seine Farbe zu rot, wenn sich der Kursor außerhalb befindet.

Nach einer Aufgabe wird der Patient zur Auszeit sowie zur Fehleranzahl informiert. Während des Trainings ist rechts unten der aktuelle Level zu sehen.

## 1.3 Schwierigkeitsstruktur

Die Schwierigkeit der Aufgabe wird durch

- die Bewegungsform (32 verschiedene Bewegungsmuster - siehe Abbildung 3),

- die Größe (3 Rotorgrößen - groß, mittel und klein) und
- die Geschwindigkeit (3 Rotorgeschwindigkeiten - langsam, mittel und schnell)

des [Rotors](#) bestimmt.

Die Bewegungsmuster werden in fünf Gruppen unterteilt:

- einfache lineare Bewegungen (Muster 1-2),
- zusammengesetzte lineare Bewegungen (Muster 3-14),
- Bewegungen in Bögen (Muster 15-24),
- Bewegungen, die aus Bögen und Geraden zusammengesetzt sind (Muster 25-31) und
- eine pseudostochastische Bewegung (Muster 32).

Bei der pseudostochastischen Bewegung ist keine Antizipation des Bewegungsablaufes möglich.

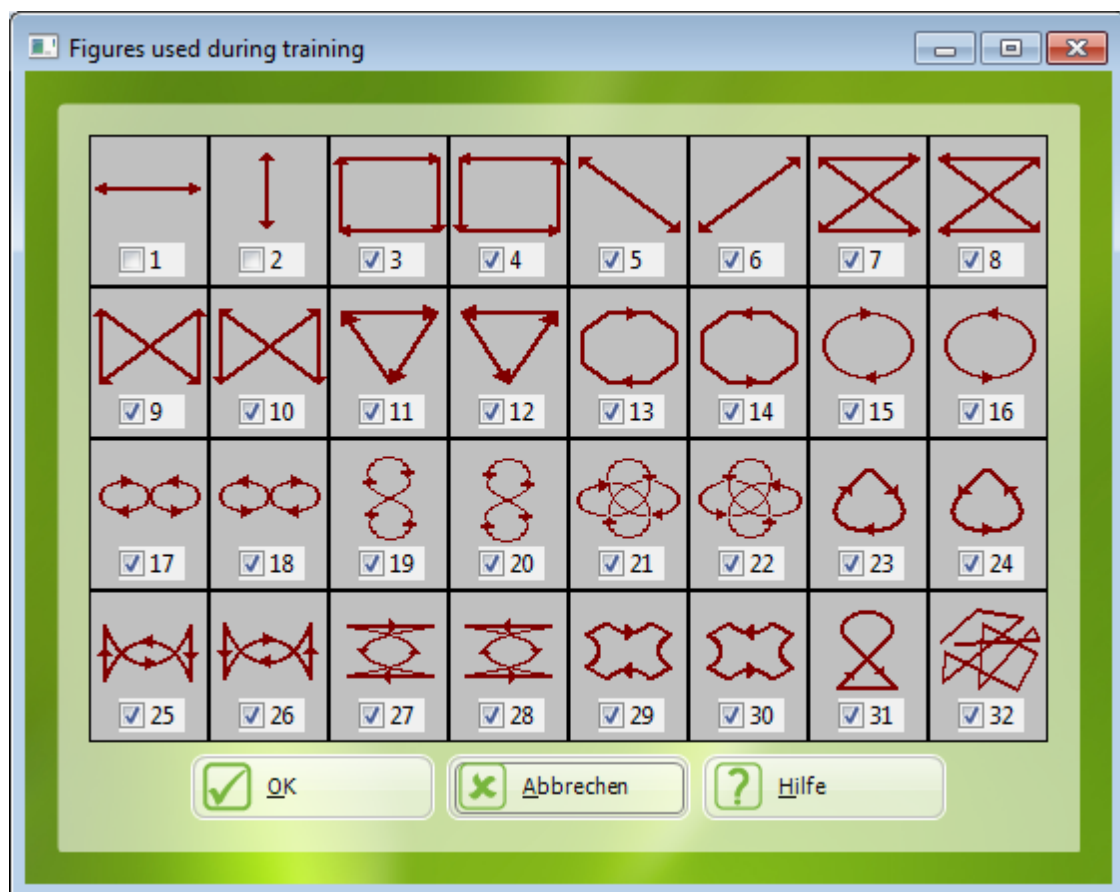


Abbildung 3. Bewegungsmuster.

Für die Bewegungsmuster wird mit laufender Nummer eine steigende Schwierigkeit mit wachsender Komplexität der Bewegung postuliert. Die mit einem Haken markierten Bewegungsmuster werden im Training verwendet. Nicht markierte

Muster werden beim Schwierigkeitswechsel übersprungen. Damit können bestimmte Muster verstärkt trainiert bzw. vom Training ausgeschlossen werden.

