

# HASOMED RehaCom<sup>®</sup>

Kognitive Therapie und Hirnleistungstraining



**Akustische Reaktionsfähigkeit**



## 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 Hard- und Software für Medizin Gesellschaft mbH  
Paul-Ecke-Str. 1  
D-39114 Magdeburg

Tel: +49-391-6107650  
www.rehacom.hasomed.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil 1 Trainingsbeschreibung</b>	<b>1</b>
1 Trainingsaufgabe .....	1
2 Leistungsfeedback .....	3
3 Schwierigkeitsstruktur .....	4
4 Trainingsparameter .....	5
5 Auswertung .....	8
<b>Teil 2 Theoretisches Konzept</b>	<b>10</b>
1 Grundlagen .....	10
2 Trainingsziel .....	13
3 Zielgruppen .....	14
4 Literaturverweise .....	16
<b>Index</b>	<b>18</b>

# 1 Trainingsbeschreibung

## 1.1 Trainingsaufgabe

Das Training der [Akustischen Reaktionsfähigkeit](#) erfolgt mittels Einfach-, einfachen Wahl- und Mehrfachwahlreaktionen. Nach Erscheinen eines definierten akustischen Stimulus ist so schnell wie möglich eine bestimmte Taste des RehaCom-Pultes zu drücken.

Das Training der akustischen Reaktionsfähigkeit ist ohne visuelle Informationen - **ausschließlich akustisch** - möglich und kann deshalb auch mit blinden oder stark sehbehinderten Patienten durchgeführt werden. Sprache und Geräusche werden mit Hilfe einer Soundkarte erzeugt, die sich im Rechner befindet. Ohne eine solche Soundkarte ist das Training nicht möglich. Hier werden die Lautsprecher bzw. der Kopfhörer für den Patienten angeschlossen.

**Vor dem Trainingsstart** kann durch Anklicken des Lautsprechersymbols ganz unten auf der Taskleiste von Windows die Grundlautstärke patientenspezifisch eingestellt werden. Es erscheint ein Schieberegler, der verändert werden kann. Die Lautstärke prüfen Sie über das RehaCom-Hauptfenster, Schalter **System**, Schalter **Lautstärke RehaCom** (siehe auch Manual **Grundlagen RehaCom**).

Dies ist besonders bei Nutzung der Kopfhörer von Interesse. Lautsprecher besitzen oft einen Drehknopf zur Regelung der Lautstärke.

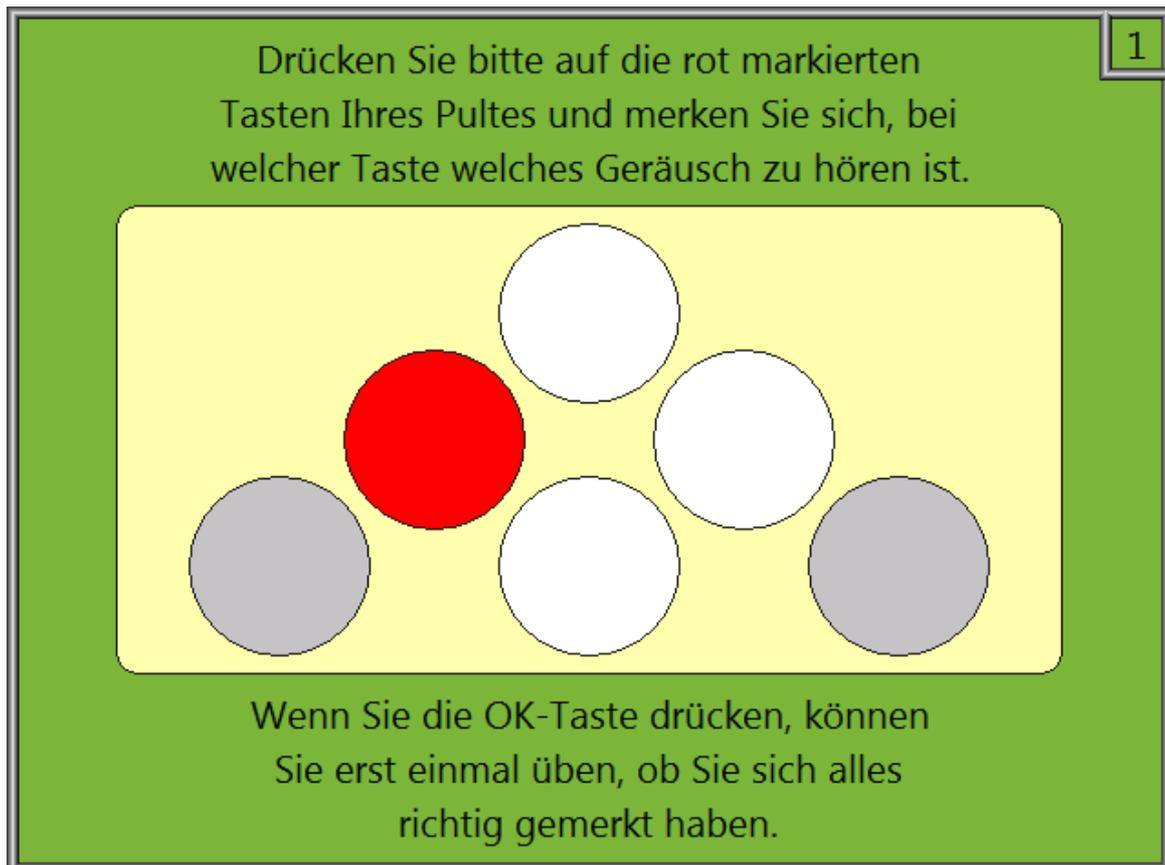


Abbildung 1 Akquisitionsphase

Jede Aufgabe besteht aus 2 bzw. 3 Phasen

- der Akquisitionsphase,
- der Übungsphase (wenn im [Parametermenü](#) aktiviert) und
- dem Reaktionstraining.

