

# Behandlungserfolge bei Gesichtsfeldausfall und Neglect durch kompensatorisches Training und sensible Anbahnung

H. Hildebrandt<sup>1,2</sup>, J. Benetz<sup>1</sup>, A. Schröder<sup>1</sup>, W. Sachsenheimer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AE Psychologie im Gesundheitswesen, Universität Oldenburg,

<sup>2</sup>Neurochirurgisch-Neurologische Abteilung, Rehasentrum Wilhelmshaven

## Zusammenfassung

**Fragestellung und Methodik:** Zwei in ihren allgemeinen anamnestischen Angaben gleiche Gruppen mit unilateralen zerebralen Sehstörungen (Quadranten-, Hemianopsien oder Neglect) wurden einem kompensatorischen Training ihrer Sehleistung unterzogen (24 halbstündige Trainingseinheiten). Die eine Gruppe (n=13) erhielt Training und unspezifische ipsiläsionale Stimulation, die andere Gruppe (n=12) Training und zusätzlich eine kontraläsionale, taktile, akustische oder propriozeptive Stimulation. Die Veränderung der visuellen Wahrnehmungsleistung wurde mit den Tests »Neglect« und »Visuelles Scannen« der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsleistung untersucht. Es wurde ein zusätzlicher Effekt der kontraläsionalen Stimulation auf den Trainingsverlauf erwartet. Ergebnisse: Beide Gruppen profitierten deutlich von dem Training, wobei eine post-hoc Analyse gegen eine reine Spontanremission spricht. Die Gruppe mit zusätzlicher Bahnung zeigte in einem der Tests einen schnelleren Rückbildungsverlauf als die mit reinem Training.

**Fazit:** Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß eine gezielte Kombination eines kompensatorischen Trainings und zusätzlicher kontraläsionaler Bahnung eine Verbesserung der Rehabilitationserfolge bei unilateralen zerebralen Sehstörungen ermöglicht.

**Schlüsselwörter:** Rehabilitation, sensorische Bahnung, Hemianopsie, Neglect, Kompensationstraining

## Treatment effect on patients with scotoma and neglect through compensatory training and sensory facilitation

H. Hildebrandt, J. Benetz, A. Schröder, W. Sachsenheimer

### Abstract

**Problem and Methodology:** Two groups of patients with unilateral cerebral visual disorder, both presenting similar anamnestical information, received a compensatory training of their visual performance (24 training units, each for half an hour). One group (n=13) received training and unspecific ipsilesional stimulation, the other group (n=12) received training and contralesional, tactile, acoustic or proprioceptive stimulation. Alterations of the visual perceptual performance were investigated by the tests »Neglect« and »Visuelles Scanning« of the »Testbatterie zur Aufmerksamkeitsleistung«. We expected to find an additional effect on the course of the training due to the contralesional facilitation.

**Results:** Both groups benefitted from the training. A post-hoc analysis refutes a spontaneous remission. The group with contralesional stimulation revealed a faster course of remission in one of the tests than the group with ipsilesional stimulation.

**Conclusion:** The results point out to the fact that a directed combination of compensatory training and additional contralesional stimulation enables a rehabilitation improvement in unilateral cerebral visual disorder.

**Key words:** rehabilitation, sensory facilitation, hemianopia, neglect, compensation-training

Neurol Rehabil 1998; 4 (3-4): 132-136

## Einführung und Fragestellung

In der Therapie von Gesichtsfeldausfällen und visuellem Neglect werden zunehmend kompensatorische Sakkaden- und Suchbewegungstrainings verwendet, die bezwecken, gezielte Augenbewegungen in Richtung des ausgefallenen bzw. vernachlässigten Bereiches einzuüben. Zahlreiche

Therapiestudien können einen Erfolg des kompensatorischen Trainings aufweisen, der sich in einer Suchfeldvergrößerung, Reduzierung der benötigten Suchzeit und einer qualitativ verbesserten Suchstrategie äußert [1, 2, 3, 4].