Während des Trainings werden die Bewegungsmuster nacheinander abgearbeitet. Bei der Arbeit mit *einem* Bewegungsmuster wird entweder die Größe *oder* die Geschwindigkeit (Tempo) des Rotors in jeweils 3 Stufen variiert. Die Wahl - Größe oder Tempo - erfolgt mit dem **Steuerparameter**. Ist der Steuerparameter auf **Tempo** eingestellt, wird die Größe des Rotors über den Parameter Größe mit *groß*, *mittel* oder *klein* gewählt (Stufe 1-3). Sie ist dann für alle Trainingsaufgaben gleich. Ist der Steuerparameter auf **Größe** eingestellt, so wird das Tempo verändert (Stufen 1-3 langsam, mittel, schnell). Damit wird ein zielorientiertes Training möglich. Die Aufgaben werden schwieriger, wenn das Tempo *schnell* oder die Größe *klein* gestellt werden.

Für den Wechsel zwischen den Bewegungsmustern stehen die **Steuermodi** *stetig* und *sequentiell* zur Verfügung. Im Steuermodus *stetig* wird ein Muster erst in drei Stufen (langsam, mittel, schnell oder groß, mittel, klein) trainiert. Nachdem Muster 1 erfolgreich in Stufe 3 (schnell oder klein) gelöst wurde, wird das Training mit Muster 2 in Stufe 1 fortgesetzt. Im Modus *sequentiell* werden zuerst alle Muster in Stufe 1 trainiert. Erst wenn das schwierigste Muster in Stufe 1 beherrscht wird, wird begonnen, die Musterreihe in Stufe 2 zu bearbeiten.

Die Leistungsgrafik zum Trainingsende zeigt die Schwierigkeit in Abhängigkeit vom zuletzt gelösten Muster. Die maximale Schwierigkeit beträgt 96 (32 Bewegungsmuster \* 3 Variationsmöglichkeiten (Tempo oder Größe)).

## 1.4 Trainingsparameter

In den Grundlagen RehaCom werden allgemeine Hinweise zu Trainingsparametern und ihrer Wirkung gegeben. Diese Hinweise sollten im weiteren berücksichtigt werden.



The screenshot shows a software window titled 'Parameter' with a close button (X) in the top right corner. The main content area is titled 'Visuomotorische Koordination'. It contains several sections:

- Levelwechsel:** A list of settings with up/down arrows:
  - Konsultationsdauer: 20 min.
  - Aufgabendauer: 180 Sek.
  - min. Auszeit: 10 %
  - max. Auszeit: 35 %
  - Wiederholungen: 1
- Steuerparameter:** Two radio button options: ☐ Tempo and ☒ Größe.
- Steuermodus:** Two radio button options: ☒ stetig and ☐ sequentiell.
- Tempo:** Three radio button options: ☒ langsam(1), ☐ mittel(2), and ☐ schnell(3).
- Größe:** Three radio button options: ☒ groß(1), ☐ mittel(2), and ☐ klein(3).
- Rotortyp:** Two radio button options: ☒ konkret and ☐ abstrakt.
- Feedback:** Two checkboxes: ☒ akustisch and ☐ visuell.

On the right side of the window, there are four buttons: 'Standard' (with a left arrow icon), 'Figuren' (with a refresh icon), 'OK' (with a checkmark icon), and 'Abbrechen' (with an X icon). At the bottom right, there is a 'Hilfe' button (with a question mark icon).

Abbildung 4. Parameter-Menü.

**Trainingsdauer/Kons. in min:**

Empfohlen wird eine Trainingsdauer von 20-30 Minuten.

**Aufgabendauer in Sekunden:**

Die Aufgabendauer in Sekunden wird festgelegt (empfohlen 60-180 s). Nach dieser Zeit wird die Trainingsaufgabe beendet und bewertet.

**Minimale und maximale Auszeit:**

Siehe [Trainingsaufgabe](#).

**Wiederholungen:**

Der Patient erhält erst eine neue Aufgabe, wenn die aktuelle Aufgabe entsprechend der eingestellten Wiederholungen in Folge gelöst wurde. Analog wird die Schwierigkeit erst verringert, wenn er eine Aufgabe entsprechend der Anzahl von Wiederholungen in Folge nicht lösen konnte. Damit erfolgt der Wechsel der Schwierigkeit erst nach Leistungskonsolidierung.

**Steuerparameter, Größe und Tempo:**

Siehe [Schwierigkeitsstruktur](#).

**Steuermodus:**

Siehe [Schwierigkeitsstruktur](#).

**Rotortyp:**

Siehe [Trainingsaufgabe](#).

**Feedback:**

Siehe [Leistungsfeedback](#).