Während der Akquisitionsphase erscheint auf dem Bildschirm ein RehaCom-Pult, das rot markierte Tasten zeigt (Abbildung 1). Der Patient prägt sich die Zuordnung relevanter Reize zu den Pulttasten ein, indem er die auf dem Bildschirm rot gekennzeichneten Tasten des Pultes betätigt. Sehbehinderte Patienten drücken nacheinander auf die großen Cursortasten und lernen so die Zuordnung. Bei unbenutzten "weißen" Tasten erscheinen keine Reize. Die eventuell im Training benutzten irrelevanten Reize werden nicht vorgestellt. Der Patient beendet die Akquisitionsphase mit dem Drücken der **OK**-Taste.

Ist im [Parametermenü](#) die Option **Üben** aktiviert, folgt eine Übungsphase. Diese Phase ist mit der späteren Trainingsphase identisch, jedoch die Verlaufsdaten (Reaktionszeiten und -qualitäten) werden nicht registriert. Nach 5 relevanten Reizen ist die Übungsphase beendet und es erscheint wieder das RehaCom-Pult auf dem Bildschirm (Abbildung 1). Die Zuordnung von Reiz und Taste kann erneut geprüft werden. Nach dem Drücken der OK-Taste beginnt das eigentliche Training.

Nach dem Erscheinen eines Stimulus ist bei **relevanten Reizen** so schnell wie möglich eine bestimmte Taste am Patientenpult zu betätigen. Bei **irrelevanten Signalen** darf nicht reagiert werden.

Es werden folgende Fehlerarten unterschieden:

- Reaktion bei irrelevantem Reiz,
- keine bzw. zu späte Reaktion bei relevantem Reiz (Reaktionszeit größer als die [maximale Reaktionszeit](#)),
- falsche Reaktion bei relevantem Reiz (falsche Taste gedrückt).

Weiter werden Reaktionen im Interstimulusintervall als "unerlaubt" registriert, jedoch nicht gemeldet und bewertet. Lediglich die [Auswertung](#) zeigt diese Fehler.

Während des Trainings ist auf dem Rechnermonitor ein Bild zu sehen, das helfen soll, die Geräusche in den Umgebungs-kontext einzuordnen (siehe [Tabelle 2](#)). Zusätzlich wird zum Beginn des Trainings durch eine Ansage auf den Kontext hingewiesen (z.B. "am Strand").

Trainieren mehrere Patienten in einem Raum, sollten Kopfhörer benutzt werden.

Das Modul kann auch ohne RehaCom-Pult benutzt werden. Dieser Mode wird jedoch nicht empfohlen. Eine Beschädigung der Rechnertastatur durch heftige Betätigung der Tasten im Training ist nicht auszuschließen.

## 1.2 Leistungsfeedback

Das Feedback erfolgt akustisch und/oder visuell. Bei aktivem akustischen Feedback wird mit den gesprochenen Wörtern "falsch" bzw. "schneller" oder "zu langsam" auf [Fehler](#) hingewiesen. Das visuelle Feedback erfolgt über ein großes Feld mit der Aufschrift "falsch" oder "zu langsam", das nach einem Fehler für kurze Zeit auf dem Bildschirm erscheint.

Weiter steht ein Leistungsbalken zur Verfügung. Mit jeder richtigen Reaktion wächst eine graue Säule. Erreicht sie eine rote Markierung (entspricht Parameter [Level abwärts](#)), so reicht die bisherige Leistung, um im gleichen Level weiter zu trainieren. Überschreitet die Säule die grüne Markierung (siehe Parameter [Level aufwärts](#)), wird in der nächsten Aufgabe die Schwierigkeit erhöht.

Rechts oben wird auf dem Bildschirm der aktuelle Level gezeigt.

Nach jeder Aufgabe wird der Patient über seine Leistung informiert. Das betrifft eventuelle Fehler sowie Hinweise, ob schnell genug gearbeitet wurde.

Besonders sei darauf hingewiesen, dass sich der Patient in einem speziellen

Übungsmode ohne Leistungsbewertung, und damit ohne Leistungsdruck, auf die nächste Aufgabe vorbereiten kann.

### 1.3 Schwierigkeitsstruktur

Level	Anzahl rel. Reize	Anzahl irrel. Reize	Hintergrund - geräusch	Interstimulus-Interval	benutzt beim Training ohne irrel. Reize
1	1	0	aus	voll	ja
2	1	1			nein
3	2	0			ja
4	2	2			nein
5	3	0			ja
6	3	viele			nein
7	1	0	leise		ja
8	1	viele			nein
9	2	viele			ja
10	3	viele			ja
11	1	0	laut	voll	ja
12	1	viele		voll	nein
13	1	0		halbiert	ja
14	1	viele		halbiert	nein
15	2	viele		voll	ja
16	2	viele		halbiert	ja
17	3	viele		voll	ja
18	3	viele		halbiert	ja
19	4	viele		voll	ja
20	4	viele		halbiert	ja

Tabelle 1 Schwierigkeitsstruktur

Das Modul arbeitet adaptiv. Tabelle 1 zeigt die Schwierigkeitsstruktur. Sie ergibt sich durch die Variation

- der Anzahl relevanter und irrelevanter Reize,
- der Lautstärke des Hintergrundgeräusches (Vordergrund-/Hintergrunddifferenzierung) und
- der Dauer des Interstimulusintervalls (volle Länge oder halbiert und damit schnellere Reizfolge).

Wenn die Trainings-Parameter auf "ohne irrel. Reize" eingestellt sind, wird die

Anzahl irrel. Reize auf 0 gesetzt.

***Nicht jede Levelerhöhung bedeutet eine Erhöhung der Schwierigkeit, sondern kann auch das [Training neuer Fähigkeiten](#) betreffen.***

Durch das Modul werden 6 Geräuschgruppen mit jeweils 9 Geräuschen verwaltet. Die Tabelle 2 zeigt eine Übersicht. Wesentlich ist, dass alle Geräusche inhaltlich vom Patienten erkannt und assoziiert werden können und sollen.

