

Humboldt-Universität zu Berlin

Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät II

Institut für Psychologie

Lehrstuhl für Klinische Psychologie

DIPLOMARBEIT

Stabilität der dichotischen Hörtests FW10b und FW12k unter forcierter Aufmerksamkeitslenkung

vorgelegt von:

Christine Szkudlarek

am 18.12.2008

Betreuer:

1. Dr. Heinz Hättig (Epilepsiezentrum Berlin-Brandenburg)
2. Prof. Dr. Norbert Kathmann (Lehrstuhl für Klinische Psychologie)

Danksagung

Die Verwirklichung einer dichotischen Untersuchung an einer derart umfangreichen Stichprobe bedurfte der Zusammenarbeit und Kooperation vieler Beteiligter. An dieser Stelle möchte ich mich in besonderer Weise bei allen Versuchspersonen bedanken, durch deren Mitarbeit die vorliegende Arbeit erst realisierbar wurde.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Heinz Hättig. Er war zu jeder Zeit ein kompetenter und hilfreicher Partner, ohne dessen Ideenreichtum und Einsatz diese Untersuchung nicht zustande gekommen wäre. Aber auch die Unterstützung meiner Kommilitonin Frau Antje Ulrich, besonders in den Phasen des Versuchsaufbaus, der Testdurchführung und Auswertung, möchte ich nicht missen. Unser freundschaftliches Miteinander und gegenseitiger Zuspruch hat manch schwieriges Problem etwas leichter werden lassen.

Durch ihren unermüdlichen Einsatz bei der Testdurchführung waren die beteiligten Projekt-Studenten eine enorme Hilfe.

Ein großer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Kathmann, der mir als Zweitgutachter erst die Möglichkeit gab, diese Diplomarbeit als Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Klinische Psychologie und dem Epilepsiezentrum Berlin-Brandenburg zu verwirklichen.

Schließlich danke ich meiner Familie und meinem Partner für die großartige Unterstützung und Motivation.

Berlin, im Dezember 2008

Christine Szkudlarek

1	EINLEITUNG	1
2	THEORETISCHER HINTERGRUND	5
2.1	Methoden zur Erfassung der Sprachlateralisation	5
2.1.1	Wada-Test.....	5
2.1.2	Neuere bildgebende Verfahren	6
2.1.3	Dichotisches Hören	7
2.2	Erklärungsmodelle dichotischen Hörens	8
2.2.1	Das strukturelle Modell von Kimura	8
2.2.2	Aufmerksamkeitstheorie von Kinsbourne.....	10
2.3	Darbietungsformen und Stimulusmaterial dichotischen Hörens	11
2.3.1	„Split-span“-Paradigma und synchronisierte Zahlenreihen.....	11
2.3.2	„Single-pair“-Paradigma und synchronisierte Silbentests	12
2.4	Fused Rhymed Words Test	12
2.4.1	Testkonzept des amerikanischen FRWT	12
2.4.2	Entwicklung und Aufbau der deutschsprachigen FRWT-Versionen	15
2.4.3	Bewertung Testresultate: der Lateralisationsindex Lambda	16
2.4.4	Validität des FRWT	17
2.4.5	Reliabilität des FRWT.....	19
2.5	Aufmerksamkeit	19
2.6	Aufmerksamkeitseffekte in dichotischen Hörtests	19
2.6.1	Komponenten der Aufmerksamkeit.....	20
2.6.2	Untersuchungsparadigmen	21
2.6.3	Aufmerksamkeitseffekte und Stimulusmaterial	25
2.6.4	Exkurs: Epilepsie und Aufmerksamkeitseffekte	30
2.6.5	Erklärungsmodelle der Aufmerksamkeitseffekte.....	32
2.7	Einflussfaktoren auf sprach-dichotisches Hören	34
2.7.1	Einflussfaktor Alter	34
2.7.2	Einflussfaktor Geschlecht.....	35
2.7.3	Sprachlateralisierung und Drehrichtung des Haarwirbels.....	36
3	FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN	38
3.1	Fragestellung	38
3.2	Hypothesen	39
3.2.1	Hypothese A: Drehrichtung des Haarwirbels und Lateralisierung	39
3.2.2	Hypothese B: Aufmerksamkeitseinflüsse auf FW10b und FW12k	39
3.2.3	Hypothese C: Geteilte Aufmerksamkeit und Aufmerksamkeitseffekt	40
3.2.4	Hypothese D : soziodemographische Variablen, Dextralität und AL	40
4	METHODEN	42
4.1	Erhebung der Stichprobe	42
4.2	Soziodemographische Merkmale der Stichprobe	42
4.2.1	Lebensalter und Geschlecht	42
4.2.2	Bildungsstand	43

