

HASOMED RehaCom®

Kognitive Therapie und Hirnleistungstraining



Arbeitsgedächtnis



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

Teil 1 Trainingsbeschreibung	1
1 Trainingsaufgaben	1
2 Leistungsfeedback	6
3 Schwierigkeitsstruktur	7
4 Trainingsparameter	10
5 Auswertung	14
Teil 2 Theoretisches Konzept	16
1 Grundlagen	16
2 Trainingsziel	18
3 Zielgruppen	19
4 Literaturverweise	20
Index	23

1 Trainingsbeschreibung

1.1 Trainingsaufgaben

Entwicklung

Das Therapiemodul "Arbeitsgedächtnis" wurde in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Dipl. Psych. Angelika Thöne-Otto (Tagesklinik für kognitive Neurologie, Universitätsklinikum Leipzig), Frau Dipl. Psych. Juliane Weicker (Tagesklinik für kognitive Neurologie, Universitätsklinikum Leipzig/Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften Leipzig) und Herrn Dr. Dipl. Psych. Stefan Frisch (Psychotraumatologisches Zentrum für Diagnostik und Therapie an der BG Unfallklinik Frankfurt am Main) entwickelt. Hintergründe zum Arbeitsgedächtnis sowie zur theoretischen Fundierung und wissenschaftlichen Evaluation des vorliegenden Programms finden Sie im Kapitel [Grundlagen](#).

Material

Das Arbeitsgedächtnis wird alltagsnah und auf spielerische Weise mit Hilfe eines Kartenspiels trainiert. Verwendet wird ein vollständiges Kartenspiel (52 Karten) mit wahlweise französischem, deutschem oder Farbblatt. Ergänzt wird das Trainingsmaterial durch eine komplexe [Schwierigkeitsstruktur](#), verschiedene Modifikatoren (s. Kapitel [Trainingsparameter](#)) und Grafiken zur Verstärkung des [Leistungsfeedbacks](#). Zu Beginn des Trainings wird die Oberfläche des Trainingsprogramms vorgestellt und die Bedienung geübt, Arbeitsgedächtnisprozesse werden dabei noch nicht beansprucht. Das Aufgabenprinzip besteht darin, sich bestimmte Karten, die der „Mitspieler“ (oberer Bildschirmrand) zeigt, zu merken, anschließend je nach Modul aus den eigenen Karten des „Spielers“ (unterer Bildschirmrand) auszuwählen und per „Drag and Drop“ oder Doppelklick „auf den Tisch“ (Bildschirmmitte) zu legen.

Module

Das Training ist in drei verschiedene Module gegliedert (zu theoretischen Hintergründen s. Kapitel [Trainingsziel](#)). Jedes Modul wird durch einen konkreten Aufgabentyp repräsentiert: alle Karten merken (Speichersysteme), bestimmte Karten merken (Selektive Aufmerksamkeit) und Karten sortieren (Zentrale Exekutive):

- Im **Modul „Speichersysteme“** werden die Karten des „Mitspielers“ nach einer kurzen Präsentationszeit wieder verdeckt. Der „Spieler“ muss sich die gezeigten Karten einprägen, dieselben Karten aus den eigenen auswählen und „auf den Tisch“ legen.
- Im **Modul „Selektive Aufmerksamkeit“** soll sich der Trainierende jeweils nur die Karten einer bzw. zweier Farben merken, die der Sprecher vor jeder Aufgabe neu ankündigt (z. B. „Merken Sie sich nur die Herzkarten“). Die Karten, die der genannten Farbe entsprechen und auf Mitspielerseite gezeigt wurden,

soll der Trainierende in die Mitte legen.

- Das **Modul „Zentrale Exekutive“** ist analog zu neuropsychologischen Kurz- und Arbeitsgedächtnistests (z. B. Zahlen- und Blockspannen) in zwei Varianten geteilt. Beim Aufgabentyp „vorwärts sortieren“ soll der Trainierende die Karten in der gleichen Reihenfolge „auf den Tisch“ legen wie der „Mitspieler“, bei „rückwärts sortieren“ in der umgekehrten Reihenfolge. Dazu zieht er die Karten des „Spielers“ nacheinander auf die markierten Bereiche in der Bildschirmmitte.

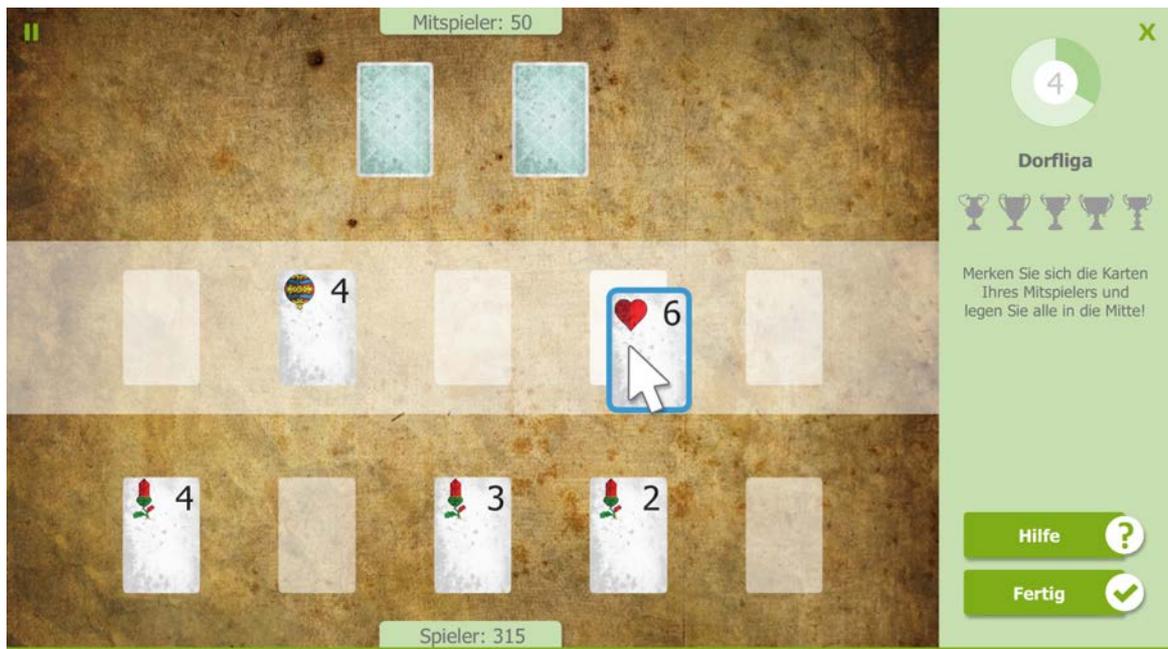


Abb1: Arbeitsgedächtnistraining im Level 4

Abb. 1 Aufgabe ist es, sich die oberen zwei Karten des „Mitspieler“ zu merken, diese aus den Karten des „Spielers“ auszuwählen und in die Bildschirmmitte zu legen.

Optional motivierende Elemente

Zusätzlich enthält das Modul Arbeitsgedächtnis zwei weitere Elemente zur Motivationssteigerung, die optional (siehe Trainingsparameter) auswählbar sind: Das Jokersystem und das Bonus-Spiel. Wenn jeweils der entsprechende Parameter aktiviert ist, steht das Bonus-Spiel ab Level 17 und das Jokersystem ab Level 18 zur Verfügung.

Das **Jokersystem** belohnt den Trainierenden für sehr gute Leistungen mit Jokerkarten, die im weiteren Spielverlauf gegen verschiedene Hilfsmittel eingetauscht werden können, die die Lösung einer Aufgabe erleichtern. Um einen Joker zu sammeln, muss eine bestimmte Anzahl an Aufgaben hintereinander

fehlerfrei gelöst werden. In der Dorfliga sind das 10 Aufgaben. Mit jedem Ligaaufstieg verringert sich die Zahl um eine Aufgabe, sodass der Proband in der Kreisliga nach 9, in der Stadtliga nach 8 Aufgaben einen Joker erhält, bis hin zur Weltliga, wo bereits nach 5 fehlerfrei gelösten Aufgaben der Joker vergeben wird. Der Fortschritt beim Erarbeiten des Jokers wird durch eine sich füllende Jokerkarte visualisiert.