Unabhängig von therapeutischer Anwendung konnte des weiteren wiederholt gezeigt werden, daß die Applikation eines zusätzlichen, afferenten Inputs auf der kontraläsiona-

len Seite zu einer Verbesserung der Neglectsymptomatik führt. Zumindest in einer Einzelfallbeschreibung konnte ein entsprechender bahrender Effekt durch Rumpfdrehung auch bei einem Patienten mit Hemianopsie gesichert werden [13]. Dieser Effekt besteht bei vestibulärer (kalorischer) Stimulation [5], »optokinetischer« Stimulation [6], transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) [7], Vibration der Nackenmuskulatur [8] und Rumpfdrehung [9], dekompensiert aber nach Absetzen und hat somit keinen überdauernden Verbesserungseffekt zur Folge. Ein solcher ist allerdings bei einer nur einmaligen Stimulation auch nicht zu erwarten. Ergebnisse über die Auswirkung von häufigen, wiederholten Stimulationen liegen nicht vor. Bis heute gibt es somit keinen Nachweis über eine *therapeutische Langzeitwirkung zusätzlicher afferenter Anbahnung*, obwohl theoretisch ein solcher Effekt zu erwarten ist. Zusätzliche bahnende Impulse, z. B. lokalisierte akustische Reize oder taktile Stimulation, führen zu einer verbesserten Diskrimination visueller Reize durch gesunde Versuchspersonen [11]. Sie haben damit entweder eine Auswirkung auf die innere Aufmerksamkeitsausrichtung oder direkt auf die Entladungsschwelle von räumliche Information dekodierenden Neuronen und erleichtern infolgedessen eine Orientierungsreaktion auf visuelle Reize. Eine wesentliche Rolle für diesen intersensorischen Abgleich spielen, wie aus Einzelzelleitungen bekannt ist, Mittelhirnstrukturen wie die Colliculi superiores, auf die Informationen unterschiedlicher Sinne konvergieren und in denen Umgebungsmappen in retinotopischen, kraniotopischen und körperbezogenen Koordinaten generiert und abgeglichen werden [12].

Ein solcher intersensorischer Abgleich sollte durch Läsionen im postchiasmatischen Verlauf der Sehbahn nicht betroffen sein. Von daher ergibt sich die prinzipielle Möglichkeit, daß Remissionsvorgänge unilateraler zerebraler Sehstörungen positiv durch die Kombination von kompensatorischem Training und sensorischer Bahnung beeinflussbar sein könnten.

Die Untersuchung widmete sich daher zwei Fragestellungen:

- Läßt sich bei Hemianopikern und Neglect-Patienten eine globale Verbesserung visueller Defizite aufgrund eines gezielten Sakkaden- und Suchbewegungstrainings finden?
- Zeigen sich weiter durch eine zusätzlich zum kompensatorischen Training stattfindende sensible Anbahnung (im folgenden Kombinationsbehandlung) spezifische und bessere Behandlungserfolge?

## Methoden

### Patienten

An der Untersuchung nahmen insgesamt 26 Patienten teil, wobei 13 Patienten zur Experimentalgruppe gehörten, die

eine zusätzliche kontraläsionale Stimulation erhielt, und die übrigen 13 Patienten eine Kontrollgruppe darstellten, die eine ipsiläsionale Stimulation erhielt. In der Experimentalgruppe mußte eine Person wegen einer Komplikation ausgeschlossen werden, außerdem konnten bei einer weiteren Person wegen frühzeitiger Entlassung nur zwei Meßzeitpunkte erhoben werden. Bei der Kontrollgruppe konnten ebenfalls bei zwei Personen nur zwei Meßzeitpunkte erhoben werden. Außer bei einer Person aus der Kombinationsbehandlungsgruppe war die Ätiologie einheitlich ein zerebrovaskuläres Ereignis (Infarkt und/oder Blutung); die abweichende Krankheitsursache der Kombinationsgruppe bestand in einem Schädel-Hirn-Trauma nach jahrelangem Alkoholabusus. Weder in Alter, Geschlecht, Art der Sehstörung noch Dauer lagen Differenzen zwischen den Gruppen vor. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die Patienten.

	Kombinationsbehandlung		Kontrollgruppe	
Geschlecht	w: 6, m: 6		w: 5, m: 8	
Läsionsseite *	LH: 6, RH: 6		LH: 3, RH: 10	
Sehstörung **	Ne: 3, Hemi: 6, Qu: 3		Ne: 3, Hemi: 9, Qu: 1	
	Mittelwert	Std.fehler	Mittelwert	Std.fehler
Alter	64,82	3,75	61,85	4,17
Dauer seit der Erkrankung (in Monaten)	2,73	1,53	2,83	1,21

Tab. 1: Übersicht über die Behandlungsgruppen

\* LH linkshirnig, RH rechtshirnig.

