

Freie Universität Berlin

Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie

Studiengang Psychologie

Habelschwerdter Allee 45 14195 Berlin

Diplomarbeit

**Der Einfluss der verbalen Encodierung auf die Initiale Visuelle
Explorationsasymmetrie**

Verfasserin: Judith Scheib

Matrikelnummer: 2925642

Adresse: Kreuzbergstrasse 45
10965 Berlin

Studiengang: Psychologie

Bearbeitungszeitraum: 15. Dezember 1998 bis 4. Oktober 1999

Betreuer:

Prof. Dr. R. Bösel

Dipl.-Psych. H. Hättig, Epilepsie Zentrum Berlin

Prof. Dr. P. Walschburger

1	EINLEITUNG	1
1.1	VISUELLE EXPLORATIONSASYMMETRIE	1
1.2	ÜBERBLICK	2
1.3	CEREBRALE HEMISPHÄRENASYMMETRIE	3
1.3.1	<i>Modellvorstellung der cerebralen Hemisphärenasymmetrie</i>	3
1.3.2	<i>Befunde aus Untersuchungen</i>	4
1.3.3	<i>Funktionelle bildgebende Verfahren</i>	5
1.3.4	<i>Elektrophysiologische Verfahren</i>	6
1.3.5	<i>Neuropsychologische Testverfahren (lateralisierter Input)</i>	7
1.3.6	<i>Lateralisation von Sprache und Motorik</i>	8
1.4	VERNACHLÄSSIGUNGSPHÄNOMENE - NEGLECT	10
1.4.1	<i>Begriff und Definition von Neglect</i>	10
1.4.2	<i>Verschiedene Arten von Neglect</i>	12
1.4.3	<i>Läsionsorte bei Neglect</i>	13
1.4.4	<i>Klinische Beobachtungen und Symptomatik</i>	13
2	STAND DER FORSCHUNG	16
2.1	THEORIEN ZU VERNACHLÄSSIGUNGSPHÄNOMENEN	16
2.1.1	<i>Aufmerksamkeitstheorien</i>	17
2.1.1.1	<i>Störung des "Disengagement" (Posner)</i>	17
2.1.1.2	<i>"Orientational bias model of unilateral neglect" (Kinsbourne)</i>	18
2.1.1.3	<i>Netzwerkmodell (Heilman)</i>	20
2.1.1.4	<i>Transformation räumlicher Koordinaten (Karnath)</i>	21
2.1.2	<i>Repräsentationstheorien</i>	22
2.1.2.1	<i>Modellannahme nach Bisiach & Vallar</i>	22
2.1.2.2	<i>Störung des räumlichen Bewusstseins (Berti & Rizzolatti)</i>	23
2.2	VISUELLE EXPLORATIONSASYMMETRIE	23
2.2.1	<i>Rechtshemisphärische Dominanz für Augenbewegungen</i>	24
2.2.1.1	<i>Untersuchung an Patienten</i>	24
2.2.1.2	<i>Untersuchung an Gesunden</i>	24
2.2.2	<i>Lateral eyemovement Untersuchungen an Gesunden</i>	26

2.2.3	<i>Linkswendigkeit bei Gesunden (Pseudoneglect)</i>	27
2.2.4	<i>Die initiale visuelle Explorationsasymmetrie (IVEA)</i>	29
2.2.5	<i>Entfernung und Exploration</i>	30
2.2.5.1	<i>Untersuchung an Patienten</i>	30
2.2.5.2	<i>Untersuchung an Gesunden</i>	32
2.3	FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	32
2.3.1	<i>Allgemeine Fragestellungen</i>	32
2.3.2	<i>Hypothesen</i>	33
3	METHODEN	35
3.1	ÜBERBLICK	35
3.2	INITIALE VISUELLE EXPLORATIONSASYMMETRIE (IVEA)	35
3.2.1	<i>Bedingung A: ohne Verbalisierung/ ohne verbales KZG</i>	37
3.2.2	<i>Bedingung B: mit Verbalisierung/ ohne verbales KZG</i>	38
3.2.3	<i>Bedingung C: mit Verbalisierung/ mit verbalem KZG</i>	38
3.3	VERSUCHSPLAN / VERSUCHSDESIGN	39
3.4	KONTROLLVARIABLEN	42
3.4.1	<i>Händigkeit</i>	42
3.4.2	<i>verbales Kurzzeitgedächtnis</i>	43
3.4.2.1	<i>Zahlen-Nachsprechen (verbale Merkspanne)</i>	43
3.4.2.2	<i>Silben Nachsprechen (Mottier Test)</i>	44
3.4.3	<i>figurales Kurzzeitgedächtnis</i>	45
3.4.3.1	<i>Blocktapping (unmittelbare Blockspanne)</i>	45
3.4.3.2	<i>BT6</i>	47
3.4.4	<i>visuelle Aufmerksamkeit</i>	47
3.4.4.1	<i>Modifiziertes Zahlensuchen (Zahlentafel TME)</i>	47
3.4.5	<i>Sprachlateralisation</i>	49
3.4.5.1	<i>Dichotischer Hörtest (FW 10B)</i>	49
3.5	STICHPROBENZUSAMMENSETZUNG - VERSUCHSPERSONEN	51
3.6	VERSUCHSAUFBAU	52
3.7	REALISIERUNG / SITZUNGSABLAUF	53
3.8	SPEZIFISCHE HYPOTHESEN	55

4	ERGEBNISSE	56
4.1	EHI - DICHOTISCHER HÖRTEST	56
4.2	INITIALE VISUELLE EXPLORATIONSASYMMETRIE (IVEA)	58
4.2.1	<i>Hypothese 1:</i>	58
4.2.2	<i>Hypothese 2:</i>	60
4.2.2.1	<i>Verbalisierungseffekt gesamt</i>	60
4.2.2.2	<i>1. Dg: mit Verbalisierung vers. ohne Verbalisierung</i>	63
4.2.2.3	<i>2. Dg: mit Verbalisierung vers. ohne Verbalisierung</i>	65
4.2.2.4	<i>Verbalisierungseffekte der Bed. A, B und C, beide Dg.</i>	67
4.2.2.5	<i>Linksexploration Bed. A, B, C in Abhängigkeit der Reihenfolge</i>	70
4.2.2.6	<i>Vergleich Verbalisierung Bed. B und Bed. C, 1. Dg.</i>	70
4.2.2.7	<i>Vergleich Verbalisierung Bed. B vers. Bed. C, 2. Dg.</i>	72
4.2.2.8	<i>Verbalisierungseffekte Bed. B und Bed. C beide Dg.</i>	73
4.2.3	<i>Hypothese 3:</i>	75
4.2.4	<i>Varianzanalyse aller Faktoren</i>	77
4.2.5	<i>Darstellen der Kontrollgruppe (Bed. A- Bed. A)</i>	78
5	DISKUSSION	80
5.1	INITIALE VISUELLE EXPLORATION IM PERSONALEN UND EXTRAPERSONALEN RAUM	81
5.2	EFFEKTE DER VERBALISIERUNG AUF DIE INITIALE VISUELLE EXPLORATION	82
5.3	ZUSAMMENHANG ZWISCHEN KZG UND INITIALER VISUELLER EXPLORATION	84
6	ZUSAMMENFASSUNG	86

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Ergebnis des Versuchs eines Patienten mit linksseitigem Neglect (ohne Hemianopsie) die Vorlagen zu kopieren, sowie die Stundenzahlen in ein vorgegebenes Zifferblatt einzuzeichnen; Darstellung aus Hartje & Poeck 1997.....	14
Abb. 3.1: Zielelemente "I0" und "0I" und Distraktorelement "Schlangen"	35
Abb. 3.2: Seitenungleiche Tapete mit peripheren Zielelementen und peripheren Distraktorelementen. Hier mit Stern im Zentrum, der bei der vorliegenden Arbeit zwischen den Tapeten erscheint; im Zentrum einer Tapete steht je nach Bedingung A, B oder C ein zDE oder ein zZE.....	37
Abb. 3.3: Abbildung eines Blockboards. Darstellung aus Zeitschrift für Neuropsychologie 4 (1993), Heft 2, S.104-112, Schellig & Hättig.....	46
Abb. 3.4: Abbildung der Zahlentafel	48
Abb. 4.1: IVEA: Linksexploration Bed. A im Nahbereich und im Fernbereich	59
Abb. 4.2: IVEA: Linksexplorationen mit und ohne Verbalisierung, ohne Beachtung der Reihenfolge	61
Abb. 4.3: IVEA: Linksexplorationen im 1. Dg. bei Bed. A, Bed. B und Bed. C	64
Abb.4.4: IVEA: Linksexplorationen im 2. Dg. bei Bed. A, Bed. B und Bed. C.....	66
Abb. 4.5: IVEA: Linksexplorationen beide Dg. ohne Beachtung d. Reihenfolge bei Bed. A, Bed. B, Bed. C	68
Abb. 4.6: Linksexplorationen mit Kontrollgruppen in Abhängigkeit der Reihenfolge, 1. Dg.....	78
Abb. 4.7: Linksexplorationen mit Kontrollgruppen in Abhängigkeit der Reihenfolge, 2. Dg.....	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Zusammenhänge zwischen Links- und Rechtshändigkeit und der Sprachspezialisierung beider Hirnhälften; Daten aus Kandel, Schwartz, Jessell 1996, S.365.	9
Tabelle 4.1: Fused Rhymed Words Test (FRWT) und Edinburgh Handedness Inventory (EHI): Mittelwerte und Standardabweichungen.....	57
Tabelle 4.3: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen unter Bedingung A (ohne Verbalisierung) im Nahbereich und Fernbereich.....	58
Tabelle 4.4: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung Linksexplorationen ohne Verbalisierung <i>Nahbereich</i> x Linksexplorationen ohne Verbalisierung <i>Fernbereich</i>	59
Tabelle 4.5: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen mit Verbalisierung und ohne Verbalisierung (mit Verbal. = alle Bed. B und Bed. C zusammen, ohne Verbal. = alle Bed. A).....	60
Tabelle 4.6: IVEA: Signifikanzniveau für die Korrelation Linksexploration mit Verbalisierung x Linksexploration ohne Verbalisierung.....	62
(IMVLI: IVEA mit Verbalisierung Linksexplorationen, Bed. B und Bed. C; IOVLI: IVEA ohne Verbalisierung Linksexplorationen, Bed. A).....	62
Tabelle 4.7: IVEA: Ergebnis des Wilcoxon Rangtest.....	62
Tabelle 4.8: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen im 1. Durchgang, Bed. A vers. Bed. B vers. Bed. C.....	63
(1. Dg. = erster Durchgang).....	63
Tabelle 4.9: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung <i>Linksexplorationen Bed. A x Bed. B x Bed. C im 1. Dg.</i>	64
Tabelle 4.10a: IVEA: Ergebnisse der Kruskal-Wallis Varianzanalyse für Ränge, 1. Dg.....	64
Tabelle 4.10b: IVEA: Ergebnisse der Kruskal-Wallis Varianzanalyse für Ränge, 1. Dg.....	65
Tabelle 4.11: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen im 2. Dg., Bed. A vers. Bed. B vers. Bed. C.....	65
Tabelle 4.12: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung <i>Linksexplorationen Bed. A x Bed. B x Bed. C, 2. Dg.</i>	66
Tabelle 4.13: IVEA: Ergebnisse der Kruskal Wallis Varianzanalyse für Ränge, 2. Dg.	67
Tabelle 4.14: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen bei Bed. A, Bed. B, Bed. C in beiden Durchgängen ohne Beachtung der Reihenfolge.....	68
Tabelle 4.15: IVEA: Ergebnisse des Wilcoxon Rangtest, alle Bed. A vers. Bed. B und alle Bed. A vers. Bed. C (mit Verbal. vers. ohne Verbal.).....	69

Tabelle 4.16: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen für Linksexplorationen von Bed. A, Bed. B und Bed. C in Abhängigkeit der Reihenfolge.....	70
Tabelle 4.17: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen unter Bed. B und Bed. C im 1. Durchgang	71
Tabelle 4.18a: IVEA: Signifikanzniveau Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 1. Dg.	71
Tabelle 4.18b: IVEA: MW-Test, Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 1. Dg. ..	71
Tabelle 4.19: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen unter Bed. B und Bed. C im 2. Durchgang	72
Tabelle 4.20: IVEA: Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 2. Dg.	73
Tabelle 4.21: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen alle Linksexplorationen Bed. B vers. alle Linksexplorationen Bed. C ohne Beachtung der Reihenfolge	74
Tabelle 4.22: IVEA: Signifikanzniveau <i>alle Linksexploration Bed. B x alle Linksexploration Bed. C</i> ohne Beachtung der Reihenfolge	74
Tabelle 4.23: Signifikanzniveau der Korrelation zwischen KZGF, KZGV und IVEA Linksexploration mit Verbalisierung und ohne Verbalisierung (KZGF: Kurzzeitgedächtnis figural, KZGV: Kurzzeitgedächtnis verbal).....	75
Tabelle 4.24: Mittelwerte und Standardabweichungen Rechtsexplorationen bei Medianhalbierten KZG verbal Gruppen (MDN: Median)	76
Tabelle 4.25: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung <i>Rechtsexploration x KZG verbal</i> (Medianhalbiert).....	76
Tabelle 4.26: F-Werte und Signifikanzniveau des Faktors "Verbalisierung" mit den Faktoren "Entfernung" und "Reihenfolge"	77

Einleitung

Visuelle Explorationsasymmetrie

Thema der vorliegenden Arbeit sind die Veränderungen der spontanen Seitenbevorzugung bei visueller Exploration unter den Bedingungen verschiedener Abstufungen verbaler Encodierungen und unter dem Einfluss der Entfernung im Sinne von intrapersonalem und extrapersonalem Raum. Insbesondere sollen visuelle Explorationen "ohne verbale Encodierung" und "mit verbaler Encodierung" verglichen werden.

Die visuelle Explorationsasymmetrie bei gesunden Personen zeigt sich darin, wie Takala 1951 durch zahlreiche Experimente darstellen konnte, dass es zu einer linkswendigen Informationsaufnahme durch von links nach rechts laufende Wahrnehmungsbewegungen kommt (Hättig, 1992). Bereits 1940 stellte Brandt in Experimenten mit einer bidirektionalen Augenbewegungskamera dar, dass die Augenbewegungen bei einer visuellen Exploration zu Beginn der ersten drei Fixationen zuerst nach links erfolgen (Hättig, 1992).

Für die initiale visuelle Explorationsasymmetrie (IVEA) bei Gesunden ist anzunehmen, dass sie auf die Aktivierung lateralisierter Hirnfunktionen (spatiale Exploration) zurückzuführen ist. Klinische Beobachtungen und die Erforschung der cerebralen Hemisphärenasymmetrie zeigten die bekannten Asymmetrien der Hemisphären im Bereich der Sprachproduktion. Bei ca. 80% aller Menschen werden Sprachfunktionen allein durch die linke Hemisphäre geleistet. Bei Patienten mit linksseitigen Läsionen zeigten sich Probleme im Sprachbereich (Aphasien), während sich bei Patienten mit Hirnläsionen in der rechten Hemisphäre Vernachlässigungsphänomene bei der Reizaufnahme darstellten. Unter Neglect versteht man in wissenschaftlichem Sinne ein "Nicht-beachten", bzw. ein "Vernachlässigen" von Reizen. Die Neglectsymptomatik, die sich in

verschiedenen Sinnesmodalitäten zeigen kann, wurde vor allem bei Patienten mit Hirnläsionen der rechten Hemisphäre beobachtet.

Zur Erfassung visueller Explorationsasymmetrien bei Patienten mit Hirnläsionen werden in der Klinik verschiedene Tests angewandt. Daraus wird auf die pathologisch visuelle Explorationsasymmetrie geschlossen. Jedoch muss bei diesen Tests (Durchstreiche- und Zeichenaufgaben) darauf verwiesen werden, dass sie Anteile motorischer Aktivitäten (Arm/Hand) beinhalten, die die visuelle Exploration pathologisch verändern können und somit unter Umständen motorische Asymmetrien erfasst werden (Hättig, 1992). Aus diesem Grunde entstand die Notwendigkeit, eine Untersuchung der visuellen Explorationsasymmetrie an Gesunden durchzuführen, unter Berücksichtigung des Einflusses der sprachlichen Encodierung und unter Ausschluss der Inanspruchnahme motorischer Fähigkeiten. Dies wurde mit dem Testverfahren IVEA (= Initiale Visuelle Explorationsasymmetrie nach Hättig 1992) in die Tat umgesetzt. Um die visuelle Explorationsasymmetrie und den Einfluss der sprachlichen Encodierung darzustellen, werden verschiedene Neglecttheorien (vgl. Kinsbourne, 1987,1993; Posner, Walker, Friedrich & Rafal, 1987; Karnath 1988; Heilman, 1993; Bisiach & Vallar 1988; Rizzolatti und Berti, 1990) beschrieben und im Zusammenhang mit der visuellen Exploration bei Gesunden diskutiert.

Überblick

Die schriftliche Realisierung der Arbeit wurde in Anlehnung an die klassische Einteilung nach Bortz (1994) vorgenommen. Die theoretischen Grundlagen werden im ersten Teil der Arbeit dargestellt. Dieser Teil gliedert sich in die Bereiche Einleitung mit Problemstellung und Überblick. Danach folgt eine Beschreibung der cerebralen Hemisphärenasymmetrie und die Darstellung des Neglect-Syndroms als Rechts-Hemisphärisches Syndrom. Die zugrundeliegenden Neglecttheorien verschiedener Wissenschaftler folgen in

Kapitel (2) "Stand der Forschung", um dann auf die Problematik der visuellen Explorationsasymmetrie bei Gesunden, mit und ohne Verbalisierung sowie unter Einfluss zwei verschiedener Distanzen, einzugehen.

Der Methodenteil, Teil drei, soll die experimentelle Vorgehensweise der Operationalisierung der Hypothesen in Form verschiedener Untersuchungen beschreiben.

Die Ergebnisse werden in Kapitel vier präsentiert und anschließend unter Berücksichtigung der vorangestellten Hypothesen im fünften Kapitel diskutiert.

Cerebrale Hemisphärenasymmetrie

Der Begriff der cerebralen Hemisphärenasymmetrie wird als Ausdruck für die Unterschiedlichkeit der Hemisphärenspezialisierung benutzt. Der heutige Stand der Forschung zeigt, dass funktionale Differenzen existieren, aber linke und rechte Hemisphäre zusammenwirken und bei bestimmten Funktionen eine Hemisphäre eine dominante Stellung einnimmt. Von Lateralisation wird gesprochen, wenn eine Hemisphäre eine bestimmte Funktion besser und/oder schneller ausführen kann als die andere.

Modellvorstellung der cerebralen Hemisphärenasymmetrie

Die Auffassung, dass spezifische psychische Funktionen in bestimmten Kortexarealen lokalisiert sein könnten, setzte sich erst mit Beginn der Aphasie-Forschung durch die Wissenschaftler Dax, 1836, Broca, 1861, Wernicke, 1874, u.a. durch. Die linkshemisphärische Lokalisation der Sprache ist ein Konzept, welches unter dem Begriff der cerebralen Dominanz der linken Hemisphäre, die führende, bestimmende Rolle für alle psychischen Funktionszuschreibungen der Sprache, zusammengefasst wird. Der rechten Hemisphäre wurde eine gegenüber der linken Hemisphäre rezessive Rolle zugeschrieben - "minor hemisphere". Es stellte sich die Frage, ob nicht, wenn die Fähigkeit des

sprachlichen Ausdrucks in der linken Hemisphäre lokalisiert sei, die Wahrnehmung, als Gegenstück in der rechten Hemisphäre lokalisiert sein könnte (Springer & Deutsch, 1998). In einer groß angelegten Studie mit standardisierten psychologischen Tests zeigten die Ergebnisse, dass Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen schlechtere Ergebnisse in verbalen Tests erzielten und Patienten mit rechtshemisphärischen Läsionen in non-verbalen Tests (visuell-räumliche Aufgaben) schlechter abschnitten (Springer & Deutsch, 1998).

Befunde aus Untersuchungen

Weitere wichtige Erkenntnisse im Bereich der Erforschung der Hemisphärenasymmetrie stammen aus der Split-Brain Forschung in den 60-er Jahren (neokortikale Kommissurenbündel, Corpus Callosum und Commisura anterior, die die beiden Hemisphären verbinden, werden durchtrennt - Commisurotomie). Befunde aus Untersuchungen von Split-Brain Patienten, Patienten mit unilateralen Läsionen und Befunde aus Wahrnehmungsuntersuchungen an "Gesunden" lassen übereinstimmend die Schlussfolgerungen zu, dass die rechte Hemisphäre eigene Funktionen besitzt, welche komplexe visuelle und räumliche Prozesse beinhalten und sogar sprachliche Fähigkeiten (Kolb & Wishaw, 1990).

Die Ableitung der Hemisphärenfunktionen aus Befunden von Patienten mit unilateralen Hirnläsionen ist als problematisch zu betrachten, da das Gehirn nach einer Schädigung versucht, sich weitmöglichst dieser "neuen" Situation anzupassen. Unser Gehirn ist durchaus in der Lage sich mehr oder minder schnell zu reorganisieren, sodass andere Hirnregionen diese Aufgabe übernehmen (Kandel, Schwarz & Jessel, 1995). Diese Plastizität des Gehirns macht eine Interpretation der Befunde aus klinischen Daten von Patienten mit unilateralen Hirnläsionen manchmal schwierig. Es ist nicht notwendigerweise so,

dass die Zerstörung eines bestimmten Hirnareals die Kontrolle über die jetzt gestörte Funktion besaß. Aussagen dieser Art lassen sich nur mit Hilfe von Untersuchungen an Gesunden bestätigen. Bei Untersuchungen an Gesunden steht man vor dem Problem des schnellen Informationsaustausches der beiden Hemisphären über das Corpus Callosum. Mit den Methoden der lateralisierten Reizdarbietung ließen sich trotz des raschen Austausches von Informationen Leistungsasymmetrien der Lateralität feststellen, was für eine bestehende Leistungsdominanz der Hemisphären spricht (Hartje & Poeck, 1997).

Die Betrachtungsweise, dass alles, was ein Patient nicht mehr kann, von dem nun geschädigten Teil des Gehirns kontrolliert wurde, hat sich als zu vereinfacht herausgestellt. Es zeigte sich im Laufe der Entwicklung innerhalb der kognitiven Neuropsychologie, dass die meisten Prozesse, wie z.B. Sprachproduktion, auf komplexen cerebralen Wechselwirkungen beruhen. Sie stellen keine einheitliche Funktion dar, sondern sind ein Komplex von Funktionen. Innerhalb der kognitiven Neuropsychologie spricht man vom Konzept der Modularität.