Geräuschgruppe	Geräusche
auf dem Bauernhof	Katze, Hundebellen, Schafeblöken, Pferdewiehern, Ziegenmeckern, Traktor, Kuh, Hahnenschrei, Ente, Gans.
am Strand	Bootsmotor, Hundebellen, Pfiff des Bademeisters, Nebelhorn, Kinderlachen, Frauenschrei, Radiomusik, Mövenschrei, Pferdewiehern.
zu Hause	zerbrechende Fensterscheibe, Gong der Eingangstür, Hundegebell, Telefonwahl, Stundenschlag einer Uhr, Frauenlachen, Babyweinen, Pfiff.
auf der Straße	Bremsenquietschen, Autohupe, Martinshorn, Eisenbahn am Bahnübergang, Sirene, Explosion (Reifenknall), Trillerpfeife Polizist, Straßenbahnklingeln, Traktor.
im Urwald	Brüllen eines Löwen, Trompeten eines Elefanten, Schuss eines Jägers, Fallen eines Baumes, Froschquaken, Vogelschrei (Pfau), Spechtklopfen, Moskito, Gorilla, Frauenschrei.
Orchester	Trompete, Geigen, Pauke, Trommel, Flöte, Orgel, Triangel, Klavier, Bass

Tabelle 2 Geräuschgruppen/ Umgebunskontext

## 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 sub-header 'Akustische Reaktionsfähigkeit'. It contains several sections of adjustable parameters:

- Levelwechsel:** Konsultationsdauer (25 min), Level aufwärts (95%), Level abwärts (70%).
- Reizbedingungen:** Anzahl Reize/Aufgabe (50), checkbox 'ohne irrel. Reize' (checked), Anteil irrel. Reize (50%), max. Reaktionszeit (3000 ms), Interstimulus-Intervall (4000 ms), Wiederholungen (2).
- Feedback:** checkboxes for 'Akustisches Feedback' (checked), 'Visuelles Feedback' (unchecked), and 'Leistungsbalken' (checked).
- Hilfen:** checkboxes for 'Visuelle Instruktionen' (unchecked) and 'Üben' (checked).

On the right side, there are three buttons: 'Standard' (with a double left arrow), 'OK' (with a checkmark), 'Abbrechen' (with an 'X'), and 'Hilfe' (with a question mark).

Parameter-Menü

**aktueller Schwierigkeitsgrad:**

Der [Schwierigkeitsgrad](#) ist zwischen 1 und 20 über das Therapeutenmenü einstellbar.

**Trainingsdauer/Kons. in min:**

Empfohlen wird eine Trainingsdauer von 20-25 Minuten.

**Level aufwärts/ Level abwärts:**

Wurde eine Aufgabe beendet, wird ein Prozentwert als Anteil der richtigen Entscheidungen in Relation zur **Anzahl der Reize/Aufgabe** berechnet. Der nächste Level wird eingestellt, wenn der Prozentwert größer **Level aufwärts** ist. **Level aufwärts** sollte verringert werden, wenn ein Patient über lange Zeit in einem Schwierigkeitsgrad gearbeitet hat und mit dem Wechsel zur nächsten Schwierigkeitsstufe ein Motivationsgewinn möglich wird. Eine Vergrößerung dieses Wertes macht den Wechsel zur nächsten Schwierigkeitsstufe schwieriger. Zum niedrigeren Schwierigkeitsgrad wird geschaltet, wenn der Prozentwert den Wert von **Level abwärts** unterschreitet.

**Anzahl Reize/Aufgabe:**

Die Anzahl der Reize (Summe aus relevanten und irrelevanten Signalen) pro Aufgabe wird festgelegt.

neu ab Ver. 6.2

**ohne irrel. Reize:**

Wenn ausgewählt, arbeitet das Training ohne irrelevante Reize. Einige Schwierigkeitsgrade werden in diesem Modus übersprungen.

Wenn nicht ausgewählt, arbeitet das Training mit irrelevanten Reizen. Es werden alle Schwierigkeitsgrade benutzt.

**Anteil irrelevante Reize in %:**

Im Unterschied zur **Anzahl** irrelevanter Reize in der Tabelle 1 bestimmt der **Anteil** irrelevanter Reize, wieviel Prozent der mit **Anzahl Reize/Aufgabe** festgelegten Stimuli irrelevante Reize sind. Irrelevante Reize sind dabei nur möglich, wenn die Anzahl der irrelevanten Reize in der [Tabelle 1](#) ungleich 0 ist. Wird der Parameter **Anteil irrelevante Reize** verkleinert, so muss häufiger reagiert werden. Wird der **Anteil irrelevanter Reize** wesentlich erhöht (z.B. 90 %), so erhält das Training zusätzlich den Charakter einer Vigilanzaufgabe.

**maximale Reaktionszeit in ms:**

Überschreitet bei relevanten Reizen die Reaktionszeit die **maximale Reaktionszeit**, dann wird für die Levelbewertung die Reaktion als [falsch](#) bewertet. Mit der Wahl der **maximalen Reaktionszeit** besteht die Möglichkeit, zielorientiert zu trainieren. Bei verkürzter **maximaler Reaktionszeit** wird der Trainingsschwerpunkt auf schnelle Reaktionen gelegt. Bei längerer **maximaler Reaktionszeit** wird vorrangig die Sorgfaltsleistung trainiert.

**Interstimulusintervall in ms:**

Der mittlere zeitliche Abstand zwischen dem Verschwinden eines Reizes und dem Erscheinen des nächsten Reizes wird festgelegt (Intervall stochastisch +50% des Intervalls). In bestimmten Schwierigkeitsgraden wird zur Erhöhung der Anforderung das Interstimulusintervall halbiert ([Tabelle 1](#)). Das Intervall sollte für leistungsschwächere Patienten verlängert werden.

**Wiederholungen:**

Es wird festgelegt, wie oft bei aufeinander folgenden Aufgaben die gleichen Stimulationsbedingungen (gleicher Kontext und gleiche Reize) verwendet werden. Der Patient kann damit erlernte Reizkonstellationen mehrfach trainieren. Wird die Anzahl der Wiederholungen mit 0 eingestellt, dann werden bei jeder neuen Aufgabe die Stimulationsbedingungen verändert. Dies gilt nur bei Weiterarbeit im gleichen Level. Bei Levelwechsel beginnt die Zählung der Wiederholungen neu, die Stimulationsbedingungen werden neu gesetzt.