\*\* Ne Neglect, Hemi Hemianopsie, Qu Quadrantenanopsie

### Diagnostik

Ein Screening der vorhandenen zerebralen Sehstörung fand mittels zweier Untertests aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) von Zimmermann und Fimm (1993) statt. Zur Durchführung der Diagnostik wurde ein Computer des Typs 486 DX 2s (66 MHz) mit einem 17 Zoll Monitor benutzt. Die Patienten saßen in einem Abstand von 50 cm in zentraler Position vor dem Bildschirm. Dadurch wurde für die Test- und Trainingssituation eine beidseitige Ausdehnung des Präsentationsraumes von je 17 Sehwinkelgraden in der Horizontalen und je 10 Sehwinkelgraden in der Vertikalen erreicht. Untersuchung und Training fanden in einem abgedunkelten Raum bei optimaler Kontrasteinstellung des Computermonitors statt.

Verwendet wurden die Verfahren Gesichtsfeld-/Neglect-Testung und Visuelles Scanning. Bei der Gesichtsfeld-/Neglect-Testung erscheinen sukzessive auf dem gesamten Bildschirm Reize, die mit einem Tastendruck zu beantworten sind. Während der gesamten Testung soll eine kontrollierte Fixation der Mitte des Bildschirms stattfinden, die durch Nennung eines sich ändernden Buchstabens aufrechterhalten wird. Damit ermöglicht dieser Test eine Analyse des Gesichtsfeldausfalls bzw. des Neglects. Beim Visuellen Scanning hat der Patient die Aufgabe, eine Matrix-Anord-

nung von 5 x 5 Reizen nach dem Vorhandensein eines kritischen Reizes abzusuchen. Die Matrix ist bei dem von uns benutzten Bildschirm 8,4 cm breit und hoch, was von der Mitte bei einem Abstand von 50 cm ca. 4,2 Sehwinkelgraden in alle vier Richtungen entspricht. Die durch diesen Test abgeforderte Leistung gleicht dem Lesen, damit einer unmittelbar therapiebedürftigen Leistung bei dem Vorliegen einer zerebralen Sehstörung verursachenden Läsion.

### Training - Kombinationsbehandlung

Jeder Patient erhielt über einen Zeitraum von etwa 4 Wochen insgesamt 21 Trainingseinheiten am Computer. Jede Trainingseinheit bestand aus einem viertelstündigen Sakkaden- und einem viertelstündigen Suchbewegungstraining mit in Anlehnung an [3] selbstentwickelter Software. In beiden Trainingsmodalitäten wurde der Trainingsschwerpunkt gemäß der Lokalisation des Ausfalls eingestellt und der Schwierigkeitsgrad in Anlehnung an die Leistung des Patienten variiert.

### Sensible Bahnung

Zusätzlich zu dem Kompensationstraining wurde in den Trainingseinheiten 4–18 ein afferenter Input appliziert. Die Experimentalgruppe erhielt eine kontraläsionale Stimulation. Dabei wurden vier verschiedene Arten der Stimulation verwendet: eine vestibuläre Stimulation (Halten eines Gewichts), TENS, eine Rumpfdrehung und eine motorische Anbahnung (Kreuzen des ipsiläsionalen Armes vor dem Oberkörper in den kontraläsionalen Halbraum). Jeder Patient erhielt die Art der Stimulation, auf die er gemäß einer Voruntersuchung am stärksten ansprach. Insgesamt erhielten vier der 12 Patienten eine vestibuläre Stimulation, vier Patienten TENS, bei zwei Patienten wurde eine Rumpfdrehung durchgeführt und bei zwei weiteren Patienten eine Kombination aus motorischer Anbahnung und Rumpfdrehung.

Bei der Kontrollgruppe wurde ipsiläsional appliziertes TENS im Nackenbereich verwendet.