4.3	Lateralisierungsbezogene Merkmale der Stichprobe.....	44
4.3.1	Händigkeit	44
4.3.2	Drehrichtung des Haarwirbels	46
4.4	Material	46
4.4.1	Untersuchungsprotokoll.....	46
4.4.2	Allgemeiner Testaufbau FRWT	47
4.4.3	Dichotischer Hörtest FW10b	47
4.4.4	Dichotischer Hörtest FW12k	48
4.4.5	Beschreibung des FW 7cc	49
4.4.6	Geteilte Aufmerksamkeit (TAP).....	50
4.5	Geräte.....	51
4.6	Versuchsplan	52
4.6.1	Effekte der Aufmerksamkeitsinstruktionen auf FW10b und FW12k	53
4.6.2	Effekt: TAP und Aufmerksamkeitsinstruktionen	54
4.6.3	Effekt: Personenvariablen und Aufmerksamkeitslenkung.....	55
4.6.4	Prüfung der statistischen Voraussetzungen der Varianzanalyse	55
4.6.5	Angleichung der Testlängen des FW10b und FW12k	56
4.7	Versuchsablauf	57
5	ERGEBNISSE	60
5.1	Soziodemographische Faktoren und Sprachlateralisierung	60
5.2	Einfluss der Dextralität auf die Sprachlateralisierung	62
5.3	Sprachlateralisierung und Haarwirbeldrehrichtung	63
5.4	Hörtests FW12k und FW10b unter Aufmerksamkeitslenkung.....	64
5.4.1	Lateralisierungsergebnisse unter den Bedingungen FR und FL	65
5.4.2	Vergleich der Aufmerksamkeitsbedingungen NF, FR und FL.....	68
5.4.3	Zusammenfassung FW10b: Effekt Aufmerksamkeitsinstruktionen	72
5.4.4	Zusammenfassung FW12k: Effekt Aufmerksamkeitsinstruktionen.....	72
5.5	Fähigkeit zur Teilung der Aufmerksamkeit (TAP).....	73
5.6	Geteilte Aufmerksamkeit (TAP) und Aufmerksamkeitslenkung.....	74
5.7	Soziodemographische Variablen und Aufmerksamkeitslenkung	76
5.8	Dextralität und Aufmerksamkeitslenkung	78
5.9	Weitere Untersuchungsergebnisse.....	78
5.9.1	Aufmerksamkeitslenkung in Abhängigkeit der NF-Lateralisierung	78
5.9.2	Einfluss Medikation auf Aufmerksamkeitslenkung	83
6	DISKUSSION.....	85
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	91
8	LITERATURVERZEICHNIS	95
9	ANHANG	100

Anhang

Anhang 1 Einverständniserklärung	100
Anhang 2 Auszug Versuchsplan (Altersgruppe 1)	102
Anhang 3 Untersuchungsprotokoll	103
Anhang 4 Sitzungsprotokoll.....	106
Anhang 5 Debriefing.....	112
Anhang 6 Beispielphotografien Kategorisierung der Haarwirbeldrehrichtung	113
Anhang 7 Instruktion FW10b (Hättig, 2007).....	114
Anhang 8 Instruktion FW12k (Hättig, 2007).....	115
Anhang 9 Instruktionen Aufmerksamkeitslenkung (FR- und FL-Bedingung).....	116
Anhang 10 Statistische Berechnungen	118

Abbildungen

Abbildung 1: Entstehen von Ohr- und Stimulusdominanz	15
Abbildung 2: absolute Häufigkeiten der Bildungsabschlüsse	44
Abbildung 3: TAP: Stimuli visuelle Bedingung	51
Abbildung 4: Interaktion der Faktoren Testart x Altersgruppen	61
Abbildung 5: Zusammenhang Ohrpunktanzahl und Testart	62
Abbildung 6: Interaktion der Faktoren Testart x Dextralität.....	63
Abbildung 7: Interaktion Lambda (FR, FL) x Beginn x Testart.....	66
Abbildung 8: Interaktion Lambda (NF, FR, FL) x Beginn x Testart.....	71
Abbildung 9: Gesamtfehlerkategorien geteilte Aufmerksamkeit	74
Abbildung 10: Interaktion Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Testart x Beginn (FW12k).....	77
Abbildung 11: AL in Abhängigkeit des Lateralisierungsindex der NF-Bedingung (FW12k).....	80
Abbildung 12: Scatterplot Lambda NF und FL	82
Abbildung 13: Scatterplot Lambda NF und FR	83
Abbildung 14: Interaktion Lambda x Medikamentenstatus x Beginn x Testart (FW12k)	84

Tabellen

Tabelle 1: Lebensalter bei Männern, Frauen und Gesamt	43
Tabelle 2: Verteilung der Lateralisationsquotienten	45
Tabelle 3: Zusammensetzung des dichotischen Reizmaterials	49
Tabelle 4: Versuchsplan	54
Tabelle 5: Untersuchungsablauf	59
Tabelle 6: Darstellung mittlere, doppelte Ohrpunkte (NF, FR, FL)	69
Tabelle 7: Korrelationen für geteilte Aufmerksamkeit und Differenzwerte	75
Tabelle 8: Kolmogoroff-Smirnov-Test	118
Tabelle 9: Varianzanalyse Alter und Lateralitätsindex	118
Tabelle 10: Varianzanalyse Geschlecht und Lateralitätsindex	119
Tabelle 11: Varianzanalyse Bildung und Lateralitätsindex	119
Tabelle 12: Varianzanalyse Dextralität und Lateralitätsindex	119
Tabelle 13: Varianzanalyse Haarwirbel und Lateralitätsindex	120
Tabelle 14: Varianzanalyse Aufmerksamkeitsbedingungen FR und FL	120
Tabelle 15: Levene-Test Lambdawerte (FW10b und FW12k)	120
Tabelle 16: Univariate Signifikanztests der Bedingungen FR und FL	121
Tabelle 17: Varianzanalyse Aufmerksamkeitsbedingungen NF, FR und FL	121
Tabelle 18: Mauchly-Sphärizitäts-Test, Greenhouse/Geisser-Test (FW10b, FW12k)	122
Tabelle 19: Levene-Test Lambdawerte (NF, FR, FL)	122
Tabelle 20: Faktorenanalyse TAP und Aufmerksamkeitslenkung	123
Tabelle 21: Varianzanalyse Geschlecht und Aufmerksamkeitslenkung	123
Tabelle 22: Varianzanalyse Alter und Aufmerksamkeitslenkung	124
Tabelle 23: Varianzanalyse Dextralität und Aufmerksamkeitslenkung	125
Tabelle 24: Varianzanalyse Aufmerksamkeitslenkung und NF (FW12k)	126
Tabelle 25: Varianzanalyse Aufmerksamkeitslenkung und NF (FW10b)	126
Tabelle 26: Varianzanalyse Medikamentenstatus und Aufmerksamkeitslenkung	127

