

# Anti-Extinktions-Training: Eine neue Therapie der Visuellen Extinktion

Julian Poschenrieder<sup>1,2</sup>  und Georg Kerkhoff<sup>3</sup>

<sup>1</sup> NVISIONIC UG (haftungsbeschränkt), München, Deutschland

<sup>2</sup> Data Science in Systems Biology, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Freising, Deutschland

<sup>3</sup> Klinische Neuropsychologie und Neuropsychologische Universitätsambulanz, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland

**Zusammenfassung:** Nach einer Hirnschädigung tritt oft eine visuelle Extinktion auf, für die bislang keine Behandlung existierte. Wir haben hierfür die Anti-Extinktions-Therapie (AET) entwickelt und ihre Wirksamkeit an 23 chronischen Extinktions-Patient\_innen in einem Baseline-Design mit behandlungsfreien Intervallen vor und nach der Therapie überprüft. Die Patient\_innen erlernten eine neue Blickstrategie zur raschen Erfassung multipler visueller Reize im gesamten Gesichtsfeld. Die Ergebnisse zeigen signifikante und stabile Verbesserungen in der visuellen Extinktion, einen signifikanten Transfer auf funktionale, nichtgeübte Explorationsleistungen (Personen-Scanning), sowie eine Reduktion der Symptombelastung. 66 % der Behandelten konnten an ihren Arbeitsplatz zurückkehren. Damit steht mit der AET eine neue, wirksame Therapie der visuellen Extinktion zur Verfügung. Die AET ist Teil des Neuro-Vision-Trainings (NVT) und kann sowohl stationär, ambulant und zu Hause durchgeführt werden.

**Schlüsselwörter:** visuelle Extinktion, Rest-Neglect, Therapie, Rehabilitation, berufliche Wiedereingliederung

## Antiextinction Training with the NVT: A New Therapy for Patients with Residual Neglect

**Abstract:** Visual extinction often occurs after brain damage. To date, no treatment exists for this impairment. We developed an antiextinction therapy (AET) and tested its effectiveness in 23 chronic extinction patients in a baseline design with treatment-free intervals before/after therapy. Patients learned a new gaze strategy for the rapid detection of multiple visual stimuli across the visual field. The results show significant and stable reductions in visual extinction, a significant transfer to functional, nonpracticed exploration tasks (scanning people), and a reduction in subjective symptom burdens. 66 % were able to return to work. The AET thus provides a new, effective therapy for visual extinction that can be carried out as part of in- or outpatient treatment as well as at home.

**Keywords:** visual extinction, residual neglect, therapy, rehabilitation, vocational reintegration

## Einleitung

Der räumliche Neglect bezeichnet die Unfähigkeit neurologischer Patient\_innen auf sensorische Reize (visuelle, akustische, taktile) in ihrer kontraläsionalen Raum- oder Körperhälfte zu reagieren (Kerkhoff & Schmidt, 2018). Ursache für den Neglect ist in den meisten Fällen ein Schlaganfall der rechten oder seltener der linken mittleren Hirnarterie. Patient\_innen mit einem Neglect leiden nicht nur unter multimodalen *sensorischen* Beeinträchtigungen, sondern zeigen auch eine motorische Vernachlässigung insbesondere von Arm und Bein auf der kontraläsionalen Körperseite. Diese äußert sich in einer spontanen Minderbenutzung der betroffenen Extremitäten oder dessen Fehlstellungen. Fast immer liegen assoziierte Störungen vor, was durch die Größe der Hirnläsionen bedingt ist (Kerkhoff & Schmidt, 2018). Diese sind vom Volumen her etwa viermal so groß wie die von Schlaganfall-Patient\_innen *ohne* Neglectsymptomatik (Ptak, Di & Schnider, 2012). Die häufigsten assoziierten

Störungen sind homonyme Gesichtsfeldausfälle (Nyffeler et al., 2017), die visuelle (Sperber, Wiesen, Karnath & de Haan, 2024) und taktile Extinktion (Schmidt et al., 2013), posturale Störungen (tilter/pusher, Dai et al., 2021), sowie räumlich-perzeptive Störungen und Störungen der visuellen und haptischen Vertikalen (Funk et al., 2013; Lafitte et al., 2023). Es überrascht daher nicht, dass die Betroffenen oft längere Liegezeiten im Krankenhaus und mehr Beeinträchtigungen im Alltag zeigen. Die Rückkehr in den Beruf gelang den Betroffenen bisher selten (Ausnahmen s. Kerkhoff, 2021).

Die spontane Remission nach einem Neglect erfolgt im überwiegenden Ausmaß in den ersten 3–4 Monaten nach dem Schlaganfall (Nijboer, Kollen & Kwakkel, 2013). Etwa 30–40 % der Patient\_innen zeigen jedoch auch nach einem Jahr noch einen (chronischen) Rest-Neglect (Rengachary, He, Shulman & Corbetta, 2011). Die konjugierte Blickabweichung zur ipsiläsionalen Seite (also zur Seite des Schlaganfalles) bildet sich dagegen in diesem Zeitraum meist

deutlich zurück, sodass Patient\_innen mit einem Restneglect besser die kontraläsionale Raum- und Körperhälfte mit Hilfe von Augen- und Kopfbewegungen explorieren können. Oft können erst in dieser Phase des partiell rückgebildeten Neglects andere Defizite quantitativ untersucht werden, was in der Akutphase meist aufgrund der reduzierten Kooperationsbereitschaft durch eine bestehende Anosognosie oder durch Fixationsprobleme noch nicht möglich ist.

Eines der „Satellitensymptome“ rund um den Neglect ist die visuelle Extinktion (engl.: „extinguish“=„löschen“). Dies bedeutet, dass ein/e Patient\_In einzelne visuelle Reize auf der linken oder rechten Raum- oder Körperseite meist korrekt wahrnehmen kann, aber bei gleichzeitiger bilateraler Darbietung von zwei Reizen (einer links, einer rechts) häufig den kontraläsionalen Reiz nicht beachtet, sondern nur den ipsiläsionalen Reiz berichtet. Anders ausgedrückt: der kontraläsionale Reiz wird „gelöscht“ („Löschungssphänomen“). Die visuelle Extinktion wird meist durch Läsionen im temporoparietalen Übergangsbereich und/oder im Parietallappen (intraparietaler Sulcus) verursacht (Sperber et al., 2024). Allgemeiner ausgedrückt geht es bei der visuellen Extinktion um das rasche Erfassen *multipler* visueller Reize, die gleichzeitig an verschiedenen Stellen im Gesichtsfeld auftauchen. Dies ist für unseren Alltag sehr relevant, weil sowohl im Verkehr, in Menschengruppen, beim Teamsport, im Haushalt, oder einfach beim Schauen eines Videos nahezu immer links *und* rechts *mehrere* visuelle Reize gleichzeitig auftauchen (z. B. Auto von links und gleichzeitig Person von rechts). In der Akutphase nach einem Schlaganfall findet sich recht häufig eine kontraläsionale visuelle Extinktion (Becker & Karnath, 2007): 4.9 % nach linksseitigem und 24.3 % nach rechtsseitigem Schlaganfall), manchmal auch eine taktile Extinktion (Schmidt et al., 2013). Wie häufig die visuelle Extinktion in der späteren Phase auftritt, ist nach unserem Wissen nicht bekannt.

Leider gibt es bislang jedoch keine wissenschaftlich evaluierte Therapie gegen die visuelle Extinktion. Aus mehreren Vorstudien an Patient\_innen mit linksseitiger Hemianopsie bzw. linksseitigem Neglect (Kerkhoff et al., 1992,  $N = 122$  Patient\_innen; Kerkhoff et al., 1994;  $N = 22$  Patient\_innen) wissen wir, dass alle diese Patient\_innen ausnahmslos die typische sakkadische Blickstrategie ins betroffene (hier: linke) Halbfeld erlernen können. Diese Strategie beinhaltet die Ausführung rascher sakkadischer Augenbewegungen ohne Kopfbewegungen (= Blicksprünge) in das kontraläsionale, „vernachlässigte“, und oft hemianope Halbfeld, um dort rasch relevante Reize erfassen und erkennen zu können.

Innerhalb von etwa 20 Therapiesitzungen erlernten *alle* 122 Patient\_innen diese Strategie so gut (Kerkhoff, Münsinger, Haaf, Eberle-Strauss & Stögerer, 1992), dass sie schneller den linken Halbraum mit Augenbewegungen absuchen konnten und weniger Auslassungen links zeigten.

In einer Nachfolgestudie mit 22 Hemianopsie-Patient\_innen ohne Neglect (Kerkhoff, Münsinger & Meier, 1994) konnten wir zusätzlich zeigen, dass die Betroffenen durch die Therapie eine signifikant größere Teilhabe in visuellen Alltagsleistungen erreichten und 91 % (20 von 22) zumindest in Teilzeit in ihren Beruf zurückkehren konnten.

Diese positiven Erfahrungen inspirierten uns herauszufinden, ob Patient\_innen mit einer visuellen Extinktion eine Blickstrategie erlernen können, bei der sie sehr rasch zunächst den Reiz im kontraläsionalen Raum anschauen (mit einer Sakkade), um danach sehr rasch mit einer zweiten Blickbewegung (Sakkade) einen weiteren Reiz im ipsiläsionalen, rechten Halbraum erfassen können. In einer Pilotstudie (Kerkhoff, 2020) hat der Autor GK drei Patienten probeweise diese neue „Double-Step-Sakkaden-Strategie“ vermittelt, mit der sie zwei kurz dargebotene visuelle Reize nach einer mehrwöchigen Therapie fast fehlerlos simultan erfassen konnten. Alle 3 Patienten konnten nach einem weiteren Training ihrer räumlich-perzeptiven Störungen in ihren Beruf (in Teilzeit) zurückkehren. In der aktuellen Studie haben wir dieses Behandlungskonzept (Anti-Extinktions-Training, AET, realisiert im Neuro-Vision-Training NVT, [www.neuro-vision-training.com](http://www.neuro-vision-training.com)) weiterentwickelt, und seine Wirksamkeit an einer Gruppe von 23 Patient\_innen mit chronischer visueller Extinktion (ca. 13 Monate nach Läsion) überprüft.

