



Handbuch Screenings

Dokumentenversion: 1.0

Version RehaCom® Online: ab 2.0

Ausgestellt am: 2025-08-28

Inhaltsverzeichnis

1	Nutzung von RehaCom® Online Screening-Modulen.....	5
2	Kampimetrie (KAMP)	6
2.1	Störungen des Gesichtsfeldes	6
2.2	PC-gestützte Erfassung von Gesichtsfelddefiziten	9
2.2.1	Zentrale und periphere Aufgabe	10
2.2.2	Anforderungen an selektive und geteilte Aufmerksamkeit.....	11
2.3	Anwendungsbereich.....	11
2.4	Aufgabenbeschreibung	12
2.5	Einstellungen	12
2.6	Durchführung	14
2.7	Auswertung	18
2.8	Literaturverweise	21
3	Alertness (ALET).....	22
3.1	Anwendungsbereiche.....	22
3.2	Zielgruppe.....	22
3.3	Aufbau	24
3.4	Durchführung und Dauer	25
3.5	Auswertung	26
3.6	Literaturverweise	28
4	Geteilte Aufmerksamkeit (GEAT)	30
4.1	Anwendungsbereiche.....	30
4.2	Zielgruppe.....	30
4.3	Aufbau	32
4.4	Durchführung und Dauer	33
4.5	Auswertung	34
4.6	Literaturverweise	36
5	Selektive Aufmerksamkeit (GONT).....	37
5.1	Anwendungsbereiche.....	37
5.2	Zielgruppe.....	37
5.3	Aufbau	39
5.4	Durchführung und Dauer	39
5.5	Auswertung	40
5.6	Literaturverweise	42
6	Räumliche Zahlensuche (NUQU)	43

6.1	Anwendungsbereiche.....	43
6.2	Zielgruppe.....	44
6.3	Aufgabenbeschreibung	46
6.4	Durchführung und Dauer	46
6.5	Auswertung	47
6.6	Literaturverweise	50
7	Arbeitsgedächtnis (PUME).....	52
7.1	Anwendungsbereiche.....	52
7.2	Zielgruppe.....	52
7.3	Aufgabenbeschreibung	53
7.4	Durchführung und Dauer	54
7.5	Auswertung	55
7.6	Literaturverweise	56
8	Wortgedächtnis (WOMT)	58
8.1	Verbales Gedächtnis.....	58
8.2	Aufgabenbeschreibung	59
8.3	Instruktion	60
8.4	Durchführung	62
8.5	Auswertung	62
8.6	Trainingsempfehlung.....	64
8.7	Literaturverweise	64
9	Logisches Denken (LOGT)	65
9.1	Störungen des problemlösenden Denkens	65
9.2	Aufgabenbeschreibung	67
9.3	Instruktion	68
9.4	Durchführung	70
9.5	Auswertung	71
9.6	Trainingsempfehlung.....	72
9.7	Literaturverweise	73
10	Gesichtsfeld (VITE)	74
10.1	Störungen des Gesichtsfeldes	74
10.2	PC-gestützte Erfassung von Gesichtsfelddefiziten	78
10.3	Aufgabenbeschreibung	80
10.4	Parameter-Einstellungen.....	82
10.4.1	Erweiterte Parametereinstellungen	85
10.5	Instruktion	86
10.6	Durchführung	89

10.7	Auswertung	89
10.8	Training.....	93
10.9	Literaturverweise	94
11	Versionshistorie	95

1 Nutzung von RehaCom® Online Screening-Modulen

In RehaCom® Online stehen Screening-Module zur Verfügung, mit denen vor Beginn des kognitiven Trainings der Leistungsstand des Klienten erfasst und dokumentiert werden kann. Die Ergebnisse dieser Module ermöglichen eine grobe Einschätzung und unterstützen bei der Auswahl geeigneter RehaCom® Online-Therapiemodule. Die Leistungen können dabei optional mit Referenzwerten gesunder Vergleichspersonen in Beziehung gesetzt werden, um die Einschätzung zusätzlich zu stützen. Die finale Auswahl und Bewertung obliegt stets der behandelnden Fachkraft.

Die Ergebnisse der RehaCom® Online Screening-Module sollten stets im Gesamtzusammenhang betrachtet werden. Die ausgegebenen Ergebnisse dienen der Verlaufskontrolle und sollten durch weitere Informationen ergänzt und eingeordnet werden. Zu den relevanten ergänzenden Informationsquellen zählen unter anderem:

- Verhaltensbeobachtungen während der Testdurchführung (z.B. Motivation, Umgang mit Fehlern)
- Selbstauskunft des Klienten zu Leistungsfähigkeit, Belastung oder Stimmung
- Fremdanamnestische Angaben durch Angehörige oder Betreuende
- Berichte aus Vorbehandlungen oder Rehabilitationsverläufen
- Ergebnisse anderer kognitiver oder psychometrischer Verfahren
- Beobachtungen aus dem Alltag oder dem therapeutischen Setting
- Angaben zum beruflichen und sozialen Hintergrund

Die Interpretation der Ergebnisse der RehaCom® Online Screening-Module und die Auswahl möglicher RehaCom® Online Trainingsmodule sollten auf Grundlage einer Gesamtschau aller verfügbaren Informationen erfolgen.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Screening-Module von RehaCom® Online keine neuropsychologische Diagnostik ersetzen können. Sie sind nicht dafür konzipiert, klinisch relevante Störungen differenziert zu erfassen oder diagnostische Entscheidungen zu unterstützen. Ihre Stärke liegt vielmehr in der Verlaufsbeobachtung: Nach mehreren Trainingseinheiten – empfohlen wird ein Abstand von mindestens zehn Sitzungen – kann ein erneutes Screening Hinweise auf mögliche Veränderungen der trainierten Leistungen im Vergleich zur Ausgangslage geben. Zu kurze Intervalle zwischen den Screenings sollten vermieden werden, da dies zu Lerneffekten führen kann, welche die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigen.

Die Screening-Module sind somit als unterstützendes Werkzeug zur Verlaufsdokumentation innerhalb des RehaCom®-Systems zu verstehen.

Eine differenzierte, valide und klinisch fundierte Diagnostik bleibt entsprechend qualifizierten Fachpersonen vorbehalten – etwa mittels standardisierter Verfahren wie der „Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)“ nach Fimm & Zimmermann (beziehbar über PSYTEST, Herzogenrath), wie sie auch von der Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP) empfohlen wird.

2 Kampimetrie (KAMP)

2.1 Störungen des Gesichtsfeldes

Beeinträchtigungen des Sehens, der visuell-räumlichen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit sind eine häufige Folge von Hirnverletzungen unterschiedlicher Ursache. Nach Zihl (2006) weisen 20% - 40% der Patienten nach einer erworbenen Hirnschädigung Sehstörungen auf, davon betreffen 61,7% Einschränkungen und Ausfälle im Gesichtsfeld. Sehen ist die zentrale Sinnesfunktion in der räumlichen Orientierung des Menschen in seiner Umwelt. Störungen des Gesichtsfeldes beeinträchtigen daher die Orientierung und wirken sich auf Alltagshandlungen aus - z.B. Lesen, auf das Suchen und Finden von Gegenständen, auf die sichere Fortbewegung im Raum ohne anzustoßen und das Finden von Wegen, auf das Erkennen von Gesichtern und Personen im kommunikativen Kontakt, Benutzung eines Computers. Hohe Bedeutung hat das Sehen im Straßenverkehr, vor allem beim Führen eines Kraftfahrzeuges. Seh- und Gesichtsfeldstörungen beeinträchtigen die Teilhabe in vielen Lebensbereichen nach ICF und erfordern daher Therapie und Rehabilitation zur Verbesserung der Partizipation.

Körper-Kopf-Auge-System

Das binokulare Gesichtsfeld ist horizontal etwa 180°, vertikal ca. 60° nach oben und 70° nach unten ausgedehnt. Die am häufigsten betrachteten Gegenstände im Alltag befinden sich horizontal wie auch vertikal jeweils innerhalb 15° auf beiden Seiten der Hauptsehachse. Im Sehzentrum und den umgebenden zentralen 1 - 2° kann scharf gesehen werden. Bis etwa 40° werden Farben und Kontraste, zur Peripherie hin nur bewegte Objekte wahrgenommen. An der visuellen Orientierung im Raum und dem Erkennen der Umwelt ist der ganze Mensch aktiv beteiligt: die Ausrichtung und Stellung des Körpers, des Kopfes und der Augen im Raum, mit der Leistungsfähigkeit der Augen (z.B. Sehschärfe oder Beweglichkeit) und schließlich der zentralen Informationsverarbeitung der beteiligten Prozesse im Gehirn. Im Alltag explorieren Menschen mit unzähligen Blickbewegungen Gegenstände und Umwelt, ausgerichtet auf das aktuelle Handlungsziel. Peripheren neuen Reize wendet man sich kurz zu um sie unmittelbar zu beurteilen.



Abb. 1: Volles Gesichtsfeld beider Augen

Formerkennen ist im zentralen Gesichtsfeldbereich (ca. 5°) mit Fixation gut möglich, im peripheren Gesichtsfeld ohne Fixation ist auch Farbwahrnehmung (siehe Abb.1) und vor allem Bewegungswahrnehmung möglich. Zum sicheren Erkennen und Differenzieren von Formen und Mustern ist eine Blickfokussierung (Fixation) auf den Reiz notwendig

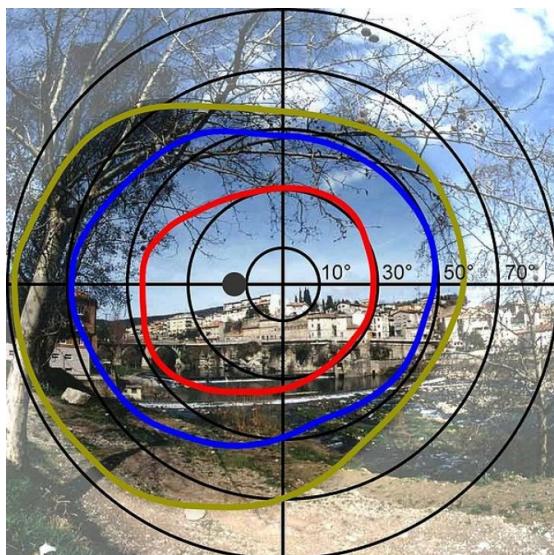


Abb. 2: Qualitative Gesichtsfeldgrenzen im normalen linken Gesichtsfeld

Abb. 2 zeigt das Polardiagramm des Gesichtsfeldes des linken Auges [Quelle: Wikipedia] roter und blauer Kreis: sensible Bereiche für Farben, dazwischen grün; gelber Kreis: gesamtes Gesichtsfeld; schwarzer Punkt: blinder Fleck des linken Auges.

Berücksichtigung weiterer kognitiver Leistungen

Sehen wird ausgerichtet durch unser Handeln. Dabei sind weitere kognitive Leistungen, vor allem der Aufmerksamkeit, immer beteiligt. Bei Gesichtsfelduntersuchungen nach einer erworbenen Hirnschädigung sind Beeinträchtigungen der Belastbarkeit, der Aufmerksamkeit und Konzentration, des Gedächtnisses und der exekutiven Handlungsausführung mit zu berücksichtigen. Es sollte auf Pausen bei der Durchführung, auf das Verständnis (klare Kommunikation über das Kriterium für die Entdeckung des Zielreizes) und Wiederholen der Erklärung (bei Gedächtniseinbußen) geachtet werden (vergl. Zihl & v. Cramon, 1985).

Trias der Einschränkungen des Gesichtsfeldes

Bei Störungen des Gesichtsfeldes/ der visuellen Raumwahrnehmung haben wir es mit einer Trias von Einschränkungen (vergl. Zihl & v. Cramon, 1985) zu tun, die wir messend erfassen können: Störung der Reizentdeckung im betroffenen Gesichtsfeld bei zentraler Fixation der Blickrichtung (Gesichtsfeldeinschränkung) Störung der spontanen Amplituden und Systematik der Blickbewegungen in das bzw. im betroffene(n) Gesichtsfeld (Blickfeldeinengung) Störung des spontanen explorativen Suchens und Bemerkens von Reizen (räumliche Aufmerksamkeitseinschränkung) Einschränkungen des Gesichtsfeldes und der Blinksakkaden/ Blickstrategien können z.B. bei einer (reinen) homonymen Hemianopsie auch ohne Störung des Aufmerksamkeitsfeldes auftreten

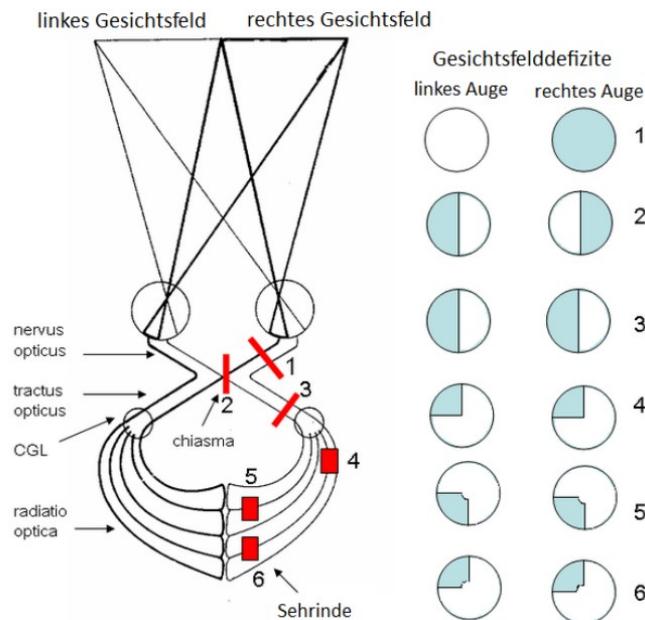


Abb. 3: Gesichtsfelddefizite in Abhängigkeit vom Ort der Läsion

- 3) homonyme Hemianopsie (rechts oder links): Auf beiden Augen ist die gleiche Seite von dem Ausfall betroffen (Patienten erkennen beispielsweise nur den linken oder rechten Bereich eines Bildausschnitts, tritt häufig auf)
- 2) heteronyme (binasale oder bitemporale) Hemianopsie: Auf beiden Augen ist jeweils die Gegenseite von dem Ausfall betroffen (Patienten leiden beispielsweise an einem „Scheuklappenblick“, tritt selten auf)
- 4-6) Quadrantenanopsie ist charakterisiert durch den Ausfall eines Viertels des Gesichtsfeldes. Wie auch die Hemianopsie ist auch die Quadrantenanopsie meist homonym, d.h. auf beiden Augen ist die gleiche Seite von dem Ausfall betroffen



Abb. 4: Eingeschränktes Gesichtsfeld bei Hemianopsie nach links

Störungen der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit (Neglect)

Bei schwerem Neglect haben wir es immer mit der Trias der Einschränkungen zu tun. Von Neglectphänomenen ist auszugehen, wenn die spontane Orientierung, Reizentdeckung und Exploration durch Blinksakkaden und darüber hinaus die handelnde gegenständliche Aktion in ein und

innerhalb eines Halbfeldes gestört ist und Personen, Gegenstände oder Testreize nicht beachtet werden. (vergl. Heilmann, 1979, Karnath, 2003). Hemianope Patienten handeln dagegen, wenn auch verlangsamt und oft auffällig umständlich, im betroffenen Außenraum, beachten und ergreifen z.B. Gegenstände.



Abb. 5: Eingeschränktes Wahrnehmungsfeld bei Neglect nach links

Neglectpatienten zeigen häufig Beeinträchtigungen in anderen Sinnesmodalitäten, wie der Extinktion bei Doppelsimultanstimulation, visuell-räumliche Störungen und Leistungsverbesserungen bei bewusster Aufmerksamkeitszuwendung.

Bei Hemianopsiepatienten ohne Neglect lässt sich das Gesichtsfelddefizit bei Fixation nicht durch bewusste Aufmerksamkeitszuwendung verbessern (Kerkhoff, 2004). Der differenzialdiagnostischen Abklärung kommt daher hohe Bedeutung zu, zumal auch Läsionen nicht selten sind, bei denen hemianope Sehstörungen und Neglectphänomene in der Akutphase zusammentreffen und sich erst im Verlauf in der chronischen Phase (> 3 Monate nach Läsion) diagnostisch differenzieren lassen. Durch Spontanremission in der Akutphase können sich Neglectstörungen reduzieren.

In der klinischen Praxis finden sich daher immer wieder Patienten, bei denen sich z.B. mit abklingendem linksseitigen Restneglect in Nachtestungen eine Quadrantenanopsie links abbildet, die vorher durch den Neglect verdeckt war. Für die Rehabilitation ergibt sich daraus die Konsequenz, bei Verdacht auf eine kombinierte Störung mit Neglect und Hemianopsie/Quadrantenanopsie beides mit den jeweils gebotenen Therapiemodulen zu behandeln.

2.2 PC-gestützte Erfassung von Gesichtsfelddefiziten

Gesichtsfeldmessungen durch den Augenarzt benutzen die Perimetrie (z.B. Goldmann-Perimeter oder Tübinger Perimeter) mit kontrollierter, d.h. beobachteter Fixationstreue. Unter standardisierten Reizbedingungen können sowohl die Ausdehnung des allgemeinen Gesichtsfeldes (Reizentdeckung) als auch bei Bedarf Grenzen für Lichtempfindlichkeit, Farb- und Formerkennen relativ genau untersucht werden.

In der neurologischen Klinik, Rehaklinik oder ambulanten neuropsychologischen Praxis stehen (in aller Regel) kostenintensive Perimeter nicht zur Verfügung. Es muss daher auf einfache Konfrontationstests, paper-pencil-Module und PC-gestützte Gesichtsfeld-Screenings zurückgegriffen werden. Dieses diagnostische Instrumentarium erlaubt aber eine für therapeutische Indikationen hinreichend genaue Abbildung von Gesichtsfelddefiziten, Neglectsymptomen und Lesestörungen.

Bei der PC-gestützten Gesichtsfeldmessung, die als Screening eingesetzt wird, sind bei den bisher verfügbaren Modulen Beschränkungen gegenüber einem Perimeter vorhanden:

- durch die Begrenzungen des Monitors ist der erfasste Sehwinkelbereich deutlich kleiner
- die Programme erlauben keine Beurteilung der Kontrastsensitivität, Farb- oder Formwahrnehmung
- die Fixationstreue kann nicht in Konfrontation beobachtet werden

Durch moderne LCD Flachbild-Monitore (24 oder 27") oder LCD-Fernseher (32" oder 34") können PC-gestützte Erfassungen heute bereits ein binokulares Gesichtsfeld bis 30° erfassen, bei Anwendung eines Beamers mit Rückprojektionsleinwand kann die Erfassung auf 60° erweitert werden (das entspricht dem geforderten Gesichtsfeld für die Fahreignung).

2.2.1 Zentrale und periphere Aufgabe

Wird bei der Perimetrie die Fixationstreue von einer Person kontrolliert, die den Patienten von vorn beobachtet und bei Verlassen der Fixation entsprechend reagiert, fehlt diese Möglichkeit bei der Gesichtsfeldmessung am PC. Der Fixationstreue als kritischem Indikator einer genauen Messung kommt neben der Dichte der Messpunkte aber eine besondere Bedeutung zu. Um die Fixationstreue zu kontrollieren, wurde in PC-Gesichtsfeldtests daher eine zentrale Aufgabe eingeführt, die dem Anspruch nach nur bei Blickfokussierung zu lösen ist. Parallel dazu wurde die eigentliche Messung der Wahrnehmung von Reizen im Gesichtsfeld als periphere Aufgabe vorgegeben. Dadurch entstand ein dual-task- Aufgabendesign mit Anforderungen an höhere Aufmerksamkeitsleistungen, neben der Daueraufmerksamkeit auch vor allem an selektive und geteilte Aufmerksamkeitsleistungen. Z.B. besteht die ursprüngliche Variante einer verbreiteten PC-Gesichtsfeldtestung aus einer visuell-verbalen zentralen Aufgabe (Buchstaben erkennen und autsprachlich benennen) und einer visuellen Entdeckungsaufgabe peripher (Flickerreize bemerken und Taste drücken). Der Wechsel zwischen zentraler und peripherer Aufgabe erfordert Umstelfähigkeit und Sequenzierung (verbal Benennen, nonverbal Taste drücken.) Die Reize werden maximal 3000 ms dargeboten, die Darbietungszeit ist zugleich die maximale Reaktionszeit. Der periphere Reiz wird über „längere“ Zeit (max.3000 ms) präsentiert und kann eine unwillkürliche Orientierungsreaktion und Blickbewegung hin zum Flickerreiz auslösen. Die kürzere Testversion läuft über ca. 5 Minuten, die längere Version über 10 Minuten ohne Pause. In einer neuen Variante ist die zentrale Aufgabe durch eine nonverbale visuelle Diskriminationsaufgabe mit Anforderungen an die selektive Aufmerksamkeit (4 Zielreize aus 8 Reizen beantworten) ersetzt worden. Die Antwortreaktion bei der zentralen Aufgabe erfolgt nonverbal in Form eines Tastendrucks und ist dem Output der peripheren Aufgabe angeglichen worden. Die Darbietungszeit der zentralen Reize beträgt 400 ms, die der peripheren Reizen 3000 ms. Die Testdauer beträgt 5 Minuten ohne Pause. Ein weiteres neueres Screening-Design zur Fahreignungsdiagnostik kombiniert die Gesichtsfeldmessung mit Ablenkerreizen, die bei Neglectuntersuchungen eingesetzt werden. Der Bildschirm ist gefüllt mit grauen Kreispunkten, von denen jeweils ein Punkt hell aufleuchten kann (periphere Aufgabe). Die Darbietungszeit für periphere Reize wurde auf 800 ms verkürzt. Die zentrale Aufgabe besteht wieder aus einer nonverbalen visuellen Diskriminationsaufgabe mit Anforderungen an die selektive Aufmerksamkeit (4 Zielreize aus 8 Reizen beantworten). Auf beide Aufgaben ist mit Tastendruck nonverbal zu reagieren. Die Anzahl der zentralen Stimuli und damit die Anforderung an die Blickfokussierung wurde deutlich erhöht (Verhältnis Reize zentral / peripher: 470/85)

2.2.2 Anforderungen an selektive und geteilte Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeitsprozesse und Anforderungen an höhere Aufmerksamkeitsleistungen außerhalb der räumlichen Aufmerksamkeit sind bei allen bisherigen Designs für PC-gestützte Gesichtsfeldtests beteiligt und können bei Störungen von Aufmerksamkeitsleistungen die eigentlich intendierte visuelle Reizwahrnehmung und Antwortreaktion beeinflussen. Um die Auswirkung von Aufmerksamkeitsdefiziten zu verringern, sollten Diskriminationsaufgaben (selektive Aufmerksamkeit) möglichst einfach sein. Die zentrale und periphere Aufgabe sollten von der Art und Modalität im dual-task-design möglichst ähnlich sein, um die Anforderungen an die geteilte Aufmerksamkeit gering zu halten. Zur Entlastung der fokussierten Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit sollten Pausen in der Durchführung ermöglicht werden. Gesichtsfeldtests ermöglichen Aussagen über das Leistungsverhalten in einem Testdesign und eine Wahrscheinlichkeitsaussage über das verfügbare Gesichtsfeld, sie sind aber keine direkte Messung des zugrundeliegenden zerebralen Ausfalls bzw. der neuronalen Schädigung. Direkt beobachtbar und computerisiert messbar sind nur die Verhaltensreaktionen auf die Stimuli der Aufgabe. Bei Reizentdeckung und Antwortreaktion sind außer den visuellen Erkennensleistungen auch die oben beschriebenen Aufmerksamkeitsleistungen und weitere Variablen wie z. B. körperliche Belastbarkeit im Sitzen oder sicheres Bedienen der Antworttasten beteiligt. Eine Auslassung oder Fehlreaktion kann auch andere Ursachen haben als unmittelbar ein Sehausfall. Die Interpretation des Gesamtergebnisses erfordert daher Fachkompetenz. Weitere situative Bedingungen wie Tageszeit und Lichtverhältnisse, psychische Befindlichkeit oder Medikamente können sich auf das Ergebnis auswirken. Es sollte daher auf eine möglichst standardisierte Untersuchungssituation geachtet werden (z.B. abgedunkelter Raum).

2.3 Anwendungsbereich

Grundlegende Informationen zum Screening finden Sie im RehaCom-Handbuch, Kapitel "Nutzung von RehaCom Screening-Modulen". Das Screening-Modul "Kampimetrie" ist ein Grobrastertest zur Verlaufskontrolle und Evaluation von computergestütztem Training mit den Modulen Sakkadentraining, Explorationstraining und restitutivem Gesichtsfeldtraining. Die erste Messung dient zur Bestimmung der Gesichtsfeldgrenzen und gibt Auskunft über den Schweregrad. Zur Interpretation des Gesichtsfeldbefundes sollten immer alle Untersuchungsergebnisse, z.B. aus der Neglect-Untersuchung, einbezogen werden.

Zielgruppe

Das Screening ist geeignet bei Verdacht auf neurologisch bedingte Sehstörungen, wie z.B. Hemianopsie oder Quadrantenanopsie. Ziel des Tests ist, durch die Abfrage statischer Reize unter Fixationskontrolle das Gesichtsfeld auf Auslassungen zu untersuchen und Trainingsbedarf bzw. Areale mit Restitutionspotential zu ermitteln. Für Klienten mit zusätzlichen kognitiven Beeinträchtigungen wie Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen sowie Verlangsamung der Wahrnehmung und Motorik kann ein weiteres Screening mit veränderten Einstellungen durchgeführt werden, bzw. die Parameter angepasst werden. Gleiches gilt für visuelle Beeinträchtigungen wie etwa ein dichter Katarakt (Grauer Star), Farbsinn- oder Kontrastsensitivitätsstörungen. Bei Klienten mit Einschränkungen von Sprechen, Sprach- und Wortverständnis ist das Screening gut durchführbar.

2.4 Aufgabenbeschreibung

Im Screening Kampimetrie kann das Gesichtsfeld binokular oder monokular geprüft werden. Im Unterschied zur dreidimensionalen Perimetrie ist die Kampimetrie zweidimensional. Der Klient hat die Aufgabe, unter Fixationskontrollen auf Reize in seinem Gesichtsfeld zu reagieren.

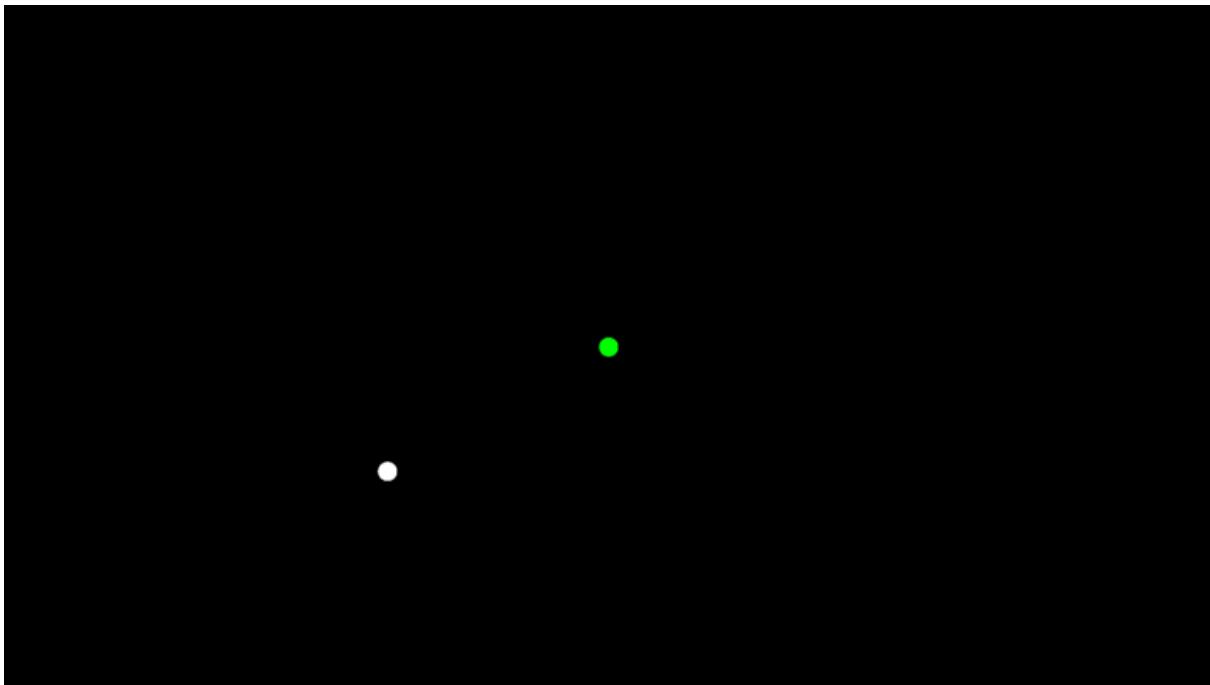


Abb. 6: Kampimetrie-Screening mit zentralem Fixationspunkt und Stimulus-Reiz in der Peripherie

Vor dem Durchführen des Tests müssen Parameter wie Bildschirmgröße, Abstand vom Auge zum Bildschirm, Größe der Messmatrix, sowie das zu testende Auge eingestellt werden. Der Klient sollte sich in einem definierten Abstand in bequemer, aber fixer Position vor dem Bildschirm befinden. Die Verwendung einer Kinnstütze wird zur Stabilisation des Kopfes und Einhaltung des Abstandes zum Bildschirm empfohlen. Während des Screenings soll der Blick des Klienten auf einen Punkt auf dem Bildschirm fixiert gehalten werden. Zur Kontrolle dieser Fixierung erscheint in unregelmäßigen Abständen ein Farb- bzw. Formwechsel auf die reagiert werden muss. Im Test erscheinen Reize in zufälligen zeitlichen Abständen an unterschiedlichen Positionen auf dem Bildschirm. Position und Anzahl der Reize werden, basierend auf den anfangs eingestellten Parametern, berechnet. Jeder Stimulus und jeder Farbwechsel sollte so schnell wie möglich mit der Antworttaste bestätigt werden.

2.5 Einstellungen

Für die Durchführung der Kampimetrie ist die Eingabe von Parametern erforderlich. Diese erfolgt vor Beginn des Screenings. Im Parametermenü sind Einstellungen wie effektive Bildschirmgröße, Abstand zum Auge, Matrixgröße und zu vermessendes Auge vorzunehmen. Ohne diese ist keine verwertbare Messung möglich. Hinweis: Es können nur Tests mit gleichen Parametern verglichen werden. Tests mit unterschiedlichen Matrixgrößen, z.B. 24x16 und 18x12, können nicht überlagert dargestellt werden. Wenn Bildschirmhöhe, -breite und/oder -distanz voneinander abweichen ist keine Überlagerung möglich.



Abb. 7: Hinweis zur Parametereingabe und Vergleichbarkeit in den Ergebnissen



Abb. 8: Das Parametermenü für die Eingabe der erforderlichen Messparameter

Parameter der Kampimetrie:

Zu prüfendes Auge Wählen Sie das zu testende Auge des Patienten aus:

- Beide Augen
- Linkes Auge
- Rechtes Auge

Matrixgröße	Wählen Sie das Raster aus, in welchem das Gesichtsfeld vermessen werden soll. Hier stehen, in Abhängigkeit zur gewählten Option im Parameter "Zu prüfendes Auge", folgende Möglichkeiten zur Verfügung: Beide Augen: <ul style="list-style-type: none">• 24 x 16 Prüfpunkte (404 Reize*)• 18 x 12 Prüfpunkte (236 Reize*)• 12 x 8 Prüfpunkte (100 Reize*) Linkes oder rechtes Auge: <ul style="list-style-type: none">• 16 x 16 Prüfpunkte (276 Reize*)• 12 x 12 Prüfpunkte (160 Reize*)• 8 x 8 Prüfpunkte (68 Reize*)
Bildschirmbreite	Tragen Sie die Breite des für die Bildanzeige genutzten Teils des Monitors ein.
Bildschirmhöhe	Tragen Sie die Höhe des für die Bildanzeige genutzten Teils des Monitors ein.
Abstand Bildschirm - Patienten	Tragen Sie den Abstand der Augen Ihres Klienten zur Bildschirmmitte ein, wenn dieser mittig vor dem Bildschirm positioniert wurde.

** Reize, die zum Prüfen des Gesichtsfelds dienen, ohne Fixationskontrollen.*

Zusätzlich wird unterhalb der Eingabefelder auf den optimalen Abstand zwischen Klient und Bildschirm hingewiesen. Die Parameter werden erst bei Betätigen durch "Übernehmen" gespeichert. Über den Button "Zurücksetzen" werden sämtliche Eingaben verworfen und die Parameter der letzten Sitzung des Klienten bzw. die Standardparameter wieder hergestellt.

2.6 Durchführung

Parametereingabe

Vor der Durchführung des Tests müssen zunächst die erforderlichen Einstellungen für den Test vorgenommen werden.

Instruktion und Übung

Der Test beginnt mit einer kurzen Übung. Die verschiedenen Symbole werden vorgestellt und die Durchführung erklärt. Danach folgt ein Übungsdurchlauf, der bei Bedarf wiederholt werden kann. Im Test werden 3 verschiedene Symbole verwendet. Die Aufgabe des Klienten ist, so schnell wie möglich auf die Reize mit Drücken der OK-Taste zu reagieren.