### Untersuchungsdesign

Als Untersuchungsdesign wurde ein Gruppenvergleich verwendet. In die erste Gruppe (definiert durch einen bestimmten Aufnahmezeitraum) wurden Patienten aufgenommen, die eine Kombinationsbehandlung erhielten. Die zweite Gruppe (definiert durch einen anschließenden Aufnahmezeitraum) erhielt dasselbe Training und ipsiläsional applizierte TENS. Das Treatment bestand für beide Gruppen aus 21 Trainings-

einheiten, davon 3 vor der Kombinationsbehandlung ohne Bahnung, 15 mit zusätzlicher afferenter Anbahnung bzw. in der Kontrollgruppe mit ipsiläsional angelegtem TENS-Gerät und für ein quasi Follow-Up drei weitere Trainingseinheiten ohne Stimulation. Die Diagnostik fand vor Beginn des Trainings (t1), nach dem Treatment (t2) und im Anschluß an das Follow-Up (t3) statt und zwar immer ohne zusätzliche sensorische Bahnung.

### Ergebnisse

Die folgende Darstellung der Ergebnisse bezieht sich jeweils auf die prozentuale Anzahl der Auslassungen in den beiden durchgeführten Testverfahren.

### Neglect-Prüfung

Zur Analyse der Effektivität der Trainingsverfahren berechneten wir eine Varianzanalyse mit Meßwiederholung. Die beiden Trainingsgruppen bildeten die unabhängige Variable, die Meßzeitpunkte die eine abhängige Variable. Um die erhebliche Varianz zwischen den einzelnen Personen zu reduzieren, die aufgrund der unterschiedlichen Läsionen zustande kommt (links- versus rechtsseitige Läsionen, Hemianopsie versus Quadrantenanopsie), berechneten wir die Varianzanalysen für beide Bildschirmhälften getrennt und jeweils für eine Bildschirmhälfte zweifach gestuft (ganz außen versus mehr zur Mitte). Dadurch erhielten wir einen zweifach gestuften unabhängigen Faktor (Gruppenzugehörigkeit) und zwei zweifach gestufte intraindividuelle Variablen (Meßzeitpunkt und Position innerhalb einer Bildschirmhälfte). Bei einem solchen Vorgehen zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors »Gruppe« beim Vergleich von t1 und t2 ( $F[1,23]=17.91$ ;  $p=0.000$ ), und t1 und t3 ( $F[1,20]=11.84,58$ ;  $p=0.003$ ) für die linke Bildschirmhälfte (siehe Abb. 1). Dieser Gruppenunterschied ist als Ergebnis einer stärkeren Repräsentanz von Patienten mit linkshirnigen Läsionen in der Kontrollgruppe zu inter-