Funktionelle bildgebende Verfahren

Die Komplexität der Prozesse lässt sich durch funktionelle bildgebende Verfahren aufzeigen. Diese modernen bildgebenden Verfahren zeigen, dass schon bei einfachen Aufgaben viele Cortexfelder aktiviert werden. Zur Darstellung der funktionellen cerebralen Asymmetrie bedient man sich verschiedenster Verfahren, die Gehirnaktivitäten bei wachen und geistig aktiven Menschen zu messen. Diese lassen sich als bildgebende Verfahren funktioneller Art beschreiben, als Aufzeichnungen elektrischer oder magnetischer Aktivitäten. Die funktionellen Untersuchungen basieren auf den Ableitungen der lokalen Veränderungen der Gehirndurchblutung oder des Gehirnstoffwechsels, welche Aktivitäten, wie z.B. Lesen und Sprechen, begleiten.

Im Allgemeinen bedient man sich der Messung der regionalen Gehirndurchblutung (rCBF: regional cerebral blood flow). Die PET (Positronen-Emissions-Tomographie), die SPECT (Single-Photon-Emissionscomputertomographie), und das fMRI (funktionelle Kernspintomographie) sind dabei wichtige bildgebende Untersuchungsmethoden. Mit Hilfe der PET Technik wurde es möglich, komplexe geistige Funktionen rasch und wiederholt zu messen. Dazu werden Aufgaben herangezogen, die eine hierarchische Abfolge komplexer geistiger Aktivitäten darstellen. Einige PET-Forscher wie z.B. Raichle & Posner, haben in ihren PET Studien (Ende der Achtzigerjahre) Probanden vier hierarchisch aufeinander aufbauende Aufgaben zur Bearbeitung gegeben. Angefangen vom Lesen eines Wortes, zum Hören eines Wortes, über das Nachsprechen von vorgegebenen Wörtern bis hin zum Beantworten eines Substantivs mit einem Verb. Befunde zeigten eine wichtige Rolle des linken Temporallappens und anderer linkshemisphärischer Strukturen bei allen Stadien der Sprachverarbeitung. Unter der Bedingung der sprachlichen Wiederholung und der Beantwortung mit einem Verb auf ein Substantiv fand zusätzlich eine Aktivierung des linken Frontallappens statt (Springer & Deutsch, 1998).

Elektrophysiologische Verfahren

Zu diesen Methoden gehören das EEG (Elektroencephalogramm), sowie das MEG (Magnetencephalogramm) und die Evozierten Potentiale, eine Aktivität, die im festen zeitlichen Rahmen mit einem bestimmten Reiz auftritt; sie verursachen je nach Reizart, z. B. verbal oder non-verbal, verschiedene Aktivitätsmuster in unterschiedlichen Gehirnregionen. So wird eine Korrelation von Reizen mit Gehirnaktivitäten dargestellt. Mit Hilfe der evozierten Potentiale hat in den Siebzigerjahren der Psychologe Molfese et al. (Springer & Deutsch, 1998) Untersuchungen mit verbalen und non-verbalen Stimuli durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen die funktionelle cerebrale Asymmetrie. Evozierte

Potentiale, die auf verbale Stimuli folgten, wiesen eine größere Amplitude linkshemisphärisch auf als non-verbale, während non-verbale Reize eine größere Amplitude in der rechten Hemisphäre zeigten. Desweiteren wurden Tests mit testreizkorrelierten Potentialen durchgeführt. Zu diesem Zweck verwendete man Aufgaben aus dem Bereich der arithmetischen Berechnungen und visuell-räumliche Aufgaben. Die Befunde zeigten, dass bei seriell-analytischen Vorgängen, wie z.B. Sprechen und Rechnen, die linke Hemisphäre und bei visuell-räumlichen Vorgängen die rechte Hemisphäre beteiligt sind (Springer & Deutsch, 1998).

Neuropsychologische Testverfahren (lateralisierter Input)

Im klinischen Bereich der Neuropsychologie werden zur Untersuchung von funktionellen Hemisphärenasymmetrien Verfahren der lateralisierten Reizdarbietung angewandt. Dies sind Darbietungen von visuellen, auditiven oder taktil-haptischen Reizen, die durch die Art des Versuchsaufbaus primär nur einer Hemisphäre zugänglich gemacht werden. Aus der Schnelligkeit und Genauigkeit der Reizverarbeitung lassen sich daraus funktionelle Hemisphärenunterschiede ableiten. Bei der gesichtsfeldabhängigen, tachistoskopischen lateralisierten Reizdarbietung werden Reize visuell nur einer Hemisphäre zugänglich gemacht, indem man diese visuellen Reize nur einem Gesichtsfeld präsentiert. Man bedient sich der anatomischen Grundlagen der teils kontralateralen visuellen Reizübertragung von der nasalen Retina aus mit Kreuzung im Chiasma opticum und der teils ipsilateralen Reizübertragung von der temporalen Retina aus. Dies bedeutet, dass Reize aus der rechten Gesichtsfeldhälfte auf die linke temporale und die rechte nasale Retinahälfte treffen. Visuelle Reize der rechten Gesichtsfeldhälfte werden zunächst auf den linken visuellen Cortex abgebildet und umgekehrt (Kandel, Schwartz, Jessell, 1996). Aus der Art, bzw. der Genauigkeit der Verarbeitung dieser Reize, wird dann auf die bevorzugte Hemisphäre geschlossen.

Weitere häufig angewandte Verfahren sind dichotische Hörtests (nach Kimura, 1973, in Kolb & Whishaw, 1993). Jedes Ohr liefert Primärinformationen in die kontralaterale Hemisphäre. Bei der dichotischen Darbietung werden zwei verschiedene Reize auf beiden Ohren gleichzeitig präsentiert. Diese Reize sollen dann benannt werden. Je nachdem, welcher der beiden Stimuli benannt werden kann, lässt dies auf die dafür dominante Hemisphäre schließen (nach Kimura 1973, in Kolb & Whishaw, 1993). Befunde dichotischer Hörtests zeigten eine Überlegenheit des rechten Ohres für Wörter und andere sequenziell organisierte Stimuli, was für eine Dominanz der linken Hemisphäre für die Verarbeitung dieser Stimuli spricht (Kimura in Hartje & Poeck, 1997).

Ein Verfahren invasiver Art zur Überprüfung der funktionellen Hemisphärenasymmetrie ist der WADA-Test. Er hat sich als besonders valide und reliabel im Bereich der Erkennung der Sprachlateralisation erwiesen. Bei dieser Methode wird mittels einer Injektion über einen Trans-Femoral-Katheter Natriumamytal (Barbiturat) in die rechte oder linke Carotis interna der entsprechenden Hemisphäre injiziert. Dies führt zu einer vorübergehenden Anästhesie der zugehörigen Hemisphäre über mehrere Minuten. Funktionen jeder Hemisphäre können so isoliert untersucht werden. Die jeweils dominante Hemisphäre für Sprachfunktionen wird auf diese Art sehr eindrucksvoll ermittelt.

Lateralisation von Sprache und Motorik

Aus klinischen Befunden stammen Beobachtungen über den engen Zusammenhang von Rechtshändigkeit und linkshemisphärischer Sprachdominanz. Auf Grund dieser Beobachtungen wird die Handpräferenz oft als bedeutsamer Hinweis der Hemisphärendominanz für Sprache benutzt. Für diese Annahme spricht vor allem, dass bei ca. 96% der rechtshändigen Personen die linke Hemisphäre die sprachdominante ist (Kandel, Schwartz,

Jessell, 1996). Die Frage, ob für Linkshänder die umgekehrte Variante gilt, lies sich durch Untersuchungen mit dem WADA-Test beantworten. Der Test ergab, dass auch bei der Mehrheit der Linkshänder die linke Hemisphäre die dominante Region für Sprache ist. Linkshänder zeigten zu 70 % eine linkshemisphärische Sprachdominanz. Bei 15% der Linkshänder zeigte sich das Sprachgebiet in der rechten Hemisphäre und bei weiteren 15% scheint eine bilaterale Sprachrepräsentation vorzuliegen (Kandel, Schwartz, Jessell, 1996).

<i>Handpräferenz</i>	<i>Sprachhemisphäre (%)</i>		
	Links	rechts	beide
Links- oder beidhändig	70	15	15
Rechtshändig	96	4	0

Tabelle 1.1: Zusammenhänge zwischen Links- und Rechtshändigkeit und der Sprachspezialisierung beider Hirnhälften; Daten aus Kandel, Schwartz, Jessell 1996, S.365.

Der Anteil der Menschen, die die rechte Hand bevorzugen, liegt bei ca. 90% (Springer & Deutsch, 1998). Ursachen für eine Entwicklung der Asymmetrie der Handpräferenz werden in der Wissenschaft kontrovers diskutiert, ohne dass eindeutig erkennbar wird, weshalb es zu dieser Ausprägung der Händigkeit kommt. Theorien zur Erklärung finden sich in den Bereichen Umwelt, Anatomie, Hormone und Genetik.

Vernachlässigungsphänomene - Neglect

Die Befunde für die Annahme, dass für sämtliche nicht-sprachliche Funktionen die rechte Hemisphäre dominiert, sind längst nicht so einheitlich wie die Befunde für die Sprachfunktion in der linken Hemisphäre. Lateralisiert ist wahrscheinlich die Funktion der spatialen Exploration und nicht die visuelle Wahrnehmung, bzw. "non-Verbalität" (Gitelman, Alpert, Kosslyn, Daffner, Scinto, Thompson, Mesulam, 1996) allein. Dies macht deutlich, dass sich Studien mit bewegtem Auge (Exploration) und unbewegtem Auge (Detektion) hinsichtlich der Lateralisierung der zugrundeliegenden Funktionen erheblich unterscheiden. Daneben bestehen Hinweise, dass die Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness) als Teilfunktion der Exploration ebenfalls rechts lateralisiert ist (Sturm, Wilmes, DeSimone, Hesselmann, Specht, Herzog, Krause, 1997). Da das Auftreten eines Neglect-Syndroms aber fast ausschließlich an eine Schädigung der rechten Hemisphäre gebunden ist, zeichnet sich auch hier eine deutliche Lateralisierung ab.

Nachdem in den vorherigen Abschnitten die Hemisphärenasymmetrie im Zusammenhang mit Sprachlateralisation dargestellt wurde, erfolgt jetzt die Betrachtung der Hemisphärenasymmetrie unter dem Aspekt der klinischen Beobachtungen des Neglect (Vernachlässigungsphänomen).

Begriff und Definition von Neglect

"Neglect ist der englische Terminus für halbseitige Vernachlässigung." (zitiert aus: Poeck, Neurologie 9. Auflage 1994, S. 140).

Neglect ist kein einheitliches neuropsychologisches Störungsbild. Dies zeigt sich in der Variabilität der Symptome. Verschiedenste Symptome der halbseitigen Vernachlässigung einer Raum- bzw. Körperhälfte zählen zum Begriff des Neglect. Zu den sich entwickelten Bezeichnungen gehörten z.B. "unilaterale

visuelle Unaufmerksamkeit" (Allen, 1948), "Nicht-Wahrnehmen einer Hälfte des externen Raumes" (Critchley, 1953), "links-seitig fixierte Hemianopie" (Luria, 1972), "Halb-Unaufmerksamkeit" (Weinstein & Friedland, 1977), "hemineglect" (Kinsbourne, 1977), "kontralateraler neglect" (Ogden, 1985), "Dyschiria" (Bisiach & Berti, 1987) oder "directional hypokinesia" (Coslett et al. 1990) (Halligan & Marshall, 1991).

Heilman K. M. definiert Neglect als "Spatial neglect is a complex disorder, and at least three neuropsychological mechanisms have been proposed to account for it: attentional disorder, intentional or motor activation disorder and representational disorder." (zit. in Heilman K. M., 1993, S. 6).

Heilman und Van Den Abell reden im Zusammenhang mit Neglect auch von "...neglect is an attention-arousal-intention defect" (zit. in Heilman K. M. & Van Den Abell Th., 1980 in Neurology 30: S. 327-330).

Neglect bezeichnet eine Verhaltensstörung bei Hirngeschädigten, die durch Vernachlässigen oder Nichtbeachten von Reizen aus der zur Läsion kontralateralen Seite gekennzeichnet ist. Dies bedeutet: Neglect ist eine seitenbezogene (=kontraläsionale) Störung. Die Betroffenen sind unfähig, auf ein Objekt oder eine Person motorisch zu reagieren, das sich auf der kontralateralen Seite zur cerebralen Schädigung befindet. Bei diesen Personen findet man häufig eine Agnosie der Wahrnehmung der Raumhälfte und/oder Körperhälfte. Sie reagieren nicht auf kontralateral der Läsion dargebotene Reize, obwohl die erforderlichen primär sensorischen, motorischen oder kognitiven Prozesse nicht betroffen sind (Heilman, Valenstein & Watson in Halligan & Marshall, 1994). Visueller Neglect z. B., wird von Heilman definiert als "...visual neglect refers to the unawareness of contralesional visual stimuli in patients with central nervous system lesions in locations other than the primary visual area of the visual projection system." (zit. aus: Heilman K. M., 1993, S.3).

Verschiedene Arten von Neglect

Liegt eine Störung aller Modalitäten vor, so spricht man von einem supramodalen Neglect. Neglectsymptome können sich aber auch nur in einzelnen Modalitäten wie der Motorik, der Körpersensibilität oder dem visuellen Bereich manifestieren (Poeck, 1994).

Der visuelle Neglect zeigt eine Verlagerung des Explorationfeldes zur Seite der Läsion hin. Auch beim lauten Lesen kommt es zu Auslassungen von Wörtern oder Worthälften auf der kontralateralen Seite und zum Lesen der Wörter auf der ipsilateralen Seite (Karnath, 1997). Visuelle und taktile Explorationen zeigen beide eine Verschiebung der Exploration zur Seite der Läsion.

Weitere Unterscheidungen des Neglect werden auf Grund der verschiedenen Arten der Wahrnehmung von Objekten vorgenommen. Es handelt sich um einen raumbezogenen Neglect, wenn die betreffende Person alle Reize, die aus dem kontralateral zur Läsion liegenden Raum kommen, nicht beachtet. Dabei lässt sich noch einmal eine Unterscheidung zwischen "neglect of peripersonal space", Stimuli in Reichweite und "neglect of extrapersonal space", Stimuli in Laufentfernung, vornehmen. Wird dagegen bei jedem einzelnen Objekt reagiert, egal wo es lokalisiert ist und dabei bei jedem Objekt die kontralateral zur Läsion sich befindende Seite nicht beachtet, spricht man von einem objektbezogenen Neglect (Gainotti u. Mitarb. 1972, in Karnath, 1997).

Auf Grund der Komplexität des Neglect-Phänomens lassen sich Unterformen des Syndroms diagnostisch nicht einfach erfassen, da in einem Test mehrere Aspekte des Syndroms miteinander konfundiert sein können. So kann allein ein Test, z. B. Kopieren einer Zeichnung, die Repräsentation, die Motorik, die Aufmerksamkeit oder den visuellen Neglect betreffen.

Läsionsorte bei Neglect

Vernachlässigungssymptome im Sinne eines Neglect treten wesentlich häufiger und ausgeprägter nach Läsionen der rechten Hemisphäre als nach Läsionen der linken Hemisphäre auf. Schädigungen verschiedener Hirnareale können dieses Syndrom hervorrufen. Als die klassische Region für eine halbseitige Vernachlässigung wird eine Läsion im Bereich des rechten inferioren Parietallappens angesehen. Neglect wird aber auch nach rechtshemisphärischen Läsionen des Frontallappens, des cingulären Cortex und der subcorticalen thalamo-reticulären Regionen beobachtet (Birbaumer & Schmidt, 1991; Sturm et al., 1997). Posner, Walker, Friedrich & Rafal (1987) haben sich intensiv mit der Frage des Einflusses des posterioren Parietallappens auf die Aufmerksamkeitsaktivierung beschäftigt. Die Ergebnisse klinischer Beobachtungen zeigen, dass der posteriore Parietallappen eine spezifische Rolle im Bereich der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit einnimmt (Posner, Walker, Friedrich & Rafal, 1987).

Klinische Beobachtungen und Symptomatik

Visuell-räumlicher Neglect kann mit leichten Bedside-Tests diagnostiziert werden. Diese sind z.B.: Durchstreiche-Test, Linien-halbieren Test (line-bisection), Abmalen/Kopieren eines Objekts (Uhren, Häuser, Katzen), das Vorstellen von bekannten Plätzen und beschreiben derselben oder das Lesen einzelner Wörter (Heilman, Valenstein & Watson in Halligan & Marshall, 1994). In Untersuchungen mit Neglect-Patienten finden sich Zeichnungen, bei denen ganze Teile der kontraläsionalen Seite fehlen oder nur grob vorhanden sind. Oder aber die Patienten lassen bei Durchstreichaufgaben einen großen Teil, je nach Ausprägungsgrad des Neglect, auf der kontraläsionalen Seite unbeachtet. Bei der Linienhalbierungsaufgabe äußert sich ein linksseitiger Neglect in der Verlagerung der Halbierung nach rechts (Karnath in Hartje & Poeck, 1997). Beim

Lesen von Wörtern fällt auf, dass Patienten mit rechtshemisphärischer Schädigung Anfangsbuchstaben weglassen, oder sie ersetzen sie mit anderen, erdachten Buchstaben, damit das Wort einen Sinn ergibt (Halligan, & Marshall, 1993). Bei differenzierterem Betrachten des visuellen Neglect mit Hilfe der oben genannten Untersuchungen fällt auf, dass die gemachten Beobachtungen mit der Bezeichnung der visuellen Explorationsasymmetrie beschrieben werden können. Die Patienten explorieren fast ausschließlich den ipsiläsionalen Raum.

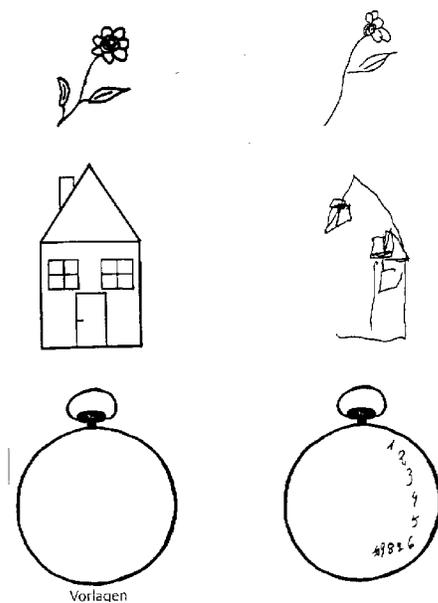


Abb. 1.1: Ergebnis des Versuchs eines Patienten mit linksseitigem Neglect (ohne Hemianopsie) die Vorlagen zu kopieren, sowie die Stundenzahlen in ein vorgegebenes Zifferblatt einzuzeichnen; Darstellung aus Hartje & Poeck 1997.

Bei der Beurteilung der Neglect-Symptomatik bei Hirngeschädigten wird meist implizit angenommen, dass gesunde Personen keine Asymmetrien im entsprechenden Verhalten aufweisen. Dies scheint aber beim visuellen Explorationsverhalten nicht der Fall zu sein. Darauf wird im Kapitel "Stand der Forschung" näher eingegangen. Zuvor werden verschiedene Modelle und Theorien zur Hemisphärenasymmetrie und der daraus resultierenden Explorationsasymmetrie bei unilateralen Hirnläsionen vorgestellt, die zum

weiteren Verständnis und zur Erklärung der visuellen Explorationsasymmetrien bei Gesunden dienen sollen.

Stand der Forschung

Theorien zu Vernachlässigungsphänomenen

Um die Auftretensasymmetrie der Neglectsymptomatik zu erklären, werden die Mechanismen der Aufmerksamkeit oder Erregung herangezogen, die überwiegend rechts lateralisiert kontrolliert werden. Eine Möglichkeit die asymmetrische Vorkommensinzidenz (häufigere Neglectsymptomatik nach rechtshemisphärischen Läsionen als nach linkshemisphärischen) zu begründen, besteht in der Annahme, dass die rechte Hemisphäre räumliche Orientierungen besser verarbeitet und die linke Hemisphäre ohne die rechte Hemisphäre, räumliche Beziehungen nicht oder sehr schlecht herstellen kann (Springer & Deutsch, 1998). Nachdem klinische und experimentelle Daten aus den letzten Jahren zeigten, dass Neglect nicht auf Störungen der sensorischen Informationsaufnahme, -ansammlung und -weiterleitung (Gainotti, 1993), bzw. nicht auf die Beeinträchtigung elementarer senso-motorischer Prozesse (Vallar, in Robertson & Marshall, 1993) reduziert werden kann, bleiben immer noch Aufmerksamkeits- und Repräsentationsansätze, die kontrovers diskutiert werden.

Grundsätzliche Unterschiede diverser Erklärungsansätze lassen sich in drei Modellklassen einteilen. Dabei handelt es sich nach Karnath um die Bereiche Aufmerksamkeit, Repräsentation und Transformation (Karnath in Hartje & Poeck, 1997). Ausgehend vom Aufmerksamkeitsmodell gibt es vier Hypothesen, die die Aufmerksamkeitsstörung im Zusammenhang mit Neglect erklären könnten:

- a) Unfähigkeit des Loslösens von einem Stimulus auf der ipsiläsionalen Seite,
- b) Aufmerksamkeitsneigung zur ipsiläsionalen Seite,
- c) Kontralaterale räumliche Unaufmerksamkeit,
- d) Eingeschränkte Aufmerksamkeitskapazität (Heilman, 1993).

Auch Mattingley, Bradshaw, Bradshaw, J. A. und Nettleton, N. (1994) kommen zu der Annahme eines Multikomponenten Modells für Neglect. Dieses Modell geht von (mindestens) drei Komponenten aus:

- a) Beeinträchtigung der Lösung der Aufmerksamkeit zur ipsiläsionalen Seite und Reorientierung der Aufmerksamkeit zu Stimuli der kontraläsionalen Seite,
- b) Initiale, automatische Orientierung der Aufmerksamkeit zur ipsiläsionalen Seite und
- c) Generelle Minderung der Kapazität des Aufmerksamkeitsprozesses.

Wie sich zeigt, gehen diese Modellannahmen teilweise von gleichen Komponenten aus. Gainotti, D'Erme und Bartolomeo (1991) kommen nach ihren Untersuchungsergebnissen zu dem Schluss, dass "hemi-neglect" ein Multi-Komponenten Syndrom ist, mit einer anfänglichen Orientierung der Aufmerksamkeit in ipsiläsionaler Richtung als erste Komponente. Alle Multikomponenten Modelle beinhalten eine initiale Aufmerksamkeitswendung in die ipsiläsionale Richtung. In der vorliegenden Arbeit wird angenommen, dass diese Komponente beim Gesunden durch eine initiale Linkswendigkeit der visuellen Exploration zum Ausdruck kommt.