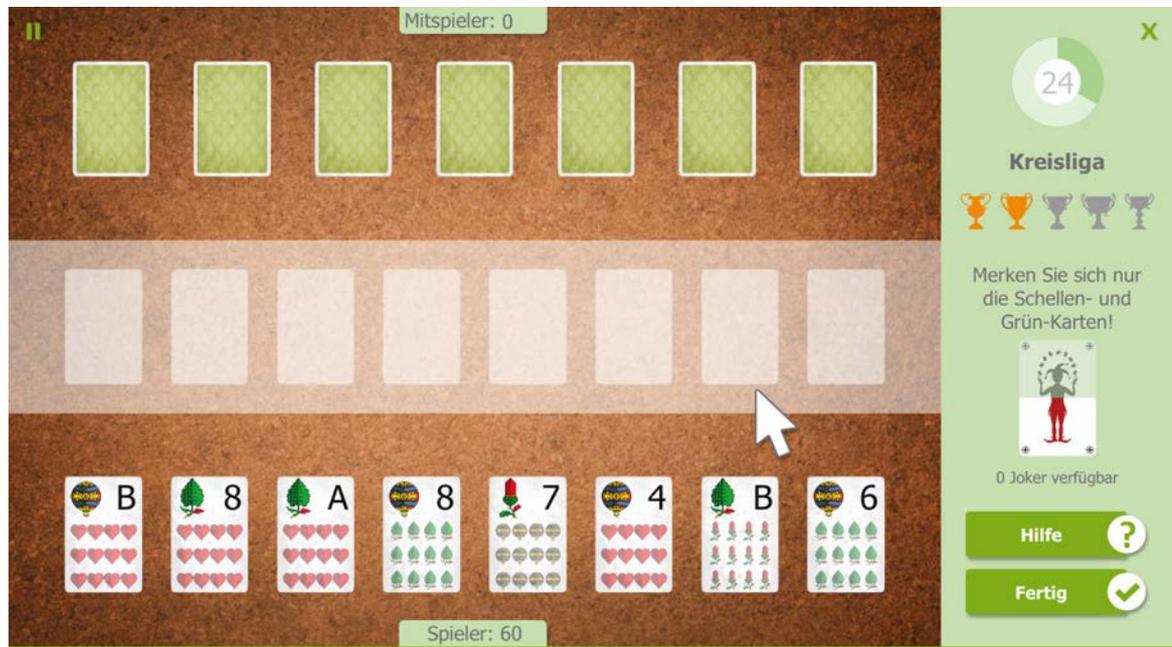


Abb2: Jokeranzeige

Abb. 2 Auf der rechten Seite ist im Metabereich die **Jokeranzeige** zu sehen. Der Teil der Jokerkarte, der farblich hervorgehoben ist, zeigt den Fortschritt beim Sammeln eines Jokers. Ist die Karte vollständig gefüllt, wird der Joker vergeben.

Gesammelte Joker werden im Metabereich in Form eines Stapels abgelegt und können per Drag&Drop ins Spielfeld gezogen und damit ausgespielt werden. Dabei gibt es folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Ein Joker dient als Ersatz für eine beliebige Karte. Hat der „Spieler“ eine Karte vergessen oder ist sich unsicher, kann er den Joker anstelle der Karte spielen. Die Aufgabe gilt in diesem Fall als richtig gelöst.
- Zieht der „Spieler“ den Joker auf die verdeckten Mitspielerkarten, werden diese zeitgleich erneut umgedreht und für die eingestellte Anzeigedauer erneut präsentiert.
- Gelingt es dem „Spieler“, mindestens fünf Joker zu sammeln, kann er ab der Landesliga über einen Button in der Ligaanzeige des Metabereichs in die nächsthöhere Liga aufsteigen. Das bedeutet, er spielt ab sofort mit höherwertigen Karten auf einem schöneren Spieltisch der nächsten Liga. Level und Schwierigkeit der Aufgaben bleiben unverändert. Analog kann, ebenfalls durch den Einsatz von fünf Jokern, der Abstieg in eine niedrigere Liga verhindert werden.

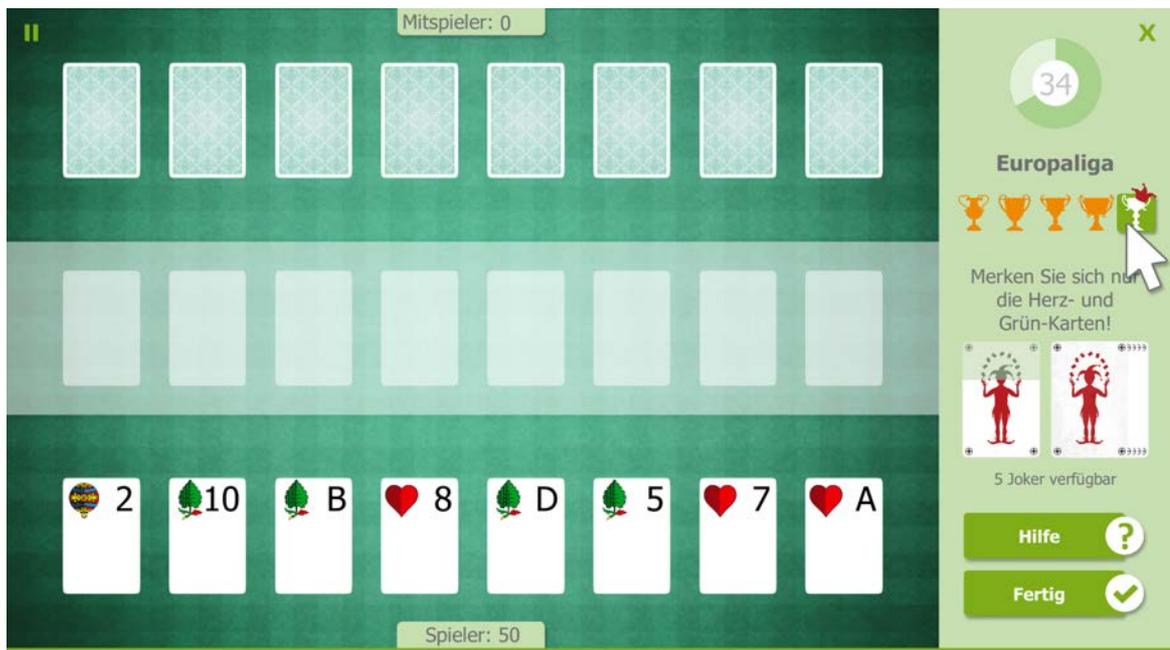


Abb3: Ligaaufstieg

Abb. 3 Nachdem fünf oder mehr Joker gesammelt wurden, können diese über den **Ligaaufstiegs-Button** (rechts oben) für den Aufstieg in die nächsthöhere Liga eingelöst werden.

Das **Bonus-Spiel** stellt eine weitere Spielebene dar, durch die der „Spieler“ zusätzlich Punkte verdienen kann. Ist das Bonus-Spiel aktiviert, kann der „Spieler“ nach jeder erfolgreich bearbeiteten Aufgabe eine der von ihm gelegten Karten auswählen und in die Bonus-Spielablage im Metabereich ziehen.

Jede auf diese Weise gesammelte Karte steht nach dem Wechsel ins Bonus-Spiel (über Klick auf den „Bonus-Spiel“-Button unten rechts) dort zur Verfügung. Im Gegenzug wählt für jede falsch bearbeitete Aufgabe der „Mitspieler“ eine Karte aus und schiebt sie in seine Ablage. Im Bonus-Spielbildschirm können dann aus den zuvor gesammelten Karten Drillinge gebildet und gegen Punkte eingetauscht werden. Die Karten müssen dafür einzeln in die Mitte gezogen und anschließend der „Einlösen“-Button geklickt werden.