Folgende 4 Fragen haben wir im Rahmen der Studie adressiert:

1. Verringert das neuartige AET die linksseitige visuelle Extinktion signifikant und dauerhaft?
2. Gibt es einen Transfer des AET auf funktionelle, alltagsnahe visuelle Tests, bei denen die rasche Wahrnehmung *multipler* visueller Reize wichtig ist?
3. Verbessert sich die Lebensqualität der Betroffenen (durch eine Verringerung subjektiver Symptome)?
4. Können die Betroffenen nach dem AET wieder in ihren Beruf zurückkehren?

Hierfür untersuchten wir sowohl basale neurovisuelle Funktionen (Gesichtsfeld, Neglect, visuelle Extinktion), als auch funktionale visuelle Explorationsleistungen (Personen-Scanning), und erfassten die subjektive Lebensqualität vor und nach der Therapie.

## Methoden

### Patient\_innen

Wir rekrutierten über die Neuropsychologische Universitäts-Ambulanz der Universität des Saarlandes konsekutiv 23 Patient\_innen, die infolge eines rechtshemisphäri-

schen Schlaganfalles oder SHTs zunächst alle einen linksseitigen Neglect zeigten, bei denen aber nach weitgehender Besserung des akuten Neglects und anderer Störungen (durch entsprechende Therapien in unserer Hochschulambulanz, vgl. Kerkhoff & Kraft, 2024b) eine stabile linksseitige, visuelle Extinktion nachweisbar war. Diese zeigte sich auch im Alltag: Immer, wenn mehrere

Reize links und rechts im Raum zu sehen waren, wandten sich die Patient\_innen bevorzugt den Reizen auf der rechten Seite zu, und ignorierten die Reize links. War jedoch nur *ein* Reiz links vorhanden, dann konnten sie durchaus ihre Augen und ihren Kopf diesem Reiz links rasch zuwenden. Die Daten der 23 Patient\_innen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tabelle 1.** Klinische und demografische Daten von 23 Patient\_innen mit linksseitiger visueller Extinktion. Mitgeteilt werden Mittelwerte und Range. Md: Median. Läsionslokalisierung: Mehrfachnennungen möglich

Variable	Score
Alter (Jahre)	61.4 (38–80)
Geschlecht (m/w)	22/1
Zeit seit Läsion (Tage)	387 (455–1205) Md: 360
Läsionsseite Rechts	23
Läsionslokalisierung Frontal/Parietal/Temporal/ Occipital/Subkortikal	1/22/14/6/9
Korrigierte Sehschärfe (dezimal) Nahdistanz (0.4 m)	0.95 (0.63–1–25)
Ferndistanz (5 m)	0.94 (0.33–1.25)
Ätiologie	
Ischämischer Schlaganfall	21
Hämorrhagischer Schlaganfall	1
Schädel-Hirn-Trauma rechts	1
Hemiparese links (nein/ja)	12/11
Sensibilitätsstörung links (nein/ja)	5/18
Posturale Imbalance (nein/ja)	9/14
Art des Gesichtsfeldausfalles	
Hemianopsie Links	15
Quadrantenanopsie Links	6
Kleines Skotom links	1
Kein Ausfall	1
Restgesichtsfeld (Mittel °, Range)	9.1 (1–35) Md: 10
Neglect# akut (vor der Studie) (ja/nein)	23/0
Neglect# <i>chronisch</i> (bei 1. Baseline)	
Lesetest gestört (nein/ja)	12/11
Zahlenausstreichen gestört (nein/ja)	15/8
Visuelle Extinktion links (nein/ja)	0/23
Räumlich-perzeptive Störung (VSWIN-Programm) nein/ja)	3/20
Therapiesitzungen (à 50 min)	17.6 (10–32)
Behandlungszeit (min)	880 (500–1600)

Anmerkungen: #Sowohl der akute Neglect als auch der chronische Neglect wurden mit einem Lesetest und dem Zahlenausstreich-Test untersucht.

## Untersuchungsverfahren und Therapien

### Klinische Tests

#### Neurovisuelle Screening-Tests und Neglect-Tests (Sehschärfe, Text-Lesen, Zahlen-Durchstreichtest)

Die Sehschärfe (Dezimalsehschärfe, s. Tab. 1) wurde mit kontrastreichen Buchstabentafeln für die Nähe (0.4 m Abstand, Oculus Nahleseprobe, Wetzlar, Deutschland), sowie für die Ferne gemessen (6 m Abstand, Oculus Sehschärfen Tafel, Fronhäuser, München). Das Textlesen wurde mit den Saarbrücker Lesetests von 180 Wörtern, linksbündigen Rand sowie variablen rechtsseitigen Rand auf einem weißen A4-großen Papier mit doppeltem Zeilenabstand und Schriftgröße Arial 12 untersucht; es wurden Fehler und die Lesezeit ermittelt (s. Kerkhoff & Poschenrieder, 2024, Beitrag über die Lesetherapie im aktuellen Sonderband). Ein Zahlen-Durchstreichtest wurde ebenfalls durchgeführt (auch hier wurden Fehler links/rechts sowie die Suchzeit ermittelt; Details s. Kerkhoff et al., 2013). Hierbei sollten die Patient\_innen 20 einstellige Zahlen aus 180 einstelligen Zahlen (die sog. Ablenkerreize) auf einem DIN-A4-Blatt austreichen. Entsprechend lagen für alle Testverfahren Cut-Off Werte von gesunden Kontrollpersonen vor. Anhand des Lese- und Durchstreichtests wurde das Vorhandensein eines akuten Neglects (bei Erstaufnahme der Patient\_innen) sowie eines chronischen Neglects (beim 1. Baseline-Zeitpunkt der *aktuellen* Studie) festgestellt. Zusätzlich wurden räumlich-perzeptive Wahrnehmungsstörungen bei allen Patient\_innen mit dem VSWIN-System erfasst (Details s. Kerkhoff & Marquardt, 1993, 2014). Eine Einschätzung zum Vorhandensein einer posturalen Imbalance wurde mit entsprechenden Beurteilungs-Verfahren vorgenommen (Details s. Kerkhoff & Schmidt, 2018, S. 37).

#### Kampimetrie

Da eine Erfassung der visuellen Extinktion voraussetzt, dass die Patient\_innen die visuellen Reize auch tatsächlich in ihrem betroffenen Gesichtsfeld sehen können, ist eine Gesichtsfeldprüfung erforderlich. Diese wurde mithilfe der Kampimetrie aus dem EyeMove-Programm untersucht (Kerkhoff & Marquardt, 2009, [www.medicalcomputing.de](http://www.medicalcomputing.de)). Hiermit kann ein weiter Bereich des zentralen Gesichtsfeldes vermessen werden (70° horizontale und 50° vertikale Ausdehnung). Während der Untersuchung sitzt der/die Patient\_in zentral in 27 cm Entfernung vor einem 22-Zoll-Bildschirm, und der Kopf ist in einer Kopf- und Kinnstütze fixiert, um Kopfbewegungen zu verhindern. Die Untersuchung dauert 4 Minuten. Der/die Patient\_in fixiert zunächst ein gelbes Fixationskreuz in

der Mitte des Monitors, welches gelegentlich während der Untersuchung geringfügig die Farbe ändert. Hierauf muss der/die Patient\_in mit Drücken der Leertaste reagieren. Dieses Verfahren stellt eine indirekte Fixationskontrolle dar: entdeckt der/die Patient\_in weniger als 5 der 7 zufällig eingestreuten Farbveränderungen des Fixationskreuzes, wird die Untersuchung als artefaktbehaftet verworfen. Die eigentliche kampimetrische Aufgabe besteht darin, *ohne Augenbewegungen* einen kleinen, runden, weißen Testpunkt in einem der 4 Quadranten am Monitor zu entdecken (Größe: 0.5°; Leuchtdichte: 1 cd/m<sup>2</sup>; Darbietungszeit: 150 ms). Der/die Patient\_in wird instruiert, bei Entdeckung des Testpunktes möglichst rasch die Leertaste zu drücken. Anhand eines kurzen Probedurchganges mit ca. 10 Darbietungen wurde den Patient\_innen die Aufgabe verdeutlicht und es wurde nochmals darauf hingewiesen, während der gesamten Aufgabe nur das Fixationskreuz am Monitor zu fixieren und keine Augenbewegungen zu den Testpunkten durchzuführen, da sonst die Messung nicht verwertbar sei. Insgesamt wurden 70 Testpunkte verteilt über den gesamten Bildschirm dargeboten. Normwerte für diese Messungen liegen von 70 gesunden Kontrollpersonen im Alter von 20–70 Jahre vor. 22 der 23 in die Stichprobe eingeschlossenen Patient\_innen hatten einen residualen Gesichtsfeldausfall links (s. Tab. 1). Am Präsentationsort der Extinktionsreize (s.u.) bei ca. 8° Exzentrizität im linken und rechten Halbfeld auf der Horizontalachse war jedoch das Gesichtsfeld bei allen Patient\_innen laut Kampimetrie das Gesichtsfeld intakt. Somit war die Wahrnehmung eines einzelnen Reizes an diesem Ort im Gesichtsfeld problemlos möglich, und im ipsilateralen Halbfeld generell unbeeinträchtigt, da dieses keinen Gesichtsfeldausfall aufwies.

#### Visuelle Extinktion bei Doppel-Simultan-Stimulation (DSS)

Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen Untertest aus dem EyeMove-Programm (Kerkhoff & Marquardt, 2009). Vor der eigentlichen Untersuchung am PC wurden allen Patient\_innen die farbigen Objekte als Fotografien gezeigt, die sie dann später während der Kurzzeit-Darbietung am PC erkennen sollten. Dieser Vortest diente dazu sicherzustellen, dass jeder Patient jedes Objekt bei unbegrenzter Darbietung erkennen und korrekt benennen konnte. Alle Patient\_innen konnten alle Fotos im Vortest zu 100 % richtig erkennen und benennen. Bei den Alltagsobjekten handelte es sich beispielsweise um Apfel, Orange, Hammer, Zange, Batterie, Lippenstift etc.