Aufmerksamkeitstheorien

Störung des "Disengagement" (Posner)

Posner (Posner, Walker, Friedrich, Rafal, 1987) geht von einer Störung des LoslöSENS der Aufmerksamkeit vom Stimulus aus, um die Aufmerksamkeit dann in die kontraläsionale Richtung zu orientieren (Karnath in Hartje & Poeck, 1997). Neglect ist also nach Posner et al. zurückzuführen auf eine Störung des Lösens der Aufmerksamkeit vom momentanen Stimulus. Desweiteren nehmen die Autoren an, dass die Orientierung der visuellen Aufmerksamkeit aus drei aufeinander folgenden mentalen Aktionen besteht:

- 1) loslösen vom aktuellen Stimulus (disengagement),
- 2) bewegen/ umorientieren auf anderen Stimulus (move) und
- 3) sich beschäftigen mit einem neuem Stimulus (engagement) (Gainotti, D'Erme & Bartolomeo, 1991).

Das Modell von Posner et al. kann nur als ein Teil des Verhaltens bei Neglect gesehen werden. Neglect kann mit “early automatic orienting of attention” zur ipsiläsionalen Seite charakterisiert werden, und das Loslösen wäre dann nur ein Aspekt dieser komplexen Störung (Mattingly, Bradshaw, Bradshaw & Nettleton, 1994). Auch Kinsbourne (1993) kritisiert die vereinfachte Darstellung der Bewegung der Aufmerksamkeit von einem Stimulus zum anderen als ein “Defizit des Loslösens”. Nach Kinsbourne ist die Schwierigkeit des Loslösens der Aufmerksamkeit nicht einfach nur beeinflusst durch die Richtung in die die Lenkung beabsichtigt ist, sondern, sie wird durch das Ungleichgewicht der Prozessoren verursacht (Kapitel 2.1.1.2).

“Orientational bias model of unilateral neglect” (Kinsbourne)

Kinsbourne (1987; Robertson & Marshall, 1993) geht bei einem unilateralen Neglect von einer Störung aus, die auf einem “Zusammenbruch” der Interaktion zwischen den beiden Hemisphären beruht, die die Kontrolle über den Richtungswechsel der Aufmerksamkeit haben. Unilateraler Neglect entsteht nach seiner Theorie durch eine Verzerrung der lateralen Aufmerksamkeit (“bias in lateral attention”), nicht durch einen Aufmerksamkeitsmangel. Kinsbourne (1987) geht von zwei antagonistische Vektoren (bzw. Prozessoren) aus, die die Aufmerksamkeit jeweils in die kontralaterale Richtung lenken. Das bedeutet, der rechtswendige Vektor geht von der linken Hemisphäre aus und lenkt die Aufmerksamkeit zur rechten Seite. Umgekehrt heißt dies, dass die rechte Hemisphäre einen Vektor unterhält, der die Aufmerksamkeit zur linken Seite lenkt. Außerdem nimmt Kinsbourne an, dass die beiden Vektoren jeweils hemmend auf den gegensätzliche Vektor, bzw. die gegensätzliche Hemisphärenaktivierung wirken. Unilateraler Neglect resultiert aus einem Ungleichgewicht der antagonistischen Prozesse. Die unbeschädigte Hemisphäre ist ungehemmt und verzerrt die Aufmerksamkeit in die kontralaterale Seite. Sie ist jetzt hyperaktiv, im Vergleich zur geschädigten Hemisphäre, die eine Hypoaktivität aufweist.

Nach Kinsbourne sind die Richtungstendenzen der Hemisphären gegensätzlich, aber nicht gleich stark, bzw. nicht gleich potent verteilt. Die linke Hemisphäre hat ein Übergewicht in Richtung der rechten Seite hin. Er geht von der Annahme einer stärkeren rechtswendigen als linkswendigen Orientierungstendenz im Gesunden aus (Kinsbourne, 1987). Die Hypothese der "Allgemeinen Rechtswendigkeit" stellt eine gewisse Inkonsequenz in der Anwendung der eigenen Theorie dar. Welcher Richtungsvektor überwiegt, hängt gerade von den aktuellen Aktivierungsverhältnissen ab. Gainotti, D'Erme und Bartolomeo (1991) berichten, dass diese Art der Asymmetrie nur sehr "subtil" zu beobachten ist. Sie fanden in ihren Untersuchungen gegensätzliche Resultate. Gesunde (der Kontrollgruppe) zeigten erste Aufmerksamkeitswendungen in entgegengesetzter Richtung wie Kinsbourne's Theorie vorhersagen würde. Auch andere Autoren berichten von Ergebnissen die konsistent mit denen von Gainotti, D'Erme und Bartolomeo sind: Suchaktivitäten bei Gesunden beginnen auf der linken Seite. Visuelle Explorationsuntersuchungen mit Gesunden werden in Kap.2.2 ausführlich beschrieben.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Kinsbourne's Theorie ist die Annahme, dass die Hemisphärenaktivierung verantwortlich ist für die räumliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit. Durch eine stärkere Aktivierung einer Hemisphäre wird eine Verlagerung der Aufmerksamkeit in die kontralaterale Seite bewirkt (Kinsbourne, 1987). Wird einer Person bestimmtes Material dargeboten, wird die Hemisphäre aktiviert (priming), die auf diese Art der Aufgaben spezialisiert ist (Springer & Deutsch, 1998). Kinsbourne weist bei erhöhter Aktivierung der linken Hemisphäre, die durch verbale Aktivität hervorgerufen werden könnte, auf einen verstärkten linksseitigen Neglect (bei Patienten mit rechtshemisphärischer Läsion) hin (Kinsbourne in Halligan & Marshall, 1994). Die entstandene größere Asymmetrie der Aktivierung verursache dann einen stärkeren Neglect.

Netzwerkmodell (Heilman)

Ein weiterer wichtiger Vertreter von Erklärungsansätzen im Bereich der Aufmerksamkeitstheorien ist Kenneth M. Heilman (1993). Nach Heilman & Van Den Abell (1980) ist jede Hemisphäre mit einem Aufmerksamkeitssystem ausgestattet. Dieses neuronale Netzwerk, das die Ausrichtung der Aufmerksamkeit steuert, stellt eine Verbindung in Form einer Schleife dar. Die Autoren sprechen von einer komplexen reticulo-thalamo-cortico-limbischen Schleife. Heilman (1993) nimmt weiterhin an, dass diese neuronalen Netzwerke beider Hemisphären die Aufmerksamkeit in den und zum kontralateralen Raum hin lenken. Die rechte Hemisphäre richtet die Aufmerksamkeit zusätzlich in und zum ipsilateralen Raum hin (Heilman, 1993). Hierbei wird nicht von einer scharfen Markierung in der mediansagittalen Ebene des Körpers ausgegangen, die den Raum in kontra und ipsilateral trennt. Vielmehr spricht Heilman von einer räumlichen "Aufmerksamkeitssteigerung oder -abstufung". Die linkshemisphärische Steigung wird größer als die rechtshemisphärische Steigung, je näher sie dem ipsilateralen Raum kommt und umgekehrt.

Ergebnisse aus Untersuchungen mit Gesunden (Heilman et al. 1980) belegen, dass die rechte Hemisphäre eine dominante Rolle für die Aufmerksamkeit spielt. Mit Hilfe von EEG-Ableitungen konnten die Autoren zeigen, dass die linke Hemisphäre Desynchronisationen des Alpha-Rhythmus bei rechtsseitig dargebotenen Stimuli im EEG aufwies, während die rechte Hemisphäre Desynchronisationen bei linksseitig und rechtsseitig dargebotenen Stimuli aufzeigte. Diese Hypothese der gestuften Aufmerksamkeitsasymmetrie (Heilman, 1993) erklärt, warum kontralaterale "Unaufmerksamkeit" öfter im Zusammenhang mit rechts - als mit links-hemisphärischen Läsionen auftritt. Ist die linke Hemisphäre beschädigt, ist Neglectsymptomatik eher unwahrscheinlich, da die rechte Hemisphäre die Aufmerksamkeit auch in den ipsilateralen Raum richten kann. Bei rechtsseitiger Schädigung bleibt nur noch die eingeschränkte Aufmerksamkeitslenkung der linken Hemisphäre nach rechts, in den

kontralateralen Raum. Nach Heilman (1993) ist jede Hemisphäre nicht nur für die Aufmerksamkeit lateralisiert dargebotener Stimuli zuständig, sondern auch für die Orientierung der Aufmerksamkeit zum kontralateralen Raum hin. Während die linke Hemisphäre die Aufmerksamkeit zur kontralateralen Seite hin lenkt, orientiert die rechte Hemisphäre die Aufmerksamkeit zu beiden Richtungen hin. Die Erhöhung des Aktivierungs- oder Erregungsniveaus des Cortex einer Hemisphäre durch die Stimulation des retikulären Aktivierungssystems des Mesencephalon (MRF: mesencephalic reticular formation) hat eine Orientierung der Aufmerksamkeit zur kontralateralen Seite zur Folge. Erregung ist ein physiologischer Zustand zur Vorbereitung auf folgende sensorische Prozesse (Heilman, 1993). Das bedeutet, die Aktivierung einer Hemisphäre führt zu kontralateraler Orientierung der Aufmerksamkeit.

Auch Kinsbourne (1987) geht bei Patienten mit rechtshemisphärischer Läsion von einer Verstärkung eines linksseitigen Neglect bei Erhöhung der linken Hemisphärenaktivität aus, die durch verbale Aktivitäten bewirkt werden könnte.

Transformation räumlicher Koordinaten (Karnath)

Karnath (Karnath in Halligan & Marshall, 1994) untersuchte, ob die verschiedenen Theorien von Kinsbourne und Posner als eine Kombination eines Multikomponenten Modells zur Erklärung der Vernachlässigung von Reizen herangezogen werden können. Er beobachtete eine Vernachlässigung der Reize durch einerseits eine initiale, spontane Hinwendung der Aufmerksamkeit zur ipsiläsionalen Seite hin und andererseits eine Beeinträchtigung der Fähigkeit des Loslösens vom momentanen Stimulus zur kontraläsionalen Seite hin (Karnath in Hartje & Poeck, 1997). Die initiale, spontane Orientierung zur ipsiläsionalen Seite wird durch ein Aktivitätsungleichgewicht (nach Kinsbourne), auf Grund unilateraler Schädigung verursacht, oder durch eine Störung der räumlichen Repräsentation durch Schädigung bestimmter Hirnareale (Karnath in Halligan & Marshall, 1994).

Repräsentationstheorien

Modellannahme nach Bisiach & Vallar

Bisiach und Vallar (1988) gehen von der Grundannahme aus, unilateralen Neglect als eine "...disorder of the conscious representation..." (zit. aus: Bisiach E. und Vallar G., 1988, S. 211) einer Seite des Körpers und auch des Raumes anzusehen. Jeder bewussten Wahrnehmung gehen mentale Repräsentationen sensorischer Eindrücke voraus. Eine Vielzahl von klinischen Beobachtungen zeigten unilateralen Neglect nicht nur bei der Exploration des Raumes und bei Verarbeitungsprozessen von lateralisierten Stimuli, sondern auch als Erscheinung bei Patienten, die eine Beschreibung eines mentalen Bildes aus früherer Erinnerung abgeben sollten. Bisiach und Luzatti (1978, in Kandel, Schwartz & Jessell, 1996) führten ein richtungsweisendes Experiment bei Neglectpatienten mit rechtsseitiger parietaler Hirnschädigung durch. Patienten aus Mailand wurden aufgefordert, sich den Piazza del Duomo aus zwei sich räumlich gegenüberliegenden Perspektiven vorzustellen. Aus der Erinnerung sollten sie nun die wichtigsten Gebäude benennen. Die Patienten konnten immer nur die Gebäude auf der rechten Seite des Platzes beschreiben, egal, wo sie sich vorstellten zu stehen. Daraus folgten die Autoren, dass die Patienten zwar den ganzen Platz im Gedächtnis hatten, aber sie unter mangelndem Zugriff auf die Gedächtnisinhalte der kontraläsionalen Seite litten. Das Erinnerungsvermögen selbst ist nicht verloren, sondern es ist eine Vernachlässigung in der mentalen Vorstellung des Raumes zu finden. Das Fehlen der mentalen Repräsentation bedingt also einen Neglect von kontralateral dargestellten Reizen (Karnath in Hartje & Poeck, 1997).

Marshall, Halligan & Robertson (in Robertson & Marshall, 1993) führten ähnliche Untersuchungen durch und fanden die gleichen Ergebnisse. Die

Gedächtnisinhalte scheinen vorhanden zu sein, jedoch der Zugriff auf diese nicht möglich.

Störung des räumlichen Bewusstseins (Berti & Rizzolatti)

Die Autoren Berti und Rizzolatti (1994) gehen von einer Theorie aus, deren Grundannahme besagt, dass Neglect eine Unordnung des räumlichen Bewusstseins ist. Nach dieser Theorie hängt das räumliche Bewusstsein vom Zusammenwirken verschiedener corticaler und subcorticaler Hirnstrukturen ab, die eine innere Repräsentation des Aussenraumes darstellen. Verschiedene Bereiche des Aussenraumes werden in einem System unterschiedlicher Hirnstrukturen repräsentiert. Diese sind für die zusammenhängenden Aktivitäten sensorischer Information und motorischer Aktion zuständig. Läsionen einzelner oder mehrerer dieser Strukturen verursachen demnach eine Störung des räumlichen Bewusstseins (Ausfall der neuronalen Repräsentation bestimmter Bereiche des Aussenraumes), was als Vernachlässigungssymptomatik, bzw. Neglect beobachtet und bezeichnet werden kann (Berti & Rizzolatti, 1994).

Visuelle Explorationsasymmetrie

Im Folgenden werden nur Untersuchungen beschrieben, die sich, wie die durchgeführte Untersuchung, mit visuellen Explorationen am bewegten Auge beschäftigen. Denn nach Gainotti (1993) existiert eine enge, aber asymmetrische Beziehung zwischen Augenbewegungen und der Verlagerung der Aufmerksamkeit. Es ist möglich, die Aufmerksamkeit zu verlagern ohne Augenbewegungen, also bei fixiertem Auge. Aber, es ist nicht möglich, Augenbewegungen durchzuführen ohne den Focus der Aufmerksamkeit in die gleiche Richtung zu bewegen. Vereinfacht dargestellt bedeutet das: bei fixiertem Auge kann die Aufmerksamkeit abweichen, während bei bewegtem Auge die Aufmerksamkeit mit dem Auge in die gleiche Richtung geht.

Rechtshemisphärische Dominanz für Augenbewegungen

Untersuchung an Patienten

Meador, Loring, Lee, Brooks, Nichols, Thompson E.E., Thompson W.O., Heilman (1989) untersuchten an 90 Epilepsiepatienten die links-rechts Asymmetrie des Blick-Mechanismus unter der Wirkung von Natriumamytal während des WADA-Tests. Patienten, die für Sprache linkslateralisiert waren, zeigten häufigeres und stärkeres Auftreten von ipsiversiven Augenabweichungen bei rechtshemisphärischer Injektion als bei linkshemisphärischer Injektion. Patienten mit Indifferenzen der Handbevorzugung und der bilateralen Sprachlateralisation zeigten keine Differenzen im Auftreten von Augenabweichungen. Diese Ergebnisse sprechen für eine Dominanz der rechten Hemisphäre bei der Aufmerksamkeitsaktivierung, die bei Verlust (lokale Narkotisierung) eine wesentlich stärkere Ipsiversion der Augen hervorruft (Meador et al., 1989).

Untersuchung an Gesunden

Gitelman, Alpert, Kosslyn, Daffner, Scinto, Thompson, Mesulam (1996) untersuchten acht gesunde, männliche, rechtshändige (nach Edinburgh Handedness Inventory) Probanden in Bezug auf die motorische Exploration der spatialen Aufmerksamkeit unter Gebrauch der PET (Positronen-Emissions-Tomographie). Die Aufgabe bestand darin, eine Exploration einer nicht-visuellen Aufgabe unter Benutzung der rechten Hand in der rechten Raumhälfte durchzuführen. Alle Probanden führten die Kontrollbedingung (nicht-explorativ - instruierte Bewegungen) und die Aktivbedingung (Explorationsbedingung) durch. Die Ergebnisse zeigten die Aktivierung (während motorischer Explorationen) eines Netzwerkes das aus drei corticalen Regionen, dem prämotorischen, dem

posterior parietalen und dem cingulären Cortex besteht. Alle Areale die aktiviert wurden, liegen in der rechten Hemisphäre, also ipsilateral zur Hand, die benutzt und zum Halbfeld indem exploriert wurde. Diese Ergebnisse sind konform mit dem vorab angenommenen rechtshemisphärischen Dominanzmodell für motorische Explorationen bei spatialen Aufmerksamkeitsaufgaben. Das Dominanzmodell der rechten Hemisphäre geht davon aus, dass die rechte Hemisphäre durch Aufmerksamkeitsaufgaben aktiviert wird, die in beide Halbfelder gerichtet sind, während die linke Hemisphäre nur aktiviert wird, wenn Aufmerksamkeitsaufgaben ins kontralaterale rechte Halbfeld gerichtet sind. Die rechte Hemisphäre zeigt nach den Ergebnissen von Gitelman et al. eine Dominanz für spatiale Aufmerksamkeit.

Auch Heilman und Van Den Abell (1980) kamen auf Grund ihrer Untersuchungen an 12 gesunden Rechtshändern zu dem gleichen Ergebnis wie Gitelman et al.. Heilman & Abell fanden eine links-rechts Asymmetrie bei gesunden Probanden. Unter Aufzeichnung des EEG wurden den Probanden lateralisierte visuelle Stimuli dargeboten. Das EEG zeigte gleiche Desynchronisationen im rechten Parietallappen für rechts und links lateralisiert dargebotene visuelle Stimuli, während Desynchronisationen im linken Parietallappen hauptsächlich nur bei rechts lateralisierten Stimuli auftraten. Diese Daten unterstützten ihre Hypothese der Dominanz der rechten Hemisphäre für Aufmerksamkeit.

Sturm W. et al. (1997) berichten über eine Untersuchung, nach deren Ergebnisse frontale Netzwerke der rechten Hemisphäre eine besondere Rolle bei der Kontrolle hirnstamminduzierter Aufmerksamkeitsaktivierung einnehmen. Die Autoren untersuchten an 15 gesunden Versuchspersonen die tonische Aufmerksamkeitsaktivierung (einfache visuelle Reaktionszeitaufgabe) mit Hilfe einer O-PET- Aktivierung. Eine Reaktionstaste sollte mit der rechten Hand betätigt werden, nachdem ein weißer Lichtpunkt in einem zentralen Fixationspunkt erschien. Die Kontrollbedingung war das passive Betrachten des Fixationspunktes und eine kombinierte sensorisch-motorische Kontrollbedingung.

Eine frontale Aktivierung im vorderen Abschnitt des Gyrus cinguli und im Marklager der rechten Hemisphäre war zu erkennen.

Lateral eyemovement Untersuchungen an Gesunden

Day und Bakan (Springer & Deutsch, 1987) beobachteten und untersuchten Patienten, die während der Beantwortung von Fragen beständig nach rechts oder links schauten. Day nahm an, dass diese seitlichen oder lateralisierten Augenbewegungen (LEMs: lateral eye movements) mit Persönlichkeitsmerkmalen zusammenhängen könnten. Bakan vermutete dagegen, dass die Augenbewegungen durch die asymmetrische Hemisphärenaktivierung beeinflusst werden. Bakan geht davon aus, dass kognitive Fähigkeiten in einer bestimmten Hemisphäre bearbeitet werden, und daher Augenbewegungen in die kontralaterale Richtung auslösen. Er begründet diese Annahme mit der bereits untersuchten Tatsache, dass Zentren im Frontallappen einer Seite Augenbewegungen in die kontralaterale Richtung kontrollieren (Springer & Deutsch, 1987). Bei "Links-Blickern" dominiert die rechte Hemisphäre, bei "Rechts-Blickern" die linke Hemisphäre. Spätere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Frage des Einflusses der "Art der Fragen" die gestellt wurden, um LEMs zu verursachen. Hier unterschied man zwischen Fragen, die sich mit der Sprache, der verbalen Verarbeitung beschäftigten, und Fragen, die eine räumliche Verarbeitung erforderten. Der prognostizierte Zusammenhang zwischen der Art der Frage und der LEM zeigte sich in vielen Untersuchungen. "Sprachliche Fragen", wie Sprichwörter deuten, Wörter buchstabieren oder Definitionen abgeben, bewirkten insgesamt mehr LEMs nach rechts, während "visuelle, räumliche Fragen", wie Vorstellen der Ecken eines Würfels mehr LEMs nach links bewirkten. Andere Autoren kritisierten die Befunde und untersuchten die experimentelle Situationen, die einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse haben könnten. Verfahrenstechnische Einflüsse, wie die Position des Versuchsleiter, führten zu

teilweise nicht konformen Ergebnisse. Daher waren die LEM-Untersuchungen mit Vorsicht zu interpretieren. Ein wichtiger Faktor im Bereich dieser Untersuchungen ist die Standardisierung der Tests, die reliablere und valide Ergebnisse und deren Interpretation zulassen würden. Die Aufgaben in den Untersuchungen waren vage gestellt, sodass unter Umständen nicht erwünschte Einflussfaktoren eine Rolle bei den Augenbewegungen gespielt haben könnten.

Linkswendigkeit bei Gesunden (Pseudoneglect)

Viele Untersuchungen im Bereich der Explorationsasymmetrie (Pseudoneglect) von Gesunden befassen sich mit dem "line-bisection-task" (Linien-halbieren Test). Dieser Test eignet sich gut für Explorationsuntersuchungen im Zusammenhang mit visueller Aufmerksamkeit, da das Linien-Material sehr homogen ist und es daher zu keiner Lenkung der Aufmerksamkeit auf Grund spezifischer visueller Reize oder Pop-outs kommt. Bowers und Heilman (1980) untersuchten 24 gesunde rechtshändige Probanden. Das Ziel der Untersuchung war es festzustellen, welche Modellannahme den taktilen Lateralitätseffekten zugrundeliegt. Die Probanden sollten mit verbundenen Augen verschieden lange Holzstöcke (Linien) taktil halbieren, sowohl mit der linken Hand als auch mit der rechten Hand (mit dem Finger ertasten). Die Stöckchen lagen entweder auf der Körpermittellinie vor dem Probanden, oder rechts oder links von der Körpermittellinie. Die Ergebnisse zeigten, dass das Halbieren in der linken Raumhälfte (links der Körpermittellinie) viel genauer ausgeführt wurde als in der Mittellinie und der rechten Raumhälfte. Wurde die linke Hand benutzt, war das Halbieren genauer in der linken Raumhälfte als in der rechten und der Mittellinie. Auch bei Gebrauch der rechten Hand waren die Halbierungen genauer in der linken Raumhälfte als in der rechten und Mittellinie. Dies spricht dafür, dass Linien-Halbieren in der linken Raumhälfte genauer ausgeführt wurde als in der rechten, ohne Unterschiede in der Benutzung der Hand. Eine wichtige Beobachtung innerhalb der Untersuchung betrifft die Bedeutung der gemachten

Fehler (Fehleinschätzungen der Mitte der Linien) von den gesunden Probanden. War die Aufgabe die Halbierung der Linien auf der Körpermittellinie oder in der rechten Raumhälfte, so waren die gemachten Fehleinschätzungen konsistent und signifikant nach links verlagert, egal, welche Hand gebraucht wurde. Die Autoren sprechen in diesem Fall, bei "Linksseitigen Fehlern" von Gesunden, von einem Pseudoneglect. Gesunde Probanden zeigten eine Wendigkeit nach links.