1 Einleitung

Die Anwendung nicht-invasiver Methoden zur Feststellung der zerebralen Sprachlateralisierung im Rahmen der prächirurgischen Epilepsiediagnostik gewinnt zunehmend an Bedeutung. Neben den obligaten Verfahren zur Abklärung operativ behandelbarer Epilepsiesyndrome wie das Video-EEG-Monitoring, die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), gehört auch der dichotische Hörtest an einigen epilepsiechirurgischen Zentren zum Standardrepertoire der prächirurgischen Epilepsiediagnostik.

Die Epilepsie stellt mit einer Prävalenz von 0,8% eine der häufigsten neurologischen Störungsbilder überhaupt dar. In Anbetracht der Tatsache, dass bei circa 35% der Patienten (Baumgartner, 2008) trotz medikamentöser Therapie keine Anfallsfreiheit erreicht werden kann und die epilepsiechirurgische Behandlung eine erfolgsversprechende Therapieoption bietet, bedarf es einer kontinuierlichen Weiterentwicklung und Präzisierung des diagnostischen Prozesses im Vorfeld eines operativen Eingriffes. Die Verwendung eines dichotischen Hörtests als Screeninginstrument zur hemisphärischen Sprachlateralisierung ist in diesem Prozess nicht nur als eine finanziell ökonomische, sondern auch als eine für den Patienten schonende Methodik zu betrachten.

Im Vordergrund der vorliegenden Untersuchung steht die Feststellung der Robustheit der deutschsprachigen, dichotischen Hörtestversionen FW10b und FW12k hinsichtlich der Beeinflussbarkeit durch Aufmerksamkeitslenkung (AL) durch den Probanden. Die Befunde wurden an einer Stichprobe hirngesunder Versuchspersonen erhoben. Als wesentliche Referenzquelle ist die Untersuchung an einer Stichprobe von Epilepsiepatienten zu nennen (Weller, 2005), welche einen vergleichbaren Forschungsansatz verfolgte.

Zu den ersten Errungenschaften der Forschung zum dichotischen Hören gehörte die Entdeckung des sogenannten Rechtsohrvorteils (ROV), der entsteht, wenn einem Probanden (bei bekannter linkslateralisierter Sprachfunktion) simultan zwei verbale Reize in dichotischer Anordnung präsentiert werden (Kimura, 1961a, 1961b) und dabei vornehmlich die Stimuli wiedergegeben

werden, welche dem rechten Ohr dargeboten wurden. Diese Wahrnehmungsdominanz der rechten Ohrseite erwies sich als äußerst robustes Phänomen, dessen Nutzen man für die Feststellung der zerebralen Sprachlateralisation und somit auch für die Epilepsie-Chirurgie rasch erkannte.

Bisher haben sich zwei konkurrierende Theorien herausgebildet, welche versuchen, das Entstehen der Wahrnehmungsdominanz der rechten Ohrseite (bei linkslateralisierter Sprache) zu begründen. Zum einen wird bei der sogenannten strukturellen Theorie (Kimura, 1967) davon ausgegangen, dass eine anatomisch-strukturelle Verschiedenheit in der Ausprägung der ipsi- und kontralateralen Hörbahnen für das Zustandekommen des ROV grundlegend sei. Dem gegenüber gibt es die Vermutung, dass vielmehr dynamische, kognitive top down-Prozesse die Wahrnehmungsasymmetrie bedingen. Je nach Art des Stimulusmaterials (z.B. verbal versus non-verbal) richtet der Proband seine Aufmerksamkeit demnach selektiv auf eine Ohrseite (Kinsbourne, 1970).

Einige klinische Befunde, vor allem an Split-Brain Patienten, unterstützen die strukturelle Theorie (Milner, Taylor & Sperry, 1968), während zumindest bei Konsonant-Vokal-Silbentests (CV-Silbentests) eine substantielle Beteiligung von Aufmerksamkeitsfaktoren gefunden werden konnte (Asbjornsen & Bryden, 1996). Obwohl ein eindeutiger Konsens bezüglich der Grundlage des ROV aussteht, konnte anhand von Studien zu Balkenläsionen, aber auch mittels lexikalischer Entscheidungsaufgaben (z.B. Nicholls, 1998) ein deutlicher Hinweis für die Gültigkeit der strukturellen Theorie erbracht werden.

Um die dem ROV zugrunde liegenden Phänomene genauer zu ergründen, wurde mit verschiedenem dichotischem Stimulusmaterial experimentiert. Je nach Art der verwendeten, in der Regel, sprachlichen Stimuli konnten unterschiedliche Effekte bezüglich der Wahrnehmung und Beeinflussbarkeit des dichotisches Hörens durch Aufmerksamkeitseffekte festgestellt werden.