**akustisches und visuelles Feedback, Leistungsbalken:**

Die Möglichkeiten des [Feedback](#) wurden bereits beschrieben.

**visuelle Instruktion:**

Im Allgemeinen trainiert das Modul ausschließlich über den akustischen Kanal. Bei Bedarf können die gesprochenen Instruktionen auch als Texte auf dem Bildschirm gezeigt und gelesen werden.

**üben:**

Bei aktiviertem **üben** wird die [Akquisition intensiviert](#).

Bei Neudefinition eines Trainings setzt das System automatisch folgende Standardwerte:

Aktueller Schwierigkeitsgrad	1
Trainingsdauer/Kons.	25 Minuten
Level aufwärts	95%
Level abwärts	70%
Wiederholungen	2
Anzahl Reize/Aufgabe	50
ohne irrel. Reize	ein
Anteil irrelevante Reize	50%
maximale Reaktionszeit	3000 ms
Interstimulusintervall	4000 ms
akustisches Feedback	ein
visuelles Feedback	aus
Leistungsbalken	ein
visuelle Instruktion	aus
üben	ein

## 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
Fehler	Falsch betätigte Taste bei relevantem Reiz
Fehler irrel.	Fehlerhafte Reaktion bei irrelevantem Reiz
Auslassungen	Fehlende oder zu späte Reaktion bei relevantem Reiz
Reakt. Interstim.	Anzahl der unerlaubten Reaktionen im Interstimulusintervall
Akqui.-zeit	Dauer der Akquisition in [h:mm:ss]
Quartil 1 Reakt.-zeit.	Reaktionszeit Quartil 1 in ms
Median Reakt.-zeit.	Median über alle Reaktionszeiten ms

Quartil 3 Reakt.- Reaktionszeit Quartil 3 in ms  
zeit.

Train.-Zeit Aufgabe effektive Trainingszeit in [h:mm:ss]

Pausen Anzahl der Unterbrechungen durch den Patienten

Damit wird es möglich, den Patienten auf bestimmte Defizite hinzuweisen.

Spezifische Informationen zur aktuellen bzw. zu allen Trainingskonsultationen können gedruckt werden.

## 2 Theoretisches Konzept

### 2.1 Grundlagen

**Akustische Informationen** werden über mehrere neuronale Verschaltungen vom Cortischen Organ über den Hirnstamm in primäre Rindenfelder (Heschlsche Querwindungen) geleitet. In den sekundären cortikalen Gebieten an der Außenseite des Temporallappens werden akustische Stimuli analysiert, identifiziert und mit früheren akustischen Erinnerungen verglichen. Die Erfassung der Bedeutung von Schallwellenabfolgen als Geräusche, Töne, Laute, Melodien, Worte und Sätze - also Sprache - kann auf der Basis dieser Informationsanalyse erfolgen. Die Sprachperzeption und akustische Objekterkennung ist also eng mit der akustischen Diskrimination (Lautstärke, Tonhöhe, zeitliche und phonematische Analyse) verknüpft ([Tallal & Newcombe, 1978](#)).

Bei der kognitiven Verarbeitung akustischer Stimuli ist die dem Ohr kontralaterale Hemisphäre dominant ([Efron, 1990](#)).

Die Fähigkeit, durch eine motorische Handlung auf akustische Reize zu reagieren, erfordert zwei Basisfähigkeiten: ein **intaktes Hörvermögen** und ein **intaktes Reaktionsvermögen**. Die richtige Verknüpfung von akustischem Reiz und motorischer Reaktion kann nur auf der Grundlage der richtigen Interpretation der Bedeutung des Reizes erfolgen.

**Hörstörungen** können *periphere* oder *zentrale* Ursachen haben.

Zerebrale Hörstörungen lassen sich nach *anatomischen* (1), *psychoakustischen* (2) und *neuropsychologischen* (3) Kriterien unterteilen.

Man unterscheidet:

#### 1.) anatomische Kriterien

- Hörstörungen nach Hirnstammläsion,
- dienzephalische Hörstörungen
- telenzephalische Hörstörungen

#### 2.) psychoakustische Kriterien

- Störungen der *Lautheitswahrnehmung*
- Störungen der *zeitlichen* Hörwahrnehmung
- Störungen der *spektralen* Hörwahrnehmung
- Störungen der *räumlichen* Hörwahrnehmung

#### 3.) neuropsychologische Kriterien

- Störung der akustischen *Diskriminationsleistung*
- Störung der akustischen *Erkennensleistung*
- Störung der akustischen *Behaltensleistung*
- Störung der akustischen *Aufmerksamkeit*
- akustische Reizerscheinungen.

**Psychoakustische Defizite** (2) können neuropsychologisch (3) unter dem Begriff "Störungen der akustischen Diskriminationsleistung" zusammengefasst werden. Erst über die Phonemdiskriminierung hinaus gehende Störungen der Sprach- oder Geräuschwahrnehmung sollten als *akustische Erkennensstörung* bezeichnet werden ([Scherg, 1988](#)).

Bei [unilateralen telenzephalen Läsionen](#) betrifft die Beeinträchtigung hinsichtlich einfacher psychoakustischer Parameter unabhängig von der Hemisphärendominanz jeweils das Ohr kontralateral zur Läsion; diese Beeinträchtigungen können je nach Läsion verschiedene Profile aufweisen ([Efron et al., 1985](#)). Die Fähigkeit, relevante akustische Signale heraus zu filtern, fällt auch gesunden Personen ab einer gewissen Anzahl und/oder Lautstärke von Reizen schwer, diese Grenze scheint bei der unilateralen telenzephalen Hörstörung deutlich verschoben zu sein.