Während des Extinktions-Tests saß der/die Patient\_in in 27 cm Abstand vor dem 22-Zoll-Bildschirm, und fixierte ein gelbes Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms. Wenn dieses erlosch, ertönte für 80 ms ein Signalton, und gleichzeitig erschienen im linken, rechten oder beiden



Halbfeldern des Bildschirms für 300 Millisekunden (ms) eines oder zwei der zuvor im Vortest gesehenen, farbigen Alltagsfotos (Größe: 4×4 cm). Der/die Reize erscheinen in einem Abstand von 8° links oder/und rechts vom Fixationspunkt auf der Horizontalachse. Nach jedem Durchgang sollte der/die Patient\_in angeben, welche(s) Objekt(e) er/sie links und/oder rechts am Bildschirm gesehen hat. Die Patient\_innen erhielten keinerlei Rückmeldung über ihre Leistungen oder über die Anzahl und Gleichheit der tatsächlich dargebotenen Objekte. Insgesamt wurden 48 Darbietungen durchgeführt: 12 unilateral (= einseitig) links, 12 unilateral rechts, 12 beidseitig mit gleichem Objekt, 12 beidseitig mit unterschiedlichen Objekten. Die unilateralen Darbietungen dienten dazu zu prüfen, ob einzelne Reize links oder rechts im Gesichtsfeld korrekt erkannt werden konnten. Die beiden Arten der bilateralen Darbietung (gleiche vs. unterschiedliche Objekte) dienten dazu herauszufinden, ob der Informationsgehalt der beiden Objekte einen Einfluss auf die Extinktionsraten hat. Nur wenn die Erkennungsraten für die *einzelnen* Reize links oder rechts bei mehr als 70–80 % korrekt liegen, können die Ergebnisse bei den bilateralen Darbietungen sinnvoll als Extinktionsphänomen interpretiert werden. Das Programm berechnet automatisch die prozentualen Extinktionsfehler für die linke und rechte Seite unter allen 4 Testbedingungen (siehe oben) und vergleicht sie mit den Normwerten von 60 gesunden Kontrollpersonen (Alter: 20–70 Jahre). Die Retest-Reliabilität wurde bei 25 Patient\_innen mit einem rechtshemisphärischen Schlaganfall in einem Zeitintervall von 1 Woche zwischen den 2 Extinktionstests bestimmt (0.79 Spearman Rangkorrelation). Bei allen Patient\_innen war das Extinktionsphänomen mittels des Extinktionstests nachweisbar (vgl. Tabelle 1).

## Funktionale Tests

### Personen-Scanning-Test

Beim Personen-Scanning-Test aus dem EyeMove-Programm (Kerkhoff & Marquardt, 2009) fixiert der/die Patient\_in einen zentralen Fixationspunkt auf dem Computerbildschirm. Wenn der Punkt verschwindet, erscheint ein Bild, das den gesamten Bildschirm ausfüllt (70° horizontale und 50° vertikale Ausdehnung). Der/die Patient\_in sollte nun so schnell wie möglich zählen, wie viele Personen (Köpfe) auf dem Bild zu sehen sind. Die Patient\_innen wurden aufgefordert, die Anzahl mündlich zu berichten. Der Untersucher (GK) gab die entsprechende Zahl auf dem Bildschirm ein. Die Präsentationszeit jedes Bildes variierte zwischen 2 und 5 s, je nach Anzahl der abgebildeten Personen. Berechnet wurden der Prozentsatz der richtig gelösten Aufgaben (maximal 15 Richtige), und der mittlere Zählfehler für alle 15 präsentierten Bilder (objektive An-

zahl der Personen auf den Bildern minus die vom/von der Patienten/in angegebene Anzahl der Personen). Ein Zählfehler von 0 bedeutet demnach eine perfekte Leistung. Norm-Werte liegen von 60 gesunden Kontrollpersonen im Alter von 20–70 Jahren vor. Dieser Test diente als sekundäre Outcome-Variable, da er nicht geübt wurde, in seiner zeitlichen Präsentation jedoch ähnlich begrenzt war wie der Extinktionstest, und eine nicht vorhersehbare Anzahl relevanter Ziel-Reize (Personen) in einem großen räumlichen Format umfasste, was sehr alltagsnah ist.

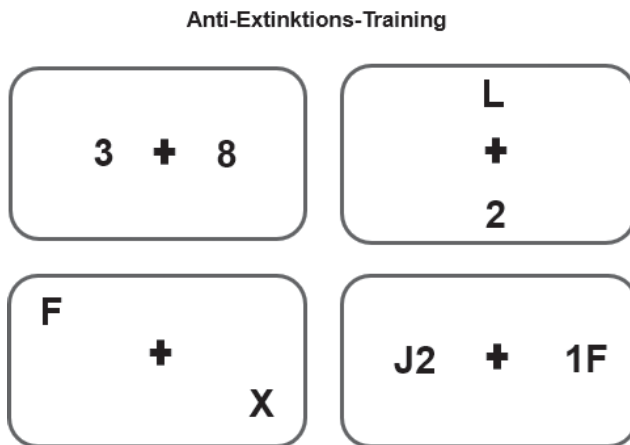
### Lebensqualität: Fragebogen zur subjektiven Symptombelastung

Mit einem Fragebogen (siehe elektronische Supplement ESM 1) wurden die subjektiven Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit der visuellen Extinktion und anderen neurovisuellen Problemen im Alltag, sowie deren mögliche Veränderung während der Behandlung erfasst. Die Fragen wurden den Patient\_innen mündlich vorgelesen (um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch Seh- oder Lesebeeinträchtigungen zu vermeiden). Die Betroffenen sollten für jede Frage auf einer 5-Punkte-Skala angeben, ob die Aussage auf sie zutraf. Die Bewertung umfasste die folgenden Abstufungen: 0 = überhaupt nicht, 1 = *selten*, 2 = *teilweise*, 3 = *meist*, 4 = *völlig*. Beispiel: „Ich übersehe Personen auf der linken Seite, wenn ich einkaufen gehe.“ Wenn der/die Patient\_in „meistens“ angibt, würde der Wert für diese Frage 3 sein. Dieses Verfahren wurde für alle Items angewandt, und die Summe der Punkte für die statistische Auswertung verwendet.

### Anti-Extinktions-Training (AET)

Während der Durchführung der Therapie saß der/die Patient\_in entweder mittig vor einem großen PC-Bildschirm (22 Zoll) oder dann später im Therapieverlauf vor einer großen weißen Wand (s. Layout in Abbildung 1). Auf dem Monitor oder auf der Wand wurde mithilfe eines Beamers und entsprechender Software zunächst immer ein einzelner visueller Reiz im linken Halbfeld dargeboten, gefolgt von einem weiteren Reiz im rechten Halbfeld. Das Reizmaterial war sehr umfangreich und umfasste insgesamt 2500 visuelle Reize. Als Material dienten Zahlen, Buchstaben und geometrische Symbole, jedoch nicht die Objekte aus dem Extinktions-Test oder Personen-Scanning-Test). Abbildung 1 verdeutlicht die verschiedenen Varianten und Materialien der neuen Anti-Extinktions-Therapie.

Jede/r Patient\_in wurde instruiert, dass er/sie nach dem kurz in der Mitte (des Bildschirms oder der Leinwand) erscheinenden Fixationskreuz rasch den Blick ins linke Halbfeld wenden sollte, um den dort abgebildeten Reiz anzuschauen und sofort oder später zu benennen. Danach sollte sofort der Blick ins rechte Halbfeld gewendet werden (über Augen- nicht Kopfbewegungen!), da hier ein



**Abbildung 1.** Layout der Anti-Extinktions-Therapie. Zunächst wird ein einzelner Reiz linksseitig gezeigt, gefolgt von einem rechtsseitigen Reiz. Als Reize wurden Zahlen und Buchstaben gezeigt. Zu Anfang der Therapie erfolgte die Präsentation einzelner Reize auf der Horizontalachse, später auch diagonal und vertikal. Schließlich auch Doppelreize links/rechts.

weiterer, zweiter Reiz auftauchen würde, der ebenfalls benannt werden sollte. Das Training zielgerichteter, rascher Augenbewegungen ohne Kopfbewegungen ist ein Kernstück dieses Trainings. Die Darbietungszeiten für den 1. (= linken) und 2. Reiz (= rechten) Reiz wurden bei allen Patient\_innen so lang gewählt, dass sie beide Reize in etwa 90 % der Darbietungen korrekt erkannten und benannten. Wurden beide Reize richtig erkannt und benannt, verkürzte die Software automatisch die Darbietungszeit für beide Reize. Dies geschah, um die Trainingseffizienz zu optimieren. Wurde nur einer der beiden Reize oder gar kein Reiz richtig erkannt, verlängerte die Software (oder GK) automatisch die Darbietungszeiten.

