

Neuro Rehabil 2010; 16 (2): 82–90

# Evidenzbasierte Verfahren in der neurovisuellen Rehabilitation

G. Kerkhoff

*Universität des Saarlandes, AE Klinische Neuropsychologie und Hochschulambulanz Neuropsychologie, Saarbrücken*

## Zusammenfassung

Neurovisuelle Störungen treten bei etwa 30–60% der Patienten nach erworbener Hirnschädigung auf, beeinträchtigen nachweislich das Outcome der Patienten und bedürfen daher systematischer Behandlung. Hierunter fallen homonyme Gesichtsfeldausfälle mit den assoziierten Störungen des Lesens und der visuellen Exploration, der multimodale Neglekt sowie weitere elementare und höhere visuelle Störungen, wie etwa räumliche Wahrnehmungs- und Kognitionsstörungen. Positive Behandlungsempfehlungen auf der Basis von Metaanalysen, systematischen Reviews sowie kontrollierten Therapiestudien können für folgende Behandlungsverfahren gegeben werden: 1.) das visuelle und audiovisuelle Sakkadentraining sowie das visuelle Explorationstraining bei homonymen Gesichtsfeldausfällen (Evidenzklasse 1, 1b, 2b); 2.) das hemianope Lesetraining auf der Grundlage der optokinetischen Fließtexttechnik sowie sakkadischer Übungen bei homonymen Gesichtsfeldausfällen (Evidenzklasse 1, 1b, 2b). Keine eindeutige Behandlungsempfehlung kann gegeben werden für das restorative Gesichtsfeldtraining, da hier die Studienlage widersprüchlich ist. Darüber hinaus ist der Transfereffekt solcher Verfahren auf die assoziierten Defizite des Lesens und der visuellen Exploration unklar oder deutlich geringer im Vergleich zu den durch Lese- oder Sakkaden-/Explorationstraining erzielbaren Verbesserungen. In ausgewählten Fällen mit inkompletten (relativen) Gesichtsfeldausfällen infolge nicht so ausgedehnter Schädigung der primären Gesichtsfeldrepräsentation im visuellen Kortex können restorative Gesichtsfeldtrainings jedoch möglicherweise als zeitlich anschließendes Add-On-Treatment zu den oben beschriebenen kompensationsorientierten Therapieverfahren kombiniert werden.

Für den Bereich des multimodalen Neglekts können folgende Verfahren als wirksam empfohlen werden: das visuelle Explorationstraining (Evidenzgrad 1, 1b, 2), die visuomotorische Prismenadaptation (2b), die optokinetische Stimulation mit Folgebewegungen (2b), die Nackenmuskelvibration (2b) und das Aufmerksamkeitstraining (3). Kombinationsbehandlungen sind besonders empfehlenswert, da sie eine größere Wirksamkeit zeigen. Für weitere neurovisuelle Störungen wie etwa Fusionsstörungen oder räumliche Wahrnehmungs- und Kognitionsstörungen existieren positive klinische Erfahrungen zur Wirksamkeit und einzelne Behandlungsstudien. Diese Verfahren sollten weiterhin angewendet werden, bis eine größere empirische Studienbasis für detailliertere Empfehlungen verfügbar ist.

**Schlüsselwörter:** Hemianopsie, Neglekt, visuelle Exploration, Lesen, kognitive Rehabilitation

## Evidence-based treatments in neurovisual rehabilitation – a review

G. Kerkhoff

### Abstract

Neurovisual disorders are found in 30–60% of patients with acquired brain damage and include post-chiasmatic visual field defects with associated deficits of reading and visual exploration, multimodal neglect, as well as other elementary and higher visual disorders such as visuospatial and visuocognitive disturbances. They adversely affect the patients' outcome and therefore require systematic treatment. Positive recommendations for the efficacy of specific treatment techniques can be given on the basis of systematic reviews or controlled studies for the following treatment techniques: 1.) visual and audio-visual saccadic compensation training as well as visual exploration training for patients with homonymous visual field disorders (Cochrane-evidence-levels: 1, 1b, 2b); 2. Treatment of hemianopic alexia using the optokinetic reading technique as well as saccadic training (Cochrane-evidence-levels: 1, 1b, 2b). Restorative visual field training cannot be recommended as an evidence-based treatment since several randomized control group studies found no consistent visual field enlargements after such trainings. Moreover, the impact of such trainings on impairments in reading and visual explora-

tion is unclear or very small as compared to those improvements obtainable after compensatory treatment. Restorative training may be advisable after compensatory training in those cases with partially intact visual field areas (relative scotomas) in the blind field.

For patients with multimodal neglect visual scanning training can be recommended as the best evaluated treatment, while several novel sensory-stimulation-based treatments like prism-adaptation, repetitive optokinetic stimulation, neck-muscle vibration, as well as attention training show very promising treatment effects beyond those obtained with exploration/scanning training. However, these novel treatments require systematic analysis in well-controlled, randomized treatment studies to verify their superiority.

**Key words:** hemianopia, spatial neglect, visual scanning, dyslexia, treatment

© Hippocampus Verlag 2010

## Klinische Relevanz neurovisueller Störungen

Die klinische Relevanz zerebraler Sehstörungen ist vielfach dokumentiert. So finden sich zentrale visuelle Wahrnehmungsstörungen und okulomotorische Störungen bei etwa 30–60% der Patienten mit zerebrovaskulären Erkrankungen [25, 27, 63] und 38–50% der Patienten mit Schädelhirntraumen [8, 63]. Im höheren Lebensalter (>70 Jahre) steigt diese Inzidenzrate weiter an [9, 54]; dieser Trend dürfte aufgrund der Alterung unserer Gesellschaft weiter zunehmen. Die häufigsten neurovisuellen Störungen bei zerebrovaskulärer oder traumatischer Hirnschädigung sind homonyme Gesichtsfeldausfälle [65] mit den assoziierten Störungen der visuellen Exploration [68] und des Lesens [59] sowie der Fusion und des Stereosehens [25]. Auch der multimodale Neglekt gehört mit zu den häufigsten Störungen, insbesondere nach rechtshemisphärischer Hirnschädigung (ca. 30–60% sowie bis zu 50% nach links-hemisphärischer Hirnschädigung [2, 13, 14, 41]). Trotz der Häufigkeit neurovisueller, okulomotorischer und neglektbedingter Störungen in der Neurorehabilitation und ihrem nachweislich ungünstigen Einfluss auf das Outcome des Patienten [12, 15, 43, 51] spielt die systematische Diagnostik und Therapie dieser Störungen oft noch eine unterbewertete Rolle im klinischen Alltag. Die möglichen Gründe hierfür sind vielfältig: So sind teilweise diagnostische und therapeutische Verfahren zu wenig bekannt oder in den Kliniken nicht verfügbar, und das klinische Management dieser Störungen ist oft keiner spezifischen Berufsgruppe im Reha-Team klar zugeordnet. Dabei gibt es inzwischen einige klinisch gut eingeführte Behandlungsverfahren, die als evidenzbasiert gelten können, mit denen die Alltagsbeeinträchtigungen (Impairments) der Patienten deutlich reduziert und ihre Selbstständigkeit und Teilhabe im Alltag im Sinne der ICF deutlich verbessert werden können.