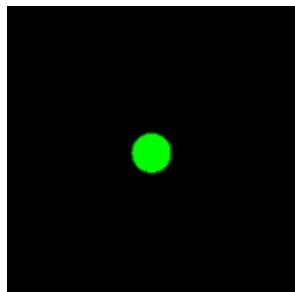


Abb. 9: Fixationspunkt

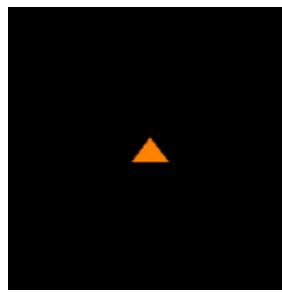


Abb. 10: Fixationskontrollpunkt

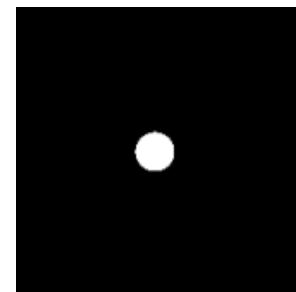


Abb. 11: Stimulusreiz

Der Fixationspunkt befindet sich in der Mitte des Bildschirms und wechselt gelegentlich Farbe und/oder Form. Er dient dazu den Blick zu fixieren und das Gesichtsfeld statisch prüfbar zu halten. Wird ein Farb-/Formwechsel in der vorgesehenen Zeit von 1000 ms beantwortet, so wird ein Feedbackton wiedergegeben. Der Reiz oder Stimulus erscheint auf dem gesamten Bildschirm verteilt. Er wird in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Wird ein Stimulus gesehen, so soll so schnell wie möglich die OK-Taste gedrückt werden. Bei einer Reaktion im vorgegebenen Zeitfenster ertönt ein Feedbackton.

Durchführung des Tests

Im Anschluss an die Übung erfolgt der Test. Jeder Reiz (Stimulus oder Fixationskontrolle) wird nach einer zufällig bestimmten Zeit präsentiert. Anzahl und Position der Reize werden basierend auf den Parametern berechnet. Nach Ablauf eines Zeitraums von 500 bis 1000 ms wird der Reiz kurz angezeigt und dann wieder ausgeblendet. Danach besteht ein Zeitfenster von 1000 ms, um auf diesen Reiz zu reagieren. Die Positionen um den Fixationspunkt werden je nach ausgewählter Matrixgröße mehrfach geprüft. Die folgenden Abbildungen zeigen, wie oft jede Position in einer Matrix geprüft wird.

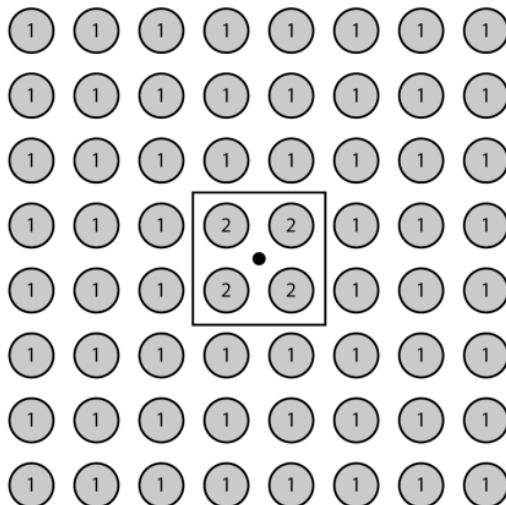


Abb. 12: Matrix 8x8

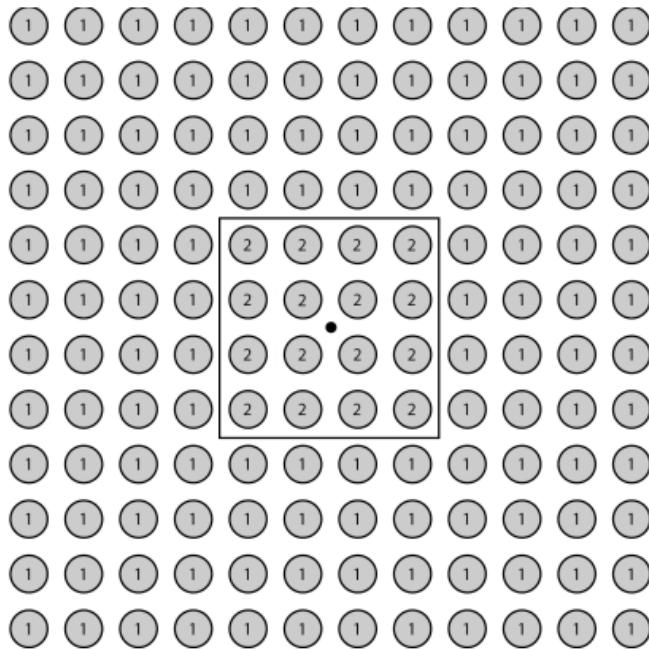


Abb. 13: Matrix 12x12

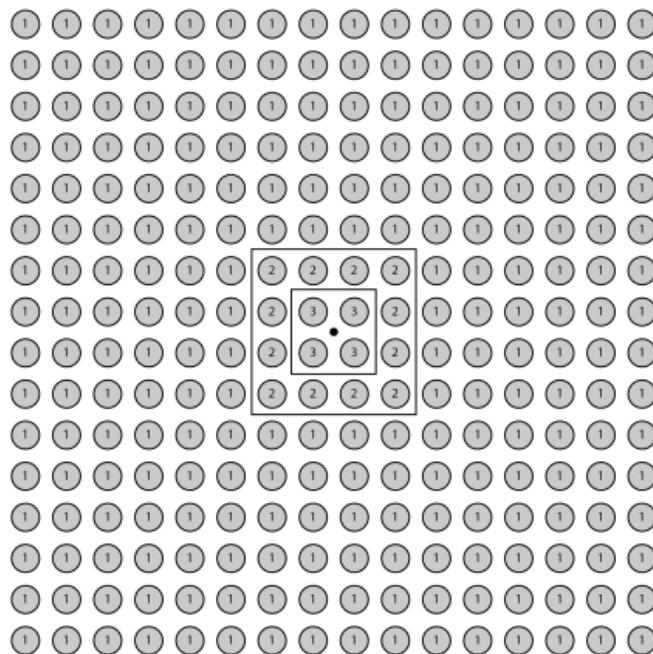


Abb. 14: Matrix 16x16

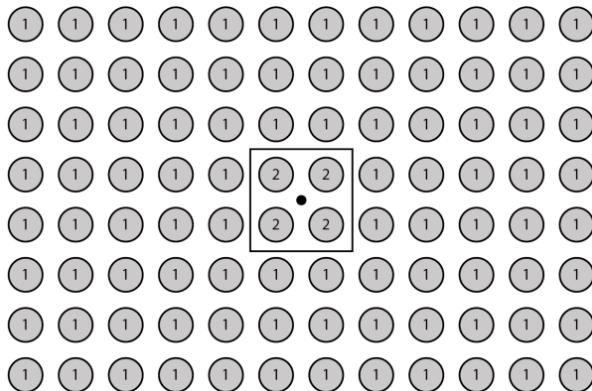


Abb. 15: Matrix 12x8

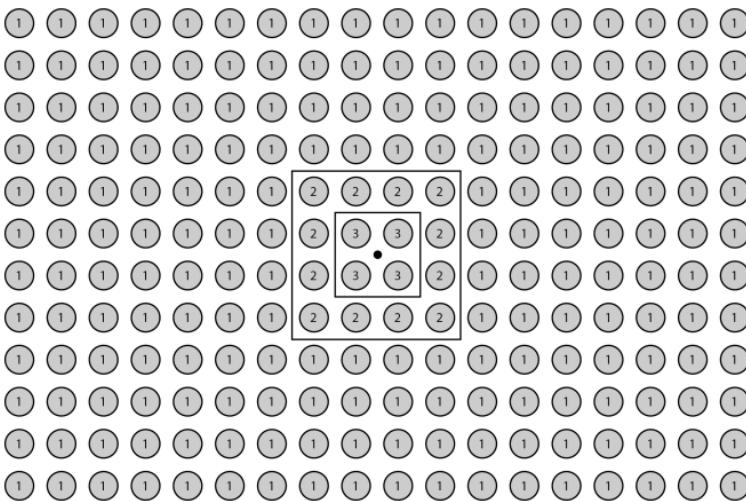


Abb. 16: Matrix 18x12

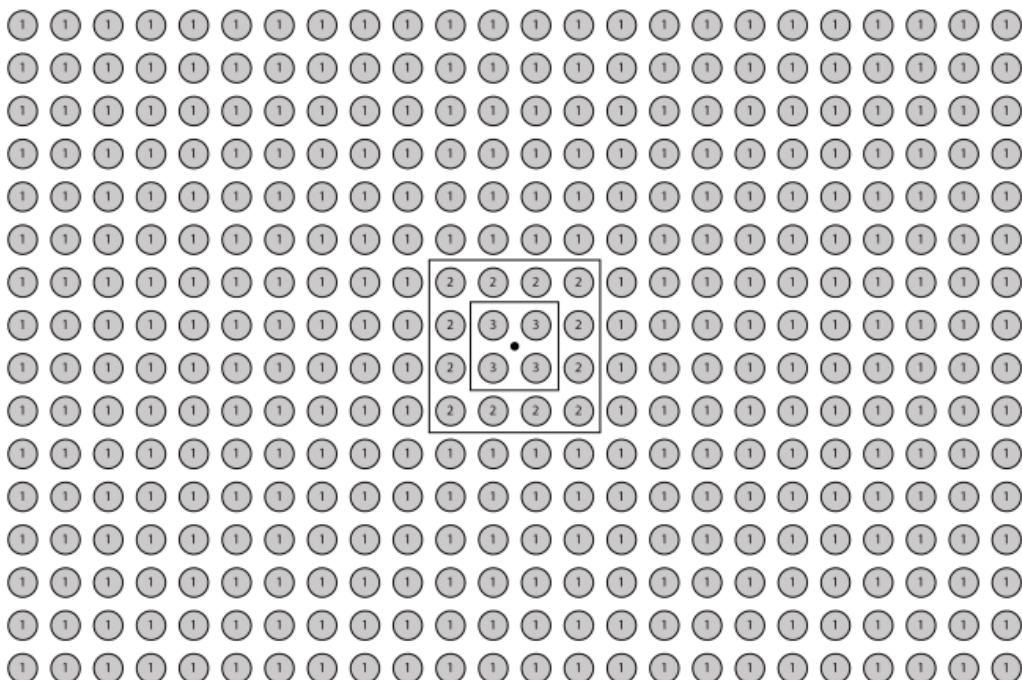


Abb. 17: Matrix 24x16

Die Fixationskontrolle erfolgt zufällig mit einer Wahrscheinlichkeit von 15% nach jedem Reiz. Jede Fixationskontrolle soll durch die OK-Taste beantwortet werden. Wird auf die Fixationskontrolle 3 mal in Folge nicht reagiert, wird durch einen Signalton auf die Fixationskontrolle hingewiesen. Falls die OK-Taste dauerhaft gedrückt wird, wird der Test unterbrochen. Ein Signalton ertönt und der Test stoppt bis die Taste wieder losgelassen wird. Wurde die Taste losgelassen, wird der Test fortgesetzt.

Dauer

Je nach gewählter Matrixgröße und zu testendem Auge beträgt die Testzeit zwischen 2 und 15 Minuten.

2.7 Auswertung

Grundlegende Informationen zur Auswertung der Screening-Ergebnisse finden Sie im RehaCom-Handbuch, Kapitel "Ergebnisse Screening".

Ergebnisübersicht

Im Screening Kampimetrie wird der Prozentrang zur Bewertung herangezogen. Dieser gibt an, wie viele Reize, im Verhältnis zur Gesamtanzahl der abgefragten Reize, übersehen wurden.

Kampimetrie →

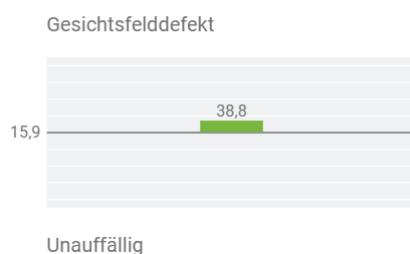


Abb. 18: Ergebnis des Kampimetrie-Screenings in der Übersicht

Detaillierte Informationen zum Ablauf des Screenings können über "Details" angezeigt werden.

Details

Die Detailansicht zeigt für alle durchgeführten Tests die Auswertungsparameter. Im oberen Bereich befindet sich die Liste aller durchgeführten Tests sortiert nach Datum. Mit einem Stern (*) gekennzeichnete Einträge zeigen nicht vollständig durchgeführte Tests an. In der Tabelle ist jedem ausgewählten Ergebnis eine Zeile zugeordnet.

Tabelle

Datum	Anzahl Stimuli ges.	Median Reaktionszeit Quadrant LO/LU/RO/RU [ms]	Auslassungen Quadrant LO/LU/RO/RU	Fixationskontrolle		Fehler ²
				Median Reaktionszeit Fixation [ms]	Fixationsgüte ¹	
01.09.2025	404	334/333/332/332	5/2/1/2	457	99% (72/73)	3(1%)

¹Anteil der richtigen Reaktionen auf Reiz der Fixationskontrolle (oder Dreieck)

²Falsch positive Reaktionen

Abb. 19: Detailansicht der Kampimetrie-Ergebnisse - Tabelle

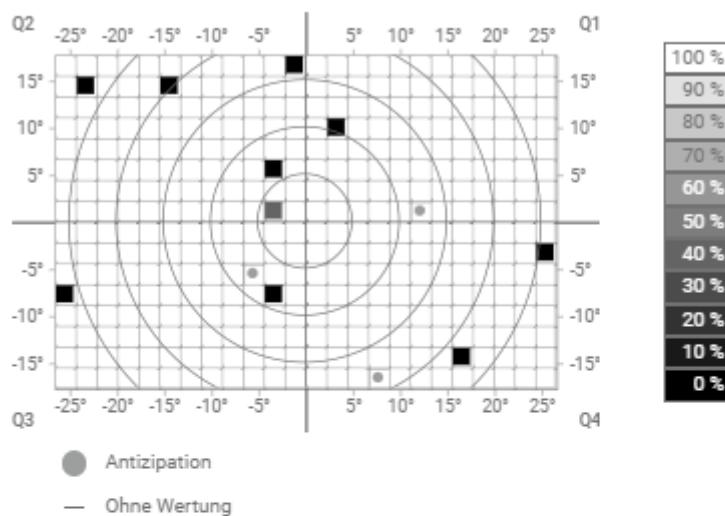
Spalten der Ergebnistabelle:

Datum	Zeitpunkt der Durchführung des Screenings
Richtige	Anzahl der richtigen Reaktionen auf einen Reiz
Anzahl Stimuli ges.	Anzahl aller präsentierten Reize
Median Reaktionszeit Quadrant	Median aller Reaktionszeiten, der in jedem der 4 Quadranten erreicht wurde in ms: <ul style="list-style-type: none"> • links oben (LO) • links unten (LU) • rechts oben (RO) • rechts unten (RU)
Auslassungen Quadrant	Anzahl der Nicht-Reaktionen auf einen Reiz in jedem der 4 Quadranten
Median Reaktionszeit Fixation	Median aller Reaktionszeiten auf den zentralen Fixationsreiz in ms
Fixationsgüte	Anzahl der Reaktionen auf den zentralen Fixationsreiz
Fehler	Anzahl der falsch positiven Reaktionen (Reaktionen ohne Reiz)

Zwei weitere Diagramme zeigen die Reaktionszeiten und die Qualität der Reaktionen an.

Grafiken

Häufigkeit der korrekten Reaktionen



Reaktionszeiten

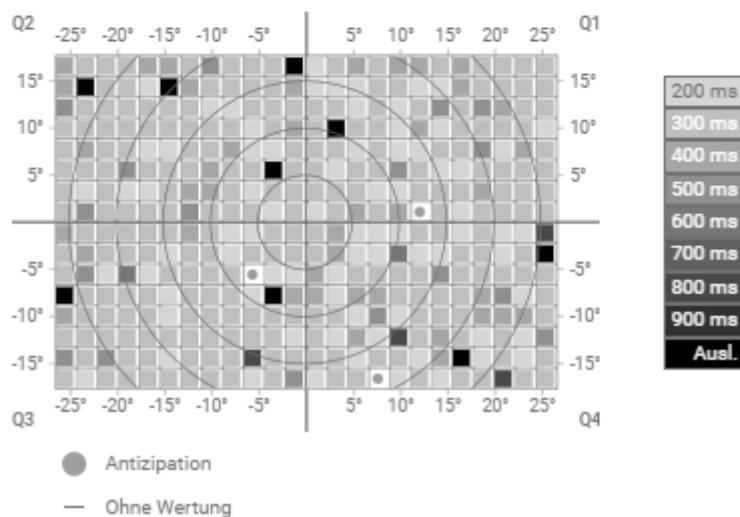


Abb. 20: Detailansicht der Kampimetrie-Ergebnisse – Grafiken

Das Diagramm "Richtig/Ausgelassen" zeigt an, auf welchen Punkt mit welcher Häufigkeit reagiert wurde. Die Häufigkeit wird über eine Graustufenskala dargestellt. Mit einem Kreis gefüllte Matrixfelder zeigen falsch-positive Reaktionen an. Bei grau dargestellten Matrixfeldern, handelt es sich um Punkte, die während der Testdurchführung mehrfach überprüft wurden. Für diese Punkte liegen richtige Reaktionen und Auslassungen vor.

Das Diagramm der Reaktionszeiten zeigt an, wie schnell auf einen Punkt reagiert wurde. Die Reaktionszeiten werden mit Hilfe der Graustufenskala dargestellt. Zur Orientierung dienen die Graustufen der Legende. Je schneller die Reaktionszeit, umso heller wird das jeweilige Matrixfeld gezeichnet. Die Zeit (ms) in einer Graustufenzelle der Legende beschreibt immer den Anfangswert der dargestellten Graustufe. Im Diagramm der Reaktionszeiten werden je nach Reaktionszeit Zwischenwerte für die Graustufen berechnet. So hat beispielsweise eine Reaktionszeit von 250 ms eine Graustufe, die zwischen der Graustufe von 200 und 300 ms aus der Legende liegt.

2.8 Literaturverweise

- Schmielau, Wong (2007) Recovery of visual fields in brain-lesioned patients by reaction perimetry treatment
- Kasten, Wüst, Behrens-Baumann, Sabel (1998). Computer based training for the treatment of partial blindness. *Nature Medicine*. Nr. 4, S. 1083-1087
- Poggel, Müller, Kasten, Sabel (2008). Multifactorial predictors and outcome variables of vision restoration training in patients with post-geniculate visual field loss. *Restorative Neurology and Neuroscience*. Nr. 26, S. 321-339
- Schlüter, Schulz, Kenkel, Romano (2009). Functional Improvements after a Visual Rehabilitation Intervention for Patients with Homonymous Visual Field Defects. Poster presented at the Annual Meeting of the American Academy of Neurology, Seattle, April 26-May 2, 2009
- de Haan GA, Melis-Dankers B, Brouwer WH, Tucha O, Heutink J. (2016) The Effects of Compensatory Scanning Training on Mobility in Patients with Homonymous Visual Field Defects: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2015 Aug 14;10 (8):e0134459. doi: 10.1371/journal.pone.0134459. eCollection 2015.
- Überblicksartikel:
- Kerkhoff, Oppenländer, Finke, Bublak (2007). Therapie cerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen. *Der Nervenarzt*, Nr. 78, S. 457–470

3 Alertness (ALET)

3.1 Anwendungsbereiche

Als Alertness bezeichnet man die allgemeine Wachheit, die es ermöglicht schnell und angemessen auf eine Anforderung zu reagieren. Als Grundlage jeglicher Aufmerksamkeitsleistung ist Alertness die Voraussetzung für adäquates Handeln.

Man unterschied zunächst zwischen "tonischem Arousal", worunter der allgemeine Wachzustand verstanden wird, und "phasischem Arousal", der die erhöhte Reaktionsbereitschaft in Erwartung eines zu erwartenden Ereignisses bezeichnete.

Heute fasst man unter dem Begriff "Alertness" folgende sehr unterschiedliche Prozesse zusammen:

- allgemeine Wachzustand ("tonisches Arousal")
- Aufrechterhaltung der Reaktionsbereitschaft über einen längeren Zeitraum ("intrinsische Alertness")
- kurzfristige Fokussierung der Aufmerksamkeit auf ein erwartetes Ereignis ("phasisches Arousal").

Geprüft wird anhand einer einfachen visuellen Reaktionsaufgabe (ohne intrinsische Kontrolle des Aktivierungsniveaus, tonischer Verlauf des Aktivierungsniveaus) oder mit Warnreiz (phatische Aktivierung).

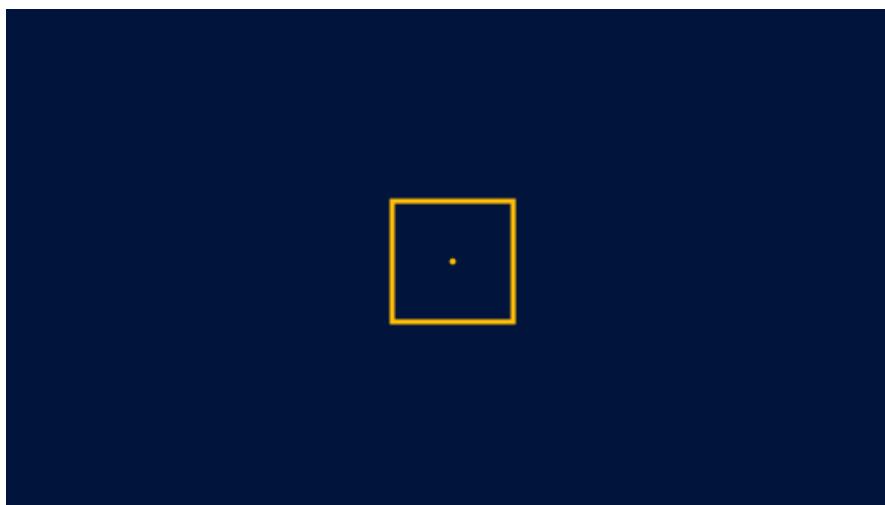


Abb. 21: Alertness Screening

3.2 Zielgruppe

Aufmerksamkeitsstörungen können bei nahezu allen neurologischen Erkrankungen auftreten, die das zentrale Nervensystem betreffen. Je nachdem, ob diese Erkrankungen zu eher umschriebenen, lokalisierten Schädigungen des Gehirns führen (wie z. B. ein Schlaganfall) oder zu eher diffusen Beeinträchtigungen (wie Schädel-Hirn-Traumen oder degenerative Erkrankungen), können die Funktionsstörungen im Aufmerksamkeitsbereich eher spezifisch oder global sein.

Zerebrovaskuläre Erkrankungen

Nach Läsionen im Hirnstammanteil der Formatio reticularis (Mesulam 1985) und nach Schlaganfällen insbesondere im Bereich der mittleren Hirnarterie (A. cerebri media) der rechten Hirnhemisphäre

können sowohl Störungen der Aufmerksamkeitsaktivierung als auch der Vigilanz und der längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung auftreten (Posner et al. 1987).

Während das retikuläre System des Hirnstamms die "noradrenerge Quelle" der Aufmerksamkeitsaktivierung ist (Stuss u. Benson 1984), steuert das frontothalamische "Gating-System" die selektive und gerichtete Zuordnung dieser Aufmerksamkeitsaktivierung. Läsionen dieses Systems führen zu einer eingeschränkten Selektivität für externe Stimuli und zu erhöhter Ablenkbarkeit, d. h. zu Störungen der Aufmerksamkeitsfokussierung.

Läsionen insbesondere frontaler Anteile der linken Hirnhälfte ziehen ebenfalls Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeits-Selektivität speziell in Situationen nach sich, in denen schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten einer Aufgabe getroffen werden müssen (Dee u. van Allen 1973, Sturm u. Bussing 1986).

Störungen der räumlichen Aufmerksamkeit können ebenfalls selektiv durch lokalisierte Hirnschädigungen beeinträchtigt werden. Schädigungen des posterioren Parietallappens scheinen insbesondere zu Störungen des Lösens (disengage) der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu führen, wenn die Aufmerksamkeit zu einem Zielreiz in der Raumhälfte gegenüber der Läsionsseite verschoben werden soll (Posner et al. 1984). Hier ist auch eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen zu sehen (siehe Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition").

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen besonders häufig nach bilateralen frontalen vaskulären Schädigungen aufzutreten (Rousseaux et al. 1996).

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Zusammen mit Gedächtnisstörungen stellen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen das häufigste neuropsychologische Defizit nach einem SHT dar. Der konsistenteste Befund nach SHT ist eine allgemeine, unspezifische Verlangsamung der Informationsverarbeitung. Die Ursache dieser Funktionsstörungen nach SHT bleibt jedoch weitgehend unklar. Als pathologisches Korrelat der Schädigung infolge vor allem rotationaler Beschleunigung des Gehirns werden unter anderem "diffuse axonale Schädigungen" diskutiert bzw. ein Hypometabolismus in präfrontalen und zingulären Hirnarealen (Fontaine et al. 1999).

Multiple Sklerose

Kognitive Verlangsamung und erhöhte Reaktionsvariabilität bei zu Beginn der Erkrankung häufig noch erhaltener Leistungsgüte ist ein weit verbreitetes Defizit bei Patienten mit Multipler Sklerose, so dass Tests mit Reaktionszeiterfassung bei dieser Erkrankung von besonderer Bedeutung sind. Diese Verlangsamung ist offensichtlich von den einzelnen Unterfunktionen der Aufmerksamkeitsleistung relativ unabhängig. Als neuronale Grundlage wird eine diffus lokalisierte axonale Schädigung und Demyelinisierung angenommen, deren Pendant, ein generell erhöhtes Ausmaß an Hirnatrophie, auch nachgewiesen werden konnte (z. B. Lazeron et al. 2006).

Neurodegenerative Erkrankungen

Bereits im frühen Stadium der Alzheimer-Demenz (AD) sind oft Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Sie scheinen häufig zwar erst nach Gedächtnisstörungen, aber noch vor

Beeinträchtigungen von Sprache und räumlichen Leistungen aufzutreten (Perry et al. 2000). Andere Befunde weisen auf eine relative Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung und visuell-räumlichen Aufmerksamkeit, aber auch auf frühe Störungen der selektiven Aufmerksamkeit hin. Im Verlauf der Erkrankung nehmen auch Störungen der inhibitorischen Kontrolle zu.

Bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ sind fluktuierende Aufmerksamkeitsleistungen und Defizite in der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ein zentrales diagnostisches Kriterium. Neuere Studien (Calderon et al. 2005) fanden, dass die Patienten sogar in nahezu allen Aufmerksamkeitsfunktionen (Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) signifikant schlechtere Ergebnisse als AD-Patienten zeigen.

Patienten mit Morbus Parkinson oder Chorea Huntington zeigen in der Regel keine Defizite bei Vigilanz-Aufgaben, wohingegen Patienten mit progressiver supranuklearer Paralyse (Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom) unter derartigen Störungen leiden. Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen ein generelles Problem demenzieller Erkrankungen in späteren Erkrankungsstadien zu sein.

Depression und Aufmerksamkeitsstörungen

Auch bei Depression stehen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen im Vordergrund der kognitiven Funktionsbeeinträchtigungen. In erster Linie sind bewusste, kognitiv gesteuerte Funktionen betroffen. Speziell die Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur Aufmerksamkeits(ver)teilung konnte als prognostischer Parameter identifiziert werden (Majer et al. 2004). Nur bei sehr schweren Depressionen können auch Störungen der automatischen Verarbeitung vorliegen (Hartlage et al. 1993). Depressive Patienten schätzen im Gegensatz zu z. B. Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ihre Leistungen oft schlechter ein, als sie tatsächlich bei der psychometrischen Untersuchung sind. Farrin et al. (2003) konnten zeigen, dass diese negative Selbsteinschätzung z. B. bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit zu "Katastrophreaktionen" nach Fehlern mit unmittelbar anschließend verlängerten Reaktionszeiten führen kann. SHT-Patienten zeigten derartige Reaktionen nicht.

Quelle: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

3.3 Aufbau

Die Reaktionszeit wird unter zwei Bedingungen untersucht.

1. Bedingung

Auf dem Bildschirm erscheint ein Objekt, welches fixiert werden soll.



In randomisierten Abständen verändert sich das Objekt.



Aufgabe ist, so schnell wie möglich auf das veränderte Objekt mit Tastendruck zu reagieren.

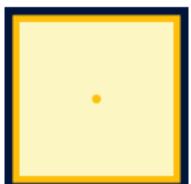
Gemessen wird hier die Aufrechterhaltung der Reaktionsbereitschaft über einen längeren Zeitraum, die intrinsische Alertness.

2. Bedingung

Auf dem Bildschirm erscheint ein Objekt, welches fixiert werden soll.



Bevor in randomisierten Abständen eine Veränderung des Objektes eintritt, wird ein akustischer Hinweisreiz (Warnton) gegeben.



Gemessen wird hier die zeitliche Ausrichtung des Aufmerksamkeitsfokus, das phasische Arousal.

3.4 Durchführung und Dauer

Durchführung

Der Test beginnt mit einer Übung, in der Hinweise erscheinen, falls fehlerhaft (zu früh, gar nicht) reagiert wurde. Die Übung wird erst beendet, wenn man je Durchgang zwei Mal hintereinander richtig reagiert hat.

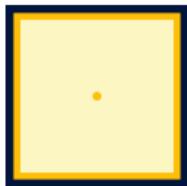
Im Anschluss an die Übung wird der Test in vier Teilen in einer einfachen ABBA-Abfolge durchgeführt:

1. Durchgang ohne Warnton (A).
2. Durchgang mit Warnton (B).
3. Durchgang mit Warnton (B).
4. Durchgang ohne Warnton (A).

Nun wird in der Bildschirmmitte folgendes Objekt dargestellt:



Der Klient wird angewiesen, in dem Moment, in dem sich die Fläche im Quadrat füllt,



so schnell wie möglich die OK-Taste zu drücken.

Sofort nach der Reaktion wird die Fläche im Quadrat wieder leer dargestellt.

In den Durchgängen 2 und 3 (mit Warnton) wird kurze Zeit vor dem Einblenden des gefüllten Quadrats ein Signalton eingespielt und damit mit der Reaktionszeit das phasische Arousal gemessen.

In jedem Durchgang gibt es zu Beginn zwei Probereize, die nicht mit in die Auswertungen einfließen. Anschließend folgen die Reaktionszeitmessungen. Wird fehlerhaft reagiert, erscheinen so lange zusätzliche Reize, bis 10 gültige Reaktionen registriert wurden. In einem Durchgang werden also mindestens $2+10=12$ Reize präsentiert, plus eine den fehlerhaften Reaktionen entsprechende zusätzliche Anzahl.

Dauer

ca. 6 Minuten (ohne Übung)

3.5 Auswertung

Im Test Alertness werden zwei Prozentränge berechnet.

Prozentrang 1: Alertness ohne Warnton (tonische Alertness): Median aller Reaktionen ohne Warnton

Prozentrang 2: Alertness mit Warnton (phasische Alertness): Median aller Reaktionen mit Warnton

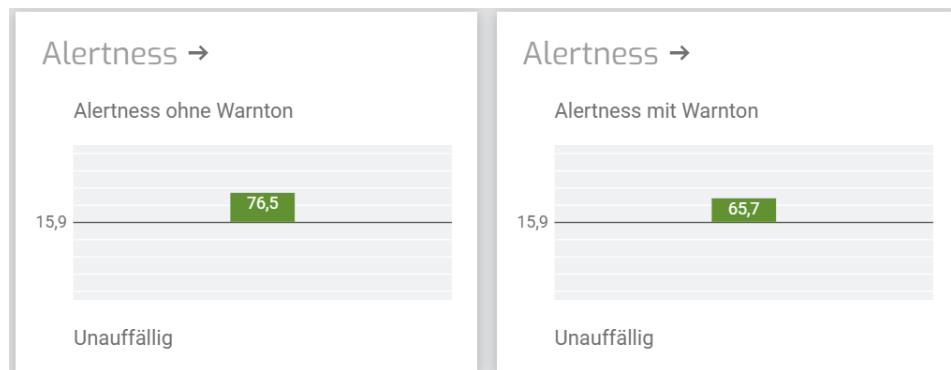


Abb. 22: Ergebnisse des Alertness-Screenings in der Übersicht

Details

Detaillierte Informationen zum Ablauf des Screenings können über den Schalter "Details" angezeigt werden.

Sie können eine Screeningsitzung durch einen Mausklick in die Liste auswählen. Die Anzeige in den Diagrammen und Tabellen ändert sich dann entsprechend.

Folgende Daten stehen zur Auswertung zur Verfügung:

- Die mittlere Reaktionszeit (Median) misst die allgemeine Verarbeitungsgeschwindigkeit und gibt damit Hinweise auf durch Schädigungen des Gehirns erworbene Verlangsamungen.
- Die Variabilität der Reaktionszeit ist ein Maß für die Stabilität des Leistungsniveaus. Höhere Standardabweichungen weisen auf geringe Stabilität hin.
- Ein Trend in den Reaktionszeiten zu längeren Zeiten weist auf eine (schnelle) Ermüdung und damit auf das Absinken des tonischen Arousal hin.

Tabelle

	Reaktionszeiten		Std. Abweichung [ms]	Auslassungen	Ausreißer	Antizipationen
	Median Reakt.-Zeit [ms]	Prozentrang				
Ohne Warnton	283	76.5	91	0	1	0
Mit Warnton	299	65.7	61	0	0	0

Abb. 23: Ergebnisse des Alertness Screening - Tabelle

In der oberen Tabelle befinden sich Informationen zur Bestimmung der Prozentränge und Kennwerte (Mittelwert, Median, Standardabweichung usw.) für jeden Durchgang.

Median Reakt.-Zeit (ms)	Median aller Reaktionszeiten in ms
Prozentrang	Errechneter Prozentrang der Reaktionszeiten
Std. Abweichung (ms)	Standardabweichung in ms
Auslassungen:	Anzahl der Auslassungen. Die erhöhte Anzahl an Auslassungen kann Hinweis auf erhöhte Reaktionslatenz geben und sollte mit den Ergebnissen des Go/Nogo Screenings in Bezug gebracht werden.
Ausreißer:	Jede Reaktionszeit, die größer als die mittlere Reaktionszeit plus der 2,35-fachen Standardabweichung ist.
Antizipation:	Wenn vor dem Reiz gedrückt wurde oder die Reaktionszeit weniger als 100ms beträgt.

