



# NVT-Read – eine neue (Online-) Therapie für Patientinnen und Patienten mit hemianoper Lesestörung

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> Universität des Saarlandes, Klinische Neuropsychologie & Neuropsychologische Universitätsambulanz, Saarbrücken, Deutschland

**Zusammenfassung:** Die hemianope Lesestörung (hemianope Dyslexie, HD) tritt häufig bei homonymen Gesichtsfeldausfällen auf. Wir haben hierfür eine neue Kombinationstherapie entwickelt und ihre Wirksamkeit an 27 chronischen HD-Patient\_innen in einem Baseline-Design mit behandlungsfreien Intervallen vor und nach Therapie überprüft. Die Patient\_innen erhielten drei Lesetechniken über durchschnittlich 18 Therapiesitzungen. Die Ergebnisse zeigen signifikante und stabile Verbesserungen nach der Behandlung sowohl im Textlesen (Lesetempo, Genauigkeit), als auch in funktionalen alltagsnahen Leseleistungen (Textgedächtnis, Tippfehler suchen, Telefonnummern lesen). Auch die subjektive Symptombelastung reduzierte sich signifikant nach Therapie. 55% der Behandelten konnten an ihren Arbeitsplatz zurückkehren. Damit steht eine neue, wirksame Lesetherapie für Patient\_innen mit HD zur Verfügung, die sowohl in Kliniken oder ambulanten Praxen als auch online zu Hause durchgeführt werden kann.

**Schlüsselwörter:** Hirnschädigung, Gesichtsfelddefekt, Dyslexie, visuelle Rehabilitation, berufliche Wiedereingliederung

## NVT-READ – A New (Online) Therapy for Patients with Hemianopic Dyslexia

**Abstract:** Hemianopic reading disorder (hemianopic dyslexia, HD) often occurs with homonymous visual field defects. We evaluated a new reading therapy in 27 chronic HD patients using a baseline design with treatment-free intervals before and after therapy. The patients received three different types of reading techniques over an average of 18 therapy sessions. The results show significant and stable improvements after treatment in both basic (reading speed, accuracy) and functional reading performance (text memory, searching for typos, reading telephone numbers). The treatment also significantly reduced subjective symptom burdens. 55% of those treated were able to return to work. This provides a new, effective reading therapy for patients with HD which can be carried out in a clinic/practice and online at home.

**Keywords:** brain damage, visual field defect, dyslexia, treatment, vision rehabilitation, occupational reintegration

## Einleitung

Homonyme Gesichtsfelddefekte (abgekürzt: HGF) sind eine der häufigsten Folgen nach einer Hirnschädigung und treten bei etwa 20 % bis 50 % der Patient\_innen mit zerebrovaskulären Erkrankungen auf (Bruce et al., 2006; de Haan et al., 2014; Kerkhoff, 1999; Pollock et al., 2011; Zhang et al., 2006a, 2006b). Sie können auch nach traumatischen Hirnverletzungen (Bruce et al., 2006) sowie bei pädiatrischen Patient\_innen (Kedar, Zhang, Lynn, Newman & Biousse, 2006) auftreten. In den ersten Monaten nach der Läsion kommt es bei bis zu 40 % der Patient\_innen mit einer stabilen Ätiologie wie z. B. einem Schlaganfall zu einer

spontanen Erholung des Gesichtsfeldes (Zhang et al., 2006c). Nach 6 Monaten ist diese jedoch äußerst unwahrscheinlich (Zhang et al., 2006c). Patient\_innen mit homonymen HGFs leiden vor allem unter drei Beeinträchtigungen: einem visuellen Suchdefizit im blinden und intakten Gesichtsfeld (Machner et al., 2009), einer Lesestörung (Schuett, 2009) und einer kontralateralen Verschiebung der subjektiven Mitte (Linienhalbierungsfehler (Baier et al., 2010)). Die Auswirkungen von HGFs und den damit verbundenen Sehbehinderungen auf das tägliche Leben sind gut dokumentiert (de Haan et al., 2014), dennoch gibt es nur unzureichende Erkenntnisse für die Entwicklung wirksamer Therapien für diese Störungen (Pollock et al., 2019).

Über die Rückkehr der Betroffenen an ihren Arbeitsplatz ist wenig bekannt. Sie gestaltet sich insbesondere bei Patient\_innen mit linksseitigen HGFs als schwierig (Savir, Michelson, David, Mendelson & Najenson, 1977).

Erworbene Lesestörungen treten besonders häufig bei HGF auf (>40 %, Berthold Lindstedt et al., 2019; Neumann et al., 2016). Sie werden in erheblichem Maße mit geistiger Ermüdung, Angst und Depression in Verbindung gebracht (Berthold Lindstedt et al., 2019) und beeinträchtigen somit das tägliche Leben in besonderem Maße. Obwohl sehbedingte Lesestörungen mehrere Ursachen haben können, sind Gesichtsfelddefekte wahrscheinlich die häufigste Ätiologie. Gesichtsfeldausfälle mit <5° Restgesichtsfeld treten bei 70 % aller Schlaganfall-Patient\_innen mit HGFs auf (Kerkhoff, 1999). Dieser Bereich ist für das Lesen von entscheidender Bedeutung, da das zentrale Gesichtsfeld (+/-5° um die Fovea) für flüssiges Lesen entscheidend ist. Sehschärfe und Formerkennung in diesem Bereich sind für die Buchstabenerkennung essenziell. Dieser Bereich wird auch als „perzeptuelles Lesefenster“ bezeichnet (Pflugshaupt et al., 2009). Folglich ist langsames, fehleranfälliges Lesen in Folge von Gesichtsfeldausfällen in diesem Bereich typisch für HGF (Kerkhoff, 1999). Dieses Phänomen wird als hemianope Dyslexie (HD) bezeichnet (Zihl, 1995). Im Gegensatz zur HD ist die Reine Dyslexie durch extrem langsames Lesen (<25 Wörter pro Minute) und oft auch durch buchstabierendes Lesen (LBL: „letter by letter reading“) gekennzeichnet (Pflugshaupt et al., 2009). Die HD unterscheidet sich auch von der Neglect-Dyslexie: letztere ist durch zahlreiche Auslassungen und Ersetzungen von Silben und Wörtern auf der kontralateralen Seite eines Textes oder eines einzelnen Wortes gekennzeichnet (Reinhart, Keller & Kerkhoff, 2010) und korreliert mit kontralateralen Auslassungen in Durchstreichtests (Reinhart, Schaadt, Adams, Leonhardt & Kerkhoff, 2013).

Die Therapie der HD besteht meist in der okulomotorischen Kompensation des Lesedefizits. Die wirksamsten Strategien für das Lesetraining bei HD verwenden einen „optokinetischen“ Ansatz (Kerkhoff et al., 1992; Schuett, 2009). Dabei werden Buchstaben, Silben, Wörter und Zahlen in einer einzigen Textzeile dargestellt, die sich auf einem Computerbildschirm von der rechten zur linken Seite bewegt, während der Patient angewiesen wird, die Wörter in der Mitte des Bildschirms zu lesen („Fließ-Text-Therapie“). Die sich bewegenden Wörter lösen Augenfolgebewegungen zur Seite der Bewegung aus und einen optokinetischen Nystagmus zur gegenüberliegenden Seite (Kerkhoff et al., 1992). Auch sakkadische Augenbewegungen mit statischen Wörtern sind als Therapie eingesetzt worden (Sakkaden-Therapie). Mehrere Behandlungsstudien haben gezeigt, dass diese beiden Behandlungsarten die Lesegeschwindigkeit signifikant verbessern, Lesefehler reduzieren und die Anzahl der

Augenfixationen während des Lesens reduzieren (s. de Haan et al., 2014; Kerkhoff, Rode & Clark, 2021; Schuett, 2009). Die Fließtext-Lesen- und Sakkaden-Lesetherapie für HD wurde zwar in mehreren Studien validiert, aber über ihre Auswirkungen auf den Alltag ist wenig bekannt (de Haan et al., 2014; Tol et al., 2024). Auch wissen wir so gut wie nichts über die Leistungen bei lesebezogenen funktionellen alltagsrelevanten Aufgaben, über die subjektiven Beschwerden im Alltag sowie über die Möglichkeiten der beruflichen Wiedereingliederung bei HD (Kerkhoff et al., 2013; Tol et al., 2024). Viele Patient\_innen mit HD klagen über eine erhöhte Müdigkeit beim Lesen (Berthold Lindstedt et al., 2019) und darüber, dass das Lesen für sie so mühsam und anstrengend ist, dass sie nach dem Lesen einiger Zeilen das Gelesene fast vergessen haben. Interessanterweise ist die häufigste Ätiologie der HD ein Posteriorinfarkt (Leff et al., 2000; Leff et al., 2006), in dessen Folge häufig Beeinträchtigungen des verbalen Gedächtnisses auftreten (Cramon, Hebel & Schuri, 1988). Dies überrascht nicht, da sich die Regionen für das Lesen und das verbale Lernen/Gedächtnis anatomisch überschneiden. Insofern könnte das verbale Gedächtnis bei HD ein kritisches Problem sein, was bislang jedoch nicht ausreichend untersucht wurde. Darüber hinaus geben viele HD-Patient\_innen an, dass das schnelle Suchen oder Blättern in einem Text auf der Suche nach einer bestimmten Passage, einer Zahl oder einem Tippfehler für sie oft schwierig oder gar unmöglich geworden ist. Und schließlich sind Schwierigkeiten beim Vergleichen und Tippen langer Zahlen wie Telefonnummern oder Bankkontonummern weitere häufig berichtete Beschwerden. Es scheint also auch zahlreiche alltagsrelevante Beeinträchtigungen um das Lesen herum zu geben, die mit den Leseschwierigkeiten bei HD zusammenhängen. Insbesondere in unserer zunehmend „digitalisierten“ oder sogar „virtuellen“ Welt sehen wir uns mit vielen verschiedenen Leseanforderungen konfrontiert, z.B. dem Lesen einzelner Wörter, Zahlen oder Telefonnummern und ganzer Texte, dem Durchsuchen eines Textes und/oder dem Überprüfen von Fehlern oder bestimmten Informationen in einem Text sowie dem Einprägen schriftlicher Informationen für den späteren Abruf, um nur einige zu nennen. Außerdem lesen wir nicht nur auf gedrucktem Papier, sondern immer häufiger auf einem Computerbildschirm, einem Tablet, Smartphone, Messenger oder anderen Bildschirmen (z.B. Fitnessuhren, Anzeigen an Maschinen, elektronische Verkehrsschilder und Fahrpläne usw.). Diese verschiedenen Aspekte des Lesens und der funktionellen Leseaufgaben sind für unser tägliches Leben wichtig, insbesondere auch im Beruf.