Bei Neudefinition eines Patienten setzt das System automatisch folgende Standardwerte:

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Trainingsdauer     | 20 Minuten   |
| Aufgabendauer      | 180 Sekunden |
| Minimale Auszeit   | 10 %         |
| Maximale Auszeit   | 35 %         |
| Wiederholungen     | 1            |
| Rotortyp           | konkret      |
| Steuerparameter    | Größe        |
| Tempo              | langsam      |
| Steuermodus        | stetig       |
| Feedback akustisch | ein          |
| Feedback visuell   | aus          |

Die **Orientierung** kann patientenspezifisch im Menü Klienten -> Bearbeiten -> Karteikarte: Akte -> Optionsfeld: Gesichtsfeldstörung eingestellt werden.

## 1.5 Auswertung

Die vielfältigen Möglichkeiten der Datenanalyse zur Festlegung der weiteren Trainingsstrategie werden in den Grundlagen RehaCom beschrieben.

In der Grafik sowie in den Tabellen stehen neben den Einstellungen der [Trainingsparameter](#) folgende Informationen zur Verfügung:

|                  |                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------------------|
| Level            | aktueller Schwierigkeitsgrad                                 |
| Anzahl außerhalb | Anzahl - Cursor außerhalb des Rotors                         |
| Auszeit %        | Zeit des Cursors außerhalb des Rotors [%]                    |
| Figur            | Nummer des Bewegungsmusters                                  |
| Größe            | Rotorgröße                                                   |
| Tempo            | Rotorgeschwindigkeit                                         |
| Train.-time      | effektive Trainingszeit [h:mm:ss]                            |
| Aufgabe          |                                                              |
| Pausen           | Anzahl der Unterbrechungen des Trainings durch den Patienten |

Damit wird es möglich, interaktiv mit dem Patienten den Verlauf des Trainings zu besprechen und ihn gezielt auf bestimmte Defizite hinzuweisen.

## 2 Theoretisches Konzept

### 2.1 Grundlagen

Die meisten menschlichen Bewegungen funktionieren auf Basis der **Koordination** verschiedener **zentraler motorischer**, **visueller** und **propriozeptiver Systeme**. Bei zahlreichen Tätigkeiten wie dem Greifen nach Objekten, Schreiben oder Spielen eines Musikinstruments kommt es auf die exakte Koordination von Augen, Kopf und Händen an. Während der motorischen Aktion spielt die *visuelle Kontrolle* eine wesentliche Rolle - insbesondere im Lernstadium von Bewegungsabfolgen und beim Gebrauch von Werkzeugen (*visuomotorische Transformationsleistungen* vgl. [Guedon et al.](#), 1998).

#### **Motorisches Lernen**

Bei *willkürlichen Bewegungen*, insbesondere mit Werkzeuggebrauch, ist neben einer funktionierenden Motorik ein intaktes *visuelles System* sowie eine intakte *Propriozeption* notwendig (vgl. [Guedon et al.](#), 1998). Die Positionen der Hand und des Ziels sind wahrscheinlich als "Karten" visueller, propriozeptiver und motorischer "Räume" repräsentiert, wobei visuelle und motorische Repräsentationen einander entsprechen (Bedford, 1994; vgl. [Guedon et al.](#), 1998). Bei Störungen eines Systems kann die Kontrolle der Motorik bis zu einem gewissen Grad durch die anderen kompensiert werden (vgl. [Guedon et al.](#), 1998).

Bei der adaptativen Kontrolle von Bewegungen ist der Anteil propriozeptiver Wahrnehmung wichtiger, wenn unter disproportionalen Feedbackbedingungen, wie beispielsweise bei der verzerrten visuellen Rückmeldung durch Spiegel oder Prismen, gelernt wird. Die Inkonsistenz zwischen propriozeptiver und visueller Information führt zu einer erneuten *Kalibrierung* des *visuomanualen Systems*.

Aufgabe der Motorik ist es, bestimmte erwünschte Wahrnehmungskonstellationen herzustellen bzw. aufrechtzuerhalten. Eine Wahrnehmungsänderung kann sowohl auf die eigene Motorik als auch auf Umgebungsveränderungen zurückgehen: die eingehenden Signale sind ein Konglomerat aus Eigen- und Fremdsignalen. Durch Verknüpfung der auf die Umwelt gerichteten motorischen Efferenzen und den darauffolgenden Wahrnehmungsveränderungen schafft sich der Organismus ein perzeptives Abbild der Wirkung seiner Motorik. Der Organismus kann die sensorischen Konsequenzen seiner eigenen Motorik kennenlernen, indem er unter reizarmen, konstanten Umgebungsbedingungen aktiv wird. Die hinausgehenden Efferenzen bewirken in der Regel Lage- und Stellungsveränderungen von Gliedmaßen, welche entweder auf direktem Wege sensorisch erfaßt und dem agierenden Organismus rückgemeldet werden - oder aber indirekt über den Gebrauch eines Werkzeugs. Sind diese sensomotorischen Verknüpfungen etabliert, kann der Organismus auch dann Umgebungsveränderungen richtig wahrnehmen, wenn er selbst motorisch aktiv ist. Diese Lernprozesse können als Etablierung *motorischer Programme* oder *Regelkreisprozesse* beschrieben werden. Motorisches Lernen könnte dann als ein Übergang von der Regelung zur Steuerung aufgefaßt werden (vgl. [Kalveram](#), 1981). Die cerebrale Repräsentation der