Grafik

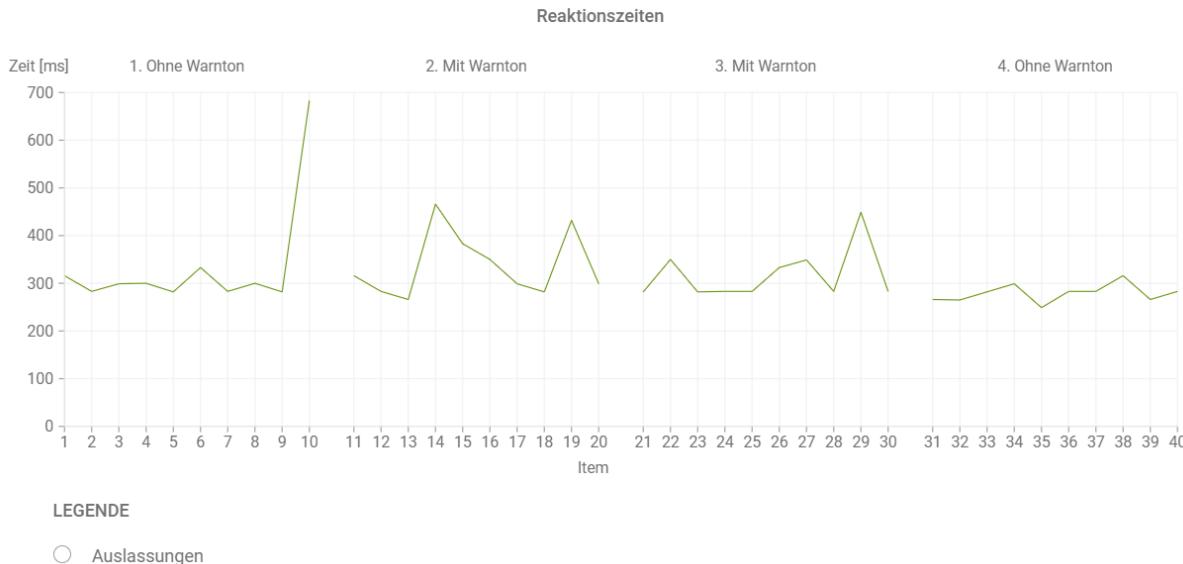


Abb. 24: Ergebnisse Alertness Screening - Grafik

Im Reaktionszeiten-Diagramm werden alle einzelnen Reaktionszeiten dargestellt. Ist bei einem Reiz nicht reagiert oder vor der Reizdarbietung reagiert worden, wird keine Markierung gezeichnet. Die Reize 11-15 sind nur vorhanden, wenn während der regulären Reize (1-10) fehlerhaft reagiert wurde.

Ist die Reaktionszeit zum Ende der Testdurchführung verlangsamt, so kann dies Hinweise auf rasche Ermüdbarkeit geben. Ein deutlichem Anstieg der Reaktionszeiten mit Warnton gibt Hinweis auf verminderte intrinsische Alertness. Die Standardabweichung (Variabilität) der Reaktionszeiten kann Auskunft über die Beständigkeit der Leistung geben.

3.6 Literaturverweise

- Thöne-Otto, A., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams, K., Sturm, W., & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 271-281.
- Griffin, I.C. & Nobre, A.C. (2005). Temporal Orienting of Attention. In L. Itti, G. rees & J.K. Tsotsos (Hrsg.), *Neurobiology of Attention*. Burlington, MA: Elsevier.
- Sturm, W. (2002). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen in der Neurologie. *Aktuelle Neurologie*, 29, 25-29.
- Sturm W., de Simone A., Krause B.J., Specht K., Hesselmann V., Radermacher I., Herzog H., Tellmann L., Müller-Gärtner H.W. & Willmes K. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 37, 797-805.
- Coull, J.T. & Nobre, A.C. (1998). Where and when to pay attention: The neural system for directing attention to spatial locations and to time intervals revealed by both PET and fMRI. *Journal of Neuroscience*, 18, 7426-7435.
- Posner, M.I. & Petersen, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.

- Posner, M.I., Walker, J.A., Friedrich, F.A. & Rafel, R.D. (1984). Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *Journal of Neuroscience*, 4, 1863-1874.
- van Zomeren, A.H. (1981). Reaction Time and Attention after Closed Head Injury. Rijksuniversiteit Groningen: Dissertation.
- Posner, M.I. (1978). Chronometric Explorations of Mind. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M.I. & Boies, S.J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

4 Geteilte Aufmerksamkeit (GEAT)

4.1 Anwendungsbereiche

Geteilte Aufmerksamkeit ist die Fähigkeit, mehrere Dinge gleichzeitig zu beachten. Die Aufmerksamkeit wird dazu für simultane Prozesse geteilt. Im Alltag ist dies eher die Regel als die Ausnahme. Personen mit Defiziten in diesem Bereich klagen häufig über große Probleme bei der Alltagsbewältigung.

Aufmerksamkeitsressourcen müssen zwischen mehreren, miteinander konkurrierenden Stimuli aufgeteilt werden. Geteilte Aufmerksamkeit bedeutet die Fähigkeit, mehrere Aufgaben/Tätigkeiten zur gleichen Zeit oder aber abwechselnd in kurzen Zeitabschnitten durchzuführen. Umgangssprachlich wird diese Fähigkeit auch Multitasking genannt.

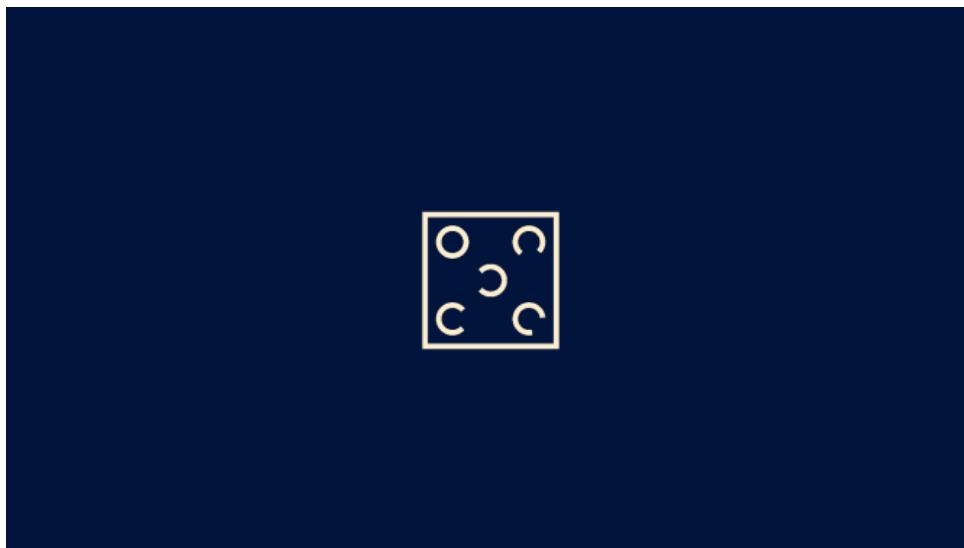


Abb. 25: Screening "Geteilte Aufmerksamkeit", relevanter Reiz, visueller Stimulus

4.2 Zielgruppe

Aufmerksamkeitsstörungen können bei nahezu allen neurologischen Erkrankungen auftreten, die das zentrale Nervensystem betreffen. Je nachdem, ob diese Erkrankungen zu eher umschriebenen, lokalisierten Schädigungen des Gehirns führen (wie z. B. ein Schlaganfall) oder zu eher diffusen Beeinträchtigungen (wie Schädel-Hirn-Traumen oder degenerative Erkrankungen), können die Funktionsstörungen im Aufmerksamkeitsbereich eher spezifisch oder global sein.

Zerebrovaskuläre Erkrankungen

Nach Läsionen im Hirnstammanteil der Formatio reticularis (Mesulam 1985) und nach Schlaganfällen insbesondere im Bereich der mittleren Hirnarterie (A. cerebri media) der rechten Hirnhemisphäre können sowohl Störungen der Aufmerksamkeitsaktivierung als auch der Vigilanz und der längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung auftreten (Posner et al. 1987).

Während das retikuläre System des Hirnstamms die "noradrenerge Quelle" der Aufmerksamkeitsaktivierung ist (Stuss u. Benson 1984), steuert das frontothalamische "Gating-System" die selektive und gerichtete Zuordnung dieser Aufmerksamkeitsaktivierung. Läsionen dieses

Systems führen zu einer eingeschränkten Selektivität für externe Stimuli und zu erhöhter Ablenkbarkeit, d. h. zu Störungen der Aufmerksamkeitsfokussierung.

Läsionen insbesondere frontaler Anteile der linken Hirnhälfte ziehen ebenfalls Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeits-Selektivität speziell in Situationen nach sich, in denen schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten einer Aufgabe getroffen werden müssen (Dee u. van Allen 1973, Sturm u. Bussing 1986).

Störungen der räumlichen Aufmerksamkeit können ebenfalls selektiv durch lokalisierte Hirnschädigungen beeinträchtigt werden. Schädigungen des posterioren Parietallappens scheinen insbesondere zu Störungen des Lösens (disengage) der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu führen, wenn die Aufmerksamkeit zu einem Zielreiz in der Raumhälfte gegenüber der Läsionsseite verschoben werden soll (Posner et al. 1984). Hier ist auch eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen zu sehen (siehe Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition").

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen besonders häufig nach bilateralen frontalen vaskulären Schädigungen aufzutreten (Rousseaux et al. 1996).

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Zusammen mit Gedächtnisstörungen stellen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen das häufigste neuropsychologische Defizit nach einem SHT dar. Der konsistenteste Befund nach SHT ist eine allgemeine, unspezifische Verlangsamung der Informationsverarbeitung. Die Ursache dieser Funktionsstörungen nach SHT bleibt jedoch weitgehend unklar. Als pathologisches Korrelat der Schädigung infolge vor allem rotationaler Beschleunigung des Gehirns werden unter anderem "diffuse axonale Schädigungen" diskutiert bzw. ein Hypometabolismus in präfrontalen und zingulären Hirnarealen (Fontaine et al. 1999).

Multiple Sklerose

Kognitive Verlangsamung und erhöhte Reaktionsvariabilität bei zu Beginn der Erkrankung häufig noch erhaltener Leistungsgüte ist ein weit verbreitetes Defizit bei Patienten mit Multipler Sklerose, so dass Tests mit Reaktionszeiterfassung bei dieser Erkrankung von besonderer Bedeutung sind. Diese Verlangsamung ist offensichtlich von den einzelnen Unterfunktionen der Aufmerksamkeitsleistung relativ unabhängig. Als neuronale Grundlage wird eine diffus lokalisierte axonale Schädigung und Demyelinisierung angenommen, deren Pendant, ein generell erhöhtes Ausmaß an Hirnatrophie, auch nachgewiesen werden konnte (z. B. Lazeron et al. 2006).

Neurodegenerative Erkrankungen

Bereits im frühen Stadium der Alzheimer-Demenz (AD) sind oft Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Sie scheinen häufig zwar erst nach Gedächtnisstörungen, aber noch vor Beeinträchtigungen von Sprache und räumlichen Leistungen aufzutreten (Perry et al. 2000). Andere Befunde weisen auf eine relative Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung und visuell-räumlichen Aufmerksamkeit, aber auch auf frühe Störungen der selektiven Aufmerksamkeit hin. Im Verlauf der Erkrankung nehmen auch Störungen der inhibitorischen Kontrolle zu.

Bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ sind fluktuierende Aufmerksamkeitsleistungen und Defizite in der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ein zentrales diagnostisches Kriterium. Neuere Studien (Calderon et al. 2005) fanden, dass die Patienten sogar in nahezu allen Aufmerksamkeitsfunktionen (Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) signifikant schlechtere Ergebnisse als AD-Patienten zeigen.

Patienten mit Morbus Parkinson oder Chorea Huntington zeigen in der Regel keine Defizite bei der phasischen Alertness und bei Vigilanz-Aufgaben, wohingegen Patienten mit progressiver supranuklearer Paralyse (Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom) unter derartigen Störungen leiden. Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen ein generelles Problem demenzieller Erkrankungen in späteren Erkrankungsstadien zu sein.

Depression und Aufmerksamkeitsstörungen

Auch bei Depression stehen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen im Vordergrund der kognitiven Funktionsbeeinträchtigungen. In erster Linie sind bewusste, kognitiv gesteuerte Funktionen betroffen. Speziell die Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur Aufmerksamkeits(ver)teilung konnte als prognostischer Parameter identifiziert werden (Majer et al. 2004). Nur bei sehr schweren Depressionen können auch Störungen der automatischen Verarbeitung vorliegen (Hartlage et al. 1993). Depressive Patienten schätzen im Gegensatz zu z. B. Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ihre Leistungen oft schlechter ein, als sie tatsächlich bei der psychometrischen Untersuchung sind. Farrin et al. (2003) konnten zeigen, dass diese negative Selbsteinschätzung z. B. bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit zu "Katastrophreaktionen" nach Fehlern mit unmittelbar anschließend verlängerten Reaktionszeiten führen kann. SHT-Patienten zeigten derartige Reaktionen nicht.

Quelle: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

4.3 Aufbau

Es sind parallel eine visuelle und eine auditive Aufgabe zu bearbeiten.

Auditiv - Visuelle Bedingung

Visuelle Aufgabe:

Im zentralen Bereich des Bildschirms ist ein quadratisches Feld mit 5 Kreisen zu sehen.

Alle Kreise haben eine Öffnung (Abb. 26: irrelevanter Reiz), die sich während der Durchführung in den Positionen verändert. Die Position der Kreise bleibt unverändert.



Abb. 26: irrelevanter Reiz

Wird im Feld eine Konstellation mit einem geschlossenen Kreis dargeboten (Abb. 27: relevanter Stimulus), so soll der Proband so schnell wie möglich die Antwort-Taste drücken. Es ist immer nur ein Kreis geschlossen.



Abb. 27: relevanter Stimulus

Auditive Aufgabe:

Synchron zu jedem Positionswechsel der Kreisöffnungen ertönt ein hoher oder ein tiefer Ton.

Wenn zweimal hintereinander der gleiche Ton ertönt, soll der Proband so schnell wie möglich die Antwort-Taste drücken.

4.4 Durchführung und Dauer

Durchführung

Das Screening-Modul beginnt mit einer Übung. Sie gilt als bestanden, wenn jeweils ein Mal auf einen relevanten auditiven und visuellen Reiz reagiert wurde.

Im Anschluss an die bestandene Übung wird das eigentliche Screening durchgeführt.

Fünf Kreise mit Öffnungen an wechselnden Positionen sind zu beobachten. Ist ein Kreis geschlossen, so soll der Proband die Antwort-Taste drücken.

Synchron dazu werden hohe und tiefe Töne im Wechsel präsentiert. Ertönt hintereinander zweimal der gleiche Ton, so soll der Proband die Antwort-Taste drücken.

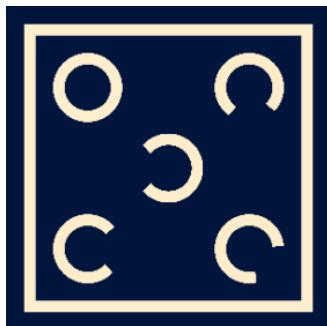


Abb. 28: Target Reiz: ein Kreis ist komplett geschlossen

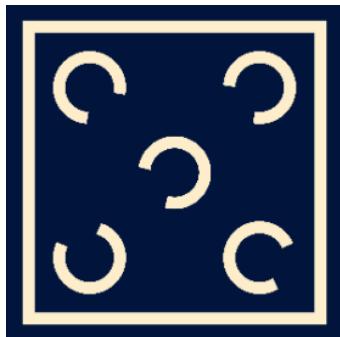


Abb. 29: Non Target: alle Kreise haben eine Öffnung

Dauer

3 Minuten (ohne Übung)

4.5 Auswertung

Im Screening Geteilte Aufmerksamkeit werden 2 Prozentränge berechnet.

Prozentrang 1: Auditiv

Normwert ist die Summe der Auslassungen Auditiv, also die Anzahl der verpassten Reaktionen auf zwei aufeinander folgende, gleiche akustische Reize.

Prozentrang 2: Visuelle Modalität

Normwert ist die Summe der Auslassungen visuell, also die Anzahl der verpassten Reaktionen auf einen relevanten visuellen Stimulus.

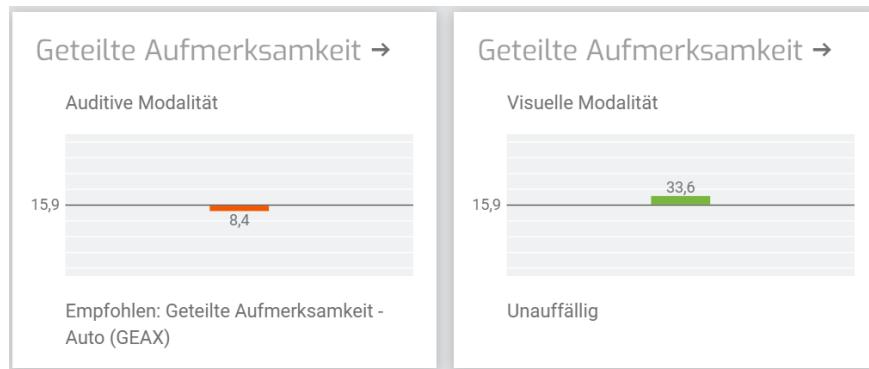


Abb. 30: Ergebnisse des Screenings Geteilte Aufmerksamkeit in der Übersicht

Details

Tabelle

Bedingungen	Median Reakt.-Zeit [ms]	Std. Abweichung [ms]	Fehler ¹	Auslassungen		Ausreißer
				Anzahl	Prozentrang	
Auditiv	615	567		2	1.8	0
Visuell	615	861		1	13.8	0
Gesamt				6	3	

¹Falsch positive Reaktionen

Abb. 31: Ergebnisse des Screenings Geteilte Aufmerksamkeit – Tabelle

In der Tabelle wird der Prozentrang gezeigt. Die Tabelle enthält den Median und die Standardabweichung aller Reaktionen auf relevante Reize, getrennt nach Modalität (auditiv, visuell). Außerdem sind die Anzahl der Auslassungen und Ausreißer enthalten. Da Fehlreaktionen keiner Reizart eindeutig zugeordnet werden können, werden diese nur in der Zeile "Gesamt" ausgegeben.

Ausreißer: Jede Reaktionszeit, die größer als die mittlere Reaktionszeit plus der 2,35-fachen Standardabweichung ist.

Grafiken

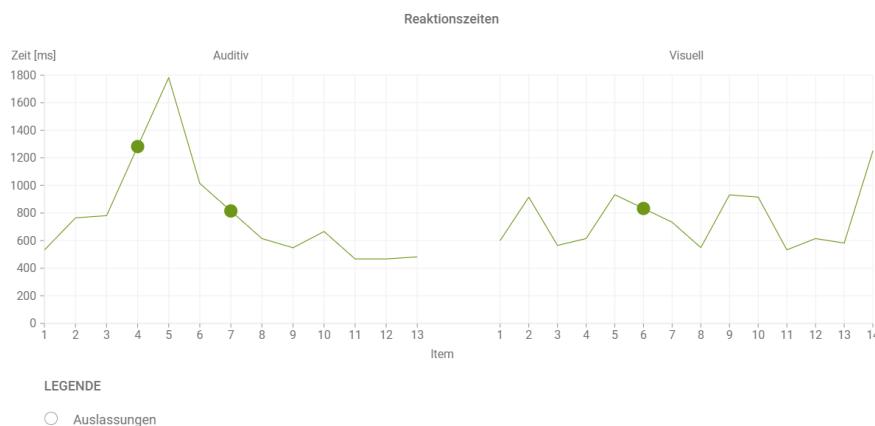


Abb. 32: Ergebnisse des Screenings Geteilte Aufmerksamkeit - Grafik

Im Reaktionszeiten-Diagramm werden alle einzelnen Reaktionszeiten auf relevante Reize angezeigt. Auf der linken Seite sind alle auditiven, rechts alle visuellen Reize gruppiert. Ist bei einem Reiz nicht reagiert worden, wird keine Markierung gezeichnet.

4.6 Literaturverweise

- Thöne-Otto, A., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams. K., Sturm, W., & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 271-281.
- Lavie, N. & de Fockert, J.W. (2005). The role of working memory in attention capture. *Psychological Bulletin and Review*, 12, 669-674.
- Lavie, N., Hirst, A. & de Fockert, J.W. (2004) Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 339-354
- Sturm, W. (2002). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen in der Neurologie. *Aktuelle Neurologie*, 29, 25-29.
- de Fockert, J.W., Rees, G., Frith, C.D. & Lavie, N. (2001) The role of working memory in visual selective attention. *Science*, 291, 1803-1806.
- Pashler, H. & Johnston, J.C. (1998). Attention limitations in dual-task performance. In H. Pashler (Hrsg.), *Attention*, Hove: Psychology Press.
- Sanders, A.F. (1997). A summary of resource theories from a behavioral perspective. *Biological Psychology*, 45, 5-18.
- Rees, G. & Frith, C.D. (1997), Modulating irrelevant motion perception by varying attentional load in an unrelated task. *Science*, 278, 1616-1619.
- Allport, A.D. (1993). Attention and control: Have we been asking the wrong questions? A critical review of twenty-five years. In D.E. Meyer, S. Kornblum (Hrsg.), *Attention and Performance XIV* (183-218). Cambridge, MA: MIT Press.
- Lane, D.L. (1982). Limited capacity, attention allocation and productivity. In W.C. Howell & E.A. Fleishman (Hrsg.), *Information processing and decision making*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Julesz, B. (1981). Textons, the elements of texture perception and their interactions. *Nature*, 290, 91-97.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and Communication*. New York: Pergamon Press.
- Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

5 Selektive Aufmerksamkeit (GONT)

5.1 Anwendungsbereiche

Das „Go/NoGo“ Paradigma wurde zur Prüfung der selektiven Aufmerksamkeit entwickelt.

Geprüft wird die Fähigkeit, unter Zeitdruck eine angemessene Reaktion auszuführen und gleichzeitig nicht adäquate Verhaltensimpulse zu kontrollieren. Entscheidend ist eine durch externe Reize getriggerte Reaktion zugunsten einer intern kontrollierten Verhaltensweise zu unterdrücken.

Der Aufmerksamkeitsfokus ist auf das vorhersehbare Erscheinen von Reizen gerichtet, die dann eine selektive Reaktion erfordern, wie zum Beispiel zu reagieren oder nicht zu reagieren.

5.2 Zielgruppe

Aufmerksamkeitsstörungen können bei nahezu allen neurologischen Erkrankungen auftreten, die das zentrale Nervensystem betreffen. Je nachdem, ob diese Erkrankungen zu eher umschriebenen, lokalisierten Schädigungen des Gehirns führen (wie z. B. ein Schlaganfall) oder zu eher diffusen Beeinträchtigungen (wie Schädel-Hirn-Traumen oder degenerative Erkrankungen), können die Funktionsstörungen im Aufmerksamkeitsbereich eher spezifisch oder global sein.

Zerebrovaskuläre Erkrankungen

Nach Läsionen im Hirnstammanteil der Formatio reticularis (Mesulam 1985) und nach Schlaganfällen insbesondere im Bereich der mittleren Hirnarterie (A. cerebri media) der rechten Hirnhemisphäre können sowohl Störungen der Aufmerksamkeitsaktivierung als auch der Vigilanz und der längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung auftreten (Posner et al. 1987).

Während das retikuläre System des Hirnstamms die "noradrenerge Quelle" der Aufmerksamkeitsaktivierung ist (Stuss u. Benson 1984), steuert das frontothalamische "Gating-System" die selektive und gerichtete Zuordnung dieser Aufmerksamkeitsaktivierung. Läsionen dieses Systems führen zu einer eingeschränkten Selektivität für externe Stimuli und zu erhöhter Ablenkbarkeit, d. h. zu Störungen der Aufmerksamkeitsfokussierung.

Läsionen insbesondere frontaler Anteile der linken Hirnhälfte ziehen ebenfalls Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeits-Selektivität speziell in Situationen nach sich, in denen schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten einer Aufgabe getroffen werden müssen (Dee u. van Allen 1973, Sturm u. Bussing 1986).

Störungen der räumlichen Aufmerksamkeit können ebenfalls selektiv durch lokalisierte Hirnschädigungen beeinträchtigt werden. Schädigungen des posterioren Parietallappens scheinen insbesondere zu Störungen des Lösens (disengage) der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu führen, wenn die Aufmerksamkeit zu einem Zielreiz in der Raumhälfte gegenüber der Läsionsseite verschoben werden soll (Posner et al. 1984). Hier ist auch eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen zu sehen (siehe Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition").

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen besonders häufig nach bilateralen frontalen vaskulären Schädigungen aufzutreten (Rousseaux et al. 1996).

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Zusammen mit Gedächtnisstörungen stellen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen das häufigste neuropsychologische Defizit nach einem SHT dar. Der konsistenteste Befund nach SHT ist eine allgemeine, unspezifische Verlangsamung der Informationsverarbeitung. Die Ursache dieser Funktionsstörungen nach SHT bleibt jedoch weitgehend unklar. Als pathologisches Korrelat der Schädigung infolge vor allem rotationaler Beschleunigung des Gehirns werden unter anderem "diffuse axonale Schädigungen" diskutiert bzw. ein Hypometabolismus in präfrontalen und zingulären Hirnarealen (Fontaine et al. 1999).

Multiple Sklerose

Kognitive Verlangsamung und erhöhte Reaktionsvariabilität bei zu Beginn der Erkrankung häufig noch erhaltener Leistungsgüte ist ein weit verbreitetes Defizit bei Patienten mit Multipler Sklerose, so dass Tests mit Reaktionszeiterfassung bei dieser Erkrankung von besonderer Bedeutung sind. Diese Verlangsamung ist offensichtlich von den einzelnen Unterfunktionen der Aufmerksamkeitsleistung relativ unabhängig. Als neuronale Grundlage wird eine diffus lokalisierte axonale Schädigung und Demyelinisierung angenommen, deren Pendant, ein generell erhöhtes Ausmaß an Hirnatrophie, auch nachgewiesen werden konnte (z. B. Lazeron et al. 2006).

Neurodegenerative Erkrankungen

Bereits im frühen Stadium der Alzheimer-Demenz (AD) sind oft Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Sie scheinen häufig zwar erst nach Gedächtnisstörungen, aber noch vor Beeinträchtigungen von Sprache und räumlichen Leistungen aufzutreten (Perry et al. 2000). Andere Befunde weisen auf eine relative Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung und visuell-räumlichen Aufmerksamkeit, aber auch auf frühe Störungen der selektiven Aufmerksamkeit hin. Im Verlauf der Erkrankung nehmen auch Störungen der inhibitorischen Kontrolle zu.

Bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ sind fluktuierende Aufmerksamkeitsleistungen und Defizite in der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ein zentrales diagnostisches Kriterium. Neuere Studien (Calderon et al. 2005) fanden, dass die Patienten sogar in nahezu allen Aufmerksamkeitsfunktionen (Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) signifikant schlechtere Ergebnisse als AD-Patienten zeigen.

Patienten mit Morbus Parkinson oder Chorea Huntington zeigen in der Regel keine Defizite bei der phasischen Alertness und bei Vigilanz-Aufgaben, wohingegen Patienten mit progressiver supranuklearer Paralyse (Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom) unter derartigen Störungen leiden. Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen ein generelles Problem demenzieller Erkrankungen in späteren Erkrankungsstadien zu sein.

Depression und Aufmerksamkeitsstörungen

Auch bei Depression stehen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen im Vordergrund der kognitiven Funktionsbeeinträchtigungen. In erster Linie sind bewusste, kognitiv gesteuerte Funktionen

betroffen. Speziell die Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur Aufmerksamkeits(ver)teilung konnte als prognostischer Parameter identifiziert werden (Majer et al. 2004). Nur bei sehr schweren Depressionen können auch Störungen der automatischen Verarbeitung vorliegen (Hartlage et al. 1993). Depressive Patienten schätzen im Gegensatz zu z. B. Patienten nach Schädel-HirnTrauma (SHT) ihre Leistungen oft schlechter ein, als sie tatsächlich bei der psychometrischen Untersuchung sind. Farrin et al. (2003) konnten zeigen, dass diese negative Selbsteinschätzung z. B. bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit zu "Katastrophreaktionen" nach Fehlern mit unmittelbar anschließend verlängerten Reaktionszeiten führen kann. SHT-Patienten zeigten derartige Reaktionen nicht.

Quelle: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

5.3 Aufbau

Folgende Aufgabe ist zu bearbeiten:

Dargeboten wird ein Fixationsreiz in der Mitte des Bildschirms.

In zufälligen Intervallen wird ein quergestreifter Reiz und ein längsgestreifter Reiz präsentiert.

Wenn der quergestreifte Reiz präsentiert wird, soll der Proband so schnell wie möglich die Antworttaste drücken.

Wird der längsgestreifte Reiz präsentiert, so soll nicht reagiert werden.

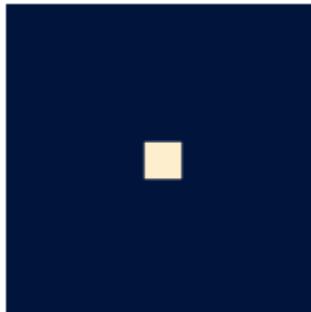


Abb. 33: Fixation

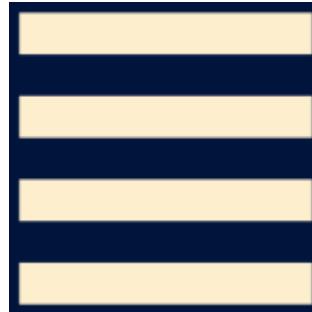


Abb. 34: Go

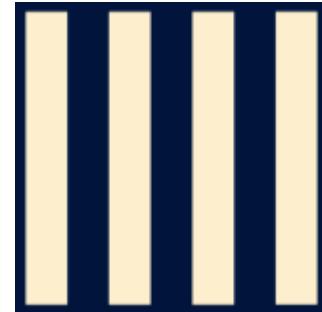


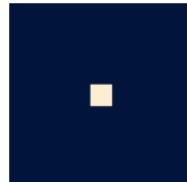
Abb. 35: No Go

Die Reize sind gut und einfach zu unterscheiden und können einen Reaktionsimpuls unmittelbar auslösen. Eine inadäquate Verhaltensweise wird so kontrollierbar, die mangelnde Fähigkeit zur Impulskontrolle deutlich.

5.4 Durchführung und Dauer

Das Screening beginnt mit einer Übung in der Hinweise erscheinen, falls fehlerhaft (zu früh, gar nicht) reagiert wurde. Die Übung wird erst beendet, wenn zwei Mal hintereinander richtig reagiert wurde. Im Anschluss an die bestandene Übung wird das Screening durchgeführt.

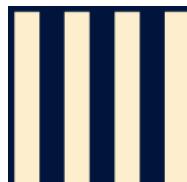
Der Proband schaut auf den Fixationsreiz in der Mitte des Bildschirms.



Wenn ein quergestreifter Reiz erscheint, soll der Proband die Antwort-Taste drücken.



Wenn ein längsgestreifter Reiz erscheint, soll der Proband nicht reagieren.



Dauer

2 Minuten (ohne Übung)

5.5 Auswertung

Im Screening Selektive Aufmerksamkeit werden 2 Prozentränge berechnet.

Prozentrang 1: Reaktionsgeschwindigkeit

Median der Reaktionszeiten auf relevante Reize

Prozentrang 2: Reaktionskontrolle

Anzahl der Reaktionen auf irrelevante Reize

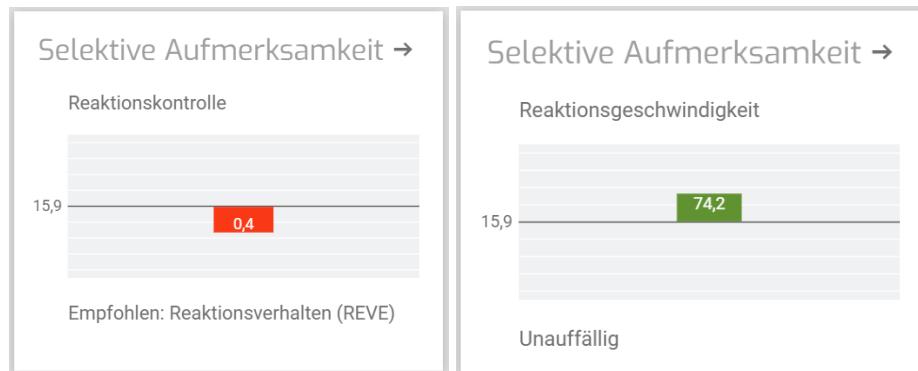


Abb. 36: Ergebnisse des Screenings Selektive Aufmerksamkeit in der Übersicht

Details

Detaillierte Informationen zum Ablauf des Screenings können über den Schalter "Details" angezeigt werden.

Relevant für die Beurteilung der Fähigkeit zur Reaktionskontrolle ist zunächst die Anzahl der Fehler. Ist diese erhöht, so ist dies ein Hinweis auf eine gestörte Impulskontrolle.

Die Reaktionszeiten können Hinweis auf die Geschwindigkeit von Entscheidungsprozessen geben. Die Impulskontrolle ist dann möglich, wenn bei der Bearbeitung der Aufgabe für eine geringe Fehlerzahl lange Reaktionszeiten (im Median) erforderlich werden.