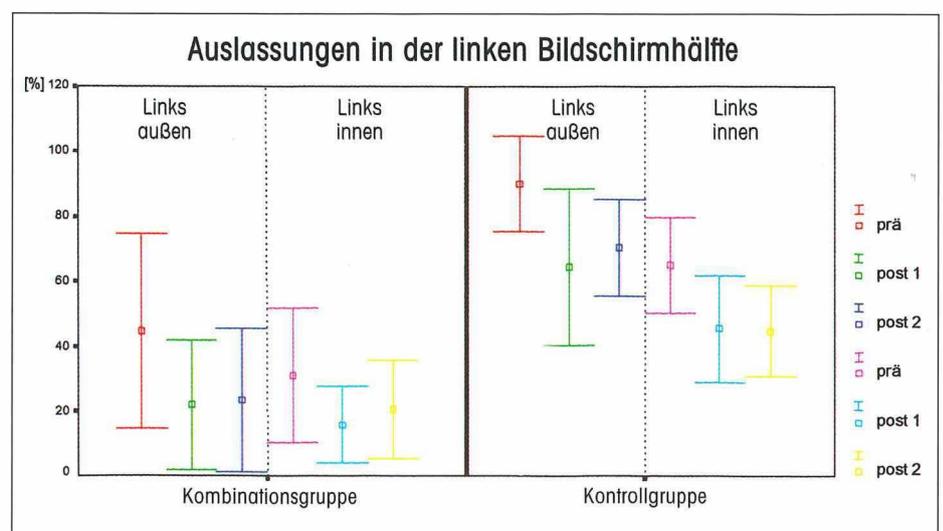


Abb. 1: Trainingsverlauf in der Neglectprüfung

pretieren. Bei demselben Vergleich für die rechte Bildschirmhälfte fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Für die linke Bildschirmhälfte ergibt sich weiter ein signifikanter Effekt sowohl für den Vergleich von t1 zu t2 ( $F[1,23]: 10.71, p=0.003$ ) sowie t1 und t3 ( $F[1,20]=12.71; p=0.002$ ). Dagegen verfehlt die Analyse des Trainingseffekts auf der rechten Bildschirmhälfte knapp das Signifikanzniveau (t1/t2:  $F[1,23]: 3.61, p=0.07$ ; t1/t3:  $F[1,20]: 3.76, p=0.67$ ). In Anbetracht dieser immerhin schwach signifikanten Ergebnisse in der rechten Bildschirmhälfte und der hoch signifikanten Ergebnisse auf der linken Bildschirmseite kann von einem stabilen Haupteffekt des Faktors »Trainingsdauer« ausgegangen werden. Dagegen wird die Interaktion zwischen Gruppe und Trainingsdauer in keiner der Prüfungen signifikant, so daß sich hierbei kein Effekt auf den Rückbildungsprozeß durch die zusätzliche Anbahnung nachweisen ließ.

#### Visuelles Scanning

Auch beim Visuellen Scanning wurde die prozentuale Anzahl der Auslassungen in beiden Bildschirmhälften getrennt analysiert. Bei dem Vergleich der Ergebnisse der beiden Gruppen per Varianzanalyse für abhängige Stichproben zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt des Faktors »Gruppe«, d. h. beide Gruppen haben dieselbe Ausgangsleistung vor Beginn des Trainings. Die Analyse des »Meßzeitpunktes« ergibt beim Vergleich von t1 und t2 auf der linken Bildschirmseite einen Effekt von ( $F[1,23]=8.57; p=0.008$ ), rechts von ( $F[1,23]=13.85; p=0.001$ ), beim Vergleich von t1 und t3 auf der linken Seite einen Effekt von ( $F[1,20]=7.25; p=0.014$ ), rechts von ( $F[1,20]=17.60; P=0.000$ ), d. h. viermal einen hochsignifikanten Effekt der Trainingsdauer. Ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den Faktoren »Gruppe« und »Meßzeitpunkt« findet sich auf der rechten Seite zwischen dem Meßzeitpunkt t1 und t2 mit ( $F[1,23]: 4.67, p=0.041$ ).

Damit kann auch für die visuelle Suche eine deutliche Leistungssteigerung der Patienten über den Trainingszeitraum festgestellt werden, aber auch ein signifikanter Effekt einer zusätzlichen Bahnung.

Eine graphische Darstellung der Ergebnisse in der rechten Bildschirmhälfte liefert die Abb. 2. Sie dokumentiert, daß beide Gruppen über die Dauer des Trainings profitieren, die mit sensibler Bahnung im Vergleich zwischen Meßzeitpunkt t1 und t2 signifikant stärker als die andere Gruppe. Die Auswertung der Reaktionszeiten auf unkritische Reize dokumentierte ebenfalls eine schnellere Rückbildung der Gruppe mit Kombinationsbehandlung, allerdings ohne