Entwicklung einer räumlich-zeitlichen Beziehung vom Bewegungsentwurf zur Ausführung ist jedoch noch nicht vollständig erforscht (vgl. [Guedon et al.](#), 1998; vgl. [Mai, Blaut & Hermsdörfer](#), 1993).

### **Tracking**

Sensumotorische Regelkreisprozesse werden experimentell anhand sogenannter [Tracking-Aufgaben](#) operationalisiert, welche folgende Eigenschaften haben (vgl. [Hammerton](#), 1981):

- Ein extern vorgegebenes statisches oder dynamisches Input-Signal definiert die motorische Antwort des Operators, welcher die Aufgabe durch Initiierung von visuellen und manuellen Kontrollprozessen bearbeitet
- Diese Kontrollmechanismen generieren das Output-Signal
- Die Differenz zwischen dem Output- und dem Input ist der Fehlerwert, welcher vom Operator möglichst gering gehalten werden sollte.

Die Bearbeitung dieser Aufgaben erfordert eine gut abgestimmte visuomotorische Koordination. Die *Zielvorhersagbarkeit* des Input-Signals ist der wichtigste Faktor der Tracking-Umsetzung. Der Grad der Verknüpfung zwischen Auge- und Handsystem steigt mit abnehmender Vorhersagbarkeit des Ziels oder zunehmender Zielkomplexität. Dieses Ergebnis ([Xia & Barnes](#), 1999) würde für ein gemeinsames zentrales sensumotorisches Kontrollsystem von Auge und Hand beim Tracking sprechen, was auch von einigen anderen Autoren postuliert wird ([Gauthier et al.](#), 1988). Bock (1987, vgl. [Xia & Barnes](#), 1999) dagegen nimmt die Existenz paralleler, unabhängiger Kanäle an.

### **Visuomanuales System**

Auge und Arm unterliegen unterschiedlichen physikalischen und dynamischen Eigenschaften und haben somit verschiedene *Reaktionszeiten*. Desweiteren sind Augenbewegungen und damit die visuelle Erfassung von Bewegungsänderungen in wesentlich geringerem Maße willkürlich steuerbar und haben einen wesentlich geringeren Freiheitsgrad als der Arm. Während Handbewegungen kontinuierlich ablaufen können, wechseln bei Augenbewegungen sakkadische und langsame Bewegungen (vgl. [von Cramon & Zihl](#), 1988). Bei der räumlich-zeitlichen Organisation von Bewegungsabläufen sind weiterhin Aspekte der kognitiven Handlungsorganisation und des Ausmaßes des Automatisierungsgrades zu berücksichtigen ([Philips](#), 1986):

- das Vollziehen bekannter Bewegungsabläufe nach kognitiver Antizipation des Bewegungsablaufes,
- das Nachvollziehen unbekannter Bewegungsabläufe und erhöhte Anforderungen an das Reaktionsverhalten und
- das Vollziehen hoch automatisierter bzw. internalisierter Bewegungsmuster.

### **Beteiligung anderer Teileistungen an der visuomotorischen Koordination**

Die Anpassung der Koordination erfordert eine erhöhte Kontrolle durch

*Aufmerksamkeitsprozesse.* Bei visuomotorischen Koordinationsleistungen ist von *selektiven Aufmerksamkeitsprozessen* ([Bucks](#), 1997), bei längerer Dauer von kontinuierlicher tonischer Aktivierung im Sinne einer Daueraufmerksamkeitsleistung auszugehen. Für den visuellen Bereich unterscheidet Posner (1987; vgl. [Fimm](#), 1997) in Bezug auf die selektive Aufmerksamkeit drei *Basismechanismen*, die nach umschriebenen Hirnläsionen ebenfalls selektiv beeinträchtigt sein können:

- Aufmerksamkeit lösen (disengage)
- Aufmerksamkeit verschieben (move)
- Aufmerksamkeit fokussieren (engage).

Wegen der Beteiligung zahlreicher Hirngebiete- und Strukturen weist das Aufmerksamkeitssystem eine besondere *Vulnerabilität* nach jeglichen cerebralen Insulten und Dysfunktionen auf.