In der vorliegenden Studie haben wir daher die Auswirkungen einer neuartigen Kombinationstherapie aus drei verschiedenen Lesetechniken („Fließtext-Lesen“, „Schnell-

Lesen“ und „Fenster-Lesen“) bei meist chronischen Patient\_innen mit einer HD (>4 Monate) untersucht. Wir verwendeten eine Reihe basaler klinischer sowie *funktionaler* Leseaufgaben – teilweise auf Papier und auf einem Computerbildschirm –, um die Leseleistung und die Lebensqualität (subjektive Symptombelastung im Zusammenhang mit der Leseleistung) in verschiedenen Alltagssituationen zu erfassen. Dies wurde auch deshalb durchgeführt, weil zwei nachfolgende Cochrane-Analysen, die die Auswirkungen der neurovisuellen Rehabilitation bei Patient\_innen mit Hemianopsie und Lesestörungen untersuchten, zu dem Schluss kamen, dass es keine ausreichenden Belege für einen positiven Behandlungseffekt auf *funktionelle* Aspekte des Sehens im täglichen Leben, einschließlich des Lesens gibt (Pollock et al., 2011; Pollock et al., 2019).

## Materialien und Methoden

### Rekrutierung der Patient\_innen

Die Stichprobe von 27 Patient\_innen (siehe Tabelle 1) wurde ambulant in der neuropsychologischen Hochschulambulanz der Saar-Universität in Saarbrücken (unter der Betreuung von GK) behandelt. Dort erhielten sie eine neuropsychologische Langzeitbehandlung, die von privaten oder gesetzlichen Krankenkassen übernommen wurde. Die Patient\_innen unterzogen sich einer Routineuntersuchung mit neurovisuellen und kognitiven Tests, die unten ausführlich beschrieben werden. Ein Studieneinschluss erfolgte, wenn die folgenden Kriterien erfüllt waren (genaue Beschreibung in Kerkhoff & Kraft, 2024)

- Signifikantes Lesedefizit in 2 Lesetests der Lese-Testbatterie (siehe elektronisches Supplement [ESM] mit den Tests 1 und 2).
- Kein Hinweis auf eine Reine Alexie auf der Grundlage von 3 Tests zur Differenzialdiagnostik (vertikale Leseaufgabe, Buchstabe-für-Buchstabe-Lesen, Lesegeschwindigkeit von >25 Wörtern pro Minute; siehe unten).
- Kein Hinweis auf einen visuellen Neglect (basierend auf konventionellen Neglect-Screening-Tests, Kerkhoff et al., 2013).
- Keine prämorbid (d.h. entwicklungsbedingte) Dyslexie oder Demenz laut Krankenakte; keine Aphasie (laut Aachener Aphasie-Test (AAT) (Huber et al., 1983).
- Verfügbarkeit für regelmäßige Behandlungen in der Ambulanz über einen Zeitraum von mehreren Wochen.

Ein Ethikvotum war nicht erforderlich, da alle Patient\_innen eine regelmäßige neuropsychologische Routinebehandlung ihrer Lesestörung in der Ambulanz anstrebten und erhielten.

## Assessments

### Neurovisuelle Screening-Tests

Die Sehschärfe wurde mit kontrastreichen Buchstabentafeln für den Nahbereich (0.4 m Entfernung, Oculus Nahleseprobe, Wetzlar, Deutschland) und den Fernbereich (6 m Entfernung, Oculus Sehschärfen Tafel Fronhäuser, München) gemessen. Der visuelle Neglect wurde mit einem Zahlen-Durchstreich-Test untersucht (beschrieben in Kerkhoff et al., 2013): hierbei sollten einstellige Ziffern ausgestrichen werden, die in 180 einzelne Ziffern eingebettet sind, die als Distraktoren dienen und auf weißem Papier im Format A4 dargestellt werden. Die horizontale Linienhalbierung wurde mithilfe einer 20 cm langen Linie untersucht. Für beide Tests liegen Cut-off-Werte von 40 gesunden Kontrollpersonen vor (Kerkhoff et al., 2013). Die visuelle Kampimetrie wurde zur Prüfung der zentralen 70° (horizontale Ausdehnung) x 50° (vertikale Ausdehnung) des Gesichtsfelds mit dem Eyemove-Softwarepaket (Kerkhoff & Marquardt, 2009b), <http://www.medicalcomputing.de> durchgeführt. In einigen Fällen wurde zusätzlich eine monokulare Perimetrie mit dem Centerfield-Perimeter (Oculus, Wetzlar, Deutschland) durchgeführt, insbesondere um kleine parazentrale oder diffuse Skotome zu erfassen. Die neurovisuellen Screening-Tests wurden nur am Anfang bei Baseline 1 durchgeführt (siehe Tabelle 1).

### Differenzialdiagnostik von HD und reiner Alexie

Um HD von einer reinen Alexie zu unterscheiden, wurden drei Aufgaben verwendet. Wenn sich in einer der drei Aufgaben ein Hinweis auf eine Reine Alexie zeigte, erfolgte der Studienausschluss: (a) vertikales und horizontales Lesen von Wörtern mit 8 Buchstaben: HD-Patient\_innen sind typischerweise im horizontalen Lesen beeinträchtigt (aufgrund des Verlusts des horizontalen parafovealen Gesichtsfeldes), während Patient\_innen mit einer reinen Alexie in beiden Leserichtungen beeinträchtigt sind, da Buchstaben in jeder Leserichtung nur langsam verarbeitet werden können. (b) Buchstabe-für-Buchstabe-Lesen (LBL): LBL-Lesen ist ein klares Anzeichen für eine Reine Alexie (Pflugshaupt et al., 2009). (c) Reine Alexie-Patient\_innen weisen eine Lesegeschwindigkeit von <25 Wörtern pro Minute (WpM) auf, während HD-Patient\_innen typischerweise eine Lesegeschwindigkeit von >25 WpM haben (Pflugshaupt et al., 2009).

### Lesetestbatterie und Fragebogen zur subjektiven Symptombelastung

Eine Batterie aus sechs Lesetests (s. u.) wurde verwendet, um die anfängliche Beeinträchtigung und die Verbesserungen während der Therapie zu messen. Für die meisten Tests gab es mehrere Parallelversionen, um Übungseffekte von zuvor gelesenen Testmaterial zu vermeiden.

**Tabelle 1.** Klinische und demographische Daten von 27 Patient\_innen mit hemianoper Dyslexie (HD). L/R/BIL: links/rechts/bilateral. Mittelwerte und Bereichsangaben. Bei der Läsions-Lokalisation gibt es Mehrfachnennungen. Md: Median

Variable	Score
Alter (Jahre)	50.2 (25–76), Md: 51
Geschlecht (m/w)	16/11
Zeit seit Läsion (Tage)	638 (35–3258), Md: 219
Läsionsseite L/R/BIL-diffus	10/10/7
Korrigierter Visus (Dezimal) Nähe (0.4 m)	0.97 (0.63–1.25)
Ferne (6 m)	0.93 (0.33–1.25)
Läsions-Lokalisation Frontal/temporal/parietal/occipital	0/5/8/19
Thalamus	2
Diffus	7
Ätiologie Schlaganfall	17
Tumor	4
Schädel-Hirn-Trauma	6
Art des Gesichtsfeldausfalls Hemianopsie (L, R, BIL)	4/4/4
Quadrantenanopsie (L, R)	3/3
Paracentral Skotom (L, R)	3/5
Diffuse, kleine Skotome	1
Restgesichtsfeld (°)	9.1 (1–35) Md: 4
Therapiestunden (h)	17.6 (5–42) Md: 20

Test 1 war ein einfacher papierbasierter Lesetest (Saarbrücker Lesetexte), der in sechs parallelen Formen vorliegt und in einer früheren Studie mit HD-Patient\_innen (Kerkhoff et al., 1992) und bei Patient\_innen mit linksseitigem visuellen Neglect verwendet wurde (Kerkhoff et al., 2013). Die sechs parallelen Lesetests (ESM 1, Test 1) wurden anhand einer Stichprobe von 60 gesunden Probanden im Alter zwischen 17 und 68 Jahren ( $AM = 39.9$ ;  $SD = 15.57$ ) aus drei Altersgruppen (17 bis 30 Jahre, 31 bis 50 Jahre und 51 bis 68 Jahre) standardisiert.

Die Tests 2 bis 6 waren standardisierte Lesetests aus dem READ-Programm (Kerkhoff & Marquardt, 2009a). Dieses wurde entwickelt, um verschiedene Aspekte der Leseleistung bei Personen mit visuell bedingten Lesestörungen wie HD, Neglect-Dyslexie, Reiner Alexie oder Lesestörungen aufgrund okulomotorischer Defizite, verminderter Kontrastempfindlichkeit, Balint-Holmes-Syndrom oder anderen neurovisuellen Defiziten zu untersuchen. Die Testbatterie besteht aus 18 verschiedenen Untertests:

die Untertests erfassen verschiedene Aspekte des Lesens von einzelnen Wörtern oder Texten; sowie funktionale Aspekte des Lesens. Für jeden Untertest existieren 3 Parallelversionen. Sie wurden an einer Stichprobe von 40 gesunden Probanden (Alter 20 bis 75 Jahre; 20 Männer, 20 Frauen) standardisiert.

Darüber hinaus wurde ein Fragebogen erhoben (ESM 1, Test 1), um die subjektiven Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit der HD und anderen neurovisuellen Problemen sowie deren mögliche Veränderung im Laufe der Behandlung zu erfassen. Die Fragen wurden den Patient\_innen mündlich vorgelesen, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch Seh- oder Leseschwächen zu vermeiden. Sie beantworteten jede Frage anhand einer 5-Punkte-Skala; die Bewertung im Fragebogen umfasste die folgenden Abstufungen: 0 = *gar nicht*, 1 = *selten*, 2 = *teilweise*, 3 = *meistens*, 4 = *voll zutreffend*.

Für alle Tests der Lese-Test-Batterie, einschließlich des Fragebogens zur subjektiven Symptombelastung existieren

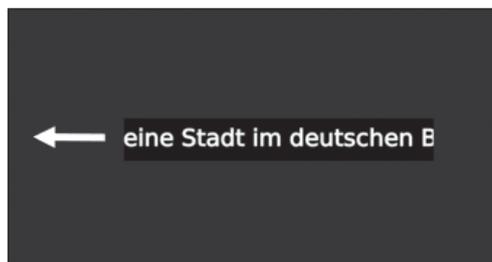
exzellente Werte zur Retestrelia­bi­li­tät: Bereich: 0.74–0.98; Mittel: 0.97 Spearman Rang Korrelation; 0.94 Pearson-Korrelation, Signifikanz:  $p < .01$  für beide Korrelationen. Das Zeitintervall zwischen beiden Messungen betrug im Mittel 65 Tage (Details siehe ESM 1 und (Kerkhoff & Kraft, 2024).