Da sich die Verwendung von Konsonant-Vokal Stimuli (CV-Stimuli) als dichotische Reize als äußerst anfällig gegenüber Aufmerksamkeitseffekten erwies, suchte man nach neuem, reliablerem Reizmaterial. Wexler und Halwes (1983) fanden die Antwort in einem dichotischen Hörtest, der aus synchronisierten

Reimworten bestand. Diese amerikanische Form des sogenannten Fused Rhymed Words Test (FRWT) wurde im Folgenden auch als deutschsprachige Version konzipiert (Hättig & Beier, 2000) und stellt heute eine obligate Komponente im Rahmen der neuropsychologischen, präoperativen Epilepsiediagnostik am Epilepsiezentrum Berlin-Brandenburg dar.

Neben der für erwachsene Patienten entwickelten deutschen Testversion FW10b wurde in der vorliegenden Arbeit auch die Testform FW12k bearbeitet, die ursprünglich für lernbehinderte Menschen und Kinder konzipiert wurde. Beide Testversionen befinden sich bis heute in einem Prozess stetiger Überprüfung und Validierung, um deren diagnostische Aussagekraft bezüglich der Sprachlateralisation epilepsiechirurgischer Kandidaten zu erhöhen und somit ein Maximum an Sicherheit für den Patienten und Praktikabilität für den Untersucher zu gewährleisten.

Zur Bearbeitung der vorliegenden Hauptfrage der Robustheit der dichotischen Tests FW10b und FW12k gegenüber Aufmerksamkeitseffekten wurde ein in der Forschung übliches Untersuchungsparadigma gewählt, das sogenannte „Forced-attention“-Paradigma. Hierbei wird die Testperson durch verbale Instruktionen dazu angehalten, ihre Aufmerksamkeit entweder selektiv nur auf das rechte bzw. linke Ohr zu richten. Anstelle einer Instruktion ist auch das Einspielen von Ton-Cues vor Beginn eines dichotischen Trials üblich, der anzeigt, welcher Seite die Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. Neuere Paradigmen bestehen in der binauralen Präsentation ganzer CV-Silben im Vorfeld der dichotischen Stimulation (Saetrevik & Hugdahl, 2007).

Wie bereits beschrieben, konnte bei dichotischen Silbentests eine enorme Vulnerabilität gegenüber Aufmerksamkeitseffekten gezeigt werden. Und auch der amerikanische FRWT blieb im Vergleich hierzu ebenfalls nicht von den Effekten bewusster Aufmerksamkeitsverlagerung unberührt, wenn gleich in weitaus geringerer Intensität (Asbjornsen & Bryden, 1996). Weller (2005) überprüfte den Einfluss volitionaler Aufmerksamkeit auf die deutschsprachigen FRWT-Konzeptionen FW10b und FW12k bei einer Stichprobe von Epilepsiepatienten. Die Befunde legten nahe, dass sich bei dieser Patientengruppe, die überwiegend Schädigungen im Bereich des Temporallappens aufwies und

somit eine Störung der komplexen auditiven Verarbeitung wahrscheinlich ist, nur marginale Effekte bezüglich der Aufmerksamkeitslenkung deskriptiv nachweisen lassen. Inferenzstatistisch konnte keine signifikante Beeinflussung der beiden Testversionen gezeigt werden. Die vorliegende Studie stellt im Wesentlichen eine Replikation der Untersuchungsbedingungen von Weller (2005) dar, mit dem Unterschied, dass als Teststichprobe hirngesunde Probanden im Alter von 20 bis 60 Jahren ausgewählt wurden. Ihre Fähigkeit zur Beeinflussung der beiden Testversionen FW10b und FW12k im Hinblick auf intendierte Aufmerksamkeitsverlagerung wurde untersucht und zu den Befunden der Epilepsiestichprobe (Weller, 2005) in Beziehung gesetzt.

2 Theoretischer Hintergrund

Motivation des nun folgenden Kapitels soll die Darlegung wichtiger Grundlagen sprach-dichotischen Hörens sein. Neben der Vorstellung verbreiteter Methoden zur Erfassung sprachrelevanter Hemisphärenunterschiede werden Erklärungsmodelle dichotischen Hörens besprochen und letztlich aktuelle Forschungsbefunde hinsichtlich der Robustheit dichotischer Hörtests gegenüber Aufmerksamkeitseffekten aufgeführt.

2.1 Methoden zur Erfassung der Sprachlateralisation

Seit durch Wilder Penfield die chirurgische Behandlung der Epilepsie etabliert werden konnte, fanden verschiedene Methoden zur Bestimmung der Sprachlateralisierung Anwendung. Hierbei sind die Verfahren zur Lateralisierung der Sprache (z.B. WADA-Test und dichotisches Hören) von den Methoden abzugrenzen, die die Sprachfunktion neuroanatomisch lokalisieren (z.B. fMRT). Allerdings sind gravierende Unterschiede in deren ökonomischer Verwendung und Invasivität für den Patienten zu verzeichnen, wie der nachfolgende Überblick darlegen soll.

2.1.1 Wada-Test

1960 von Juhn Wada entwickelt, konnte sich diese Methode zur Feststellung der Sprachlateralisierung rasch als unverzichtbare Komponente im neurochirurgischen Diagnostikprozess etablieren.

Hierbei wird unter Verwendung eines Barbiturates (Natrium-Amobarbital), das zeitversetzt, im Abstand von circa 30 Minuten, in die rechte und linke Arteria carotis interna injiziert wird und die entsprechende Hirnhälfte vorübergehend lähmt, eine Klassifikation der vorliegenden Sprachorganisation in eine links-hemisphärische, rechtshemisphärische oder bilaterale Sprachdominanz vorgenommen.