Voraussetzung für visuomotorische Leistungen ist des weiteren eine intakte *visuell-räumliche Wahrnehmung*, welche unter anderem die richtige Abschätzung von Positionen, Abständen, Entfernungen und Winkeln beinhaltet ([Kerkhoff](#), 1988, 1989). Diese *Basisleistungen* sind im Alltag von größter Relevanz. Bei räumlichen Störungen können alle praktischen Tätigkeiten in Mitleidenschaft gezogen werden, die eine visuell-räumliche Verarbeitung oder räumlich-konstruktive Teilleistungen erfordern.

### **Störungen der Motorik**

[Störungen motorischen Verhaltens](#) können im Rahmen zahlreicher cerebraler und peripherer Schädigungen auftreten.

Durch eine Schädigung der motorischen Rinde kann es zu zentralen Paresen der kontralateralen Körperhälfte kommen. Schädigungen der Basalganglien wie bei der Chorea Huntington und beim Morbus Parkinson haben multiple motorische Störungen zur Folge. Störungen der Okulomotorik (welche auch die visuomotorische Koordination beeinträchtigen können) treten im Rahmen zahlreicher neurologischer Erkrankungen auf; insbesondere bei Verletzungen des Hirnstamms. Gestörte räumliche und zeitliche Koordination von Bewegungen der Extremitäten sind auch bei **Apraxien**, welche nach Liepmann (1905, 1908; vgl. [Goldenberg](#), 1993) in *ideomotorische* (gestörte Imitation von Gesten) und *ideatorische* (gestörte Handlungsfolgen und Verlust der Kenntnisse über den richtigen Gebrauch von Gegenständen) *Apraxien* unterschieden werden, zu beobachten. Sie betreffen selektiv die Planung oder Ausführung von motorischen Aktionen und bei unilateralen Läsionen immer auch die zur Läsion ipsilaterale Seite des Körpers.

Neben Aufmerksamkeitsstörungen gehören Störungen der Handfunktionen, insbesondere der feinmotorischen Leistungen, zu den häufigsten Beschwerden von [Patienten](#), die nach zerebralen Schädigungen in Rehabilitationskliniken behandelt werden. Die Defizite können unterschiedliche Leistungsaspekte, beispielsweise die *Sensibilität* hinsichtlich unterschiedlicher Modalitäten, *Fingerbeweglichkeit*,

*Muskelkraft* oder die *Koordination* betreffen. Das Ausmaß der Störungen kann sehr stark variieren. Bei manchen Patienten sind durch die Einschränkungen im Gebrauch der Hände bereits einfache Selbsthilfeleistungen im Alltag betroffen, bei anderen werden Defizite der Handfunktionen erst bei der Ausführung komplexer und in der Regel hoch automatisierter Bewegungen deutlich, z.B. beim Schreiben oder Spielen eines Musikinstruments. Störungen der Handfunktionen sind nur durch eine Beschreibung auf mehreren Ebenen hinreichend zu charakterisieren (ausführliche Darstellung siehe [Mai et al.](#), 1993). Für eine differenziertere Diagnostik *sensomotorischer Störungen* sei u.a. auf Verfahren von Schoppe (1974; vgl. [Mai et al.](#), 1993), [Platz](#) (1992), [Weber](#) (1992) und [Behremburg](#) (1992) verwiesen.

## 2.2 Trainingsziel

Ziel des Trainings ist die Verbesserung der [visuomotorischen Koordination](#). Darüber hinaus werden Anforderungen an die [Aufmerksamkeit](#) und das Reaktionsvermögen gestellt.

Das Training funktioniert nach dem Prinzip sogenannter Folge-[Tracking](#)-Aufgaben, bei denen auf einem Display die Vorgabe (ein Linienzug oder die Bewegung eines Pointers) mithilfe einer Bedieneinheit (Joystick, Drehregler) möglichst exakt nachvollzogen werden soll. Die Schwierigkeit wird u.a. bestimmt

- durch Trainingsaufgaben, bei denen Bewegungsabläufe immer wiederkehren (das Erlernen der Abläufe erleichtert eine gedankliche Antizipation der einzelnen Bewegungsabschnitte),
- durch Aufgaben mit erhöhten Anforderungen an das Reaktionsvermögen (Nachvollziehen unbekannter Bewegungsabläufe) und
- durch zeitlich stochastische Bewegungsunterbrechung und -Umkehr.

Es ist zu erwarten, dass sich die Verbesserung der [visuomotorischen Koordination](#) günstig auf den ADL- Bereich (Activities of Daily Living) auswirken, da motorische Störungen zahlreiche praktische Tätigkeiten behindern (Essen, Ankleiden, Körperpflege, Schreiben, Zeichnen, Autofahren).

Unter der Prämisse maximaler Spezifität der Therapie sollte in jedem Fall eine differenzierte störungsspezifische neuropsychologische Diagnostik vorausgehen (vgl. [Grundlagen](#)).