## Behandlungsverfahren

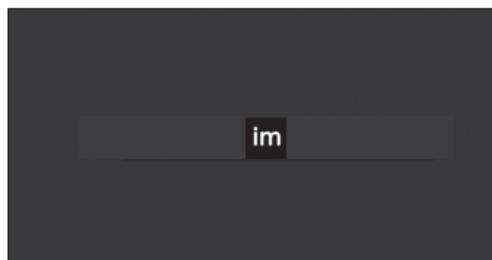
Die drei in dieser Studie verwendeten Lesetechniken sind Teil des Softwarepakets Neuro-Vision-Training (NVT) (<http://www.neuro-vision-training.com>). Die Idee war, die Lesetechniken in die Software zu implementieren, die sich entweder bei Patient\_innen mit visuellen Lesestörungen infolge erworbener Hirnschädigungen als wirksam erwiesen haben (Fließ-Text-Technik; Schuett, 2009) oder die sich beim Lesetraining gesunder Probanden als nützlich erwiesen haben (Schnell-Lesen; [Rubin & Turano, 1992] und das Fenster-Lesen [Rayner, 2014]). Eine Übersicht und Kurzbeschreibung der drei Lesetechniken findet sich in Abb. 1). Für eine detailliertere Beschreibung siehe (Kerkhoff & Kraft, 2024).

## Allgemeine Aspekte der Lesebehandlung

Alle drei Methoden wurden zu gleichen Teilen in jeder Therapiesitzung eingesetzt. Jede Sitzung begann mit dem Fließ-Text-Lesen (20 Minuten), gefolgt von der Schnell-Lese-Technik (20 Minuten) und der Fenstertext-Technik (20 Minuten). In der Neuro-Vision-Trainingssoftware stehen für die Therapie für alle drei Lesetechniken eine große Bandbreite und Anzahl verschiedenster Lesetexte (>80 Texte, >100.000 Worte) zur Verfügung. Jede/r Patient begann die Therapie auf einem einfachen Niveau, bestehend aus kurzen, hochfrequenten und bekannten Wörtern (aus Wortzählungen). Der/die Patient\_in saß bequem und zentriert in 0.5 m Entfernung vor einem 20-Zoll-Computerbildschirm. Er/sie wurde aufgefordert, die in der Mitte des Bildschirms erscheinenden Wörter so korrekt und so schnell wie möglich laut vorzulesen. Fehler wurden sofort vom Therapeuten korrigiert, und das fehlerhafte Wort wurde erneut richtig gelesen. Wenn sich die Lesegeschwindigkeit verbesserte, wurde die Darbietungsgeschwindigkeit schrittweise erhöht (bei der Fließtext-Lesen- und Fenster-text-Methode). Bei der Schnell-Lesen-Technik wurde der/die Patient\_in aufgefordert, die einzelnen Wörter, die in



Fließtext-  
Lesen



Schnell-Lesen  
RSVP



Fenster-Lesen  
(moving window)

**Abbildung 1.** Schematische Darstellung der 3 verwendeten Lesetherapietechniken. Beim Fließtext-Lesen bewegt sich nur eine einzige Textzeile von rechts nach links durch die Mitte des Bildschirms (wie durch den weißen Pfeil angedeutet, der während der Therapie nicht sichtbar war). Beim Schnell-Lesen (RSVP) werden einzelne Wörter in der Mitte des Bildschirms dargestellt. Beim Fenster-Lesen (moving window) wurden mehrere Zeilen eines vollständigen Textes präsentiert, aber nur ein Wort erschien in weiß; nur dieses Wort sollte laut vorgelesen werden. Das nächste Wort wurde durch einen Tastendruck der Patient\_innen aktiviert; das nächste Wort erscheint dann ebenfalls in hellem Weiß, während das zuvor gelesene Wort dunkelgrau wird. Alle anderen Wörter des Textes waren kaum sichtbar, da sie dunkelgrau dargestellt wurden, um den Crowding-Effekt durch zu viele andere Worte zu reduzieren. In der NVT-Software kann das Fenster-Lesen aber auch so eingestellt werden, dass nur ein Wort sichtbar ist und der restliche Bildschirm schwarz erscheint.

der Mitte des Bildschirms erschienen, so schnell wie möglich zu lesen, ohne Silben auf einer Seite (d.h. der blinden Seite) auszulassen. Nach dem Lesen eines Wortes sollten er/sie schnell die Leertaste drücken, damit das nächste Wort erschien. Es dauert einige Zeit, bis sich die Patient\_innen an diese Art des selbstgesteuerten Lesens gewöhnen, aber alle Patient\_innen lernten es innerhalb der ersten Sitzungen schnell und konnten ihre Lesegeschwindigkeit im Verlauf steigern. Von Kopfbewegungen beim Lesen vor dem PC-Bildschirm wurde bei allen drei Lesetechniken abgeraten, da sie die für ein besseres Lesen notwendigen Augenbewegungen nicht verbessern, sondern verhindern. Alle Patient\_innen trugen ihre entsprechende Nahkorrektur, falls erforderlich.

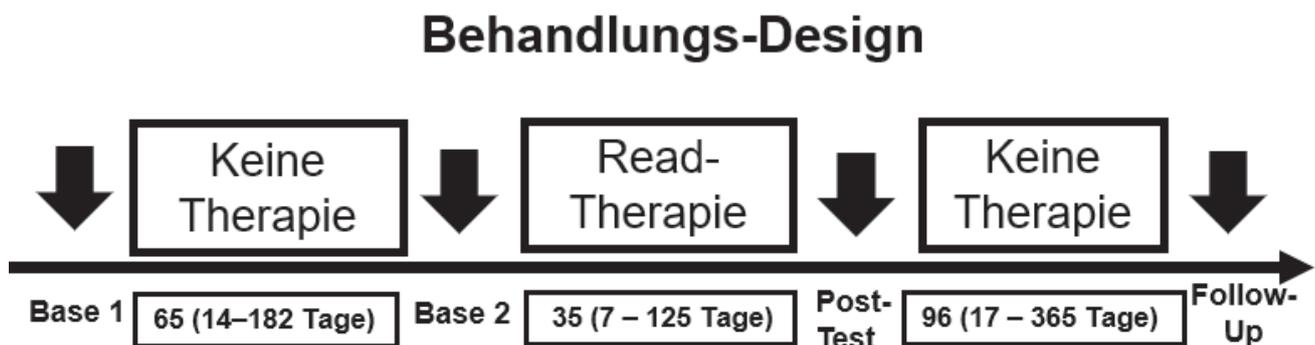
Während der Lesetherapiephase wurden keine anderen Behandlungen (z. B. visuelle, lesetechnische oder kognitive Trainings) durchgeführt (siehe das Behandlungsdesign in Abb. 2, unten). Ebenso wurden den Patient\_innen vor oder nach der Lesetherapie (d.h. in der Ausgangs- und Nachuntersuchungsphase) keine anderen Behandlungen zuteil. 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.

## Design und Statistik

### Rekrutierung der Patientinnen und Patienten, Durchführung der Therapien und Behandlungs-Design

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 fünf Jahre zurückliegt, eine spezifische neuropsychologische Diagnostik 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 für ihre Lesestörung 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 kognitiven Beschwerden stattfand. Anschließend wurden die neurovisuellen Tests und neuropsychologischen Tests zur Differenzialdiagnostik durchgeführt. Bei Vorliegen von Beeinträchtigungen in den ersten beiden Tests der Lesetestbatterie wurde die komplette Testbatterie einschließlich der Subjektiven Symptombelastungsliste durchgeführt. Im Anschluss wurde allen Patient\_innen, die die Einschlusskriterien der Studie erfüllten, eine Lesetherapie angeboten. Den Patient\_innen mit Lesestörungen, die durch die Ausschlusskriterien ausgeschlossen wurden, wurde ebenfalls eine Lesetherapie angeboten, sie wurden jedoch nicht in diese 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 Lesetherapie beginnen sollte, sobald die Kostenübernahmeerklärung vorlag. Beim zweiten Untersuchungstermin wurden alle Lesetests 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



**Abbildung 2.** Behandlungs-Design der Studie. Die fettgedruckten Pfeile zeigen die Untersuchungszeitpunkte an. Die Zeitintervalle zwischen diesen Zeitpunkten sind unten in den Kästen in Tagen angegeben (Mittelwert, Range).

Kammerweiterbildung verfügt. Da bei allen Patient\_innen dieser Studie eine entsprechende Indikation für eine neuropsychologische Behandlung vorlag, konnte allen Patient\_innen 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.

## Behandlungsdesign

Alle Patient\_innen wurden in einem Baseline-Design mit vier Untersuchungszeitpunkten (Base 1, Base 2, Post-Test, Follow-Up; siehe Abb. 2) untersucht und behandelt. Der erste Baseline-Test (Base 1) diente dazu, die Patient\_innen aufzunehmen, alle Untersuchungen durchzuführen und die Lesetherapie im Detail vorzustellen. Der Antrag auf Übernahme der Behandlungskosten (bei BG oder PVK) dauerte in der Regel drei bis sechs Wochen. Dieser Zeitraum konnte deshalb als erste (Vorbehandlungs-) Baseline-Phase genutzt werden. Sobald die Kostenübernahme vorlag, wurden die Patient\_innen zur zweiten Baseline-Messung einbestellt. Hier wurden alle Assessments mit den jeweiligen Parallelversionen der Lese-Test-Batterie durchgeführt. Unmittelbar nach der zweiten Baseline-Messung begann die Lesetherapie. Der Umfang der Lesetherapie variierte; dies hing von zwei Faktoren ab: (a) dem Umfang (in Therapiestunden), der von der Krankenkasse übernommen wurde, und (b) der Zeit (in Wochen), die jede/r Patientin für die Therapie in unserer Ambulanz zur Verfügung stand. Da 16 der 27 Patient\_innen (59 %) aus Regionen innerhalb Deutschlands kamen, die zu weit entfernt waren, um täglich zur Ambulanz in Saarbrücken zu pendeln, kamen diese Patient\_innen für eine begrenzte Anzahl von Wochen in die Ambulanz und erhielten in diesem Zeitraum ihre gesamte Lesetherapie. Die übrigen elf Patient\_innen (41 %) kamen aus dem Umkreis von Saarbrücken und ihre Lesetherapie erstreckte sich über einen längeren Zeitraum. Dadurch begründen sich die variierenden Zeitabstände zwischen den einzelnen Behandlungsphasen (siehe Abb. 2). Kein/e Patientin hat die Behandlung freiwillig unterbrochen oder abgebrochen. Ebenso wurde die Lesetherapie in keinem Fall vom Therapeuten (GK) abgebrochen, z.B. wegen fehlender Fortschritte. Jede Therapiesitzung dauerte 60 Minuten. Alle Patient\_innen waren mit einem Computer vertraut.