Da dieses Verfahren eine für den Betroffenen erheblich invasive, und mit einigen Risiken verbundene Methode darstellt und darüber hinaus bei einigen Patientengruppen, wie beispielsweise lernbehinderten Analphabeten, kaum zu validen Befunden führt, wird auch die Verwendung anderer Methoden (fMRT und dichotischer Hörtest) zur Ermittlung der Sprachlateralisierung mehr und mehr in Betracht gezogen. Dennoch zeichnet sich diese Methode durch eine hohe Vorhersagegenauigkeit der vorhandenen Sprachlateralisierung aus, deren Nutzen für die prächirurgische Diagnostik beachtlich ist. Außerdem kann die Kompensationsfähigkeit der nicht-sedierte Hirnhälfte bewertet werden und diese Methode bietet die Möglichkeit, bei vorhandener bilateraler Repräsentation der Sprache, Hinweise auf eine wechselseitige Abhängigkeit, respektive gänzliche Autonomie der Hemisphären zu geben.

2.1.2 Neuere bildgebende Verfahren

Im Rahmen der Epilepsiediagnostik ist vor allem die funktionelle Magnetresonanztomographie und die Positronenemissions-Tomographie (PET) von Bedeutung. Diese Methoden können (im Gegensatz zum Wada-Test) auch bei gesunden Versuchspersonen angewendet werden und bieten dank immer höherer Auflösungsleistung einen faszinierenden Blick auf das „arbeitende“ Gehirn.

Neben auditiven Perzeptionsaufgaben und Wortartikulationen werden semantische Problemlöseaufgaben von den Probanden bearbeitet, während man versucht, die dabei aktiven Hirnareale darzustellen.

Eine Forschergruppe aus Deutschland konnte zeigen, dass bildgebende Verfahren durchaus geeignet sind, die vorliegende Sprachlateralität zu identifizieren. Die Autoren untersuchten ihre Versuchspersonen wiederum sowohl mit einem dichotischen Hörtest als auch einem fMRI-Paradigma.

Dieses war in der Lage, 92% der rechtshändigen Probanden als linkshemisphärisch sprachdominant zu klassifizieren (Bethmann, Tempelmann, De Bleser, Scheich & Brechmann, 2006). Obwohl diese Methode eine sehr kostspielige Untersuchungsvariante darstellt, handelt es sich hierbei um ein für den Patienten sicheres und risikoarmes Verfahren.

2.1.3 Dichotisches Hören

Bei einer dichotischen Stimulation wird dem Probanden zeitgleich auf jeder Ohrseite ein verschiedenes Hörereignis präsentiert. Diese Art des Hörens unterscheidet sich wesentlich von einem natürlichen Höreindruck, bei dem der Schall von einer räumlich in aller Regel lokalisierbaren Quelle stammt und das akustische System entsprechend binaural stimuliert wird. Durch den Vergleich des ipsi- und kontralateralen Hörereignisses wird auf neuronaler Ebene ein räumliches Hören erst ermöglicht.

Da bei einer dichotischen Stimulation die beiden präsentierten Stimuli jedoch unkorreliert sind, gelingt es dem akustischen System nicht, eine Ortslokalisierung der Schallquelle durchzuführen, weshalb sie oftmals als im Kopf selbst befindlich lokalisiert wird und letztlich – bei dichotisch präsentierten Wörtern - der Eindruck eines einzelnen Wortes dominiert.

Bietet man einer Person viele dichotische Wortpaare nacheinander dar, kann ein solcher „Hörtest“ zur Feststellung der individuellen Sprachlateralisierung verwendet werden. Maßgeblich hierbei ist das Phänomen, dass die meisten Menschen bei dichotischer Stimulation dazu neigen, vor allem das Wort der rechten Ohrseite wahrzunehmen. Dieser bereits beschriebene Rechtsohrvorteil wird aufgrund seiner empirischen Beziehung zur Sprachlateralisation dazu genutzt, Rückschlüsse darauf zu ziehen, welche Hemisphäre (in diesem Fall die linke) überwiegend die Sprachverarbeitungsfunktion innehat. Als Vorzüge dieser Methodik sind ihr äußerst ökonomischer Einsatz, beliebige Wiederholbarkeit und Risikolosigkeit für den Patienten zu nennen.

Ein Schwachpunkt der Methode des dichotischen Hörens besteht darin, dass eine funktionelle Aufklärung der tatsächlich gegebenen Sprachlateralisierung bei bilateraler Sprachrepräsentation nicht möglich ist.

2.2 Erklärungsmodelle dichotischen Hörens

Der grundlegende Mechanismus für das Zustandekommen eines asymmetrischen Wahrnehmungsergebnisses (ROV) infolge einer dichotischen Präsentation kann durch zwei verschiedene Erklärungsansätze interpretiert werden. Zum einen entwickelte Kimura (1967) das sogenannte strukturelle Modell, eine traditionelle, an biologisch-anatomischen Gegebenheiten orientierte Erklärung.

Im Gegensatz dazu vermutete Kinsbourne (1970) die Ursache für eine Überlegenheit des rechten Ohres bei der Verarbeitung verbalen Materials bei Personen mit linkslateralisierter Sprachfunktion darin, dass die Allokation der Aufmerksamkeit in Abhängigkeit des verwendeten dichotischen Stimulusmaterials erfolgt.