Wenn auch die diagnostische Sicherung des Defizits auf Grund der Komplexität der Funktion und damit ein zielgerichtetes Training der beeinträchtigten Teilfunktion erschwert ist, zeigen die Ergebnisse unsystematischen Übens wie auch gezielten Trainierens von Finger-Hand-Arm-Bewegungen, dass Leistungsverbesserungen möglich sind, die über die spontane Remission hinausgehen.

Aufbauend und ergänzend können die RehaCom-Module **Raumoperationen** (RAUM), **visuokonstruktive Fähigkeiten** (KONS), und **Flächenoperationen**

(VRO1) trainiert werden.

## 2.3 Zielgruppen

Das Modul [visuomotorischer Koordination](#) kann zum Training bei Patienten mit diagnostizierten Beeinträchtigungen der [Handfunktionen](#) und [visuell räumlicher Wahrnehmungsleistungen](#) sowie [räumlich-konstruktiver](#) Störungen empfohlen werden.

Störungen der Handfunktionen sowie der visuomotorischen Koordination kommen häufig als Folge hirnganischer Schädigungen, z.B. bei cerebralen Insulten, Infarkten, Blutungen, Tumoren oder Schädel-Hirn-Traumata vor, sind aber auch als Folge diffuser Hirnschädigungen zu beobachten. Betroffen sind vor allem Patienten mit *Paresen*, *Störungen der Somatosensibilität* oder mit *ataktischen Störungen der Bewegungsabläufe*. Dies ist häufig nach Pyramidenbahnläsionen oder cerebellären Schädigungen der Fall. Ein breites Spektrum motorischer Störungen kommt vor allem bei Hirnschädigungen durch Chorea Huntington, Morbus Parkinson, Multiple Sklerose sowie cerebralen Systematrophien vor. Auch Einbußen elementarer [Sehleistungen](#), eine gestörte [Okulomotorik](#), [visuell-räumliche Störungen](#), [Apraxien](#) und schwere [Aufmerksamkeitsdefizite](#) können die visuomotorische Koordination beeinträchtigen. Gestörte visuell-räumliche Funktionen und/oder eine gestörte [Propriozeption](#) beeinträchtigen adaptive Mechanismen der fortlaufenden Bewegungskontrolle und Korrektur.

Vom Störungskomplex der visuell-räumlichen Defizite sind vorwiegend hirngeschädigte Patienten nach posterioren und/oder parieto-okzipitalen uni- und bilateralen Läsionen oder Schädigungen, die das visuelle System in Mitleidenschaft ziehen, betroffen. Insbesondere rechtsseitige Parietalläsionen ziehen visuell-räumliche Störungen oder seltener einen visuellen Neglect nach sich. Patienten mit Halbseitenlähmung, deren dominante Hand betroffen ist, können mit dem Modul **visuomotorische Koordination** auch die Geschicklichkeit der anderen Hand verbessern.

Das Training sollte möglichst frühzeitig nach dem Auftreten der Störung beginnen. Das Modul kann für Kinder ab etwa dem 8. Lebensjahr verwendet werden. Bis zu einem Alter von 14 Jahren werden kindgerechte Instruktionen benutzt. Die Anwendung des Moduls ist weiterhin im Rahmen eines Trainings der [Aufmerksamkeit](#) möglich.

Bei groben Störungen der Motorik (z.B. Ataxien), die eine Bedienung des Steuerknüppels nicht zulassen, ist das Modul nicht sinnvoll.

## 2.4 Literaturverweise

Backs, R.W. (1997): Psychophysiological aspects of selective and divided attention during continuous manual tracking. Acta Psychologica, 96, S. 167-191.