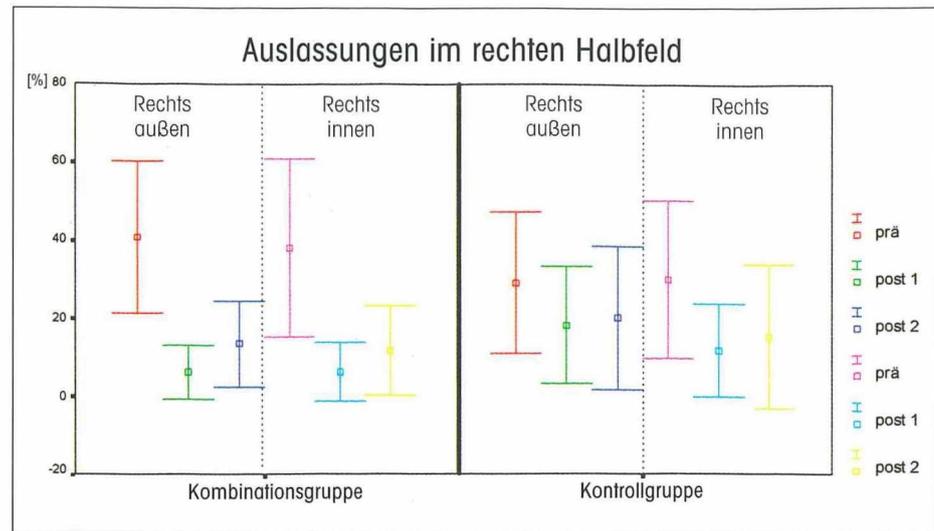


Abb. 2: Trainingsverlauf in der Suchleistung

daß die in absoluten Werten beeindruckenden Ergebnisse (6,7 Sekunden versus 1,7 Sekunden Reduktion an Suchzeit in den beiden Gruppen) statistisch signifikant werden.

#### Diskussion

Zwei in ihren allgemeinen anamnestischen Daten sehr ähnliche Gruppen wurden einer Behandlung ihrer unilateralen zerebralen Sehstörung unterzogen. Beide Gruppen bekamen ein identisches Training, die eine Gruppe mit spezifischer sensibler Bahnung (Kombinationsgruppe), die andere Gruppe ohne spezifische Bahnung, aber ebenfalls mit unspezifischer zusätzlicher Stimulation. Ein signifikanter Behandlungserfolg durch das kompensatorische Training konnte in beiden Gruppen aufgrund von Verbesserungen in den angewandten Testverfahren nachgewiesen werden.

Weiter können die Ergebnisse als ein erster Hinweis für die Wirksamkeit einer zusätzlichen kontraläsionalen Stimulation in der Rehabilitation unilateraler zerebraler Sehstörungen gewertet werden. Zumindest beim visuellen Suchen ergibt die Kombinationsbehandlung einen zusätzlichen Effekt für die Rückbildungsgeschwindigkeit. Beim Vergleich der Ergebnisse in der Experimental- und Kontrollgruppe fällt weiter auf, daß in beiden Gruppen eine signifikante Reduktion des Wahrnehmungsdefizits aufgrund des Treatments vorzufinden ist, die Experimentalgruppe nach Absetzen der Kombinationsbehandlung sich den Werten der Kontrollgruppe aber wieder annähert. Nach Wegfall der zusätzlichen bahnenden Stimuli auf der kontraläsionalen Seite reduziert sich der Trainingsgewinn somit auf eine vergleichbare Höhe wie in der reinen Trainingsgruppe. Dies ist als zweiter indirekter Hinweis auf die Überlegenheit einer Kombinationsbehandlung gegenüber einem einfachen Training zu sehen.

Gegen die Interpretation, daß das durchgeführte Training überhaupt effektiv ist, könnte kritisch eingewandt werden, daß beide Patientengruppen sich noch in der Phase der Spontanremission befanden. Möglicherweise sind deshalb

die Effekte zwischen den einzelnen Meßzeitpunkten nicht auf die vorgenommene Intervention, sondern auf eine unspezifische biologische Restitution zurückzuführen. Da sich in beiden Gruppen auch mehrere Patienten mit längerem zeitlichen Abstand vom Ereignis befanden (> 60 Tage), untersuchten wir deren Erfolg getrennt von den übrigen Patienten. Diese post-hoc vorgenommene Auswertung erbrachte keinen Unterschied in den Ergebnissen. Auch die Gruppe mit länger zurückliegenden Ereignissen verbesserte sich besonders in der Absuchleistung (Visuelles Scanning), dagegen weniger bei der Prüfung des Gesichtsfelds, ein Effekt, der gleichermaßen die Gesamtgruppe kennzeichnet. Aufgrund dieser post-hoc vorgenommenen Auswertung kann zumindest für den Bereich des visuellen Suchens von einem genuinen Trainingseffekt auf die Rückbildungsgeschwindigkeit ausgegangen werden. Der Faktor Spontanremission sollte aber in Zukunft dadurch ausgeschlossen werden, daß eine weitere unbehandelte Gruppe untersucht wird.