Die beim Einlösen erspielte Punktzahl hängt vom gespielten Drilling ab. So erhält der Spieler zum Beispiel für einen Drilling aus Karten mit fortlaufenden Werten und gleichem Symbol mehr Punkte als für fortlaufende Werte mit beliebigem Symbol. Der folgenden Tabelle ist die Bewertung für gespielte Karten zu entnehmen:

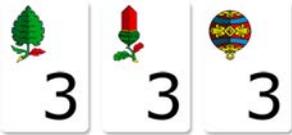
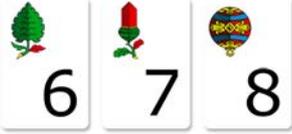
Kartenkombination	Beispiel	Punktzahl
3 beliebige Werte mit gleichem Symbol		5 Punkte
3 gleiche Werte mit beliebigem Symbol		10 Punkte
3 aufsteigende Werte mit beliebigem Symbol		20 Punkte
3 aufsteigende Werte mit gleichem Symbol		50 Punkte
3 identische Spielkarten		50 Punkte

Tabelle 1: Punktevergabe im Bonus-Spiel

Erreicht der „Mitspieler“ eine Mindestanzahl an Karten, wird er automatisch damit beginnen, seinerseits im Bonus-Spiel Karten einzutauschen und dadurch Zusatzpunkte zu sammeln. Die Herausforderung für den Trainierenden ist es, durch gute Leistungen im Hauptspiel und geschickte Auswahl der Sammelkarten möglichst viele Punkte zu erspielen.

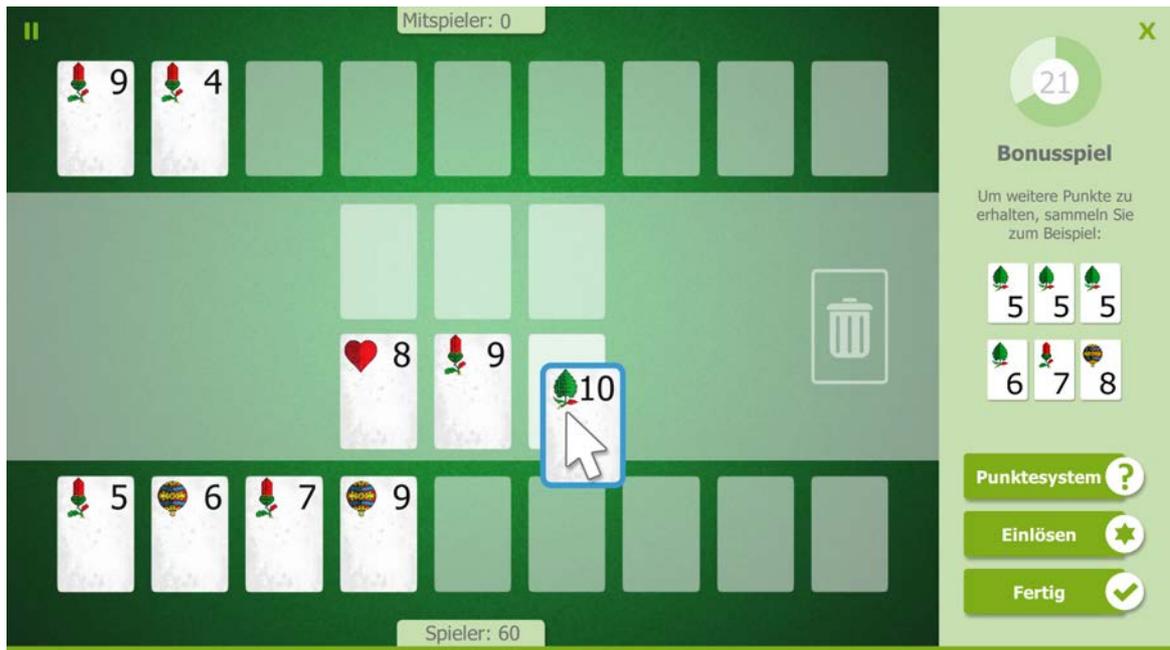


Abb4: Bonusspiel

Abb. 4 Nachdem die dritte Karte in die Mitte gezogen wurde, können die Karten über den "Einlösen"-Button (rechts unten) gegen Punkte eingetauscht werden.

1.2 Leistungsfeedback

Der Trainierende erhält auf vielfältige Weise Rückmeldung über seine Leistung:

Lösung der Aufgabe. Nach dem Lösen einer Aufgabe erhält der Trainierende ein ausführliches Feedback:

- Im Informationsbereich rechts neben dem Tisch wird die Bewertung schriftlich aufgeführt
- Ein Smiley zeigt eine grafische Bewertung der Lösung (es gibt Abstufungen für die Darstellung von „gut“ und „schlecht“, je nachdem ob eine Aufgabe bereits beim ersten Lösungsversuch gelang oder ob wiederholt Fehler gemacht wurden)
- Die Karten werden gekennzeichnet, um eine detaillierte Rückmeldung zu geben: grüner Haken (richtige Karte), rotes Kreuz (falsche Karte), gelber Haken (vergessene Karte)

Schwierigkeitsgrad. Der aktuelle Schwierigkeitsgrad wird auf dem Bildschirm oben rechts angezeigt. Das Kreisdiagramm zeigt den Fortschritt innerhalb eines Levels an. Erreicht die Füllung des Kreises 100 %, gelangt der Trainierende in das nächste Level und der Schwierigkeitsgrad des Trainings wird erhöht. Ist der Kreis leer und der Trainierende macht Fehler, wird er ein Level zurückgestuft und der Schwierigkeitsgrad des Trainings damit verringert.

Ligasystem und Pokale. Die [Schwierigkeitsstruktur](#) korreliert mit einem Ligensystem. Die aktuelle Liga sowie die Anzahl der gewonnenen Pokale sieht der Spieler auf der rechten Bildschirmseite.