Im folgenden Beitrag wird der gegenwärtige wissenschaftliche Erkenntnisstand zur Wirksamkeit von Therapieverfahren bei den häufigsten neurovisuellen Störungen vorgestellt. Dabei werden lediglich Studien aus den letzten 20 Jahren (1990–2010) berücksichtigt. Wann kann eine Behandlung als nachweislich wirksam im Sinne der evidenzbasierten Therapie betrachtet werden? Ich habe hier das Kriterium angelegt, dass mindestens eine randomisierte Kontrollgruppenstudie (RKS, Evidenzklasse 1b) und eine Metaanalyse/systematischer Review *oder* alternativ zwei

RKS-Studien positive Effekte eines Therapieverfahrens dokumentieren müssen, ohne dass *widersprechende* Befunde zur Unwirksamkeit dieses Verfahrens vorliegen (vgl. [40]). Ein weiteres wichtiges Kriterium ist für mich – neben der Güteklasse der Studie – auch die Dokumentation der *Stabilität* der Behandlungseffekte bei einer Follow-up-Untersuchung sowie die Dokumentation von *Transfereffekten* auf relevante Alltagsleistungen (ADL). Der Grund hierfür ist, dass es in der Vergangenheit – etwa im Bereich der Neglektrehabilitation – zwar eine ausreichende Anzahl methodisch guter Studien zur Neglekttherapie im Cochrane-Sinne gab [6], das Fazit dieser Metaanalyse jedoch war, dass die Therapien zwar die Testscores verbesserten, aber nicht ausreichend auf den Alltag des Patienten transferierten. Da das Ziel aller therapeutischen Bemühungen die Verbesserung von Aktivität, Teilhabe und Selbstständigkeit in Alltag und Beruf ist und diese Verbesserungen nach Möglichkeit stabil bleiben sollten, habe ich diese beiden aus meiner Sicht wichtigen Aspekte in diesem Beitrag mit behandelt (u. a. in den Tabellen dargestellt).

Für die Therapie von homonymen Gesichtsfeldausfällen und den häufig assoziierten Störungen des Lesens und der visuellen Exploration habe ich mich im Wesentlichen auf zwei systematische Metaanalysen gestützt: zum einen auf den systematischen Review von *Bouwmeester et al.* [4] aus dem Jahre 2007, zum anderen auf die ausführliche und aktuelle Übersicht von *Schuett* [59] zur Therapie der hemianopen Lesestörung aus dem Jahre 2009 sowie die veröffentlichten RKS und kontrollierten Therapiestudien. Im Folgenden wird die Wirksamkeit von Behandlungsverfahren für Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen, multimodalem Neglekt sowie weiteren neurovisuellen Störungen analysiert.

## Behandlungsverfahren für Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen

### Sakkadentraining und visuelles Explorationstraining

Das *visuelle* Sakkadentraining (d. h. mit visueller Darbietung von Reizen) ist ein mehrfach evaluiertes Behandlungsverfahren, das die Verbesserung der okulomotorischen Kompensation im blinden Gesichtsfeldbereich zum Ziel hat. Tabelle 1 zeigt, dass insgesamt neun der zehn aufgeführten Studien (mit insgesamt 247 Patienten) mit diesem Therapie-

verfahren signifikante und stabile Verbesserungen in diesen Leistungen erzielen konnten, die auf wichtige Alltagsbereiche (visuelle ADLs wie Personen oder Gegenstände finden, Straße überqueren, Kontakt zu anderen Personen aufnehmen, persönliche Zufriedenheit) transferierten [3, 36, 45, 48, 53]. Das visuelle Explorationstraining – ohne vorheriges oder assoziiertes Sakkadentraining – ist ebenfalls wirksam, der Behandlungseffekt ist jedoch kleiner (4° Suchfelderweiterung im Skotom [48]) als bei kombiniertem Training (20–25° Suchfelderweiterung im Skotom [36]).

Das *audiovisuelle* Sakkadentraining, das auf der *gleichzeitigen* Darbietung von visuellen und akustischen Reizen am *gleichen* Ort im Skotom beruht und auf intakte Prozesse der multisensorischen Integration von Reizen beider Modalitäten aufbaut, ist ebenfalls ein wirksames Therapieverfahren, das signifikante und stabile Verbesserungen

in der okulomotorischen Kompensation bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen erzielt (vgl. Tab. 2). Der technische Aufwand für die Durchführung der Therapie ist beim visuellen Training im Vergleich zum audiovisuellen Sakkadentraining geringer, da hier lediglich ein PC-Bildschirm (evtl. mit Beamer) erforderlich ist. Die in manchen Studien gefundene größere Wirksamkeit des *audiovisuellen* gegenüber einem rein *visuellen* Sakkadentraining könnte darauf zurückgehen, dass die visuellen Reize in manchen Studien [23] nur sehr kurz dargeboten wurden (100 ms). Üblicherweise werden jedoch die visuellen Reize in einem konventionellen, *visuellen* Sakkadentraining deutlich länger als 100 ms dargeboten (1–5 Sekunden, oder permanent bis zur Reaktion des Patienten), was deren Entdeckungswahrscheinlichkeit durch den Patienten erhöhen und die therapeutische Wirksamkeit vergrößern dürfte [33].