Pseudoneglect wird auch von den Autoren Bradshaw, Nettleton, Nathan, Wilson (1985) in ihrer Untersuchung zur visuellen Exploration im Linien-Halbieren Test beobachtet. 24 gesunde rechtshändige Probanden sollten die Mitte der ungleich langen Linien zeigen, die auf einem Blatt randomisiert verteilt waren. 22 Probanden zeigten eine linksseitig verlagerte Halbierung der Linien. Dieser Effekt war hochsignifikant. Daraus schlossen die Autoren, dass gesunde Personen eine Asymmetrie im visuellen Explorieren bei Linien-Halbieren Tests aufzeigen. Bradshaw et al. sprechen in diesem Zusammenhang auch von Pseudoneglect oder von "left-side underestimation", die bei Gesunden auftritt (Linkswendigkeit). Umgekehrt zu den Ergebnissen zum Linien halbieren bei rechtshemisphärisch läsierten Neglect Patienten.

Weitere Beobachtungen zu visuellen Explorationen bei Gesunden finden sich in Untersuchungen von Gainotti, D'Erme und Bartolomeo (1991). In der Kontrollgruppe zeigten sich beim "overlapping figures test", dass gesunde Probanden signifikant häufiger zuerst Figuren auf der linken Seite identifizierten (umgekehrt zu den Patienten mit rechtsseitiger Hirnläsion). Die Autoren verweisen auch auf Ergebnisse andere Wissenschaftler, mit deren Ergebnisse ihre Beobachtungen konsistent sind. Auch diese untersuchten visuelle Explorationen bei Gesunden mit unterschiedlichsten Methoden und fanden die gleich bleibende Tendenz, dass die erste visuelle Exploration auf der linken Seite eines Displays liegt (Gainotti et al., 1991).

Die initiale visuelle Explorationsasymmetrie (IVEA)

Um das häufig beobachtete klinische Syndrom der visuellen Explorationsasymmetrie bei Patienten mit Hirnläsionen und bei gesunden Personen valider erfassen zu können als mit bisherigen Tests, die auch immer eine motorische Aktivität mit erhoben, wurde ein neues Verfahren "IVEA" (Initiale Visuelle Explorationsasymmetrie) von Hättig (1992) entwickelt (detaillierte Beschreibung der Untersuchung siehe auch Kap. "Methoden"). In diesem neuen Verfahren zur Erfassung der spontanen initialen Seitenbevorzugung bei visuellen Explorationen, zeigte sich an gesunden Probanden in verschiedenen Experimenten mit dem gleichen Textur-Material bei Dia-Projektionen konstant eine signifikante Linkswendigkeit (Hättig, 1992, Mirdel, 1989, Ehret, 1989). Zur besseren Handhabung des Experiments wurde von Th. Trottenberg ein PC-Darbietungsprogramm entwickelt, welches es erlaubte die gleichen Texturen auch auf dem Bildschirm darzubieten. Zusätzlich wurde eine psychologische Fixationskontrolle eingeführt, die darin bestand, dass der Proband bei Präsentation einer Textur zunächst in der Mitte der Textur ein Zielelement erfassen und benennen musste. Erst danach durfte er mit der visuellen Exploration der Peripherie beginnen. Da das zentrale Zielelement nur für den Bruchteil einer Sekunde zu sehen war, stellte dieses Verfahren sicher, dass vor jeder Exploration sich die Augen tatsächlich in der Mitte der Textur befanden. In einer nachfolgenden Untersuchung von Müller 1996, stellte diese jedoch fest, dass an Stelle der erwarteten Linkswendigkeit bei der Aufgabe sich nun eine Rechtswendigkeit einstellte. Als Ursache für die vermehrte Rechtswendigkeit bei der Bildschirmaufgabe (mit Zentralelement) kommen zwei Faktoren in Frage:

a) Verbale Aktivität:

Der Ablauf des Explorationsversuches mit Fixationskontrolle erforderte eine schnelle visuelle Erfassung und **Verbalisierung** des zentralen Zielelementes, danach erst das Suchen eines peripheren Zielelementes. Dieser Prozess involviert die verbale Benennung des Zentralelementes vor Beginn des Suchprozesses in der Peripherie, der bei linksseitig sprachdominanten Personen

zu einer linkshemisphärischen Aktivierungssteigerung und deshalb zu einer Rechtswendigkeit der Aufmerksamkeit und der visuellen Exploration führt. Die Verstärkung einer Rechtswendigkeit bei visuellen Explorationen nach Verbalisierung war auch schon in einem Experiment mit Dia-Projektionen an der Wand von Hättig 1992 beobachtet worden. Da war vor der Exploration eine zentrale Zahl in der Mitte der Textur zu benennen.

b) Abstand zu der zu explorierenden Textur:

Mit der Übertragung der Explorationsaufgabe auf einen Bildschirm wurde der Abstand der zu explorierenden Textur drastisch vermindert. Lag die zu explorierende Oberfläche bei Dia-Projektion an der Wand, außerhalb des Greifraumes (ca. 3 Meter), liegt der Bildschirm nun innerhalb der mit der Hand erreichbaren Sphäre (0.6 Meter). Die initiale Linkswendigkeit der Exploration (ohne verbale Aktivierung) bei gesunden Probanden wird von Hättig (1992) als komplementär zur Rechtswendigkeit der Exploration bei einem Neglectsyndrom betrachtet. Auch für das differenzielle Explorationsverhalten im nahen peripersonalen und im entfernten extrapersonalen Bereich gibt es klinische Beobachtungen (Bisiach et al., 1986, Halligan & Marshall, 1991). Um den Einfluss der Darbietungsentfernung zu kontrollieren, wurden in der vorliegenden Untersuchung die identischen visuellen Explorationen sowohl am Bildschirm (peripersonaler Raum, 0,75 Meter), als auch in 4,65 Meter Entfernung (extrapersonaler Raum, mittels Video-Beamer) dargeboten.

Entfernung und Exploration

Untersuchung an Patienten

Untersuchungen von Bisiach, Perani, Vallar & Berti (1986) beschäftigten sich mit der Erfassung von Neglect im personalen und im extrapersonalen Raum bei 97 Patienten mit rechtshemisphärischen Läsionen. Hauptaspekte waren die Auftretenshäufigkeit der beiden Aspekte von Neglect und die Zusammenhänge der Beiden, sowie die Interaktion mit anderen neurologischen Störungen. Die

Ergebnisse sprachen nicht für ein einheitliches Modell der spatialen Ausrichtung des Neglect, was als personale versus extrapersonale Dichotomie betrachtet werden kann. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die Lokalisation der Läsion in Zusammenhang mit der Art des Neglect, personal oder extrapersonal, gebracht. Läsionen in Areal 8 (Bisiach, Perani, Vallar & Berti, 1986) führten zu einem Neglect, der sich auf die kontralaterale Seite des "fernen extrapersonalen Raumes" beschränkte. Während Läsionen des Areal 6 zu Neglect des kontralateralen "nahen personalen Raumes" führte. Diese Resultate sind laut Autoren konsistent mit einer Menge von anderen neurophysiologischen Daten, die besagen, dass Areal 8 und Areal 7a für die visuelle Exploration der Augenbewegungen im "fernen extrapersonalen Raum" zuständig sind und Areal 6 und 7 b in die Exploration im peripersonalen Raum involviert sind.

Halligan und Marshall (1991) berichten von der allgemein gültigen Auffassung, dass es unter den vielen visuellen Arealen des menschlichen Gehirns eine "spatiale Karte" für den nahen, peripersonalen Raum gibt und eine "spatiale Karte" für den fernen, extrapersonalen Raum. Befunde für diese Annahme der Teilung liegen durch Untersuchungen mit Affen vor. Unilaterale Abtragung von Areal 8 verursachte eine stärkere Unaufmerksamkeit für Objekte in kontralateralem fernen Raum, während die unilaterale Abtragung von Areal 6 eine Unaufmerksamkeit für Stimuli im kontralateralen nahen Raum verursachte. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte untersuchten die Autoren einen Patienten mit rechtshemisphärischem Insult. Die Untersuchung mit dem Linien-Halbieren Test wurde in mehreren Abstufungen durchgeführt, wobei sich nur in Stufe 1 und 2 signifikante Unterschiede in den Ergebnissen zeigten. In Stufe 1 sollte der Patient den Test "Linien halbieren" im peripersonalen Bereich durchführen. In 0,45 m Entfernung lag das Papier mit den randomisiert angeordneten Linien. In Stufe 2 sollte dieser Test im extrapersonalen Raum ausgeführt werden. Dazu wurde eine Tafel mit Linien in 2,44 m Entfernung aufgestellt. Der Patient zeigte die Mittelpunkte der Linien mit Hilfe eines Stockes. In der Platzierung der Mittelpunkte der Linien ergaben sich signifikante Unterschiede für den

peripersonalen und extrapersonalen Raum. Die Ergebnisse zeigten linksseitigen visuellen Neglect im peripersonalen Bereich, aber minimalen oder keinen Neglect im extrapersonalen Bereich. Dies zeigt, dass linksseitiger visueller Neglect in peripersonalen Raum mit minimalem oder keinem Neglect im extrapersonalen Raum koexistieren kann. Daraus schließen die Autoren, dass bei diesen Patienten die relativ gute Erhaltung des frontalen Cortex (Areal 8) verantwortlich sein muss für die akkurate Ausführung der Aufgabe im extrapersonalen Raum.

Untersuchung an Gesunden

In einer Untersuchung an 83 gesunden Probanden konnte Hättig (1992) zeigen, dass sich bei der initialen visuellen Exploration in Serie A 63,7 % als signifikante Linksexplorierer darstellten. Serie A war eine Teiluntersuchung des Tests "IVEA" (initiale visuelle Explorationsasymmetrie) in der die Probanden im extrapersonalen Raum (ca. 3 Meter) visuell explorierten. Die zu explorierenden Texturen mit den Zielelementen wurden mit Hilfe eines PC's und Dia-Projektors an die Wand projiziert. Unter dieser Versuchsbedingung kam es zu keiner Fixationskontrolle durch Benennen einer zentralen Zahl (wurde in Serie B durchgeführt), es sollte nur ein Zielelement benannt werden. Zusätzlich zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Grad der Rechtshändigkeit und der Häufigkeit der Linksexplorationen. Patienten mit rechtsseitigen Läsionen zeigten signifikant mehr Rechtsexplorationen. Bei den Probanden die Serie B durchliefen (Benennung einer zentralen Zahl vor jeder Exploration), war eine erhöhte Häufigkeit von Rechtsexplorationen zu finden.

Fragestellungen und Hypothesen

Allgemeine Fragestellungen

1. Lässt sich die Ursache der, falls vorhandenen, Rechtswendigkeit bei IVEA Zentralvergleich näher aufklären ?
2. Besteht eine Interaktion zwischen der IVEA und den verbalen und figuralen KZG (Kurzzeitgedächtnis)-Massen? D.H., Personen, die besonders gute Ergebnisse im Bereich der Figuren KZG-Massen haben, explorieren die auch vorrangig links ?
3. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Linkswendigkeit und des Abstandes des Probanden von der Explorationsvorlage ?

Hypothesen

Hypothese, H₁1:

Die Linkswendigkeit beim initialen visuellen Explorieren im Fernbereich ist häufiger/ stärker als im Nahbereich.

Hypothese, H₀1:

Die Linkswendigkeit beim initialen visuellen Explorieren im Nahbereich und im Fernbereich ist gleich häufig/ stark.

Hypothese, H₁2:

Je stärker die verbale Encodierung ist, desto größer ist die linkshemisphärische Aktivierung. Dies bedeutet, desto größer ist die Häufigkeit der Rechtswendigkeit der IVEA.

Hypothese, H₀2:

Die Stärke der verbalen Encodierung hat keinen Einfluss auf die IVEA.

Hypothese, H₁3:

Bei Personen mit schlechterem verbalen KZG kommt es zu einer höheren Aktivierung der linken Hemisphäre bei Bedingung C (sehr starkes verbales encodieren) und führt daher zu einer stärkeren Rechtsexploration. Je schlechter das verbale KZG, desto stärker die Rechtswendigkeit der IVEA.

Hypothese, H₀3:

Ein schlechteres verbales KZG führt nicht zu höherer Aktivierung der linken Hemisphäre und daher auch nicht zu stärkerer Rechtsexploration.

Methoden

Überblick

In diesem Kapitel werden die Operationalisierung der aufgestellten Fragestellungen und Hypothesen dargestellt und verdeutlicht, wie und warum diese Untersuchungen durchgeführt wurden. In der Methodenbeschreibung wird der Versuchsplan, der Versuchsablauf und die Hypothesen detailliert beschrieben.

Initiale visuelle Explorationsasymmetrie (IVEA)

Zweck der Aufgabe "IVEA" ist die Erfassung der spontanen Seitenpräferenz bei visueller Exploration. Die IVEA-Test-Versionen die in dieser Untersuchung verwendet wurden, sind eine Abwandlung des Ursprungsparadigmas der von Hättig 1992 benutzten Grundversion einer Dia-Serie, die zur Erfassung des initialen visuellen Explorationsverhaltens diente. Dabei wurden textonidentische, aber unterschiedliche Figuren aus der Textonforschung von Julesz (1981/84) als Explorationsvorlagen verwendet. Diese Explorationsvorlagen, auch "Tapeten" oder "Texturen" genannt, beinhalten verschiedene Texturelemente. Diese sind zentrale Zielelemente (zZE) oder periphere Zielelemente (pZE) "OI" oder "IO", sowie zentrale Distraktorelemente (zDE) oder periphere Distraktorelemente (pDE), welche auch "Schlangen" genannt werden (siehe Abb. 3.2).

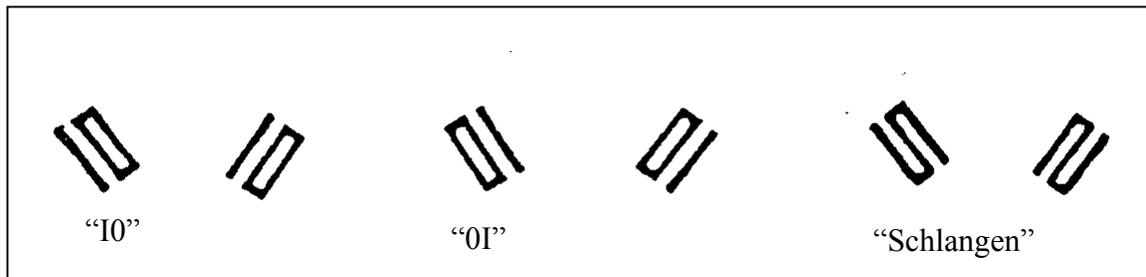


Abb. 3.1: Zielelemente "IO" und "OI" und Distraktorelement "Schlangen"

Es gibt Tapeten, die so gestaltet sind, dass sich die rechte und linke Seite in den pZE systematisch unterscheiden. Diese Tapeten sind die Testitems. Kontrollitems sehen so aus, dass sich die rechte und linke Seite in ihren pZE nicht unterscheiden, d.h. es befinden sich entweder nur "OI" oder nur "IO" Elemente auf der Tapete. Aus den Testitems lassen sich die initialen Seitenbevorzugungen durch Benennen des gefundenen Zielelementes bestimmen. Die Tapeten sind visuell homogen, es gibt keine "Pop-Outs" und die Probanden können diese unterschiedlichen Darbietungen allein mit dem präattentiven System nicht erkennen. In den Texturvorlagen kommen am Rand und in der Mitte keine Zielelemente vor. In der verbleibenden Fläche sind pro Seite 14 gleiche Zielelemente zwischen 40 Distraktorelementen randomisiert verteilt. Die Zusammenstellung der Kontrollitems und der Testitems, wie auch die Anzahl und die Reihenfolge des Erscheinens, ist identisch mit den von Müller (1996) benutzten Vorlagen. 24 Testitems und 6 Kontrollitems wurden präsentiert. Vor jeder Tapete wurde ein Stern in der Mitte des Bildschirm als Fixationspunkt dargeboten. Zu Beginn jeder Versuchsreihe wurden fünf Kontrollitems als Vorübung durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung gab es drei verschiedene Versuchsabläufe, A, B und C, die bei den gleichen Tapeten den Grad der verbalen Encodierung variierten, während der visuelle Inhalt bei allen Abläufen gleich blieb. Alle Probanden führten Bedingung A und eine der beiden anderen Bedingungen durch.

Die verbale Aktivierung wird in dieser Versuchsreihe in zwei Ausprägungen, erstens Verbalisieren (aussprechen) und zweitens Encodieren im KZG (Kurzzeitgedächtnis), variiert.

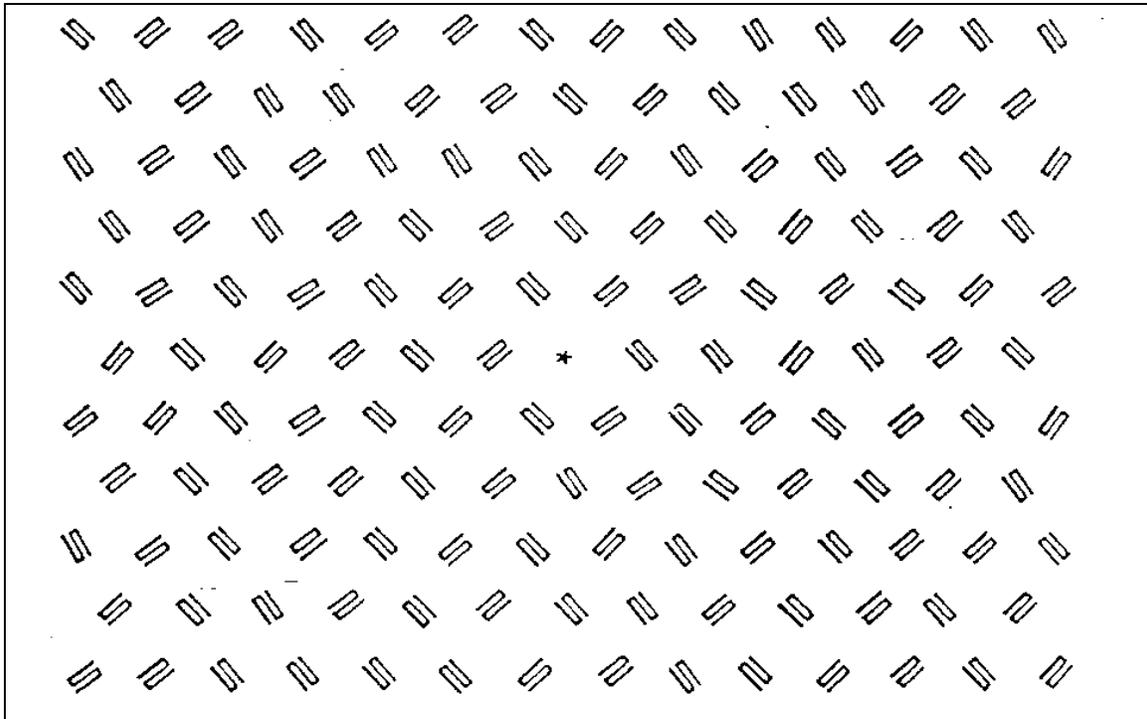


Abb. 3.2: Seitenungleiche Tapete mit peripheren Zielelementen und peripheren Distraktorelementen. Hier mit Stern im Zentrum, der bei der vorliegenden Arbeit zwischen den Tapeten erscheint; im Zentrum einer Tapete steht je nach Bedingung A, B oder C ein zDE oder ein zZE.

Bedingung A: ohne Verbalisierung/ ohne verbales KZG

Bedingung A ist das Ursprungsparadigma wie es bei Hättig 1992 dargestellt wurde. Innerhalb der nacheinander erscheinenden Tapeten soll in der Peripherie ein Zielelement "OI" oder "IO" gesucht und benannt werden. Ablauf A erfordert keine verbale Encodierung durch ein zentrales Zielelement. Vor den einzelnen Tapeten erscheint ein Stern zur Fixation. Es gab keine psychologische Fixationskontrolle durch Benennung einer Zahl im Zentrum und keinen zentralen Vergleich. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Probanden die Instruktion befolgten und vor jeder Tapeten den Stern fixierten.

Bedingung B: mit Verbalisierung/ ohne verbales KZG

Unter Bedingung B werden, wie bei Bedingung A, nacheinander Tapeten und dazwischen jeweils ein Stern zur Fixation gezeigt. Die Tapeten haben im Gegensatz zu den Tapeten der Bedingung A im Zentrum ein Zielelement, entweder "OI" oder "IO", welches benannt werden soll. Unter Bedingung B folgt an dieser Stelle einerseits eine psychologische Fixationskontrolle durch das Benennen dieser zentralen Figur innerhalb der Tapete und es kommt zu einer verbalen Aktivität. Danach soll, wie in Bedingung A ein weiteres Zielelement in der Peripherie gesucht und benannt werden. Der Proband muss zwei Zielelemente (ein zentrales und ein peripheres) erkennen und benennen.

Bedingung C: mit Verbalisierung/ mit verbalem KZG

Bedingung C gestaltet sich genau wie Bedingung B. Aber es muss ein weiterer, dritter kognitiver Arbeitsschritt angeschlossen werden. Der Proband muss nach der Benennung des zentralen Zielelements und der Benennung des peripheren Zielelements noch einen Vergleich anstellen. Er soll entscheiden, ob das zentrale Zielelement und das periphere Zielelement gleich oder unterschiedlich sind. Dies soll er mit der abschließenden Aussage "gleich" oder "ungleich" angeben. Das zZE der Tapete wird nach ca. 500 ms unkenntlich, zum Kästchen, sodass der Proband gezwungen ist es sich einzuprägen - zu encodieren, um den nachfolgenden Vergleich vornehmen zu können. Die visuelle Exploration erfolgt während er die verbale Encodierung des zZE im KZG hält.

Diese drei verschiedenen Paradigmen, bzw. die sich anschließenden Arbeitsschritte, stellen eine Steigerung der verbalen Aktivität von der ersten Stufe "nicht verbalisieren/nicht encodieren" über die zweite Stufe "verbalisieren" bis zur

höchsten, dritten Stufe der “Verbalisieren und erzwungene Encodierung” dar. Zur Auswertung kommt die Anzahl der Linksexplorationen und die Anzahl der Rechtsexplorationen in den verschiedenen Bedingungen bei beiden Durchgängen.