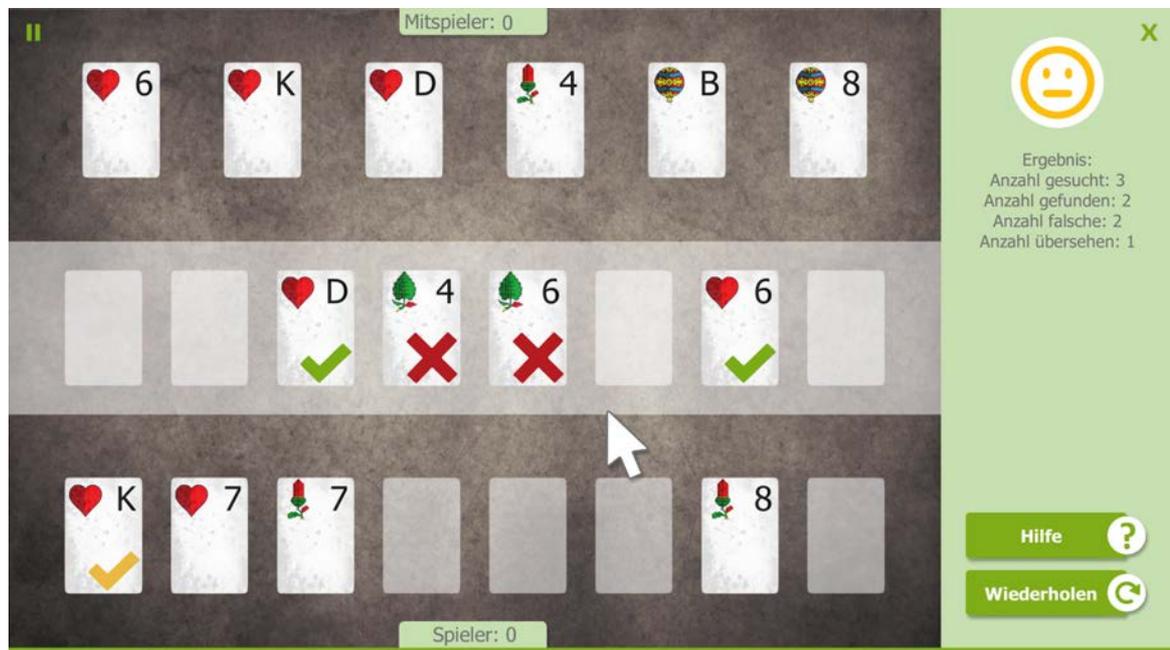


Abb5: Leistungsfeedback bei Fehlern

1.3 Schwierigkeitsstruktur

Autoadaptivität

Die Einstellung des Schwierigkeitsgrades erfolgt autoadaptiv, das heißt die Aufgabenschwierigkeit wird automatisch an die Leistung des Trainierenden angepasst: Am Anfang jedes Levels ist die Leistungsanzeige bereits mit einem Punkt gefüllt. Löst der Trainierende eine Aufgabe beim ersten Versuch, bekommt er einen weiteren Punkt gutgeschrieben. Gelingt die Lösung nicht beim ersten Versuch, erhält er in der Wiederholung keine Punkte usw. Wird die Aufgabe (trotz mehrfacher Wiederholung) nicht gelöst, wird ein Punkt abgezogen. Löst der Trainierende die geforderten Aufgaben pro Level, die laut der [Trainingsparameter](#) definiert wurden, gelangt er in den nächst höheren Schwierigkeitsgrad. Wenn der Trainierende durch Punkteabzug weniger als null Punkte hat, wird der Schwierigkeitsgrad verringert. Auf diese Weise stellen die Aufgaben stets eine angemessene Herausforderung dar, welche weder über- noch unterfordert. Um dieses individuelle Schwierigkeitsniveau möglichst rasch zu erreichen und die Trainingszeit effektiv zu nutzen, werden in der ersten Trainingseinheit jeweils nur zwei Aufgaben benötigt, um in höhere Level aufzusteigen. Werden wiederholt Fehler gemacht, signalisiert dies dem Programm, dass die Leistungsgrenze vorerst erreicht ist und es wird automatisch in den vom Therapeuten eingestellten Trainingsmodus gewechselt.

Schwierigkeitsgrade

Das Training verfügt insgesamt über 69 Level, deren Schwierigkeitsgrade durch die Variation zahlreicher Eigenschaften und Parameter feingradig und linear zunehmen. Die Schwierigkeitsstruktur korreliert mit einem Ligensystem. Dieses stellt die grafische Wertigkeit des Spieltisches und der Karten dar und dient zur Motivation (siehe Kapitel [Grundlagen](#)). Kritischer Parameter stellt jeweils die Anzahl zu merkender bzw. legendender Karten dar.

Folgende Tabelle zeigt den Schwierigkeitsverlauf des Trainings:

Level	Aufgabe	Anzahl zu merkender/legendender Karten	Anzahl präsentierter Karten (auf Mitspielerseite)	Anzahl ablenkender Karten (auf Spielerseite)	grafische Wertigkeit (Liga)
1	Einführung	2	2	2	Dorfliga
2		3	3	2	Dorfliga
3	alle Karten merken	2	2	2	Dorfliga
4		2	2	3	Dorfliga
5		3	3	2	Dorfliga
6		3	3	3	Dorfliga
7	selektiv merken (1 Farbe)	3	5	3	Dorfliga
8		3	5	4	Dorfliga
9		3	6	4	Stadtliga
10	selektiv merken (2 Farben)	3	5	2	Stadtliga
11		3	5	3	Stadtliga
12		3	6	3	Stadtliga
13		3	6	4	Stadtliga
14		3	6	5	Stadtliga
15	sortieren (aufwärts)	3	0	0	Stadtliga
16		4	0	0	Stadtliga
17	sortieren (abwärts)	3	0	0	Kreisliga
18	alle Karten merken	4	4	1	Kreisliga
19		4	4	2	Kreisliga
20		4	4	3	Kreisliga
21		4	4	4	Kreisliga
22		4	4	5	Kreisliga
23	selektiv merken (2 Farben)	4	7	3	Kreisliga
24		4	7	4	Kreisliga
25		4	7	5	Landesliga
26	sortieren (aufwärts)	5	0	0	Landesliga

27	sortieren (abwärts)	4	0	0	Landesliga
28	alle Karten merken	5	5	1	Landesliga
29		5	5	2	Landesliga
30		5	5	3	Landesliga
31		5	5	4	Landesliga
32		5	5	5	Landesliga
33		5	5	6	Europaliga
34	selektiv merken (2 Farben)	5	8	3	Europaliga
35		5	8	4	Europaliga
36		5	8	5	Europaliga
37		5	8	6	Europaliga
38	sortieren (aufwärts)	6	0	0	Europaliga
39	sortieren (abwärts)	5	0	0	Europaliga
40	alle Karten merken	6	6	3	Europaliga
41		6	6	4	Europaliga
42		6	6	5	Europaliga
43		6	6	6	Weltliga
44	selektiv merken (2 Farben)	6	9	3	Weltliga
45		6	9	4	Weltliga
46		6	9	5	Weltliga
47		6	9	6	Weltliga
48	sortieren (aufwärts)	7	0	0	Weltliga
49	sortieren (abwärts)	6	0	0	Weltliga
50	alle Karten merken	7	7	3	Weltliga
51		7	7	4	Weltliga
52		7	7	5	Weltliga
53		7	7	6	Weltliga
54	selektiv merken (2 Farben)	7	9	3	Weltliga
55		7	9	4	Weltliga
56		7	9	5	Weltliga
57		7	9	6	Weltliga
58	sortieren (aufwärts)	8	0	0	Weltliga
59	sortieren (abwärts)	7	0	0	Weltliga
60	alle Karten merken	8	8	3	Weltliga
61		8	8	4	Weltliga
62		8	8	5	Weltliga
63		8	8	6	Weltliga
64	selektiv merken (2 Farben)	8	9	3	Weltliga
65		8	9	4	Weltliga
66		8	9	5	Weltliga

67		8	9	6	Weltliga
68	sortieren (aufwärts)	9	0	0	Weltliga
69	sortieren (abwärts)	8	0	0	Weltliga

Es kann festgelegt werden, ob alle Komponenten bearbeitet werden oder Level mit bestimmten Aufgabentypen übersprungen werden sollen. Die entsprechende Einstellung kann bei den Parametern unter "Arbeitsgedächtniskomponenten" vorgenommen werden (s. Kapitel [Trainingsparameter](#)).

Zur genauen Erläuterung der einzelnen Arbeitsgedächtniskomponenten und theoretischem Hintergrund der Module siehe Kapitel [Trainingsziel](#), zur Erklärung der konkreten Aufgaben siehe Kapitel [Trainingsaufgaben](#).

1.4 Trainingsparameter

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

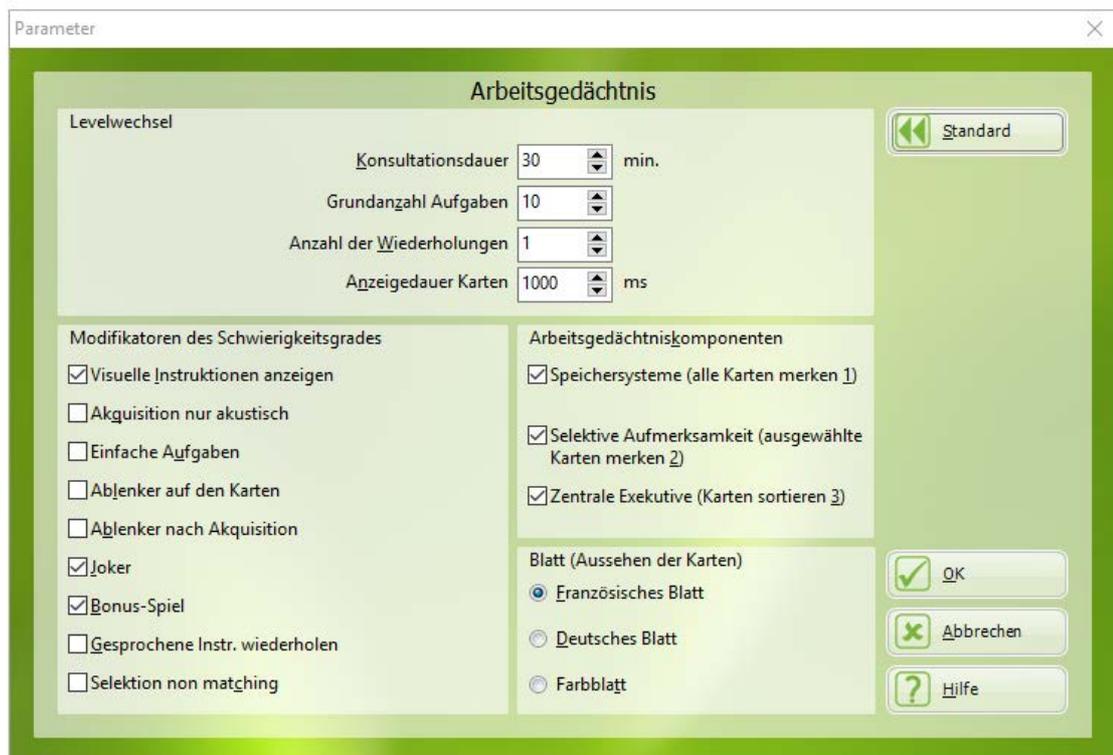


Abb 6: Parameter-Menü

Allgemeine Einstellungen

Konsultationsdauer. Die Konsultationsdauer bestimmt die Länge der geplanten Trainingseinheit. Empfohlen wird eine Trainingsdauer von 30 Minuten. Bei Patienten mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsproblemen sollte die Konsultationsdauer gesenkt und eine Pause integriert werden.