- Behreburg, Ch.; Stephan, K.M. & Hömberg, V. (1992): Quantitative Erfassung von diskreten Feinmotorikstörungen bei Patienten mit linkshemisphärischem Insult. In: Mauritz, K.-H. & Hömberg V. (Hrsg.): Neurologische Rehabilitation. Band 2. Bern, Göttingen: Huber.
- Butters, N. & Barton, M. (1970): Effect of parietal lobe damage of the performance of reversible operations in space. *Neuropsychologia*, 8, S. 205-214.
- Cody, F.-W.-J.; Loevgreen, B. & Schady, W. (1993): Increased dependence upon visual information of movement performance during visuo-motor tracking in cerebellar disorders, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology: Electromyography and Motor Control*, 89 (6), 399-407.
- Cramon, D. Y. von (1988): Sehen. In: von Cramon, D. Y. von & Zihl, J (Hrsg.). *Neuropsychologische Rehabilitation*. Berlin: Springer-Verlag. S. 105-129.
- Fimm, B. (1997): Microanalyse von Aufmerksamkeitsprozessen. In: Gauggel, S. & Kerkhoff, G. (Hrsg.): *Fallbuch der Klinischen Neuropsychologie. Praxis der Neurorehabilitation*. Göttingen: Hogrefe. S. 25-38.
- Gauthier, G.M.; Vercher, J.L.; Mussa-Ivaldi, F. & Marchetti, E. (1988): Oculo-manual tracking of visual targets: Control learning, co-ordination control and co-ordination model. *Experimental Brain Research*, 73, 127-137.
- Goldenberg, G. (1993): Praxie. In: Cramon, D.Y. von, Mai, N, & Ziegler, W. (Hrsg.): *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: Chapman & Hall.
- Guedon, O.; Gauthier, G.; Cole, J.; Vercher, J.-L- & Blouin, J. (1998): Adaptation in Visuomanual Tracking Depends on Intact Proprioception. *Journal of Motor Behaviour*, Vol. 30 (3), S. 234-248.
- Hammerton, M. (1981): Tracking. In: Holding, D.: *Human Scills*. John Wiley & Sons Ltd, S. 177-201.
- Hartje, W. & Sturm, W. (1989): Räumliche Orientierungsstörungen und konstruktive Apraxie. In: Poeck, K. (Hrsg.): *Klinische Neuropsychologie*. Stuttgart, New York: Thieme Verlag.
- Kalveram, K.T. (1981): Erwerb sensumotorischer Koordination unter störenden Umwelteinflüssen: Ein Beitrag zum Problem des Erlernens von Werkzeuggebrauch. *Festschrift für Heinrich Düker*, S. 336-348.
- Kalveram, K.T. (1983): Programmsteuerung und Parametervorstellung bei einem sensumotorischen Lernvorgang, *Archiv für Psychologie*, Vol. 135 (3), S. 245-255.
- Kerkhoff, G. (1988): Visuelle Raumwahrnehmung und Raumoperationen. In: Cramon, D. Y. von & Zihl, J (Hrsg.): *Neuropsychologische Rehabilitation*. Berlin:



Springer-Verlag. S. 197-214.

Kerkhoff, G. (1989): Störungen der visuellen Raumwahrnehmung bei Patienten mit Hirnschädigung. Frankfurt am Main: Haag und Herchen Verlag.

Kerkhoff, G. & Marquardt, C. (1995): Quantitative Erfassung visuell-räumlicher Wahrnehmungsleistungen in der Neurorehabilitation. Neurol. Rehabil., Vol. 2, S. 101-106.

Kerkhoff, G., Münßinger, U. & Marquardt, C. (1993): Sehen. In: Cramon, D.Y. von, Mai, N. & Ziegler, W. (Hrsg.): Neuropsychologische Diagnostik. Weinheim: Chapman & Hall.

Kolb & Whishaw (1990): Fundamentals Of Human Neuropsychology. New York: W. H. Freeman and Company.

Mai, N. (1988). Störungen der Handfunktion. In Cramon, D. v. & Zihl, J. (Hrsg.). Neuropsychologische Rehabilitation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 360 - 385.

Mai, N.; Blaut, M. & Hermsdörfer (1993): Handfunktionen. In: Cramon, D.Y. von, Mai, N. & Ziegler, W. (Hrsg.): Neuropsychologische Diagnostik. Weinheim: Chapman & Hall.

Münßinger, U. & Kerkhoff, G. (1993): Therapie räumlich-konstruktiver und räumlich-visueller Störungen bei hirngeschädigten Patienten. Praxis Ergotherapie, Vol. 6. S. 215-221.

Neilson, P.D.; Neilson, M.D. & O'Dwyer, N.J. (1995): Adaptive optimal control of human tracking. In: Glencross, D.J. & Piek, J.P. (Eds.) (1995): Motor control and sensory motor integration: Issues and directions. Advances in psychology, 111. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

Philips, C.G. (1986): Movements of the Hand. In: Sherrington Lectures (7), Liverpool: University Press.

Platz, T.; Kaden, B.; Denzler, P. & Mauritz, K.-H. (1992): Zielbewegungen (Pointing) bei zentraler Parese und Apraxie - Dreidimensionale Bewegungsanalyse. In: Mauritz, K.-H. & Hömberg V. (Hrsg.): Neurologische Rehabilitation. Band 2. Bern, Göttingen: HuberVerlag.

Poeck, K. (Hrsg.) (1989): Klinische Neuropsychologie. Stuttgart, New York: Thieme Verlag.

Prosiegel, M. & Säring, W. (1988): Bewegungsfolgen. In: Cramon, D. v. & Zihl J. (Hrsg.): Neuropsychologische Rehabilitation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Ritter, M. (1983): Diagnostik sensorischer und motorischer Funktionen. In: Groffmann, K.J. & Michel, L. (Hrsg.): Intelligenz und Leistungsdiagnostik. Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe Verlag.