Nach Abschluss der Behandlung wurde erneut ein Posttest mit allen Assessments durchgeführt. Einige Monate später wurde ein Follow-Up-Test im Rahmen einer Katamnese-Untersuchung durchgeführt.

Da der Stichprobenumfang klein war, wurden durchweg nichtparametrische Tests durchgeführt. Die Daten wurden mit der nichtparametrischen einfaktoriellem Friedman-Varianzanalyse über die vier Zeitpunkte analysiert. Die anschließenden Posttests wurden mit Wilcoxon-Tests zwischen den Zeitpunkten berechnet. Das Signifikanzniveau (Alpha) betrug 0.05 (zweiseitig), und wurde an die Anzahl der durchgeführten Paarvergleiche angepasst (Bonferroni-korrigiert). Außerdem wurden die Korrelationskoeffizienten nach Pearson, Spearman und Punkt-Biserial berechnet.

## Ergebnisse

### Basale Lese-Tests

Abbildung 3a-f fasst die Ergebnisse für alle basalen Lese-Tests zusammen.

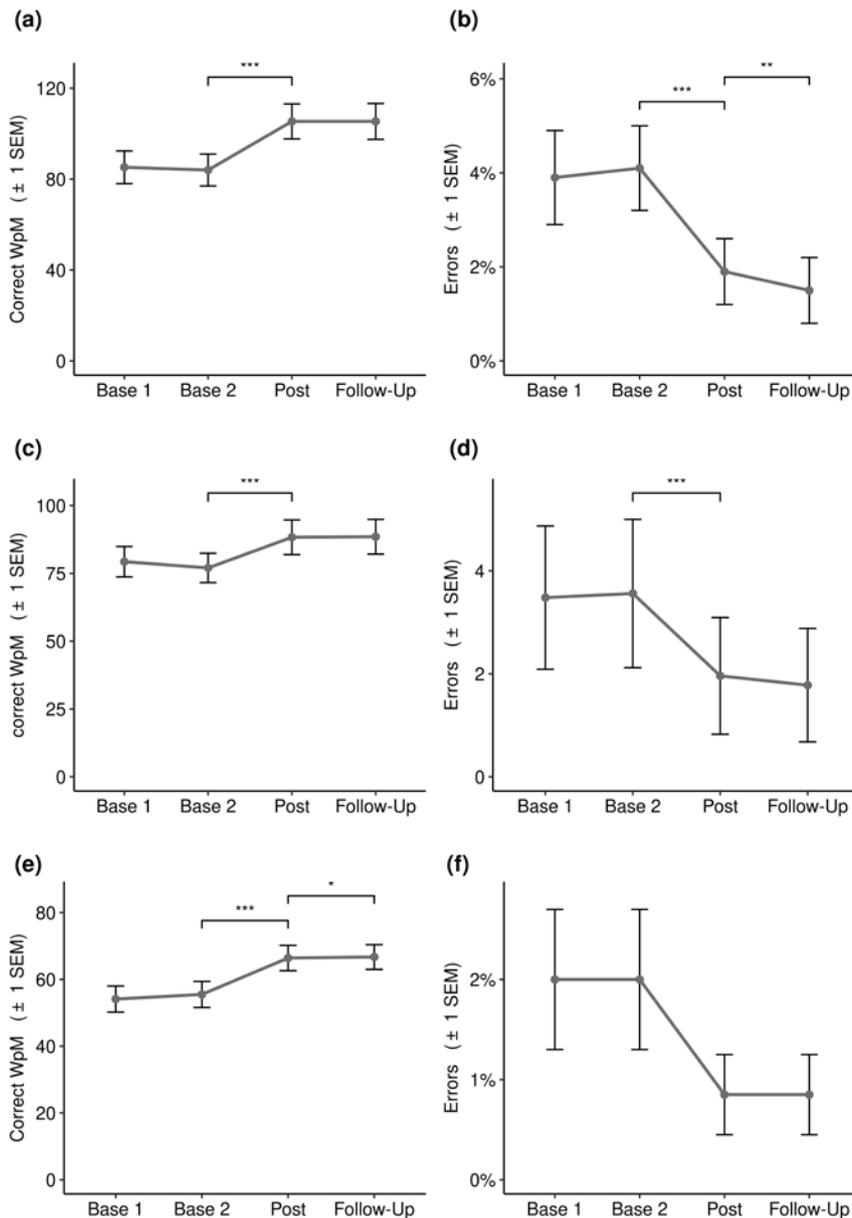
#### Lesen von Text auf Papier

Abbildung 3a,b zeigen die Ergebnisse für das Lesen auf Papier. Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (Abb. 3a;  $X^2 = 4.685$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -1.768$ ,  $p = ns$ ), noch zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.212$ ,  $p = ns$ ). Dagegen zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -4.238$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung von den gemittelten Basiswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 20.8 korrekte WpM.

Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für den prozentualen Anteil der Lesefehler (Abb. 3b): Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen den vier Zeitpunkten (Abb. 3b;  $X^2 = 58.987$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Anschließende paarweise Vergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -1.787$ ,  $p = ns$ ). Es gab eine signifikante Reduktion der Lesefehler von Base 2 zu Post-Test ( $Z = -4.141$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Reduktion der Lesefehler von den gemittelten Basiswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 2.6 %.

Darüber hinaus gab es eine zahlenmäßig geringe, aber statistisch signifikante Verringerung der Lesefehler zwischen den Zeitpunkten des Posttests und der Nachunter-

## Basale Lesetests



**Abbildung 3.** Auswirkungen der Lesetherapie auf basale Lesetests. Lesen von Text auf Papier: **(a)** Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (correct WpM)  $\pm$  1 Standardfehler des Mittelwerts (SEM). **(b)** Lesefehler (%) bei derselben Aufgabe. Auswirkungen der Lesetherapie auf das Textlesen auf einem Computerbildschirm **(c)** Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (correct WpM)  $\pm$  1 Standardfehler des Mittelwerts (SEM). **(d)** Lesefehler bei derselben Aufgabe. Auswirkungen der Lesetherapie auf das Lesen von Einzelwörtern auf einem Computerbildschirm **(e)** Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (correct WpM)  $\pm$  1 Standardfehler des Mittelwerts (SEM). **(f)** Lesefehler bei derselben Aufgabe. Die Klammern und Sternchen weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten hin (zweiseitiger Wilcoxon-Test; \* $p \leq .05$ , \*\* $p \leq .01$ , \*\*\* $p \leq .001$ ).

suchung ( $Z = -3.125$ , exakt  $p < .002$ ). Insgesamt zeigten sich nur wenige Lesefehler.

### Lesen von Text auf dem PC-Bildschirm

Abbildung 3c,d zeigen die Ergebnisse für das Lesen von Text auf einem Computerbildschirm über den Zeitraum der Behandlungsstudie. Friedman-Tests über die vier Zeitpunkte zeigten einen signifikanten Unterschied in der Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (Abb. 3c;  $X^2 = 33,172$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2

( $Z = -2.328$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.587$ ,  $p = ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von Base 2 zum Post-Test ( $Z = 3.518$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 9.8 korrekte WpM.

Ähnliche Ergebnisse wurden für die Anzahl der Lesefehler erzielt (Abb. 3d). Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen den vier Zeitpunkten (Abb. 4b;  $X^2 =$

40.389,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Ein anschließender paarweiser Vergleich mit Wilcoxon-Tests ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.229$ ,  $p = ns$ ). Es gab eine signifikante Reduktion der Lesefehler von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -3.441$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Reduktion der Lesefehler von den gemittelten Baselinewerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 1.15%. Darüber hinaus gab es keine signifikante Veränderung der Lesefehler zwischen den Zeitpunkten des Post-Tests und der Nachuntersuchung ( $Z = -2.236$ , exakt  $p = .025$ ,  $ns$ ).

### Lesen von Einzelwörtern auf dem Computerbildschirm

Abbildung 3e,f zeigen die Ergebnisse für das Lesen von Einzelwörtern auf einem Computerbildschirm während der gesamten Behandlungsstudie. Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied in der Anzahl der korrekt gelesenen Wörter pro Minute (Abb. 3e;  $X^2 = 42,985$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -1.113$ ,  $p = ns$ ). Es gab eine signifikante Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von Basis 2 zum Post-Test ( $Z = -3.628$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 11.8 korrekte WpM.

Darüber hinaus gab es einen signifikanten, wenn auch numerisch sehr geringen Anstieg der Lesegeschwindigkeit zwischen dem Post-Test und dem Follow-Up-Zeitpunkt ( $Z = -2.490$ , exakt  $p = .013$ ).

Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für die Anzahl der Lesefehler (Abb. 3f): Es gab signifikante Unterschiede zwischen den vier Zeitpunkten (Abb. 3f;  $X^2 = 20.167$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = 0$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = 0$ ,  $p = ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Veränderung bei den Lesefehlern von Base 2 zu Post-Test ( $Z = -2.350$ , exakt  $p = .019$ ,  $ns$ ). Die durchschnittliche Reduktion der Lesefehler von den gemittelten Baselinewerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 1,2%.

Die Lesegeschwindigkeiten (korrekte Wörter pro Minute) in den Lesetests auf Papier und auf einem Computerbildschirm korrelierten signifikant mit  $r = 0.814$ ,  $p < .001$  (Spearman-Korrelationskoeffizient, zweiseitig getestet).

Darüber hinaus korrelierten auch die Lesefehler in beiden Aufgaben signifikant miteinander mit  $r = -0.637$ ,  $p < .01$  (Spearman-Koeffizient).

## Funktionale Lesetests

Abbildung 4a-f fassen alle Ergebnisse für die Funktionalen Lese-Tests zusammen.