AutorInnen	Jahr	Fragestellung	n	Interventionsmethode	Ergebnis	Evidenzgrad	Follow-Up?
Kerkhoff et al. [35]	1992	Erweiterung des sakkadischen Suchfeldes im Skotom	92	SAKK	Erweiterung sakkadisches Suchfeld im Skotom	RMD-Einzel-fall (2b)	22 Mon
Kerkhoff et al. [36]	1994	Okulomotorische Kompensation im Skotom	22	SAKK + EXPLO	Erweiterung sakkadisches Suchfeld im Skotom; raschere Suche im blinden Gesichtsfeld, Transfer auf ADLs, Rückkehr in Beruf bei 20/22 Patienten	RMD (2b)	3 Mon
Zihl [69]	1995	Verbesserte Blickstrategien im Skotom	8	SAKK	Raschere Suche u. weniger Fixationen bei Augenbewegungen	RMD (2b)	Nein
Nelles et al. [45]	2001	Verbessert Sakkadentraining okulomotorische Kompensation?	21	SAKK	Raschere Suche im Skotom, Transfer auf ADL-Leistungen	RMD(2b)	8 Mon
Pambakian et al. [48]	2004	Verbesserte Kompensation im blinden Gesichtsfeldbereich durch Home-Training möglich?	29	EXPLO	Verbesserung des sakkadischen Suchfeldes, im Skotom; raschere Suche im Skotom/langsamere Suche im intakten Gesichtsfeld, Transfer auf ADL-Aufgaben	RMD (2b)	1 Mon
Bolognini et al. [3]	2005	Verbessert audiovisuelles Training Kompensation im blinden Gesichtsfeld?	8	Audiovisuelles SAKK	Verbesserung der visuellen Suche im Skotom, Transfer auf ADL-Leistungen	RMD (2b)	1 Mon
Lane [39]	2008	Vergleich von Sakkaden- und Aufmerksamkeitstraining auf okulomotorische Kompensation	23	SAKK, EXPLO, AUF	Verbesserung der visuellen Suche im Skotom nach Sakkadentraining; auch nach Aufmerksamkeitstraining, Transfers auf ADLs nach beiden Trainings	RKS (2b)	6 Mon
Passamonti et al. [49]	2009	Verbessert audiovisuelles Sakkadentraining Kompensation (Augenbewegungen) im Gesichtsfeld?	12	Audiovisuelles Sakk	Verbesserung der Augenbewegungen im Skotom, kürzere und weniger Fixationen; Leseverbesserung	RMD (2b)	12 Mon
Roth et al. [53]	2009	Verbessert Sakkadentraining oder Flickertraining okulomotorische Kompensation des Gesichtsfeldausfalles?	28	SAKK	Sakkadentraining reduziert Suchzeiten im Skotom u. zeigt Transfer auf ADL-Leistungen; Flickertraining ist wirkungslos	RKS (1b)	6 Mon
Keller & Lefi-Rank [23]	2010	Verbessert audiovisuelles (AV) Training im Vergleich zu rein visuellem Training die Kompensation im blinden Gesichtsfeld?	20	Audiovisuelles SAKK	Verbesserung der Suchleistungen im Skotom, mehr Sakkaden zur blinden Seite nach AV-Training; Transfer auf Lesen und ADLs; größere Effekte nach AV als rein visuellem Training	RKS (1b)	Nein
Mittel		Wirksamkeit von visuellem oder audiovisuellem Sakkaden- und/oder Explorations-training	263		Verbesserung der okulomotorischen Kompensation im Skotom in allen Studien, kein Gesichtsfeldzuwachs in 8/10 Studien; Stabilität der Effekte, deutlicher Alltagstransfer		

**Tab. 1:** Übersicht über kontrollierte Studien (chronologisch geordnet) zur Therapie der visuellen Explorationsstörung bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen (SAKK: Sakkadentraining, EXPLO: Explorationstraining auf großen Reizvorlagen; AUFM: Aufmerksamkeitstraining); RMD: Repeated-Measures-Design mit einer Behandlungsgruppe; RKS: Randomisierte, kontrollierte Studie mit zwei Behandlungsgruppen; Mon: Monate nach Posttest; Evidenzgrad: 1: Metaanalyse mit positiver Empfehlung; 1b: Randomisierte, kontrollierte Studie mit zwei Behandlungsgruppen; 2a: Kontrollierte Studie mit Kontrollgruppe; 2b: Kontrollierte Studie ohne Kontrollgruppe

## Hemianope Lesestörung

Der Begriff hemianope Lesestörung umfasst als Überbegriff alle Lesestörungen (außer der reinen Alexie), die bei den verschiedenen Arten homonymer Gesichtsfeldausfälle auftreten können, also nicht nur bei »Hemianopsie« [32]. Verfahren für die Behandlung der Lesestörung bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen (s. Übersicht [59]) sind zum einen die Fließtextmethode, bei der Worte oder Zahlen in einer Zeile von rechts nach links über den Bildschirm gleiten und im mittleren Bereich des Bildschirms gelesen werden sollen. Diese Darbietung von *bewegten* Reizen bei der Fließtextmethode löst kleine Folgebewegungen und Sakkaden aus [62] und wird daher auch als *optokinetische* Lesetherapie bezeichnet [32, 59]. Verfahren zur restaurativen Gesichtsfeldbehandlung (s. Tab. 1) haben in zwei Studien auch den Effekt einer (möglichen) Gesichtsfelderweiterung auf das Lesen untersucht. Dieser Effekt ist jedoch deutlich kleiner als die erzielten Verbesserungen des Lesetempos durch Fließtexttherapie (+7 WpM nach restaurativem Gesichtsfeldtraining vs. +38.5 WpM nach Lesetraining). Daher kann die Fließtextmethode als die derzeit am besten evaluierte und wirksamste Behandlungsmethode für die Lesetherapie bei homonymen Gesichtsfeldausfällen empfohlen werden.

## Restorative Verfahren zur Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldbereiche

Bislang wurden drei Methoden für das restorative Training zur potentiellen Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldareale verwendet: a) das sakkadische Lokalisationstraining im Skotom (s. Übersicht [47]), b) die Darbietung von Reizen

an der Skotomgrenze ohne sakkadische Augenbewegungen [21]; c) die Darbietung flickernder Reize im blinden Bereich [53]. Es gibt erhebliche Kontroversen darüber, ob blinde Gesichtsfeldregionen durch repetitives Training bei Patienten mit stabilen, postchiasmatischen Gesichtsfeldausfällen (nach Ende der Phase einer möglichen Spontanremission in den ersten sechs Monaten nach Läsion [66]) wirklich vergrößert werden können. An dieser Stelle sei auf die Übersichtsarbeiten hierzu verwiesen [4, 10, 11, 16, 44, 47, 55]. Tab. 3 fasst die methodisch anspruchsvollsten Studien (RKS und RMD) zu dieser Frage zusammen, sowohl was das Versuchsdesign angeht als auch die verwendete Methode zur Gesichtsfeldprüfung. Drei der vier Studien zeigten keinen messbaren Gesichtsfeldzuwachs in objektiven perimetrischen Verfahren nach sechsmonatigem bzw. dreimonatigem restaurativem Gesichtsfeldtraining [53]. Die Studie von *Kasten et al.* aus dem Jahre 1998 [21] zeigt einen Gesichtsfeldzuwachs von 0,4° in der konventionellen Perimetrie. Der Zuwachs an Treffern in der zur Gesichtsfeldprüfung verwendeten kampimetrischen Methode (+4,9°, High-Resolution-Perimetry, HRP [20]) könnte durch Mikro-Augenbewegungen und Kriteriumsveränderungen beim Probanden beeinflusst sein, sodass diese Methode zur Abschätzung des wirklichen Gesichtsfeldzuwachses nicht gut geeignet ist. Dem möglichen Fixationsproblem während der HRP sind die Autoren in einer neueren Studie nachgegangen [19]. Hier betrug der Netto-Gesichtsfeldzuwachs laut HRP 1,8°, der Zugewinn in der konventionellen Perimetrie (Tübinger Automatikperimeter TAP) war am linken Auge mit 3,5% signifikant, am rechten Auge mit 2,2% nicht signifikant. Um diese Verbesserungen für den Alltag anschaulich zu machen: bei 191 Testpunkten im 30°-Gesichtsfeld der TAP sahen die Patienten *nach*