Vercher, J.L.; Gauthier, G.M.; Guedon, O. & Blouin, J. (1995): Self-moved target eye tracking in control and deafferented subjects: Roles of arm motor command and proprioception in arm-eye coordination, *Journal of Neurophysiology*, 76 (2), S. 1133-1144.

Vercher, J.-L.; Quaccia, D. & Gauthier, G.M. (1995): Ocular tracking of self-moved targets: Role of visual and non-visual information in visuo-oculo-manual coordination. In: Findlay, J.M. (Ed.) & Walker, R. (Ed.) (1995): *Eye Movement research: Mechanisms, processes and applications. Studies in visual information processing*, 6, Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co., S. 99-107.

Vercher, J.-L.; Volle, M. & Gauthier, G.-M. (1993): Dynamic analysis of human visuo-oculo-manual coordination control in target tracking tasks, *Activation-, Space- and Environmental Medicine*, 64 (6), 500-506.

Weber, P., Hofmann, H., Canavan, A. & Hömberg, V. (1992): Objektivierung der Diagnostik von Hand- und Augenbewegungen. In: Mauritz, K.-H. & Hömberg, V. (Hrsg.): *Neurologische Rehabilitation*. Band 2. Bern, Göttingen: Huber Verlag.

Xia, R. & Barnes, G. (1999): Oculomanual Coordination in Tracking of Pseudorandom Target Motion Stimuli. *Journal of Motor Behaviour*, Vol. 31 (1), S. 21-38.

Yamashita, T (1988): Der Einfluß von Wahrnehmungsfaktoren auf die Leistung im Folge-Tracking, *Psychologische Beiträge*, 30 (4), S. 568-578.

# Index

## - A -

Activities of Daily Living (ADL) 11  
adaptives Training 3  
Akquisition 5  
akustisches Feedback 3, 5  
Apraxie 8  
Apraxien 12  
Ataxien 12  
Aufgabendauer 5  
Aufmerksamkeitsdefizite 12  
Aufmerksamkeitsprozesse 8  
Auswertung 7  
Auszeit 1, 3, 5, 7  
Automatisierung 8

## - B -

Bewegungsabläufe 11  
Bewegungsmuster 1, 3

## - C -

Cortexareale 12

## - D -

Dauerton 3

## - E -

Eingabemodus 5

## - F -

Feedback 5  
Fehleranzahl 1, 3  
Fehlerstatus 3  
Figur 7  
Fingerbeweglichkeit 8  
Folge-Tracking 11

## - G -

Gedächtnis 5  
Geschwindigkeit des Rotors 3  
Grafikpool-Typ 5  
Graubild 5  
Größe 5, 7  
Größe des Rotors 3  
Grundlagen 8

## - H -

Handfunktionen 8  
Hirnschädigungen 12

## - K -

Konsultationsverlauf 7  
Koordination 8  
Kursor 1

## - L -

Leistungsfeedback 3  
Levelverlauf 7  
limitierte Akquisition 5  
limitierte Fehlerausgabe 5  
Literaturverweis 12  
Literaturverweise 12

## - M -

Motorik 8  
motorische Programme 8  
Motorisches Lernen 8  
Muskelkraft 8

## - N -

neuropsychologische Diagnostik 11, 12

## - O -

Okulomotorik 8, 12  
Orientierung 5

## - P -

Parese 8  
Pausen 7  
periphere Schädigung 8  
Propriozeption 8

## - R -

räumlich-konstruktive Leistungen 8  
räumlich-konstruktive Störung 12  
Reaktionsverhalten 11  
Reaktionszeit 8  
RehaCom-Verfahren 11  
Reproduktion 5  
Rotor 1

## - S -

Schwierigkeitsstruktur 3  
selektive Aufmerksamkeit 8  
Sensibilitätsstörungen 8  
sensomotorisches Kontrollsystem 8  
sequentielle Bewegung 3  
Spezifität des Trainings 12  
Standardwerte 5  
stetige Bewegung 3  
Steuermode 5  
Steuerparameter 5  
Störungen der Handfunktionen 12  
Störungen der Motorik 8  
Störungen der visuomotorischen Koordination 12

## - T -

Tempo 5, 7  
theoretische Grundlagen 8  
Tracking 8  
Trainingsaufgabe 1  
Trainingsbeschreibung 1  
Trainingsdauer/Kons. in min 5  
Trainingsparameter 5  
Trainingszeit 7  
Trainingsziel 11

## - V -

Verlaufsdatenanalyse 7  
visuelle Wahrnehmung 8  
visuell-räumliche Störungen 12  
visuell-räumliche Wahrnehmung 8, 12  
visuomanuales System 8  
visuomotorische Koordination 11  
visuomotorische Transformationsleistungen 8

## - W -

Wiederholungen 3, 5  
willkürliche Bewegungen 8

## - Z -

zentrale Schädigung 8  
Zielgruppen 12  
Zielvorhersagbarkeit 8