Grundanzahl Aufgaben. Dieser Parameter gibt an, wie viele korrekte Aufgaben gelöst werden müssen, um in das nächste Level zu wechseln. Diese Einstellung hat Einfluss auf die Autoadaptivität des Trainings (s. Kapitel [Schwierigkeitsstruktur](#)): Je weniger Aufgaben eingestellt sind, umso schneller steigert sich bei korrekter Lösung der Schwierigkeitsgrad. Eine hohe Aufgabenzahl ermöglicht dagegen ein längeres Trainieren im gleichen Schwierigkeitsgrad. Als Standard werden 10 Aufgaben pro Level empfohlen.

Anzahl der Wiederholungen. Wird eine Aufgabe falsch gelöst, kann der Trainierende die Möglichkeit bekommen, dieselbe Aufgabe noch einmal zu bearbeiten. Die Einstellung zeigt die Anzahl der erlaubten Wiederholungen an. Je weniger Wiederholungen eingestellt werden, desto besser kann die Aufgabenschwierigkeit an das Leistungsniveau des Trainierenden angepasst werden. Eine höhere Anzahl an Wiederholungen stärkt dagegen durch die Möglichkeit zur Korrektur die Motivation und das Einüben von Strategien. Als Standard wird eine Wiederholung empfohlen.

Anzeigedauer Karten. Diese Einstellung regelt die Präsentationszeit je Karte, bevor diese wieder verdeckt wird. In der Regel sind dies 1000 ms. Für Probanden, die mehr Zeit benötigen (z. B. aufgrund von Wahrnehmungsstörungen oder um die Informationen besser verbalisieren/rehearseln zu können), kann die Präsentationszeit erhöht werden. Allerdings sollte dabei beachtet werden, dass sich dadurch auch die die Zeit bis zum Abruf und somit auch die Behaltensdauer verlängert.

Arbeitsgedächtniskomponenten

Als Standard wird der Durchlauf des gesamten Trainings empfohlen. Soll ausschließlich eine spezielle Arbeitsgedächtniskomponente trainiert werden, kann dies hier eingestellt werden. In Einzelfällen kann es auch hilfreich sein, einzelne Module des Trainings auszulassen (z. B. weil ein Patient die Aufgabe nicht versteht oder wiederholt nicht bewältigt). Durch Deaktivieren eines Häkchens wird das entsprechende Modul im Trainingsverlauf übersprungen. Die Beschreibung und Funktionalität der einzelnen Komponenten entnehmen Sie bitte dem Kapitel [Trainingsziel](#).

Blatt (Aussehen der Karten)

Das Aussehen der Karten sollte für jeden Trainingsteilnehmer individuell nach Belieben, Gewohnheit und Leistungsniveau gewählt werden. Zur Verfügung stehen das französische (Pik, Karo, Herz, Kreuz) und das deutsche (Schellen, Grün, Herz, Eichel) Kartenspielblatt, sowie ein Farbblatt, welches die Karten anhand einfacher Farben (rot, gelb, grün und blau) kategorisiert. Das Farbblatt empfiehlt sich für Patienten, die überhaupt keine Erfahrung mit Kartenspielen haben und Schwierigkeiten beim Erlernen oder Verbalisieren der Farbnamen angeben. Auch für Kinder ist das Farbblatt am besten geeignet.

Modifikatoren des Schwierigkeitsgrades

Durch das Aktivieren von Modifikatoren können die normalen Trainingsaufgaben variiert werden. Je nach Modifikator wird die Schwierigkeit des Trainings beeinflusst und/oder eine spezifische Arbeitsgedächtniskomponente verstärkt trainiert (zum besseren Verständnis der beschriebenen Arbeitsgedächtnisfunktionen s. Kapitel [Grundlagen](#) und [Trainingsziel](#)).

Visuelle Instruktionen anzeigen. Standardmäßig werden während der Aufgabenbearbeitung die gesprochenen Instruktionen zusätzlich in einem Textfenster schriftlich angezeigt. Ein Deaktivieren des Häkchens führt zu einer erhöhten Schwierigkeit, da die Aufgabenstellung nur noch akustisch dargeboten wird und später nicht mehr nachzulesen ist.

Akquisition nur akustisch. Ist dieser Modifikator eingeschaltet, werden die Karten nicht visuell präsentiert, sondern nur auditiv dargeboten. Damit erfolgt die Speicherung relevanter Informationen ausschließlich über die phonologische Schleife, welche auf diese Weise gezielter trainiert wird. Durch die unimodale Darbietung wird die Schwierigkeit des Trainings zudem deutlich erhöht. Ein weiteres Anwendungsgebiet stellen zum Beispiel visuell stark eingeschränkte Patienten dar. Diese können das Arbeitsgedächtnistraining mit entsprechender therapeutischer Unterstützung somit trotzdem durchführen.

Einfache Aufgaben. Normalerweise werden auf der Seite des Mitspielers häufig Karten mit den gleichen Werten präsentiert, die sich nur in ihrer Farbe unterscheiden. Dies soll die Trainierenden auffordern, sich alle Informationen auf den Karten zu merken und nicht nur einzelne Werte. Durch Aktivieren des Parameters werden keine Karten mit gleichem Wert mehr dargeboten, die Aufgaben werden dadurch etwas leichter. Die Einstellung empfiehlt sich bei schwerer betroffenen Patienten oder wenn sich im Trainingsverlauf vermehrt Schwierigkeiten zeigen.

Ablenker auf den Karten. Bei Aktivierung des Parameters werden auf dem sonst weißem Kartenhintergrund Symbole anderer Kartenfarben eingeblendet. Diese erschweren das Enkodieren der zu merkenden Karten, fördern aktive Interferenzabwehrprozesse und trainieren die Fokussierung auf relevante Informationen. Der Schwierigkeitsgrad des Trainings wird somit leicht erhöht, ohne dass die Anzahl der zu merkenden Karten oder die Auswahlmöglichkeiten auf der

Spielerseite verändert werden.

Ablenker nach Akquisition. Bei Aktivierung des Häkchens wird nach der Präsentation der Karten des Mitspielers eine einfache Quizfrage mit zwei Antwortmöglichkeiten präsentiert. Dies erhöht zum einen die Zeit, in der relevante Informationen im Arbeitsgedächtnis gehalten werden müssen, und erzeugt zum anderen Interferenz, weil die neue Information (die Frage) mit den alten Informationen (den Karten) konkurriert. Der Trainierende muss durch aktive Inhibitionsprozesse verhindern, dass der Ablenker die relevanten Inhalte im Arbeitsgedächtnis verdrängt und sich mit Hilfe selektiver Aufmerksamkeit auf das Ziel der Aufgabe konzentrieren.

Joker. Löst der Trainierende mehrere Aufgaben hintereinander sofort korrekt, so erhält er einen Joker. Diesen kann er später zu seinem Vorteil einsetzen. Die Integration von Jokern fördert auf vielfältige Weise die Motivation des Spielers (siehe Kapitel [Grundlagen](#)) und wird damit grundsätzlich empfohlen. Schwerer betroffene Patienten sind von den Einsatzmöglichkeiten der Joker jedoch eventuell überfordert und werden von den eigentlichen Trainingsaufgaben zu stark abgelenkt. In diesem Fall sollte das Training ohne Joker durchgeführt werden.