### Textgedächtnis

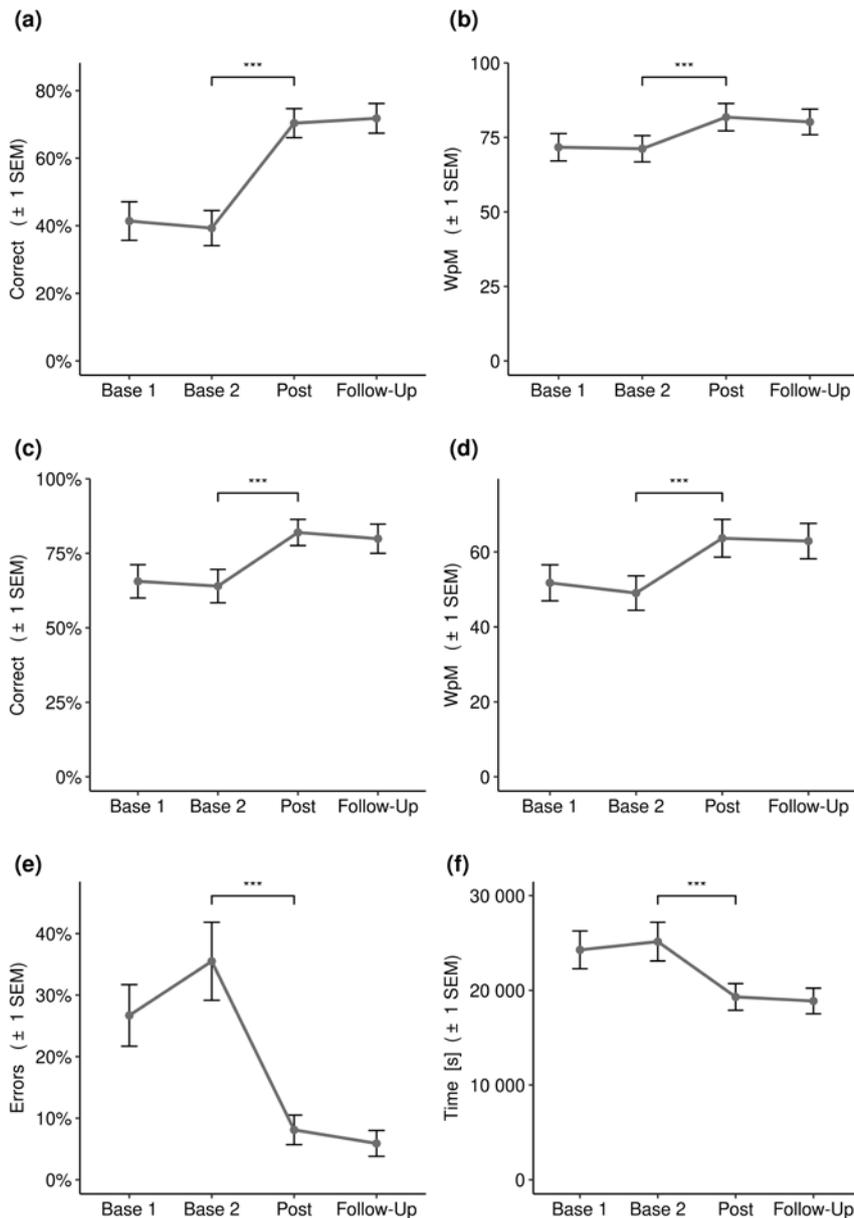
Abbildung 4a,b zeigen die Ergebnisse für den prozentualen Anteil an korrekt erinnerten Textinformationen in einer Gedächtnisaufgabe und die Anzahl der gelesenen Wörter pro Minute während derselben Aufgabe. Lesefehler wurden nicht gezählt, da der Schwerpunkt auf der Textgedächtnisleistung lag. Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied in der korrekt erinnerten Textinformation (Abb. 4 a;  $X^2 = 49.967$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = 1$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -1.414$ ,  $p = ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Verbesserung des Textgedächtnisses von Base 2 zum Post-Test ( $Z = -3.974$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 30.7%.

Darüber hinaus wurde ein Anstieg der Anzahl der gelesenen Wörter pro Minute bei der gleichen Aufgabe festgestellt: Es gab einen signifikanten Unterschied über die vier Zeitpunkte (Abb. 4b;  $X^2 = 33.847$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.649$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.057$ ,  $p = ns$ ). Es gab jedoch einen kleinen, aber signifikanten Anstieg der Lesegeschwindigkeit von Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -4.085$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) bis zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug in diesem Zeitraum 9.6 WpM.

### Auffinden von Tippfehlern

Abbildung 4c,d zeigen die Ergebnisse für den Prozentsatz der korrekt erkannten Tippfehler in einem Text und die Anzahl der gelesenen Wörter pro Minute in derselben Aufgabe. Lesefehler wurden nicht gezählt, da der Fokus auf der Erkennung von Tippfehlern lag. Ein Friedman-Test

## Funktionale Lesetests



**Abbildung 4.** Auswirkungen der Lesetherapie auf Funktionale Leseleistungen. Oben: die Menge der korrekt erinnerten Informationen im Textgedächtnistest (a) und die Anzahl der gelesenen Wörter pro Minute (WpM) in derselben Aufgabe (b). Anzahl der korrekt erkannten Tippfehler in einem Text (c) und die Anzahl der gelesenen Wörter (WpM) pro Minute in derselben Aufgabe (d). Anzahl der Fehler (Errors) im Telefonnummern-Test (e) und die Bearbeitungszeit (Time) bei der gleichen Aufgabe (f). Die Klammern und Sternchen weisen auf signifikante statistische Unterschiede zwischen den Zeitpunkten hin (zweiseitiger Wilcoxon-Test. \* $p \leq .05$ , \*\* $p \leq .01$ , \*\*\* $p \leq .001$ ).

über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied in der Anzahl der erkannten Tippfehler (Abb. 4 c;  $X^2 = 32.773$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = 1$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.647$ ,  $p = ns$ ). Es zeigte sich jedoch eine signifikante Verbesserung des Textgedächtnisses von Base 2 zum Post-Test ( $Z = 3.62$ ,  $p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung von den gemittelten Basiswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up)

betrug in diesem Zeitraum eine Genauigkeitsrate von 24.3% beim korrekten Auffinden von Tippfehlern. Darüber hinaus wurde ein signifikanter, wenn auch zahlenmäßig geringer Anstieg der Lesegeschwindigkeit festgestellt: Es gab einen signifikanten Unterschied (gemäß Friedman-Test) über die vier Zeitpunkte (Abb. 4d;  $X^2 = 30.277$ ,  $df = 3$ ,  $p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.616$ ,  $p = ns$ ) sowie zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.386$ ,  $p = ns$ ). Es gab jedoch einen signifikanten Anstieg der Anzahl der gelesenen Wörter pro Minute von

Base 2 bis zum Post-Test ( $Z = -3.568, p < .001$ ). Die durchschnittliche Verbesserung der Lesegeschwindigkeit von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) bis zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug in diesem Zeitraum 12.9 WpM.

### Telefonnummern

Abbildung 4e,f zeigen die Ergebnisse für den Prozentsatz der Fehler bei der Telefonnummernaufgabe und die Gesamtbearbeitungszeit in Sekunden. Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den Prozentsatz der Fehler beim Tippen von Telefonnummern (Abb. 4e;  $X^2 = 36.733, df = 3, p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = 2.041, \text{exakt } p = .041, ns$ ) oder zwischen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -1.342, p = ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Verbesserung zwischen Base 2 und Post-Test ( $Z = -3.665, p < .001$ ). Die durchschnittliche Verringerung des Prozentsatzes der Fehler von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug 24,1%. Darüber hinaus wurde ein signifikanter Unterschied in der Gesamtbearbeitungszeit über die vier Zeitpunkte hinweg festgestellt (Abb. 4f;  $X^2 = 34.398, df = 3, p < .001$ ). Anschließend paarweise Vergleiche mit Wilcoxon-Tests zeigten eine kleine, aber signifikante Verlängerung der Leistungszeit zwischen Base 1 und Base 2 ( $Z = -2.7, \text{exakt } p = .006$ ). Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen dem Post-Test und dem Follow-Up-Zeitpunkt festgestellt ( $Z = -2.058, \text{exakt } p = .040, ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Verringerung der Bearbeitungszeit von Base 2 zum Post-Test ( $Z = -3.724, p < .001$ ). Die mittlere Verkürzung der Bearbeitungszeit von den gemittelten Ausgangsdaten vor der Behandlung (Basis 1 und Basis 2) zu den gemittelten Messungen nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug 5617 ms (= 22.7%).

### Fragebogen zur subjektiven Symptombelastung

Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse für den Gesamtscore des Fragebogens zur subjektiven Symptombelastung über die vier Messzeitpunkte. Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Zeitpunkten (Abb. 5;  $X^2 = 71.244, df = 3, p < .001$ ). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ( $Z = -0.456, p = ns$ ) sowie zwi-

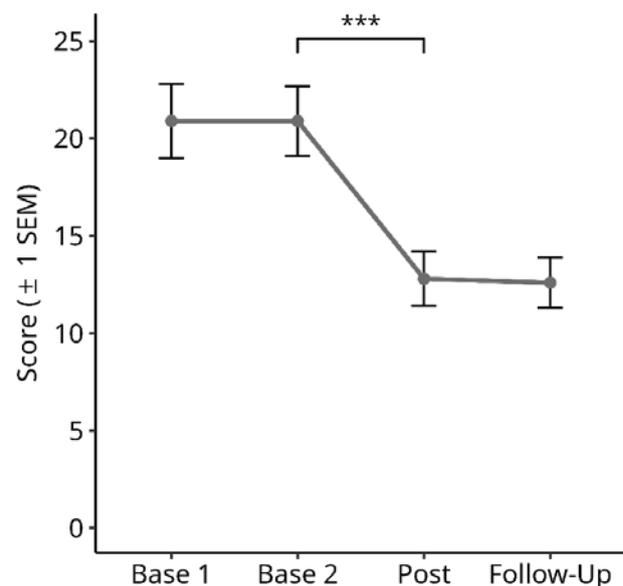
schen den Werten von Post-Test und Follow-Up ( $Z = -0.885, p = ns$ ). Es gab jedoch eine signifikante Verringerung der Symptombelastung von Base 2 zum Post-Test ( $Z = -4.553, p < .001$ ). Die durchschnittliche Verringerung der Symptombelastung von den gemittelten Ausgangswerten vor der Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach der Behandlung (Post-Test und Follow-Up) betrug in diesem Zeitraum 8.2 (= 39%).

### Berufliche Wiedereingliederung

55% (11 von 20) der Patient\_innen in unserer Stichprobe, die nicht bereits vor ihrer Hirnschädigung berentet waren, konnten nach der erfolgten Lesetherapie an ihren früheren Arbeitsplatz zurückkehren. In zwei Fällen (beides LKW-Fahrer) scheiterte die Wiedereingliederung allein aufgrund des Gesichtsfeldausfalles (s. Tabelle 2). Etwa 50% aller Patient\_innen arbeiteten Teilzeit (Mittelwert: 24,7 Stunden pro Woche) und weitere 50% arbeiteten nach Ende der Lesetherapie Vollzeit (40 Stunden pro Woche). Tabelle 2 gibt einen Überblick über die individuellen Daten zur Wiedereingliederung.