AutorInnen	Jahr	Fragestellung	n	Methodik	Ergebnis	Evidenzgrad	Follow-Up?
Kerkhoff et al. [35]	1992	Wirksamkeit der OKS-Lesetherapie	56	OKS-Lesetherapie	Verbesserung Lesetempo: 39 Wpm Reduktion der Lesefehler	RMD + Einzelfall (2b,3)	18 Mon
Zihl [69]	1995	Wirksamkeit der OKS-Lesetherapie	20	OKS-Lesetherapie	Verbesserung Lesetempo: 40 Wpm	RMD (2b)	Nein
Zihl [68]	2000	Wirksamkeit der OKS-Lesetherapie	120	OKS-Lesetherapie	Verbesserung Lesetempo: 30 Wpm	RMD (2b)	Nein
Spytzina et al. [62]	2007	Wirksamkeit der OKS-Lesetherapie	19	OKS-Lesetherapie (Home-Training)	Verbesserung Lesetempo: 20 Wpm	RKS (1b)	1,5 – 2 Mon
Reinhard et al. [52]	2006	Transfer eines restaurativen Trainings auf das Lesen	17	Restoratives Gesichtsfeldtraining	Verbesserung Lesetempo: 7 Wpm	RKS (1b)	Nein
Schuett et al. [60]	2008	Vergleich von Zahlen-, vs. Textlesen bei der OKS-Lesetherapie	40	OKS-Lesetherapie	Beide Techniken gleich wirksam; mittlere Verbesserung Lesetempo: 34 Wpm	RMD (2b)	1 – 3 Mon
Kerkhoff & Marquardt [32]	2009	Wirksamkeit der optokinetischen Lesetherapie	50	OKS-Lesetherapie	Verbesserung Lesetempo: 42 Wpm Reduktion d. Lesefehler	RMD (2b)	3 Mon
Mittel	–	Wirksamkeit von OKS-Lesetherapie	305	–	Verbesserung Lesetempo: 38.4 Wpm	–	–
Mittel	–	Transfer von restaurativem Gesichtsfeldtraining auf Leseleistung	17	Restoratives Gesichtsfeldtraining	Verbesserung Lesetempo: 7 Wpm	–	–

**Tab. 2:** Übersicht über kontrollierte Studien (chronologisch geordnet) zur Therapie der hemianopen Lesestörung (OKS-Lesetherapie: Optokinetische Lesetherapie durch Darbietung von Fließtext; RMD: Repeated-Measures-Design mit einer Behandlungsgruppe; RKS: Randomisierte Kontrollgruppenstudie mit zwei Behandlungsgruppen; Mon: Monate nach Posttest; Evidenzgrad: 1: Metaanalyse mit positiver Empfehlung; 1b: Randomisierte, kontrollierte Studie mit zwei Behandlungsgruppen; 2a: Kontrollierte Studie mit Kontrollgruppe; 2b: Kontrollierte Studie ohne Kontrollgruppe; WpM: richtig gelesene Worte pro Minute im Lesetext

dreimonatigem Training im Durchschnitt 2–3 Testpunkte im blinden Halbfeld *mehr* als vor der Therapie. Es bleibt kritisch zu diskutieren, ob diese geringen Verbesserungen den mehrmonatigen Therapieaufwand rechtfertigen, zumal der Transfer auf andere beeinträchtigte Leistungen wie etwa das Lesen gering (s. o.) und auf die visuelle Explorationsstörung nicht dokumentiert ist.

Möglicherweise bietet sich ein restauratives Gesichtsfeldtraining bei einer kleinen Gruppe der Patienten an, die über partiell erhaltene Sehreste im blinden Gesichtsfeldbereich verfügen, die durch ein entsprechendes Training vergrößert werden könnten. Bei dieser Gruppe handelt es sich aber um eine kleine Subpopulation von ca. 5–10% der Patienten. Auch hier bleibt aber kritisch zu fragen, ob durch ein solches Training denn die funktionalen Alltagsbeeinträchtigungen in Verbindung mit dem Gesichtsfeldausfall – Explorations- und Lesestörung – verbessert werden.

Zusammenfassend kann folgende Behandlungsempfehlung für die ganz überwiegende Mehrheit der Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen (ca. 90–95% der Patienten) gegeben werden: Kompensationsbehandlung vor Restitutionsbehandlung.

### Therapieverfahren für Patienten mit multimodalem (inkl. visuellem) Neglekt

Da mehrere Metaanalysen sowie Übersichtsarbeiten sich in den vergangenen Jahren bereits mit der Wirksamkeit verschiedener Neglekttherapieverfahren beschäftigt haben [5, 6, 41, 42], erfolgt hier nur eine komprimierte Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Analysen und Empfehlungen für die klinische Praxis.

#### Explorations-/Scanningtraining

Die größte Zahl an Behandlungsstudien gibt es ohne Zweifel für eine Gruppe von Verfahren, die unter dem Oberbe-

griff »visuelles Explorations- oder Scanningtraining«, z. T. mit Cueing-Techniken zur Aufmerksamkeitsorientierung in die vernachlässigte Raumbälfte, subsumiert werden. Diese Studien zeigen ganz überwiegend, dass diese Form der Neglekttherapie wirksam ist, die gemessenen Defizite im visuellen Neglektbereich signifikant reduziert und günstige Transfereffekte auf motorische Defizite bewirkt, die in den Studien mit einer Nachuntersuchung der Patienten auch stabil blieben. Wenngleich für diese Klasse an Verfahren die meisten Studien existieren, bedeutet das noch nicht zwangsläufig, dass sie auch die wirksamsten Verfahren sind. Nachteilig an diesen Verfahren sind der hohe Aufwand an Sitzungen (oft >40), bis ein positiver Effekt gefunden wird, sowie die Tatsache, dass sie als Top-down-Verfahren auf die Awareness des Patienten bauen, die aber in der Anfangsphase deutlich eingeschränkt ist. Danach würde sich diese Klasse an Therapieverfahren am ehesten in einer postakuten oder chronischen Phase eignen, wenn der Patient aktiver und bewusster in solchen *strategiebasierten* Therapien mitarbeiten kann. Dann sind sie sinnvoll einsetzbar und verbessern nachweislich z. B. die Suchstrategie und transferieren auf ähnliche Bereiche wie Lesen und die Exploration des Raumes. Bei Patienten mit schwerstem Neglekt und deutlich herabgesetzter Aufmerksamkeit ist allerdings ohne deutliches Cueing zur linken Seite kaum Verhalten zu erzielen und damit eine pragmatische Kombination aller Therapieansätze notwendig.