Bonus-Spiel. Nach jeder korrekt gelösten Aufgabe kann sich der Spieler eine Karte aussuchen, die er zurücklegt, um damit Extrapunkte zu sammeln. Dieses läuft im Hintergrund und ermöglicht das Verdienen von zusätzlichen Punkten. Das Bonus-Spiel dient als motivationsförderndes Element insbesondere bei langen Trainingsphasen (siehe Kapitel [Grundlagen](#)). Für schwerer betroffene Patienten ist das Bonus-Spiel eventuell zu komplex (Erklärung, Funktion, Bedeutung) und sie verstehen es nicht oder sind davon zu sehr von den eigentlichen Trainingsaufgaben abgelenkt. In diesem Fall sollte das Bonus-Spiel deaktiviert werden.

Gesprochene Instr. wiederholen. Ist der Parameter aktiviert, werden die Instruktionen vor jeder Aufgabe angesagt.

Selektion non-matching. Ist dieser Parameter aktiviert, so soll der Trainierende aus seiner Auswahl genau die Karten in die Mitte legen, die vom Mitspieler *nicht* gezeigt wurden. Diese Aufgabe erfordert eine erhöhte kognitive Flexibilität und ist daher als schwerer einzuordnen als die Standardeinstellung. Da bei einer geringen Anzahl ablenkender Karten auf der Spielerseite dies jedoch nicht zutrifft, wird die eigentlich linear verlaufende Schwierigkeitsstruktur deutlich modifiziert. Der Parameter ist somit als Abwechslung schaffende Variation im Verlauf, jedoch nicht dauerhaft, einzusetzen.

Bei Neudefinition eines Trainings werden automatisch folgende **Standardwerte** festgelegt:

Levelwechsel

Konsultationsdauer	30 Minuten
Grundanzahl Aufgaben	10
Anzahl der Wiederholungen	1
Anzeigedauer Karten	1000 Millisekunden
<i>Modifikatoren des Schwierigkeitsgrades</i>	
Visuelle Instruktionen anzeigen	ein
Akquisition nur akustisch	aus
Einfache Aufgaben	aus
Ablenker auf den Karten	aus
Ablenker nach Akquisition	aus
Joker	ein
Bonus-Spiel	ein
Gesprochene Instr. wiederholen	aus
Selektion non matching	aus
<i>Arbeitsgedächtniskomponenten</i>	
Speichersysteme	ein
Selektive Aufmerksamkeit	ein
Zentrale Exekutive	ein
<i>Blatt (Aussehen der Karten)</i>	Französisches Blatt

Tab. 1: Standardparameter

1.5 Auswertung

Die vielfältigen Möglichkeiten der Datenanalyse werden in den Grundlagen RehaCom beschrieben.

Relevant für die Interpretation des Arbeitsgedächtnistrainings ist vor allem die Bearbeitungsqualität, Tempoaspekte spielen eine deutlich untergeordnete Rolle. Die Lösungsgüte ist einerseits anhand des erreichten Levels ersichtlich, da die Schwierigkeitsstruktur linear ansteigt, andererseits anhand der Anzahl der korrekt gelösten Aufgaben innerhalb einer Sitzung. Desweiteren können Sie bei der Interpretation der Leistung klinische Beobachtungen (z. B. Ermüdungserscheinungen, Anzahl der Pausen, Reizbarkeit) berücksichtigen.

Level	Schwierigkeitsgrad, in dem gearbeitet wurde, s. auch Kapitel Schwierigkeitsstruktur
Anz. Aufg.	Anzahl der bearbeiteten Aufgaben in diesem Schwierigkeitsgrad
Richtige	Anzahl richtig gelöster Aufgaben
Fehler	Anzahl der Gesamtfehler

Wiederh.	Anzahl Wiederholungen
Lösg.-zeit Q1	Lösungszeit Quartil 1 in ms
Lösg.-zeit Med	Median über alle Lösungszeiten in ms
Lösg.-zeit Q3	Lösungszeit Quartil 3 in ms
Richtige im ersten Versuch	Die Anzahl der Aufgaben die im ersten Versuch richtig gelöst wurden in %.
Train.-zeit Aufgabe	effektive Arbeitszeit des Trainierenden (ohne Titelbild und Pausen) in h:mm:ss
Pausen	Anzahl der Unterbrechungen durch den Patienten

2 Theoretisches Konzept

2.1 Grundlagen

Das Arbeitsgedächtnis ist ein kognitives System, welches Informationen kurzfristig speichert und zur weiteren Verarbeitung bereitstellt¹. Damit gilt es als grundlegende Funktion der Informationsverarbeitung und stellt eine Schlüsselrolle für viele höhere Kognitionen wie Problemlösen, Sprachverständnis, Rechen- und Intelligenzleistungen dar². Gute Arbeitsgedächtnisleistungen werden mit schulischem und beruflichem Erfolg, besserem Lern- und Fähigkeitserwerb, sowie gelungener Emotionsregulation in Verbindung gebracht³.

Im klinischen Kontext sind Störungen der Arbeitsgedächtnisfunktionen bei vielen neurologischen (z. B. Schlaganfall, Schädel-Hirn-Traumata, Multiple Sklerose, Alzheimer Demenz) und psychiatrischen Erkrankungen (z. B. Schizophrenie, Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) zu beobachten⁴. Betroffene erleben sich als schnell ablenkbar, vergesslich und wenig zielorientiert. Sie verlieren in Gesprächen häufig „den roten Faden“ und haben Schwierigkeiten beim Problemlösen und Erledigen von mehreren parallelen Aufgaben⁵. Arbeitsgedächtnisdefizite reduzieren die Lebensqualität und den Erfolg von beruflicher Wiedereingliederung⁶.

Die Fähigkeit des Gehirns, sich an neue Bedingungen anzupassen und je nach aktuellen Anforderungen verändern zu können (neuronalen Plastizität), ermöglicht es, durch ein intensives Training die Leistung des Arbeitsgedächtnisses zu steigern⁷. Studien konnten sowohl bei gesunden Kindern, jungen und älteren Erwachsenen, als auch bei Patienten mit unterschiedlichen Ätiologien (z. B. Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung, sowie Schlaganfall, Schädelhirntrauma und Multiple Sklerose) bedeutsame Verbesserungen belegen⁸. Diese betreffen nicht nur die trainierten Aufgaben, sondern auch ungeübte Arbeitsgedächtnisaufgaben, sodass eine Verbesserung der Kapazität oder Effizienz des Systems an sich anzunehmen ist⁹. Darüber hinaus wurde vereinzelt der Transfer auf angrenzende kognitive Funktionen, z. B. Problemlösen und Intelligenz, beobachtet¹⁰. Begleitend zu den Verhaltensänderungen wiesen Studien mit bildgebenden Verfahren Veränderungen auf neuronaler Ebene in der Hirnstruktur, -aktivität und den Neurotransmittersystemen nach¹¹.

Laut Baddeleys Multikomponentenmodell besteht das Arbeitsgedächtnis aus verschiedenen Speichersystemen (phonologische Schleife, visuell-räumlicher Notizblock und episodischer Puffer) und der zentralen Exekutive, welche diese Systeme überwacht und zu verteilende Ressourcen koordiniert¹². Zusätzlich zu den von Baddeley beschriebenen Komponenten spielt die selektive Aufmerksamkeit eine wichtige Rolle, da sie notwendig ist, um relevante Informationen zu filtern und im Fokus zu halten¹³. Gleichmaßen ist es notwendig, gespeicherte Informationen von anderen, konkurrierenden Reizen abzuschirmen und ein übergeordnetes Ziel zu verfolgen. Daher ist Interferenzabwehr ebenfalls ein zentrales Konzept bei

Arbeitsgedächtnisprozessen¹⁴.