Bei der Wertung der Ergebnisse in der Neglectprüfung ist weiter zu berücksichtigen, daß die Trainingsintensität mit 24 halbstündigen Sitzungen eher niedrig angesiedelt ist. Frühere Studien [3] basieren auf der Durchführung in 50 vollen Zeitstunden, d. h. mehr als der vierfachen Trainingsintensität. Da außerdem echte Restitutionsprozesse des Gesichtsfeldes unterhalb von 50 Stunden Training nur selten gefunden wurden [2], könnte der geringere Trainingserfolg in dieser Testung in den klinischen Rahmenbedingungen (Dauer des AHB-Verfahren und eingeschränkte Kapazität an Therapieeinheiten) begründet liegen. Hier wäre eine Anschlußstudie mit mehr Therapieeinheiten wünschenswert.

Die Behauptung, daß die Spontanremission die signifikanten Unterschiede zwischen den Meßzeitpunkten erklärt, ist damit unwahrscheinlich. Sie betrifft vor allem nicht den Unterschied zwischen den Trainingsgruppen infolge der Kombinationsbehandlung, da dieser nur auf eine Interaktion zwischen Gruppenzugehörigkeit und Behandlungsdauer zurückgeführt werden kann. Damit ist die zusätzliche Stimulation mit räumlich lokalisierten taktilen, propriozeptiven oder akustischen Reizen ein Faktor, der den Kompensationsvorgang bei unilateralen Sehstörungen beschleunigen hilft. Es scheint damit sinnvoll, weitere Untersuchungen im Rahmen der vorliegenden Hypothese, unilaterale zerebrale Sehstörungen durch Kombination von Bahnung und Training zu behandeln, durchzuführen.

## Literatur

1. Zihl J: Zur Behandlung von Patienten mit homonymen Gesichtsfeldstörungen. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 1990; 2: 95-101
2. Kasten E, Wiegmann U, Sabel BA: Rehabilitation zerebral bedingter Gesichtsfeldeinschränkungen - Überblick. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 1994; 5: 127-150
3. Kerkhoff G, Münßinger U, Meier KE: Neurovisual Rehabilitation in Cerebral Blindness. *Arch Neurol* 1994; 51: 474-481
4. Pommerenke K, Markowitsch HJ: Rehabilitation Training of Homonymous Visual Field Defects in Patients with Postgeniculate Damage of the Visual System. *Restorative Neurology and Neuroscience* 1989; 1: 47-63
5. Rubens AB: Caloric Stimulation and Unilateral Visual Neglect. *Neurology* 1985; 35: 1019-1024
6. Pizzamiglio L, Frasca R, Guariglia C, Incoccia C, Antonucci G: Effect of Optokinetic Stimulation in Patients with Visual Neglect. *Cortex* 1990; 26: 535-540
7. Vallar G, Rusconi ML, Barozzi S, Bernadini B, Ovadia D, Papagno C, Cesarani A: Improvement of Left Visual-spatial Hemineglect by Left-sided Transcutaneous Electrical Stimulation. *Neuropsychologia* 1995; 33: 73-82
8. Karnath H-O: Subjective Body Orientation in Neglect and the Interactive Contribution of Neck Muscle Proprioception and Vestibular Stimulation. *Brain* 1994; 117: 1001-1012
9. Karnath H-O, Schenkel P, Fischer B: Trunk Orientation as the Determining Factor of the 'Contralateral' Deficit in the Neglect Syndrome and as the Physical Anchor of the Internal Representation of Body Orientation in Space. *Brain* 1991; 114: 1997-2014
10. Posner ML: *Chronometric Explorations of Mind*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale 1978
11. Lewald J, Ehrenstein WH: The effect of eye position on auditory lateralization. *Exp Brain Res* 1996; 108: 473-485
12. Meredith MA, Stein BE: Descending efferents from the Superior Colliculus relay integrated multisensory information. *Science* 1985; 227: 657-659
13. Nadeau SE, Heilman KM: Gaze-dependent hemianopia without hemispatial neglect. *Neurology* 1991; 41: 1244-1250

Diese Arbeit wurde durch Mittel der Landesversicherungsanstalt Oldenburg/Bremen gefördert.

### Korrespondenzadresse:

Dr. phil. Helmut Hildebrandt (Dipl. Psych.)  
 Universität Oldenburg  
 Psychologie im Gesundheitswesen  
 Postfach 2503  
 26111 Oldenburg