### Weitere Analysen

Wir untersuchten den möglichen Einfluss von Alter, Zeit seit der Läsion, Geschlecht, Sehschärfe, Aussparung des zentralen Gesichtsfeldes und Behandlungsdauer auf die



**Abbildung 5.** Auswirkungen der Lesetherapie auf die subjektive Symptombelastung. Die Klammern und Sternchen weisen auf signifikante statistische Unterschiede zwischen den Zeitpunkten hin (Wilcoxon-Test zweiseitig. \* $p \leq .05$ , \*\* $p \leq .01$ , \*\*\* $p \leq .001$ ).

Verbesserungen (gemittelte Werte vor der Behandlung vs. gemittelte Werte nach der Behandlung) mithilfe von Spearman-Rangkorrelationen. Zu diesem Zweck berechneten wir einen Gesamt-Score für alle zeitbezogenen Maße (Gain Speed) in den Lesetests (mit Ausnahme des Symptombelastungsfragebogen), indem wir die prozentualen Verbesserungen der Bearbeitungszeit addierten.

Ebenso berechneten wir einen Composite Score für alle Maße, die Fehler/richtige Lösungen in den Leseaufgaben widerspiegeln (Gain Correct), indem wir den Prozentsatz der Verbesserungen in all diesen Maßen zusammenfassten.

Die Sehschärfe für die Nähe oder Ferne war nicht signifikant mit Gain Speed oder Gain Correct korreliert (größ-

**Tabelle 2.** Überblick über die berufliche Wiedereingliederung der 20 Patienten mit Hemianoper Dyslexie, die vor ihrer Hirnschädigung berufstätig waren. Details s. Text

Pat-ID	Alter (Jahre)	Beruf vor Erkrankung/nach Wiedereingliederung	Wochenarbeitszeit (h) vor Erkrankung/nach Wiedereingliederung	Anmerkungen
1.TS	33	Realschullehrerin/Realschullehrerin	40/40	
2. KR	58	Hausfrau/Hausfrau	30/30	#
3. KI	65	Rente/Rente	-/-	
4. KW	59	Gymn.-Lehrer/Gymn.-Lehrer	40/20	
5. KA	46	Berater Model-Agentur/Berater Model-Agentur	40/25	
6. HW	51	LKW-Fahrer/Rente	40/-	keine FT*
11 WM	33	Gymn.-Lehrer/Gymn.-Lehrer	40/40	
9. WK	39	Steuerberaterin/Steuerberaterin	30/30	
12. WU	60	Richter/Rente	40/-	
13. EB	48	Bootsbauer/Rente	40/-	
15. RP	29	IT-Fachmann/IT-Fachmann	40/40	
16. SA	26	Verw.-Angestellte/Verw.-Angestellte	40/40	
17. FL	25	Internet-Verkäuferin/Internet-Verkäuferin	40/-	
18. ZA	51	LKW-Fahrer/Rente	40/-	keine FT*
21. RD	33	Angestellte/Angestellte	40/20	
22. UG	50	Schuldirektor/Schuldirektor	40/40	
24. RE	55	Verkäuferin/Rente	20/-	
25. KG	47	Angestellter/Angestellter	40/40	
26. CC	28	Ohne Beruf/ohne Beruf	-/-	
27. RM	61	Unbekannt/unbekannt	-/-	
<b>Mittel</b>	-	-	<b>37.6 h (20–40) vor 33.2 h (25–40) nach</b>	-

Anmerkungen: \*Fehlende Fahrtauglichkeit für Kfz wegen des Gesichtsfeldausfalles verhinderte in diesen Fällen die berufliche Wiedereingliederung. #Wir haben Hausfrau hier als Beruf gewertet, da die Patientin noch nicht das Rentenalter erreicht hatte.

te Korrelation:  $0.339, p = ns$ ). Ebenso war der Parameter Zeit seit der Läsion (in Tagen) nicht signifikant mit einer der beiden Variablen korreliert (größte Korrelation:  $-0.196, p = ns$ ). Auch der Parameter Geschlecht korrelierte nicht signifikant mit den beiden Composite Scores (größte Punkt-Biserial-Korrelation:  $0.281, p = ns$ ). Das Alter war signifikant mit Gain Time korreliert ( $r = 0.529, p = .002$ ), nicht aber mit dem Gain Correct ( $r = 0.180, p = ns$ ). Schließlich zeigte sich eine signifikante positive Korrelation zwischen Gain Time und einer Verringerung der Symptombelastung nach Therapieende ( $r = 0.423, p = .002$ ), sowie zwischen Gain Correct und der Anzahl der Behandlungssitzungen ( $r = 0.568, p = .002$ ), d.h. der Behandlungsintensität.

## Diskussion

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich unsere Stichprobe von HD-Patient\_innen während der Behandlung in allen Testparametern unserer Lesetestbatterie, einschließlich des Fragebogens zur Symptombelastung, signifikant verbesserte. Im Gegensatz dazu zeigten sich im Vorbehandlungsintervall vor Beginn der Lesetherapie, das doppelt so lang wie die Therapiephase war, fast keine Verbesserungen, d.h. es ergeben sich keine Hinweise auf eine Spontanremission. Wichtig ist auch, dass alle während der Therapiephase erzielten Verbesserungen in der Nachbeobachtungsphase, die dreimal so lang wie die Therapiephase dauerte, stabil blieben. Bei einigen Variablen wurden kleine, statistisch signifikante Veränderungen entweder in der Ausgangssituation vor der Behandlung oder in der Nachbeobachtungsphase nach der Behandlung festgestellt. Die meisten dieser Veränderungen waren jedoch im Verhältnis zu den während der Behandlung erzielten Verbesserungen zahlenmäßig recht gering. Außerdem betrug die Zeit seit der Läsion bei 23 von 27 Patient\_innen mehr als 4 Monate (Median: 219 Tage, 7 Monate), was die Wirkung des Trainings anstelle einer spontanen Erholung nochmal unterstreicht. Schließlich korrelierten die erzielten Verbesserungen weder mit der Zeit seit der Läsion noch mit dem Geschlecht oder der Sehschärfe, wohl aber mit dem Alter und der Behandlungsintensität. In den folgenden Abschnitten werden wir unsere Ergebnisse ausführlicher diskutieren. Wir haben davon abgesehen, die spezifischen Auswirkungen von Medikamenten auf den Lesefortschritt zu analysieren, da zwei kürzlich durchgeführte Cochrane-Analysen keine Hinweise auf eine therapeutische Rolle von Medikamenten bei motorischen Defiziten (Berends et al., 2009) oder visuell-räumlichem Neglect (Luvizutto et al., 2015) nach einer Hirnschädigung nachweisen konnten.

## Basale Lesetests und Beziehung zwischen Papier- und Bildschirmleseaufgaben

Ähnlich wie in früheren Studien (Kerkhoff et al., 1992; Schuett, 2009; Spitzyna et al., 2007) fanden wir signifikante Verbesserungen der Lesegeschwindigkeit beim Lesen von Texten sowohl auf Papier als auch auf einem Computerbildschirm. Das Gleiche gilt für die Verringerung der Fehlerquote bei beiden Aufgaben. Tatsächlich korrelierten beide Aufgaben hinsichtlich der Lesegeschwindigkeit und der Fehlerquote miteinander. Dies zeigt, dass unsere computergestützte Lesetherapie sowohl das Lesen auf Papier *als auch das* Lesen am Computerbildschirm in ähnlicher Weise verbessern kann. Dies ist wichtig, denn es zeigt einen positiven Transfereffekt unseres Trainings auf beide Arten von Leseaufgaben und nicht nur auf die Lesetests auf dem PC-Bildschirm. Im täglichen Leben ist das Lesen von Texten auf Papier *und* auf verschiedenen Bildschirmen oder optischen Anzeigen gleichermaßen wichtig, insbesondere im beruflichen Kontext. Was das Ausmaß der Verbesserungen betrifft, so stellten Virgili et al. (2013) in ihrem Cochrane-Review fest, dass die in mehreren Studien als Verbesserungen angegebenen Unterschiede in der Lesegeschwindigkeit 12 WpM betragen. Eine Verbesserung der Lebensqualität wurde von Patient\_innen berichtet, die eine Verbesserung von 10 WpM erreichten oder übertrafen. Hier fanden wir Verbesserungen von 20.8 WpM beim Lesen auf Papier und 9,8 WpM beim Lesen am Computerbildschirm. Darüber hinaus reichten die Verbesserungen der Lesegeschwindigkeit bei den funktionellen Leseaufgaben von 9,6 bis 12,9 WpM oder einer 23-prozentigen Verringerung der Bearbeitungszeit bei der Telefonnummernaufgabe. Dies unterstreicht die Effizienz unserer Behandlungstechniken bei einem recht begrenzten Therapieaufwand (17.6 Sitzungen = 1056 Minuten im Durchschnitt). In einer zukünftigen Studie könnte differenziert werden, ob der Effekt der Therapie auch von der vorherigen Lesefähigkeit und der digitalen Vertrautheit der Patient\_innen abhängt. Insbesondere die Affinität im Umgang mit digitalen Geräten könnte für die adäquate Behandlung älterer Patient\_innen relevant sein.

## Effekte der Lese-Therapie und mögliche Mechanismen

In früheren Studien (Aimola et al., 2014; Kaltenecker et al., 2019; Kuester-Gruber et al., 2021) gingen die Therapieeffekte mit einer Verbesserung der Lebensqualität einher; hier lag ein besonderer Fokus auf der Frage, ob das Lesetraining Transfereffekte auf Aktivitäten des täglichen Lebens sowie das subjektive Symptomempfinden zeigt. Ähnlich wie in früheren Studien konnten wir feststellen,

dass Trainingseffekte zu einem Anstieg der selbstberichteten Lebensqualitätsmaße führen (Aimola et al., 2014; Kaltenegger et al., 2019; Kuester-Gruber et al., 2021). Abgesehen von diesen Effekten fanden wir signifikante, wenn auch nicht große Verbesserungen bei der Lesegeschwindigkeit und der Anzahl der Fehler beim Lesen von Einzelwörtern. Diese Aufgabe war so konzipiert, dass sie die Schnell-Lesen-Therapie mit einzelnen Wörtern widerspiegelt. Obwohl alle Patient\_innen auch mit den beiden anderen Lesetechniken trainierten, liegt die Vermutung nahe, dass die Verbesserung beim Lesen von Einzelwörtern in erster Linie auf diese Aufgabe zurückzuführen ist. Diese Technik erwies sich als besonders hilfreich für Patient\_innen, mit besonders langsamen Lesetempo und wo es Hinweise auf Probleme mit Crowding gibt (vgl. Yong et al., 2016), da sie die Komplexität beim Lesen reduziert.