2.2.1 Das strukturelle Modell von Kimura

In ihren Experimenten in den frühen 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts entdeckte Doreen Kimura als eine der ersten Wissenschaftler, dass gesunde Personen bei dichotischer Stimulation mit größerer Treffsicherheit verbales Material vom rechten Ohr identifizieren (Kimura, 1961b). Ihre Forschungen bezogen sich außerdem auf Epilepsiepatienten und hierbei konnte sie zeigen, dass auch Patienten, denen nach Durchführung des WADA-Tests eine linkslateralisierte Sprachorganisation zugewiesen wurde, eine Dominanz des rechten Ohres bei der Bearbeitung dichotischer Reize aufwiesen, also überwiegend Stimuli der rechten Ohrseite benannten. Analog hierzu zeigten jene Patienten mit rechtslateralisierter Sprache eher eine Überlegenheit der linken Ohrseite (Kimura, 1961a).

Kimura legte mit ihrer Forschung den Grundstein für die Verwendung des dichotischen Hörens als ökonomische und nicht invasive Methode zur Feststellung der hemisphärischen Sprachlateralisierung.

Kimura führte ihre Beobachtungen auf eine physiologische Besonderheit in der Beschaffenheit des auditorischen Systems zurück. Grundlage sei eine asymmetrische Ausprägung aufsteigender (auditiver) Nervenbahnen, welche als Endpunkt den auditorischen temporalen Kortex erreichen.

Auditive Information wird über die Hörbahnen sowohl in die ipsi- als auch kontralaterale Hirnhälfte weiter geleitet. Der Erklärungsansatz Kimuras orientiert sich an tierexperimentellen Befunden, wonach die ipsilateralen Hörbahnen wesentlich schwächer in ihrer anatomischen Struktur ausgeprägt sind als die kontralateralen Bahnen (Rosenzweig & Sutton, 1951). Laut Kimura wird dieses strukturelle Ungleichgewicht in einer dichotischen Hörsituation forciert, indem bei zeitgleicher Präsentation zweier Worte auf beiden Ohrseiten die Weiterleitung der Reize über die schwächeren ipsilateralen Hörbahnen zu Gunsten der faserreicheren kontralateralen Bahnen geblockt wird. Da bei den meisten Personen eine linkshemisphärische Sprachlateralisation vorliegt, gelangt demnach die Information vom rechten Ohr ungehindert in sprachverarbeitende Areale der linken Hirnhälfte. Hingegen würde, unter Annahme einer Blockierung der ipsilateralen Hörbahn, die Stimulation des linken Ohres über die kontralaterale Hörbahn in die rechte Hemisphäre geleitet, und erst von hier aus über das Corpus callosum in die sprachdominante linke Hirnhälfte überführt werden.

Milner weitete die bisherige Forschung auf eine weitere Patientengruppe aus – Split-Brain Patienten (Milner, Taylor & Sperry, 1968). Diese Patientengruppe zeigte bei dichotischer Stimulation einen sehr starken, häufig maximal ausgeprägten ROV. Es schien, als ob Personen mit durchtrenntem Corpus callosum ausschließlich Worte jener Ohrseite benannten, welche der sprachdominanten Hirnhälfte gegenüber lagen. Würde eine aktive Beteiligung auch der ipsilateralen Hörbahn vorliegen, müssten auch jene Stimuli vom linken Ohr in die sprachverarbeitende linke Hirnhälfte gelangen, was jedoch in aller Regel nicht geschah. Dies wurde als weiterer Befund zu Gunsten der strukturellen Theorie gewertet.

Erwähnenswert ist allerdings auch, dass ein Ohrvorteil, entgegen der traditionellen Annahme von Kimura, auch ohne dichotische Präsentation auftreten kann. Beispielsweise konnten Rastatter & Gallagher (1982) eine Überlegenheit des rechten Ohres bei einer „word-recognition“-Aufgabe zeigen, als lediglich eine monaurale Darbietung vorlag (Stimulation entweder des rechten oder linken Ohres). Aktuelle Befunde zu Balkenläsionen und Studien, die lexikalische Entscheidungsaufgaben (z.B. Nicholls, 1998) als Untersuchungsmaterial verwenden, sind als ein deutlicher Hinweis für die Gültigkeit der strukturellen Theorie zu betrachten.

2.2.2 Aufmerksamkeitstheorie von Kinsbourne

Im Gegensatz zu Kimura vermutete Kinsbourne die Ursache für den robusten ROV bei linkslateralisierter Sprachfunktion nicht in einem strukturellen Unterschied der Ausprägung ipsi- und kontralateraler Hörbahnen, sondern setzt vielmehr an der funktionellen Besonderheit unseres Gehirns an.

Kinsbourne nahm an, dass in Erwartung verbalen Stimulusmaterials die linke, also in der Regel sprachdominante Hemisphäre, in ihrem Arousal voraktiviert wird (Kinsbourne, 1970). Analog dazu würde laut Kinsbourne bei Verwendung nichtsprachlichen Materials eher die rechte Hirnhälfte in ihrer Aktivierung erhöht werden. Unter der Annahme Kinsbournes, dass die Aktivierung einer Hemisphäre zur Hinwendung von Aufmerksamkeitsressourcen zu der jeweils kontralateral gelegenen Körperhälfte und dem umgebenden Außenraum führt, ist zu erwarten, dass eine Arousalerhöhung in der linken Hirnhälfte zu einer verbesserten Allokation von Aufmerksamkeit auf das rechte Ohr führt. Dieser Verarbeitungsvorteil der rechten Ohrseite wiederum schlägt sich in einem charakteristischen ROV nieder. Diese asymmetrische zerebrale Voraktivierung kann als Orientierungsbias betrachtet werden, der von der Erwartung des Individuums bzw. von einer gestellten Aufgabe gesteuert wird.