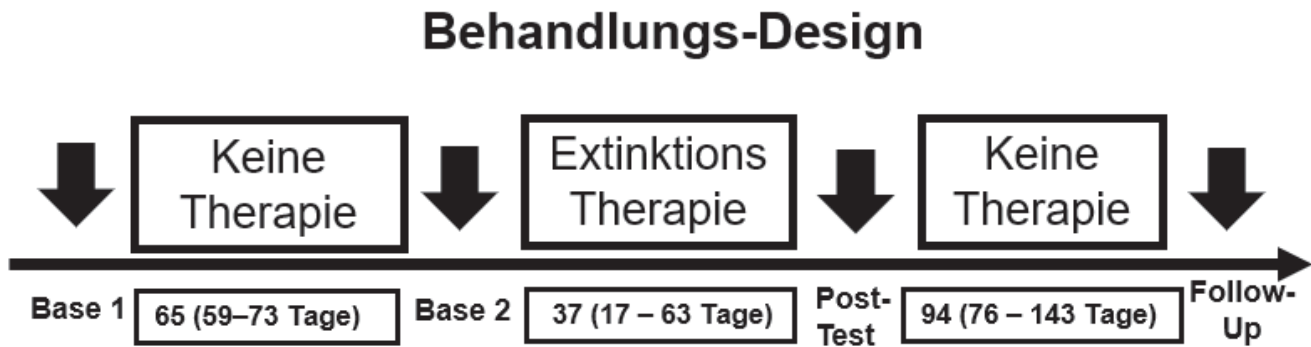
## Behandlungs-Design und Statistik

Alle Patient\_innen wurden in einem Baseline-Design mit 4 Untersuchungszeitpunkten (Base 1, Base 2, Post-Test, Follow-Up) untersucht und behandelt. Der erste Baseline-Test (Base 1) diente dazu, die Patient\_innen zu erfassen, alle Eingangstests durchzuführen und die AET im Detail vorzustellen. Vor Beginn der AET musste jedoch ein Antrag (bei der Krankenkasse) auf Übernahme der Behandlungskosten gestellt werden. Dies dauerte in der Regel 3–6 Wochen. Dieser Zeitraum wurde als erste (Vorbehandlungs-) Baseline-Phase genutzt. Sobald die Kostenübernahme bestätigt war, wurden die Patient\_innen zur zweiten Baseline-Messung einbestellt. Hier wurden alle Assessments erneut durchgeführt. Die AET begann unmittelbar nach den Assessments der zweiten Baseline. Der Umfang der AET, die jede/r Pati-

ent\_in erhielt, variierte. Der Umfang hing im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: a) den von der Krankenkasse bewilligten Therapiestunden, und b) der Zeit (Wochen), die jede/r Patient\_in für die Therapie in unserer Ambulanz aufwenden konnte. In keinem Fall wurde die AET wegen ausbleibender Verbesserungen abgebrochen. Jede Therapiesitzung dauerte 50 Minuten. Nach Abschluss der Behandlung wurde erneut ein Nachtest mit allen Messungen durchgeführt (Post-Test). Einige Monate später (im Durchschnitt 3) wurde ein Follow-Up-Test durchgeführt. Das Behandlungs-Design ist ein Baseline-Design ohne Kontrollgruppe mit behandlungsfreien Intervallen vor und nach der eigentlichen Behandlung (der Extinktionstherapie). Die mittleren Zeiträume der behandlungsfreien Zeitintervalle vor der Therapie und nach der Therapie variierten etwas zwischen den einzelnen Patient\_innen (s. die Boxen unter dem horizontalen Pfeil mit den Zeitangaben in Abb. 2). Dies lag an den individuellen Einschränkungen der Patient\_innen hinsichtlich der Terminfindung für die AET. Während der Anti-Extinktions-Therapie wurden keine anderen neuropsychologischen Behandlungen (z.B. Neglect-, Seh- oder kognitive Trainings) durchgeführt. Ebenso wurden den Patient\_innen vor oder nach der AET (d.h. in der Baseline- und Nachuntersuchungsphase) auch keine weiteren Behandlungen zuteil. Abbildung 2 zeigt das Behandlungs-Design.

## Allgemeine Aspekte der Behandlung, Rekrutierung der Patient\_innen

Die Rekrutierung der Patient\_innen erfolgte über die neuropsychologische Universitäts-Ambulanz an der Universität des Saarlandes. Hier können Patient\_innen mit einer neuropsychologischen Beeinträchtigung aufgrund einer erworbenen Hirnschädigung, die nicht länger als 5 Jahre zurückliegt, eine spezifische neuropsychologische Abklärung und Therapie erhalten. Die Patient\_innen dieser Studie haben sich alle telefonisch, per E-Mail oder per Post an unserer Ambulanz gewandt, um eine Therapie zu erhalten. Alle Patient\_innen legten ihre neurologischen, neuroradiologischen und neuropsychologischen Befunde (soweit vorhanden) im Vorfeld vor. Diese wurden von GK gelesen, um zu entscheiden, ob eine Indikation für eine neuropsychologische Therapie besteht. Daraufhin wurde ein Erstuntersuchungstermin vereinbart, bei dem eine standardisierte Anamnese der neurovisuellen (Neumann et al., 2016) und sonstigen kognitiven Beschwerden stattfand. Anschließend wurden die neurovisuellen Tests und neuropsychologischen Tests zur Differenzialdiagnostik durchgeführt. Bei Vorliegen einer Visuellen Extinktion wurden weitere neurovisuelle Untersuchungen einschließlich der Subjektiven Symptombelastungsliste durchgeführt. Im Anschluss wurde allen Patient\_innen, die die Einschlusskriterien der Stu-



**Abbildung 2.** Design der Studie. Die fett gedruckten Pfeile zeigen die Messzeitpunkte an. Die Zeitabstände zwischen diesen Zeitpunkten sind unten in den Kästen in Tagen angegeben (Mittelwert, Range).

die erfüllten, die AET angeboten. Die Patient\_innen mit einer Visuellen Extinktion, die nicht den Einschlusskriterien entsprachen, erhielten ebenfalls die AET, wurden jedoch nicht in die aktuelle Studie aufgenommen. Anschließend wurde ein Antrag auf Kostenerstattung bei der zuständigen privaten Krankenkasse oder einem anderen Kostenträger (Berufsgenossenschaft) gestellt. Am Ende dieses ersten Termins wurde vereinbart, dass die Therapie beginnen sollte, sobald die Kostenübernahmeerklärung vorlag. Beim zweiten Untersuchungstermin wurden alle Tests und der Fragebogen wiederholt. Danach begann die Therapie sofort, wie oben beschrieben. Wichtig ist, dass für dieses Verfahren kein Ethikvotum erforderlich war, da es sich um ein klinisches Routineverfahren in einer anerkannten Behandlungseinrichtung handelt und der Behandler über eine Zulassung und die notwendigen Qualifikationen als psychologischer Psychotherapeut und klinischer Neuropsychologe mit Kammerweiterbildung verfügt. Da bei allen Patient\_innen dieser Studie eine entsprechende Indikation für eine neuropsychologische Behandlung vorlag, konnte allen eine entsprechende Behandlung angeboten werden. Die Planung der Termine, ihre Häufigkeit und ihr genauer Zeitpunkt wurden individuell mit den Patient\_innen festgelegt. Alle Patient\_innen erklärten sich mit der angebotenen Behandlung einverstanden. Sie wurden darüber informiert, dass sie die Behandlung jederzeit unterbrechen oder abbrechen können. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dieses Verfahren das Standardverfahren für die ambulante klinisch-neuropsychologische Diagnostik und Therapie von Patient\_innen mit erworbener Hirnschädigung in Deutschland darstellt.

Alle Patient\_innen konsultierten jedoch weiterhin regelmäßig (in der Regel einmal pro Quartal) ihre/n Arzt/In (Allgemeinmediziner\_in und/oder Neurolog\_in), um die medizinischen Aspekte ihrer Erkrankung einschließlich ihrer (möglichen) Medikation zu besprechen. Die Medikation wurde von den Ärzt\_innen während der gesamten Behandlung nicht verändert.