Tabelle

Datum	Reaktionszeiten		Std. Abweichung [ms]	Fehler ¹		Auslassungen	Ausreißer
	Median Reakt.-Zeit [ms]	Prozentrang		Anzahl	Prozentrang		
01.09.2025	391	74.2	76	5	0.4	3	0

¹Falsch positive Reaktionen

Abb. 37: Ergebnisse Selektive Aufmerksamkeit – Tabelle

Erklärung Ergebnistabelle:

Datum	Zeitpunkt des Screenings
MW Reak.- Zeit	Median aller Reaktionszeiten auf relevante Reize in ms
Std. Abweichung	Standardabweichung vom Mittelwert der Reaktionszeiten auf relevante Reize in ms
Fehler	Anzahl der Reaktionen auf irrelevante Reize
Auslassungen	Anzahl verpasster relevanter Reize (max. 26)
Ausreißer	Anzahl der Ausreißer (Jede Reaktionszeit, die größer als die mittlere Reaktionszeit plus der 2,35-fachen Standardabweichung ist.)

Grafik



Abb. 38: Ergebnisse Selektive Aufmerksamkeit - Grafik

Im Reaktionszeiten-Diagramm (Abb. 38: Ergebnisse Selektive Aufmerksamkeit - Grafik) werden alle einzelnen Reaktionszeiten auf relevante Reize angezeigt. Ist bei einem Reiz nicht reagiert worden, wird keine Markierung gezeichnet. Regulär muss während des Durchlaufs auf 20 Reize reagiert werden, bei Fehlern erhöht sich die Anzahl auf maximal 26.

5.6 Literaturverweise

- Thöne-Otto, A., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams. K., Sturm, W., & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen. Zeitschrift für Neuropsychologie, 21, 271-281.
- Lavie, N. (2005). Attention and inaction: Mechanisms for preventing distractor responses. In G.W. Humphreys & M.J. Riddoch (Hrsg.) Attention in Action. Hove: Psychology Press.
- Sturm, W. (2002). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen in der Neurologie. Aktuelle Neurologie, 29, 25-29.
- Kawashima R., Satoh K., Itoh H., Ono S., Furumoto S., Gotoh R., Koyama M., Yoshioka S., Takahashi T., Takahashi K., Yanagisawa T. & Fukuda H. (1996). Functional anatomy of GO/NO-GO discrimination and response selection - a PET study in man. Brain research, 728, 79-89.
- Drewe, E.A. (1975a). An experimental investigation of Luria's theory on the effect of frontal lobe lesions in man. Neuropsychologia, 13, 421-429.
- Drewe, E.A. (1975b) Go-Nogo learning after frontal lobe lesions in humans. Cortex, 11, 8-16.
- Luria, A.R (1970). Die höheren kortikalen Funktionen des Menschen. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

6 Räumliche Zahlensuche (NUQU)

6.1 Anwendungsbereiche

Getestet werden die basale kognitive Leistungsgeschwindigkeit und die selektive Aufmerksamkeit. Außerdem kann der Test zum Screening eines visuellen Neglects benutzt werden.

Die basale kognitive Leistungsgeschwindigkeit wird in der Literatur mit jenen Fähigkeiten in Verbindung gebracht, welche als "flüssige Intelligenz", "perceptual speed" oder Bearbeitungsgeschwindigkeit bezeichnet werden. Das Screening soll der Messung der kognitiven Leistungsgeschwindigkeit dienen, also im Wesentlichen die "Speed- Komponente" erfassen.

Unter selektiver Aufmerksamkeit versteht man die Fähigkeit, sich über einen kurzen Zeitraum relevanten Merkmalen einer Reizkonstellation aktiv zuzuwenden und gleichzeitig irrelevante Aspekte von Reizen zu ignorieren bzw. zu unterdrücken.

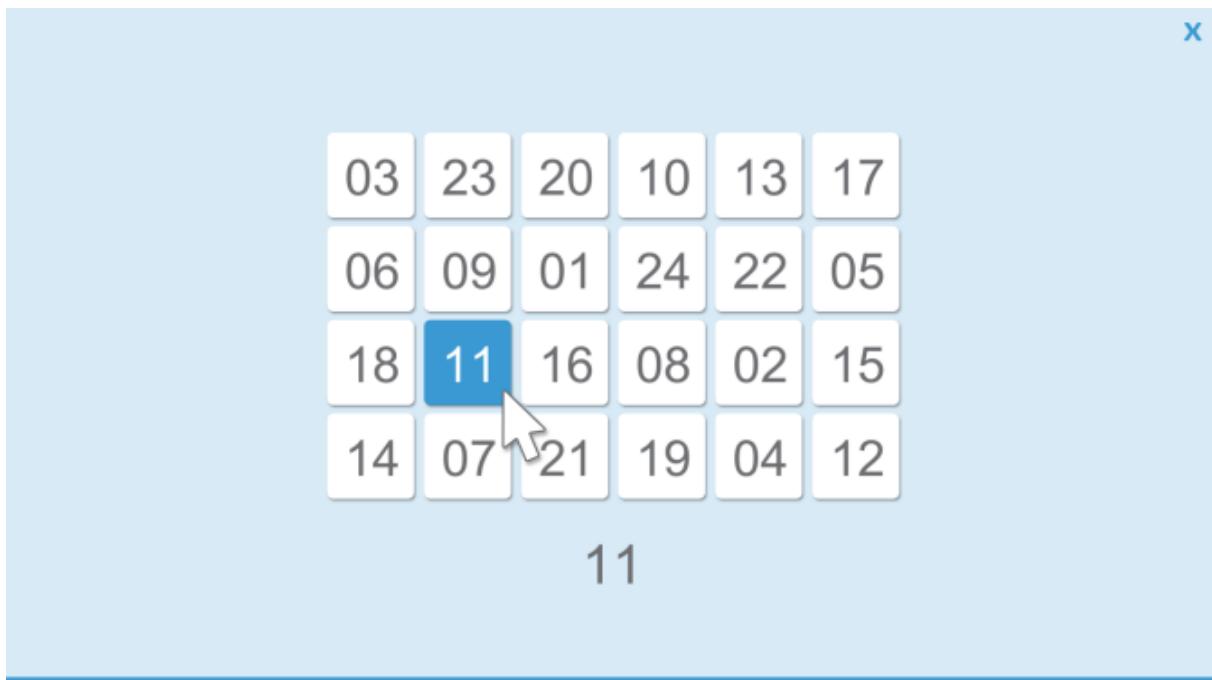


Abb. 39: Aufbau während der Durchführung

Die Aufgabe ähnelt dem bekannten Zahlenverbindungstest (ZVT) bzw. Trail Making Test (TMT). Diese Tests wurden nicht primär für das Screening von Gesichtsfeld oder Neglectstörungen entwickelt, sondern für die Interpretation von aufmerksamkeitsgesteuerter Flexibilität und "Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung". Auch der ähnliche TMT-B mit Buchstaben-Zahlen-Wechseln A1B2C3 gilt als exekutives Maß der Flexibilität/ Umstelltfähigkeit.

Zum Screening einer Gesichtsfeld- oder Neglect-Störung eignen sich eher die RehaCom Screening Module "Gesichtsfeld" und "Visuelles Scanning".

6.2 Zielgruppe

Aufmerksamkeitsstörungen können bei nahezu allen neurologischen Erkrankungen auftreten, die das zentrale Nervensystem betreffen. Je nachdem, ob diese Erkrankungen zu eher umschriebenen, lokalisierten Schädigungen des Gehirns führen (wie z. B. ein Schlaganfall) oder zu eher diffusen Beeinträchtigungen (wie Schädel-Hirn-Traumen oder degenerative Erkrankungen), können die Funktionsstörungen im Aufmerksamkeitsbereich eher spezifisch oder global sein.

Zerebrovaskuläre Erkrankungen

Nach Läsionen im Hirnstammanteil der Formatio reticularis (Mesulam 1985) und nach Schlaganfällen insbesondere im Bereich der mittleren Hirnarterie (A. cerebri media) der rechten Hirnhemisphäre können sowohl Störungen der Aufmerksamkeitsaktivierung als auch der Vigilanz und der längerfristigen Aufmerksamkeitszuwendung auftreten (Posner et al. 1987).

Während das retikuläre System des Hirnstamms die "noradrenerge Quelle" der Aufmerksamkeitsaktivierung ist (Stuss u. Benson 1984), steuert das frontothalamische "Gating-System" die selektive und gerichtete Zuordnung dieser Aufmerksamkeitsaktivierung. Läsionen dieses Systems führen zu einer eingeschränkten Selektivität für externe Stimuli und zu erhöhter Ablenkbarkeit, d. h. zu Störungen der Aufmerksamkeitsfokussierung.

Läsionen insbesondere frontaler Anteile der linken Hirnhälfte ziehen ebenfalls Beeinträchtigungen der Aufmerksamkeits-Selektivität speziell in Situationen nach sich, in denen schnelle Entscheidungen zwischen relevanten und irrelevanten Aspekten einer Aufgabe getroffen werden müssen (Dee u. van Allen 1973, Sturm u. Bussing 1986).

Störungen der räumlichen Aufmerksamkeit können ebenfalls selektiv durch lokale Hirnschädigungen beeinträchtigt werden. Schädigungen des posterioren Parietallappens scheinen insbesondere zu Störungen des Läsen (disengage) der Aufmerksamkeit von einem Reiz zu führen, wenn die Aufmerksamkeit zu einem Zielreiz in der Raumhälfte gegenüber der Läsionsseite verschoben werden soll (Posner et al. 1984). Hier ist auch eine Ursache für einen Halbseiten-Neglect nach parietalen Läsionen zu sehen (siehe Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition").

Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen besonders häufig nach bilateralen frontalen vaskulären Schädigungen aufzutreten (Rousseaux et al. 1996).

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Zusammen mit Gedächtnisstörungen stellen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen das häufigste neuropsychologische Defizit nach einem SHT dar. Der konsistenteste Befund nach SHT ist eine allgemeine, unspezifische Verlangsamung der Informationsverarbeitung. Die Ursache dieser Funktionsstörungen nach SHT bleibt jedoch weitgehend unklar. Als pathologisches Korrelat der Schädigung infolge vor allem rotationaler Beschleunigung des Gehirns werden unter anderem "diffuse axonale Schädigungen" diskutiert bzw. ein Hypometabolismus in präfrontalen und zingulären Hirnarealen (Fontaine et al. 1999).

Multiple Sklerose

Kognitive Verlangsamung und erhöhte Reaktionsvariabilität bei zu Beginn der Erkrankung häufig noch erhaltener Leistungsgüte ist ein weit verbreitetes Defizit bei Patienten mit Multipler Sklerose, so dass Tests mit Reaktionszeiterfassung bei dieser Erkrankung von besonderer Bedeutung sind. Diese Verlangsamung ist offensichtlich von den einzelnen Unterfunktionen der Aufmerksamkeitsleistung relativ unabhängig. Als neuronale Grundlage wird eine diffus lokalisierte axonale Schädigung und Demyelinisierung angenommen, deren Pendant, ein generell erhöhtes Ausmaß an Hirnatrophie, auch nachgewiesen werden konnte (z. B. Lazeron et al. 2006).

Neurodegenerative Erkrankungen

Bereits im frühen Stadium der Alzheimer-Demenz (AD) sind oft Aufmerksamkeitsstörungen zu beobachten. Sie scheinen häufig zwar erst nach Gedächtnisstörungen, aber noch vor Beeinträchtigungen von Sprache und räumlichen Leistungen aufzutreten (Perry et al. 2000). Andere Befunde weisen auf eine relative Aufrechterhaltung der kognitiven Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung und visuell-räumlichen Aufmerksamkeit, aber auch auf frühe Störungen der selektiven Aufmerksamkeit hin. Im Verlauf der Erkrankung nehmen auch Störungen der inhibitorischen Kontrolle zu.

Bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ sind fluktuiierende Aufmerksamkeitsleistungen und Defizite in der visuo-räumlichen Aufmerksamkeit ein zentrales diagnostisches Kriterium. Neuere Studien (Calderon et al. 2005) fanden, dass die Patienten sogar in nahezu allen Aufmerksamkeitsfunktionen (Daueraufmerksamkeit, selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit) signifikant schlechtere Ergebnisse als AD-Patienten zeigen.

Patienten mit Morbus Parkinson oder Chorea Huntington zeigen in der Regel keine Defizite bei der phasischen Alertness und bei Vigilanz-Aufgaben, wohingegen Patienten mit progressiver supranuklearer Paralyse (Steele-Richardson-Olszewski-Syndrom) unter derartigen Störungen leiden. Störungen der Aufmerksamkeitsteilung scheinen ein generelles Problem demenzieller Erkrankungen in späteren Erkrankungsstadien zu sein.

Depression und Aufmerksamkeitsstörungen

Auch bei Depression stehen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen im Vordergrund der kognitiven Funktionsbeeinträchtigungen. In erster Linie sind bewusste, kognitiv gesteuerte Funktionen betroffen. Speziell die Leistungsfähigkeit bei Aufgaben zur Aufmerksamkeits(ver)teilung konnte als prognostischer Parameter identifiziert werden (Majer et al. 2004). Nur bei sehr schweren Depressionen können auch Störungen der automatischen Verarbeitung vorliegen (Hartlage et al. 1993). Depressive Patienten schätzen im Gegensatz zu z. B. Patienten nach Schädel-HirnTrauma (SHT) ihre Leistungen oft schlechter ein, als sie tatsächlich bei der psychometrischen Untersuchung sind. Farrin et al. (2003) konnten zeigen, dass diese negative Selbsteinschätzung z. B. bei Aufgaben zur Daueraufmerksamkeit zu "Katastrophenreaktionen" nach Fehlern mit unmittelbar anschließend verlängerten Reaktionszeiten führen kann. SHT-Patienten zeigten derartige Reaktionen nicht.

Quelle: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

6.3 Aufgabenbeschreibung

Die Zahlen von 1 bis 24 sollen in aufsteigender Reihenfolge auf einer Vorlage gesucht und markiert werden.

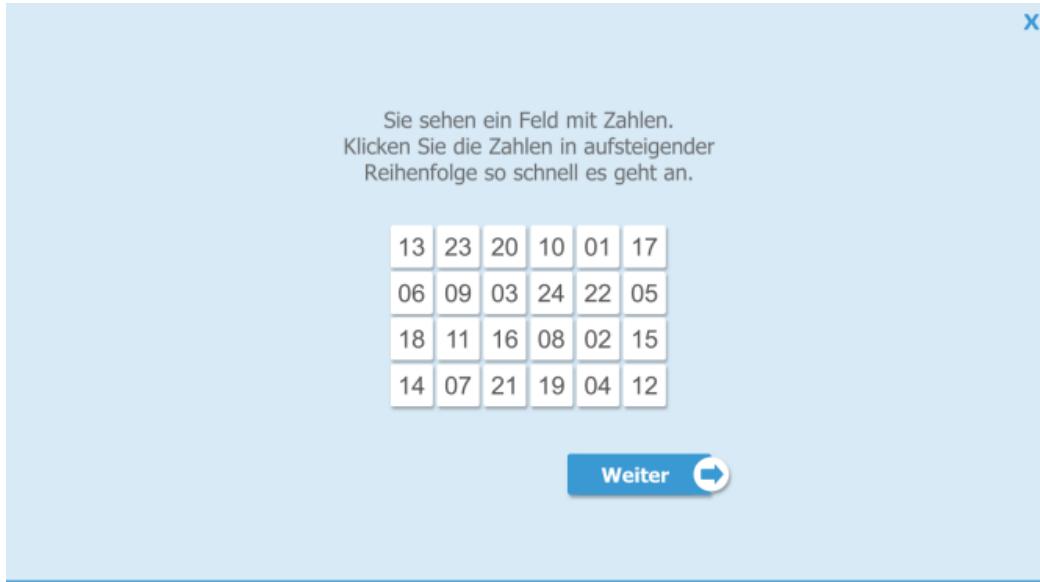


Abb. 40: Instruktion mit Beispielkombination

Die aufeinander folgenden Zahlen liegen nicht unmittelbar beieinander. Die visuelle Suche und Exploration über das gesamte Zahlenfeld ist erforderlich.

6.4 Durchführung und Dauer

Der Test beginnt mit einer Übung. Darin sind lediglich die Zahlen 1 bis 5 auszuwählen.



Abb. 41: Erklärung mit Übungskombination

Im Anschluss an die Übung wird das Screening durchgeführt.



Abb. 42: Aufbau während der Durchführung

Der Proband soll in aufsteigender Reihenfolge die Zahlen von 1 bis 24 nacheinander auf dem Bildschirm markieren.

Die zu suchende Zahl wird unterhalb des Zahlenfeldes angezeigt.

Patienten mit Neglect haben mitunter Probleme, die Zahlen am Rand des Feldes zu finden. Wird eine Zahl innerhalb von 20 Sek. nicht gefunden, wird die Suche mit der nächsten Zahl fortgesetzt.

Dauer

maximal 8 Minuten (ohne Übung)

6.5 Auswertung

Im Screening "Räumliche Zahlen-Suche" werden zwei Prozentränge berechnet.

Prozentrang 1: Arbeitsgeschwindigkeit

Median über alle Suchzeiten.

Prozentrang 2: Neglect / Gesichtsfeldausfall

Mittlere Suchzeiten in der rechten und linken Bildschirmhälfte werden verglichen. Eine starke Verlangsamung auf einer Seite weist auf einen Ausfall hin.

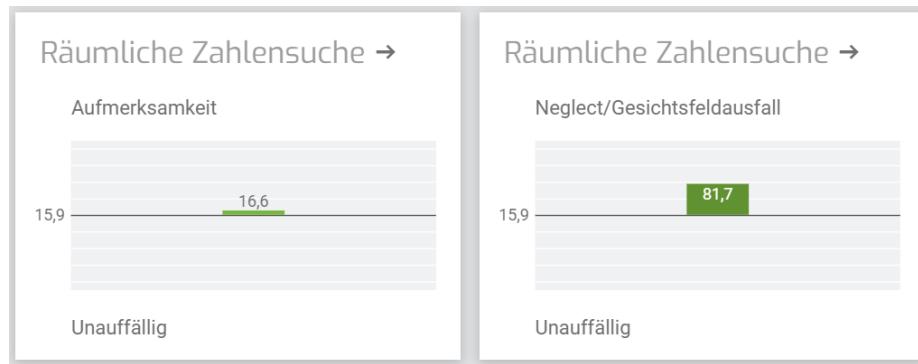


Abb. 43: Ergebnisse des Screenings Räumliche Zahlensuche in der Übersicht

Details

Detaillierte Informationen zum Ablauf des Screenings können über den Schalter "Details" angezeigt werden.

Arbeitsgeschwindigkeit: Anhand des Medians der Suchzeiten (Prozentrang 1) kann im Vergleich zur gesunden Norm die Reaktionsschnelligkeit bewertet werden. Ist die Reaktionszeit im Vergleich mit der gesunden Altersgruppe verlangsamt, so kann dies Hinweise geben auf: verminderte kognitive Leistungsgeschwindigkeit und reduzierte selektive Aufmerksamkeitsleistungen.

Tabelle

Datum	Arbeitsgeschwindigkeit		Fehler	Neglect/Gesichtsfeld Ausfall			
	Median Reakt.-Zeit [ms]	Prozentrang		Median Reakt.-Zeit links/rechts [ms]	Auslassungen links/rechts	Kennwert ¹	Prozentrang
01.09.2025	1324.5	74.7	2	1554/1573	0/0	49029	81.7

¹Der Kennwert wird aus dem Anstieg der Reaktionszeiten über die Spalten berechnet.

Abb. 44: Ergebnisse Screening Räumliche Zahlensuche - Tabelle

Das zweite Diagramm (s. Abb. 45: Ergebnisse Screening Räumliche Zahlensuche - Laterale Präferenz) für die laterale Präferenz bildet jede Suchzeit auf die Position im Zahlenfeld ab. Die Balken an den Zeilen- und Spaltenenden stellen den Mittelwert der Reaktionszeiten in der jeweiligen Zeile bzw. Spalte grafisch dar. Erhöhte Suchzeiten in bestimmten Bereichen weisen auf einen Neglect oder Gesichtsfeldausfall in diesem Bereich hin.

Aus den Unterschieden der Suchzeiten der linken und rechten Seite wird der Normwert für **Neglect / Gesichtsfeldausfall** berechnet.



Abb. 45: Ergebnisse Screening Räumliche Zahlensuche - Laterale Präferenz

Bewertung der Ergebnisse:

Das Zahlen-Suchfeld erfordert verschiedene Leistungskomponenten

- 1) Reize Entdecken im zentralen und peripheren Gesichtsfeld
- 2) Fähigkeit zur Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus
- 3) Blickbewegungssteuerung
- 4) kognitive Suchstrategien

Durch Störungen können die Leistungskomponenten unterschiedlich betroffen sein. Also durch Hemianopsie ohne Neglect hauptsächlich die 1), bei Neglect hauptsächlich die 2) und sekundär die 3), beim Balint- und Balint-Holmes-Syndrom vor allem die 3) und sekundär die 4). Die Suchstrategien (Zeilenweise, Spaltenweise, unsystematisch, chaotisch) bringen einen exekutiven Anteil mit hinein.

Patienten mit Hemianopsie ohne Neglect, bei Kompensation durch Kopf-Augen-Bewegungen, können die Aufgabe verlangsamt bewältigen. Neglect-Patienten mit Problemen der Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus sind vermutlich noch langsamer. Ihnen hilft aber beim Vorankommen, dass sie kognitiv "mitzählen" können und dadurch ihre Suche zielgerichtet und feed-back-gesteuert bleibt.

Patienten ohne jeglichen Gesichtsfelddefekt können dann unterdurchschnittlich sein, wenn sie Defizite der kognitiven Flexibilität und kognitiven Verarbeitungsgeschwindigkeit aufweisen, also mehr im Bereich Aufmerksamkeit auffällig sind. Für diese Patienten sollte man mit einem Aufmerksamkeits-Screenings fortsetzen und daraufhin Therapie-Module zum Aufmerksamkeits-Training empfehlen.

Die untere Grafik im Fenster "Details" zeigt den Verlauf der Suchzeiten (in ms) an. Verlängern sich die Suchzeiten zum Ende des Screenings hin, weist dies auf eine nachlassende Aufmerksamkeitsleistung während der Testdurchführung hin (Normwert **Aufmerksamkeit**).

Grafik



Abb. 46: Reaktionszeitverlauf

Trainingsempfehlung:

Da die Ergebnisse des Screeningmoduls so sehr von der Störung des jeweiligen Probanden abhängen, ist es unmöglich eine allgemeingültige Trainingsempfehlung zu geben:

- Bei Neglect -und Hemianopsie sollte ein zusätzliches Screening mit "Gesichtsfeld" und "Visuelles Scanning" erfolgen. Danach kann eine Therapie mit den Modulen "Sakkadentraining", "Überblick und Lesen" und "Visuelle Aufmerksamkeit" erfolgen.
- Bei Verlangsamung ohne Gesichtsfelddefizit sollte zunächst ein Aufmerksamkeits-Screening erfolgen ("Alertness", "Verhaltenskontrolle", "Geteilte Aufmerksamkeit"), danach ein Training mit z.B. "Reaktionsverhalten" und "Reaktionsfähigkeit".
- Bei Verlangsamung im geriatrischen Umfeld sollte zur Therapie das Modul "Geistige Aktivierung" verwendet werden.

Normen:

Das Screening wurde mit über 200 gesunden Probanden im Alter von 10 bis 82 Jahren normiert (Stand September 2014).

6.6 Literaturverweise

- Sozzi M, Balconi M, Arangio R, Pisani L, Mariani C., (2012) Top-down strategy in rehabilitation of spatial neglect: how about age effect? Cogn Process. 13 Suppl 1: 339-342.
- Ting D.S., Pollock A., Dutton G.N., Doubal F.N., Ting D.S., Thompson M. &, Dhillon B.,(2011) Visual neglect following stroke: current concepts and future focus. Surv Ophthalmol. 56(2):114-134.
- Umarova R.M., Saur D., Kaller C.P., Vry M.S., Glauche V., Mader I., Hennig J. & Weiller C., (2011) Acute visual neglect and extinction: distinct functional state of the visuospatial attention system Brain 134(11): 3310-3325 .

- Trojano L., Moretta P., Estraneo A., Santoro L., (2010), Neuropsychologic assessment and cognitive rehabilitation in a patient with locked-in syndrome and left neglect. *Arch Phys Med Rehabil.* 91(3):498-502.
- Thöne-Otto, A., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams. K., Sturm, W., & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 271-281.
- Rushmore R.J., Valero-Cabre A., Lomber S.G., Hilgetag C.C. & Payne B.R., (2006) Functional circuitry underlying visual neglect. *Brain* 129(7): 1803-1821.
- Sturm, W. (2002). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen in der Neurologie. *Aktuelle Neurologie*, 29, 25-29.
- Karnath H.O., Niemeier M. & Dichgans J. (1998). Space exploration in neglect. *Brain* 121 (12): 2357-2367.
- Duncan J., (1998) Converging Levels of Analysis in the Cognitive Neuroscience of Visual Attention. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Vol. 353, No. 1373, *Brain Mechanisms of Selective Perception and Action*, 1307-1317.
- Milner A.D., (1998) Neuropsychological Studies of Perception and Visuomotor Control. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Vol. 353, No. 1373, *Brain Mechanisms of Selective Perception and Action*, 1375-1384.
- Oswald, W. D., & Roth, E. (1978). *Der Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Neisser, U. (1963). Decision-time without reaction-time: Experiments in visual scanning. *The American Journal of Psychology*, Vol. 76, No. 3
- Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart

7 Arbeitsgedächtnis (PUME)

7.1 Anwendungsbereiche

Bestimmt werden die visuell-räumliche Merkspanne und die visuell-räumlichen Gedächtnisfunktionen.

Die Aufgabe dient auch zur Testung des impliziten visuell-räumlichen Lernens und des Arbeitsgedächtnisses.

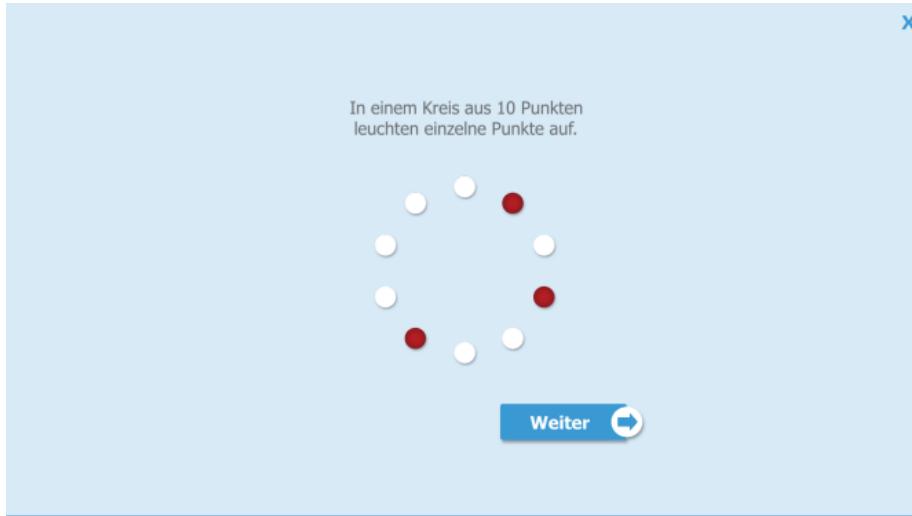


Abb. 47: Screening in der Instruktionsphase

Das Screening ähnelt dem klassischen Corsi-Block-Tapping.

7.2 Zielgruppe

In Folge einer Hirnschädigung kommt es oft zu Störungen von Gedächtnisfunktionen. Dies hat weitreichende Konsequenzen für das Leben der Betroffenen und ihrer Angehörigen.

Je nach Lokalisation und Ausmaß der Schädigung reichen die Leistungsveränderungen von relativ leichten Einbußen, die teilweise nur schwer operationalisierbar sind, bis hin zu gravierenden Störungen, die eine selbstständige Bewältigung des Alltags unmöglich machen.

Von den betroffenen Personen werden Gedächtnisdefizite zumeist als besonders belastend erlebt und sie führen im Vergleich zu Einschränkungen der Motorik eher zu Beeinträchtigungen des Selbstwertgefühls. Gedächtnisstörungen zählen neben Aufmerksamkeitsstörungen zu den häufigsten Folgen einer Hirnschädigung. Bei über 60 Prozent aller Patienten ließen sich bedeutsame mnestische Auffälligkeiten feststellen (Prosiegel, 1988).

Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis

Das Kurzzeitgedächtnis bezeichnet einen im Sekundenbereich liegenden Informationsspeicher mit begrenzter Kapazität für neu aufgenommene bzw. gerade gedanklich "benutzte" Information. Bis zu etwa sieben Informationseinheiten können hier für einige Sekunden "online" gehalten werden. Durch

Wiederholen (rehearsal) können die Informationen auch länger im Kurzzeitgedächtnis gespeichert bleiben. Alle komplexeren und länger dauernden Gedächtnisleistungen werden dem Langzeitgedächtnis zugeordnet, das hinsichtlich seiner Speicherdauer und Aufnahmekapazität keine Begrenzung aufweist.

Das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley und Hitch (1974; Baddeley, 1997) postuliert mehrere kurzzeitige Speichersysteme, die durch eine übergeordnete Instanz ("zentrale Exekutive") kontrolliert bzw. koordiniert werden. Die Speichersysteme werden entsprechend den gespeicherten Inhalten unterschieden: Die "phonologische Schleife" dient der Speicherung verbaler, der "visuell-räumliche Skizzenblock" der Speicherung visuell-räumlicher Information.

Erfassung des Kurzzeit-/Arbeitsgedächtnisses

Das vorliegende Screeningmodul dient der Erfassung von einfachen Gedächtnisspannen (einfaches Halten von Informationen) und überprüft das gleichzeitige Halten und Verarbeiten von visuell-räumlichen Informationen.

Ähnlich dem Corsi-Block-Tapping wird die visuell-räumliche Merkspanne über die maximale Länge der eingeprägten Punkt muster gemessen, die unmittelbar fehlerfrei reproduziert werden können.

Anwendungsbereiche

Experimentelle Psychologie, Neuropsychologie, Rehabilitation, Psychiatrie, Pharmakopsychologie und Arbeitspsychologie.

Quelle: Handbuch neuropsychologischer Testverfahren, Schelling et.al., Hogrefe 2009

7.3 Aufgabenbeschreibung

In einem Kreis werden zehn Punkte präsentiert.

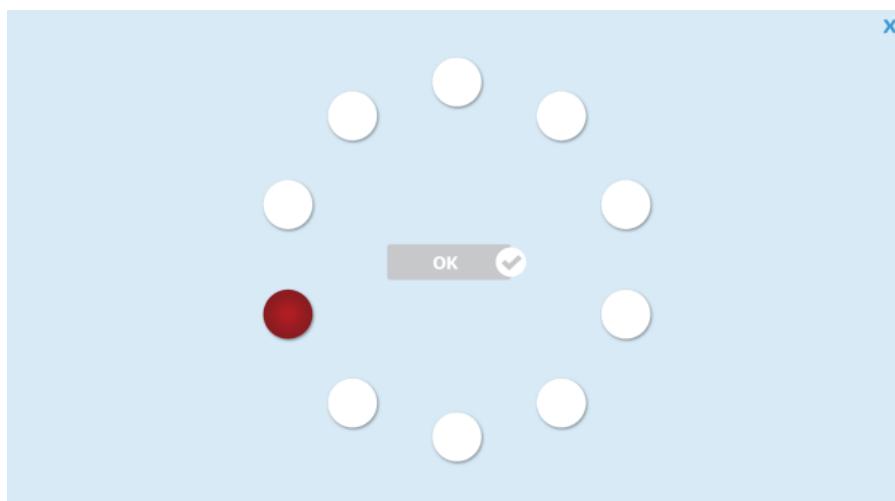


Abb. 48: Punktekreis während Durchführung, aufleuchtende Punkte präsentieren zu merkende Sequenz

Einzelne Punkte leuchten farbig auf und verblassen wieder. Beginnend mit zwei farbigen Punkten sollen nach dem Aufleuchten die Positionen der farbigen Punkte in der entsprechenden Reihenfolge markiert werden.

Die Aufgabe besteht im Registrieren und Behalten der Präsentationsreihenfolge und der Sprünge. Der Proband soll versuchen, sich die Reihenfolge der Positionen des roten Punktes zu merken und diese zu reproduzieren.

Das Programm ermöglicht eine adaptive Anpassung an die Leistung des Probanden. In diesem Fall wird bei einem Misserfolg die Schwierigkeitsstufe automatisch heruntergesetzt.

Das Screening endet bei zwei aufeinander folgenden Misserfolgen oder nach 7 Minuten.

7.4 Durchführung und Dauer

Der Test beginnt mit einer Übung, in der eine Sequenz aus zwei Punkten richtig wiedergegeben werden muss.

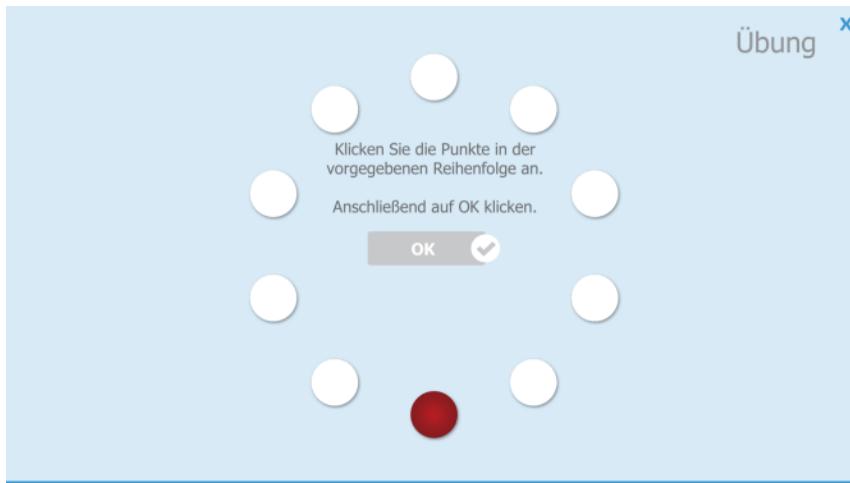


Abb. 49: Übungsbildschirm

Im Anschluss an die Übung wird der Test durchgeführt

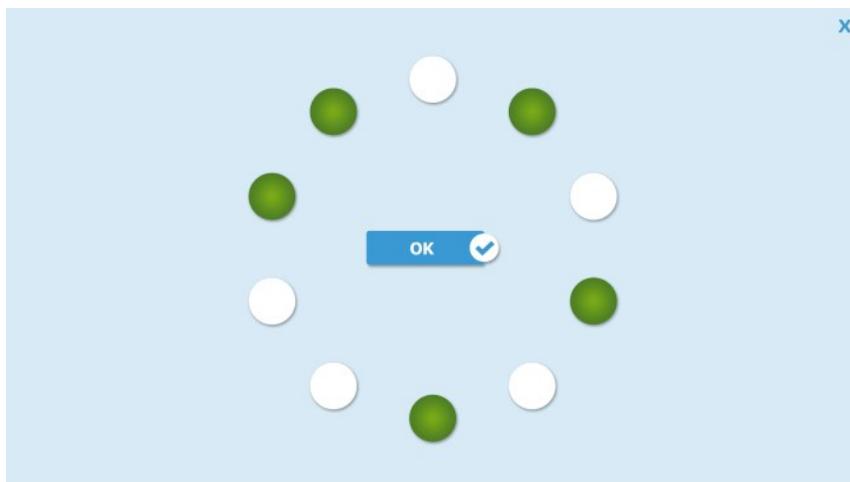


Abb. 50: Screening während der Durchführung

Der Proband soll sich die Reihenfolge der Positionen der farbig aufgeleuchteten Punkte merken und diese reproduzieren.