Leitsymptom [zentraler Hörstörungen](#) ist oft die erhebliche Schwierigkeit von Patienten, Unterhaltungen unter starken Hintergrundgeräuschen zu folgen oder wenn mehrere Personen durcheinander sprechen. Häufig wird auch von einer veränderten oder asymmetrischen Wahrnehmung von Geräuschen berichtet (vgl. , [Blaettner & Goldenberg, 1993](#)).

Im Unterschied zu Patienten mit peripheren Hörstörungen können nach schweren telenzephalen Läsionen leise Geräusche oft besser diskriminiert werden als laute und folglich Sprache auch bei leisem Sprechen besser verstanden werden (vgl. [Blaettner & Goldenberg, 1993](#)).

Je nach Lokalisation der Schädigung in der *linken oder rechten Hemisphäre* können [schwere zerebrale Hörstörungen](#) jeweils unterschiedlich ausgeprägt sein für *verbales oder nonverbales Material* (vgl. [Scherg, 1988](#)). Während linksseitige temporale Schädigungen meist mit Aphasien einhergehen und - im Falle der sensorischen Aphasie - Sprache bei erhaltener Geräusch- und Tondifferenzierung nicht mehr verstanden wird, scheinen rechtsseitige Schädigungen schlechtere Leistungen in komplexeren akustischen Diskriminationsaufgaben nach sich zu ziehen (vgl. [Blaettner & Goldenberg, 1993](#)). Verminderte Diskriminationsleistungen kommen auch bei linksseitigen Schädigungen und Hirnstammläsionen vor; bei letzteren führt die Unterbrechung afferenter Verbindungen im Hirnstamm vermutlich zu einer drastischen Reduktion der im Schallsignal redundant vorhandenen Information und bewirkt, dass auf der intakten kortikalen Ebene keine eindeutige Signaldiskrimination mehr möglich ist.

Bei Defiziten, welche das Erkennen der Bedeutung nichtsprachlicher akustischer Stimuli betreffen, wird angenommen, dass diese weniger Ausdruck einer gestörten akustischen Diskriminationsleistung denn eines defizitären semantischen Gedächtnisses aufgrund einer Aphasie sind ([Goldenberg, 1992](#); [Varney, 1980](#)). Erkennensstörung äußern sich beispielsweise in erhöhten Fehlerzahlen bei der Zuordnung von Geräuschen zu Bildern der betreffenden Geräuschquelle (vgl. [Blaettner & Goldenberg, 1993](#)).

Durch die *gestörte Informationsaufnahme* kann jede [telenzephal Hörstörung](#) auch eine *defizitäre akustische Informationsspeicherung* im Gedächtnis nach sich ziehen.

Dasselbe gilt für *Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen*, welche sich in reduzierter *Aufnahme- und Verarbeitungskapazität*, reduzierter *Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit*, rascher *Ermüdbarkeit* vor allem unter Belastung, aber auch erhöhter *Ablenkbarkeit* äußern können.

[Aufmerksamkeitsstörungen](#) betreffen meist nicht nur die akustische Modalität. Eine Sonderform dieser Störung stellt der [Neglect](#), also die Nichtbeachtung von Reizen auf der Seite konterlateral zur Läsion, dar. Wenn die Vernachlässigungsphänomene einer Raumhälfte ausschließlich in der akustischen Modalität auftreten, sind sie als Ausdruck einer telenzephalen Hörstörung zu werten; meist treten sie aber auch in der visuellen und taktilen Modalität als Bild einer übergeordneten Funktionsstörung auf ([Heilman & Valenstein](#), 1972)

Zur *Differentialdiagnostik* psychoakustischer und/oder neuropsychologischer Defizite stehen eine Reihe *ton- und sprachaudiometrischer, psychoakustischer und elektrophysiologischer Verfahren* zur Verfügung. Frequenz abhängige Hörschwellentests, überschwellige Hörtests sowie Schwellenschwundtests zur Diagnostik abnormer Höradaptation dienen der metrischen Erfassung peripherer Hörfunktionen; ebenso wie monaurale Sprachtests oder Tests mit sensibilisierter Sprache. Zur zentralen Hördiagnostik sind dichotische Sprachtests, nonverbale dichotische Tests, Tests zum räumlichen Hören und zur zeitlichen Hörwahrnehmung (z.B. Klickfusionsschwelle) indiziert. Physiologisch kann mittels ereigniskorrelierter Hirnpotentiale (Akustisch evozierte Potentiale (AEPs)) die zerebrale Lokalisation von Störungen der Verarbeitung akustischer Reize eingegrenzt werden und die Stapediusreflexmessung liefern weitere Hinweise auf eine periphere oder zentrale Ursache der Hörstörung.

Das **Reaktionsvermögen** setzt komplexe psychophysiologische Leistungen voraus, die es dem Menschen erlauben, auf Reize in bestimmter Qualität zu reagieren.

**Physische Aufmerksamkeitsparameter** spielen eine große Rolle beim Reaktionsvermögen und lassen sich unter Umständen nur schwer von akustischen Diskriminationsstörungen trennen.

**Physische Aktivierung** ist definiert als die Fähigkeit, auf einen Warnreiz hin rasch das Aktivierungsniveau für eine nachfolgende Reaktionssituation zu steigern (Reaktionsbereitschaft, Alertness), während ein über längere Zeit relativ stabiles Aufmerksamkeitsniveau als **tonische Aktivierung** bezeichnet wird.

Die in diesem Zusammenhang relevante Fähigkeit zur **selektiven Aufmerksamkeit** bezeichnet die Fokussierung auf bestimmte Aspekte einer Aufgabe, die es ermöglicht, schnell auf relevante Reize zu reagieren und gleichzeitig irrelevante Reize zu ignorieren (vgl. [Sturm et al.](#), 1994)

[Aufmerksamkeitsstörungen](#) beinhalten Parameter wie *Reaktionsverlangsamung* und *erhöhte Fehleranzahl* in verschiedenen Aufgaben.