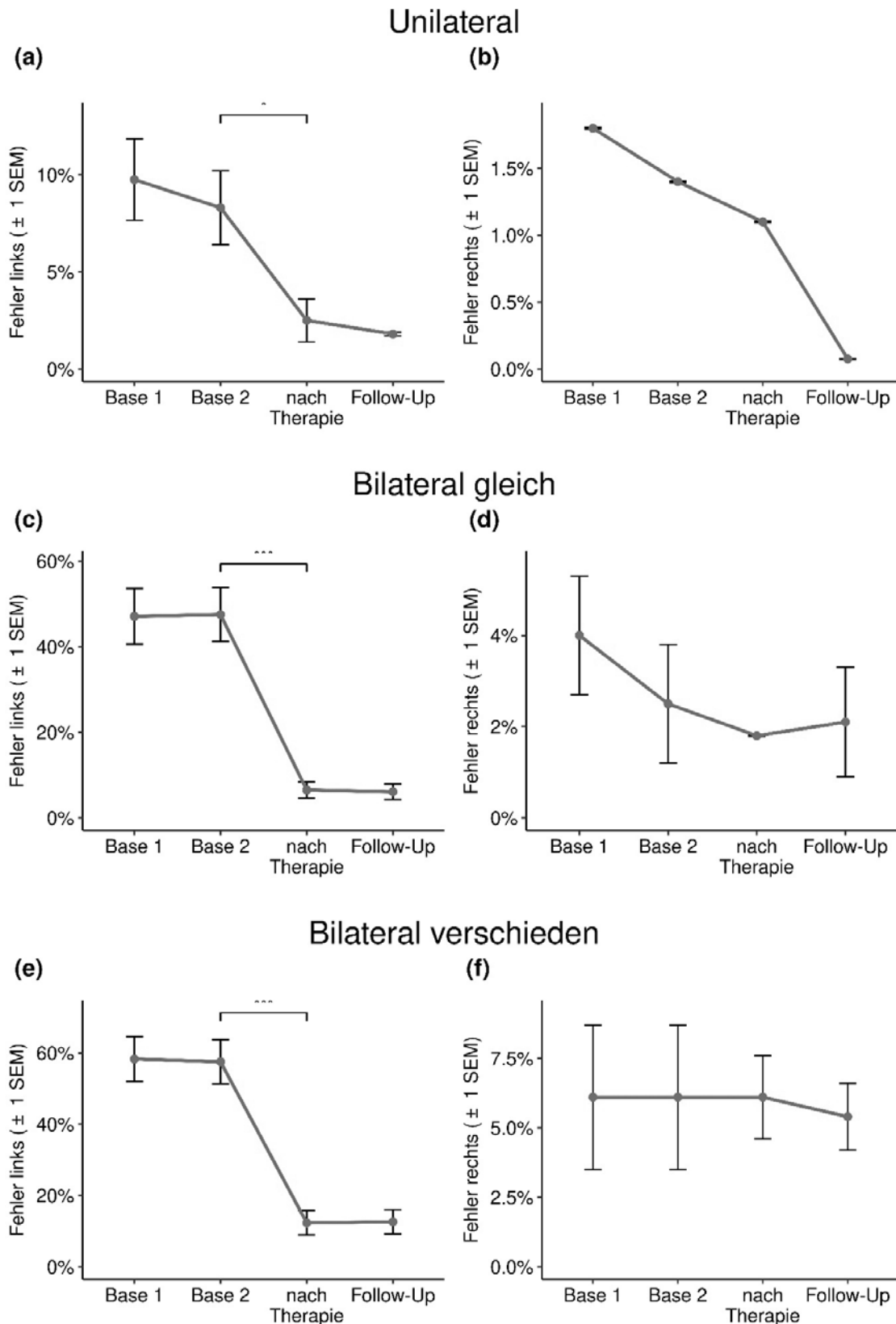
## Statistik

Die Daten wurden mit nichtparametrischen einfaktoriellem Friedman-Varianzanalysen über die 4 Messzeitpunkte analysiert. Die anschließenden Posttests wurden mit Wilcoxon-Tests zwischen den einzelnen Zeitpunkten berechnet. Das Signifikanzniveau (Alpha) betrug 0.05 (zweiseitig), angepasst an die Anzahl der durchgeführten Vergleiche (Bonferroni-korrigiert). Es wurden außerdem Pearson-Intervallkorrelationen berechnet. Darüber hinaus wurden folgende Scores berechnet: Gain\_Extinction\_Score: dieser bezeichnet den mittleren Zuwachs (also die Verbesserung = Abnahme der Fehler) bei den linksseitigen Extinktionsfehler von den gemittelten beiden Baseline-Messungen vor Therapie (Base 1, Base 2) zu den gemittelten Messungen nach Therapie wieder (Post, Follow-Up). Hierin waren die unilateralen Fehler links, sowie die linksseitigen Extinktionsfehler bei bilateral gleicher und bilateral unterschiedlicher Reizdarbeitung enthalten). In gleicher Weise wurde ein Gain-Personen-Scan\_Fehler berechnet, sowie ein Gain-Personen-Zählfehler: diese geben ebenfalls den Zuwachs (also die Reduktion der Fehlerzahl bzw. des Zählfehlers) von den gemittelten beiden Baselinemessungen vor Therapie zu den beiden gemittelten Werten nach Therapie (Post, Follow-Up-Test) für den jeweiligen Parameter an.

## Ergebnisse

### Extinktionstest

Abbildung 3 zeigt alle Ergebnisse zur visuellen Extinktion (unilaterale Reize a–b, bilaterale gleiche Reize c–d, bilaterale ungleiche Reize e–f).



**Abbildung 3.** Mittlere visuelle Extinktionsfehler links und rechts (in %,  $\pm 1$  Standardmessfehler SEM) bei 23 Patient\_innen vor Behandlungsbeginn (Base 1–2), nach der Anti-Extinktions-Therapie (Post-Test), und beim Follow-Up-Test 2 Monate nach Behandlungsende. \*markiert signifikante Verbesserungen ( $p < .05$ ); \*\*\*markiert signifikante Verbesserungen ( $p < .001$ ). **a/b:** *unilaterale* Erkennungsfehler links und rechts. **c/d:** Extinktionsfehler links (c) und rechts (d) bei bilateral *gleicher* Darbietung. **e/f:** Extinktionsfehler links (e) und rechts (f) bei bilateral *verschiedener* Darbietung.



### Unilaterale Reize

Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *einseitiger* Darbietung (Abb. 3a;  $X^2 = 47.221$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -1.414$ ,  $p > .05$ ), noch zwischen Post-Test und Follow-Up ( $Z = -1$ ,  $p = ns$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Erkennungs-Fehler links von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -2.578$ ,  $p < .01$ ).

Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte dagegen keinen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *einseitiger* Darbietung (Abb. 3b;  $X^2 = 3.333$ ,  $df = 3$ ,  $p > .05$ ). Die durchschnittliche Verbesserung der gemittelten Werte vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 6.91% links und 1.01% rechts.

### Bilateral gleiche Reize (Doppel-Simultan-Stimulation DSS)

Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *bilateral gleicher* Darbietung (Abb. 3c;  $X^2 = 60.563$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.447$ ,  $p > .05$ ), noch zwischen Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.447$ ,  $p = ns$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Extinktions-Fehler links von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -4,221$ ,  $p < 0.001$ ). Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte dagegen keinen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *bilateral gleicher* Darbietung (Abb. 3d;  $X^2 = 3.113$ ,  $df = 3$ ,  $p > .05$ ). Die durchschnittliche Verbesserung der gemittelten Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 41.0% links und 1.26% rechts.

### Bilateral verschiedene Reize (Doppel-Simultan-Stimulation DSS)

Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *bilateral verschiedener* Darbietung (Abb. 3e;  $X^2 = 94.686$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.707$ ,  $p > .05$ ), noch zwischen Post-Test und Follow-Up ( $Z = -1$ ,  $p > .05$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Extinktionsfehler links von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -4.208$ ,  $p < .001$ ). Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte hingegen keinen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *bilateral verschiedener* Darbietung (Abb. 3f;  $X^2 = 5.270$ ,  $df = 3$ ,  $p > .05$ ).

Die durchschnittliche Verbesserung der gemittelten Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 45.45% links und 0.35% rechts.

## Alltagsrelevante/ Funktionale Parameter

Die Ergebnisse zum Personen Scanning und zu den subjektiven Beschwerden sind in Abbildung 4 dargestellt. Tabelle 2 fasst die Ergebnisse zur beruflichen Wiedereingliederung zusammen.

### Personen-Scanning-Fehler (%)

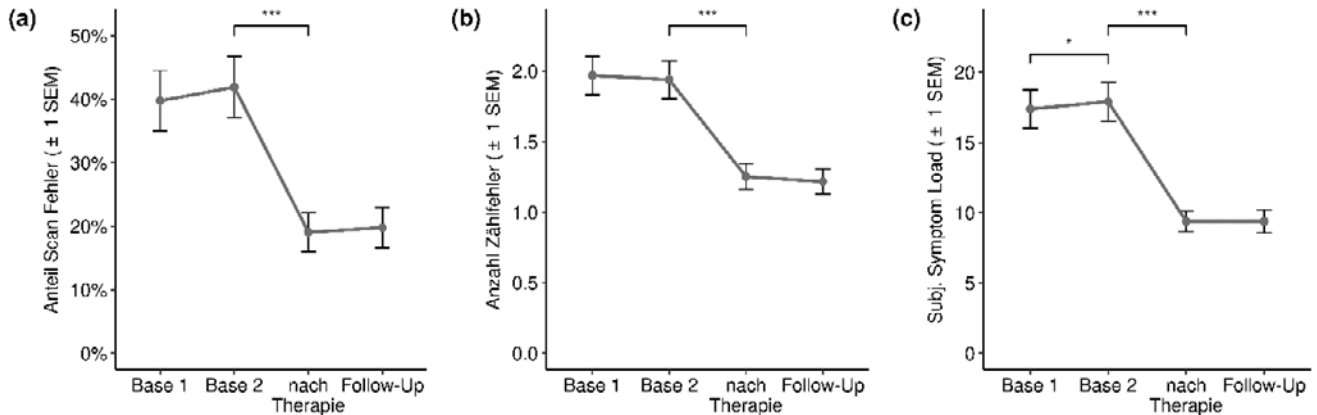
Ein Friedman-Test über die vier Mess-Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *einseitiger* Darbietung (Abb. 4a;  $X^2 = 45.549$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -2.023$ ,  $p > .05$ ), noch zwischen Post-Test und Follow-Up ( $Z = -1.342$ ,  $p > .05$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Personen-Scanning-Fehler links von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -3.772$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Reduktion der gemittelten Personen-Scan-Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 52.5%.

### Personen-Scanning-Zählfehler

Ein Friedman-Test über die vier Mess-Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den mittleren Zählfehler im Personen-Scanning (Abb. 4b;  $X^2 = 41.678$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.426$ ,  $p > .05$ ), noch zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.136$ ,  $p > .05$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion des Zählfehlers von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -3.432$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung des gemittelten Zählfehlers vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zum gemittelten Zählfehler nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 36.9%.

### Subjektive Beschwerden

Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den Gesamtwert der Subjektiven Beschwerden über alle Messzeitpunkte (Abb. 4c;  $X^2 = 62,221$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben eine leichte, aber signifikante Verschlechterung zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -2.516$ ,  $p < .05$ ), jedoch keinen Unterschied zwischen Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.0$ ,  $p > .05$ ). Dage-



**Abbildung 4.** Fehler (%) im Personen-Scanning (a) und mittlerer Zählfehler im Personen-Scanning (b) über die 4 Messzeitpunkte bei 23 Patienten mit visueller Extinktion links. (c) Mittlere Einschätzung der subjektiven Beschwerden (Symptom Load = Lebensqualität) bei visueller Exploration und der Orientierung im Raum. Es werden jeweils Mittelwerte und 1 Standardmessfehler SEM mitgeteilt. \*markiert signifikante Verbesserungen ( $p < .05$ ); \*\*\*markiert signifikante Verbesserungen ( $p < .001$ ).

gen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Subjektiven Beschwerden von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -4.207$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Reduktion der gemittelten Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 46 %.

### Rückkehr in den Beruf

Aus Tabelle 2 wird ersichtlich, dass 12 von 18 zum Zeitpunkt der Hirnschädigung noch nicht berenteten Patient\_innen (= 2/3, 66 %) nach der Therapie in ihren früheren Beruf erfolgreich zurückkehren konnten, 10 der 12 Patient\_innen (83.3 %) jedoch nur in Teilzeit. Die mittlere Wochenarbeitszeit betrug bei den 18 Patient\_innen vor der Hirnschädigung 44.17 Stunden, nach der Wiedereingliederung bei den wiedereingegliederten 12 Patient\_innen 26.67 Stunden.