Interessanterweise waren fast drei Viertel unserer HD-Patient\_innen bei den Basistests vor der Behandlung in allen funktionellen Leseaufgaben beeinträchtigt, was die Relevanz dieser Aufgaben bei der Untersuchung von HD-Patient\_innen unterstreicht. Die Verbesserungen in diesen funktionellen Leseaufgaben nach der Therapie waren beeindruckend: Wir fanden eine 79-prozentige Verbesserung des Textgedächtnisses, und die Patient\_innen lasen in der Parallelversion des Posttests sogar schneller als in den Vortests dieser Aufgabe. Ihre Verbesserung war also nicht auf eine sorgfältigere (= potenziell langsamere) Lese-strategie nach der Behandlung zurückzuführen. Auch der Prozentsatz der richtig erkannten Tippfehler stieg um 28%. Auch hier war die Lesegeschwindigkeit in der Parallelversion dieses Tests nach der Behandlung schneller als zuvor. Die Verbesserung bei dieser Aufgabe ist also auch hier nicht auf eine langsamere Lese-strategie zurückzuführen, die es den Patient\_innen möglicherweise ermöglichte, mehr Tippfehler im Text zu finden. Schließlich fanden wir eine 77-prozentige Verringerung der Fehler bei der Aufgabe „Telefonnummern“. Auch dies ist nicht auf ein langsames Lesen im Paralleltest der Textgedächtnisaufgabe nach der Behandlung zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unsere HD-Patient\_innen nach der Therapie bei allen funktionellen Leseaufgaben eine höhere Genauigkeit erreichten und diese Aufgaben schneller lösten. Dies zeigt, dass die von uns gewählte Behandlungskombination aus drei Lesetechniken (Fenster-Text, Fließtext-Lesen, Schnell-Lesen) zu einem weitgehenden Transfer der trainierten Lese-strategien (Geschwindigkeit und Genauigkeit) auf *untrainierte* lesebezogene Aufgaben und zu einer Verbesserung des verbalen Gedächtnisses führte. Da viele Patient\_innen mit Läsionen der linken hinteren Hirnhälfte (Cramon et al., 1988) oder Schädel-Hirn-Traumata (Weicker, Villringer & Thöne-Otto, 2016) (beides Ätiologien in unserer Stichprobe) Defizite im verbalen Lernen und im verbalen Arbeits-

gedächtnis aufweisen, könnte die Lesetherapie auch eine interessante Therapieoption sein, um gleichzeitig das Lesen und das verbale Arbeitsgedächtnis zu verbessern. Diese Hypothese müssten in einer Folgestudie mit einem größeren Stichprobenumfang untersucht werden.

### **Auswirkungen auf die subjektive Symptombelastung, die Behandlungsintensität und die berufliche Wiedereingliederung**

Wir fanden eine 39-prozentige Verringerung der subjektiven Symptombelastung im Zusammenhang mit der Lese-störung und den damit verbundenen neurovisuellen Defiziten (verschwommenes Sehen) nach der Behandlung, die signifikant mit der Geschwindigkeitssteigerung (basierend auf der Verringerung der Leistungszeit) in allen Lesemessungen in unserem Composite Score Gain Time korrelierte. Durch die Beschleunigung des Lesens wird also die subjektive Belastung durch das Lesen verringert. Somit könnte sich die Lesetherapie bei HD als interessante Option erweisen, um die in einer neueren schwedischen Studie beschriebene erhebliche Ermüdung während des Lesens zu verringern (Berthold Lindstedt et al., 2019). Unsere Behandlung verbesserte also nicht nur die Testergebnisse, sondern verringerte auch die subjektiven Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit der HD im täglichen Leben. Darüber hinaus korrelierten die Verbesserungen in der globalen Messung der korrekten Leistungen (Gain Correct) positiv mit der Behandlungsdauer. Frühere Lesestudien ergaben keine signifikante Korrelation zwischen Trainingsintensität und Lesegeschwindigkeit (Kuester-Gruber et al., 2021). Unsere Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Behandlungsintensität ein wichtiger Aspekt sein könnte, der in künftigen Studien weiterführend untersucht werden sollte. Es hat sich gezeigt, dass eine höhere Behandlungsintensität zu besseren Ergebnissen bei motorischen Therapien (Kwakkel et al., 1999; Nudo, 2011), beim räumlichen Neglect (Chen et al., 2022) und in der Aphasie-Rehabilitation (Breitenstein et al., 2017) führt.

Schließlich korrelierte das Alter positiv mit der Verbesserung der Zeit (GainTime). Dies spiegelt wahrscheinlich die Tatsache wider, dass ältere Probanden bei vielen zeitlich begrenzten Leseaufgaben prä-morbid etwas langsamer waren, so dass sie ihre Lesezeit während der Lesetherapie stärker verbessern konnten. Dies zeigt im Umkehrschluss auch, dass ein höheres Alter kein Handicap für die Verbesserung des Lesens bei HD ist.

Interessanterweise fanden wir heraus, dass 55% unserer Stichprobe, die vor der Erkrankung noch nicht berentet waren, in ihren früheren Beruf zurückkehren konnten. Etwa 50% von ihnen arbeiteten in Teilzeit (Mittelwert:

24,7 Stunden pro Woche, Spanne: 20 bis 30), und weitere 50% arbeiteten nach Abschluss der Lesetherapie in Vollzeit (alle arbeiteten 40 Stunden pro Woche). Dies ist unseres Wissens die erste Studie, in der über die erfolgreiche Rückkehr von HD-Patient\_innen in ihren früheren Beruf berichtet wird. Tabelle 2 zeigt, dass auch Patient\_innen mit teilweise erheblichen Anforderungen an die Lesefähigkeit wie etwa Schuldirektor, Lehrer, Büroangestellte oder Steuerberaterin die Rückkehr in ihren Beruf erfolgreich gemeistert haben. Dies zeigt unseres Erachtens, dass eine spezifische Behandlung der HD die Chancen zur Rückkehr in den Beruf erhöht – trotz der teilweise verbleibenden Restdefizite in diesem Bereich, die auch nach der Therapie teilweise noch bestanden. Die Wiedereingliederung in den Beruf (oder ihr Scheitern) ist ein wichtiger Aspekt der Teilhabe, der bisher in vielen Therapiestudien mit HGF-Patient\_innen (Pollock et al., 2019) oder auch mit Neglect-Patient\_innen (Kerkhoff, 2021) völlig vernachlässigt wurde. Die ambulante Lesetherapie (oder zusätzlich dazu durchgeführte Heimtherapie des Lesens mit dem NVT) könnte im Rahmen der ambulanten Neuropsychologie diesen Menschen helfen, wieder in ihren Beruf zurückzukehren – und sei es auch nur in Teilzeit.

## Limitationen

Trotz der positiven Ergebnisse im Rahmen unseres Lesetrainings, müssen einige Einschränkungen unseres Studiendesigns diskutiert werden (vgl. auch Kerkhoff & Kraft, 2024). Erstens verwendeten wir ein Baseline-Design ohne eine weitere Behandlungs- oder Kontrollgruppe, und der Therapieumfang variierte zwischen den Patient\_innen. Dieser Ansatz wurde gewählt, weil alle Patient\_innen regelmäßig ambulant in unserer Einrichtung behandelt wurden. Daher haben wir davon abgesehen, die Patient\_innen einer zweiten (Kontroll-)Gruppe zuzuordnen, die dann eventuell keine oder eine andere Behandlung erhalten hätte oder lange auf eine Behandlung warten müssten (Wartegruppe). Dies hätte zu Schwierigkeiten mit der Krankenkasse geführt, die die Behandlung (nicht aber eine „Nicht“-Behandlung) finanziert. Eine andere Erfolg versprechende und wirksame Lesetherapie der HD existierte zu Beginn der Rekrutierung für die aktuelle Studie nicht. In zukünftigen Studien könnte unsere Lesetherapie auch mit anderen Lesetherapien verglichen werden (z. B. Kuester-Gruber et al., 2021). Trotz dieser Einschränkungen stimmen die Verbesserungen bei den basalen Leseaufgaben mit denen aus früheren Studien zur HD-Therapie überein (Kerkhoff et al., 2021), während die Verbesserungen bei den funktionalen Leseaufgaben neu untersucht und eindrucksvoll sind. Das aktuelle Studien-

design erfüllt somit bereits die Empfehlungen eines 2024 erschienenen Überblicksartikels zur hemianopen Lesetherapie (Tol et al., 2024). Diese Autor\_Innen empfehlen einen Mix aus basalen und funktionalen Lesetests, Textleseaufgaben, sowie die Erfassung subjektiver Aspekte im Zusammenhang mit der Lesestörung. All diese Maße wurden in der aktuellen Therapiestudie erhoben.

Darüber hinaus ist es auch sehr ermutigend, dass fast zwei Drittel unserer Patient\_innen erfolgreich in ihren Beruf zurückkehren konnten. Die Ätiologien in unserer Stichprobe sind die typischen Ursachen einer HD (Berthold Lindstedt et al., 2019; Kerkhoff, 1999) – insofern können unsere Ergebnisse auf andere Patient\_innen mit einer HD gut übertragen werden. Leider war unsere Patient\_innenstichprobe zu klein, um eine Subanalyse für verschiedene Patient\_innengruppen und Behandlungsarten durchzuführen. In einer zukünftigen Studie sollte geklärt werden, ob spezifische Subgruppen (links- vs. rechtsseitige Gesichtsfeldausfälle) unterschiedlich von unseren drei Behandlungstechniken profitieren. Wir vermuten, dass Patient\_innen mit rechtsseitigem HGF mehr vom Fließ-Text profitieren, während Patient\_innen mit linksseitigem HGF – die Schwierigkeiten haben, den Anfang einer Textzeile zu finden – mehr vom Fenster-Text profitieren könnten.