Die Aufmerksamkeit gegenüber relevanten Umweltreizen ist von *internen Organismusvariablen* (physiologischer Status, kognitive Prozesse, Emotionen) und

äußeren Faktoren (Reizintensität, Kontrast, Farbigeit, Konturierung, räumliche Beziehung usw.) abhängig. Durch besonders intensive oder neuartige Reize (mit hohem Informationsgehalt) kann automatisch, d.h. unwillkürlich die Aufmerksamkeit durch eine *Orientierungsreaktion* fokussiert werden.

Bei jeder Reaktion lassen sich mehrere Phasen unterscheiden:

1. Steigerung des Aufmerksamkeitsniveaus in Erwartung eines Reizes.
2. Reizpräsentation.
3. Latenzphase
4. Entscheidungszeit
5. motorische Handlung

[Münsterberg](#) (1924) unterschied zwischen **Einfach- und Wahlreaktionen**.

Zu den Wahlreaktionen zählt er:

- einfache Wahlreaktionen, bei denen mehrere Reize dargeboten werden, aber nur auf einen kritischen Reiz reagiert werden soll
- Mehrfachwahlreaktionen, bei denen auf mehrere kritische Reize unterschiedlich reagiert werden soll.

Die Reaktion auf kritische Stimuli bei Mehrfachwahlreaktionen wird außerdem durch einige weitere Faktoren beeinflusst:

- Art des Stimulus / Signal (akustisch, optisch, thermisch, etc.),
- Art und Grad der Signaldifferenzierung,
- Auftrittshäufigkeit relevanter, kritischer Stimuli,

Möglichkeit assoziativer Kopplung zwischen Reiz und Reaktion.

**Aufmerksamkeitsstörungen** stellen die häufigsten neuropsychologischen Leistungsdefizite nach erworbener Hirnschädigung unterschiedlicher Lokalisation und Genese dar ([Van Zomeren & Brouwer](#), 1994).

[Beeinträchtigungen des Reaktionsvermögens](#) finden sich bei etwa 70% der Patienten; vor allem eine Verlangsamung der *Reaktions- bzw. der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit* wird bei Patienten mit einer Hirnschädigung häufig beobachtet ([Poeck](#), 1989; [Sturm](#), 1983; [Säring](#), 1988; [Benton](#), 1986). [Regel](#) (1981) betrachtet die kognitive Verlangsamung als Hauptsymptom der zerebralen Beeinträchtigung.

Die Abschnitte [Trainingsziel](#) sowie [Zielgruppen](#) liefern weitere Informationen.

## 2.2 Trainingsziel

Ziele des Trainings **Akustische Reaktionsfähigkeit** sind eine Verbesserung der *Reaktionsgeschwindigkeit und –genauigkeit* auf akustische Signale sowie eine Verbesserung der *akustischen Diskriminationsfähigkeit- und Erkennensleistung*. Damit soll eine möglichst rasche, differentielle Reaktion auf akustische Reize im

Alltagsleben (z.B. Autohupe, Telefon, Wecker, etc.) trainiert werden. In höheren Schwierigkeitsgraden soll die Simulation einer komplexen akustischen Umgebung, wie beispielsweise in einer Verkehrssituation, erreicht werden.

Mit zunehmender Anzahl von Geräuschen auf die reagiert werden soll, wird die *Gedächtnisleistung* (Zuordnung akustischer Stimulus - Taste) umfangreicher. Bei diesem Training wird - als Voraussetzung für eine Reaktion - die selektive [Aufmerksamkeit](#), d.h. die Fähigkeit zur *Fokussierung* der Aufmerksamkeit unter *Nichtbeachtung irrelevanter Informationen*, in der akustischen Modalität geschult. Durch das Training der akustischen Reaktionsfähigkeit kann auch die Geräuscherkennung unterstützt und mit trainiert werden.

Das Training stellt darüber hinaus Anforderungen an die kognitive Flexibilität und kann durch Übung die motorische Bewegungs- und Handlungssicherheit günstig beeinflussen.

Ergänzend kann das Reaktionsvermögen mit visuellen Reizen durch die Programme **Reaktionsfähigkeit** (REA1) und **Reaktionsverhalten** (REVE) trainiert werden. Programme zum Training Verschiedener spezifischer Aufmerksamkeitsdefizite sind **Geteilte Aufmerksamkeit** (GEAU), **Aufmerksamkeit und Konzentration** (AUFM) sowie **Vigilanz** (VIGI).

## 2.3 Zielgruppen

Die Anwendung des Moduls **Akustische Reaktionsfähigkeit** wird bei Patienten mit **Defiziten der Reaktionsgeschwindigkeit und Reaktionssicherheit**, aber auch bei **Störungen der akustischen Diskriminations- Erkennens- und/oder Behaltensleistung** empfohlen. Beeinträchtigungen des [Reaktionsvermögens](#) können modalitätsspezifisch- oder unspezifisch bei allen neurologischen Erkrankungen vorkommen; letztgenannte spezifischere neuropsychologische Defizite nach [Hirnstamm- oder Temporallappenschädigung](#) bzw. [telenzephalen Läsionen](#). Bei telenzephalen Läsionen hat der Patient oft keinen Zugang mehr zu seiner Hörwahrnehmung, so dass ein Training der Geräuschklassifikation nach groben Merkmalen hilfreich sein kann (vgl. [Scherg](#), 1988). Bei diesen Störungen ist unbedingt darauf zu achten, dass die akustischen Stimuli in einer für den Patienten angenehmen Lautstärke dargeboten werden; oft führt beispielsweise lautes Sprechen zu einer Reizüberflutung.

Schwere [telenzephal Störungen](#) können nach bilateraler, aber auch ausgedehnter unilateraler Temporallappenläsion auftreten. Leitsymptome sind ein weitgehender Verlust der Sprachperzeption, der Geräuscherkennung und der Musikwahrnehmung, es sind aber auch isolierte Defizite möglich (vgl. [Scherg](#), 1988). Hier muss im Einzelfall entschieden werden, ob ein Training der akustischen Reaktionsfähigkeit Sinn macht.