Das RehaCom Trainingsmodul „Arbeitsgedächtnis“ wurde auf Basis der vorgestellten Theorien konzipiert und fördert sowohl die Speicher- als auch die Manipulationskomponenten des Arbeitsgedächtnisses. Im Trainingsverlauf werden zunehmend selektive Aufmerksamkeits- und Inhibitionsprozesse involviert. Zusätzlich zu dem im Programm hinterlegten adaptiv steigenden Schwierigkeitsgrad, können anhand individuell veränderlicher Parameter sowohl die zu trainierenden Arbeitsgedächtniskomponenten (Speichersysteme, selektive Aufmerksamkeit, zentrale Exekutive) als auch der Schwerpunkt der Trainingsmodalität (visuell, auditiv) und der Grad der Interferenz (verschiedene zur Verfügung stehende Ablenker) beeinflusst werden. Im Zentrum steht ein "Kern-Funktionstraining" der Arbeitsgedächtnisleistung, dass sich an den von Perrig und Kollegen entwickelten Kriterien orientiert¹⁵. Im Unterschied zu anderen Trainingsformen soll explizit die Bildung von Strategien minimiert werden, um nicht aufgabenspezifisches Wissen zu generieren, sondern die Kapazität des Systems selbst zu erhöhen bzw. eine effizientere Verarbeitung anzuregen. Der Transfer auf andere, ungeübte Aufgaben und Alltagsleistungen soll auf diese Weise erleichtert werden.

Das Trainingsmodul wurde anhand von mehreren unabhängigen wissenschaftlichen Studien evaluiert¹⁶. Die Ergebnisse zeigen große Verbesserungen in der Trainingsaufgabe sowie Transfereffekte auf die generelle Arbeitsgedächtnisleistung. Vereinzelt traten auch Verbesserungen im verbalen und prospektiven Gedächtnis auf. Die Teilnehmer erlebten das Training überwiegend als freudvoll, motivierend und angemessen anstrengend. Im Vergleich zu Kontrollgruppen berichteten sie vermehrt von positiven Veränderungen im Alltag, beispielsweise von einer erhöhten Konzentration beim Autofahren oder dem Merken von Namen, Gesichtern und Einkaufslisten. Als wichtiger Faktor für den Trainingserfolg stellte sich die Trainingsdauer heraus. Da auf Basis der Studienlage davon auszugehen ist, dass spezifische Trainingseffekte erst im längeren Trainingsverlauf wirken, wird ein Trainingsumfang von ca. 20 Sitzungen à 30 min empfohlen (etwa 3x wöchentlich).

Um eine solch intensive Trainingsdauer erfolgreich realisieren zu können, ist eine sehr hohe Trainingsmotivation erforderlich. Unter Berücksichtigung der Selbstbestimmungstheorie¹⁷ wurden motivationsfördernde Elemente zur Steigerung von Kompetenz, sozialer Eingebundenheit und Autonomie integriert (z. B. die Anpassung der Benutzeroberfläche mittels eines Belohnungssystems (Pokale, Ligen), vielfältig verwendbare Joker, Bonus-Spiel). Es handelt sich hierbei um strukturelle Elemente der "Gamification", der Einbettung von spieltypischen Elementen in einen anderen Kontext¹⁸. Dadurch erhöht sich nicht nur die Abwechslung im Training, sondern auch die Anzahl der Freiheitsgrade, die Wahlmöglichkeiten und die Selbstbestimmung des Probanden.

2.2 Trainingsziel

Ziel des Therapiemoduls "Arbeitsgedächtnis" ist die Verbesserung von Arbeitsgedächtniskapazität und -effizienz mittels eines spezifischen, intensiven Funktionstrainings. Basierend auf den aktuellen theoretischen Erkenntnissen der Arbeitsgedächtnisstruktur (siehe Kapitel [Grundlagen](#)) wurden hierarchisch gegliederte Module entwickelt, die jeweils verschiedene Komponenten durch einen konkreten Aufgabentyp trainieren. Im Folgenden werden Aufbau und Arbeitsgedächtnisfunktionen der Module beschrieben. Für eine konkrete Erläuterung der entsprechenden Aufgabentypen siehe Kapitel [Trainingsaufgaben](#).

Das **Modul „Speichersysteme“** trainiert die von Baddeley (2003) beschriebenen Speicherkomponenten des Arbeitsgedächtnissystems. Ziel ist das Enkodieren und kurzfristige Halten von Informationen. Durch die parallele Darbietung von visuellen (Spielkarten) als auch auditiven (Vorlesen der Karten) Reizen werden sowohl der räumlich-visuelle Notizblock als auch die phonologische Schleife beansprucht. Durch das Aktivieren von Modifikatoren (s. Kapitel [Trainingsparameter](#)) kann auch ein Schwerpunkt auf eine Modalität gelegt werden (z. B. durch ausschließlich akustische Präsentation der Karten).

Das **Modul „Selektive Aufmerksamkeit“** trainiert ebenfalls die Speicherfunktion des Arbeitsgedächtnisses, jedoch wird zusätzlich der Aspekt der selektiven Aufmerksamkeit hinzugefügt (Fokussierung auf Karten einer bzw. zweier Farben). Hinzu kommen Inhibitionsprozesse, da sowohl bei der Enkodierung der Informationen (Präsentation der Karten des „Mitspielers“) als auch beim Abruf (Auswahl der gemerkten Karten auf Seite des „Spielers“) irrelevante Reize (Karten anderer Farben) unterdrückt werden müssen.

Das **Modul „Zentrale Exekutive“** erfordert die mentale Manipulation der Informationen, die aktuell in den Speichersystemen des Arbeitsgedächtnisses gehalten werden. Dieses Modul stellt den höchsten Schwierigkeitsgrad der Aufgaben dar. Besonders bei der Aufgabenstellung „rückwärts sortieren der Karten“ wird dabei die Prozesskomponente des Arbeitsgedächtnisses beansprucht.

Das Trainingsprogramm ist so konstruiert, dass die Schwierigkeit im Verlauf kontinuierlich zunimmt (für den detaillierten Aufbau s. Kapitel [Schwierigkeitsstruktur](#)). Dafür durchläuft der Teilnehmer die o. g. Module mehrfach: Zunächst werden die Speichersysteme mit einer konstanten Anzahl an Informationen trainiert. Wenn sichergestellt ist, dass der Teilnehmer sich eine bestimmte Anzahl von Karten merken kann, folgen die Module „Selektive Aufmerksamkeit“ und „Zentrale Exekutive“ mit gleicher Informationsmenge unter Beanspruchung von selektiven, inhibitorischen und exekutiven Prozessen. Sind alle Module mit einer Kartenanzahl erfolgreich bearbeitet worden, beginnt der Proband das Speichern von zusätzlichen Informationen, d. h. eine Karte mehr, zu üben. Gelingt dies erfolgreich, kann er sich anschließend diese erhöhte Kartenanzahl selektiv merken, manipulieren usw. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass der Teilnehmer die wichtigsten Komponenten des Arbeitsgedächtnisses sukzessive auf allen Schwierigkeitsebenen trainiert.

Innerhalb der Module erfolgt eine feine Abstufung des Schwierigkeitsgrades durch die schrittweise Erhöhung von zusätzlich dargebotenen irrelevanten Informationen (Karten auf der Seite des Spielers, die als Ablenker dienen). Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, mit Hilfe der Aktivierung von spezifischen Modifikatoren, Schwerpunkte auf bestimmte Arbeitsgedächtnisprozesse zu setzen und/oder die Schwierigkeit differenzierter zu beeinflussen (z. B. Modalität der Enkodierung, Grad der Interferenz). Die Beschreibung der verfügbaren Modifikatoren finden Sie im Kapitel [Trainingsparameter](#).

2.3 Zielgruppen

Das Arbeitsgedächtnistraining wurde speziell für Personen mit Arbeitsgedächtnisdefiziten entwickelt. Störungen der Arbeitsgedächtnisfunktionen treten bei vielen neurologischen (z. B. Schlaganfall, Schädel-Hirn-Traumata, Multiple Sklerose, Alzheimer Demenz) und psychiatrischen Erkrankungen (z. B. Schizophrenie, Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) auf. Betroffene erleben sich als schnell ablenkbar, vergesslich und wenig zielorientiert. Sie verlieren in Gesprächen häufig „den roten Faden“ und haben Schwierigkeiten beim Problemlösen und Erledigen von mehreren parallelen Aufgaben.