Ausgehend von zwei hintereinander aufleuchtenden Punkten steigt die Anzahl der aufleuchtenden und zu merkenden Punkte so lange bis Fehler auftreten. Die Sequenz verlängert sich immer dann, wenn Sequenzen derselben Länge zwei Mal ohne Fehler reproduziert wurden. Tritt ein Fehler auf, so werden weniger aufleuchtende Punkte in einer Reihenfolge präsentiert, die Sequenzlänge sinkt.

Werden zweimal hintereinander Reihenfolgen falsch reproduziert, so ist das Screening beendet.

Bearbeitet der Proband die Aufgaben fortwährend richtig, so endet das Screening nach 7 Minuten.

Dauer

2 - 7 Minuten

7.5 Auswertung

Im Screeningmodul Arbeitsgedächtnis wird ein Prozentrang berechnet.

Prozentrang 1: Merkspanne

Maximale Anzahl der Punkte, die im Position und Reihenfolge fehlerfrei wiedergegeben werden konnten. Die Merkspanne muss in 2 aufeinander folgenden Versuchen bestätigt werden.

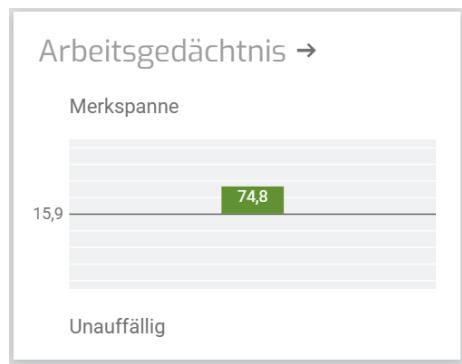


Abb. 51: Ergebnis des Arbeitsgedächtnis-Screenings in der Übersicht

Details

Detaillierte Informationen zum Ablauf des Screenings können über den Schalter "Details" angezeigt werden. Auf der rechten Seite befindet sich eine Liste mit allen durchgeführten Arbeitsgedächtnis-Screenings und deren Datum. Mit einem Stern (*) gekennzeichnete Ergebnisse bedeuten, dass das jeweilige Screening abgebrochen wurde. In diesem Fall ist auch die Auswertung unvollständig.

Die Detailauswertung erlaubt die Darstellung von maximal drei Ergebnissen gleichzeitig. Vorausgewählt sind das erste und letzte vollständig ausgeführte Screening. Man kann die Auswahl

ändern, indem man die jeweilige Checkbox anklickt. Die Anzeige im Leistungsdiagramm und Tabelle ändert sich dann entsprechend. Die Hintergrundfarbe jeder Ergebniszeile entspricht der Linienfarbe im Diagramm.

Die rechts ausgewählten Ergebnisse werden/das rechts ausgewählte Ergebnis wird tabellarisch angezeigt. Die Spalten haben folgende Bedeutung:

Datum:	Datum Durchführung des Screenings
Max. Merkspanne:	Anzahl Punkte des 2x nacheinander fehlerfrei reproduzierten Punktmusters
Richtige:	Anzahl der insgesamt korrekt bearbeiteten Punkte-Folgen (beliebiger Länge)
Prozentrang:	Berechneter Prozentrang für die Merkspanne

Die Leistungsgrafik zeigt die Anzahl der korrekt wiedergegebenen Sequenzen je Merkspanne an. Charakteristisch ist eine Leistungsspitze bei einer bestimmten Merkspanne (in Abb. 52: Ergebnisse Screening Arbeitsgedächtnis ist das Merkspanne 5).

Tabelle

Datum	Merkspanne vorwärts		
	Max. Merkspanne	Richtige	Prozentrang
01.09.2025	5	16	74.8

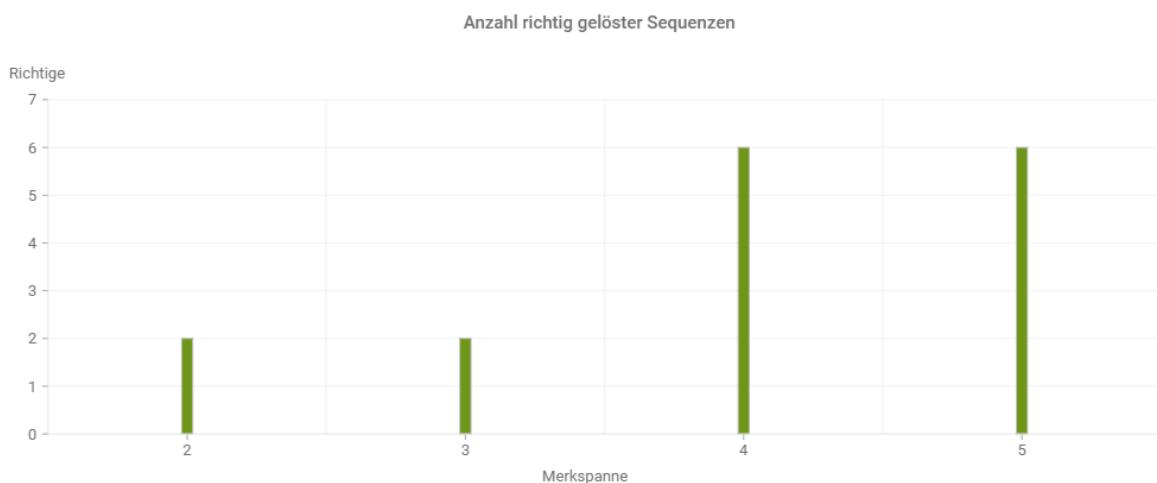


Abb. 52: Ergebnisse Screening Arbeitsgedächtnis

7.6 Literaturverweise

- Baddeley, A. D. (2012). Working Memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29.
- Thöne-Otto, A., George, S., Hildebrandt, H., Reuther, P., Schoof-Tams. K., Sturm, W., & Wallesch, C.-W. (2010). Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Gedächtnisstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 21, 271-281.

- Berti, S. (2010). Arbeitsgedächtnis: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft eines theoretischen Konstrukt. *Psychologische Rundschau*, 61(1), 3–9.
- Baddeley, A. D. (2009). Working memory. In: A. D. Baddeley, M. W. Eysenck & M. C. Anderson. *Memory* (pp. 41–68). Hove, New York: Psychology Press. ISBN 978-1-84872-001-5.
- Baddeley, A.D. (2003). Working memory. Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829-839.
- Sturm, W. (2002). Diagnostik von Aufmerksamkeitsstörungen in der Neurologie. *Aktuelle Neurologie*, 29, 25-29.
- de Fockert, J.W., Rees, G., Frith, C.D. & Lavie, N. (2001) The role of working memory in visual selective attention. *Science*, 291, 1803-1806.
- Miyake, A., & Shah, P. (Eds.) (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Coull, J.T. & Frith, C.D., Frackowiak, R.S.J. & Grasby, P.M. (1996) A fronto-parietal network for rapid visual information processing: A PET study of sustained attention and working memory. *Neuropsychologia*, 34, 1085-1095.
- Baddeley, A.D. (1993). Working Memory or Working Attention. In A.D. Baddeley & L. Weiskrantz (Hrsg.), *Attention: Selection, Awareness and Control*. Oxford: University Press.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 8, S. 47-89). New York: Academic Press.
- Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie; 4. überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-13-132414-6; Georg Thieme Verlag Stuttgart Schelling et.al. (2009). *Handbuch neuropsychologischer Testverfahren*, Hogrefe

8 Wortgedächtnis (WOMT)

8.1 Verbales Gedächtnis

Das Screening-Modul "Wortgedächtnis" prüft einen Aspekt des verbalen Gedächtnis nach dem Paradigma der wiederkehrenden Figuren. Dabei müssen schwer bzw. nicht zu visualisierende reale Wörter gelesen, durch Wiederholung gelernt und im Langzeitgedächtnis gespeichert werden. Der Abruf der gelernten Information geschieht über die Wiedererkennungsmethode.

Gedächtnisstörungen nach Hirnschädigung

"Gedächtnisstörung ist der Oberbegriff für alle Einbußen des Lernens, Behaltens und des Abrufs gelernter Information" (Thöne-Otto & Markowitsch, 2004).

Gedächtnisstörungen zählen neben Aufmerksamkeitsstörungen zu den häufigsten Folgen einer Hirnschädigung. Bei über 60 Prozent einer unausgelesenen Stichprobe von 400 Patienten einer neuropsychologischen Abteilung ließen sich bedeutsame mnestische Auffälligkeiten feststellen (Prosiegel, 1988). Je nach Lokalisation und Ausmaß der Schädigung reichen die Leistungsveränderungen von relativ leichten Einbußen bis hin zu gravierenden Störungen, die eine selbständige Bewältigung des Alltags unmöglich machen. Von den betroffenen Personen werden Gedächtnisdefizite zumeist als besonders belastend erlebt und führen im Vergleich zu Einschränkungen der Motorik eher zu Beeinträchtigungen des Selbstwertgefühles (Schellig et. al., 2009).

Nach einer Hirnverletzung ist in der Regel das Neugedächtnis stärker betroffen als der Abruf aus dem Altgedächtnis, d.h. zeitlich der Hinschädigung nachfolgend sind die Prozesse des Encodierens, des Speicherns und des Abrufs gestört, nicht selten noch verstärkt durch Einbußen bei der Aufmerksamkeit und exekutiven Funktionen.

Gedächtnismodelle der allgemeinen Psychologie und der Neuropsychologie zeigen, dass das Gedächtnis kein einheitliches Konstrukt ist, sondern wir heute von unterschiedlichen Gedächtnissystemen und -prozessen ausgehen, die je nach Läsiionsort unabhängig voneinander beeinträchtigt sein können (Thöne-Otto, A.I.T. , 2009).

Der fachgerechten differenzierten Untersuchung der verbalen und non-verbalen Gedächtnisleistungen kommt daher hohe Bedeutung zu, um die Rehabilitation gezielt gestalten zu können.

PC-gestützte Erfassung des verbalen Gedächtnis

Ein PC-gestütztes verbales Gedächtnis-Screeningmodul ist gut umsetzbar, wenn man das Paradigma der wiederkehrenden Figuren/Worte einsetzt und die Wiedererkennungsmethode benutzt.

Kimura (1963) entwickelte als Erster den Recurring Figures Test (RFT) zur Erfassung nonverbaler Lernstörungen. Neben diesem materialspezifischen Test für insbesondere rechtshemisphärische Hirnschäden wurde eine verbale Variante als materialspezifischer Test für insbesondere linkshemisphärische Hirnschäden bei der Entwicklung einer deutschen Version des RFT entwickelt, der als NVLT und VLT (paper-pencil-Version) bekannt und verbreitet ist (Sturm & Willmes, 1999).

Bei dem verbalen Lerntest nach dem Paradigma der wiederkehrenden Worte werden "Nonsense-Wörter" (Neologismen) auf Karten jeweils für 3 Sekunden vorgelegt. Erfolgt nach drei Sekunden keine Antwort, wird die Karte verdeckt, bis die Antwort (ja/nein) erfolgt ist. Dann wird die nächste Karte gezeigt. Im Set der Karten sind einige Karten enthalten, die jeweils mehrfach vorkommen, also Wiederholungen haben. Bemerkt der Proband, dass eine Karte schon einmal gezeigt wurde, antwortet er mit "ja", sonst mit "nein". Er wird entsprechend vorher instruiert. Der Untersuchung vorgeschaltet ist ein Wahrnehmungstest, der prüft, ob ähnliche Items als gleich oder verschieden differenziert werden können.

Eine Analyse der unsystematischen Schwankungen im Lernverlauf des originalen RFT über die sieben Wiederholungen zeigte, dass die Position des sich wiederholenden Items den Lernverlauf systematisch beeinflusst (Bünenfeld, 1988, zit. nach Sturm & Willmes). Waren die Wiederholungen zu dicht beieinander, d.h. noch im Bereich des Kurzzeitgedächtnis, kam es zu Verzerrungen. Nachdem die Positionen entsprechend korrigiert waren (Abstand zwischen den Wiederholungen in verschiedenen Variationen zwischen 13 und 25), kam es zu wesentlich homogeneren Lernverläufen.

Für den VLT wurden im Hinblick auf eine höchste Trennschärfe zum figuralen Gedächtnistest NVLT Nonsense-Wörter (Neologismen) entwickelt, welche aber den graphotaktischen Regeln der deutschen Sprache folgen und aus 2 Silben zu je 3 Buchstaben bestehen. Es werden dabei hochassoziativen Wörter von niedrigassoziativen unterschieden, jeweils bezogen auf die assoziative Nähe zu echten deutschen Wörter. Z.B. KLAVER = hochassoziativ HOLREN = niedrigassoziativ.

Sturm & Willmes referieren aber auch eine Studie von Milner und Kimura (1964), die echte Wörter mit vier Buchstaben verwandten und damit die materialspezifischen Gedächtniseffekte auch nachweisen konnten. Milner und Kimura entwickelten ihren Test allerdings nicht weiter.

Für den WOMT wird das Konzept von Milner und Kimura, umgangssprachliche reale Wörter zu benutzen, wieder aufgenommen. Aus vier Buchstaben werden Worte gebildet, die sich **nicht** figurativ oder bildlich visualisieren lassen wie es z.B. bei BLAU oder HAUS möglich ist. Nicht oder nur schwer zu visualisieren sind Worte, die

- Eigenschaften benennen, wie z.B. LEER VIEL KALT LIEB BÖSE BRAV
- Gefühle und menschliche Eigenschaften benennen, wie z.B. GIER HASS STUR LAUT
- nicht direkt anschaulich sind, wie PULS NÄHE ALLE KAUM HALT

Ein Nicht-Zielwort kann einem Zielwort **figurativ** ähnlich sein (z.B. LAUT und MAUT, ähnlich in drei Buchstaben) oder nicht ähnlich (z.B. LAUT und HEIL). Ein Nicht-Zielwort kann einem Zielwort **HALT semantisch** (von der Bedeutung her) ähnlich sein (z.B. HALT und STOP) oder nicht ähnlich (z.B. HALT und BRAV). In diesem Screening wurden die Wörter so gewählt, dass eine bildliche Vorstellung unmöglich oder sehr schwierig ist.

8.2 Aufgabenbeschreibung

Auf einem Bildschirm, TV-Monitor oder über einen Datenprojektor (Beamer) werden Worte präsentiert, von denen einige wiedererkannt werden können, weil sie sich wiederholen.

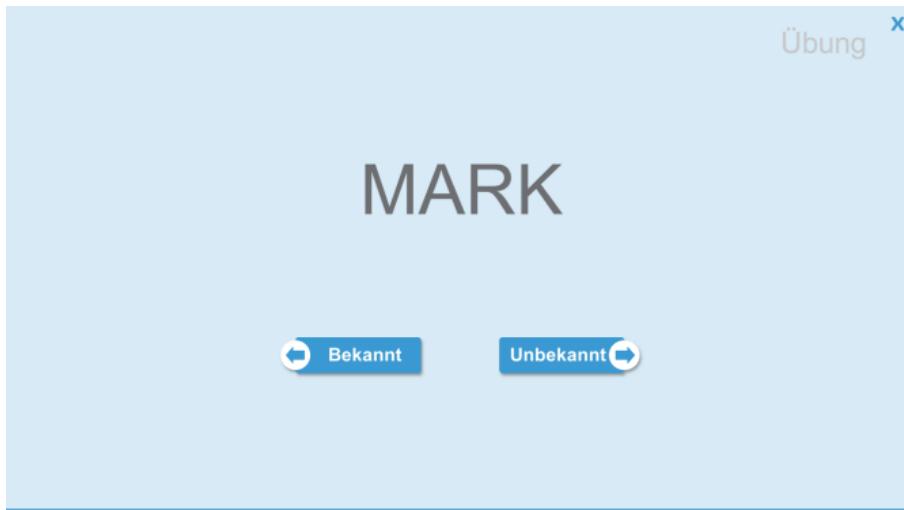


Abb. 53: Screening Wortgedächtnis

In der Mitte des Bildschirms wird das Wort dargestellt, bei dem der Proband feststellen soll, ob er es schon einmal zuvor in der Durchführung gesehen hat. Die Frage soll mit "Ja" oder "Nein" beantwortet werden.

Der Proband kann die Frage mit Hilfe der Maus, durch Klicken auf die Pfeile, beantworten oder, wenn er einen Touchscreen benutzt, durch Drücken auf den Bildschirm an die Stellen, wo sich die Pfeile befinden.

Er kann auch die Cursortasten einer normalen Computertastatur für rechts und links benutzen, oder die entsprechenden Pfeiltasten auf der Patiententastatur.

8.3 Instruktion

Der eigentlichen Durchführung wird ein Vortest und ein Probelauf vorangestellt. Der Vortest soll sicherstellen, dass der Proband in der Lage ist, Worte generell zu unterscheiden.

Vortest: Diskrimination von Wörtern

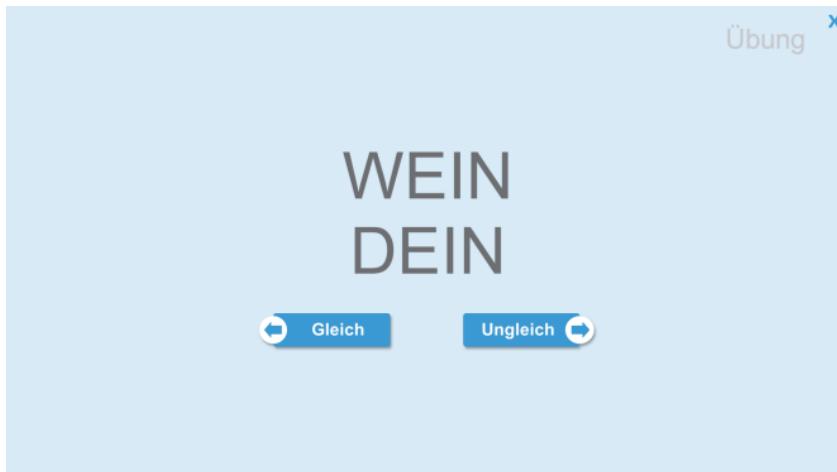


Abb. 54: Übung 1 - Worte ungleich

Die Entscheidung, ob die Worte gleich bzw. ungleich sind,

- kann durch einen Mausklick (linke Maustaste) auf den Pfeil,
- das Drücken der Cursor-Tasten in die entsprechende Richtung
- durch das Drücken der Pfeiltasten auf dem Pult in die entsprechende Richtung

erfolgen.

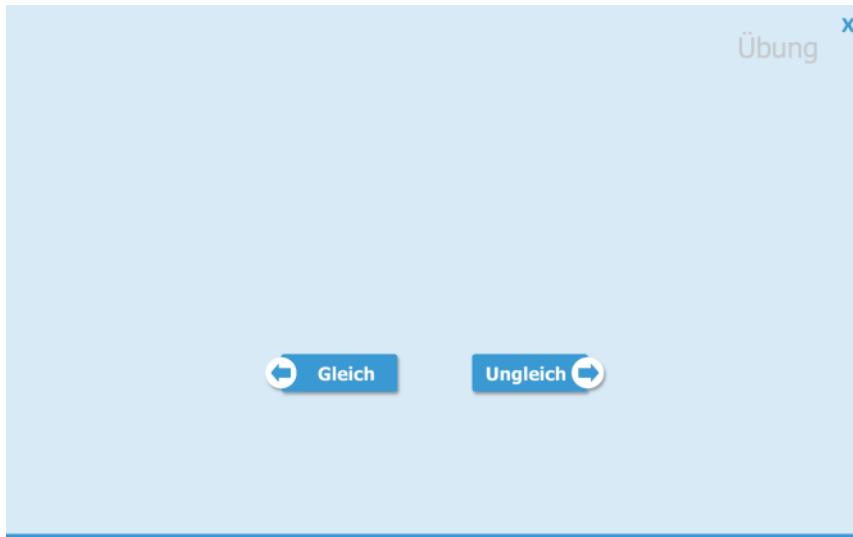


Abb. 55: Übung 1 - Worte ausblenden - Entscheidung trotzdem noch möglich

Alle Worte werden gleich lang (3 Sekunden) dargestellt und dann ausgeblendet. Der Proband hat nach dem Ausblenden weiter Zeit, die Frage zu beantworten.

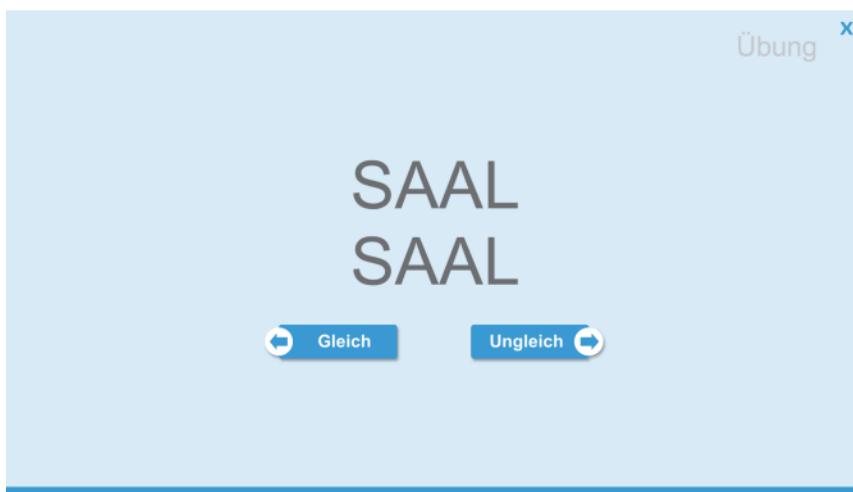


Abb. 56: Übung 1 - Worte gleich

Probelauf: Erkennen wiederkehrender Worte

Das erste dargebotene Wort kann keine Wiederholung sein, dennoch muss der Patient schon mit der ersten Antwort zwischen Ja und Nein entscheiden. Die Entscheidung kann neben dem Klick auf den entsprechenden Pfeil auch mit den Cursor-Tasten nach links/rechts erfolgen.

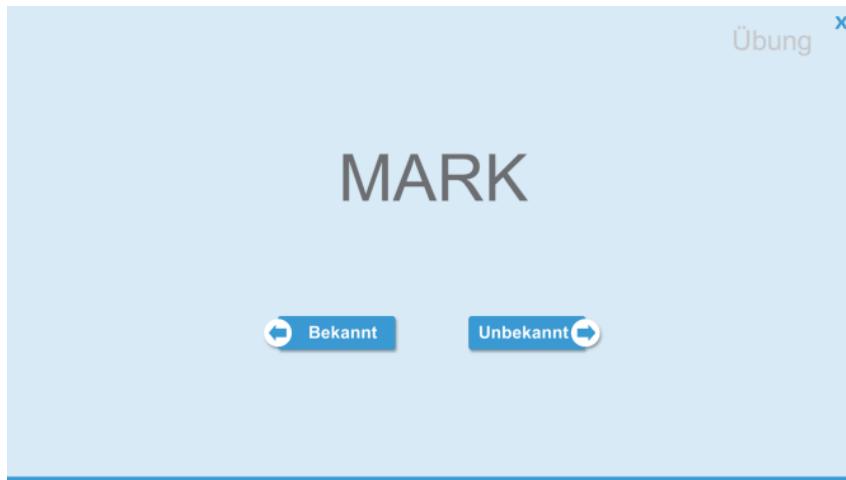


Abb. 57: Übung 2 - Erstes dargebotenes Wort kann keine Wiederholung sein

Vortest und Probelauf können wiederholt werden, wenn noch Fehler gemacht werden. Sollte der Patient nach dem 3. Durchgang des Vortests bzw. des Probelaufs noch Fehler gemacht haben, ist ein Abbruch des Screenings zu empfehlen.

8.4 Durchführung

Wurden Vortest und Probelauf erfolgreich absolviert, beginnt der eigentliche Test.

- Insgesamt werden 72 Wörter präsentiert, wobei 6 Blöcke zu je 12 Worten gebildet werden (innere Struktur, nicht bei der Präsentation ersichtlich).
- 5 Worte kommen je 6x vor, werden also 5x wiederholt, d.h. 1x pro Block. Pro Zielwort gibt es ein figurativ ähnliches und ein semantisch ähnliches Wort. Die restlichen 32 Worte kommen nur 1x vor und sind unähnlich.
- Die Wiederholungsabstände liegen zwischen 9 und 20.
- Die Darbietungszeit je Item ist fix 3000 ms.
- Der Patient kann immer noch entscheiden, ob er das Wort schon einmal gesehen hat, wenn die Darbietungszeit vorbei ist.
- Hat er sich nach 20 Sekunden immer noch nicht entschieden, erscheint ein Hinweis auf dem Bildschirm, dass er eine Entscheidung zu treffen hat.
- Hat er danach 2 Minuten später immer noch nicht reagiert, wird das Screening abgebrochen.

8.5 Auswertung

Im Screening "Wortgedächtnis" werden 3 Leistungswerte berechnet. Die Werte werden als Prozentrang auf Basis einer Normstichprobe dargestellt.

Richtige : richtig wiedererkannte Wort-Wiederholungen (Taste "Ja")

Fehler: falsch als Wiederholung erinnerte Worte (Taste "Ja")

Kennwert: Anzahl der Richtigen nach Abzug der Fehler (R+ minus R-), **verbale Lernfähigkeit**

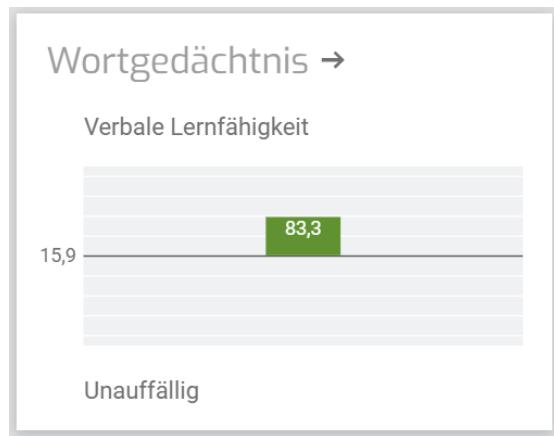


Abb. 58: Ergebnis des Wortgedächtnis-Screenings in der Übersicht (dargestellter Prozentrang bezieht sich auf den Kennwert)

Details

Tabelle

Datum	Verbale Lernfähigkeit	Richtige		Fehler ²		Median Reakt.-Zeit Richtige [ms]	Median Reakt.-Zeit Fehler [ms]
		Kennwert ¹	Prozentrang	Anzahl	Prozentrang		
01.09.2025	23	83.3	25	88.7	2	73.1	1100
							3007.5

¹Kennwert ist die Differenz aus Richtigen abzgl. Fehler

²Falsch positive Reaktionen

Abb. 59: Ergebnisse Screening Wortgedächtnis – Tabelle

Kennwert Ist der wichtigste Parameter. Er stellt die richtig erkannten Wiederholungen abzüglich der fehlerhaft markierten Wiederholungen dar.

Wiederholungen von Wörtern, die nicht erkannt wurden, sogenannte Auslassungen, werden nicht extra ausgegeben.

Richtige Richtig erkannte Wortwiederholungen

Fehler Fehlerhaft markierte Wiederholungen, also Worte, die als Wiederholung erkannt wurden, allerdings keine Wiederholungen waren.

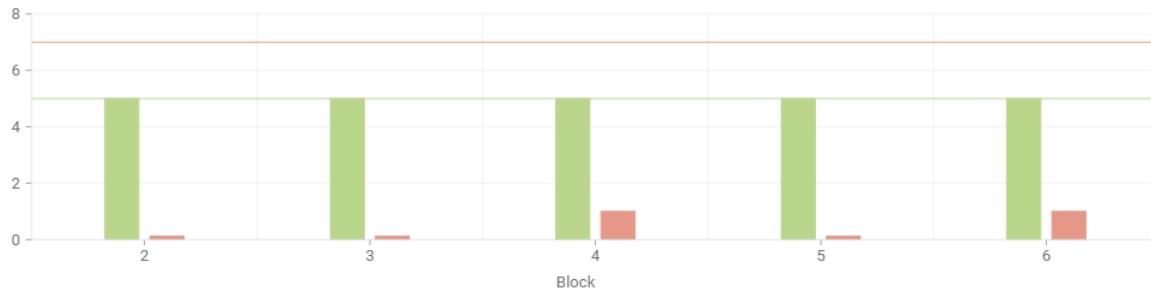
Median Reak.-Zeit Richtige beschreibt den Medianwert der Reaktionszeit für die richtige Erkennung von Wortwiederholungen.

Median Reak.-Zeit Fehler beschreibt den Medianwert der Reaktionszeit bei fehlerhaft markierten Wiederholungen.

Grafik

01.09.2025

Reize pro Block



LEGENDE

- | | | | |
|---|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| | Richtig erkannte Wortwiederholungen | | max. Wert relevante Reize |
| | Falsch positive Reaktionen | | max. Wert irrelevante Reize |

Abb. 60: Ergebnisse Screening Wortgedächtnis - Grafik

Blöcke

Block 1 wird nicht dargestellt, da in Block 1 keine Wiederholungen von Wörtern auftreten können, da diese dort zum ersten Mal gezeigt werden.

8.6 Trainingsempfehlung

Zur Rehabilitation der beeinträchtigten Leistungen eignen sich die RehaCom-Module Wortgedächtnis und figurales Gedächtnis, die mit der Wiedererkennungsmethode arbeiten.

Im Training sollen Encodierungs- und Abrufstrategien eingeübt werden (vergl. RehaCom Anleitungen zum Einsatz von Gedächtnisstrategien). Für Patienten mit schwersten Gedächtnisstörungen, die keine Strategie zum Lernen mitvollziehen und anwenden können, ist das repetitive Training wenig sinnvoll und sollte durch die Einübung kompensatorischer Hilfen (Notizen, Listen, Tagebuch) und externer Umweltgestaltung ersetzt werden.

8.7 Literaturverweise

- D. Schellig, R. Drechsler, D. Heinemann, W. Sturm (Hrsg.) (2009) Handbuch neuropsychologischer Testverfahren, Hogrefe
- Prosiegel, M. (1988) Psychopathologische Symptome und Syndrome bei erworbenen Hirnschädigungen, Neuropsychologische Rehabilitation, Springer, Berlin
- Thöne-Otto & Markowitsch, 2004; GNP-Leitlinien Gedächtnis, 2011

9 Logisches Denken (LOGT)

9.1 Störungen des problemlösenden Denkens

Im Screening "Logisches Denken" werden Fähigkeiten geprüft, die mit figuralem Material konvergentes, schlussfolgerndes Denken erfordern und dem Bereich des problemlösenden Denkens als einem Aspekt exekutiver Leistungen zuzuordnen sind.

Exekutive Funktionen

Bei der Bewältigung des Alltags mit seinen zahlreichen privaten und beruflichen Zielen, Aufgaben, Terminen und Zeitplänen, die jeweils zielgerichtete Handlungen erfordern, regulieren sogenannte "Exekutive Funktionen" unser Handeln und Erleben. Der Begriff der Exekutivfunktionen bezieht sich auf höhere metakognitive Prozesse, die für den geordneten Ablauf von kognitiven Basisfunktionen wie Gedächtnis und Arbeitsgedächtnis, Wahrnehmung mit Aufmerksamkeit oder sprachliche Fähigkeiten eingesetzt werden und dabei auch von ihnen abhängig sind (vergl. Müller & Münte, 2009).

"Unter dem Begriff "Exekutive Funktionen" werden Regulations- und Kontrollmechanismen zusammengefasst, die ein zielorientiertes und situationsangepasstes Handeln ermöglichen. Exekutive Funktionen regulieren top-down domänspezifische Fähigkeiten und kommen ins Spiel, wenn die Situation ein Abweichen von eingeschliffenen Handlungsroutinen erfordert. (...) Die meisten Autoren gehen heute davon aus, dass unter "exekutive Funktionen" verschiedene, unabhängige Prozesse zu verstehen sind, die selektiv gestört sein können. "Störungen exekutiver Funktionen" bezeichnen also eine Reihe unterschiedlicher klinischer Symptome und verschiedene Patienten mit Störungen exekutiver Funktionen können völlig anders geartete Verhaltensprobleme zeigen." (Schellig, Drechsler et al., 2009)

In einem erweiterten Modell von Drechsler (2007) kommen zur Kognition im engeren Sinne noch Prozesse der emotionalen und sozialen Regulation hinzu.