#### Sensorische Stimulationsverfahren

Für die Frühphase sind solche Verfahren meines Erachtens aus dem soeben genannten Grund nur bedingt sinnvoll, hier eignen sich sogenannte »bottom up«-Stimulationsverfahren [28] besser, die einen bestimmten sensorischen Kanal systematisch stimulieren, um damit die gestörte Raumorientierung und Verlagerung der Aufmerksamkeit in den vernachlässigten Raum zu therapieren. Hierunter fallen die

AutorInnen	Jahr	Fragestellung	n	Interventionsmethode	Ergebnis	Evidenzgrad	Follow-Up?
Kasten et al. [21]	1998	Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen durch restauratives Gesichtsfeldtraining	19	Restoratives Gesichtsfeldtraining	4,9° Gesichtsfeldzuwachs in Kampmetrie; 0,4° Gesichtsfeldzuwachs in Tübinger Automatikerimeter TAP	RKS (1b)	23,5 Mon
Reinhard et al. [52]	2005	Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen bei absoluten hemianopen Gesichtsfeldausfällen; Messung mit funduskontrollierter Mikroperimetrie (SLO)	17	Restoratives Gesichtsfeldtraining	Keine Gesichtsfelderweiterung in 16/17 Patienten, monokulare Gesichtsfelderweiterung < 1° bei einem Patienten	RMD (2B)	Nein
Schreiber et al. [57]	2006	Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen bei absoluten hemianopen Gesichtsfeldausfällen; Statische Perimetrie mit Tübinger Automatikerimeter TAP, 30°-Gesichtsfeld	16	Restoratives Gesichtsfeldtraining	Keine Gesichtsfelderweiterung in 14/16 Patienten; geringe monokulare Gesichtsfelderweiterung bei zwei Patienten	RMD(2b)	Nein
Roth et al. [53]	2009	Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen durch Darbietung flickender Buchstaben im Skotom	28	Restoratives Gesichtsfeldtraining durch Flickerreize	Keine Gesichtsfelderweiterung in 28/28 Patienten	RKS (1b)	6 Mon

**Tab. 3:** Übersicht über kontrollierte Studien (chronologisch geordnet) zur Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen bei Patienten mit absoluten postchiasmatischen Skotomen; RKS: Randomisierte Kontrollgruppenstudie mit zwei Behandlungsgruppen; Mon: Monate nach Posttest; Evidenzgrad: 1: Metaanalyse mit positiver Empfehlung; 1b: Randomisierte, kontrollierte Studie mit zwei Behandlungsgruppen; 2a: Kontrollierte Studie mit Kontrollgruppe; 2b: Kontrollierte Studie ohne Kontrollgruppe



folgenden Verfahren: visuomotorische Prismenadaptation [7, 42], optokinetische Stimulationstherapie [30, 58, 64], Nackenmuskelvibration [18, 56] sowie das Aufmerksamkeitstraining [64]. Für alle diese Verfahren gibt es gute Belege zur therapeutischen Wirksamkeit aus kontrollierten klinischen Studien und Einzelfallstudien. Da es sich um relativ »junge« Verfahren handelt, fehlen aber in fast allen Bereichen noch RKS-Studien oder gut kontrollierte Gruppenstudien mit größerem Stichprobenumfang sowie Follow-up-Untersuchungen. Die Durchführung aufwändiger RKS-Studien dauert in der Regel viele Jahre, da hierzu größere Patientenstichproben und oft multizentrische Studien erforderlich sind. Der Vorteil der genannten sensorischen Stimulationsverfahren liegt darin, dass sie auch schon gut bei postakuten Patienten (Phase B) eingesetzt werden können, da sie nicht auf die bewusste (Top-down)-Steuerung des Kompensationsverhaltens beim Patienten bauen, sondern quasi automatisch ihren Effekt entfalten, sofern der Patient aufmerksam in der Therapie mitmacht.

#### Weitere Verfahren für die Neglekttherapie

Hier sind Verfahren wie etwa die repetitive Magnetstimulation [46] über dem parietalen Kortex, die Gleichstromstimulation an gleicher Stelle [61], die Spiegeltherapie, Hemibrillen [1] oder medikamentöse Verfahren [24] zu nennen. Auch hier gibt es positive Effekte aller Verfahren, aber noch zu wenig konvergierende Evidenz, und nur in seltenen Fällen auch längere Follow-up-Untersuchungen zur Prüfung der Stabilität der Effekte.

Als Empfehlung für die klinische Praxis kann also das visuelle Explorations-/Scanningtraining als wirksam in der späteren postakuten Phase (Phase C, D) empfohlen werden. In der Frühphase (Phase B) sind die sensorischen Stimulationsverfahren wirksamer, weil sie eher die Ursache der Störung und nicht nur das Symptom (die gestörte Exploration) therapieren. Daher sollten die sensorischen Stimulationsverfahren bevorzugt in der Frühphase eingesetzt werden. *Behandlungskombinationen* sind wirksamer [58] als einzelne Verfahren, wobei die verschiedenen Verfahren nicht unbedingt *gleichzeitig* am Patienten, sondern zeitlich versetzt eingesetzt werden sollten. Geeignete medikamentöse Therapie kann den Effekt der behavioralen Neglekttherapie günstig beeinflussen, aber nach gegenwärtigem Kenntnisstand sicher nicht ersetzen. Insgesamt lässt sich festhalten, dass es in den letzten 10–15 Jahren eine beachtliche (Weiter-)Entwicklung zahlreicher innovativer und wirksamer Verfahren zur Neglekttherapie gegeben hat [37], deren *langfristige* Wirksamkeit und Transfereffekte auf den Bereich der *Alltagsbeeinträchtigungen* jedoch noch an einer größeren Datenbasis nachzuweisen sind.

#### Weitere Therapieverfahren für neurovisuelle Störungen

Es existieren weitere Therapieverfahren für Patienten mit anderen neurovisuellen Störungen, über deren klinische Wirksamkeit zwar Studien und positive klinische Erfahrungen vorliegen, jedoch nicht in ausreichendem Umfang

kontrollierte Therapiestudien existieren (vgl. [25]). So haben sich Prismen und Spiegelbrillen in manchen Studien bei Gesichtsfeldausfällen als hilfreich erwiesen [50]. Das Training der konvergenten Fusionsstörung und des Defizits im Stereosehen [38] ist nach klinischer Erfahrung gut behandelbar, die Verwendung von Kantenfiltern bei Patienten mit Störung der Hell- und Dunkeladaptation und des Kontrastsehens führt zu Verbesserungen in beiden Bereichen [17]. Visuell-räumliche und räumlich-konstruktive Störungen können durch ein feedbackbasiertes Wahrnehmungstraining behandelt werden [26]. Interessante Perspektiven für die Therapie räumlicher und anderer visueller Störungen könnten sich in der Zukunft auch aus der Gleichstromstimulation ergeben [31]. Momentan ist jedoch die Datenbasis an kontrollierten Gruppenstudien in diesem Bereich noch zu wenig belastbar, sodass an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen wird. Auch in diesen Bereichen besteht – auch in Anbetracht der hohen und vermutlich steigenden Inzidenz neurovisueller Störungen (s. Einleitung) – intensiver Bedarf an Therapieforschung. Räumliche Wahrnehmungsstörungen treten bei etwa 30–50% der rechtshemisphärisch geschädigten Patienten auf und beeinflussen das Outcome der Betroffenen nachweislich negativ [25, 29].