## Weitere Berechnungen

Wir berechneten Pearson-Korrelationskoeffizienten (mit einem  $p < .05$ , zweiseitig) zwischen relevanten Maßen. So ergab sich eine signifikante Korrelation ( $p < .05$ , zweiseitig) zwischen dem gemittelten Zuwachs in der Therapie im Extinktionstest (Gain-Extinction) und dem gemittelten Zuwachs in der Fehlerzahl des Personen-Scanning-Tests von 0.49,  $p < .018$ . Die Anzahl der durchgeführten Therapiestunden im Anti-Extinktion-Training korrelierte ebenfalls signifikant mit dem Gain-Extinction-Score mit 0.472,  $p < .05$ . Der gemittelte Zuwachs im Personen-Scanning (Gain-Personen-Scanfehler) im Laufe der Therapie korrelierte mit dem gemittelten Zuwachs im Zählfehler des Per-

sonen-Scannings (Gain-Personen-Zählfehler) im Laufe der Therapie mit 0.418,  $p < .05$ .

Dagegen ergaben sich keinerlei signifikante Korrelationen zwischen der Chronizität der Läsion, dem Alter, dem Restgesichtsfeld, der Sehschärfe und den drei Gain-Maßen (Gain-Extinction-Score, Gain-Personen-Scan-Score, Gain-Personen-Zählfehler, sowie der Reduktion der subjektiven Symptom-Belastung (alle  $ps > .05$ , *ns*). Auf eine Korrelation dieser Maße mit dem Geschlecht wurde verzichtet, da nur eine weibliche Person in der Stichprobe enthalten war.

## Diskussion

Diese Studie zielte darauf ab, dass die Patient\_innen mit einer linksseitigen visuellen Extinktion eine neue Blickstrategie erlernen, und diese auf möglichst viele Alltagssituationen übertragen können. So wie beim Sakkadischen Kompensations-Training bei homonymen Gesichtsfeldausfällen *alle* Betroffenen innerhalb von etwa 20 Therapiesitzungen die sakkadische Blickwendung zum blinden Bereich erlernten (Kerkhoff et al., 1992, 1994), so erlernten auch in der aktuellen Studie zur visuellen Extinktion *alle* 23 Betroffenen innerhalb von durchschnittlich 18 Therapiesitzungen die Doppel-Blick-Strategie im Rahmen des AET. Dies zeigt unserer Ansicht nach ein erstaunliches Potenzial für therapeutische Verbesserungen bei den Betroffenen an, die unter einer chronischen visuellen Extinktion leiden (ca. 1 Jahr nach der Hirnschädigung, s. Tab. 1).

Im Folgenden möchten wir unsere Ergebnisse detaillierter diskutieren.

**Tabelle 2.** Überblick über die berufliche Wiedereingliederung der 23 Patient\_innen mit visueller Extinktion links. Details s. Text

Pat-ID	Vor Hirnschädigung berentet?	Beruf vor Erkrankung/ nach Wiedereingliederung	Wochenarbeitszeit (h) vor Erkrankung/ nach Wiedereingliederung
3. HM	Ja	Rentner_in/Rentner_in	-/-
8. BA	Ja	Rentner_in/Rentner_in	-/-
11. ZW	Ja	Rentner_in/Rentner_in	-/-
12. KA	Ja	Rentner_in/Rentner_in	-/-
16. SK	Ja	Rentner_in/Rentner_in	-/-
1.	Nein	Kfz-Manager_in/Kfz-Manager_in	60/25
2. WN	Nein	Angestellte_r/Rentner_in	40/-
4. WT	Nein	Tierärztin od. Tierarzt/Rentner_in	40/-
5. RE	Nein	Ingenieur_in/Ingenieur_in	40/20
6. ZT	Nein	Polizist_in/Polizist_in	40/20
7. WB	Nein	Psychiater_in/Psychiater_in	50/20
8. KW	Nein	Lehrer_in/Lehrer_in	40/20
9. LA	Nein	Zahnärztin od. Zahnarzt/Rentner_in	40/-
13. MC	Nein	Lehrer_in/Lehrer_in	40/20
14. DD	Nein	Firmeninhaber_in/Firmeninhaber_in	40/20
15. JH	Nein	Firmeninhaber_in/Firmeninhaber_in	40/40
17. HE	Nein	Rechtsanwältin od. - Rechtsanwalt/ Rechtsanwältin od. -Rechtsanwalt	40/40
18. KJ	Nein	Hotelier/Rentner_in	40/-
19. HM	Nein	Fotograf_in/Rentner_in	40/-
20. SC	Nein	Ingenieur_in/Ingenieur_in	40/22
21. LH	Nein	Fahrlehrer_in/Rentner_in	40/-
22. DB	Nein	Neuroradiologin od. Neuroradiologe/ Neuroradiologin od. Neuroradiologe	50/35
23. HK	Nein	Weinhändler_in/Weinhändler_in	45/25
<b>Mittel</b>	<b>5 ja/18 nein</b>	-	<b>44.17 h (40–60) vor 26.67 h (20–40) nach</b>

Zunächst ist festzustellen, dass sich die visuelle Extinktion offensichtlich nicht spontan von allein zurückbildet, denn es zeigten sich keinerlei Verbesserungen von Baseline 1 zu Baseline 2 im Extinktionstest und auch nicht in den anderen Tests, obwohl dazwischen mehrere Monate lagen (s. Abb. 2). Eine Spontanremission der visuellen Extinktion etwa 1 Jahr nach Läsion (s. Tab. 1) ist somit sehr unwahrscheinlich. Sie sollte daher unserer Ansicht nach unbedingt behandelt werden, da sie den Betroffenen mehr Teilhabe im Alltag und auch eine Rückkehr in den Beruf ermöglicht.

Die linksseitige visuelle Extinktion kann offensichtlich durch das AET sehr gut kompensiert werden. Am Ende

der Therapie waren alle Patient\_innen in der Lage zwei simultan für nur 300 ms dargebotene Alltagsobjekte im linken und rechten Halbraum korrekt zu erkennen. Ob dies ein rein kompensatorischer Effekt ist, der durch die rascheren sakkadischen Blickbewegungen ermöglicht wurde oder/und auch eine reale Rückbildung der Fähigkeit zwei visuelle Reize *simultan* zu erfassen darstellt, können wir anhand der vorliegenden Daten nicht genau verifizieren. Dies sollte in späteren Studien geklärt werden. Unabhängig davon zeigt die neue Therapie einen klaren Transfereffekt auf das Personen-Scanning, welches nicht geübt worden war, aber ebenfalls das rasche

visuelle Erfassen multipler Reize erforderte. Da im Alltag die meisten visuellen Reize länger als 300 ms erscheinen, kann davon ausgegangen werden, dass die hier berichteten Verbesserungen für alle 23 Patient\_innen höchst alltagsrelevant waren. Die Verbesserungen im Extinktionstest korrelieren auch signifikant mit denen im Personen-Scanning-Test (Richtige), was als Validierung des Therapie-Effektes im Extinktions-Test gewertet werden kann. Es verbesserte sich also nicht nur die Fähigkeit, die im AET direkt geübt wurde (Extinktion), sondern auch eine nicht behandelte Leistung wie das Personen-Scanning.

Darüber hinaus zeigte sich auch eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität nach dem AET, die aus der Reduktion der subjektiven Beschwerden im Zusammenhang mit der visuellen Exploration und Extinktion sowie assoziierter Probleme abgelesen werden kann. Dies ist ein wichtiges Ergebnis, da bislang Aspekte der Lebensqualität nach neurovisuellen Therapien häufig zu wenig beachtet wurden (Pollock et al., 2019). Die Verbesserung in der Visuellen Extinktion korrelierte aber nicht direkt mit der Verbesserung der Lebensqualität. Dies könnte daran liegen, dass in unserem Fragebogen auch mehrere Fragen enthalten waren (z.B. die Fragen 9–11, s. ESM), die eher auf visuell-räumliche Probleme des Tiefensehens abzielten, und nicht auf die Verarbeitung zweier visueller Reize. Ersteres wurde aber gar nicht trainiert. Häufig zeigt sich auch in anderen neurovisuellen Therapiestudien ein ähnliches Muster: Verbesserungen in basalen Testparametern korrelieren nicht immer eindeutig mit Maßen der Lebensqualität (Kuester-Gruber, Kabisch, Cordey, Karnath & Trauzettel-Klosinski, 2021).

Schließlich fanden wir einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Therapieumfang des AET mit Verbesserungen nach dem AET. Dies ist kompatibel zu Studien in anderen Störungsbereichen der Neurorehabilitation, die bessere Behandlungsergebnisse nach höherer Behandlungsintensität zeigten: etwa bei motorischen Therapien (Kwakkel, Wagenaar, Twisk, Lankhorst & Koetsier, 1999; Nudo, 2011), beim räumlichen Neglect (Chen et al., 2022) und in der Aphasie-Rehabilitation (Breitenstein et al., 2017). Auch in unserer Therapiestudie der hemianopen Dyslexie (Kerkhoff & Kraft, 2024a) konnten wir einen positiven Effekt der Behandlungsintensität auf die Behandlungseffekte feststellen. Dies ist ein wichtiges Ergebnis für die Forschung, aber auch für die ambulante Praxis: mehr spezifische Therapie führt zu größeren Fortschritten in der Therapie des Rest-Neglects – wir hier am Beispiel der Visuellen Extinktion gezeigt. Dieses „Mehr“ an spezifischer Therapie könnte auch durch supervidierte Online-Therapie der Visuellen Extinktion im NVT von den Patient\_innen zu Hause erreicht werden, sofern diese zuvor genau angeleitet wurden. Wie effektiv eine solche

kombinierte Behandlung aus Praxis/Klinik-Training und Heimtraining ist, sollte in einer nachfolgenden Studie überprüft werden.

Interessanterweise fanden wir heraus, dass zwei Drittel unserer Stichprobe (66%) in ihren früheren Beruf zurückkehren konnten. Etwa 50% von ihnen arbeiteten in Teilzeit (Mittelwert: 26,67 Stunden pro Woche, Spanne: 20–40), und weitere 50% arbeiteten nach Abschluss der Therapie in Vollzeit (40 Stunden pro Woche). Dies ist unseres Wissens die erste Studie, in der über die erfolgreiche Rückkehr von Patient\_innen mit einer Visuellen Extinktion in ihren früheren Beruf berichtet wird. Die Wiedereingliederung in den Beruf (oder ihr Scheitern) ist ein wichtiger Aspekt der Teilhabe, der bisher in vielen Therapiestudien zu neurovisuellen Störungen (Pollock et al., 2019) oder auch zu Neglect-Therapien (Kerkhoff, 2021) vernachlässigt wurde.