Dysexekutives Syndrom

Nach einer Hirnschädigung unterschiedlicher Ursache - vor allem unmittelbar oder mittelbar im präfrontalen Kortex - kommt es häufig zu einem "Dysexekutiven Syndrom", das je nach Hirnläsion in der Regel mit weiteren kognitiven Störungen, z.B. des Gedächtnisses, der Aufmerksamkeit oder der emotionalen Kontrolle verbunden und konfundiert sein kann. Der fachgerechten neuropsychologischen Diagnostik aller Störungen und der Einordnung und Interpretation der dysexekutiven Störungen im Zusammenhang kommt daher besondere Bedeutung zu.

"Störungen der Exekutivfunktionen sind komplex und vielschichtig, deshalb sollte die Diagnostik von Störungen der Exekutivfunktionen immer alle zur Verfügung stehenden Informationsquellen nutzen. Neben der klassischen neuropsychologischen Testung kommt der Verhaltensbeobachtung oder -analyse, dem Einsatz von Fragebögen und der ausführlichen Befragung der Angehörigen eine besondere Rolle zu. (...)

Bei der Interpretation der testpsychologischen Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass die Testsituation jeweils sehr stark strukturiert ist, somit das selbst initiierte Handeln und das Priorisieren von Handlungsoptionen als wesentliche exekutive Funktion nicht getestet wird. Einige Patienten mit

unauffälligen Werten zeigen daher dennoch im unstrukturierten Alltag große Defizite." (Müller, 2013, S.42 und 43)

Grundsätzlich sollte bei Verdacht auf das Vorliegen einer dysexekutiven Störung zur Basisdiagnostik je ein Modul zum Arbeitsgedächtnis und zum Monitoring, zum Planen und Durchführen komplexer Handlungen, zum problemlösenden Denken sowie zur kognitiven Flüssigkeit und Flexibilität durchgeführt werden (vergl. Leitlinien der DGN und GNP, In: Diener, 2012).

Schlussfolgerndes Denken bei logischen Reihen

Störungen des problemlösenden Denkens als Teil eines dysexekutiven Syndroms werden in Teilbereichen mit Aufgaben zum divergenten und konvergenten Denken untersucht, die aus Intelligenztests stammen (Schellig et al, 2009).

Beim konvergenten Denken werden neben verbalen Aufgaben auch häufig figurale Aufgaben angewandt, die in Form von Reihenergänzen (z.B. LPS 50+, Sturm et al, 1993) oder Matrizen vervollständigen (z.B. Raven SPM, Raven 1976) zu lösen sind.

Aufgaben zum schlussfolgernden Denken wie z.B. logische Reihen stellen aus klinischer Sicht besondere Anforderungen an das Halten und Manipulieren von Informationen im Arbeitsgedächtnis (vergl. von Cramon & Matthes-von Cramon, 1993).

Weitere Anforderungen als Aspekte exekutiver Leistungen betreffen die Informationsanalyse der Figuren (in der Reihe und bei den angebotenen Lösungen) und die Extraktion relevanter Merkmale der Figuren, wenn Form, Größe, Drehung und Lage variiert werden.

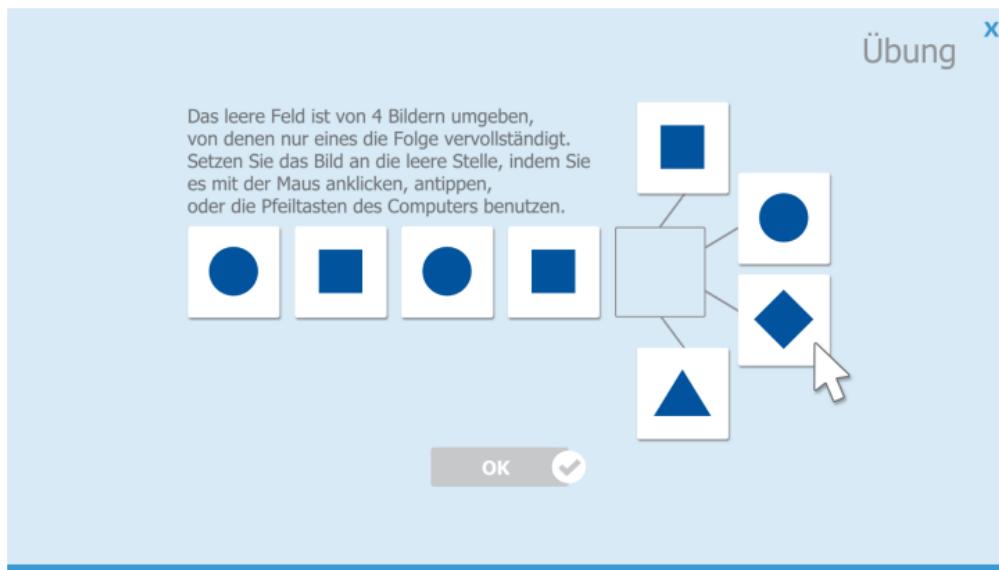


Abb. 61: Screening Logisches Denken - Instruktion

Um zu einer Lösung zu kommen, müssen die Inhalte der Informationsanalyse im Arbeitsgedächtnis gehalten und mit Hypothesen über die logische Folge abgeglichen werden. Dabei ist Flexibilität im Generieren und Verwerfen von Hypothesen erforderlich in Bezug auf die Auswahl möglicher Lösungsfiguren. Schließlich sollte die gewählte Lösung auf Plausibilität überprüft werden.

Größere Schwierigkeiten im Problemlösenden Denken können bei der Beobachtung der Aufgabenbearbeitung und in der Nachbesprechung u.a. folgende Auffälligkeiten bei Ansteigen der Schwierigkeit der Aufgaben sichtbar machen:

- oberflächliche und unvollständige Informationsanalyse der Figuren und ihrer Merkmale

- Rückgriff auf eine Lösungsstrategie nach "Versuch & Irrtum"
- fehlende Generierung von Lösungshypothesen ("giving up")
- emotionale Kommentare

Eine Überprüfung des Arbeitsgedächtnis und der figuralen Diskriminationsfähigkeit vor Testbeginn ist zu empfehlen.

9.2 Aufgabenbeschreibung

Im Screening "Logisches Denken" ("Logical Reasoning Test") werden auf einem Bildschirm oder TV-Monitor Bildfolgen mit figurativen Inhalten präsentiert, die als logische Reihe weitergeführt bzw. vervollständigt werden müssen.

Der Test enthält 2 Übungsreihen und 13 Testreihen. Die Testreihen folgen aufeinander in aufsteigender Schwierigkeit. Die Schwierigkeit wird durch die Kombination relevanter Merkmale der Figuren, wie Form, Größe, Drehung und Lage gesteigert.

Zusätzlich zur ansteigenden Schwierigkeit der Aufgaben ist eine Zeitbegrenzung für jede Unteraufgabe und für den Gesamttest vorhanden. Dadurch kommt ein weiterer exekutiver Leistungsaspekt durch das vorausschauende Zeitmanagement hinzu. Das Screening wird als power-Test (richtige Lösungen) und milder speed-Test (begrenzte Lösungszeit) durchgeführt.

In der Informationsanalyse der Aufgabe sind auf der linken Seite vier Figuren in Reihe auf ihre Merkmale hin zu untersuchen. Die Reihe soll mit einer 5. Figur fortgeführt werden. Aus der Abfolge der Figuren und ihrer Merkmale ergibt sich implizit eine logische Regel, die zu erkennen ist. Die Hypothesenbildungen über mögliche Lösungen werden durch 4 Lösungsangebote auf der rechten Seite im Umfang begrenzt. Aus den Lösungsangeboten (multiple-choice) ist diejenige Figur in das Zielfeld zu bringen, die entsprechend der Regel oder logischen Folge die Figurenreihe richtig weiterführt.

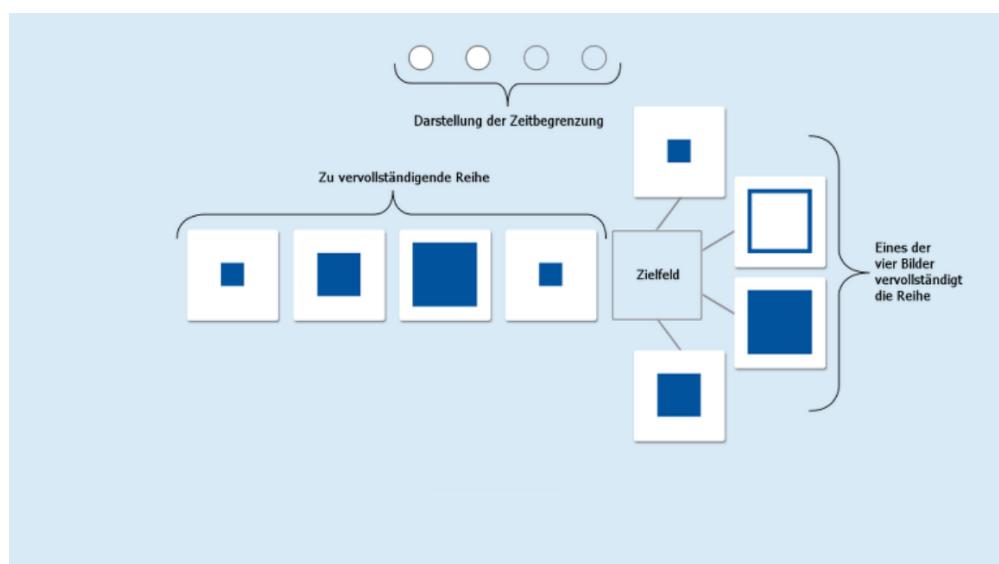


Abb. 62: Screening Logisches Denken - Aufgabendesign

9.3 Instruktion

Zur Erklärung und Herstellung des Aufgabenverständnisses für logische Reihenfolgen werden zwei Übungselemente vorangestellt.

Die Übungen dienen auch zum Verständnis der Herstellung der Auswahl der Lösung (per Maus, Tastatur).

Die Objekte werden bei Fehlern wiederholt, bis der Proband die richtige Lösung verstanden hat und reproduzieren kann.

Erklärung 1: Vorstellung des Aufgabendesigns und der Herstellung der Lösung

Um die Lösung herzustellen, muss eine der Auswahlfiguren rechts in das Zielfeld in der Mitte bewegt werden. Dies ist mit der Maus, dem Touchscreen bzw. dem RehaCom-Pult möglich. Hat der Proband das ihm richtig erscheinende Bild ausgewählt, muss er die Lösung mit OK bestätigen. Das kann entweder mit der OK-Taste, der Leertaste, der Entertaste oder mit der Maus bzw. am Touchscreen erfolgen. Für Maus bzw. Touch muss direkt der Button "OK" getroffen werden.

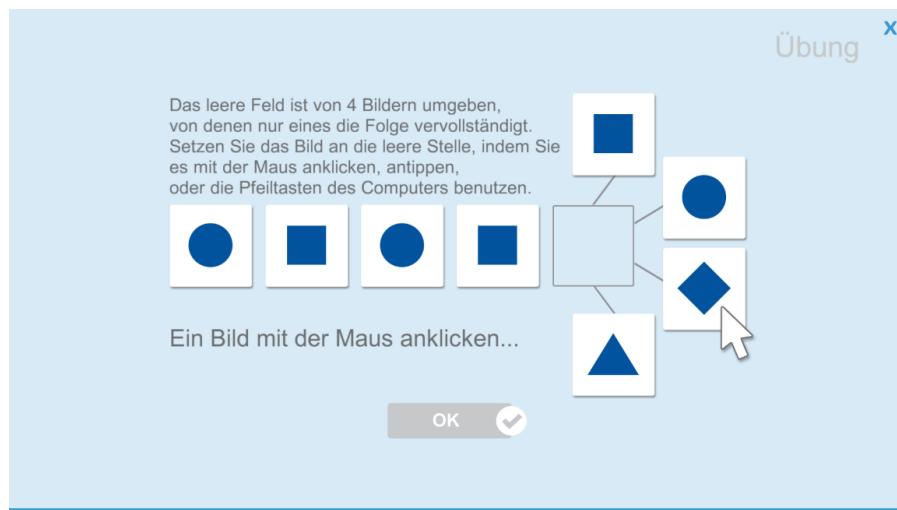


Abb. 63: Hinweis zur Vervollständigung

Ist die Reihe richtig vervollständigt, erscheint ein "Richtig" mit grünem Hintergrund.

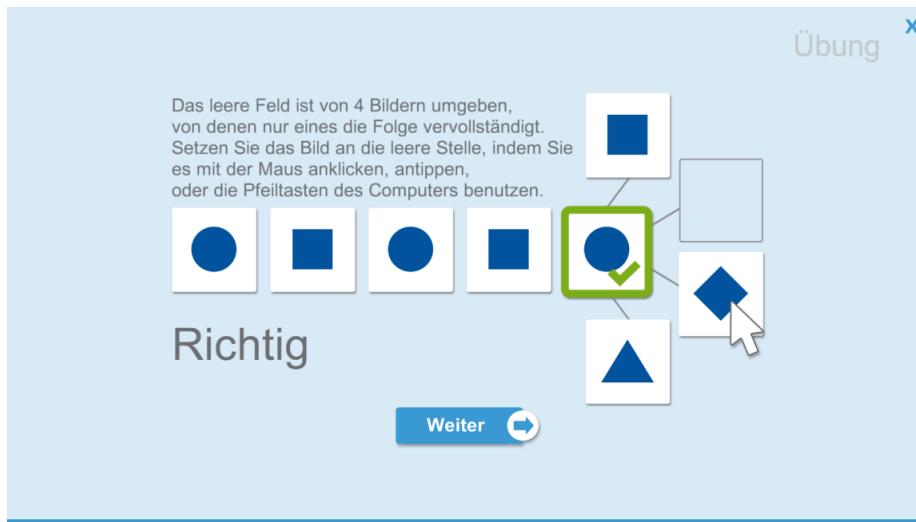


Abb. 64: Übung 1 - Vorstellen des Aufbaus

Ist die Reihenfolge falsch vervollständigt worden, erscheint ein "Falsch" mit rotem Hintergrund.

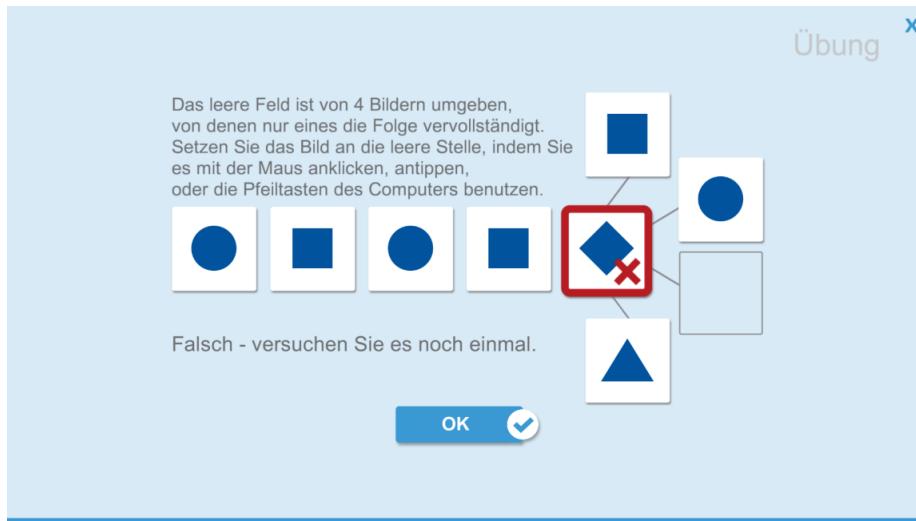


Abb. 65: Übung 1 - Reihe falsch vervollständigt

Wartet der Proband in der Übung mit seiner Entscheidung länger als 20 Sekunden, wird er darauf hingewiesen, eine Lösungsfigur auszuwählen.

Erklärung 2: Hinweis auf unterschiedliche Merkmale von Figuren

Die Übung 2 unterscheidet sich von Übung 1 durch die Variation der Merkmale der angebotenen Figuren. Der Proband wird darauf hingewiesen, dass die Figuren unterschiedliche Merkmale haben können z.B. in den Objekten unten verschiedene Größen.

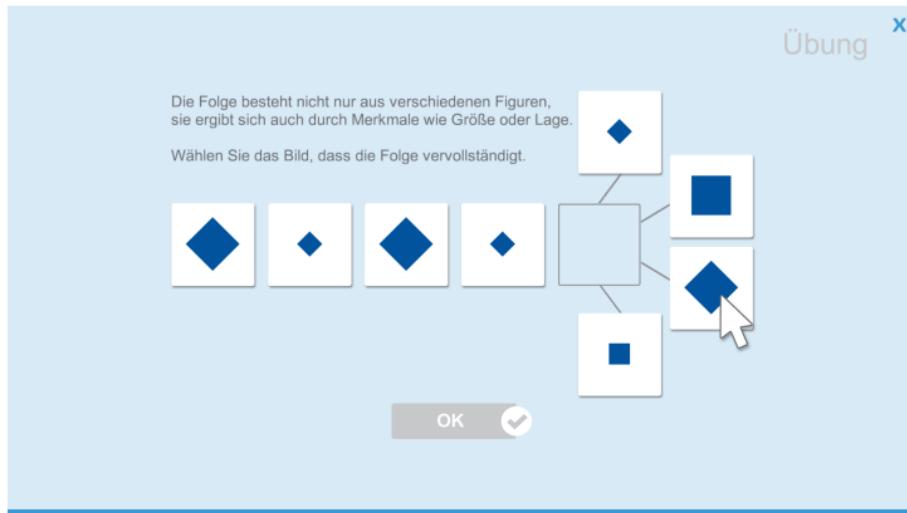


Abb. 66: Übung 2 - Instruktion

Zeitmanagement und Zeitbegrenzungen

Im Anschluss an die Übungselemente wird der Proband darüber informiert, dass er nur begrenzt Zeit hat, um in einer Unteraufgabe die Reihen zu vervollständigen.

Am oberen Rand befinden sich zur Orientierung im Zeitmanagement 4 leere Kreise. Diese werden gegen Ende der maximalen Lösungszeit innerhalb 30 Sekunden einer nach dem anderen gefüllt wie bei einem Countdown.

Die Gesamtzeit für alle 13 Items liegt bei 13 Minuten, d.h. im Schnitt bei einer Minute pro Unteraufgabe. Durch schnelles Arbeiten bei den ersten Aufgaben kann ein "Zeitpolster" für die schwereren Aufgaben gewonnen werden.

9.4 Durchführung

Herstellen der Lösung

Um die Lösungsfigur in das Zielfeld zu bewegen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Mit einem Klick der linken Maustaste bzw. Druck auf den Touchscreen
2. Per Drag & Drop mit der Maus oder per Touchscreen
3. Mit den Cursor-tasten einer normalen Computertastatur bzw. den Pfeiltasten auf dem RehaCom-Pult
 - a. Die Pfeiltaste nach unten bzw. nach links bewegt die Bilder im Uhrzeigersinn in das Zielfeld
 - b. Die Pfeiltaste nach rechts bzw. nach oben bewegt die Bilder entgegen dem Uhrzeigersinn in das Zielfeld

Um eine Lösungsauswahl rückgängig zu machen und eine andere Figur einzufügen, können dafür auch die oben beschriebenen Techniken benutzt werden. Die Figur, die sich zuvor im Zielfeld befunden hat, bewegt sich dadurch auf seine Ausgangsposition zurück.

Um das Zielfeld wieder komplett leer zu bekommen, gibt es aber nur zwei Möglichkeiten:

1. Durch einen Klick der linken Maustaste bzw. Druck auf den Touchscreen an der Stelle, wo sich das Bild im Zielfeld befindet
2. Mit Drag & Drop aus dem Zielfeld heraus in den freien Raum. Dabei ist es nicht notwendig, die Ursprungsposition genau zu treffen. Wichtig ist nur, dass das Bild sich außerhalb des Zielfeldes befindet.

Achtung: Mit der Tastatur / dem RehaCom-Pult ist es nicht möglich, das Zielfeld wieder zu leeren, wenn es einmal belegt war.

Lösungszeit und Gesamttestdauer

Pro Item/Unteraufgabe hat der Proband maximal 2 Minuten Zeit, um die Lösung einzugeben. Erfolgt keine Lösungsauswahl innerhalb der maximalen Lösungszeit, wird dies als Auslassung gewertet und zum nächsten Item umgeschaltet.

Die Gesamttestdauer ist auf 13 Minuten begrenzt. Unteraufgaben, die in der maximalen Gesamttestzeit nicht bearbeitet wurden, gehen als Auslassung in die Ergebnisauswertung ein.

Nach drei aufeinanderfolgenden Items, bei denen innerhalb der maximalen Lösungszeit keine bzw. eine falsche Lösung eingegeben wurde, wird das Screening beendet (abgebrochen).

9.5 Auswertung

Im Screening "Logisches Denken" werden folgende Leistungsparameter ausgewertet:

- Richtig: richtige Figur ausgewählt und "Fertig" gedrückt
- Fehler: falsche Figur ausgewählt und "Fertig" gedrückt
- Auslassungen: keine Figur ausgewählt und "Zeitende" bei Item oder "Zeitende" bei Gesamttest

Wird keine Lösung ausgewählt, d.h., keine Taste gedrückt, geht die maximale Lösungszeit des Items in die Berechnung der Gesamtzeit ein.

Für die Gesamtbeurteilung des Screenings werden die richtigen Lösungen zugrunde gelegt. Es werden Prozentränge auf der Grundlage einer Normstichprobe berechnet und in einer Grafik dargestellt:

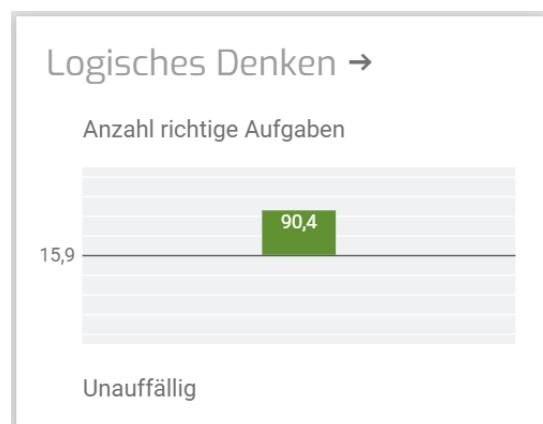


Abb. 67: Ergebnis des Screenings Logisches Denken in der Übersicht

Details

In der Detailansicht wird dargestellt, wie oft der Nutzer richtig, falsch oder gar nicht reagiert hat. Des Weiteren wird der Reaktionszeitverlauf in einer Grafik dargestellt.

Tabelle

Datum	Anzahl Aufgaben	Richtige		Fehler	Nicht Gelöste	Median Lös.-Zeit [s]
		Anzahl	Prozentrang			
01.09.2025	13	12	90.4	1	0	5.6

Grafik

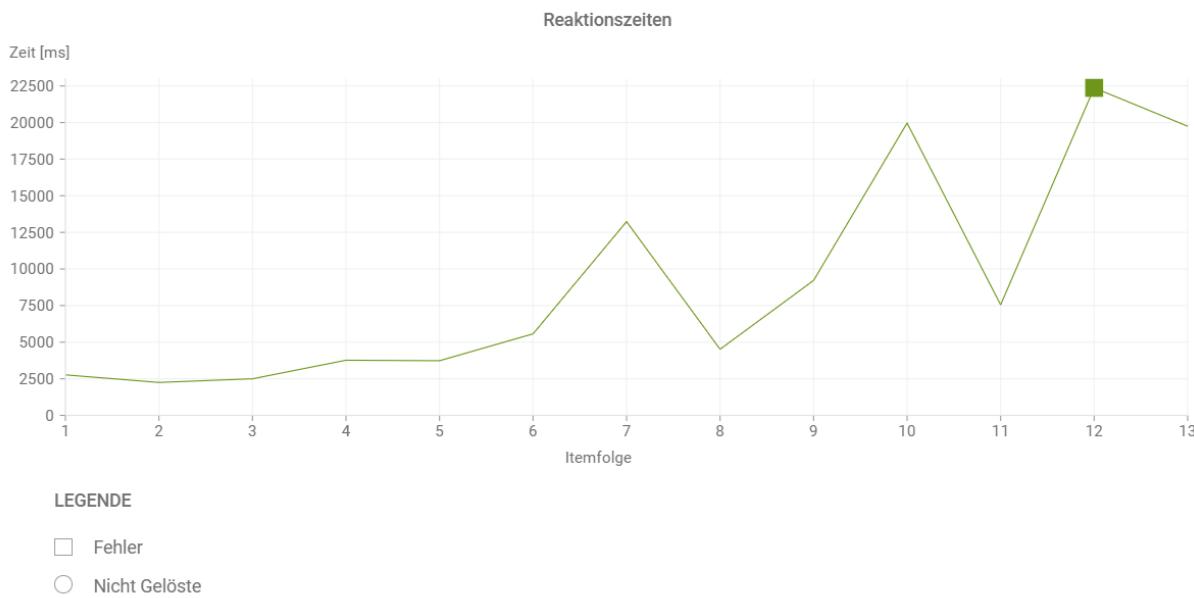


Abb. 68: Ergebnisdarstellung

9.6 Trainingsempfehlung

Das globale Testergebnis klärt noch nicht auf, welche Komponenten zum Leistungsdefizit beigetragen haben. Falls noch nicht geschehen, sollten vor allem das Arbeitsgedächtnis und die Aufmerksamkeitsleistungen überprüft werden, da Störungen in diesen Bereichen vorrangig mit Übungen zum Arbeitsgedächtnis oder zur Aufmerksamkeit behandelt werden sollten, später mit Übungen zum logischen Denken.

In der Nachbesprechung des Screeningmoduls kann erfragt werden, ob die unterschiedlichen Merkmale der Figuren bemerkt wurden und welchen Weg der Proband eingeschlagen hat, um eine Lösung zu finden und zu prüfen. Das ergibt Hinweise, worauf bei der Therapie mit einem ähnlichen Paradigma zu achten ist.

Für Übungen zum konvergenten schlussfolgernden Denken und Problemlösen eignet sich das RehaCom-Modul "Logisches Denken", das auch mit figurativen Aufgaben arbeitet.

Aus der Verhaltensbeobachtung während der Übungsaufgaben in der Therapie ist besser ersichtlich als im Test, welche Problemlösestrategie angewandt wird. Bei Versuch & Irrtum oder einer nur oberflächlichen Informationsanalyse der Grafiken in der Reihe oder bei den Lösungsangeboten sollte der Patient angeleitet werden, die relevanten Merkmale zu entdecken und zu benennen. Auch die

Hypothesenbildung und das Verwerfen von Hypothesen sollte in der Therapie durch "lautes Denken" des Probanden mitverfolgt und diskutiert werden, ebenso die Plausibilitätskontrolle nach dem Einstellen der Lösung im Zielfeld und vor dem Abschluss "Fertig". Bei der Kombination von Merkmalen können die Aufgabenaspekte auch externalisiert auf einem Blatt aufgeschrieben oder zeichnerisch "kartiert" werden, um den Arbeitsspeicher zu entlasten.

Die Hilfen durch "lautes Denken" und Externalisieren können dann im Therapieverlauf entsprechend dem Leistungsstand schrittweise zurückgenommen werden.

9.7 Literaturverweise

- Cramon, D.Y. von & Matthes von Cramon, G. (1993). Problemlösendes Denken. In: D.Y. von Cramon, N. Mai & W. Ziegler (Hrsg.), Neuropsychologische Diagnostik, S.123-152. Weinheim:VCH.
- Drechsler, R. (2007). Exekutive Funktionen - Übersicht und Taxonomie. Zeitschrift für Neuropsychologie, 18, 233-248.
- Leitlinie "Diagnostik und Therapie von exekutiven Dysfunktionen bei neurologischen Erkrankungen" der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) und Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP). www.dgn.org/leitlinie oder www.awmf.de, Leitlinien Neurologie. Siehe auch Diener, C. et al. (2012). Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie (5. überarbeitete Auflage). Stuttgart: Thieme.
- Müller, S. V. (2013). Störungen der Exekutivfunktionen. Fortschritte der Neuropsychologie, Band 134. Göttingen: Hogrefe.
- Müller, S.V. & Münte,T.F. (2009). Störungen von Exekutivfunktionen. In: Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie, W.Sturm, M.Hermann & T.F. Münte (Hrsg.) 2. Auflage, S.480-499. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Raven,J.C. (1976). Standard Progressive Matrices SPM. Oxford: Oxford Psychologist Press.
- Schellig, D., Drechsler, R., Heinemann, D., Sturm, W. (2009). Handbuch neuropsychologischer Testverfahren, Band 1. Göttingen: Hogrefe.
- Sturm, W., Willmes, K. & Horn, W. (1993). Leistungs-Prüfsystem für 50 bis 90 jährige (L-P-S 50+). Göttingen: Hogrefe

10 Gesichtsfeld (VITE)

10.1 Störungen des Gesichtsfeldes

Beeinträchtigungen des Sehens, der visuell-räumlichen Wahrnehmung und Aufmerksamkeit sind eine häufige Folge von Hirnverletzungen unterschiedlicher Ursache. Nach Zihl (2006) weisen 20 - 40 % der Patienten mit einer erworbenen Hirnschädigung Sehstörungen auf, davon betreffen 61,7 % Einschränkungen und Ausfälle im Gesichtsfeld.

Das Sehen ist eine zentrale, wenn nicht die wichtigste Sinnesfunktion in der vorausschauenden räumlichen Orientierung des Menschen in seiner alltäglichen Umwelt. Störungen des Gesichtsfeldes beeinträchtigen daher die Orientierung und wirken sich je nach Störungsgrad auf Alltagshandlungen aus - z. B. auf das Suchen und Finden von Gegenständen beim Essen oder sich Kleiden, auf die sichere Fortbewegung im Raum ohne Anzustoßen und das Finden von Wegen, auf das Erkennen von Gesichtern und Personen im kommunikativen Kontakt, auf das Lesen der Zeitung, das Fernsehen oder die Benutzung eines Computers. Lebenswichtige Bedeutung hat das Sehen im Straßenverkehr, vor allem beim Führen eines Kraftfahrzeuges. Seh- und Gesichtsfeldstörungen beeinträchtigen die Teilhabe in vielen Lebensbereichen nach ICF und erfordern daher Therapie und Rehabilitation zur Verbesserung der Partizipation.

Körper-Kopf-Auge-System

An der visuellen Orientierung im Raum und dem visuellen Erkennen der Umwelt ist die ganze Person aktiv beteiligt: mit der Ausrichtung und Stellung des Körpers, des Kopfes und der Augen im Raum, mit der Leistungsfähigkeit der Augen (z. B. Sehschärfe oder Beweglichkeit) und schließlich der zentralen Informationsverarbeitung aller beteiligten sensomotorischen Prozesse im Gehirn. Dabei besteht unser normales Verhalten darin, dass wir unseren Körper ständig bewegen bzw. ganz selten bewegungslos ruhig verharren, ständig mit unzähligen Blickbewegungen Gegenstände und Umwelt ausgerichtet auf unser aktuelles Handlungsziel explorieren oder uns peripheren neuen Reizen kurz zuwenden und sie beurteilen. Das Blickfeld durch motorisch mögliche Augenbewegungen (bei unbewegter Kopfausrichtung geradeaus) ist dabei kleiner (ca. 50° einseitig) als das periphere Gesichtsfeld bei zentraler Fixation (ca. 90° einseitig). Durch die Kombination von Blickfeld und Gesichtsfeld kann der Sehbereich auf bis zu 115° (einseitig) ausgedehnt werden, durch Kopf- und Körperbewegungen kann das Blickfeld seitlich noch weiter verschoben werden.



Abb. 69: Volles Gesichtsfeld beider Augen

Formerkennen ist im zentralen Gesichtsfeldbereich (ca. 5° einseitig) mit Fixation gut möglich, im peripheren Gesichtsfeld ohne Fixation ist auch Farbwahrnehmung (siehe Abb. 1) und vor allem Bewegungswahrnehmung möglich. Zum sicheren Erkennen und Differenzieren von Formen und Mustern ist eine Blickfokussierung (Fixation) auf den Reiz notwendig.

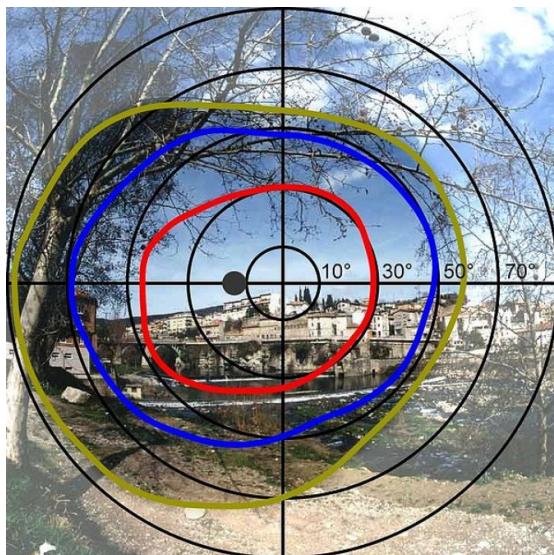


Abb. 70: Qualitative Gesichtsfeldgrenzen im normalen linken Gesichtsfeld

Abb. 2 zeigt das Polardiagramm des Gesichtsfeldes des linken Auges [Quelle: Wikipedia] roter und blauer Kreis: sensible Bereiche für Farben, dazwischen grün; gelber Kreis: gesamtes Gesichtsfeld; schwarzer Punkt: blinder Fleck des linken Auges.

Berücksichtigung weiterer kognitiver Leistungen

Das Sehen ist eingebunden in und wird ausgerichtet durch unser Handeln. Dabei sind weitere kognitive Leistungen, vor allem die Aufmerksamkeit, immer mitbeteiligt. Bei Gesichtsfelduntersuchungen nach einer erworbenen Hirnschädigung sind Beeinträchtigungen der körperlichen Belastbarkeit, der Aufmerksamkeit und Konzentration, des Gedächtnisses und der exekutiven Handlungsausführung mit zu berücksichtigen bzw. in die Interpretation der Ergebnisse einzubeziehen, insbesondere in der Frühphase nach einer Hirnverletzung (1-4 Monate), in der die Instabilität für viele Leistungen charakteristisch ist. Es sollte auf Pausen bei der Durchführung, auf das Verständnis (klare Kommunikation über das Kriterium für die Entdeckung des Zielreizes) und Wiederholen der Instruktion (bei Gedächtniseinbußen) geachtet werden (vergl. Zihl & v. Cramon, 1985).