2.3 Darbietungsformen und Stimulusmaterial dichotischen Hörens

In der sprachdichotischen Forschung wurden die verschiedensten Methoden und Stimulusmaterialien verwendet, welche im Folgenden dargestellt und bewertet werden sollen.

2.3.1 „Split-span“-Paradigma und synchronisierte Zahlenreihen

In Broadbents „Split-span“-Technik (1954) wurde der Versuchsperson eine Sequenz von Zahlenpaaren präsentiert, wobei zeitgleich jeweils dem rechten und linken Ohr je eine Ziffer dargeboten wurde (beispielsweise 3-7, 5-6, 1-9 etc.). Die Aufgabe für den Probanden bestand nun darin, die Ziffern so korrekt und vollständig wie möglich wiederzugeben. Wie sich herausstellte, erfolgte die Benennung nicht nach den dargebotenen Ziffernpaaren (3-7, 5-6, 1-9 etc.), sondern vielmehr geordnet nach Ohrseite (3-5-1, 7-6-9 etc.). Die Mehrheit der Probanden berichtete zuerst die Ziffern des „dominanten“ rechten Ohres (ROV) und erst im Anschluss jene der linken Ohrseite. Im Folgenden machte sich auch Kimura diese Darbietungsmethode zu Nutze und verwendete sie in ihren frühen Forschungen mit Epilepsiepatienten und gesunden Versuchspersonen (1961a, 1961b). Eine Problematik bei Verwendung dieser Methode besteht jedoch darin, dass bedeutsame Kurzzeitgedächtniseffekte nicht ausgeschlossen werden können. Unter der Annahme, dass die Kurzzeitgedächtnisspanne eines Erwachsenen mit 7 ± 2 Symbolen in ihrer Kapazität begrenzt ist, in frühen dichotischen Experimenten mit Split-span Technik jedoch weitaus mehr Items dargeboten wurden, kann spekuliert werden, dass auch aufgrund dieser kognitiven Begrenzung wesentlich weniger Stimuli des linken Ohres berichtet wurden. Somit konnte die eigentliche Verarbeitungsleistung des „nicht-dominanten“ linken Ohres nicht vollständig abgebildet werden und wurde systematisch unterbewertet.

Historisch eng mit dem „Split-span“-Paradigma verbunden war die Entstehung der Zweikanal-Tonbandtechnik, welche allerdings noch nicht geeignet war, eine präzise synchronisierte Darbietung der akustischen Stimuli zu gewährleisten

(Bryden, 1988). Erst ausgereifere nachfolgende, digitale Herstellungsverfahren konnten den Anspruch erfüllen, eine tatsächlich dichotische Hörsituation bei dem Probanden zu induzieren.

2.3.2 „Single-pair“-Paradigma und synchronisierte Silbentests

Eines der ersten Verfahren, welches eine genaue Synchronisation der dichotischen Stimuli aufgrund der Nutzung damals innovativer Computertechnik gewährleisten konnte, wurde von Studdert-Kennedy und Shankweiler (1970) entworfen. Hierbei nutzen sie einen Konsonant-Vokal-Konsonant (CVC) Silbentest um etwaige Kurzzeitgedächtniseffekte zu vermeiden. Die Probanden sollten nach jeder Darbietung eines dichotischen Stimuluspaares reagieren, somit entfiel die Darbietung längerer Stimuluslisten und die Notwendigkeit eine erhebliche Menge an Reizen im Kurzzeitgedächtnis abzuspeichern. Aufgrund dieser Neuerung und damit einhergehender Reduktion von auftretender Fehlervarianz wurde in den folgenden Forschungen gerne auf dieses Paradigma der Stimuluspräsentation zurückgegriffen. Erst Anfang der 1980er Jahre wurden neben diesen rein phonologischen Aspekten des Reizmaterials auch wieder semantische Eigenschaften in die Itemauswahl involviert (Wexler & Halwes, 1983) und damit ein weiterer Meilenstein in der Verbesserung der Testgütekriterien Validität und Reliabilität sprach-dichotischer Hörtests erreicht.

2.4 Fused Rhymed Words Test

2.4.1 Testkonzept des amerikanischen FRWT

Mit dem Ziel ein Verfahren zur Sprachlateralisierung zu entwickeln, welches weniger fehleranfällig sei bei gleichzeitig höherer Reliabilität und Validität als bisherige Messinstrumente, gelang es Wexler und Halwes (1983) das Paradigma der Konsonant-Vokal-Konsonant (CVC) Silben von Studdert-Kennedy & Shankweiler (1970) auf kurze, einsilbige Worte anzuwenden.

In Anlehnung an die anfängliche FRWT-Konzeption von Johnson (1977), der einen dichotischen Hörtest bestehend aus 30 Konsonant-Vokal-Konsonant Paaren bei Patienten mit Aphasie anwandte, generierten Wexler und Halwes ihre neue Form des FRWT. Eine weitere Inspirationsquelle bildete eine Untersuchung von Halwes (1969), der die Wirkung dichotischer Stimulation auf die Wahrnehmung von Sprache untersuchte und dabei zu der Ansicht gelangte, dass die simultane Präsentation von zwei sich nur im Anfangsbuchstaben unterscheidenden Reimwörtern bei der Versuchsperson die Empfindung eines einzelnen, „verschmolzenen“ (engl.: „fused“) Wortes auslöst.