Durch eine fein gegliederte Schwierigkeitsstruktur, die Autoadaptivität des Programms, sowie die Möglichkeit der Variation von zahlreichen anspruchsverändernden Parametern, ist das Training individuell abstimmbare und damit sowohl für schwerer betroffene Patienten als auch für Personen mit wenigen Leistungseinbußen geeignet. Eine Anwendung bei Kindern (z. B. Kinder mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) ist ebenfalls möglich, sobald Zahlen im einstelligen Raum beherrscht werden.

Da die Schwierigkeit bis zu einem sehr hohen Grad ansteigt, ist zudem das Training von gesunden jungen oder älteren Erwachsenen denkbar, die zwar eine durchschnittliche Arbeitsgedächtnisleistung aufweisen, diese aber steigern möchten. Es ist ebenso empfehlenswert für leistungsstarke Patienten mit einem hohen Anspruchsniveau, die von anderen RehaCom-Programmen nicht ausreichend gefordert werden.

Voraussetzung für das Training sind grundlegende Funktionen der Merkfähigkeit und selektiven Aufmerksamkeit. Können weniger als 3 Informationseinheiten behalten werden, sollte auf ein basaleres Training der Merkfähigkeit zurückgegriffen werden (z. B. figurales Gedächtnis, Wortgedächtnis). Patienten mit schweren Aufmerksamkeitsdefiziten üben zunächst mit entsprechenden Aufmerksamkeitstrainingsprogrammen (z. B. Aufmerksamkeit und Konzentration, Reaktionsfähigkeit). Bei Patienten mit Aphasien muss geprüft werden, ob die sprachlichen Leistungen ausreichend sind, um einfache Anweisungen zu verstehen und die Grundanforderungen zu bewältigen. Für Patienten mit visuellen Wahrnehmungsstörungen besteht die Möglichkeit zur rein auditiven Enkodierung der

Informationen (da die Auswahl der Lösungsmöglichkeiten jedoch auf visueller Basis erfolgt, ist in diesem Fall eine Unterstützung bei der Bedienung erforderlich).

2.4 Literaturverweise

- ¹ Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews. Neuroscience*, 4(10), 829–839.
- ² Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422-433.; Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity. *Intelligence*, 14(4), 389-433.
- ³ Gathercole, S. E., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 109–122.; Higgins, D. M., Peterson, J. B., Pihl, R. O., & Lee, A. G. M. (2007). Prefrontal cognitive ability, intelligence, Big Five personality, and the prediction of advanced academic and workplace performance. *Journal of personality and social psychology*, 93(2), 298–319.; Pickering, S. J. (2006). *Working Memory and Education*. Burlington, MA: Academic Press.; Schmeichel, B. J., Volokhov, R. N., & Demaree, H. A. (2008). Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of personality and social psychology*, 95(6), 1526–1540.
- ⁴ Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in cognitive sciences*, 14(7), 317–324.; Vallat-Azouvi, C., Pradat-Diehl, P., & Azouvi, P. (2014). Modularity in rehabilitation of working-memory: A single-case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 24(2).; Vogt, A., Kappos, L., Calabrese, P., Stocklin, M., Gschwind, L., Opwis, K., et al. (2009). Working memory training in patients with multiple sclerosis - comparison of two different training schedules. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27(3), 225-235.
- ⁵ Akerlund, E., Esbjörnsson, E., Sunnerhagen, K.S., & Björkdahl, A. (2013). Can computerized working memory training improve working memory, cognition and psychological health? *Brain Injury*, 27(13-14), 1649-1657.; Johansson, B., & Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired brain injury: effects in daily life. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19, 176-183.
- ⁶ Crawford, S., Wenden, F. J., & Wade, D. T. (1996). The Rivermead head injury follow up questionnaire: A study of a new rating scale and other measures to evaluate outcome after head injury. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 60(5), 510-514.
- ⁷ Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in*

- cognitive sciences*, 14(7), 317–324.; Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic bulletin & review*, 18(1), 46–60.
- ⁸ Weicker, J., Villringer, A., & Thone-Otto, A. (2016). Can impaired working memory functioning be improved by training? A meta-analysis with a special focus on brain injured patients. *Neuropsychology*, 30(2), 190–212.
- ⁹ Bastian, C. C. von, & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: a review. *Psychological research*, 78(6), 803–820.
- ¹⁰ Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829–6833.; Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making working memory work: a meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological science*, 25(11), 2027–2037.
- ¹¹ Buschkühl, M., Jaeggi, S. M., & Jonides, J. (2012). Neuronal effects following working memory training. *Developmental cognitive neuroscience*, 2 Suppl 1, S167-79.
- ¹² Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews. Neuroscience*, 4(10), 829–839.; Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Hrsg.), *Recent advances in learning and motivation*. (S. 47-90). New York: Academic Press.
- ¹³ Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- ¹⁴ Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions ind Psychological Science*, 11, 19-23.
- ¹⁵ Buschkühl, M. (2007). *Arbeitsgedächtnistraining: Untersuchungen mit jungen und älteren Erwachsenen*. Unveröffentlichte Dissertation. Universität Bern.; Perrig, W. J., Hollenstein, M., & Oelhafen, S. (2009). Can we improve fluid intelligence with training on working memory in persons with intellectual disabilities? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 8(2).
- ¹⁶ Weicker, J., Hudl, N., Marichal, E., & Thöne-Otto, A. (2014). Training of working memory in brain injured patients and healthy elderly subjects - two randomized controlled trials. Talk presented at 29th Annual Meeting of the Society for Neuropsychology (GNP), Oldenburg, Germany.; Richter, K. M., Mödden, C., Eling, P., & Hildebrandt, H. (2015). Working memory training and semantic structuring improves remembering future events, not past events. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(1), 33-40.
- ¹⁷ Deci, E.L., & Ryan, R. M. (2008): Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health. *Canadian Psychology*, 49, 182-

185.

18 Deterding, S. (2011) Gamification: Toward a definition. ACM Press: Tampere.

Index

- A -

Ablenker 1, 10
Akquisition 10
akustisch 18
Anzahl 7
Anzeigedauer 10
Arbeitsgedächtnis 16, 18, 19
Arbeitsgeschwindigkeit 14
Arbeitszeit 14
Aufgabe 14
Aufmerksamkeit 16, 19
Autoadaptivität 7

- B -

Blatt 10

- D -

Datenanalyse 14
Distraktor 1

- E -

Erkennen 19
ex post 10
Exekutive 16

- F -

Fehler 14

- G -

Geber 1
Gedächtnisinhalt 19
Grundlagen 16

- H -

Haken 6

- I -

Instruktionen 10
Intelligenz 18
Interferenzabwehr 1, 16

- K -

Karte 6, 7, 14
Kartenfarbe 1
Kartenspiel 1
Kind 19
Kinderblatt 10
Konsultationsdauer 10
Kreuz 6

- L -

Leistungsbalken 6, 7
Leistungsfeedback 6
Level 1, 14
Level-Typ 7
Literaturverweise 20
Lösung 6

- M -

Material 19
Median 14
merken 10
Merkprozess 18
Motivation 1

- N -

non matching 10

- P -

Parameter 10
Patient 16, 18, 19

Pause 14
Problemlösen 18
Punkt 7
Punkte 10

- Q -

Quartil 14

- R -

Reaktionszeit 14
Rechenleistungen 18
Reihenfolge 14
Reproduktion 14

- S -

Schädel-Hirn-Trauma 16
Schlaganfall 16
Schlussfolgern 18
Schwierigkeitsgrad 6, 14, 19
Schwierigkeitsstruktur 7
selektiv merken 10
Smiley 6
Sortieraufgabe 1
sortieren 10
Spieler 1
Sprachverständnis 18
Störung 16, 19
Symbol 19

- T -

Tabelle 7
Textinformation 6
Trainingsaufgabe 1
Trainingsaufgaben 10
Trainingsmaterial 1
Trainingsmotivation 16
Trainingsstrategie 14
Trainingszeit 14
Trainingsziel 18

- V -

visuell 18

- W -

Wiederholung 7, 14
Wiederholungen 10

- Z -

Zahl 19
Zielgruppe 19