Trias der Einschränkungen des Gesichtsfeldes

Bei Störungen des Gesichtsfeldes / der visuellen Raumwahrnehmung haben wir es mit einer Trias von Einschränkungen (vergl. Zihl & v. Cramon, 1985) zu tun, die wir messend erfassen können:

- Störung der Reizentdeckung im betroffenen Gesichtsfeld bei zentraler Fixation der Blickrichtung (Gesichtsfeldeinschränkung)
- Störung der spontanen Amplituden und Systematik der Blickbewegungen in das / im betroffene(n) Gesichtsfeld (Blickfeldeinengung)
- Störung des spontanen explorativen Suchens und Bemerkens von Reizen (räumliche Aufmerksamkeitseinschränkung)

Einschränkungen des Gesichtsfeldes und der Blinksakkaden/Blickstrategien können z. B. bei einer (reinen) homonymen Hemianopsie auch ohne Störung des Aufmerksamkeitsfeldes auftreten.

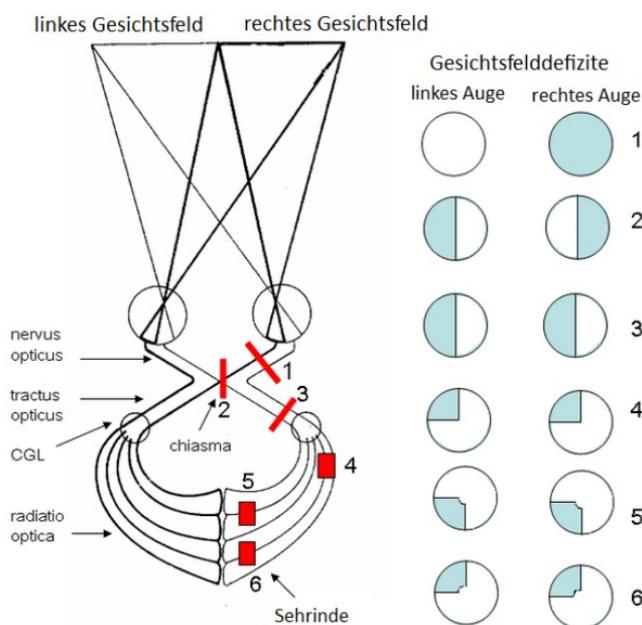


Abb. 71: Gesichtsfelddefizite in Abhängigkeit vom Ort der Läsion

- 3) homonyme Hemianopsie (rechts oder links): Auf beiden Augen ist die gleiche Seite von dem Ausfall betroffen (Patienten erkennen beispielsweise nur den linken oder rechten Bereich eines Bildausschnitts, tritt häufig auf)
- 2) heteronyme (binasale oder bitemporale) Hemianopsie: Auf beiden Augen ist jeweils die Gegenseite von dem Ausfall betroffen (Patienten leiden beispielsweise an einem „Scheuklappenblick“, tritt selten auf)
- 4-6) Quadrantenanopsie ist charakterisiert durch den Ausfall eines Viertels des Gesichtsfeldes. Wie auch die Hemianopsie ist auch die Quadrantenanopsie meist homonym, d.h. auf beiden Augen ist die gleiche Seite von dem Ausfall betroffen



Abb. 72: Eingeschränktes Gesichtsfeld bei Hemianopsie nach links

Störungen der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit (Neglect)

Bei schwerem Neglect haben wir es immer mit der Trias der Einschränkungen zu tun. Von Neglectphänomenen ist auszugehen, wenn die spontane Orientierung, Reizentdeckung und Exploration durch Blicksakkaden und darüber hinaus die handelnde gegenständliche Aktion in ein und innerhalb eines Halbfeldes gestört ist und Personen, Gegenstände oder Testreize nicht beachtet werden. (vergl. Heilmann, 1979, Karnath, 2003). Hemianope Patienten handeln dagegen, wenn auch verlangsamt und oft auffällig umständlich, im betroffenen Außenraum, beachten und ergreifen z.B. Gegenstände.



Abb. 73: Eingeschränktes Wahrnehmungsfeld bei Neglect nach links

Bei Neglectpatienten finden sich häufig noch Neglectzeichen in anderen Sinnesmodalitäten, Extinktion bei Doppelsimultanstimulation, visuell-räumliche Störungen und Leistungsverbesserungen bei bewusster Aufmerksamkeitszuwendung, während bei Patienten mit Hemianopsie ohne Neglect selten visuell-räumliche Störungen und Extinktion zu beobachten sind und das Gesichtsfelddefizit bei Fixation nicht durch bewusste Aufmerksamkeitszuwendung zu verbessern ist (Kerkhoff, 2004). Der kompetenten differenzialdiagnostischen Abklärung kommt daher hohe Bedeutung zu, zumal auch Läsionen nicht selten sind, bei denen hemianope Sehstörungen und Neglectphänomene in der Akutphase zusammentreffen und sich erst im Verlauf in der chronischen Phase (> 3 Monate nach Läsion) diagnostisch differenzieren lassen.

Durch Spontanremission in der Akutphase können sich Neglectstörungen fast halbieren, bis auf persistierende ca. 33 % bei rechtshemisphärischen Läsionen und ca. 13 % bei linkshemisphärischen Läsionen (Stone et.al., 1991, zitiert nach Kerkhoff, 2004). In der klinischen Praxis finden sich daher

immer wieder Patienten, bei denen sich z. B. mit abklingendem linksseitigen Restneglect in Nachtestungen eine Quadrantenanopsie links abbildet, die vorher durch den Neglect verdeckt war.

Für die Rehabilitation ergibt sich daraus die Konsequenz, bei Verdacht auf eine kombinierte Störung mit Neglect und Hemianopsie/Quadrantenanopsie beides mit den jeweils gebotenen Therapiemodulen zu behandeln.

10.2 PC-gestützte Erfassung von Gesichtsfelddefiziten

Gesichtsfeldmessungen durch den Augenarzt benutzen die Perimetrie (z.B. Goldmann-Perimeter oder Tübinger Perimeter) mit kontrollierter, d.h. beobachteter Fixationstreue. Unter standardisierten Reizbedingungen können sowohl die Ausdehnung des allgemeinen Gesichtsfeldes (Reizentdeckung) als auch bei Bedarf Grenzen für Lichtempfindlichkeit, Farb- und Formerkennen relativ genau untersucht werden.

In der neurologischen Klinik, Rehaklinik oder ambulanten neuropsychologischen Praxis stehen (in aller Regel) kostenintensive Perimeter nicht zur Verfügung. Es muss daher auf einfache Konfrontationstests, paper-pencil-Module und PC-gestützte Gesichtsfeld-Screenings zurückgegriffen werden. Dieses diagnostische Instrumentarium erlaubt aber eine für therapeutische Indikationen hinreichend genaue Abbildung von Gesichtsfelddefiziten, Neglectsymptomen und Lesestörungen.

Bei der PC-gestützten Gesichtsfeldmessung, die als Screening eingesetzt wird, sind bei den bisher verfügbaren Modulen Beschränkungen gegenüber einem Perimeter vorhanden:

- durch die Begrenzungen des Monitors ist der erfasste Sehwinkelbereich deutlich kleiner
- die Programme erlauben keine Beurteilung der Kontrastsensitivität, Farb- oder Formwahrnehmung
- die Fixationstreue kann nicht in Konfrontation beobachtet werden

Durch moderne LCD Flachbild-Monitore (24" oder 27") oder LCD-Fernseher (32" oder 34") können PC-gestützte Erfassungen heute bereits ein binokuläres Gesichtsfeld bis 30° erfassen, bei Anwendung eines Beamers mit Rückprojektionsleinwand kann die Erfassung auf 60° erweitert werden (das entspricht dem geforderten Gesichtsfeld für die Fahreignung).

Zentrale und periphere Aufgabe

Wird bei der Perimetrie die Fixationstreue von einer Person kontrolliert, die den Patienten von vorn beobachtet und bei Verlassen der Fixation entsprechend reagiert, fehlt diese Möglichkeit bei der Gesichtsfeldmessung am PC. Der Fixationstreue als kritischem Indikator einer genauen Messung kommt neben der Dichte der Messpunkte aber eine besondere Bedeutung zu.

Um die Fixationstreue zu kontrollieren, wurde in PC-Gesichtsfeldtests daher eine zentrale Aufgabe eingeführt, die dem Anspruch nach nur bei Blickfokussierung zu lösen ist. Parallel dazu wurde die eigentliche Messung der Wahrnehmung von Reizen im Gesichtsfeld als periphere Aufgabe vorgegeben. Dadurch entstand ein dual-task-Aufgabendesign mit Anforderungen an höhere Aufmerksamkeitsleistungen, neben der Daueraufmerksamkeit auch vor allem an selektive und geteilte Aufmerksamkeitsleistungen.

Z. B. besteht die ursprüngliche Variante einer verbreiteten PC-Gesichtsfeldtestung aus einer visuell-verbalen zentralen Aufgabe (Buchstaben erkennen und lautsprachlich benennen) und einer visuellen

Entdeckungsaufgabe peripher (Flickerreize bemerken und Taste drücken). Der Wechsel zwischen zentraler und peripherer Aufgabe erfordert Umstellfähigkeit und Sequenzierung (verbal Benennen, nonverbal Taste drücken). Die Reize werden maximal 3000 ms lang dargeboten, die Darbietungszeit ist zugleich die maximale Reaktionszeit.

Der periphere Reiz wird über „längere“ Zeit (max. 3000 ms) präsentiert und kann eine unwillkürliche Orientierungsreaktion und Blickbewegung hin zum Flickerreiz auslösen. Die kürzere Testversion läuft über ca. 5 Minuten, die längere Version über 10 Minuten ohne Pause.

In einer neuen Variante ist die zentrale Aufgabe durch eine nonverbale visuelle Diskriminationsaufgabe mit Anforderungen an die selektive Aufmerksamkeit (4 Zielreize aus 8 Reizen beantworten) ersetzt worden. Die Antwortreaktion bei der zentralen Aufgabe erfolgt nonverbal in Form eines Tastendrucks und ist dem Output der peripheren Aufgabe angeglichen worden. Die Darbietungszeit der zentralen Reize beträgt 400 ms, die der peripheren Reizen 3000 ms. Die Testdauer beträgt 5 Minuten ohne Pause.

Ein weiteres, neueres Screening-Design zur Fahreignungsdiagnostik kombiniert die Gesichtsfeldmessung mit Ablenkerreizen, die bei Neglectuntersuchungen eingesetzt werden. Der Bildschirm ist gefüllt mit grauen Kreispunkten, von denen jeweils ein Punkt hell aufleuchten kann (periphere Aufgabe). Die Darbietungszeit für periphere Reize wurde auf 800 ms verkürzt. Die zentrale Aufgabe besteht wieder aus einer nonverbalen visuellen Diskriminationsaufgabe mit Anforderungen an die selektive Aufmerksamkeit (4 Zielreize aus 8 Reizen beantworten). Auf beide Aufgaben ist mit Tastendruck nonverbal zu reagieren. Die Anzahl der zentralen Stimuli und damit die Anforderung an die Blickfokussierung wurde deutlich erhöht (Verhältnis Reize zentral/peripher: 470/85).

Anforderungen an selektive und geteilte Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeitsprozesse und Anforderungen an höhere Aufmerksamkeitsleistungen außerhalb der räumlichen Aufmerksamkeit sind bei allen bisherigen Designs für PC-gestützte Gesichtsfeldtests beteiligt und können bei Störungen von Aufmerksamkeitsleistungen die eigentlich intendierte visuelle Reizwahrnehmung und Antwortreaktion beeinflussen. Um die Auswirkung von Aufmerksamkeitsdefiziten zu verringern, sollten Diskriminationsaufgaben (selektive Aufmerksamkeit) möglichst einfach sein. Die zentrale und periphere Aufgabe sollten von der Art und Modalität im dual-task-Design möglichst ähnlich sein, um die Anforderungen an die geteilte Aufmerksamkeit gering zu halten. Zur Entlastung der fokussierten Aufmerksamkeit und Daueraufmerksamkeit sollten Pausen in der Durchführung ermöglicht werden.

Gesichtsfeldtests ermöglichen Aussagen über das Leistungsverhalten in einem Testdesign und eine Wahrscheinlichkeitsaussage über das verfügbare Gesichtsfeld, sie sind aber keine direkte Messung des zugrundeliegenden zerebralen Ausfalls bzw. der neuronalen Schädigung. Direkt beobachtbar und computerisiert messbar sind nur die Verhaltensreaktionen auf die Stimuli der Aufgabe. Bei Reizentdeckung und Antwortreaktion sind außer den visuellen Erkennensleistungen auch die oben beschriebenen Aufmerksamkeitsleistungen und weitere Variablen wie z. B. körperliche Belastbarkeit im Sitzen oder sicheres Bedienen der Antworttasten beteiligt. Eine Auslassung oder Fehlreaktion kann auch andere Ursachen haben als unmittelbar einen Sehaustritt. Die Interpretation des Gesamtergebnisses erfordert daher Fachkompetenz.

Weitere situative Bedingungen wie Tageszeit und Lichtverhältnisse, psychische Befindlichkeit oder Medikamente können sich auf das Ergebnis auswirken. Es sollte daher auf eine möglichst standardisierte Untersuchungssituation geachtet werden (z. B. abgedunkelter Raum).

10.3 Aufgabenbeschreibung

Das Screeningmodul "Gesichtsfeld" ist ein Gesichtsfeld-Screeningtest, vorrangig zur Verlaufskontrolle und Evaluation von PC-gestützter Trainingstherapie bei Gesichtsfelddefiziten mit RehaCom-Modul. Die Erstmessung gibt Auskunft über den Schweregrad einer Gesichtsfeldeinschränkung. Zur Interpretation des Gesichtsfeld-Screenings sollten immer die anderweitig erhobenen diagnostischen Daten, z. B. aus der Neglect-Untersuchung, einbezogen werden. Beim Screeningmodul "Gesichtsfeld" wird ein dual-task-Design angewandt, bei dem die zentrale Aufgabe der peripheren Aufgabe in der nonverbalen Modalität und Art ähnlich ist (Entdeckung eines Kreises) und den gleichen nonverbalen Output in Form eines Tastendrucks verlangt.

Zentrale Aufgabe

Die zentrale Aufgabe hält mit einem Anteil von 40 % der Stimuli den Aufmerksamkeitsfokus in der Mitte. Es muss das Auftauchen (on/off) eines kleineren helleren Kreises innerhalb eines größeren dunkleren Kreises bemerkt werden (s. Abb. 6) . Die Wahrnehmungsaufgabe ist vom Kontrast beider Kreise her so gestaltet, dass nur bei direkter Fixation und nicht außerhalb des zentralen Gesichtsfeldbereichs (ca. 5° seitwärts) der hellere innere Kreis zu entdecken ist. Ein Blickwechsel in die Peripherie führt zum Verlust der Diskriminationsfähigkeit. Bei leicht abgedunkelten Lichtverhältnissen und normalem Kontrastsehen ist der zentrale Reiz gut zu diskriminieren (im Vortest bei der Instruktion kann das überprüft werden). Die Präsentationszeit des zentralen Reizes beträgt standardmäßig kurze 250 Millisekunden.

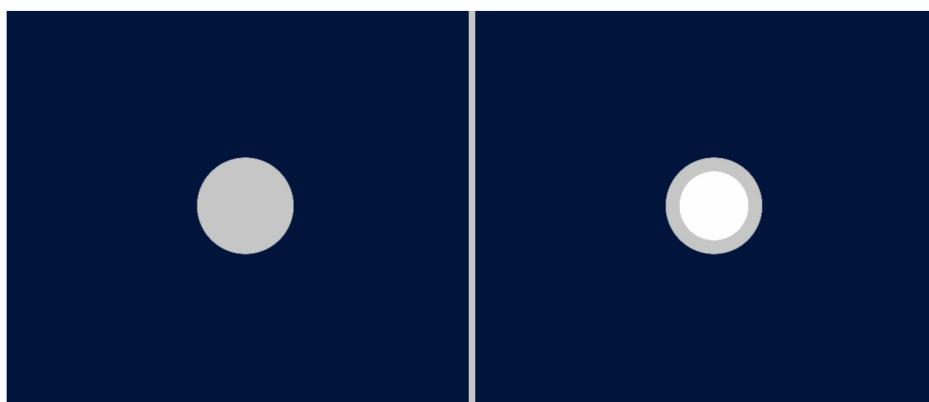


Abb. 74: Zentrale Aufgabe (links: Fixationspunkt Standardansicht; rechts: Reaktion erforderlich)

Periphere Aufgabe

Die periphere Aufgabe ist als Wahlreaktionsaufgabe mit Anforderungen an die selektive Aufmerksamkeit konzipiert. Der relevante Reiz ist ein Kreis am Ende einer Linie, die vom Mittelpunkt ausgeht. Der irrelevante Reiz ist eine Linie, die vom Mittelpunkt ausgeht, am Ende aber keinen Kreis

hat (s. Abb. 7). Beim irrelevanten Reiz ist es erforderlich, die Tendenz zum Tastendruck zu inhibieren, es entsteht eine Art Go-Nogo-Aufgabe. Ein Tastendruck bei irrelevantem Reiz wird als Fehler gewertet. Wird auf den relevanten Reiz nicht reagiert, wird dies als Auslassung gewertet.

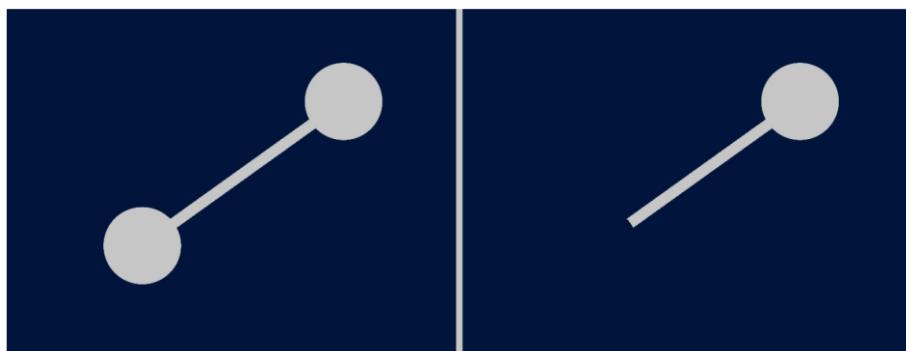


Abb. 75: Peripherer Reiz (links: relevant; rechts: irrelevant)

Bei der peripheren Aufgabe werden die beiden Reize jeweils nur tachistoskopisch kurz präsentiert (200 ms). Für die Antwortreaktion steht aber eine deutlich längere maximale Reaktionszeit zur Verfügung (2000 ms). Während sich in manchen Gesichtsfeld-Screenings Präsentationszeit und Reaktionszeit über die gleiche Dauer erstrecken, sind hier Präsentationszeit und maximale Reaktionszeit entkoppelt. Die Reaktionszeit beginnt mit der tachistoskopischen Reizdarbietung, ist aber nicht gebunden an die Reizdarbietung. Dadurch kann die maximale Reaktionszeit ohne Auswirkung auf die Wahrnehmung im Gesichtsfeld verlängert werden und sich an die Ausführung auch verlangsamter Patienten anpassen. Die sehr kurze Darbietungszeit verleitet auch nur geringfügig zur unwillkürlichen Orientierungsreaktion mit Blinksakkade hin zum Reizort.

Prüfung der Reizorte

Die vier Quadranten enthalten jeweils 12 Reizorte (insgesamt 48). Jeder Reizort wird 2x von relevanten Reizen und 1x von einem irrelevanten Reiz "aufgesucht".

Bei jeder Reizdarbietung ergeben sich drei Antwortmöglichkeiten:

- 1) Richtig
- 2) Auslassung
- 3) Fehler.

Ausschlaggebend für die Interpretation der Wahrnehmung im Gesichtsfeld sind die beiden Reaktionen auf die relevanten Reize. Es ergeben sich drei Bewertungsmuster:

- 1) RR : 2x richtig reagiert (100%) : optimale Wahrnehmung am Reizort mit hoher Wahrscheinlichkeit
- 2) RA: 1x richtig reagiert (50%), 1 Auslassung: unsichere Wahrnehmung am Reizort
- 3) AA- : 2 Auslassungen (0 %): Wahrnehmungsdefizit am Reizort mit hoher Wahrscheinlichkeit

Die Reaktionen auf die irrelevanten Reize werden nicht zur Beurteilung des Gesichtsfeldes im engeren Sinn herangezogen. Dass eine Bewertung "richtig" durch "nicht Reagieren" zustande kommt, ist noch kein valides Kriterium für Sehfähigkeit im betroffenen Gesichtsfeld. Gleichermaßen gilt für Fehler aus "Unsicherheit", ob nicht doch ein relevanter Reiz vorlag. Besser interpretierbar sind selektive Fehler

aufgrund nicht-erfolgreicher Hemmung der Reaktionstendenz, wenn sie im nicht betroffenen Halbfeld auftreten. Die Verteilung der Fehler in den Halbfeldern/ Quadranten - systematisch oder zufällig - bietet gute Hinweise zur Interpretation. Eine weitere Interpretationsquelle bietet das Verhalten des Probanden bei der Testdurchführung: selektive Fehler auf irrelevante Reize durch vorschnelles, nicht inhibiertes Reagieren werden in der Regel im erhaltenen Gesichtsfeld vom Durchführenden sofort bemerkt und mit einem Laut oder einer Körperbewegung "quittiert", während bei Fehlern im betroffenen Gesichtsfeld *die Kontrollinformation* fehlt und die Verhaltensreaktion auf den Fehler ausbleibt.

Die wesentlichen Leistungsparameter für die Beurteilung des Gesichtsfeldes sind:

- Richtige Reaktion innerhalb der maximalen Reaktionszeit.
- Auslassung bei Überschreiten der maximalen Reaktionszeit
- Reaktionszeit Median richtige Reaktionen (ms)

Interpretation der Leistungsgüte

Für die Beurteilung der Güte der Screeningmessung sind weitere Parameter zu interpretieren:

- prozentualer Anteil der Fixationstreue (Reaktionen bei zentraler Aufgabe)
- Fehler (fehlende Inhibition auf irrelevante Reize - Verteilung auf die Halbfelder)
- Verteilung der Auslassungen und Fehler im Zeitverlauf der Messung (in den Intervallen zwischen den Pausen)
- Reaktionszeit (MD) im Verlauf der Messung

Maximale Reaktionszeit und Inter-Stimulus-Intervall (ISI)

Die maximale Reaktionszeit für die zentrale Aufgabe beträgt voreingestellt 2500 ms, für die periphere Aufgabe 2000 ms. Letztere kann im erweiterten Modus auf ebenfalls 2500 ms verlängert werden. Erfolgt eine Reaktion z.B. bei 600 ms, wird das Item beendet und es folgt ein Interstimulusintervall, bevor das nächste Item präsentiert wird.

Die Inter-Stimulus-Intervalle (ISI) sind stochastisch variiert (+/- 50%) und nicht vorhersagbar. Bei einem ISI von 1700 ms kann das tatsächliche Intervall in einem Zeitbereich von 850 ms bis 2550 ms liegen, bei einem ISI von 2500 ms in einem Zeitbereich zwischen 1250 ms und 3750 ms.

10.4 Parameter-Einstellungen

Das Screeningmodul beginnt mit einem Start-Bildschirm.

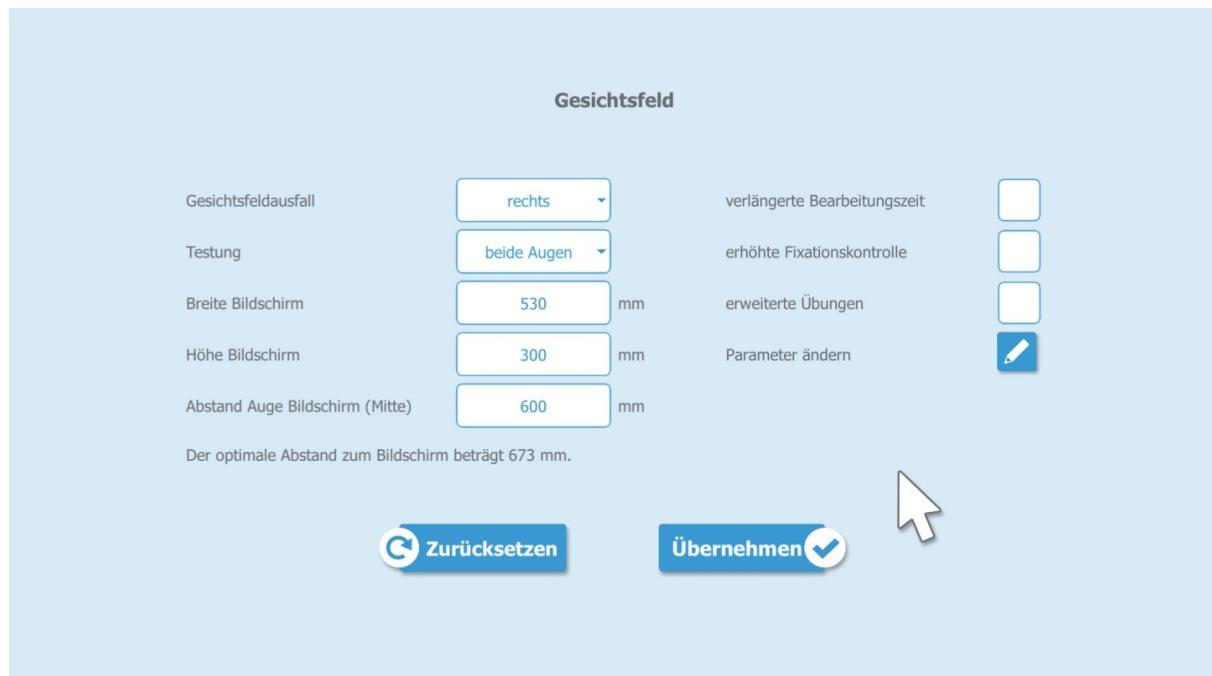


Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor)

Bildschirmgröße / Abstand Augen-Bildschirm

Einstellung im Startfenster (Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor))

Vor der Benutzung des Screeningmoduls muss die Bildschirmgröße (sichtbares Bild) eingestellt werden. Aus diesen Daten berechnet das Screeningmodul die Größe des gemessenen Gesichtsfeldes in Sehwinkelgrad und zeigt die Ergebnisse in der Auswertung an.

Bei modernen, preislich erschwinglichen PC-Monitoren und LCD-TVs (seit 2013 = 24 bis 27 Zoll und 32") und einem üblichen Abstand des Auges von Monitoren dieser Größe (50-60 cm) kann ein Gesichtsfeld von ca. 20° erfasst werden. Dies reicht zur Erfassung des zentralen Gesichtsfeldes bzw. des Tätigkeitsfeldes im Alltag aus (Essen am Tisch, Zeitung lesen).

Für die Erfassung des peripheren Gesichtsfelds bis 60° sind größere Anzeigedisplays notwendig. Hier kann ein Beamer mit Rückprojektionsleinwand die Erfassung in einem 20 qm großen Raum schon möglich machen. Aus diesem Grund raten wir zur Anschaffung eines Beamers, wenn das periphere Gesichtsfeld erfasst werden soll.

Bei Verwendung unterschiedlich großer Monitor- oder Displaygrößen muss die Größe der Reize und des Mittelpunktes jeweils neu in den erweiterten Parametern festgelegt werden (siehe Tabelle 1 unten). Weiterhin sind je nach Displayart (LCDMonitor, LCD TV, Beamer mit Leinwand) die Parameter für die Hintergrundhelligkeit und Reizhelligkeit zu überprüfen, da Monitore, TVs und Beamern unterschiedliche Lichtintensitäten haben. Vor allem Beamer "schlucken" Helligkeit und Kontrast.

Um den Abstand des Auges zum Monitor während der gesamten Durchführung konstant zu halten, kann eine Kinnstütze eingesetzt werden. Die Fixierung der Körperhaltung durch eine Kinnstütze kann aber ein ablenkender Stressor werden, vor allem bei körperlicher Halbseitensymptomatik und Problemen beim Halten einer konstanten Sitzposition. Die Benutzung der Kinnstütze sollte für den Probanden aber bequem sein und keinen zusätzlichen Stressor bedeuten. Ohne Kinnstütze ist die Messung zwar etwas geringer standardisiert, dieser minimale mögliche Fehler kann aber in Kauf

genommen werden, da die auf die Untersuchung folgenden Trainings ebenfalls ohne Kinnstütze durchgeführt werden.

Verlängerte Bearbeitungszeit

Anklicken im Startfenster (Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor))

Zeigt sich bei der Instruktion, dass der Patient verlangsamt reagiert und mehr "Erholungszeit" zwischen Reaktion und neuem Reiz benötigt, kann die Instruktion mit ESC abgebrochen und beim Einstellungsfenster eine verlängerte Bearbeitungszeit eingestellt werden (Häkchen setzen). Bei Verdacht auf verlangsamte Reaktionen vor Testbeginn empfiehlt sich die verlängerte Durchführung gleich von Beginn an.

Durch die verlängerten Zeiten folgen die Reize in größeren Abständen, es wird mehr Zeit für die Reaktion und das Umschalten auf den nächsten folgenden Reiz eingeräumt und der Test ist aufgrund des geringeren Tempos weniger "stressig". Bei eingeschalteter verlängerter Bearbeitungszeit wird mit einer größeren maximalen Reaktionszeit (2500 ms) und längeren Interstimulus-Intervallen (zwischen 1700 und 2500 ms) gearbeitet. Die dadurch verlängerte Durchführungsduer des Tests ermöglicht aber solchen Patienten die Durchführung, die unter "normalen" Bedingungen abbrechen müssten.

Erhöhte Fixationskontrolle

Einstellung im Startfenster (Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor))

Die erhöhte Fixationskontrolle kann bei stark ablenkbaren Patienten eingeschaltet werden, die sich spontan nicht gut an die Blickfixation halten können und herumschauen, Blicksprünge zum Reiz machen oder sich wiederholt dem Testleiter zuwenden. Dafür wird die prozentuale Häufigkeit der zentralen Reize als Gütemaß der Fixationstreue heraufgesetzt (von 40 % auf 60 %). Bei 60 % Fixationsreizen ist die Aufforderung zu fixieren recht stark. Der Test wird dann zwar etwas länger, aber die größere Validität des Ergebnisses rechtfertigt diese angemessene Verlängerung.

Erweiterte Übungen

Einstellung im Startfenster (Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor))

Im Normalfall kann die im Gesichtsfeld-Screening durchzuführende Aufgabe mithilfe einer Übung erlernt werden. Falls dies nicht ausreichend ist, kann die Lernphase mithilfe dieser Einstellung um weitere zwei Übungen ergänzt werden. Dabei wird im ersten Schritt die Reaktion auf den erscheinenden Fixationsreiz geübt. Anschließend erfolgt eine Übung, in der ausschließlich Target- & Nontargetreize ohne jegliche Fixationskontrolle erscheinen. Erst dann wird die gesamte Aufgabe geübt.

Parameter ändern

Über den Schalter "Parameter ändern" können zusätzliche Details der Messung eingestellt werden (s. Kapitel "Erweiterte Parametereinstellungen").

Start Test links / rechts

Einstellung im Startfenster (Abb. 76: Startfenster (mit Einstellung für Notebook 17" Monitor))

Der Test wird in der Regel mit Patienten durchgeführt, bei denen der Hinweis auf eine Gesichtsfeldstörung (Hemianopsie oder Neglect) bereits besteht, z. B. untersucht durch eine paper-pencil Neglectdiagnostik, Konfrontationstests (fingerperimetrisch oder lichtkonfrontatorisch mit kleiner Stablampe) oder Leseproben. Bei ausgeprägtem Neglect gibt schon die Verhaltensbeobachtung im Alltag deutliche Hinweise.

Dadurch ist in der Regel die betroffene Seite des Gesichtsfelddefizits schon vor Testbeginn bekannt. Entsprechend kann nun ausgewählt werden, dass die Instruktionstexte und Übungsreize im nicht betroffenen (oder weniger betroffenen) Gesichtsfeldbereich dargestellt werden.

10.4.1 Erweiterte Parametereinstellungen

Parameter-Einstellungen (mit unterschiedlichen Displays)

Bei der Verwendung von verschiedenen Displays (PC, TV, Beamer/Leinwand) muss der Helligkeitskontrast der zentralen Aufgabe kontrolliert und so eingestellt werden, dass bei Blickfokus ab 5° seitlich des Mittelpunktes der hellere Fixationsreiz nicht oder praktisch nicht mehr wahrgenommen werden kann. Der Helligkeitsunterschied zwischen Reiz und Fixationspunkt beträgt standardmäßig 22 %. Das ist oberhalb der Wahrnehmungsschwelle gut registrierbar, wenn der Raum leicht abgedunkelt ist (kein Sonnenlicht auf das Display fällt) und keine Kontrastsehstörung vorliegt. Die voreingestellten Werte betragen 100 % / 78 % bei einer Hintergrundhelligkeit von 12 %.