Die Variablen in der Datentabelle lauten:

$i1li$ = 1. Durchgang, Linksexplorationen; $i1re$ = 1. Durchgang, Rechtsexplorationen; $i2li$ = 2. Durchgang, Linksexplorationen; $i2re$ = 2. Durchgang, Rechtsexplorationen; $ibed1$ = Bedingung im 1. Durchgang; $ibed2$ = Bedingung im 2. Durchgang.

Versuchsplan / Versuchsdesign

Die 65 Versuchspersonen wurden in 5 Gruppen eingeteilt. Für die Untersuchungen der Bedingung “Nahbereich” wurden je 7 Probanden pro Gruppe eingeteilt und für die Untersuchungen der Bedingung “Fernbereich” ergaben sich pro Gruppe je 6 Probanden. Die verschiedenen Gruppen definieren sich wie folgt:

Gruppe 1 absolviert einmal die Bedingung A und einmal die Bedingung B;

Gruppe 2 absolviert einmal Bedingung A und einmal die Bedingung C;

Gruppe 3 absolviert einmal die Bedingung B und einmal die Bedingung A;

Gruppe 4 absolviert einmal die Bedingung C und einmal die Bedingung A;

Gruppe 5 absolviert zweimal die Bedingung A;

Die Bedingung A, B und C sind abgeänderte Varianten der IVEA von Hättig (1992), siehe Kapitel 2.2 .

Jede Versuchsperson führte zwei Bedingungen der IVEA-Versionen durch. Davon war eine immer das Ursprungsparadigma A. Damit wurde die initiale visuelle Explorationsasymmetrie ohne Einfluss der verbalen Aktivierung erfasst. Um Reihenfolgeeffekte aufzudecken, falls vorhanden, wurden die Bedingungen

in abwechselnder Abfolge den verschiedenen Versuchspersonen dargeboten.
Daraus ergab sich folgendes Versuchsdesign:

a) Nahbereich

	B	C
A -	A - B	A - C
- A	B - A	C - A
Kontrollgruppe: A - A		

$$5 \times 7 \rightarrow N = 35$$

b) Fernbereich

	B	C
A -	A - B	A - C
- A	B - A	C - A
Kontrollgruppe: A - A		

$$5 \times 6 \rightarrow N = 30$$

Der Untersuchung lag daher ein Versuchsplan mit zwei Faktoren zu Grunde. Der Faktor "verbale Aktivierung" wurde in drei Stufen und der Faktor "Entfernung" wurde in zwei Stufen variiert. Eine weitere Unterteilung des Faktors "Entfernung" hätte die Anzahl der Probanden für unsere Möglichkeiten zu sehr ansteigen lassen. Innerhalb der angeführten Versuchsreihe kam es zur Messwiederholung auf einem Faktor, dem Faktor "Verbalisierung". Daraus resultierten abhängige Daten für den Faktor "Verbalisierung" (Bedingung A im Vergleich zu Bedingung B oder C), und unabhängige Daten für den Faktor "Entfernung".

Eine unabhängige Variable der Untersuchung "IVEA" ist die linkshemisphärische Aktivierung, wie sie durch das Ausmaß der verbalen Aktivierung in den drei Explorationsaufgaben A, B und C operationalisiert wurde. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass die Stärke der verbalen Aktivität von A über B nach C zunimmt. Die zweite unabhängige Variable der Untersuchung "IVEA" ist der Explorationsabstand, der in zwei Ausprägungen, "Nah" und "Fern" operationalisiert wurde.

Die abhängige Variable ist in diesem Untersuchungsparadigma die Explorationsseite, bzw. die Wendigkeit der initialen Exploration (nach links: Linkswendigkeit LW oder nach rechts: Rechtswendigkeit RW).

Kontrollvariablen

Vor Beginn der Testphase bearbeiteten die Probanden den Fragebogen "EHI" (vgl. Anhang), deren Auswertung die individuelle Händigkeit ergab. Um die initiale visuelle Explorationswendigkeit festzustellen wurden verschiedene Versionen des Tests "IVEA" benutzt.

Wichtig für die Interpretation der Seitigkeit der Sprachaktivierung, ist die Erfassung der Sprachlateralisation. Der FW 10B (dichotischer Hörtest) wurde zur Feststellung der Sprachperzeptions-Lateralisation durchgeführt. Es wurden nur rechtshändige Probanden untersucht, die im FW 10B einen ROV (Rechts-Ohr-Vorteil) aufwiesen, wie Rechtshänder-Gruppen aus Voruntersuchungen (Hättig, Beier, 1999).

Händigkeit

Zur Feststellung der Ausprägung der Händigkeit wurde zu Beginn der Untersuchung der Fragebogen "Edinburgh Handedness Inventory" (EHI, Oldfield, 1971) von den Probanden bearbeitet. Zu zehn verschiedenen überwiegend unimanuellen Tätigkeiten des alltäglichen Lebens wurde nach der bevorzugten Hand gefragt. Dabei wurden jeweils zwei Punkte bei starker Bevorzugung einer Hand vergeben (für "nur rechte Hand" oder für "nur linke Hand"). Jeweils ein Punkt für rechts und ein Punkt für links bei Indifferenz, d.h. wenn beide Hände zum Einsatz kommen würden. Bei maximaler Seitenpräferenz ergab sich ein Wert von 20. Je nach Aufteilung der Punkte wurde der Proband in stark bis schwach Rechtshändig eingestuft. Zusätzlich wurde die familiäre Linkshändigkeit, die spontane Schreibhand beim Schriffterwerb und zusätzlich zwei "soft-signs" (Händefalten und Händeklatschen) miterfasst. Diese Version stellte eine Abweichung des Originalfragebogens (Oldfield, 1971) und der

Punktevergabe unter Berücksichtigung der Kritik von Bryden 1977 des Originals dar.

Zur Auswertung kommt die Anzahl der Punkte "rechte Hand gebrauchen" und "linke Hand gebrauchen".

Die Variablen in der Datentabelle lauten: hol = Gesamtpunkte für linke Handbevorzugung. hor = Gesamtpunkte für rechte Handbevorzugung.

verbales Kurzzeitgedächtnis

Die Erhebung der Leistungen im Bereich des verbalen Kurzzeitgedächtnisses erfolgte anhand zweier verschiedener Tests.

Zahlen-Nachsprechen (verbale Merkspanne)

Dieser Test ist ein Teil des von Schelling und Vorländer zusammengestellten Untersuchungsbogens zum Arbeitsgedächtnis - unmittelbare serielle Reproduktionsleistung USR. Die Anzahl der Trials pro Sequenzlänge ist von zwei auf vier erweitert worden, um eine bessere Differenzierung zwischen den Versuchspersonen zu erreichen. Diese beiden weiteren Trials wurden dem HAWIE (Wechsler, 1964), Zahlennachsprechen (zusätzlicher Test), Zahlen vorwärts entnommen. Den Versuchspersonen wurden die Instruktion vorgelesen und die Aufgabe an einem Beispiel verdeutlicht. Die Probanden sollten Zahlenreihen reproduzieren, die im Sekudentakt vorgelesen wurden. Diese Zahlenreihen begannen mit einer Sequenzlänge von drei Ziffern und stiegen dann von 4, 5,... bis 8 Ziffern in einem Item an. Von jeder Sequenzlänge gab es vier Trials. Der Test wurde abgebrochen, wenn bei einer Sequenzlänge keine der vier Reproduktionen richtig war. Die Zahlenmerkspanne ist die maximale Sequenzlänge, der noch korrekt reproduzierten Itemanzahl.

Zur Auswertung kommt die maximal gekonnte Sequenzlänge und die Gesamtzahl der richtigen Reproduktionen. Die untere Normgrenze liegt bei Sequenzlänge 5 für USR.

Die Variable in der Datentabelle definiert sich wie folgt:

z31 = Sequenzlänge 3 Zahlen, 1. Trial; z32, z33, z34 z41, z42,... bis z84 = Sequenzlänge 8 Zahlen, 4. Trial.

Die Instruktion zur Versuchsdurchführung lautete: In der folgenden Untersuchung werde ich Ihnen eine Zahlenreihe vorsprechen. Ihre Aufgabe ist es, die gleichen Zahlen in der gleichen Reihenfolge nachzusprechen. Die Anzahl der Ziffern in dieser Zahlenreihe beginnt mit 3 und wird dann steigen, also 4,5,... . Ich werde diese Zahlenreihe in einem bestimmten Rhythmus vorsprechen. Sie können die Zahlenreihe auch schneller wiederholen, so wie es ihnen angenehm ist.

Silben Nachsprechen (Mottier Test)

Beim Mottier-Test, entwickelt von der Züricher Logopädin Frau G. Mottier, handelt es sich um einen "Silben nachsprechen Test". Es wird neben dem verbalen KZG auch die Lautdifferenzierungsfähigkeit untersucht. Vokalische Veränderungen werden nicht als Fehler gewertet. Bei diesem Test geht es um das Nachsprechen von sinnfreien Silbenfolgen. Diese Silbenfolgen beginnen mit zwei Silben und werden dann gesteigert auf 3, 4, ...bis zu 8 Silben. Den Probanden wurde die Instruktion vorgelesen und nach verstanden, durchgeführt. Da es hier auch um die auditive Differenzierungsfähigkeit geht, wurden die Probanden dazu angehalten nicht von den Lippen abzulesen.

Zur Auswertung kommt die Anzahl der richtig reproduzierten Items (Silbenfolgen).

Die untere Normgrenze liegt bei 27 richtigen Items.

Die Variable in der Datentabelle lautet:

m01: Mottier-Test Item 1 bis m36: Mottier-Test, Item 36.

Die Instruktion zum Test lautete: In der folgenden Aufgabe werde ich ihnen sinnfreie Silbenfolgen vorlesen. Ihre Aufgabe ist es, die Silben in der gleichen

Reihenfolge zu wiederholen. Sie sollten nicht versuchen mir vom Mund abzulesen, d.h. schauen sie bitte auf den Tisch oder an die Decke. Die Silbenfolge wird mit drei Silben beginnen und dann ansteigen auf 4, 5,...usw. Silbenfolgen.

figurales Kurzzeitgedächtnis

Zur Erhebung der Leistungen im Bereich des figuralen KZG wurden zwei Test durchgeführt.

Blocktapping (unmittelbare Blockspanne)

Bei der Durchführung dieses Tests handelt es sich um das Nachzeigen von Blöcken, die in einer bestimmten Reihenfolge vorgezeigt werden. Diese Blöcke sind auf einem speziell angefertigten Brett in vorgegebener Weise befestigt. Die Aufgabe des Probanden ist es, sich die vorgezeigte Reihenfolge der Blöcke einzuprägen und dann in gleicher Weise nachzuzeigen. Die Blöcke werden im Sekundentakt gezeigt. Dabei ist darauf zu achten, dass kein Item wiederholt dargeboten wird. Falls der Proband bereits mit der Reproduktion begonnen hat und dann abbricht, weil er angeblich in dem Moment nicht aufgepasst hätte, wird dieser Versuch als "falsch" gewertet. Nur wenn der Proband noch nicht mit der Reproduktion begonnen hat, wird ein Ersatztrial angeboten (Schellig, Hättig, 1993).

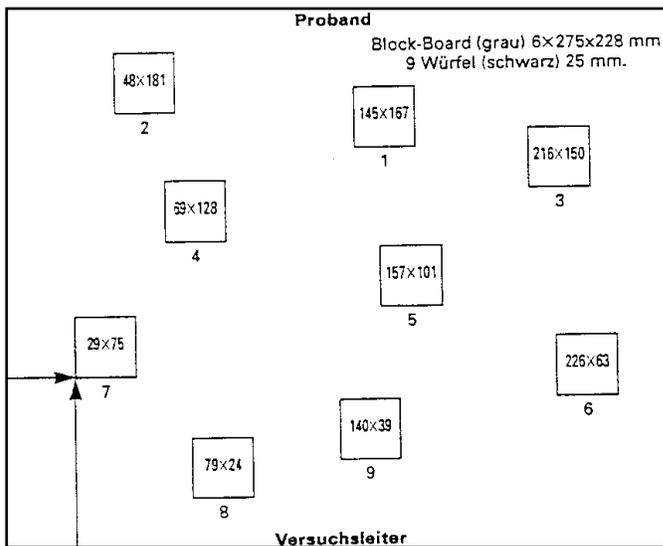


Abb. 3.3: Abbildung eines Blockboards. Darstellung aus Zeitschrift für Neuropsychologie 4 (1993), Heft 2, S.104-112, Schellig & Hättig.

Zur Auswertung kommt die Anzahl der noch richtig reproduzierten Items (Blöcke).

Die untere Normgrenze liegt bei 5 richtig reproduzierten Blöcken.

Die Variable dazu lautet: bt31 = 3 Blöcke, 1.Trial, bt32, bt33, bt41, bt42,... bis bt93 = 9 Blöcke, 3.Trial.

Dem Probanden wird folgende Instruktion vorgelesen: Bei der nächsten Aufgabe geht es darum, mir etwas genau nachzumachen. Sie sehen hier eine Platte, auf der mehrere Blöcke befestigt sind. Ich werde nun manche dieser Blöcke in einer bestimmten Reihenfolge mit dem Finger antippen. Ihre Aufgabe ist es nun, die gleichen Blöcke in der gleichen Reihenfolge ebenfalls anzutippen. Versuchen sie nun, die Blöcke anzutippen, die ich ihnen gezeigt habe. Wir beginnen nun mit kurzen Abfolgen von drei Blöcken. Wenn ihre Reaktionen richtig sind, kommt ein weiterer Block hinzu. Die Blockreihe wird immer länger, bis es Ihnen schließlich nicht mehr möglich ist, die Blockabfolge richtig wiederzugeben.

BT6

Der BT6 ist ähnlich dem Blocktapping. Er wurde 1994 von Hättig in Anlehnung an die Untersuchung "Blocktapping" konstruiert. Im Unterschied zum Blocktapping bleibt hier die Anzahl der Blöcke konstant. Es sind in allen 20 Durchgängen immer sechs Blöcke zu reproduzieren. Eine wesentliche Veränderung besteht in den unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden gleichlanger Tippsequenzen durch die verschiedene figurale Komplexität des Tapping-Pfades. Die Items sind nach aufsteigender Schwierigkeit geordnet. Der Testabbruch erfolgt bei fünf aufeinander folgenden Fehlern.

Zur Auswertung kommt die Anzahl der korrekten Sequenzen.

Der Normbereich liegt bei 10 ± 2 Items.

Die dazugehörige Variable in der Datentabelle lautet:

b601 = 1. Tippsequenz, b602, b603, b604, ... bis b620 = 20. Tippsequenz.

Die Instruktion zur Untersuchung lautete: In der nächsten Untersuchung werde ich ihnen wieder Blöcke in einer bestimmten Reihenfolge auf diesem Brett zeigen. Ihre Aufgabe wird es wieder sein, sich die Blöcke in genau der Reihenfolge zu merken und nach zu zeigen. Diesmal wird die Anzahl der Blöcke nicht steigen, sondern es werden immer sechs Blöcke sein (es sind 20 Durchgänge).

visuelle Aufmerksamkeit

Modifiziertes Zahlensuchen (Zahlentafel TME)

Der TME ist ein Zahlen-Zeige-Test, von Roether (1984), zur Erfassung der Tempoleistung und der visuellen Merkfähigkeit. Dazu benutzt man eine DIN A4 Tafel auf der die Zahlen 1 bis 25 ungeordnet abgebildet sind. In der Testdurchführung wurden insgesamt 12 Durchgänge von jedem Probanden bearbeitet. Beim ersten Durchgang sollten alle Zahlen in der natürlichen

Reihenfolge gefunden und mit einem Finger gezeigt werden. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr festgehalten. Bei weiteren 10 Durchgängen sollte der Proband wieder die Zahlen in der natürlichen Reihenfolge zeigen und benennen. Bei diesen Durchgängen hatte er immer nur 15 Sekunden Zeit. Der Proband sollte in diesen 15 Sekunden so viele Zahlen wie möglich finden, zeigen und benennen. Dieser Teil der Untersuchung wurde von Hättig durch die Zeitbegrenzung auf 15 sec. modifiziert. Zum Abschluss wurde noch einmal ein Durchgang gleich dem ersten, mit allen Zahlen durchgeführt.

Zur Auswertung kommen beim ersten und letzten Durchgang die dafür benötigte Zeit. Bei den 10 zeitbegrenzten Durchgängen wird die Zahl vermerkt, bis zu welcher der Proband in 15 s kommt. Erreicht der Proband die 25, werden die verbleibenden "Restsekunden" notiert.

Der Normbereich der 10 zeitbegrenzten Durchgänge liegt bei 16 ± 3 .

Die Variablen dazu lauten:

t_{01} = 1. Durchgang mit begrenzter Zeit, t_{02} , t_{03} ,... bis t_{10} = 10. Durchgang mit begrenzter Zeit.

T_{z15} = Gesamtzeit der Restsekunden bei Probanden die schneller als 15 sec. waren.

T_{ma} = 1. Durchgang alle Zahlen ohne Zeitlimit.

T_{mb} = 2. Durchgang alle Zahlen ohne Zeitlimit.

20	18	7	3	13
23	1	15	11	21
19	5	22	2	9
10	25	14	6	24
4	16	8	17	12

Abb. 3.4: Abbildung der Zahlentafel

Die Instruktion zu diesem Test lautete: Ich habe hier eine Zahlentafel, auf der sind die Zahlen von 1 bis 25 abgebildet. Ihre Aufgabe ist es, die Zahlen von 1 bis 25 in der natürlichen Reihenfolge aufzufinden, zu zeigen und zu benennen. (Vorgang zeigen). Versuchen sie, die Aufgabe so schnell wie möglich zu lösen. Ich werde die Zeit stoppen, die sie dafür benötigen. Sobald sie mit dem Finger auf die 1 zeigen, starte ich die Uhr.

Jetzt ändern wir die Aufgabe etwas ab. Sie haben nun immer 15 Sekunden Zeit, die Zahlen in der natürlichen Reihenfolge wieder aufzufinden, zu zeigen und zu benennen. Sie beginnen die Suche immer mit eins und versuchen innerhalb der gegebenen Zeit möglichst weit zu kommen. Wenn das Stopzeichen ertönt ist der Durchgang beendet. Es werden 10 Durchgänge sein. Zum Abschluss suchen sie jetzt bitte wie zu Beginn noch einmal alle Zahlen von 1 bis 25, so schnell wie möglich. Ich stoppe wieder die Zeit. Sie können jetzt anfangen.

Sprachlateralisation

Dichotischer Hörtest (FW 10B)

Um die Lateralität der Sprachfunktionen zu erfassen, wurde die modifizierte Version des von Hättig und Beier (1999) konstruierten "Fused Rhymed Word Test" (FRWT) verwendet. Diese Version lehnt sich an das Verfahren von Wexler und Halwes (1983) an. Der "neue" FRWT von Wexler und Halwes wiederum ist eine Weiterentwicklung der ursprünglichen Konstruktion von Johnson et al. (1977) sowie von Halwes (1969). Bei diesem Verfahren liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass bei einer linkshemisphärischen Sprachlateralisation das Wort vom kontralateralen Ohr besser erkannt wird. Dabei werden den Probanden zwei verschiedene Wörter dichotisch (zeitgleich) präsentiert. Da sich diese dichotischen Wortpaare nur in den Anfangskonsonanten unterscheiden, kann man den Probanden suggerieren, nur ein einziges (verschmolzenes) Wort gehört zu haben.

Bei den verwendeten Stimuli handelt es sich um einsilbige deutsche Wörter. Die sich reimenden Wortpaare mit nur verschiedenen Anfangskonsonanten unterscheiden sich nicht in Bezug auf die Stimmhaftigkeit (nur stimmhaft-stimmhaft oder stimmlos-stimmlos Paare). Die Wörter wurden in einem Tonstudio aufgezeichnet und synchronisiert. Mit Hilfe des Sprachbearbeitungsprogrammes "Speech-Lab" erfolgte die Digitalisierung und Weiterverarbeitung zu z.B. gleicher Wortlänge. Die daraus entstandenen Wortpaare waren nun gleichlang, unterschieden sich phonetisch in der Anfangssilbe und waren aber ab dem Vokal völlig identisch.

Die gegenwärtige Form des Tests, die hier verwendet wurde, der FW 10B, besteht aus 10 dichotischen Wortpaaren, also aus 20 verschiedenen Wörtern (siehe Anhang: Auswertungs-Untersuchungsbögen). Es gibt acht Durchgänge mit 10 dichotischen Wortpaaren in jeweils zwei Orientierungen, d.h. $2 \times 10 \times 8 = 160$ dichotische Items. Die Darbietung erfolgt direkt vom PC mittels Speech-Lab, Soundkarte und Kopfhörer. zu Beginn bekommt der Proband alle Wörter unilateral präsentiert. Dies soll zur Spracherkennung auf jedem einzelnen Ohr dienen. Beim zweiten Teil, dem dichotischen Teil, werden dann die Wortpaare wie oben beschrieben dargeboten. Der Proband bestimmt selbst die Darbietungsgeschwindigkeit durch eingeben auf dem Keyboard. Auch die Antworten gibt der Proband selbst auf dem Keyboard ein. Der gewonnene Datensatz wird dann durch ein Statistik-Auswertungsprogramm (SPSS) ausgewertet. Die Dauer hängt von der individuellen Eingabegeschwindigkeit ab und liegt bei ca. 20 Minuten.

Zur Auswertung der Sprachlateralisierung wird jeweils das wahrgenommene bzw. registrierte Wort eines Wortpaares als Ohrpunkt der entsprechenden Seite gezählt. Aus den so gewonnenen Rechtsohrpunkten (ROP, bzw. Rechtsohrvorteil ROV) oder Linksohrpunkten (LOP, bzw. Linksohrvorteil LOV) wird der Lateralitäts-Index, ein Lambda-Wert, berechnet. Positive Lambda-Werte ergeben sich bei einem ROV und negative bei einem LOV. Der Lambda-Wert ist

der natürliche Logarithmus (\ln) des Quotienten aus der Summe von ROP zur Summe von LOP:

$$\text{Lambda} = \ln (\sum \text{ROP} / \sum \text{LOP}).$$

Zur Validierung wurde der Wada-Test zugrundegelegt. Daraus lässt sich eine hohe Übereinstimmung der Sprach-Lateralisationskategorien links, rechts und bilateral aus dem Wada-Test mit dem FRWT erkennen (Hättig & Beier, 1999).

Die benutzte Variable in der Datentabelle lautet:

fla = berechneter Lambda-Wert

Die Instruktion dazu lautete: Sie hören nun die gleichen Wörter noch einmal, aber jetzt auf beiden Ohren. Wir haben die Worte elektronisch verändert, sodass sie nicht immer klar zu erkennen sind. Ihre Aufgabe ist es trotzdem die Worte zu erkennen und nach jeder Darbietung die Zahl einzugeben, die vor dem Wort steht, das sie gehört haben (Darbietung von vier Worten auf dem Bildschirm mit vorangestellten Zahlen). Es geht nicht um die Reaktionszeit.