#### Schlussfolgerungen

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können die folgenden Empfehlungen für die Therapie neurovisueller Störungen einschließlich des Neglekts gegeben und als evidenzbasiert betrachtet werden.

1. Das visuelle oder audiovisuelle Sakkadentraining zum Skotom. Acht von zehn Studien (vgl. Tab. 1) zeigen signifikante Verbesserungen in der okulomotorischen Kompensation im blinden Gesichtsfeldbereich, die auf wichtige visuelle Alltagsleistungen (ADLs) transferierten und mehrere Monate bis Jahre nach Therapieende stabil blieben. Eine Rückbildung blinder Gesichtsfeldareale ergab sich in acht von zehn Studien nicht, sodass resümiert werden kann, dass das Sakkaden- und visuelle Explorationstraining in der Regel keine Gesichtsfeldrestitution bewirkt. Das visuelle Explorationstraining ist ebenfalls als wirksam einzustufen, die wirksamste Kombination für die Behandlung ist jedoch die *Kombination* aus Sakkaden- und visuellem Explorationstraining. Alleiniges visuelles Explorationstraining – ohne Sakkadentraining – ist weniger effektiv als die Kombination aus beidem.
2. Das Lesetraining für die durch den foveanahen Gesichtsfeldausfall bedingte Lesestörung hat sich in mehreren Studien als wirksam erwiesen. Es ist klar wirksamer in der Verbesserung der Lesegeschwindigkeit (mittlerer Zuwachs: 38,5 Worte pro Minute (WpM)) als ein restauratives Gesichtsfeldtraining (mittlerer Zuwachs: 7 WpM). Daher sollte bei Vorliegen einer »hemianopen« Lesestörung der Fließtextmethode in der Lesebehandlung der Vorzug gegeben werden. Die erzielten Leseverbesserungen nach

Fließtext-Lesetherapie bleiben nachweislich über einen Zeitraum von Monaten bis 1,5 Jahre nach Therapieende stabil.

Beide Verfahren – das Sakkaden-/Explorationstraining und das hemianope Lesetraining – können somit als wirksame, evidenzbasierte Standardtherapien bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen empfohlen werden und sollten routinemäßig bei diesen Patienten eingesetzt werden. Trotzdem besteht auch hier weiterer Forschungsbedarf, etwa zur Entwicklung und Erprobung weiterer Behandlungsmethoden jenseits der Fließtext-Lesetechnik [32]. Die experimentelle Leseforschung etwa kennt bei Gesunden noch weitere, möglicherweise erfolversprechende Methoden wie die »Rapid Serial Visual Presentation« oder die »Moving-Window-oder-Fensterstechnik« [32], die möglicherweise eine noch wirksamere Therapie oder eine kürzere Behandlungsdauer ermöglichen könnten. Ein noch wenig bearbeitetes Gebiet der neurovisuellen Therapieforschung sind entsprechende Störungen bei Kindern und Jugendlichen nach Hirnschädigung, die nicht selten von Gesichtsfeldausfällen und assoziierten Störungen betroffen sind [22]. Im Unterschied zu Erwachsenen beeinträchtigen solche Störungen auch die weitere Entwicklung kognitiver, motorischer und sensorischer Fertigkeiten in erheblichem Ausmaß [59].

3. Keine eindeutig positive Empfehlung kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt für den Einsatz von Verfahren gegeben werden, die die Wiederherstellung blinder Gesichtsfeldregionen intendieren. Hier ist die Studienlage widersprüchlich (s. Tab. 3), mehrere RKS-Studien konnten keine signifikante Gesichtsfelderweiterung in objektiven Verfahren zur Gesichtsfeldprüfung nach mehrmonatigem Training bei absoluten Skotomen finden. In Übereinstimmung mit dieser Sichtweise haben mehrere systematische Reviews aus den letzten fünf Jahren restauratives Gesichtsfeldtraining nicht als Behandlungsmethode für Patienten mit postchiasmatischen Gesichtsfeldausfällen empfohlen [4, 10, 11, 16, 47, 66]. Möglicherweise bietet sich ein restauratives Gesichtsfeldtraining aber bei einer kleineren Gruppe von Patienten (ca 10%) mit partiell erhaltenen Sehresten im blinden Gesichtsfeldbereich an, *nachdem* zuvor die Explorations- und Leseprobleme durch kompensationsorientierte Verfahren behandelt wurden.
4. Für die Behandlung des multimodalen Neglekts kann das Explorations-/Scanningtraining sowie die Klasse der sogenannten sensorischen Stimulationsverfahren (optokinetische Stimulationstherapie, visuomotorische Prismenadaptation, Nackenmuskelvibration) und das Aufmerksamkeitstraining (s. a. den separaten Beitrag in diesem Themenheft) als wirksam empfohlen werden, mit den oben bereits geäußerten spezifischen Empfehlungen und Einschränkungen.
5. Therapieverfahren oder Hilfsmittel/Prothesen, die klinisch seit längerem erfolgreich eingesetzt werden, wie

das konvergente Fusionstraining oder Kantenfilter bei Blendgefühl und Störungen des Kontrastsehens sowie Therapieverfahren für räumliche Wahrnehmungs- und Kognitionsstörungen, sollten weiterhin eingesetzt werden. Diese Verfahren bedürfen in der Zukunft ebenfalls systematischer Evaluation in kontrollierten Therapiestudien, um die positiven klinischen Erfahrungen durch weitere empirische Studien im Sinne der Evidenzbasierung abzusichern.