## Fazit

Diese Ergebnisse zeigen ein vielversprechendes Behandlungspotenzial des Anti-Extinktions-Trainings für Patient\_innen mit visueller Extinktion. Die Verbesserungen transferieren auf nichtgeübte, aber alltagsrelevante Leistungen wie das Personen-Scanning und stellen somit eine externe Validierung des Therapieerfolges dar. Interessant ist, dass der Therapieumfang mit den Verbesserungen in der Therapie positiv korrelierte. Dabei kann die Therapie als zeitökonomisch bewertet werden, da weniger als 20 Therapiestunden bis zur Kompensation der visuellen Extinktion erforderlich waren: Offensichtlich kann sehr effizient mit geeigneter, durch KI an das Leistungsniveau der Patient\_innen optimal adaptierender Therapie-Software die visuelle Extinktion durch entsprechende sakkadische Blickbewegungen schrittweise kompensiert werden. Ein Heimtraining mit der Software kann die Trainingsdichte erhöhen. Allerdings sollte dies *unbedingt* von einer Fachperson supervidiert werden, da Aimola et al. (2014) gezeigt haben, dass unsupervidiertes Training zu Hause weniger wirksam ist als supervidiertes Training.

Um den Alltagstransfer zu erhöhen, könnte die AET in späteren Studien nicht nur am PC-Bildschirm, sondern auch im Stehen und Gehen vor einer Präsentationswand per Beamer (oder Großbildschirm) dargeboten werden. So ließe sich das neue Blick-Training gut mit visuomotorischen und posturalen Aspekten verknüpfen (Zeigen auf die Zielreize am Bildschirm oder der Präsentationswand), sowie Stehen und Gehen in dieser Konstellation. So könnten gleichzeitig der motorische Neglect der linken Extremitäten (Nichtbenutzung des linken Armes, Nachziehen



des linken Fußes) und die posturale Imbalance (Unsicherheit beim Stehen und bei Gewichtsverlagerungen auf beiden Beinen) mitbehandelt werden.

## Limitationen

Trotz der positiven Ergebnisse sind einige Limitationen unserer Therapiestudie zu nennen: Wir haben kein Kontrollgruppendesign verwendet. Wir entschieden uns für dieses Vorgehen, weil es bislang keinen alternativen Behandlungsansatz zur Therapie der visuellen Extinktion gibt. Die Patient\_innen der Kontrollgruppe hätten also vermutlich eine wenig oder gar nicht wirksame Therapie erhalten, was wir aus ethischen Gründen ausgeschlossen haben. Theoretisch könnten die Verbesserungen im AET auch durch Spontan-Remission beeinflusst sein; allerdings begann das AET im Durchschnitt erst 15 Monate nach der Hirnschädigung, also im „chronischen“ Stadium. Während der zweimonatigen Wartezeit zwischen den zwei Baseline-Messungen zeigten sich jedoch keinerlei Verbesserungen in allen hier untersuchten Parametern. Beide Aspekte sprechen deshalb klar gegen eine Spontanremission oder andere, unspezifische Effekte als Ursache des Therapieerfolges.

Schließlich wies unsere Stichprobe 22 Männer und nur eine Frau auf. Dies ist vermutlich Zufall, wirft aber die Frage auf, ob das AET genauso wirksam bei Frauen ist. Die einzige Frau unserer Stichprobe hat zwar ähnliche Fortschritte im AET und den anderen Tests gemacht wie die Männer in der Stichprobe. Trotzdem sollte der Einfluss des weiblichen Geschlechts beim AET weiter überprüft werden. Auch stellt sich die Frage, ob das AET bei einer *rechtsseitigen* visuellen Extinktion – die zwar seltener aber eben doch auch vorkommt – genauso wirksam ist. Dies wurde gerade in einer weiteren Therapiestudie von uns überprüft (Kerkhoff, Poschenrieder & Kraft, 2024).

## Relevanz für die Praxis

In den letzten 30 Jahren hat es in der Neglect-Therapie signifikante Fortschritte gegeben, die größtenteils auf die Entwicklung neuer, wirksamerer Behandlungsverfahren zurückzuführen sind (s. Überblick in (Kerkhoff & Schmidt, 2018)). Dies hat auch seinen Niederschlag in entsprechend aktualisierten Leitlinien zur Behandlung gefunden (Leitlinie Raumorientierung der DGN, <https://dgn.org/artikel/s2k-leitlinie-diagnostik-und-therapie-von-neglect-und-anderen-storungen-der-raumkognition>). Die meisten dieser Therapieempfehlungen sind jedoch aus Studien an Pati-

ent\_innen gewonnen worden, die in den ersten 6 Monaten nach ihrer Hirnschädigung eine Rehabilitationsklinik besucht haben. Nach der Entlassung aus der Reha-Klinik ist über den weiteren Verlauf von Patient\_innen mit einem Neglect und den assoziierten Störungen wie der visuellen Extinktion kaum etwas bekannt. Ein Jahr nach dem Schlaganfall zeigen immerhin noch 2/3 aller Patient\_innen mit einem akuten Neglect einen „chronischen“ (wenn auch leicht gemilderten) Neglect (Karnath, Rennig, Johannsen & Rorden, 2011). Eine erfolgreiche Rückkehr in den Beruf ist bislang bei diesen Betroffenen kaum berichtet worden (Ausnahmen s. (Kerkhoff, 2021)). In der vorliegenden Arbeit haben wir erstmals eine Patient\_innengruppe in einer späteren Rehabilitationsphase (>6 Monate) mit einem leichten Restneglect erfasst und systematisch behandelt. Die vorliegende Studie zeigt klar, dass die Betroffenen von dem hier vorgestellten AET profitieren: sie erlernen eine neue Blickstrategie, die ihnen das Erfassen multipler visueller Reize in der kontra- und ipsiläsionalen Raumhälfte fast simultan ermöglicht. Dies ist unserer Ansicht nach für eine erfolgreiche Bewältigung zahlreicher visueller, räumlicher und auch motorischer Alltagsanforderungen sowie beruflicher Anforderungen (wie etwa Bildschirmarbeit) eine wichtige Voraussetzung, da in diesen Alltags-Situationen *immer* mehr als ein Reiz vorhanden ist. Auch ist in diesem Stadium die Awareness der Betroffenen deutlich besser, sodass sie ihre Alltagsprobleme gut verbalisieren können, wie hier im Fragebogen zur Lebensqualität. Erfreulicherweise gelang es uns, zwei Drittel der noch berufstätigen Betroffenen nach der AET wieder in ihren Beruf zu reintegrieren. Dies ist unseres Wissens bisher noch nie bei Patient\_innen mit einem chronischen Restneglect und den assoziierten Störungen berichtet worden (Ausnahme: (Kerkhoff, 2021)). Dass dies möglich war, ist zum einen den deutlich besseren und längeren ambulanten Behandlungsmöglichkeiten seit 2013 durch die Kostenübernahme der gesetzlichen, privaten und Unfallkassen für die *ambulante* Neuropsychologische Diagnostik und Therapie als Standardleistung zu verdanken. Zum anderen stellt das hier vorgestellte AET eine nunmehr wissenschaftlich erprobte Therapie für die Behandlung der visuellen Extinktion dar, die sowohl in einer Klinik, Ambulanz, Praxis und auch parallel dazu von den Betroffenen zu Hause durchgeführt werden kann.

## AET im Neuro-Vision-Training (NVT)

Das AET ist als Xtinction-Modul im Neuro-Vision-Training (NVT, [www.neuro-vision-training.com](http://www.neuro-vision-training.com)) enthalten (s. den ausführlichen Beitrag hierzu von Poschenrieder (Poschenrieder & Kerkhoff, 2024) in der ZNP 3/2024). Damit können alle Vorteile des NVT genutzt werden, wie



etwa die KI (künstliche Intelligenz), die das Training kontinuierlich adaptiert anhand der Leistungen der Patient\_innen und so die Trainingszeit optimal für jeden Betroffenen nutzt, da das Schwierigkeitsniveau fortlaufend durch die Software angepasst wird. Das NVT ermöglicht auch im Modul Scotoma eine Gesichtsfeldprüfung, sodass vor Beginn des AET geprüft werden kann, in welchen Regionen des Gesichtsfeldes die Reize dargeboten werden sollten, damit die Betroffenen sie auch wirklich sehen können. Durch die KI wird auch automatisch die Schwierigkeit des Trainings erhöht, um die Alltagsrelevanz zu erhöhen. Außerdem wird nicht nur auf der Horizontalachse (also links und rechts im Halbfeld) geübt, sondern die Reize können auch vertikal und diagonal dargeboten werden (s.o., Abb. 1). Da Patient\_innen mit einem Restneglect auch eine vertikale Extinktion aufweisen (Cazzoli, Nyffeler, Hess & Muri, 2011), erweitert dies die Behandlungs-Möglichkeiten. Meist werden Reize im unteren Halbraum etwas weniger beachtet. Der untere Halbraum ist häufig für Patient\_innen mit einem Restneglect problematischer im Alltag, da dieser Bereich aus anatomischen Gründen oft stärker vernachlässigt wird als der obere Halbraum (Moretta et al., 2024). Dies ist für den Alltag sehr relevant, weil sich im unteren Halbraum oft relevante Reize wie etwa Hindernisse oder Treppenstufen befinden, die direkt für die Mobilität der Betroffenen wichtig sind. Auch ist aus der funktionellen Bildgebung bekannt, dass der untere Halbraum für das Greifen nach Gegenständen wichtiger ist als der obere Halbraum. Aber auch für Patient\_innen mit einem homonymen Quadrantenausfall bietet sich eine *diagonale* oder *vertikale* Darbietung der Reize im AET an: etwa zunächst im blinden, linken oberen Quadranten, und kurz danach im intakten rechten unteren Quadranten des Gesichtsfeldes. Auch ist das untere Gesichtsfeld größer als das obere Gesichtsfeld (Pflugshaupt et al., 2009), sodass spezielle Übungen im unteren Gesichtsfeldbereich alltagsrelevant sind. Und schließlich ist das AET auch ein Training des verbalen (welche Zahlen/Buchstaben?) und räumlichen Arbeitsgedächtnisses (wo am Bildschirm waren welche Reize?). Eine Steigerung der Anzahl der Reize sowie der verschiedenen Darbietungsorte im Gesichtsfeld ist somit neben der schnelleren Blicksteuerung auch ein gutes Arbeitsgedächtnis-Training.