Bei leichteren telenzephalen Hörstörungen kann es zu einer Minderung des Sprachverständnisses unter erschwerten Hörbedingungen (Hintergrundgeräusche) kommen, die von peripher bedingten Hörproblemen in der Cocktailpartysituation zu unterscheiden sind. Auch hier kann keine allgemeingültige Empfehlung gegeben werden; im Einzelfall sollte man das Programm ausprobieren.

[Zentrale Hörstörungen](#) können vor allem bei Patienten mit linksseitig lokalisierten Temporallappenschädigungen von aphasischen Störungen überlagert sein (die für die Aphasie verantwortliche Läsion betrifft in vielen Fällen auch hörrelevante Strukturen der sprachdominanten Hemisphäre), was sowohl die Diagnostik als auch die Umsetzung therapeutischer Implikationen erschwert.

Periphere und zentrale Hörstörungen können auch konfundiert sein, was insbesondere bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma vorkommen kann.

Besonders kritisch für Patienten mit zerebraler Hörstörung sind Situationen, in denen mehrere akustische Signale gleichzeitig zu erkennen, zu verfolgen oder zu identifizieren sind. Dies gilt auch für die aufmerksamkeitsbedingte Interferenzanfälligkeit.

Vielfach werden Hörstörungen vom Patienten negiert oder als unbedeutend betrachtet.

Patienten mit spezifischen [Aufmerksamkeitsstörungen](#) - insbesondere der *selektiven Aufmerksamkeit* - sollten von diesem Training profitieren.

Grundsätzlich können Insulte jeglicher Cortexareale zu Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeit führen. Insbesondere nach Läsionen des Hirnstamms im Bereich der *Formatio reticularis* und nach parietalen rechtseitigen Läsionen sind Störungen der *phasischen oder tonischen Alertness* sowie der *Vigilanz* zu beobachten, während linksseitige Parietalinsulte eher die selektiven Aufmerksamkeitsleistungen betreffen.

Der Aufforderungscharakter akustischer Stimuli kann sich bei ausgeprägtem *dysexekutiven Syndrom* (v.a. nach Schädigung frontaler Bereiche) günstig auf das [Reaktionsvermögen](#) auswirken.

Bei Patienten mit halbseitiger Vernachlässigung (Neglect) kommt es vor, dass Reize bei einseitiger Stimulation auf der vernachlässigten Seite wahrgenommen; bei simultaner bilateraler Stimulation aber missachtet werden (Extinktion; vgl. [Blaettner & Goldenberg](#), 1993). Folglich macht es therapeutisch Sinn, den Patienten monaural auf der vernachlässigten Seite zu stimulieren.

Bei schwerer [Hirnstammschwerhörigkeit](#) ist meistens die Sprachperzeption deutlich beeinträchtigt, aber auch die Geräuschkategorisierung kann durch Unterbrechung afferenter Verbindungen im Hirnstamm ausgefallen oder defizitär sein.

Diagnostisch auszuschließen sind *schwere Beeinträchtigungen des Hörvermögens*, *sehr schwere akustische Diskriminationsstörungen* (schwere telenzepale Hörstörung und schwere Hirnstammschwerhörigkeit; hier kann es sein, dass alle akustischen Reize als gleichförmiges, dumpfes Geräusch erlebt werden) und *stark ausgeprägte Aufmerksamkeitsdefizite*; v.a. eben genannte Interferenzanfälligkeit. Bei [zentralen Hörstörungen](#) ist auf eine für den Patienten angenehme Lautstärke zu achten; vor allem, wenn mit Kopfhörer trainiert wird.

Unter der Prämisse maximaler Spezifität und um eine möglichst hohe Effizienz des Training zu erreichen, sollte der Erstellung des Therapieplans mit computerunterstützten Verfahren eine *differenzierte neuropsychologische Diagnostik* vorausgehen.

Dieses Trainingsprogramm ist sehbehinderte oder blinde Patienten geeignet. Die Anwendung bei Kindern ab dem achten Lebensjahr ist möglich. Bis zu 14

Jahren werden kindgerechte Instruktionen dargeboten.

## 2.4 Literaturverweise

Benton, A. (1986): Reaction time in brain disease: some reflections. *Cortex* 22. S. 129-140.

Blaettner, U. & Goldenberg, G. (1993): Hören. In: Cramon, D.Y. von; Mai, N. & Ziegler, W. (Hrsg.): *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: VCH.

Duus, P. (1990): *Neurologisch-Topische Diagnostik*. Stuttgart: New York: Georg Thieme Verlag.

Efron R. & Crandall, P.H. (1983): Central auditory processing. II. Effects of anterior temporal lobectomy. *Brain Lang.*, S. 237-253.

Efron, R., Crandall, P.H., Koss, B., Diveny, P.L. & Yund, E.W. (1983): Central auditory processing III: The "cocktail party" effect and anterior temporal lobectomy. *Brain Lang.*, 19, S. 254-263.

Efron, R. (1990): *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization*. Hillsdale: New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Efron, R., Yund, E., Nicholas, D. & Crandall, P.H. (1985): An ear asymmetry for gap detection following anterior temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 23, S. 43-50.

Heilman, K.M. & Valenstein, E. (1972): Auditory neglect in man. *Arch. Neurol.*, 26, S. 32-35.

Fimm, B. (1997): Microanalyse von Aufmerksamkeitsprozessen. In: Gauggel, S. & Kerkhoff, G. (Hrsg.): *Fallbuch der Klinischen Neuropsychologie. Praxis der Neurorehabilitation*. Göttingen: Hogrefe. S. 25-38.

Keller, I. (1997): Aufmerksamkeitsstörungen. In: Gauggel, S. & Kerkhoff, G. (Hrsg.): *Fallbuch der Klinischen Neuropsychologie. Praxis der Neurorehabilitation*. Göttingen: Hogrefe. S. 39-47.

Keller, I. & Grömminger, O. (1993): Aufmerksamkeit. In: Cramon, D.Y. von; Mai, N. & Ziegler, W. (Hrsg.): *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: VCH.