Stichprobenzusammensetzung

-

Versuchspersonen

Bei der Auswahl der Versuchspersonen handelt es sich ausschließlich um gesunde (den Personen nicht bekannte vergangene oder aktuelle pathologische cerebrale Prozesse), männliche rechtshändige Personen. Dies resultiert aus der Arbeit von Müller (1996), nach deren Ergebnisse es möglicherweise zur Beeinflussung der Hemisphärenaktivierung durch Hormonausschüttungen bei Frauen in der Hochhormonphase kommen könnte, die die Seitigkeit der visuellen Exploration beeinflussen kann. Um diese Beeinflussung auszuschließen, wurden nur Männer untersucht. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, dass rechtshändige Personen links lateralisiert sind. Das würde bedeuten, dass diese Personen linkshemisphärisch verbal encodieren. Entsprechend der oben

genannten Hypothesen würde dies eine Rechtswendigkeit verursachen, was auch die Grundlage der Untersuchung IVEA ist. Es wurde versucht, Männer jeder Altersgruppe zu untersuchen. Es sollten 60 Probanden sein, sodass sich in jeder der 2×5 Gruppen je sechs Versuchspersonen befinden.

Versuchsaufbau

Die Untersuchung mit der Bedingung "Nahbereich", fand in einem Raum ohne Fenster statt. Dadurch wurden konstante Lichtverhältnisse hergestellt. Durch ein an der Tür hängendes Schild "Untersuchung, nicht stören", wurde ein störungsfreier Ablauf der Untersuchungen ermöglicht. In diesem Raum befand sich der Computer zur Durchführung des Versuchs "IVEA" und ein separater Tisch mit zwei gegenüberstehenden Stühlen. Diese Räumlichkeiten und Materialien befanden sich in der Neuropsychologischen Abteilung der Charité, Campus Virchow. Die Explorationsvorlagen der IVEA wurden auf dem PC dargeboten. Bei den Tests am PC saß der Versuchsleiter hinter dem Probanden und gab die Antworten auf der Tastatur ein. Dies half dem Probanden sich auf den Bildschirm zu konzentrieren, ohne die Ablenkung der Überlegung, welche Taste zu drücken sei. Der Abstand der Probanden zum Bildschirm (21 Zoll sichtbare Bilddiagonale) war durch ein Gestell zur Auflage des Gesichts (Kinn und Stirn), ähnlich den Gestellen bei Optikern oder Augenärzten, immer gleich bleibend, d.h. 75 cm. Das Gestell zur Gesichtsauflage war an der Tischkante befestigt und der Bildschirm stand auf einer markierten Stelle auf dem Tisch, um stets gleiche Versuchsbedingungen zu gewährleisten und somit methodische Fehler auszuschließen.

Die Untersuchungen der Bedingung "Fernbereich" wurden in einem Raum durchgeführt, der die benötigte Größe für den Aufbau bot. Diese Raumbedingungen und andere organisatorischen Gründen waren der Anlass dazu, einen Raum im KEH (Königin-Elisabeth-Herzberge Krankenhaus Lichtenberg) zur Versuchsdurchführung der Bedingung "Fernbereich" zu

benutzen. Der Proband saß hier unter einem Video-Beamer, der die verschiedenen Versuchbedingungen vom PC auf die Wand projizierte. Der Abstand der Versuchsperson zum "Wandbild", das eine Breite von 2,32 Meter aufwies, betrug 4.65 m. Der Abstand der Versuchsperson von der Textur auf der Wand (Bedingung "Fern") und auf dem Bildschirm (Bedingung "Nah") wurde so gewählt, dass der Abbildungswinkel gleich den Verhältnissen der Untersuchung von Hättig (1992) mit der Diaprojektion ist. Der Versuchsleiter saß wieder am PC hinter dem Probanden und gab die Antworten ein. Die Fenster wurden bei jedem Versuch mit Jalousien abgedunkelt um die Lichtverhältnisse zu optimieren.

Die Tests zur Überprüfung des KZG sind alles "paper-pencil-Tests", die an den Tischen im gleichen Raum durchgeführt wurden. Der Proband saß dem Versuchsleiter am Tisch gegenüber. Die verbalen und figuralen KZG-Tests wurden im Sekudentakt durchgeführt. Dazu wurde ein Wecker auf den Tisch gestellt der laut, jede Sekunde, tickte. Der FW 10B wurde an einem anderen Computer in einem anderen Raum durchgeführt, da es nur dort möglich war, die Wörter über den Kopfhörer abspielen zu lassen.

Realisierung / Sitzungsablauf

Die Probanden sollten alle Tests in einer Sitzung durchführen. Für den einzelnen Probanden gestaltete sich das wie folgt: zu Beginn wurde der Proband mit dem EHI zu seiner Händigkeit befragt, Dauer ca. 5 Minuten. Der erste Test war der "Zahlen-Nachsprechen-Test", Dauer 5 Minuten. Danach folgte das "Block-Tapping", Dauer ca. 5 Minuten. Hier schloss sich der erste Durchgang der IVEA an, Dauer 15 Minuten. Danach kamen der "Mottier-Test", 5 Minuten, dann der "BT6", 8 Minuten. Danach folgte der zweite Durchgang der IVEA, Dauer 15 Minuten. Die beiden letzten Tests waren der TME, 8 Minuten und der FW 10B, 25 Minuten. Die Dauer der Sitzung für eine Versuchsperson summierte sich so auf ca. 90 Minuten.

Wie aus diesem Ablauf ersichtlich, kam vor jedem IVEA Untertest erst ein verbaler KZG-Test und dann ein figuraler KZG-Test, sodass die Aktivierungen der Hemisphären vor der IVEA gleich geartet waren. Die Auswahl der Kombinationen der IVEA-Serien erfolgte durch einen vorab gefertigten Auswahlplan. Den Probanden wurde in der natürlichen Reihenfolge eine Versuchspersonen-Nummer zugeordnet. Den Versuchspersonen-Nummern wurde in der sich wiederholenden Reihenfolge 1 bis 5 die Gruppenzugehörigkeit zugeteilt. Das hatte auch den Vorteil, dass man bei der Realisierung der Studie mit jedem nachfolgenden Probanden Werte für eine andere Gruppe erhielt. Falls sich, im ungünstigsten Fall, nur insgesamt 50 Probanden gefunden hätten, wäre trotzdem jede Gruppe mit der gleichen Anzahl von Werten vorhanden gewesen und nicht in den letzten beiden Gruppen nur 10 Personen und in den anderen 12 Personen. Der Auswahlplan sah wie folgt aus:

VP-Nr.	Gruppen-Nr.
01	1
02	2
03	3
04	4
05	5
06	1
07	2
08	3
09	4 usw.

Die Gruppen-Nummer bezeichnet die Zugehörigkeit zu der IVEA-Gruppe, d.h. in welcher Reihenfolge die beiden IVEA Durchgänge durchgeführt werden sollten. Definition der Gruppen 1 bis 5 siehe oben.

Spezifische Hypothesen

Hypothese 1: Der Faktor Entfernung auf den Stufen “Nah” (N) und “Fern” (F) hat unter der Bedingung A einen Einfluss auf die initiale visuell linkswendige Exploration.

$LW_N > LW_F$, für alle initiale visuellen Explorationen der Serie A (ohne verbale Encodierung)

Hypothese 2: Der Faktor “Verbalisierung” in seinen 3 Abstufungen (Bedingung A, B und C) beeinflusst die initiale visuelle linkswendige Exploration.

$LW_A > LW_B > LW_C$

Hypothese 3: Die Leistungsfähigkeit des KZG hat einen Einfluss auf die Stärke der Hemisphärenaktivierung. Ein schlechtes verbales KZG führt zu erhöhter Hemisphärenaktivierung und dies verursacht eine rechtswendige visuelle Exploration und umgekehrt .

KZG ↓ führt zu Hemisphärenaktivierung ↑ bzw. :

verbales KZG ↓ führt zu linke Hemisphärenaktivierung ↑, bedingt RW ↑

Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen dargestellt und unter Beachtung der Hypothesen auf verschiedene Signifikanzniveaus hin überprüft.

Für die Signifikanzniveaus werden folgende Definitionen verwendet:

- tendenziell signifikant (*) für $.05 < p < .10$
- signifikant * für $.01 < p < .05$
- hochsignifikant ** für $.001 < p < .01$
- höchstsignifikant *** für $p < .001$

Für die Verarbeitung der Daten wurde das Softwarepaket SPSS für Windows (Version 8.0) benutzt. Bei der Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen sowie bei allen anderen Beschreibungen innerhalb der Tabellen und Abbildungen (Abb.) werden die englischen Begriffe verwendet (Mittelwert - mean, Standardabweichung - standard deviation).

EHI - Dichotischer Hörtest

Mit dem EHI sollte bereits zu Beginn festgestellt werden, ob der Proband auf Grund seiner Rechtshandpunkte in die Studie mitaufgenommen werden konnte oder nicht. Die Anzahl der Rechtshandpunkte (> 10) wurde als Hinweis einer normalen Sprachlateralisierung herangezogen. Zur Aufdeckung des Zusammenhangs zwischen dem EHI und des dichotischen Hörtest wurde eine Pearson Produkt-Moment Korrelation durchgeführt und das Signifikanzniveau des Koeffizienten zur Darstellung der Interaktion überprüft.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Frwt Ohrpunkte li	52	1	26	3,63	4,32
Frwt Ohrpunkte re	52	1	37	12,65	7,94
Frwt Lambda	52	-,98	3,30	1,4933	1,2161
EHI Rechtshandpunkte	52	5	20	18,60	2,75
Valid N (listwise)	52				

Tabelle 4.1: Fused Rhymed Words Test (FRWT) und Edinburgh Handedness Inventory (EHI): Mittelwerte und Standardabweichungen.

Correlations

		EHI Rechtshandpunkte	Frwt Ohrpunkte re	Frwt Ohrpunkte li	Frwt Lambda
EHI Rechtshandpunkte	Pearson Correlation	1,000	,167	,183	-,088
	Sig. (2-tailed)	,	,236	,195	,535
	N	52	52	52	52
Frwt Ohrpunkte rechts	Pearson Correlation	,167	1,000	,063	,573 **
	Sig. (2-tailed)	,236	,	,659	,000
	N	52	52	52	52
Frwt Ohrpunkte links	Pearson Correlation	,183	,063	1,000	-,666 **
	Sig. (2-tailed)	,195	,659	,	,000
	N	52	52	52	52
Frwt Lambda	Pearson Correlation	-,088	,573 **	-,666 **	1,000
	Sig. (2-tailed)	,535	,000	,000	,
	N	52	52	52	52

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabelle 4.2: Frwt und EHI. Korrelation von *Rechtsohrpunkte x Linksohrpunkte x Lambda x Rechtshandpunkte*

Innerhalb der ausgewählten VPn-Gruppe mit einer hohen Anzahl von Rechtshandpunkten (median: 18,60 vgl. Tabelle 4.1), zeigten sich keine signifikanten Korrelationen (Streuung). Rechtsohrpunkte und Linksohrpunkte mit Lambda zeigten beide eine Signifikanz der Koeffizienten auf dem 1%-Niveau.

Initiale Visuelle Explorationsasymmetrie (IVEA)

Hypothese 1:

H1 war: Im Fernbereich sind Linksexplorationsen häufiger als im Nahbereich (unter der Bedingung A, ohne Verbalisierung). Deskriptiv stellte sich eine Differenz der Mittelwerte dar. Zur Überprüfung ob zwischen den Mittelwerten der beiden unabhängigen Stichproben (Linksexplorationsen Nahbereich x Linksexplorationsen Fernbereich) signifikante Unterschiede bestehen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, vgl. Tabelle 4.4.

IVEA A Linksexplor.

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 Nah	28	9,71	7,36	1,39	6,86	12,57	0	24
2 Fern	24	11,96	9,30	1,90	8,03	15,89	0	24
Total	52	10,75	8,31	1,15	8,44	13,06	0	24

Tabelle 4.3: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationsen unter Bedingung A (ohne Verbalisierung) im Nahbereich und Fernbereich

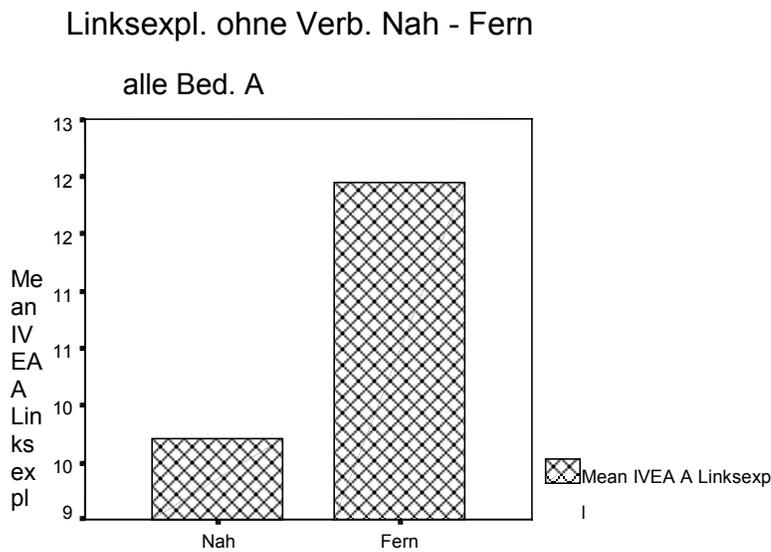


Abb. 4.1: IVEA: Linksexploration Bed. A im Nahbereich und im Fernbereich

IVEA A Linksexpl.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	65,077	1	65,077	,942	,336
Within Groups	3452,673	50	69,053		
Total	3517,750	51			

Tabelle 4.4: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung Linksexplorationen ohne Verbalisierung *Nahbereich* x Linksexplorationen ohne Verbalisierung *Fernbereich*

H1 ließ sich anhand der aufgeführten Analyse nicht bestätigen. Linksexplorationen im Nahbereich und im Fernbereich unterscheiden sich nicht signifikant. Es lässt sich nur deskriptiv eine größere Tendenz zu Linksexplorationen im Fernbereich darstellen.

Hypothese 2:

H2 war: Je stärker die verbale Encodierung desto größer ist die Rechtswendigkeit, bzw. desto geringer ist die Linkswendigkeit.

Verbalisierungseffekt gesamt

Die Berechnungen dienen der Überprüfung, ob sich ein Effekt der Linksexplorations unter einer Verbalisierung im Allgemeinen, d.h. unabhängig von Abstand und Reihenfolge, darstellt. Hierbei sollte vorerst nicht zwischen der Bed. B und Bed. C unterschieden werden. Diese beiden Bedingungen wurden zusammengefasst zu einer Variablen IMVLI (IVEA mit Verbalisierung Linksexplorations). Unterschiede stellten sich deskriptiv dar, vgl. Tabelle 4.5 und Abb. 4.2.

	Mean	Std. Deviation	N
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	6,02	8,01	52
IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li	10,75	8,31	52

Tabelle 4.5: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorations mit Verbalisierung und ohne Verbalisierung (mit Verbal. = alle Bed. B und Bed. C zusammen, ohne Verbal. = alle Bed. A)

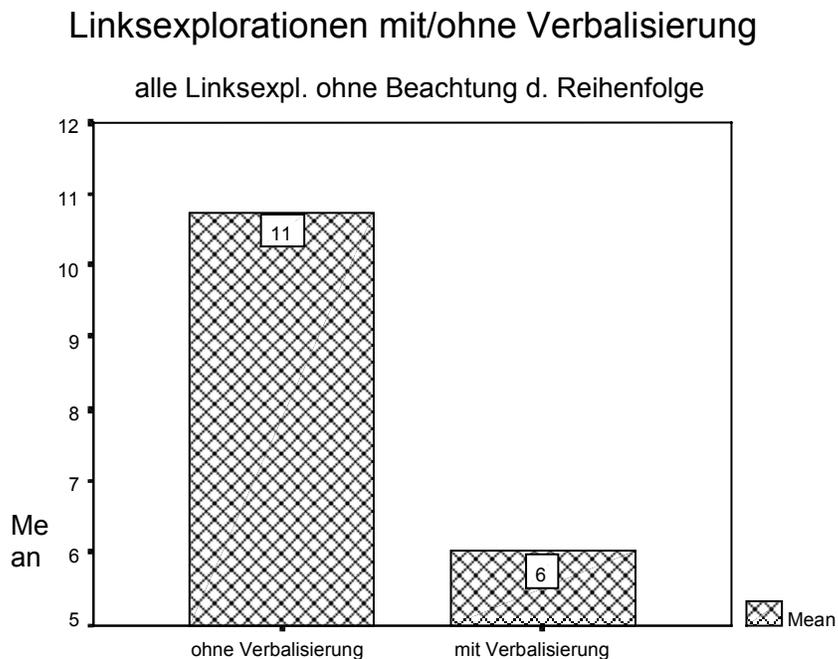


Abb. 4.2: IVEA: Linksexplorationen mit und ohne Verbalisierung, ohne Beachtung der Reihenfolge

Die Durchführung einer Rangkorrelation nach Spearman zeigte eine signifikante Interkorrelation zwischen den Variablen IMVLI und IOVLI, vgl. Tabelle 4.6. Auch der Wilcoxon Rangtest für abhängige Stichproben zeigte, dass sich die Linksexplorationen mit Verbalisierung von den Linksexplorationen ohne Verbalisierung in ihrer zentralen Tendenz hochsignifikant unterscheiden, vgl. Tabelle 4.7. Die persönliche Präferenz der Probanden zur Linksexploration blieb nach Einführung der Verbalisierungsbedingung erhalten, aber, in abgeschwächter Form. Es kam nicht zu einer Umkehrung der Explorationspräferenzen.

Correlations

			IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li
Spearman's rho	IMVLI mit Ex-li	Correlation	1,000	,456 **
		Sig. (2-tailed)	,	,001
	IOVLI ohne Verbalisierung Ex-	Correlation	,456 **	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	,

** . Correlation is significant at the .01 level

Listwise N = 52

Tabelle 4.6: IVEA: Signifikanzniveau für die Korrelation Linksexploration mit Verbalisierung x Linksexploration ohne Verbalisierung

(IMVLI: IVEA mit Verbalisierung Linksexplorationen, Bed. B und Bed. C; IOVLI: IVEA ohne Verbalisierung Linksexplorationen, Bed. A)

Wicoxon Signed Ranks Test

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li -	Negative Ranks	15 ^a	17,37	260,50
	Positive Ranks	36 ^b	29,60	1065,50
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	Ties	1 ^c		
	Total	52		

a. IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li < IMVLI mit Verbalisierung Ex-

b. IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li > IMVLI mit Verbalisierung Ex-

c. IMVLI mit Verbalisierung Ex-li = IOVLI ohne Verbalisierung Ex-

Test Statistics^b

	IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li - IMVLI mit Verbalisierung Ex-li
Z	-3,781 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabelle 4.7: IVEA: Ergebnis des Wilcoxon Rangtest

1. Dg: mit Verbalisierung vers. ohne Verbalisierung

Anhand der folgenden Berechnungen soll geprüft werden, ob sich Unterschiede der Linksexplorationen mit Verbalisierung zu Linksexplorationen ohne Verbalisierung im 1. Durchgang darstellen. Es werden unabhängige Gruppen verglichen. Deskriptiv zeigten sich Differenzen, siehe Tabelle 4.8 und Abb. 4.3.

IVEA 1.Dg. Linksexploration

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 A	26	11,77	8,44	1,66	8,36	15,18	0	24
2 B	13	4,85	6,41	1,78	,97	8,72	0	21
3 C	13	6,46	8,18	2,27	1,52	11,41	0	24
Total	52	8,71	8,38	1,16	6,38	11,04	0	24

Tabelle 4.8: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen im 1. Durchgang, Bed. A vers. Bed. B vers. Bed. C (1. Dg. = erster Durchgang)

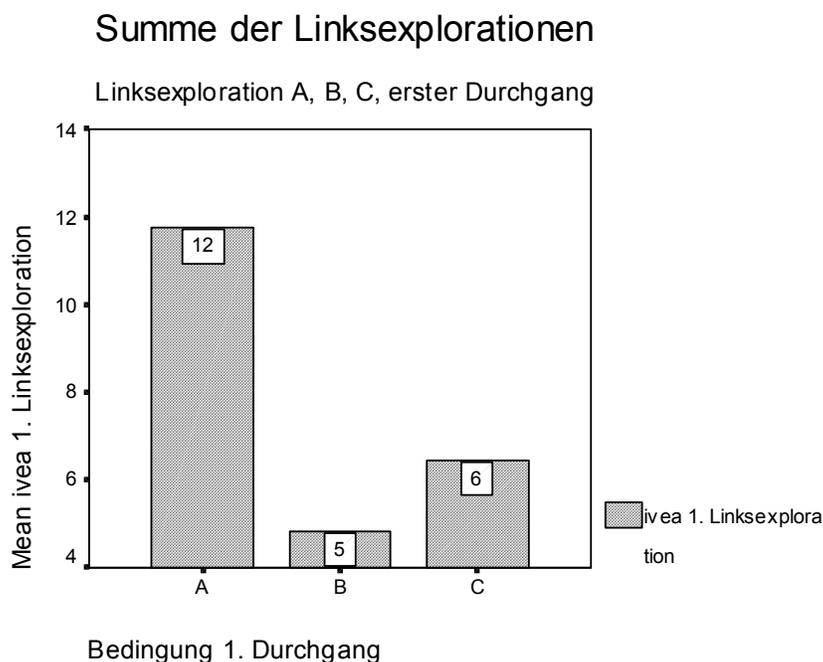


Abb. 4.3: IVEA: Linksexplorationen im 1. Dg. bei Bed. A, Bed. B und Bed. C

Eine einfaktorielte Varianzanalyse zeigte, dass sich die Mittelwerte der Gruppen Bed. A (ohne Verbal.), Bed. B (mit Verbal.) und Bed. C (mit Verbal.) signifikant unterscheiden. Die Betrachtung der Linksexplorationen nur im ersten Durchgang zeigten Unterschiede in den verschiedenen Verbalisierungsbedingungen, vgl. Tabelle 4.9.

IVEA 1. Dg. Linksexploration

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	503,135	2	251,567	4,003	,025*
Within Groups	3079,538	49	62,848		
Total	3582,673	51			

Tabelle 4.9: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung Linksexplorationen Bed. A x Bed. B x Bed. C im 1. Dg.

Die Prüfung der signifikanten Unterschiede zwischen den mittleren Rängen zeigte sich im Kruskal-Wallis Test (vgl. Tabelle 4.10a und 4.10b).

Kruskal-Wallis Test

	Bedingung 1 1.Dg.	N	Mean Rank
1.Dg. IVEA	1 A	26	32,23
Linksexploration	2 B	13	19,08
	3 C	13	22,46
	Total	52	

Tabelle 4.10a: IVEA: Ergebnisse der Kruskal-Wallis Varianzanalyse für Ränge, 1. Dg.