## Relevanz für die Praxis

Visuell bedingte Lesestörungen treten sehr häufig auf nach einer Hirnschädigung. Hier konnten wir zeigen, dass das NVT-Programm eine effektivere Lesetherapie für HD-Patient\_innen ermöglicht, und auch die Wiedereingliederung in Alltag und Beruf fördert. Auch für ähnliche Lesestörungen wie etwa die Neglect-Dyslexie bietet sich diese Therapie an. In weiteren Studien könnte auch geprüft werden, ob unser Therapieansatz auch als reines Heimtraining effektiv sein könnte. In ländlichen Gebieten gibt es beispielsweise keine neuropsychologische Versorgung, und für Patient\_innen mit eingeschränkter Mobilität ist es schwierig, mehrmals pro Woche eine Ambulanz für eine hochfrequente Therapie aufzusuchen. Die NVT-Software ermöglicht bereits dieses Online-Lesetraining zu Hause oder die kombinierte Therapie in der Klinik/Praxis und gleichzeitig unter Supervision im Heimtraining. So könnte eine größere Zahl von Patient\_innen eine spezifische, wissenschaftlich fundierte und gleichzeitig nachweislich wirksame Lesetherapie erhalten. Allerdings sollte das Heimtraining therapeutisch von einer Fachperson supervidiert werden, da in einer Studie von Aimola et al. (2014) kein Therapieeffekt eines unsupervidierten Heimtrainings auf das Lesen festgestellt werden konnte. Demnach ist die

therapeutische Supervision oder ein *kombiniertes Praxis-/Kliniktraining* mit einem Anteil Heimtraining vermutlich entscheidend.

## 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>
- Baier, B., Mueller, N., Fechir, M. & Dieterich, M. (2010). Line bisection error and its anatomic correlate. *Stroke*, 41(7), 1561–1563. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.576298>
- Berends, H.I., Nijlant, J.M., Movig, K.L., Van Putten, M.J., Jan-nink, M.J. & Ijzerman, M.J. (2009). The clinical use of drugs influencing neurotransmitters in the brain to promote motor recovery after stroke: A Cochrane systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45(4), 621–630. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20032921>
- Berthold Lindstedt, M., Johansson, J., Ygge, J. & Borg, K. (2019). Vision-related symptoms after acquired brain injury and the association with mental fatigue, anxiety and depression. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(7), 499–505. <https://doi.org/10.2340/16501977-2570>
- Breitenstein, C., Grewe, T., Floel, A., Ziegler, W., Springer, L., Martus, P.... Group, F.E.s. (2017). Intensive speech and language therapy in patients with chronic aphasia after stroke: A randomised, open-label, blinded-endpoint, controlled trial in a health-care setting. *Lancet*, 389(10078), 1528–1538. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30067-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30067-3)
- Bruce, B.B., Zhang, X., Kedar, S., Newman, N.J. & Biousse, V. (2006). Traumatic homonymous hemianopia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 77(8), 986–988. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16574725>
- Chen, P., Hreha, K., Gonzalez-Snyder, C., Rich, T.J., Gillen, R.W., Parrott, D. & Barrett, A.M. (2022). Impacts of prism adaptation treatment on spatial neglect and rehabilitation outcome: Dose matters. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 36(8), 500–513. <https://doi.org/10.1177/15459683221107891>
- Cramon, D.Y.v., Hebel, N. & Schuri, U. (1988). Verbal memory and learning in unilateral posterior cerebral infarction. *Brain*, 111, 1061–1077.
- de Haan, G.A., Heutink, J., Melis-Dankers, B.J.M., Tucha, O. & Brouwer, W.H. (2014). Spontaneous recovery and treatment effects in patients with homonymous visual field defects: A meta-analysis of existing literature in terms of the ICF framework. *Survey of Ophthalmology*, 59(1), 77–96. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2013.02.006>
- Huber, W., Poeck, K., Weniger, D. & Willmes, K. (1983). *Der Aachener Aphasie Test (AAT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Kaltenegger, K., Kuester, S., Altpeter-Ott, E., Eschweiler, G.W., Cordey, A., Ivanov, I.V.a... Trauzettel-Klosinski, S. (2019). Effects of home reading training on reading and quality of life in AMDa randomized and controlled study. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 257(7), 1499–1512. <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04328-9>
- Kedar, S., Zhang, X., Lynn, M.J., Newman, N.J. & Biousse, V. (2006). Pediatric homonymous hemianopia. *Journal of AAPOS*, 10(3), 249–252. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16814179>
- Kerkhoff, G. (1999). Restorative and compensatory therapy approaches in cerebral blindness: A review. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 15, 255–271.
- 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. (2024). 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. & Marquardt, C. (2009a). Erworbene, visuell bedingte Lesestörungen. Standardisierte Diagnostik und Therapie mit READ. *Nervenarzt*, 80, 1424–1439. <https://doi.org/10.1007/s00115-009-2723-3>
- Kerkhoff, G. & Marquardt, C. (2009b). EYEMOVE – Standardisierte Analyse und Therapie visueller Explorationsstörungen. *Nervenarzt*, 80, 1192–1204. <https://doi.org/10.1007/s00115-009-2811-4>
- Kerkhoff, G., Münsinger, U., Eberle-Strauss, G. & Stögerer, E. (1992). Rehabilitation of hemianopic alexia in patients with postgeniculate visual field disorders. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2(1), 21–42.
- Kerkhoff, G., Münsinger, U., Eberle-Strauss, G. & Stögerer, E. (1992). Rehabilitation of hemianopic alexia in patients with postgeniculate visual field disorders. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 21–42.
- 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.
- Kerkhoff, G., Rode, G. & Clark, S. (2021). Treating neurovisual deficits and spatial neglect. In T. Platz (Ed.), *Clinical pathways in neurorehabilitation* (pp. 191–217). Heidelberg: Springer.
- 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 of Clinical and Experimental Ophthalmology*, 259(3), 745–757. <https://doi.org/10.1007/s00417-020-04952-w>
- Kwakkel, G., Wagenaar, R.C., Twisk, J.W., Lankhorst, G.J. & Koetsier, J.C. (1999). Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: A randomised trial. *Lancet*, 354(9174), 191–196. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)09477-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)09477-X)
- Leff, A.P., Scott, S.K., Crewes, H., Hodgson, T.L., Cowey, A., Howard, D. & Wise, R.J.S. (2000). Impaired reading in patients with right hemianopia. *Annals of Neurology*, 47, 171–178.
- Leff, A.P., Spitzyna, G.A., Plant, G.T. & Wise, R.J. (2006). Structural anatomy of pure and hemianopic alexia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 77, 1004–1007.
- Luvizutto, G.J., Bazan, R., Braga, G.P., Resende, L.A., Bazan, S.G. & El Dib, R. (2015). Pharmacological interventions for unilateral spatial neglect after stroke. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 11, CD010882. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010882.pub2>
- Machner, B., Sprenger, A., Kompf, D., Sander, T., Heide, W., Kimmig, H. & Helmchen, C. (2009). Visual search disorders beyond pure sensory failure in patients with acute homonymous visual field defects. *Neuropsychologia*, 47(13), 2704–2711. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19500605>
- Neumann, G., Schaadt, A.K., Reinhart, S. & Kerkhoff, G. (2016). Clinical and psychometric evaluations of the cerebral vision screening questionnaire in 461 nonaphasic individuals post-

- stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 30(3), 187–198. <https://doi.org/10.1177/1545968315585355>
- Nudo, R.J. (2011). Neural bases of recovery after brain injury. *Journal of Communication Disorders*, 44(5), 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.04.004>
- Pflugshaupt, T., Gutbrod, K., Wurtz, P., von Wartburg, R., Nyffeler, T., de Haan, B.... Mueri, R.M. (2009). About the role of visual field defects in pure alexia. *Brain*, 132, 1907–1917. <https://doi.org/10.1093/brain/awp141>
- Pollock, A., Hazelton, C., Henderson, C.A., Angilley, J., Dhillon, B., Langhorne, P.... Shahani, U. (2011). Interventions for visual field defects in patients with stroke. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 10, CD008388. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008388.pub2>
- 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*, 5, CD008388. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008388.pub3>
- Rayner, K. (2014). The gaze-contingent moving window in reading: Development and review. *Visual Cognition*, 22(3–4), 242–258. <https://doi.org/10.1080/13506285.2013.879084>
- Reinhart, S., Keller, I. & Kerkhoff, G. (2010). Effects of head rotation on space- and word-based reading errors in spatial neglect. *Neuropsychologia*, 48, 3706–3714.
- Reinhart, S., Schaadt, A.K., Adams, M., Leonhardt, E. & Kerkhoff, G. (2013). The frequency and significance of the word length effect in neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, 51(7), 1273–1278. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.03.006>
- Rubin, G.S. & Turano, K. (1992). Reading without saccadic eye movements. *Vision Research*, 32(5), 895–902. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(92\)90032-e](https://doi.org/10.1016/0042-6989(92)90032-e)
- Savir, H., Michelson, I., David, C., Mendelson, L. & Najenson, T. (1977). Homonymous hemianopsia and rehabilitation in fifteen cases of C.C.I. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 9, 151–153.
- Schuett, S. (2009). The rehabilitation of hemianopic dyslexia. *Nature Reviews Neurology*, 5, 427–437. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2009.97>
- Spitzyna, G.A., Wise, R.J., McDonald, S.A., Plant, G.T., Kidd, D., Crewes, H. & Leff, A.P. (2007). Optokinetic therapy improves text reading in patients with hemianopic alexia: A controlled trial. *Neurology*, 68(22), 1922–1930. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17536049>
- Tol, S., de Haan, G.A., Postuma, E., Jansen, J.L. & Heutink, J. (2024). Reading difficulties in individuals with homonymous visual field defects: A systematic review of reported interventions. *Neuropsychology Review*. In press. <https://doi.org/10.1007/s11065-024-09636-4>
- Virgili, G., Acosta, R., Grover, L.L., Bentley, S.A. & Giacomelli, G. (2013). Reading aids for adults with low vision. *Cochrane Database Systematic Review*, 10(10), CD003303. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003303.pub3>
- Weicker, J., Villringer, A. & Thöne-Otto, A. (2016). Can impaired working memory functioning be improved by training? A meta-analysis with a special focus on brain injured patients. *Neuropsychology*, 30(2), 190–212. <https://doi.org/10.1037/neu0000227>
- Yong, K., Rajdev, K., Warrington, E., Nicholas, J., Warren, J. & Crutch, S. (2016). A longitudinal investigation of the relationship between crowding and reading: A neurodegenerative approach. *Neuropsychologia*, 85, 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.02.022>
- Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M.J., Newman, N.J. & Biousse, V. (2006a). Homonymous hemianopia in stroke. *Journal of Neuroophthalmology*, 26(3), 180–183. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16966935>
- Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M.J., Newman, N.J. & Biousse, V. (2006b). Homonymous hemianopias: Clinical-anatomic correlations in 904 cases. *Neurology*, 66, 906–910.
- Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M.J., Newman, N.J. & Biousse, V. (2006c). Natural history of homonymous hemianopia. *Neurology*, 66(6), 901–905. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16567709>
- Zihl, J. (1995). Eye movement patterns in hemianopic dyslexia. *Brain*, 118, 891–912.

### Historie

Manuskript eingereicht: 13. Mai 2024

Nach Revision angenommen: 4. Juni 2024

### Interessenkonflikte

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)