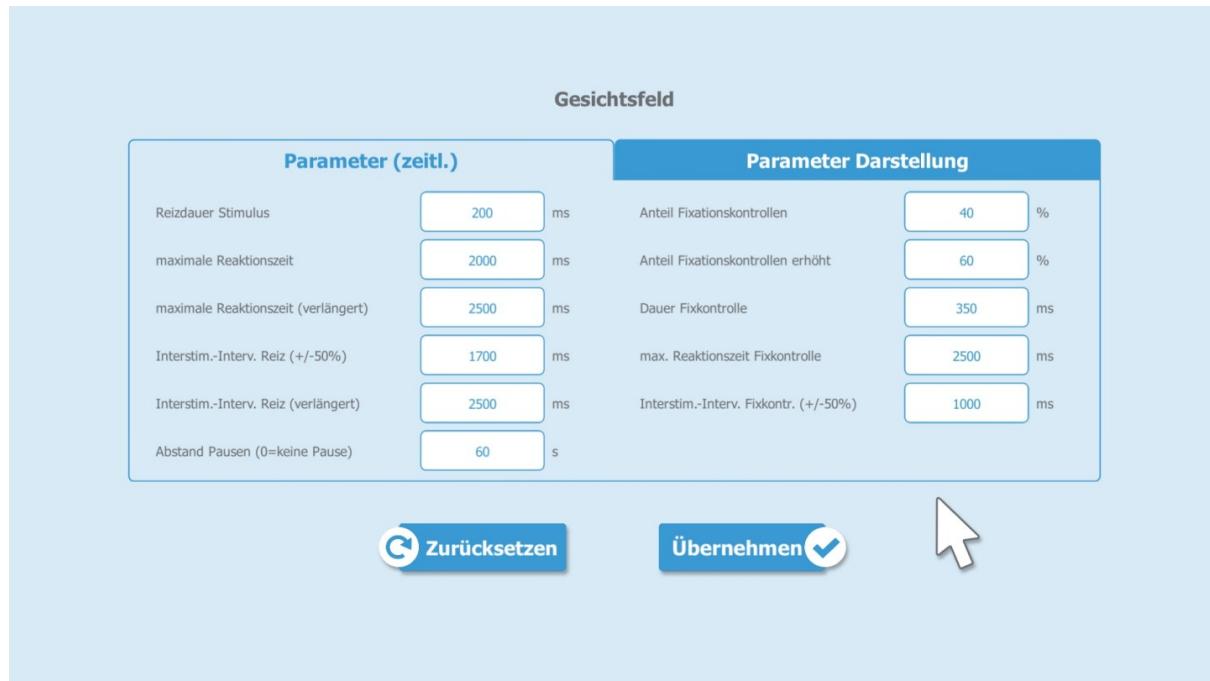


Abb. 77: Parameter-Einstellungen

Einstellungen der Testparameter:

Parameter	17" Notebook (breit)	19" LCD Monitor (4:3)	27" LCD Monitor (breit)	32" LCD TV (breit)
Grafik Auflösung Pixel	1200 x 800	1280 x 1024	1920 x 1080	VGA 1024 x 768
Bildschirm Breite / Höhe	332 / 204 mm	387 / 298 mm	600 / 338	700 / 395
Abstand Auge-Bildschirm	450 mm	450 mm	500 mm	600 mm
Linienstärke	0,5 °	0,5 °	0,6 °	0,6 °
Parameter	17" Notebook (breit)	19" LCD Monitor (4:3)	27" LCD Monitor (breit)	32" LCD TV (breit)
Größe Fixationspunkt	1,3 °	1,3 °	2,0 °	2,0 °
Punktdurchmessser Reiz	1,8 °	1,8 °	2,8 °	2,8 °
Hintergrundhelligkeit	40	40	40	40
Helligkeit Fixations-Reiz	170	170	170	170
Helligkeit Fix.mittelpunkt	180	180	180	180
Anteil Fixationskontrollen	40 (60) %	40 (60) %	40 (60) %	40 (60) %
Dauer Fixkontrolle	250 ms	250 ms	250 ms	250 ms
Reizdauer Stimulus	250 ms	250 ms	250 ms	250 ms
ISI Fixkontrolle (+- 50%)	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms
ISI Reiz	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms	1800 (2500) ms
max. RZ Fixkontrolle	2000 ms	2000 ms	2000 ms	2000 ms
max. RZ Reiz	2000 (2500) ms	2000 (2500) ms	2000 (2500) ms	2000 (2500) ms
Abstand Pausen	60 s	60 s	60 s	60 s

10.5 Instruktion

In der Instruktionsphase werden die Probanden schrittweise mit den Kriterien für die Reaktion bei der zentralen Aufgabe und der peripheren Aufgabe vertraut gemacht. Nach ausführlicher Beschreibung der Aufgabe wird die Durchführung in einer Übung verinnerlicht. Sollte der Modus "erweiterte Übungen" ausgewählt worden sein, werden vorher noch jeweils separat die zentrale und die periphere Aufgabe geübt. Nach jedem Instruktionsschritt wird das Ergebnis rückgemeldet und es besteht die Wahlmöglichkeit, die Übung zu wiederholen oder mit dem nächsten Schritt fortzufahren.

Die Instruktion durch den Testleiter erfolgt verbal, der Instruktionstext wird voreinstellbar zum Mitlesen im nicht betroffenen Halbfeld präsentiert. Bei Neglectdyslexie oder hemianoper Lesestörung

ist je nach Schweregrad das Mitlesen beeinträchtigt bis gar nicht möglich. In jedem Fall liest der Testleiter die Instruktion vor und zeigt und erklärt die Aufgabe.

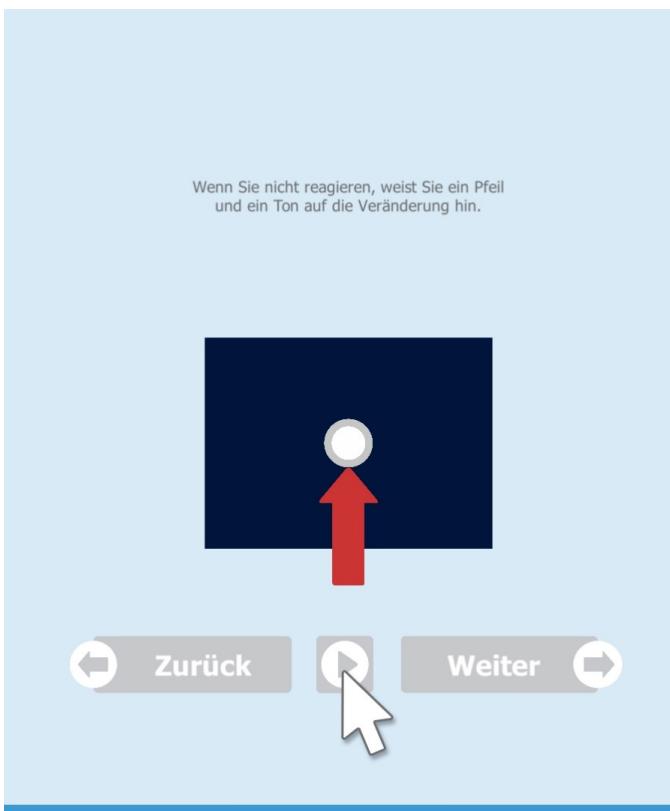


Abb. 78: Instruktion zentrale Aufgabe

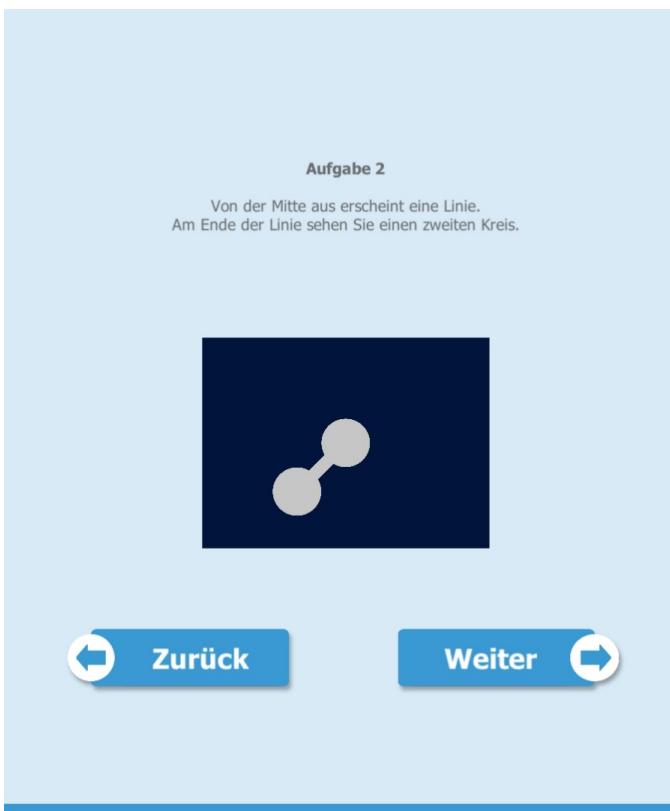


Abb. 79: Instruktion periphere Aufgabe Teil 1

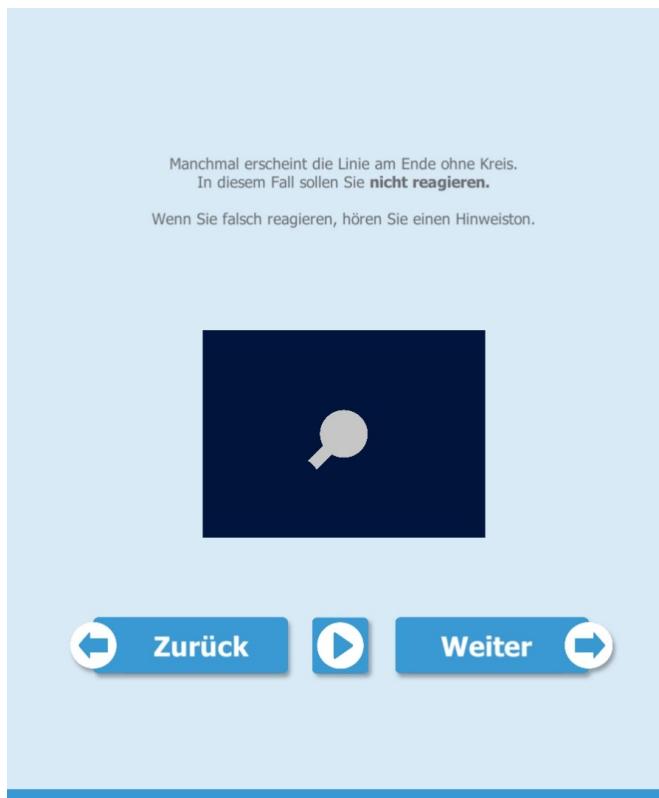


Abb. 80: Instruktion periphere Aufgabe Teil 2

Die Übungsreize erscheinen immer im nicht betroffenen Halbfeld (bei schwerstem Neglect können auch beide Halbfelder betroffen sein, dann ist in der Regel aber auch die Ausrichtung auf die Mitte und die Ausführung der zentralen Aufgabe kaum möglich und die Testung muss vertagt werden).

Nonverbal geführte Instruktion bei Verständnisproblemen

Bei aphasisch bedingter Sprachverständnisstörung oder bei erschwertem Verstehen der Reiz-Reaktions-Regel mit zeitgerechtem Drücken der Reaktionstaste bzw. Hemmung des Tastendrucks kann der haptische Instruktionsmodus der "nonverbal geführten Instruktion" (Peschke, V.: Handanweisung Burgauer Bedside Screening) eingesetzt werden. Dabei wird die Hand des Patienten beim Drücken der Taste geführt bzw. gehalten, falls eine Fehlreaktion ausgeführt werden sollte. Dabei führt die rechte Hand des Therapeuten die rechte Hand des Patienten (oder die linke Hand die linke Hand), indem sie leicht auf der Hand des Patienten aufliegt. Begleitend zu den geführten Reaktionen mit der Taste kann vorher auf den Reiz gezeigt werden und die folgende Reaktion mit kurzen Kommentaren wie "Ja, drücken" oder "Nein, nicht drücken" verbal begleitet werden. Aphasische Patienten können durch die nonverbal geführte Instruktion erfahrungsgemäß recht schnell ein Aufgabenverständnis erwerben.

Insbesondere bei Patienten mit linksfrontaler Hirnverletzung kann das Inhibieren des Tastendrucks auf den irrelevanten Reiz auch nach mehreren Übungsdurchgängen im nicht betroffenen Halbfeld immer noch zu Fehlern führen. In der Regel bemerken die Patienten den Fehler, beobachtbar an Mimik, Ausrufen oder Körperreaktionen. Dann kann in der Instruktion weitergegangen und der Test trotzdem durchgeführt werden, da jetzt die Möglichkeit über die Beobachtung (z.B. Strichliste) gegeben ist, die Fehler differenziert zu interpretieren (s. o. Testbeschreibung).

10.6 Durchführung

Durchführung mit Pausen

Der Fixationspunkt wird während des gesamten Tests in der Bildschirmmitte gezeigt. Der Proband hat die Aufgabe, während der gesamten Durchführung den Blick auf den Mittelpunkt zu fokussieren und keine Augenbewegungen seitwärts zu machen, z. B. um zu bemerkten Reizen hinzuschauen oder um den Bildschirm nach möglichen Reizen abzusuchen. Um die Blickfixation mit fokussierter Aufmerksamkeit konzentrativ durchzuhalten, werden während des Screenings Pausen zur Erholung ermöglicht. In der Pause können sich die Augen frei bewegen, die Sitzposition kann korrigiert werden usw. Der Patient bestimmt die Länge der Pause, die Testdurchführung wird mit "OK" fortgesetzt. Voreingestellt sind Pausen im Abstand von 60 Sekunden. Die Testdauer ist daher auch abhängig von der Pausendauer. Durch die Pausen ist die hohe Aufgabenkonzentration jeweils nur für eine Minute zu erbringen, die Leistungsgüte und damit Verlässlichkeit der Interpretation wird dadurch hoch gehalten.

Testdauer

Die Testdauer (ohne Instruktion) ist sowohl von den (voreingestellten) Parametern als auch vom Arbeitsverhalten des Probanden abhängig. Voreingestellt werden kann die normale oder die verlängerte Variante mit verlängerten Inter-StimulusIntervallen, maximalen Reaktionszeiten und erhöhtem Anteil Fixationskontrollen. Vom Arbeitsverhalten abhängig sind die tatsächlichen Reaktionszeiten und die Länge der Pausen.

In der Normalvariante mit durchschnittlichen Reaktionszeiten um 600-800 ms und kurzen Pausen dauert die Testdurchführung ca. 10 Minuten. Bei verlangsamten und aufmerksamkeitsbeeinträchtigten Patienten dauert die Testdurchführung länger, ist aber vermutlich überhaupt nur unter den subjektiv angepassten Bedingungen durchführbar.

10.7 Auswertung

Gesamtübersicht Normwerte

Im Screening "Gesichtsfeld" werden zwei Werte für das linke und rechte Halbfeld berechnet (Prozentrang) und in der Gesamtübersicht angezeigt. Dargestellt werden in der Gesamtübersicht die Standardabweichungen der T-Werte für Auslassungen pro Halbfeld.

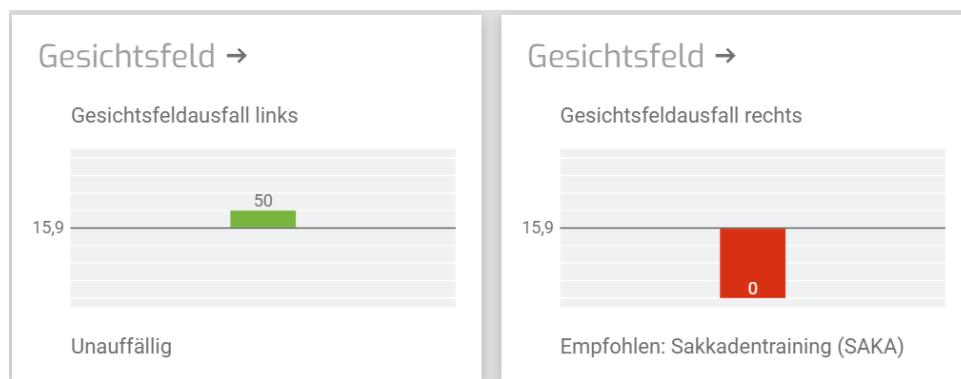


Abb. 81: Ergebnisse des Gesichtsfeld-Screenings in der Übersicht

Im Screening "Gesichtsfeld" wurde die Standardabweichung der Auslassungen als klinisch plausible Rechengröße festgelegt. Gerechnet wird mit einer Standardabweichung von 7 % bei den Auslassungen in einem Halbfeld bei potenziell $2 \times 24 = 48$ Auslassungen (100 %). Die Standardabweichung liegt deutlich über den Auslassungen einer gesunden Kontrollgruppe und erlaubt eine klinisch vertretbare Interpretation, dass der Verdacht auf ein Gesichtsfelddefizit gegeben ist. Bei 2 Standardabweichungen ist von einem manifesten Gesichtsfelddefizit in dem betroffenen Halbfeld auszugehen.

Beispielsweise reagiert ein Proband bei 34 relevanten Stimuli im rechten Halbfeld nicht - das sind ca. 71 % Auslassungen. Über die empirische Festlegung (7 % Auslassungen = 1 Standardabweichung) ergibt sich ein T-Wert von 0. In der Gesamtübersicht erstreckt sich der graue Balken im rechten Halbfeld bis 0 in den roten Bereich. Im linken Halbfeld wird nur 1 Auslassung registriert (ca. 2 %), der graue Balken bleibt im "grünen Bereich". Positiv definiert ist ab 94 % Richtiger zunächst kein Hinweis auf ein Gesichtsfelddefizit vorhanden, bei 87 - 93 % Richtiger liegt der Verdacht auf ein grenzwertig leichtgradiges Defizit nahe. Bei < 87 % Richtiger ist von einem klinisch bedeutsamen Gesichtsfelddefizit auszugehen.

Bei der Interpretation des Gesichtsfeldes sollten noch weitere Leistungswerte berücksichtigt werden. So kann ein Restneglect im Gesichtsfeld-Screening (ohne Ablenker auf dem Bildschirm) nur geringe bis keine Auslassungen zeigen (Prozentrang > 15,9), in den Reaktionszeiten aber relevante Unterschiede in den Halbfeldern als Folge des Neglects aufweisen.

Tabelle der wesentlichen Leistungsparameter

In der Tabelle werden im oberen Bereich die 4 wesentlichen Leistungswerte in den beiden Halbfeldern und vier Quadranten angezeigt. Im unteren Bereich sind die sekundären Parameter für die Leistungsgüte und darunter die wichtigsten Einstellungen der Testparameter dargestellt. Im rechten Bildschirmfenster kann das jeweilige Screening (nach Datum) eingestellt werden.

Tabelle

	Median Reakt.-Zeit [ms]	Richtige		Fehler	
		Richtige Reaktionen	Richtige Auslassungen	Fehler Reaktionen	Fehler Auslassungen
Links Gesamt	557	48	23	1	0
Links Oben	541	24	12	0	0
Links Unten	566	24	11	1	0
Rechts Gesamt	549	27	23	1	21
Rechts Oben	549	16	12	0	8
Rechts Unten	632	11	11	1	13

Fixationsgüte: 98 % (57/58)

Reaktionen im Interstimulus-Intervall: 1

Parameter:

2025-09-01: Bildschirmbreite: 508 mm; Bildschirmhöhe: 286 mm; Abstand Bildschirm Patient: 645 mm; Neglect: rechts; Testung: Beide Augen; Reizdauer Stimulus: 200 ms; Maximale Reaktionszeit: 2000 ms; Maximale Reaktionszeit (verlängert): 2500 ms; Interstim.-Interv. Reiz (+/-50%): 1700 ms; Interstim.-Interv. Reiz (verlängert): 2500 ms; Pausieren: 60 s; Anteil Fixationskontrollen: 40 %; Anteil Fixationskontrollen (erhöht): 60 %; Dauer Fixationskontrolle: 350 ms; Max. Reaktionszeit Fixationskontrolle: 2500 ms; Interstim.-Interv. Fixationskontr. (+/-50%): 1000 ms; Hintergrundhelligkeit: 12 %; Helligkeit Reiz: 78 %; Helligkeit Fixationskontrolle: 100 %; Punktdurchm. Reiz: 2.8 °; Größe Fixationspunkt: 2 °; Linienstärke Reiz: 0.6 °

Abb. 82: Leistungs- und Testparameter

Neben der Anzahl der richtigen und ausgelassenen Reaktionen bilden die Reaktionszeiten-Mediane einen weiteren wichtigen Leistungswert. Differenzen zwischen den Reaktionszeit-Medianen der Halbfelder können bei wenig Auslassungen auf eine noch vorhandene Neglect-Symptomatik

hinweisen. Verlangsamung in einem Halbfeld kann auf eine verlangsamte Aufmerksamkeitsverschiebung oder verminderte Kontrastsensitivität im kontraläSIONALen Halbfeld zurückgehen und sollte mit weiterer Diagnostik abgeklärt werden.

Für die Leistungsgüte sind die Werte für die Fixationstreue (% der Reaktionen auf den zentralen Fixationsreiz) und die Selektivität der Reaktion bei der peripheren Aufgabe (% richtige Inhibitionen) wichtig. Im Tabellenbeispiel zeigt der Wert von 97 % Fixationstreue bei einem Anteil von 40 % Fixationskontrollen eine sehr gute Blickfokussierung an. Die Selektivität liegt mit 92 % (bei 4 nicht inhibierten Reaktionen) noch im vertretbaren Bereich, die Verteilung auf die Halbfelder zeigt keinen deutlichen Seiteneffekt zum betroffenen Halbfeld hin.

Gesichtsfeld- Grafik

Die Grafik zeigt die Bewertungen der Reizorte in den Halbfeldern und Quadranten an.

Gesichtsfeld Grafik

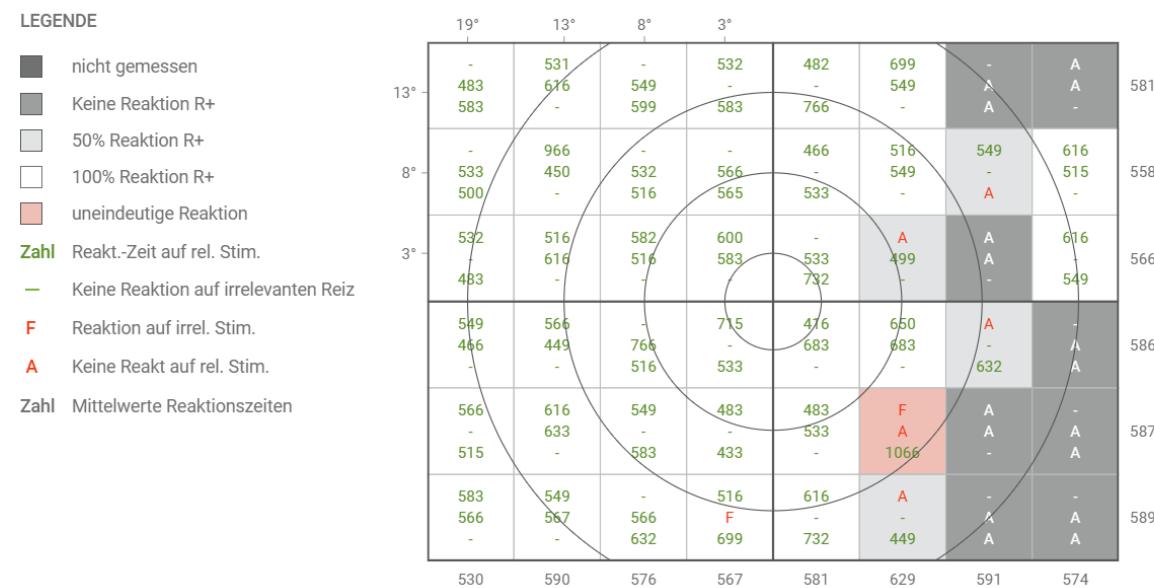


Abb. 83: Reaktionen an den Reizorten des gemessenen Gesichtsfeldes

Weiße Felder zeigen 2x optimal richtige Reaktionen an (RR 100 %). Die grünen Zahlen an den Reizorten in den Quadranten geben die Reaktionszeiten für das Erkennen der relevanten Stimuli an. Die grün unterlegten Zahlen an den Rändern der Grafik zeigen den Mittelwert der Reaktionszeit auf relevante Stimuli in der entsprechenden Zeile und Spalte an. Hohe Reaktionszeiten zeigen eine Verlangsamung des Probanden.

Hellgraue Felder zeigen 1x eine richtige Reaktion und 1x eine Auslassung am Reizort an, d. h. eine gemischte Reaktion (RA 50 %) . Eine Auslassung wird mit einem roten A angezeigt.

Dunkelgraue Felder bedeuten, dass 2x auf die relevanten Reize am betreffenden Reizort nicht reagiert wurde - das heißt, dass hier bei dieser Testung ein Wahrnehmungs- und Reaktionsdefizit (AA %) vorliegt.

Fehler sind mit einem roten F am Reizort markiert.

Die konzentrischen Kreise zeigen die gemessenen Sehwinkel an. Die angezeigten Werte können je nach Displaygröße variieren, sie ergeben sich aus Bildschirmgröße und Abstand vom Monitor (s. Bildschirmgröße im Kapitel "Parameter-Einstellungen")

Verlaufs-Diagramm

Reaktionszeiten für relevante Items

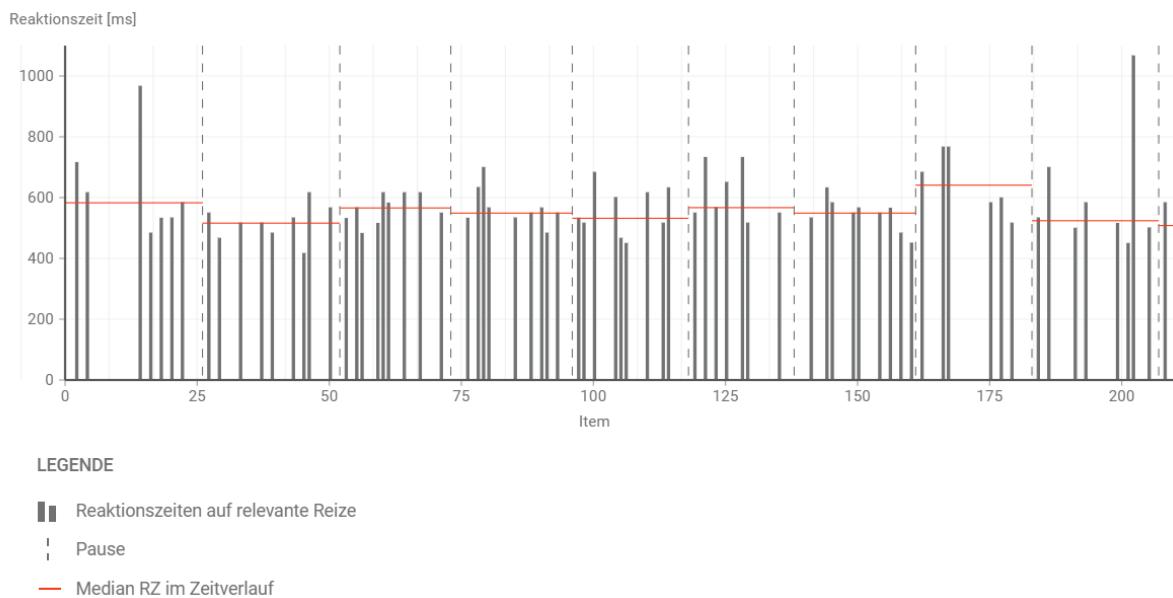


Abb. 84: Verlaufswerte zur Leistungsgüte

Auslassungen und Fehler

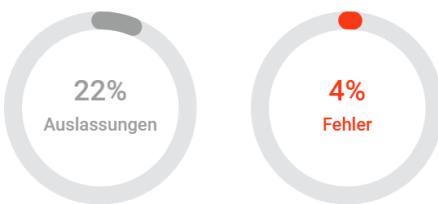


Abb. 85: Auslassungen und Fehler

Abb. 84: Verlaufswerte zur Leistungsgüte zeigt den Verlauf der Reaktionszeiten aller relevanten Reize, unterteilt in Pausen-Intervalle (gestrichelte Linien).

Die rote Linie zeigt den Median der Reaktionszeiten im jeweiligen Intervall.

Ein Anstieg der Fehler oder Reaktionszeiten im Verlauf oder zum Testende hin deutet auf eine Ermüdung und nachlassende Konzentration hin und ist als intervenierende Variable bei der Interpretation eines Gesichtsfelddefizits zu berücksichtigen.

10.8 Training

Gesichtsfelddefizite, die mit dem Screeningmodul VITE sichtbar gemacht werden (Prozentrang < 15,9), können unterschiedliche Ursachen haben (weitere Differentialdiagnostik wichtig) und erfordern je nach Art der Grundstörung ein unterschiedliches therapeutisches Vorgehen beim Einsatz PC-gestützter Verfahren:

- bei Hemianopsie und Quadrantenanopsie u. a. kompensatorisches Blickbewegungstraining und restitutives Stimulationstraining sowie Lesetraining bei hemianoper Lesestörung
- bei Neglect u. a. restitutives Explorationstraining und Blickbewegungstraining, wahlweise mit optokinetischer Stimulation, Nackenmuskelvibration oder Prismenbrille sowie Lesetraining bei Neglectdyslexie
- bei Neglect und Hemianopsie/Quadrantenanopsie vorzugsweise zunächst Neglecttherapie, bei Rückbildung des Neglects erweitert durch Trainings zur Hemianopsie

Bei vorhandenen basalen Aufmerksamkeitsdefiziten kann auch begleitend oder vorgeschaltet ein Alertnesstraining und Training selektiver Aufmerksamkeitsleistungen sinnvoll sein. Die Wahl des Therapieschwerpunktes ist vom Stand des Patienten abhängig.

Beim Blickbewegungstraining (Sakkadentraining) bei Hemianopsie ist das Einüben und Automatisieren einer effizienten Blickbewegungsstrategie wichtig. Hemianope Patienten tendieren dazu, Blickbewegungen zuerst in das erhaltene und im erhaltenen Gesichtsfeld auszuführen - sie sollten lernen, zuerst (große) Blickbewegungen in den betroffenen Gesichtsfeldbereich auszuführen und dort dann strategiegeleitet (und nicht chaotisch) zu suchen (vergl. Zihl & von Cramon, 1986; Zihl: Manual zum RehaCom-Modul "Überblick und Lesen").

Das Explorationstraining des Neglectpatienten unterscheidet sich vom Sakkadentraining des hemianopen Patienten deutlich in der Durchführung, auch wenn mit gleichen Programmen gearbeitet wird (z.B. "Sakkadentraining"). Der Neglectpatient benötigt verbale cues und helfende Aufforderungen für die (oft mühsame) Exploration des betroffenen Halbfeldes bis zur Entdeckung des Zielreizes (z. B. durch Abfahren der Horizontlinie bei "Sakkadentraining"). Große Blicksprünge zur betroffenen Seite sind ihm nicht möglich. Bei schwerem Neglect muss auch die Sitzposition und Kopfposition ausgerichtet und der suchende Blickfokus durch den per Hand geführten Einsatz eines Zeigestabes geleitet werden (Peschke, V.; Therapiezentrum Burgau). Die Kombination von visueller und haptischer Wahrnehmung bei Einsatz des Zeigestabes (der Blick folgt dem Zeigestab, der den Bildschirm / die Bildschirmabdeckung spürbar berührt) ist als ein Weg multimedialer Stimulation bei Neglect zu verstehen.

Zur Trainingstherapie bei Hemianopsie oder Neglect werden vorzugsweise folgende Rehacom-Module empfohlen:

- **Sakkadentraining:** Sakkaden- und Explorationstraining, bei Neglect wahlweise mit optokinetischer Stimulation und Extinktionsbedingung bei Doppelobjekten
- **Restitutionstraining:** Stimulation der Gesichtsfeldgrenzen
- **Überblick und Lesen:** Blickstrategietraining / Explorationstraining und Lesetraining
- **Visuell-räumliches Suchen:** Explorations- & Suchtraining (erfordert Sprachkompetenz)

Bei leichten Störungen können auch die Module Reaktionsverhalten und geteilte Aufmerksamkeit in den unteren Leveln eingesetzt werden. Das Modul Visuomotorische Fähigkeiten kann zur Übung langsamer Blickfolgebewegungen bei Neglect eingesetzt werden.

Bei vorhandenen basalen Aufmerksamkeitsdefiziten kann auch begleitend oder vorgeschaltet ein Alertnesstraining und Training selektiver Aufmerksamkeitsleistungen sinnvoll sein. Die Wahl des Therapieschwerpunktes ist vom Stand des Patienten abhängig (Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition" der DGN und GNP, 2012).

10.9 Literaturverweise

- Heilmann, K.M. (1979). Neglect and related disorders. In K.M. Heilmann & E. Valenstein (eds.) *Clinical Neuropsychology*, 268-307. Oxford University Press: New York.
- Karnath, H.O. (2003). Neglect. In H.O. Karnath & P.Thier (Hrsg.). *Neuropsychologie*, 217-230. Springer: Berlin.
- Kerkhoff, G. (2004). Neglect und assoziierte Störungen. *Fortschritte der Neuropsychologie*, Band 1. Hogrefe: Göttingen.
- Peschke, V. Handanweisung Burgauer Bedside-Screening, 2004-2014. www.psydat.de
- Stone,S.P., Wilson,B., Wroot, A., Halligan, P.W., Lange. L.S. & Marshall, J.C. (1991). The assessment of visuo-spatial neglect after acute stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 54, 345-350.
- Zihl, J. (2003). Zerebrale Blindheit und Gesichtsfeldausfälle. In H.O. Karnath & P.Thier (Hrsg.). *Neuropsychologie*, 73-83. Springer: Berlin.
- Zihl, J. & von Cramon, D. (1986). Zerebrale Sehstörungen. Kohlhammer: Stuttgart.
- Leitlinie "Rehabilitation bei Störungen der Raumkognition" der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) und Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP). www.dgn.org/leitlinien oder www.awmf.org/Leitlinien , Leitlinien Neurologie
- Siehe auch Diener, C. et al. (2012). *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie* (5. überarbeitete Auflage). Stuttgart: Thieme.

11 Versionshistorie

Version Dokument	Version RehaCom® Online	Datum	Änderungsbeschreibung	Betr. Abs.
1.0	ab 2.0	2025-08-28	• Erstellung und Erstveröffentlichung	