Test Statistics a,b

	Ivea 1.Dg. Linksexploration
Chi-Square	7,810
df	2
Asymp. Sig.	,020*

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: BED1, 1. Durchgang

Tabelle 4.10b: IVEA: Ergebnisse der Kruskal-Wallis Varianzanalyse für Ränge, 1. Dg.

2. Dg: mit Verbalisierung vers. ohne Verbalisierung

Deskriptiv stellten sich keine Unterschiede der Mittelwerte mehr zwischen Bed. A und Bed. B dar, aber zu Bed. C, vgl. Tabelle 4.11 und Abb. 4.4. Auch die varianzanalytischen Auswertungen zeigten nur noch Tendenzen (Tabelle 4.12: $p = ,052$; Tabelle 4.13: $p = ,054$) auf. Dies spricht für einen Einfluss des ersten Durchgangs (Bed. A) auf den zweiten Durchgang (nur bei Bed. B).

IVEA 2. Dg. Linksexploration

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 A	26	9,73	8,20	1,61	6,42	13,04	0	24
2 B	13	9,69	9,85	2,73	3,74	15,65	0	24
3 C	13	3,08	6,49	1,80	-,84	7,00	0	24
Total	52	8,06	8,61	1,19	5,66	10,45	0	24

Tabelle 4.11: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen im 2. Dg., Bed. A vers. Bed. B vers. Bed C

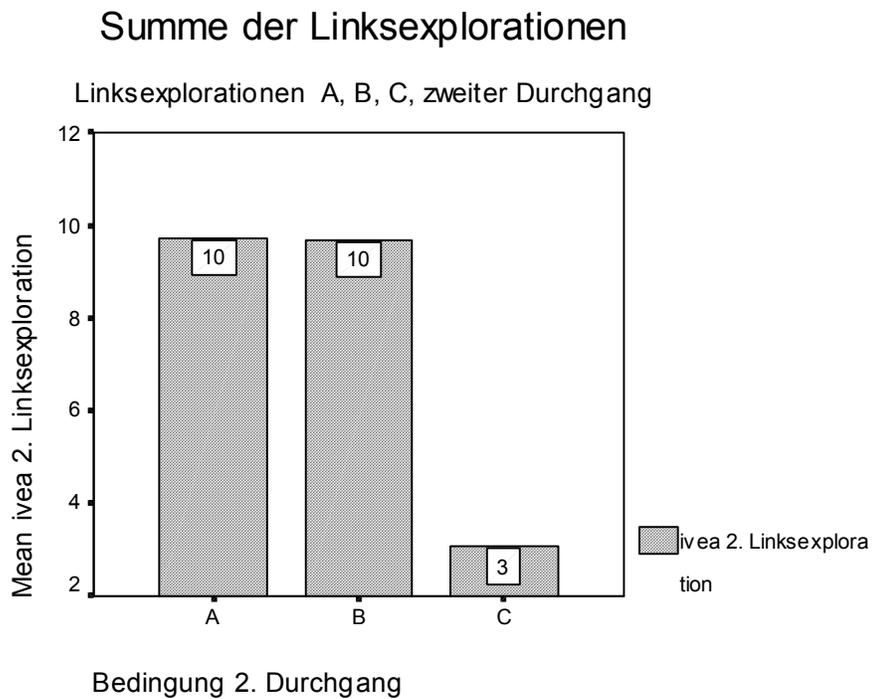


Abb.4.4: IVEA: Linksexplorationen im 2. Dg. bei Bed. A, Bed. B und Bed. C

IVEA 2.Dg. Linksexploration

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	430,019	2	215,010	3,144	,052(*)
Within Groups	3350,808	49	68,384		
Total	3780,827	51			

Tabelle 4.12: IVEA: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung *Linksexplorationen Bed. A x Bed. B x Bed. C, 2. Dg.*

Kruskal-Wallis Test

	Bedingung 2 2. Dg.	N	Mean Rank
2. Dg. IVEA	1 A	26	30,46
Linksexploration	2 B	13	26,92
	3 C	13	18,15
	Total	52	

Test Statistics a,b

	IVEA 2.Dg. Linksexploration
Chi-Square	5,826
df	2
Asymp. Sig.	,054(*)

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: IBED2, 2. Durchgang

Tabelle 4.13: IVEA: Ergebnisse der Kruskal Wallis Varianzanalyse für Ränge, 2. Dg.

Verbalisierungseffekte der Bed. A, B und C, beide Dg.

Veränderungen der Linksexplorationen bei unterschiedlichen Bedingungen A, B, C wurden hier dargestellt. Dabei blieb die Reihenfolge unberücksichtigt. Die Mittelwerte unterschieden sich deskriptiv in allen drei Bedingungen, vgl. Tabelle 4.14 und Abb. 4.5.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
IALI IVEA A Linksexpl	52	10,75	8,31	0	24
IBLI IVEA B Linksexpl	26	7,27	8,51	0	24
ICLI IVEA C Linksexpl	26	4,77	7,44	0	24

Tabelle 4.14: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen bei Bed. A, Bed. B, Bed. C in beiden Durchgängen ohne Beachtung der Reihenfolge

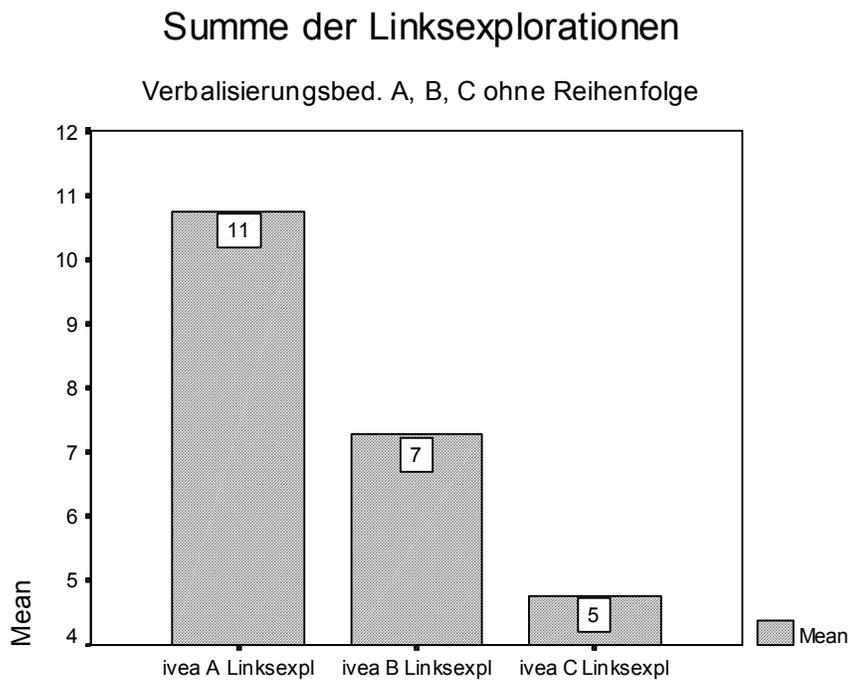


Abb. 4.5: IVEA: Linksexplorationen beide Dg. ohne Beachtung d. Reihenfolge bei Bed. A, Bed. B, Bed. C

Wilcoxon Signed Ranks Test

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
IBLI ivea B Linksexpl - IALI ivea A Linksexpl	Negative Ranks	18 ^a	15,42	277,50
	Positive Ranks	8 ^b	9,19	73,50
	Ties	0 ^c		
	Total	26		
ICLI ivea C Linksexpl - IALI ivea A Linksexpl	Negative Ranks	18 ^d	14,72	265,00
	Positive Ranks	7 ^e	8,57	60,00
	Ties	1 ^f		
	Total	26		

- a. IBLI ivea B Linksexpl < IALI ivea A Linksexpl
b. IBLI ivea B Linksexpl > IALI ivea A Linksexpl
c. IALI ivea A Linksexpl = IBLI ivea B Linksexpl
d. ICLI ivea C Linksexpl < IALI ivea A Linksexpl
e. ICLI ivea C Linksexpl > IALI ivea A Linksexpl
f. IALI ivea A Linksexpl = ICLI ivea C Linksexpl

Test Statistics^d

	IBLI ivea B Linksexpl - IALI ivea A Linksexpl	ICLI ivea C Linksexpl - IALI ivea A Linksexpl
Z	-2,596 ^a	-2,767 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,009**	,006**

- a. Based on positive ranks.
b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Tabelle 4.15: IVEA: Ergebnisse des Wilcoxon Rangtest, alle Bed. A vers. Bed. B und alle Bed. A vers. Bed. C (mit Verbal. vers. ohne Verbal.)

Die Linksexplorations der Bed. A und Bed. B, und Bed. A und Bed. C unterscheiden sich in der analytischen Auswertung hochsignifikant nach dem Wilcoxon Rangtest (Tabelle 4.15: $p = ,009$ und $p = ,006$). Die Beziehung zwischen Bed. B und Bed. C werden getrennt nach den Durchgängen analysiert (s.u.).

Linksexploration Bed. A, B, C in Abhängigkeit der Reihenfolge

Darstellung der Mittelwerte der Linksexplorationsen mit Verbalisierung und ohne Verbalisierung in Abhängigkeit der Reihenfolge.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
IOVI ohne Verbalisierung Ex-li	1 AB	13	13,08	8,76	2,43	7,78	18,37	2	24
	2 AC	13	10,46	8,25	2,29	5,47	15,45	0	24
	3 BA	13	8,85	8,36	2,32	3,80	13,90	0	24
	4 CA	13	10,62	8,28	2,30	5,61	15,62	0	24
	Total	52	10,75	8,31	1,15	8,44	13,06	0	24
IMVI mit Verbalisierung Ex-li	1 AB	13	9,69	9,85	2,73	3,74	15,65	0	24
	2 AC	13	3,08	6,49	1,80	-,84	7,00	0	24
	3 BA	13	4,85	6,41	1,78	,97	8,72	0	21
	4 CA	13	6,46	8,18	2,27	1,52	11,41	0	24
	Total	52	6,02	8,01	1,11	3,79	8,25	0	24

Tabelle 4.16: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen für Linksexplorationsen von Bed. A, Bed. B und Bed. C in Abhängigkeit der Reihenfolge

Vergleich Verbalisierung Bed. B und Bed. C, 1. Dg.

Vergleich der Verbalisierung Bed. B vers. Bed. C. Kommt es zu signifikanten Veränderungen zwischen den Verbalisierungsabstufungen der Bed. B zu Bed. C im 1. Durchgang? Es soll überprüft werden, ob sich Veränderungen in den Linksexplorationsen ergeben unter den verschiedenen Verbalisierungsabstufungen. Bed. B implizierte das „lesen“ eines Zentralelements, Bed. C sollte einen stärkeren Effekt aufweisen unter dem Aspekt der "Einprägung eines Zentralelements".

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	52	6,02	8,01	0	24
IBED1 Bedingung 1. Durchgang	52	1,75	,84	1	3

Tabelle 4.17: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen unter Bed. B und Bed. C im 1. Durchgang

Mann-Whitney Test

	IBED1 Bedingung 1. Durchgang	N	Mean Rank	Sum of Ranks
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	2 B	13	12,65	164,50
	3 C	13	14,35	186,50
	Total	26		

Tabelle 4.18a: IVEA: Signifikanzniveau Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 1. Dg.

Test Statistics^b

	IMVLI mit Verbalisierung Ex-li
Mann-Whitney U	73,500
Wilcoxon W	164,500
Z	-,570
Asymp. Sig. (2-tailed)	,569
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,579 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: IBED1 Bedingung 1. Durchgang

Tabelle 4.18b: IVEA: MW-Test, Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 1. Dg.

Der Mann-Whitney Test für zwei unabhängige Stichproben zeigte keine Signifikanz für die beiden Verbalisierungsbedingungen. Die Steigerung der Verbalisierung von Bed. B nach Bed. C zeigte im ersten Durchgang keinen Effekt auf die Seitenbevorzugung. Es scheint, als ob die beiden Bedingungen gleich starke Auswirkungen auf die Linksexplorationen ausüben.

Vergleich Verbalisierung Bed. B vers. Bed. C, 2. Dg.

Kommt es zu signifikanten Veränderungen in den Linksexplorationen unter der Bed. B und Bed. C im 2. Durchgang ?

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	52	6,02	8,01	0	24
IBED2 Bedingung 2. Durchgang	52	1,75	,84	1	3

Tabelle 4.19: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen der Linksexplorationen unter Bed. B und Bed. C im 2. Durchgang

Mann-Whitney Test

	IBED2 Bedingung 2. Durchgang	N	Mean Rank	Sum of Ranks
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	2 B	13	15,15	197,00
	3 C	13	11,85	154,00
	Total	26		

Test Statistics^b

	IMVLI mit Verbalisierung Ex-li
Mann-Whitney U	63,000
Wilcoxon W	154,000
Z	-1,130
Asymp. Sig. (2-tailed)	,259
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,287 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: IBED2 Bedingung 2. Durchgang

Tabelle 4.20: IVEA: Linksexploration Bed. B x Linksexploration Bed. C im 2. Dg.

Auch hier stellte sich kein signifikanter Unterschied in den Linksexplorations durch die Ausprägung der Verbalisierungsbedingung wie sie in Bed. B und Bed. C realisiert wurde dar.

Verbalisierungseffekte Bed. B und Bed. C beide Dg.

Alle Linksexplorations unter Bed. B und Bed. C werden verglichen, ohne Unterscheidung in welchem Durchgang sie durchgeführt wurden. Die Gruppierungsvariable IBCVER12 fasst die Verbalisierungsbedingungen über die Durchgänge zusammen. IBCVER12=2 bezeichnet alle B Bedingungen aus 1. und 2. Dg. IBCVER12=3 bezeichnet entsprechend alle C Bedingungen.

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	52	6,02	8,01	0	24
IBCVER12 ivea Verbalisierung B oder C	52	2,50	,50	2	3

Tabelle 4.21: IVEA: Mittelwerte und Standardabweichungen alle Linksexplorationen Bed. B vers. alle Linksexplorationen Bed. C ohne Beachtung der Reihenfolge

Mann-Whitney Test

	IBCVER12 ivea Verbalisierung B oder C	N	Mean Rank	Sum of Ranks
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	2 Verbalisierung B	26	27,94	726,50
	3 Verbalisierung C	26	25,06	651,50
	Total	52		

Test Statistics^a

	IMVLI mit Verbalisierung Ex-li
Mann-Whitney U	300,500
Wilcoxon W	651,500
Z	-,696
Asymp. Sig. (2-tailed)	,486

a. Grouping Variable: IBCVER12 ivea Verbalisierung oder C

Tabelle 4.22: IVEA: Signifikanzniveau alle Linksexploration Bed. B x alle Linksexploration Bed. C ohne Beachtung der Reihenfolge

Bei der Zusammenfassung der Linksexplorationen unter Bed. B und Bed. C in beiden Durchgängen konnte keine signifikante Differenz zwischen den beiden Ausprägungen dargestellt werden (Tabelle 4.23). Bed. B und Bed. C scheinen

den gleichen Effekt auf die Linksexplorationen bei initialer visueller Exploration zu haben.

Hypothese 3

H3: Ein schlechtes KZG führt zu erhöhter Aktivität (task load) der entsprechenden Hemisphäre und dadurch zu verstärkter kontralateraler visueller Exploration. Ein schlechtes verbales KZG führt zu erhöhter linkshemisphärischer Aktivität und so zu verstärkter Rechtsexploration.

Correlations

			IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li	KZGF KZG figural	KZGV KZG verbal
IMVLI mit Verbalisierung Ex-li	Correlation Coefficient		1,000	,456**	-,015	-,054
	Sig. (2-tailed)		,	,001	,917	,704
	N		52	52	52	52
IOVLI ohne Verbalisierung Ex-li	Correlation Coefficient		,456**	1,000	-,022	-,131
	Sig. (2-tailed)		,001	,	,877	,354
	N		52	52	52	52
KZGF KZG figural	Correlation Coefficient		-,015	-,022	1,000	,316*
	Sig. (2-tailed)		,917	,877	,	,023
	N		52	52	52	52
KZGV KZG verbal	Correlation Coefficient		-,054	-,131	,316*	1,000
	Sig. (2-tailed)		,704	,354	,023	,
	N		52	52	52	52

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

Tabelle 4.23: Signifikanzniveau der Korrelation zwischen KZGF, KZGV und IVEA

Linksexploration mit Verbalisierung und ohne Verbalisierung (KZGF: Kurzzeitgedächtnis figural, KZGV: Kurzzeitgedächtnis verbal)

Eine signifikante Korrelation zwischen der IVEA mit Verbalisierung Rechtsexploration und dem KZG verbal lässt sich nach Tabelle 4.26 nicht aufzeigen.

Descriptives

IMVRE i mit Verb rechts

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1 unter MDN	26	18,35	7,79	1,53	15,20	21,49	0	24
2 über MDN	26	17,62	8,37	1,64	14,23	21,00	0	24
Total	52	17,98	8,01	1,11	15,75	20,21	0	24

Tabelle 4.24: Mittelwerte und Standardabweichungen Rechtsexplorationen bei Medianhalbierten KZG verbal Gruppen (MDN: Median)

ANOVA

IMVRE i mit Verb rechts

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,942	1	6,942	,106	,746
Within Groups	3268,038	50	65,361		
Total	3274,981	51			

Tabelle 4.25: F-Wert und Signifikanzniveau der varianzanalytischen Auswertung *Rechtsexploration x KZG verbal* (Medianhalbiert)

Auch nach Medianhalbierung der Rechtsexplorationen bei KZG verbal zeigt sich keine Signifikanz.

Varianzanalyse aller Faktoren

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	VERBAL	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
VERBAL	Linear	615,000	1	615,000	21,670	,000
VERBAL * EN	Linear	94,654	1	94,654	3,335	,074
VERBAL * IR	Linear	17,566	1	17,566	,619	,435
VERBAL * EN * IR	Linear	127,066	1	127,066	4,477	,040
Error(VERBAL)	Linear	1362,280	48	28,381		

Tabelle 4.26: F-Werte und Signifikanzniveau des Faktors "Verbalisierung" mit den Faktoren "Entfernung" und "Reihenfolge"

Die Verbalisierung (drei Stufen, pro Proband eine Messwiederholung) ist innerhalb ihrer Abstufungen höchstsignifikant ($p=,000$). Zwischen den Verbalisierungsbedingungen und der Entfernung stellt sich eine tendenziell signifikante Interaktion dar ($p = ,074$). Die Interaktion der Faktoren Verbalisierung mit Entfernung und Reihenfolge zeigt eine statistische Signifikanz bei $p = ,040$. Die Verbalisierungsbedingungen interagieren mit den Bedingungen der Entfernung und der Reihenfolge. Die signifikante 3-fach-Interaktion wird durch die Reihenfolgeeffekte der B Bedingung verursacht.

Zugrundeliegende statistische Berechnungen wie "Multivariate Tests" und "Test of Within-Subjects-Effects" befinden sich in Anhang D, Tabelle D2 und Tabelle D3.

Darstellen der Kontrollgruppe (Bed. A- Bed. A)

Die Kontrollpersonen (N=13, Nahbereich: N=7, Fernbereich: N=6) absolvierten in beiden Durchgängen der IVEA nur die Bedingung A, ohne Verbalisierung. So ließ sich deskriptiv darstellen, dass in beiden Durchgängen spontan mehr Linksexplorationsen als Rechtsexplorationsen vorgenommen wurden (vgl. Hättig, 1992). Die beiden folgenden Abbildungen zeigen Linksexplorationsen getrennt für den ersten und zweiten Durchgang, ohne Berücksichtigung der Entfernung. Die jeweilige Bedingung ergibt sich für den ersten Durchgang aus den ersten Buchstaben der Balkenbezeichnung (z.B.: 1. Dg. B-C=B). Für den zweiten Durchgang entsprechend der zweite Buchstabe (z.B.: 2. Dg. A-C=C).

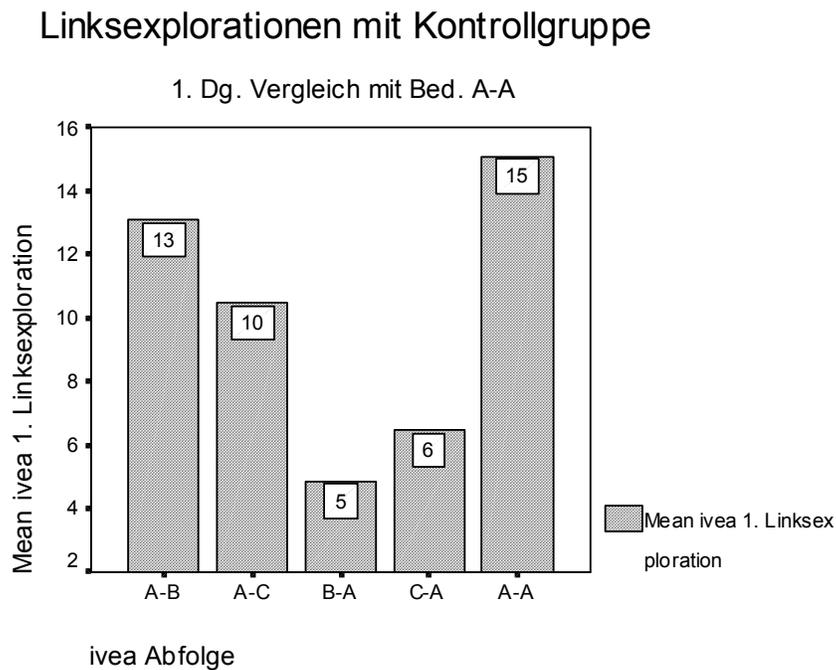


Abb. 4.6: Linksexplorationsen mit Kontrollgruppen in Abhängigkeit der Reihenfolge, 1. Dg.

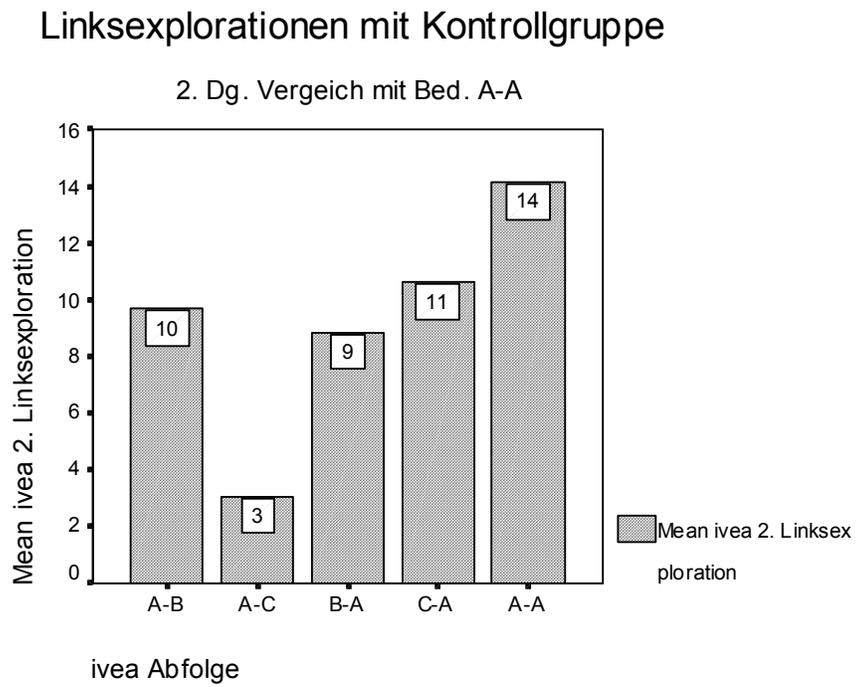


Abb. 4.7: Linksexplorationen mit Kontrollgruppen in Abhängigkeit der Reihenfolge, 2. Dg.

Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung sollte der Frage nachgegangen werden, ob sich die spontane Seitenbevorzugung bei visueller Exploration unter verschiedenen Bedingungen der Verbalisierung bzw. "Nicht-Verbalisierung" verändert. In den Arbeiten von Hättig (1992) zeigten sich unter der Durchführung der Testversion IVEA ohne Benennung eines Zentralelements spontane Linksexplorations der Probanden. Um eine Fixationskontrolle zu erreichen, setzte Hättig (1992) in einer anderen Bedingung an Stelle eines Zentralelements eine Zahl, die zu benennen war. Die Ergebnisse zeigten, dass die Probanden unter dieser Bedingung spontan signifikant mehr rechts explorierten. In der Untersuchung von Müller (1996) zur Fixationskontrolle der Zentralvergleich eingeführt (Bedingung C). Dabei wurden bei männlichen und weiblichen Versuchspersonengruppen wie in der vorliegenden Untersuchung bei Bed. C signifikante Rechtsexplorations beobachtet. Bei den weiblichen VPn war darüberhinaus ein Zykluseffekt für die IVEA Bed. C nachweisbar. Es war nicht möglich, die Ergebnisse der Rechtswendigkeit, (Müller, 1996) mit der Linkswendigkeit (Hättig, 1992) in Einklang zu bringen. Als vermittelnde Variable kam die Verbalisierung in Verbindung mit der Fixationskontrolle in Frage. Die Verbalisierungseffekte auf das Explorationsverhalten wurden in der vorliegenden Studie systematisch untersucht.

Wie Hättig (1992) bereits annahm kann die Linkswendigkeit in der spontanen Seitenbevorzugung durch rechts-hemisphärische Aktivierung bei räumlicher Exploration und einer daraus resultierende kontralateralen Aufmerksamkeitsausrichtung erklärt werden (Gitelman et al. 1996, Posner et al. 1987, Gainotti et al, 1991, Kinsbourne, 1987, 1993, 1994, Heilman, 1993, Karnath, 1994). Als grundlegend für das Zustandekommen der verstärkten Rechtsexplorations wurde eine linkshemisphärische Aktivierung durch verbale Prozesse angenommen.

Bezugnehmend auf die Verbalisierung entwickelte sich die Frage nach dem Einfluss verschiedener Ausprägungsgrade der Encodierungen auf die visuelle Exploration. In diesem Zusammenhang sollte auch die Hypothese überprüft werden, ob ein schlechteres verbales KZG eine stärkere linkshemisphärische Aktivität hervorruft und dadurch eine stärkere rechtsseitige visuelle Exploration verursacht wird. Ergebnisse der Untersuchungen von Bisiach et al. (1986), Halligan und Marshall (1991) führten zu der Frage nach dem Einfluss des Faktors "Entfernung": wird die präferierte Explorationsseite durch die Explorationsentfernung beeinflusst ?

Initiale visuelle Exploration im personalen und extrapersonalen Raum

Zu Hypothese1:

Der Einfluss des personalen und extrapersonalen Raumes auf die spontane visuelle Exploration sollte durch die Bedingung Faktor "Entfernung" mit den zwei Stufen "Nahbereich" und "Fernbereich" getestet werden. Zur Auswertung wurden nur die Werte der Bedingung IVEA A (ohne Verbalisierung) herangezogen. In der deskriptiven Darstellung der Mittelwerte zeigte sich eine größere Tendenz zu Linksexplorationen im "Fernbereich". Die Überprüfung der Hypothese mittels einer varianzanalytischen Auswertung fiel insignifikant aus. Initiale visuelle Explorationen werden nicht beeinflusst durch die Entfernung der zu explorierenden Textur. Im peripersonalen wie im extrapersonalen Raum wird spontan zur gleichen Seite hin (vorrangig links, Bed A) exploriert. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Hättig (1992). Untersuchungen der Autoren Bisiach et al. (1986) und Halligan und Marshall (1991) zeigen eine Teilung der "spatialen Karte" des menschlichen

Gehirns für den peripersonalen und den extrapersonalen Raum auf. Bestimmte Areale des Gehirns sind ausschliesslich für die visuelle Exploration "Nah", andere für "Fern", zuständig. Diese Zweiteilung hat nach den vorliegenden Ergebnissen keinen Einfluss auf die spontane Seitenbevorzugung bei visueller Exploration. Es ist daher davon auszugehen, dass die beiden Areale – falls sie existieren – bei visuellen Explorationen eine gleiche Aktivierung erfahren.

Effekte der Verbalisierung auf die initiale visuelle Exploration

Die Betrachtung des Verbalisierungseffektes im Gegensatz zur Non-Verbalisierung bei visueller Exploration zeigte eine deutliche deskriptive Differenz. Probanden die die Bedingung mit Verbalisierung durchführten (IMVLI, vg. Kap. 4.2.2.1) explorierten spontan signifikant öfter nach rechts als die Probanden unter der Bedingung ohne Verbalisierung. Diese erste allgemeine Betrachtung bezog die Durchführungsdurchgänge und die verschiedenen Abstufungen der Verbalisierung nicht mit ein. Desweiteren wurde die Entfernung auf Grund der vorherigen Ergebnisse außer Acht gelassen. Es wurden alle Werte Verbalisierung und alle Werte der Durchgänge zusammengefasst. Diese signifikanten Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Theorien der Aufmerksamkeits-Auslenkung durch hemisphärenspezifische Aktivierung von Kinsbourne (vgl. Kap. 2.1.1.2).

Stärkere Linksexplorations bei visuellen Explorationen ohne Verbalisierung entstehen auf Grund der Dominanz der rechten Hemisphäre für Explorationsprozesse wie sie von Gitelman et al. (1996) in der Bildgebung dargestellt wurden. Als Folge der dominanten rechtshemisphärischen Beteiligung bei Such und Explorationsprozessen

erfährt die rechte Hemisphäre eine relativ stärkere Aktivierung. Kinsbourne (1987, 1993, 1994) geht davon aus, dass immer die Hemisphäre stärker aktiviert wird, die für das dargebotene Material, bzw. Aufgabe spezialisiert ist. So entsteht eine erhöhte Aktivierung der linken Hemisphäre bei verbal dargebotenen Aufgaben und eine erhöhte Aktivierung der rechten Hemisphäre bei explorativen Aufgaben. Durch die stärkere Aktivierung einer Hemisphäre entsteht nach Kinsbourne eine Störung der Interaktion zwischen den Hemisphären. Es entsteht ein Ungleichgewicht, dass zu einer kontralateralen Ausrichtung des Explorationsverhaltens führt (vgl. Kinsbourne, 1987).

Der Vergleich zwischen den Verbalisierungseffekten nur im ersten Durchgang führte zu theorie-konformen Ergebnissen. Probanden, die eine Verbalisierungsbedingung im ersten Durchgang ausübten explorierten initial signifikant häufiger rechts als Probanden unter der Bedingung Non-Verbalisierung im ersten Durchgang. Dies zeigte eine Übereinstimmung mit der vorherigen Beobachtung (Hättig 1992, Müller 1996)

Diese Ergebnisse wären auch im zweiten Durchgang zu erwarten gewesen. Da aber die Bedingung B eine signifikante Abhängigkeit von der vorausgegangenen A Bedingung hatte, setzte sich der Verbalisierungseffekt in der Abstufung A, B, C nicht mehr durch. Es ist davon auszugehen, dass diese erste Durchführung einen "Erinnerungseinfluss" im Sinne einer erfolgreichen Suche nach dem Zielelement im ersten Durchgang auf der linken Seite hatte. Die Frage warum der Einfluss nicht auch auf Bedingung C in dieser Ausprägung besteht, könnte mit der stärkeren Verbalisierung unter Bedingung C zu erklären sein. Dies wurde in Kap. 4.2.2.8 untersucht. Nach den statistischen Auswertungen besteht aber kein signifikanter Unterschied zwischen den Ausprägungen der Encodierungen bei Bedingung B und C. Beide Verbalisierungsbedingungen scheinen den gleichen Einfluss auf die

Seitenbevorzugung zu haben. Dies zeigt sich auch im Vergleich der Bedingungen B und C im ersten Durchgang. Es ergaben sich keine Signifikanzen zwischen den beiden Verbalisierungsbedingungen. So bleibt die Frage warum wirkt sich die vorausgehende Erfahrung mit der Bed. A nur auf die nachfolgende Exploration bei Bed. B aus und nicht bei der nachfolgenden Bed. C? Denkbar wäre, dass die größere Aufgabenschwierigkeit der Bed. C eine Erinnerung an die zurückliegende Durchführung Bed. A im Sinne einer Distraction erschwert.

Bei einer weiteren Betrachtung der Verbalisierungseffekte auf visuelle Explorationen wurden die Bedingungen A, B und C ohne Beachtung der beiden Durchgänge überprüft (vgl. Kap. 4.2.2.4). Dabei stellte sich nocheinmal heraus, dass es zwischen den Bedingungen A und B und Bedingungen A und C hochsignifikante Differenzen gibt, die sich auch schon deskriptiv zeigten. Dies bestätigt die Annahme, dass sich eine verbale Encodierung auf die initiale visuelle Exploration auswirkt. Unter Verbalisierungsbedingungen wird signifikant häufiger rechts exploriert.

Zusammenhang zwischen KZG und initialer visueller Exploration

Die Hypothese, dass ein schlechteres verbales KZG zu erhöhter linkshemisphärischer Aktivität führt und dadurch eine stärkere initiale Rechtsexploration ausgelöst wird, konnte nicht bestätigt werden (vgl. Tabelle 4.24 und Tabelle 4.26). Auf Grund der vorherigen Ergebnisse, dass die Stärke der Encodierung (Bedingung B oder Bedingung C) keinen signifikanten Einfluss auf die spontane visuelle Exploration nimmt, war ebenfalls zu erwarten, dass auch das KZG keinen Einfluss hat. Da die beiden Bedingungen B und C sich deutlich in ihren Anforderungen an das verbale KZG unterscheiden scheinen KZG-Effekte keinen Einfluss auf die

Seitenpräferenz zu haben. Nach den oben erwähnten Ergebnissen (kein Unterschied zwischen B und C) ist es ohne Bedeutung, ob die Hemisphäre zusätzlich durch eine verbale KZG-Leistung aktiviert wird. Allein dass sie verbal aktiviert wird ist wichtig und bestimmt dann die Seitigkeit beim initialen visuellen Explorieren.

Zusammenfassung

In verschiedenen Studien zeigten sich Hinweise für die Einflüsse der Verbalisierung auf die spontane Seitenbevorzugung beim visuellen Explorieren. Im Gegensatz zu Patienten mit rechtshemisphärischen Schädigungen wurde beim visuellen Explorationsverhalten von Gesunden Rechtshändern eine erhöhte initial Linkswendigkeit festgestellt. Wenn den visuellen Explorationsaufgaben eine verbale Aktivität vorangestellt wurde, zeigte sich spontan eine stärkere Rechtswendigkeit (Hättig, 1992).

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, welche Faktoren einen Einfluss auf das spontane visuelle Explorationsverhalten ausüben. Der Faktor "Verbalisierung" wurde in drei verschiedenen Ausprägungen überprüft. Im Zusammenhang damit wurde die Beziehung des verbalen KZG zu den Rechtsexplorationsverhalten untersucht. Ausserdem wurde überprüft, ob die Explorations-Entfernung Veränderungen im spontanen visuellen Explorieren bewirkt. Hierzu wurden 65 rechtshändige Männer untersucht. Die Probanden bearbeiteten einen dichotischen Hörtest, Aufgaben zum Kurzzeitgedächtnis und einen Test zur Erfassung der spontanen visuellen Exploration. Dieser Test "IVEA" wurde von jedem Probanden zweimal durchgeführt, einmal ohne Verbalisierung und einmal mit einer von zwei Verbalisierungsbedingungen.

Nachzuweisen war ein signifikanter Einfluss der Verbalisierung auf die spontane visuelle Exploration. Die Unterscheidung zwischen "schwacher" oder "starker" (mit verbaler KZG Beteiligung) Verbalisierung und der Einfluss der Entfernung konnten nicht nachgewiesen werden. Auch für den Zusammenhang des verbalen KZG und der Seitigkeit beim Explorieren zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge. Hinsichtlich des allgemeinen Verbalisierungseffektes konnten frühere Studien bestätigt werden.

- Berti, A., Rizzolatti, G. (1994). *Is neglect a theoretically coherent unit?* Neuropsychological Rehabilitation 4 (2) 1994, 111-114.
- Birbaumer, N., Schmidt, R.F. (1991). *Biologische Psychologie*. (2. Auflage). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bisiach, E., Perani, D., Vallar, G., Berti, A. (1986). *Unilateral neglect: Personal and Extra-Personal*. Neuropsychologia, Vol. 24, No. 6, pp. 759-767.
- Bisiach, E. & Vallar, G. (1988). *Hemineglect in humans*. In F. Boller & J. Grafman (Eds.), Handbook of Neuropsychology, Vol. I. Elsevier, pp. 195-222.
- Bowers, D., Heilmann, K.M. (1980). *Pseudoneglect: effects of hemispace on a tactile line bisection task*. Neuropsychologia, Vol. 18, pp: 491-498.
- Bradshaw, J.L., Nettleton, N.C., Nathan, G., Wilson, L. (1985). *Bisecting rods and lines: effects of horizontal and vertical posture on left-side underestimation by normal subjects*. Neuropsychologia, Vol. 23, No. 3, pp: 421-425.
- Bryden, M.P., (1977). *Measuring handedness with questionnaires*. Neuropsychologia 15, pp: 617-624.
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie (Hrsg.). (1987). *Richtlinien zur Manuskriptgestaltung*. Göttingen: Dr. C.J. Hogrefe. Verlag für Psychologie.
- Diehl, M.J., Staufenbühl, Th. (1997). *Statistik mit SPSS für Windows Version 6.1*. Eschborn: Verlag Dietmar Klotz GmbH.
- Ehret-Atapour, M. (1989). *Der Einfluss unilateraler Stimulation der Nackenmuskulatur auf visuelle Asymmetrien*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, TU Berlin.
- Gainotti, G. (1993). *The role of spontaneous eye movements in orienting attention and in unilateral neglect*. In Robertson I.H. & Marshall, J.C. (Hrsg.), Unilateral neglect: Clinical and experimental studies (S. 107-122).
- Gainotti, G., D'Erme, P., Bartolomeo, P. (1991). *Early orientation of attention toward the half ipsilateral to the lesion in patients with unilateral brain damage*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 54, pp. 1082-1089.

- Gitelman, D.R., Alpert, N.M., Kosslyn, S., Daffner, K., Scinto, L., Thompson, W., Mesulam, M.M. (1996). *Functional Imaging of Human Right Hemispheric Activation for Exploratory Movements*. *Annals of Neurology*, Vol 39, No 2, February 1996, pp. 174-179.
- Hättig, H. (1992). *Die Erfassung der spontanen initialen visuellen Explorationsasymmetrie*. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 1, Heft 1, S. 52-67.
- Hättig, H., Beier, M. (1999). *Der FRWT: Ein dichotischer Test für Klinik und Forschung*. *Zeitschrift für Neuropsychologie*.
- Hager, W., Spies, K. (1991). *Versuchsdurchführung und Versuchsbericht. Ein Leitfaden*. Göttingen: Dr. C. J. Hogrefe, Verlag für Psychologie.
- Halligan, P.W., Marshall, J.C. (1991). *Left neglect for near but not for far space in man*. In *Nature*, Vol 350, p. 498-500.
- Halligan, P.W. & Marshall, J.C. (1993). *The history and clinical presentation of neglect*. In I. H. Robertson & J. C. Marshall (Eds.) *Unilateral neglect: Clinical and Experimental Studies*. LEA: Hove, pp. 3-25.
- Halligan, P.W., Marshall, J.C. (1994). *Spatial Neglect: Position Papers on Theory and Practice*. *Neuropsychological Rehabilitation Series*, ISSN 0960-2011. Series 616.8.
- Hartje, W., Poeck, K. (1997). *Klinische Neuropsychologie*. (3. neubearbeitete Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme Verlag.
- Heilman, K.M., Van Den Abell, Th. (1980). *Right hemisphere dominance for attention: The mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect)*. *Neurology* 30: 327-330, march 1980.
- Heilman, K.M., Bowers, D., Valenstein, E., Watson, R.T. (1987). *Hemisphere and Hemispatial Neglect*. *Neuropsychological aspects of Spatial Neglect*, Jeannerod, M. (editor), Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland).
- Heilman, K.M., M.D. (1993). *Attentional Asymmetries*. *Neurology Service*, Department of Veterans Affairs Medical Centre and Department of Neurology, University of Florida College of Medicine, Gainesville, FL, 1993.

- Heilman, K.M., Valenstein, E., Watson, R.T. (1994). *The what and how of neglect*. *Neuropsychological Rehabilitation* 4 (2) 1994, 133-139.
- Kandel, E.R., Schwarz, J.H., Jessell, T.M. (1995). *Neurowissenschaften: Eine Einführung*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum, Akad. Verl. .
- Karnath, H.-O. (1988). *Deficits of attention in acute and recovered visual hemi-neglect*. *Neuropsychologia*, Vol. 26, No. 1, pp: 27-43.
- Karnath, H.-O.. Neglect. In Hartje, W., Poeck, K. (1997). *Klinische Neuropsychologie* (3. neubearbeitete Auflage). S. 260-277.
- Kinsbourne, M. (1987). *Mechanism of unilateral neglect*. In M. Jeannerod (Ed.). *Neurophysiological and Neuropsychological Aspects of Spatial Neglect*. Amsterdam: North-Holland, pp. 69-86.
- Kinsbourne, M. (1993). *Orientalional bias model of unilateral neglect: Evidence from attentional gradients within hemispace*. In: I.H. Robertson and J.C. Marshall (Eds.), *Unilateral Neglect: Clinical and experimental Studies*, pp. 63-86, LEA, Hove.
- Kinsbourne, M. (1994). *Mechanism of Neglect: Implications for Rehabilitation*. *Neuropsychological Rehabilitation*, 4 (2) pp. 151-153.
- Kinsbourne, M. (1994). *Neuropsychology of Attention*. In Zaidel, D.W. (Ed.). *Neuropsychology. Handbook of perception and cognition*. Chapter 5, pp. 105-122.
- Kolb B., Whishaw Ian Q. (1993). *Neuropsychologie*. Heidelberg Berlin Oxford: Spektrum, Akad. Verlag. .
- Mattingley, J.B., Bradshaw, J.L., Bradshaw, J.A., Nettleton, N.C. (1994). *Residual rightward attentional bias after apperent recovery from right hemisphere damage: implications for a multicomponent model of neglect*. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 57,1994, 597-604.
- Meador, K., Loring, D.W., Lee, G.P., Brooks, B.S., Nichols, F.T., Thompson, E.E., Thompson, W.O. and Heilman, K.M. (1989). *Hemisphere Asymmetry for eye Gaze Mechanisms*. *Brain*, 112, pp. 103-111.

- Mierdel, N. (1989). *Der Einfluss Hemisphärenspezifischer Aktivierung auf links - rechts Asymmetrien in der visuellen Wahrnehmung*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, TU Berlin.
- Müller, G. (1996): *Funktionelle Hemisphärenasymmetrien im Verlauf des Menstruationszyklus*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, FU Berlin.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.**
- Poeck, K. (1994). *Neurologie* (9. aktualisierte Aufl.) Springer-Lehrbuch.
- Pollmann, S. . *Hemispheric Cooperation in Covert Spatial Orienting*. Habilitationsschrift von Pollmann, S., Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung, Leipzig.
- Posner, M.I., Walker, J.A., Friedrich, F.A., Rafal, R.D. (1987). *How do the parietal lobes direct covert attention?*. *Neuropsychologia*, Vol. 25, No. 1A, pp: 135-145.
- Posner, M.I. (1994). *Neglect and spatial attention*. *Neuropsychological Rehabilitation* 4 (2), 1994, 183-187.
- Posner, M.I., Raichle, M.E. (1996). *Bilder des Geistes. Hirnforscher auf den Spuren des Denkens*. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl. .
- Rizzolatti, G., Berti, A. (1993). *Neural Mechanisms of Spatial Neglect*. In Robertson, I.H., Marshall, J.C. (1993). *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Studies*. East Sussex, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd. Publishers.
- Robertson, I. H., Marshall, J.C. (1993). *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Studies*. Brain Damage, Behaviour & Cognition Series, ISSN 0967-9944; II Series 616.89, 1993.
- Roether, D. (1984). *Tempoleistung und Merkfähigkeit Erwachsener, TME*, Handanweisung. 2. Unveränderte Auflage, 1984 Psychodiagnostisches Zentrum, Sektion Psychologie der Humboldt-Universität zu Berlin.
- Schellig D., Hättig, H. (1993). *Die Bestimmung der visuellen Merkspanne mit dem Block-Board*. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 4 (1993), Heft 2, S. 104-112.

- Springer, P. S., Deutsch, G. (1987). *Linkes – Rechtes Gehirn*. Heidelberg Berlin: Spektrum Akad. Verl. .
- Springer, P. S., Deutsch, G. (1988). *Linkes - Rechtes Gehirn*. 4. Aufl. - Heidelberg Berlin: Spektrum Akad. Verl. .
- Sturm, W., Wilmes, K., DeSimone, A., Hesselmann, V., Specht, C., Herzog, H., Krause, B. (1997). Funktionelle Neuroanatomie der Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness). Eine PET-Studie. Vortrag 27. Zweijahrestagung '97, Zeitschrift für Neurologie und Rehabilitation 3.1997.
- Wechsler, Prof. Dr. D. (1964). *Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Textband zum Handbuch Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE)*. Herausgegeben von Prof. Dr. Curt Bondy, Psychologisches Institut der Universität Hamburg, 3. Auflage, Verlag Hans Huber Bern, Stuttgart, 1964.
- Welte, V. (1981). *Der Mottier-Test, ein Prüfmittel für die Lautdifferenzierungsfähigkeit und die auditive Merkfähigkeit. Sprache - Stimme - Gehör* 5 (1981) 121 - 125, Stuttgart New York: Thieme Verlag.