## Literatur

1. Beis JM, Andre JM, Baumgarten A, Challier B. Eye patching in unilateral spatial Neglect: efficacy of two methods. Arch Phys Med Rehabil. 1999; 80: 71-76.
2. Beis JM, Keller C, Morin N, Bartolomeo P, Bernati T, Chokron S, Leclercq M, Louis-Dreyfus A, Marchal F, Martin Y, Perennou D, Pradat-Diehl P, Prairial C, Rode G, Rousseaux M, Samuel C, Sieroff E, Wiart L, Azouvi P. Right spatial Neglect after left hemisphere stroke: qualitative and quantitative study. Neurology 2004; 63: 1600-1605.
3. Bolognini N, Rasi F, Coccia M, Ladavas E. Visual search improvement in hemianopic patients after audio-visual stimulation. Brain 2005; 128: 2830-2842.
4. Bouwmeester L, Heutink J, Lucas C. The effect of visual training for patients with visual field defects due to brain damage: a systematic review. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 2007; 78: 555-564.
6. Bowen A, Lincoln NB, Dewey ME. Spatial Neglect: is rehabilitation effective? Stroke 2002; 33: 2728-2729.
5. Bowen A, Lincoln NB. Rehabilitation for spatial Neglect improves test performance but not disability. Stroke 2007; 38: 2869-2870.
7. Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Ladavas E. Long-lasting amelioration of visuospatial Neglect by prism adaptation. Brain 2002; 125: 608-623.
8. Gianutsos R, Ramsey G, Perlin RR. Rehabilitative optometric services for survivors of acquired brain injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 1988; 69: 573-578.
9. Gilhotra JS, Mitchell P, Healey PR, Cumming RG, Currie J. Homonymous visual field defects and stroke in an older population. Stroke 2002; 33: 2417-2420.
10. Glisson CC. Capturing the benefit of vision restoration therapy. Current Opinion in Ophthalmology 2006; 17: 504-508.
11. Glisson CC, Galetta SL. Visual rehabilitation, now you see it; now you don't. Neurology 2007; 68: 1881-1882.
12. Gray CS, French JM, Bates D, Cartlidge NEF, Venables GS, James OFW. Recovery of visual fields in acute stroke: homonymous hemianopia associated with adverse prognosis. Age and Ageing 1989; 18: 419-421.
13. Groh-Bordin C, Glocker D, Bittl P, Keller I, Preger R, Hildebrandt H, Kerkhoff G. Scanning your body is different from performing body movements: A double dissociation between body representational Neglect and apraxia. Neuropsychologia 2009; 47: 1187-1192.
14. Halligan PW, Marshall JC, Wade DT. Visuospatial Neglect: underlying factors and test sensitivity. Lancet 1989; 2: 908-911.
15. Han L, Law-Gibson D, Reding M. Key neurological impairments influence function-related group outcomes after stroke. Stroke 2002; 33: 1920-1924.
16. Horton JC. Disappointing results from Nova Vision's visual restoration therapy. Br J Ophthalmol 2005; 89: 1-2.
17. Jackowski MM, Sturr JF, Taub HA, Turk MA. Photophobia in Patients with Traumatic Brain Injury - Uses of Light-Filtering Lenses to Enhance Contrast Sensitivity and Reading Rate. NeuroRehabilitation 1996; 6:193-201.
18. Johannsen L, Ackermann H, Karnath H-O. Lasting amelioration of spatial Neglect by treatment with neck muscle vibration even without concurrent training. Journal of Rehabilitation Medicine 2003; 35: 249-253.

19. Kasten E, Bunzenthal U, Sabel BA. Visual field recovery after vision restoration therapy (VRT) is independent of eye movements: an eye tracker study. *Behav Brain Res* 2006; 175: 18-26.
20. Kasten E, Strasburger H, Sabel BA. Programs for diagnosis and therapy of visual field deficits in vision rehabilitation. *Spatial Vision* 1997; 10: 499-503.
21. Kasten E, Wüst St, Behrens-Baumann W, Sabel BA. Computer-based training for the treatment of partial blindness. *Nature Medicine* 1998; 4: 1083-1087.
22. Kedar S, Zhang X, Lynn MJ, Newman NJ, Bioussé V. Pediatric homonymous hemianopia. *J.AAPOS*. 2006; 10: 249-252.
23. Keller I, Lefin-Rank GG. Improvement of Visual Search after Audio-visual Exploration Training in Hemianopic Patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2010 (im Druck).
24. Kerkhoff G. Neglekt und assoziierte Störungen. Hogrefe, Göttingen 2004.
25. Kerkhoff G. Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 2000; 68: 691-706.
26. Kerkhoff G. Rehabilitation of Visuospatial Cognition and Visual Exploration in Neglect: a Cross-over Study. *Restorative Neurology and Neuroscience* 1998; 12: 27-40.
27. Kerkhoff G. Restorative and compensatory therapy approaches in cerebral blindness - a review. *Restorative Neurology and Neuroscience* 1999; 15: 255-271.
28. Kerkhoff G. Transient modulation and rehabilitation of spatial Neglect by sensory stimulation. *Progress in Brain Research* 2003; 142: 257-281.
29. Kerkhoff G. Visuelle und akustische Störungen der Raumorientierung. In: Karnath H-O, Hartje W, Ziegler W (Hrsg). *Kognitive Neurologie*. Thieme, Stuttgart 2006, 126-140.
30. Kerkhoff G, Keller I, Ritter V, Marquardt C. Repetitive optokinetic stimulation with active tracking induces lasting recovery from visual Neglect. *Restorative Neurology and Neuroscience* 2006; 24: 357-370.
31. Kerkhoff G, Kolster F. Störungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition. In: Habermann C, Kolster F (Hrsg). *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie*. Thieme, Stuttgart 2009, 553-576.
32. Kerkhoff G, Marquardt C. Erworbene, visuell bedingte Lesestörung. *Standardisierte Diagnostik und Therapie mit READ*. *Nervenarzt* 2009; 80: 1424-1439.
33. Kerkhoff G, Marquardt C. EYEMOVE: Standardisierte Diagnostik und Therapie visueller Explorationsstörungen. *Nervenarzt* 2009; 80: 1189-1294.
34. Kerkhoff G, Münssinger U, Eberle-Strauss G, Stögerer E. Rehabilitation of hemianopic alexia in patients with postgeniculate visual field disorders. *Neuropsychological Rehabilitation* 1992; 2: 21-42.
35. Kerkhoff G, Münssinger U, Haaf E, Eberle-Strauss G, Stögerer E. Rehabilitation of homonymous scotomata in patients with postgeniculate damage of the visual system: saccadic compensation training. *Restorative Neurology and Neuroscience* 1992; 4: 245-254.
36. Kerkhoff G, Münssinger U, Meier EK. Neurovisual rehabilitation in cerebral blindness. *Arch Neurol* 1994; 51: 474-481.
37. Kerkhoff G, Rossetti Y. Plasticity in spatial Neglect: recovery and rehabilitation. *Restor Neurol Neurosci* 2006; 24: 201-206.
38. Kerkhoff G, Stögerer E. Behandlung von Fusionsstörungen bei Patienten nach Hirnschädigung. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1994; 205: 70-75.
39. Lane AR. Clinical evaluation of behavioural interventions for patients with homonymous visual field defects. *Dissertation Doctor of Philosophy, University of Durham, Durham* 2009, 1-310.
40. Liepert J. Evidenzbasierte Verfahren in der motorischen Rehabilitation. *Neuro Rehabil* 2009; 15: 228-233.
41. Luaute J, Halligan P, Rode G, Rossetti Y, Boisson D. Visuo-spatial Neglect: a systematic review of current interventions and their effectiveness. *Neurosci Biobehav Rev* 2006; 30: 961-982.
42. Luaute J, Michel C, Rode G, Boisson D, Halligan P, Rossetti Y. Prism adaptation: first among equals in alleviating Neglect - a review. *Restor Neurol Neurosci* 2006.
43. Mercier L, Audet T, Hébert R, Rouchette A, Dubois M-F. Impact of Motor, Cognitive, and Perceptual Disorders on Ability to Perform Activities of Daily Living After Stroke. *Stroke* 2001; 32: 2602-2608.
44. Mueller I, Mast H, Sabel BA. Recovery of visual field defects: a large clinical observational study using vision restoration therapy. *Restor Neurol Neurosci* 2007; 25: 563-572.
45. Nelles G, Esser J, Eckstein A, Tiede A, Gerhard H, Diener HC. Compensatory visual field training for patients with hemianopia after stroke. *Neurosci Letters* 2001; 306: 189-192.
46. Nyffeler T, Cazzoli D, Hess CW, Muri RM. One session of repeated parietal theta burst stimulation trains induces long-lasting improvement of visual Neglect. *Stroke* 2009; 40: 2791-2796.
47. Pambakian A, Currie J, Kennard C. Rehabilitation strategies for patients with homonymous visual field defects. *J Neuroophthalmol* 2005; 25: 136-142.
48. Pambakian AL, Mannan SK, Hodgson TL, Kennard C. Saccadic visual search training: a treatment for patients with homonymous hemianopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 1443-1448.
49. Passamonti C, Bertini C, Ladavas E. Audio-visual stimulation improves oculomotor patterns in patients with hemianopia. *Neuropsychologia* 2009; 47: 546-555.
50. Peli E. Field expansion for homonymous hemianopia by optically induced peripheral exotropia. *Optometry And Vision Science* 2000; 77: 453-464.
51. Reding MJ, Potes E. Rehabilitation outcome following initial unilateral hemispheric stroke: life table analysis approach. *Stroke* 1990; 19: 1354-1358.
52. Reinhard J, Schreiber A, Schiefer U, Kasten E, Sabel BA, Kenkel S, Vonthein R, Trauzettel-Klosinski S. Does visual restitution training change absolute homonymous visual field defects? A fundus controlled study. *Br J Ophthalmol* 2005; 89: 30-35.
53. Roth T, Sokolov AN, Messias A, Roth P, Weller M, Trauzettel-Klosinski S. Comparing explorative saccade and flicker training in hemianopia: a randomized controlled study. *Neurology* 2009; 72: 324-331.
54. Rowe F, Brand D, Jackson CA, Price A, Walker L. Visual impairment following stroke: do stroke patients require vision assessment? *Age Ageing* 2009; 38: 188-193.
55. Sabel BA, Kenkel S, Kasten E. Vision restoration therapy (VRT) efficacy as assessed by comparative perimetric analysis and subjective questionnaires. *Restor Neurol Neurosci* 2004; 22: 399-420.
56. Schindler I, Kerkhoff G, Karnath H-O, Keller I, Goldenberg G. Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial Neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 2002; 73: 412-419.
57. Schreiber A, Vonthein R, Reinhard J, Trauzettel-Klosinski S, Connert C, Schiefer U. Effect of visual restitution training on absolute homonymous scotomas. *Neurology* 2006; 67: 143-145.
58. Schröder A, Wist ER, Hömberg V. TENS and optokinetic stimulation in Neglect therapy after cerebrovascular accident: a randomized controlled study. *European Journal of Neurology* 2008; 15: 922-927.
59. Schuett S. The rehabilitation of hemianopic dyslexia. *Nature Reviews Neurology* 2009; 5: 427-437.
60. Schuett S, Heywood CA, Kentridge RW, Zihl J. Rehabilitation of hemianopic dyslexia: are words necessary for re-learning oculomotor control? *Brain* 2008; 131: 3156-3168.
61. Sparing R, Thimm M, Hesse MD, Küst J, Karbe H, Fink GR. Bidirectional alterations of interhemispheric parietal balance by non-invasive cortical stimulation. *Brain* 2009; 1-10.
62. Spitzyna GA, Wise RJ, McDonald SA, Plant GT, Kidd D, Crewes H, Leff AP. Optokinetic therapy improves text reading in patients with hemianopic alexia: a controlled trial. *Neurology* 2007; 68: 1922-1930.
63. Suchoff IB, Kapoor N, Ciuffreda KJ, Rutner D, Han E, Craig SC. The frequency of occurrence, types, and characteristics of visual field defects in acquired brain injury: A retrospective analysis. *Optometry* 2008; 79: 259-265.
64. Thimm M, Fink GR, Küst J, Karbe H, Willmes K, Sturm W. Recovery from hemineglect: differential neurobiological effects of optokinetic stimulation and alertness training. *Cortex* 2009; 45: 850-862.