Münsterberg, H. (1924): *Grundzüge der Psychologie*. In: Ziehen, Th.: *Allgemeine Psychologie*. Berlin: PAN-Verlag.

Posner, M. & Rafal, R. (1987): Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In: Meier, M., Benton, A. & Diller, L. (Ed.). *Neuropsychological rehabilitation*. Edinburgh, London: Churchill Livingstone.

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

Regel, H. & Fritsch, A. (1997): Evaluationsstudie zum computergestützten Training psychischer Basisfunktionen. Abschlussbericht zum geförderten Forschungsprojekt. Bonn: Kuratorium ZNS.

Regel, H., Krause, A. & Krüger, H. (1981): Konfigurationsfrequenzanalytische Einschätzung einiger psychometrischer Verfahren zur Hirnschadensdiagnostik. *Psychiatrie, Neurologie und medizinische Psychologie*, 33.

Saring, W. (1988): Aufmerksamkeit. In Cramon, D. v. & Zihl, J. (Hrsg.). Neuropsychologische Rehabilitation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Scherg (1988): Hören. In: Cramon, D. v. & Zihl, J. (Hrsg.). Neuropsychologische Rehabilitation. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, S. 132-150.

Sturm, W. (1990): Neuropsychologische Therapie von hirnschädigungsbedingten Aufmerksamkeitsstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 1 (1), S. 23-31.

Sturm, W., Dahmen, W., Hartje, W. & Wilmes, K. (1983): Ergebnisse eines Trainingsprogramms zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit bei Hirngeschädigten, *Arch. Psychiatr. Nervenkr.* 233, S. 9-22.

Sturm, W.; Hartje, W.; Orgaß, B. & Willmes, K. (1994): Effektivität eines computergestützten Trainings von vier Aufmerksamkeitsfunktionen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 1, S. 15-28.

Sturm, W.; Willmes, K. & Orgaß, B. (1997): Do Specific Attention Deficits Need Specific Training? *Neuropsychological Rehabilitation*, 7 (2), S. 81-103.

Van Zomeren, A.H. & Brouwer, W.H. (1994): *Clinical Neuropsychology of Attention*. Oxford: Oxford University Press.

Tallal, P. & Newcombe, F. (1978): Impairment of auditory perception and language comprehension in dysphasia. *Brain Lang.*, 5, S. 13-24.

Varney, N.R. (1980): Sound recognition in relation to aural language comprehension in aphasic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*, 43, S. 71-75.

# Index

## - A -

aktueller Schwierigkeitsgrad 5  
akustische Aufmerksamkeit 10  
akustische Behaltensleistung 10  
akustische Diskriminationsfähigkeit 13  
akustische Diskriminationsleistung 10  
akustische Diskriminationsstörungen 14  
akustische Erkennensleistung 10, 13, 14  
akustisches Feedback 3, 5  
Alltagsnähe 13  
Analyse der Akquisitionszeit 8  
Analyse der Fehler 8  
Analyse der Reaktionszeiten 8  
Anteil irrelevanter Reize 5  
Anzahl irrelevanter Reize 4  
Anzahl Reize/Aufgabe 5  
Aphasie 10, 14  
Art des Stimulus / Signal (akustisch) 10  
Art und Grad der Signaldifferenzierung 10  
Aufmerksamkeitsparameter 10  
Aufmerksamkeitsstörungen 10, 14  
Auftrittshäufigkeit relevanter 10  
Auswertung 8

## - C -

Cocktailpartysituation 14

## - D -

Defizite des Reaktionsvermögens 14  
Differentialdiagnostik 10  
Dysexekutives Syndrom 14

## - E -

Einfachreaktion 10  
Extinktion 14

## - F -

Fehlerarten 1

## - G -

Gedächtnis 13  
Gedächtnisstörungen 14  
Geräuschkategorisierung 14  
Geräuscherkennung 14  
Geräuschkontext 4  
Grundlagen 10

## - H -

Hemisphärendominanz 10  
Hilfen 5  
Hirnstammläsionen 14  
Hörvermögen 10, 14

## - I -

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit 10  
Interferenzanfälligkeit 14  
Interstimulusintervall 5

## - K -

Kinder 14  
kognitive Flexibilität 13

## - L -

Läsionsorte 10  
Lautstärke 14  
Leistungsbalken 5  
Leistungsfeedback 3  
Leistungssäule 3  
Leitsymptome 10, 14  
Level abwärts 5  
Level aufwärts 5  
Levelverlauf 8  
Literaturverweise 16

**- M -**

maximale Reaktionszeit 5  
Median Reaktionszeit 8

**- N -**

Neglect 10, 14  
neuronale Verschaltung 10  
neuropsychologische Defizite 10  
Neuropsychologische Diagnostik 14

**- P -**

periphere Hörstörungen 10, 14  
Phasen des Reaktionsprozesses 10  
Phasische Aktivierung 10  
Phonemdiskriminierung 10  
psychoakustische Defizite 10

**- Q -**

Quartile Reaktionszeit 8

**- R -**

Reaktionsfähigkeit 10  
Reaktionsgenauigkeit 13  
Reaktionsgeschwindigkeit 13

**- S -**

Schädel-Hirn-Trauma 14  
Schwierigkeitsebenen 4  
Schwierigkeitsstruktur 4  
Sehbehinderung 14  
selektive Aufmerksamkeit 13  
Spezifität des Trainings 14

**- T -**

telenzepale Hörstörungen 14  
Temporallappenschädigung 14  
Theoretische Grundlagen 10  
Trainingsaufgabe 1

Trainingsbildschirm 1  
Trainingsdauer/Kons. in min 5  
Trainingsoberfläche 1  
Trainingsparameter 5  
Trainingsphasen 1  
Trainingsziel 13

**- U -**

Übungsmode 5

**- V -**

Verlaufsdatenanalyse 8  
visuelle Instruktion 5  
visuelles Feedback 3, 5

**- W -**

Wahlreaktion 10  
Wahrnehmungsmodalität 10  
Wiederholungen 5

**- Z -**

zentrale Hörstörungen 10, 14  
Zielgruppen 14