*Last but not least:* Wir sind der festen Überzeugung, dass wir den Restneglect besser behandeln können, wenn wir seine jeweiligen „Satellitensymptome“ *spezifisch* behandeln. Mit dem AET können wir die Visuelle Extinktion und das Erfassen multipler visueller Reize nunmehr wirksam behandeln. Dies ermöglicht den Betroffenen eine bessere Teilhabe im Alltag. So können perspektivisch voraussichtlich auch mehr Betroffene wieder in ihren Beruf zurückkehren.

## Elektronisches Supplement

Das elektronische Supplement (ESM) ist mit der Online-Version dieses Artikels verfügbar unter <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000403>

**ESM 1.** Der Subjektive Beschwerdebogen für Visuelle Exploration und Orientierung im Raum.

## Literatur

- Aimola, L., Lane, A. R., Smith, D. T., Kerkhoff, G., Ford, G. A. & Schenk, T. (2014). Efficacy and feasibility of home-based training for individuals with homonymous visual field defects. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 28(3), 207–218. <https://doi.org/10.1177/1545968313503219>
- Cazzoli, D., Nyffeler, T., Hess, C. W. & Muri, R. M. (2011). Vertical bias in neglect: A question of time? *Neuropsychologia*, 49(9), 2369–2374. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.04.010>
- Dai, S., Piscicelli, C., Clarac, E., Baciú, M., Hommel, M. & Perennou, D. (2021). Lateropulsion after hemispheric stroke: A form of spatial neglect involving graviception. *Neurology*, 96(17), e2160–e2171. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000011826>
- Funk, J., Finke, K., Reinhart, S., Kardinal, M., Utz, K. S., Rosenthal, A. ... Kerkhoff, G. (2013). Effects of feedback-based visual line-orientation discrimination training for visuospatial disorders after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(2), 142–152. <https://doi.org/10.1177/1545968312457826>
- Karnath, H. O., Rennig, J., Johannsen, L. & Rorden, C. (2011). The anatomy underlying acute versus chronic spatial neglect: a longitudinal study. *Brain*, 134(Pt 3), 903–912. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21156661>
- Kerkhoff, G. (2020). Anti-Extinktions-Training: Eine neue Therapie für Patienten mit Restneglect. *neuroreha*, 12, 111–118.
- Kerkhoff, G. (2021). Successful return to professional work after neglect, extinction, and spatial misperception: Three long-term case studies. *Neuropsychological Rehabilitation*, 31(6), 837–862. <https://doi.org/10.1080/09602011.2020.1738248>
- Kerkhoff, G. & Kraft, A. (2024a). The effects of a novel treatment for hemianopic dyslexia on reading, symptom load, and return to work. *Brain Sciences*, 14. <https://doi.org/10.3390/brainsci14030259>
- Kerkhoff, G. & Kraft, A. (2024b). Neurovisuelle Neurorehabilitation: Ein Update. In T. Platz (Hrsg.), *Update Neurorehabilitation*, 201–234. Bad Honnef: Hippokampus Verlag.
- Kerkhoff, G. & Marquardt, C. (1993). Standardisierte Analyse visuell-räumlicher Wahrnehmungsleistungen (VS). Konstruktion des Verfahrens und Anwendungen. *Nervenarzt*, 64, 511–516.
- Kerkhoff, G. & Marquardt, C. (2009). EYEMOVE: Standardisierte Analyse und Therapie visueller Explorationsstörungen. *Nervenarzt*, 80, 1192–1204. <https://doi.org/10.1007/s00115-009-2811-4>
- Kerkhoff, G. & Marquardt, C. (2014). *VS-WIN: Computational analysis of visuospatial perception and cognition*. Verlag MedCom, München, <http://www.medicalcomputing.de>
- Kerkhoff, G., Münbinger, U. & Meier, e. K. (1994). Neurovisual rehabilitation in cerebral blindness. *Archives of Neurology*, 51, 474–481.
- Kerkhoff, G., Münssinger, U., Haaf, E., Eberle-Strauss, G. & Stögerer, E. (1992). Rehabilitation of homonymous scotomata in patients with postgeniculate damage of the visual system: Saccadic compensation training. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 4, 245–254.

- Kerkhoff, G., Poschenrieder, J. und Kraft, A. (2024). Visuelle Extinktion nach linkshemisphärischer Läsion – Klinik und Therapie. *Neurologie & Rehabilitation*, 30, 148–158.
- Kerkhoff, G., Reinhart, S., Ziegler, W., Artinger, F., Marquardt, C. & Keller, I. (2013). Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: A randomized controlled study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27, 789–798. <https://doi.org/10.1177/1545968313491012>
- Kerkhoff, G. & Schmidt, L. (2018). *Neglect und assoziierte Störungen* (2. überarbeitete Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Kuester-Gruber, S., Kabisch, P., Cordey, A., Karnath, H.O. & Trauzettel-Klosinski, S. (2021). Training of vertical versus horizontal reading in patients with hemianopia: A randomized and controlled study. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 259(3), 745–757. <https://doi.org/10.1007/s00417-020-04952-w>
- Lafitte, R., Jeager, M., Piscicelli, C., Dai, S., Lemaire, C., Chrispin, A.... Perennou, D. (2023). Spatial neglect encompasses impaired verticality representation after right hemisphere stroke. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1520(1), 140–152. <https://doi.org/10.1111/nyas.14938>
- Moretta, P., Cavallo, N.D., Fonzo, E., Maiorino, A., Ferrante, C., Ambrosino, P... Marcuccio, L. (2024). Visual vertical neglect in acquired brain injury: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1360057. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360057>
- Nijboer, T.C., Kollen, B.J. & Kwakkel, G. (2013). Time course of visuospatial neglect early after stroke: A longitudinal cohort study. *Cortex*, 49(8), 2021–2027. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.11.006>
- Nyffeler, T., Paladini, R.E., Hopfner, S., Job, O., Nef, T., Pflugshaupt, T.... Cazzoli, D. (2017). Contralateral trunk rotation dissociates real vs. pseudo-visual field defects due to visual neglect in stroke patients. *Frontiers in Neurology*, 8, 411. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00411>
- Pflugshaupt, T., von Wartburg, R., Wurtz, P., Chaves, S., Déruaz, A., Nyffeler, T.... Mueri, R.M. (2009). Linking physiology with behavior: Functional specialisation of the visual field is reflected in gaze patterns during visual search. *Vision Research*, 49, 237–248.
- Pollock, A., Hazelton, C., Rowe, F.J., Jonuscheit, S., Kernohan, A., Angilley, J.... Campbell, P. (2019). Interventions for visual field defects in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 23; 5 (5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008388.pub3>
- Poschenrieder, J. & Kerkhoff, G. (2024). Neuro-Vision-Training (NVT): Ein hybrides KI-basiertes Trainingsprogramm für Klinik, Ambulanz, Praxis und zu Hause. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 35, 1–16.
- Ptak, R., Di, P.M. & Schnider, A. (2012). The neural correlates of object-centered processing in reading: A lesion study of neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, 50(6), 1142–1150. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.036>
- Rengachary, J., He, B.J., Shulman, G.L. & Corbetta, M. (2011). A behavioral analysis of spatial neglect and its recovery after stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, Artikel 29, 1–13. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21519374>
- Schmidt, L., Utz, K.S., Depper, L., Adam, M., Schaadt, K., Reinhart, S. & Kerkhoff, G. (2013). Now you feel both: Galvanic vestibular stimulation induces lasting improvements in the rehabilitation of chronic tactile extinction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00090>
- Sperber, C., Wiesen, D., Karnath, H.O. & de Haan, B. (2024). The neuroanatomy of visual extinction following right hemisphere brain damage: Insights from multivariate and Bayesian lesion analyses in acute stroke. *Hum Brain Mapp*, 45(4), e26639. <https://doi.org/10.1002/hbm.26639>

### Historie

Manuskript eingereicht: 25. Mai 2024

Manuskript akzeptiert: 24. Juni 2024

### Interessenkonflikt

Julian Poschenrieder ist geschäftsführender Gesellschafter der NVISIONIC UG (haftungsbeschränkt), die das Programm Neuro-Vision-Trainings (NVT) entwickelt und vertreibt. Trotz des möglichen Interessenkonfliktes ist der Beitrag unabhängig und produktneutral.

### Ethische Richtlinien


Die Studie wurde in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Auf ein Ethikvotum wurde bei dieser Studie verzichtet, da alle Behandlungen und Methoden Teil des regulären klinischen Behandlungsschemas für Patient\_innen der Neuropsychologischen Ambulanz der Universität des Saarlandes waren. Alle Patient\_innen gaben ihre mündliche Zustimmung zu den Untersuchungen und Behandlungen.

### Förderung

Open-Access-Veröffentlichung ermöglicht durch die Universität des Saarlandes.

### ORCID

Julian Poschenrieder

 <https://orcid.org/0009-0004-5948-3892>

### Georg Kerkhoff, Prof. Dr. phil.

Klinische Neuropsychologie & Neuropsychologische  
Universitätsambulanz

Gebäude A.1.3

Universität des Saarlandes

66123 Saarbrücken

Deutschland

[kerkhoff@mx.uni-saarland.de](mailto:kerkhoff@mx.uni-saarland.de)