65. Zhang X, Kedar S, Lynn MJ, Newman NJ, Biousse V. Homonymous hemianopias: clinical-anatomic correlations in 904 cases. *Neurology* 2006; 66: 906-910.
66. Zhang X, Kedar S, Lynn MJ, Newman NJ, Biousse V. Natural history of homonymous hemianopia. *Neurology* 2006; 66: 901-905.
67. Zihl J. Eye movement patterns in hemianopic dyslexia. *Brain* 1995; 118: 891-912.
68. Zihl J. *Rehabilitation of Visual Disorders After Brain Injury*. Psychology Press, Hove 2000.
69. Zihl J. Visual Scanning Behavior In Patients With Homonymous Hemianopia. *Neuropsychologia* 1995; 33: 287-303.

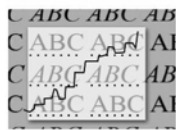
**Interessenvermerk:**

Georg Kerkhoff ist an der wissenschaftlichen Entwicklung der Programme EYEMOVE und READ beteiligt.

**Korrespondenzadresse:**

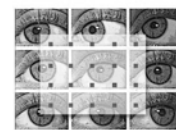
Prof. Dr. Georg Kerkhoff  
 Universität des Saarlandes  
 Klinische Neuropsychologie & Hochschulambulanz Neuropsychologie,  
 Gebäude A.1.3.  
 D-66123 Saarbrücken  
 E-Mail: kerkhoff@mx.uni-saarland.de

## Evidenzbasierte Therapie- und Lernsoftware bei visuellen Lese- und Explorationsstörungen



Read

- wurde entwickelt für die störungsspezifische Behandlung von u.a. Leseproblemen bei Gesichtsfeldausfällen, Neglect, Balint-Holmes-Syndrom u.a.
- wurde in 2 wiss. Studien von Univ.-Prof. Kerkhoff evaluiert und basiert auf aktuellen neuropsychologischen Modellen
- steigert das Lesetempo um 40% in 5 Wochen und reduziert die Lesefehler.



EyeMove

- wurde entwickelt für die effiziente Therapie von Personen mit visuellen Explorationsstörungen bei Gesichtsfeldausfällen, Neglect, Balint-Holmes-Syndrom oder Hypoxie.
- basiert auf fundierten neuropsychologischen Modellen
- wurde in 4 wiss. Studien von Univ.-Prof. Kerkhoff evaluiert und reduziert wirksam die visuelle Explorationsstörung.

Johanna Schuster; MedCom . Fritz-Lange-Str. 2 . D-81547 München  
 Tel./Fax. +49-(0)89-65144 35 . E-Mail: info@medicalcomputing.de . Internet: www.medicalcomputing.de

MedCom