Dieses neue Konzept von Wexler und Halwes stützte sich auf die Verwendung sich reimender, einsilbiger Worte, welche sich lediglich in ihrem Anfangskonsonanten unterschieden (z.B. bill – pill). Es wurde darauf geachtet, dass die Wörter eines Paares möglichst nicht in der Häufigkeit ihrer Verwendung im normalen Sprachgebrauch voneinander abwichen.

Das Testkonzept des FRWT (Wexler & Halwes, 1983) gestaltet sich wie folgt: jedes Wortpaar wird pro Testdurchgang jeweils in zwei verschiedenen Anordnungen, respektive Orientierungen dargeboten. In der ursprünglichen Anordnung (O) wird z.B. das Wortpaar pen - ten dem Probanden so präsentiert, dass er auf der rechten Ohrseite das Wort „pen“ und der linken Ohrseite das Wort „ten“ dargeboten bekommt. In der seitenvertauschten Orientierung (U) des Wortpaares wird hingegen dem rechten Ohr das Wort „ten“ dargeboten und der linken Ohrseite das Wort „pen“. Aus den beiden Stimuluspräsentationen O und U ergeben sich für den Probanden vier unterschiedliche Reaktionsmöglichkeiten, welche ihrerseits die Art der Wahrnehmung des Probanden unter dichotischer Stimulation kennzeichnen. Berichtet die Testperson in beiden Wortpaaranordnungen jeweils dasselbe Wort (z.B. nur „pen“), spricht man von Stimulusdominanz, respektive Wort-Treue. Diese Reaktionswahl bietet keine diagnostische Relevanz, da sie nicht zur Feststellung der Sprachlateralisierung beiträgt.

Wesentlich aussagekräftiger und von großem diagnostischem Interesse ist die sogenannte Ohrdominanz bzw. Ohr-Treue, welche entsteht, wenn die Versuchsperson bei sowohl der originalen, als auch der seitenverkehrten Wortpaarorientierung jeweils das Wort nur einer Ohrseite berichtet, unabhängig

davon, welches Wort auf dieser Ohrseite präsentiert wurde. Für ein solches Antwortmuster erhält der Proband Ohrpunkte (OP), entweder Rechtsohrpunkte (ROP), wenn in beiden Präsentationen nur Wörter der rechten Ohrseite benannt werden und/ oder Linksohrpunkte (LOP), wenn nur Wörter berichtet werden, die dem linken Ohr präsentiert wurden. Wichtig zu erwähnen ist hierbei, dass der Proband im Falle der Benennung des Wortes von derselben Ohrseite unter beiden Wortpaarorientierungen sogenannte doppelte Ohrpunkte (dROP bzw. dLOP) erhält. Genau diese Ohrpunkte sind es, welche wiederum je nach Anzahl und Verhältnis zwischen den Ohrseiten zur Feststellung der Sprachlateralisierung herangezogen werden. Abbildung 1 stellt das Zustandekommen der Ohr- und Stimulusdominanz graphisch dar.

In dieser amerikanischen FRWT-Konzeption setzt sich ein Durchgang aus insgesamt 30 dichotischen Präsentationen zusammen, dies entspricht 15 dichotischen Paaren in den beiden Anordnungen O und U. Ein vollständiger Hörtest besteht aus vier Durchgängen (also 120 Präsentationen) und es können höchstens 60 Ohrpunkte erreicht werden.

Mit diesem FRWT gelang es den Autoren zu zeigen, dass 85% der rechtshändigen Versuchspersonen einen ROV bei der Verarbeitung dichotischer Stimulationen aufweisen (Wexler & Halwes, 1983).

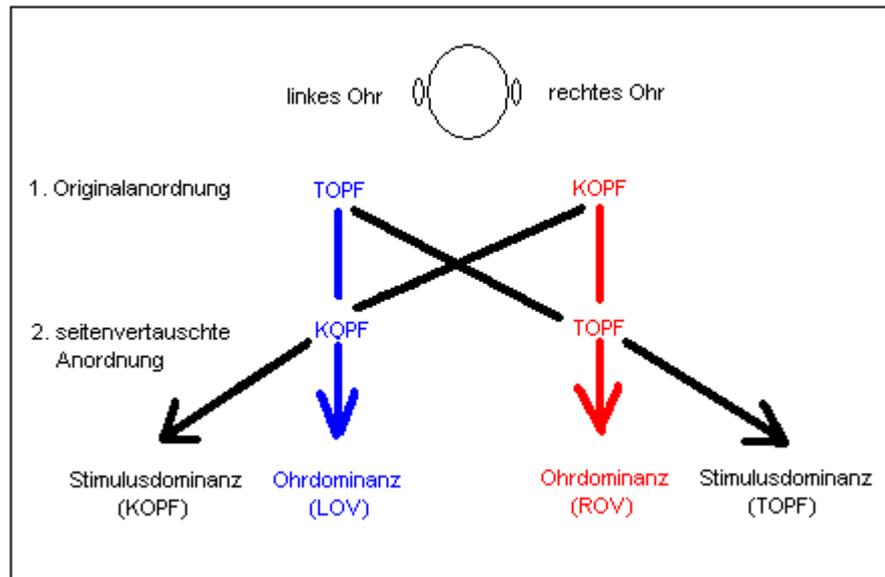


Abbildung 1: Entstehen von Ohr- und Stimulusdominanz

2.4.2 Entwicklung und Aufbau der deutschsprachigen FRWT-Versionen

Um die Vorzüge des FRWT auch Patienten im deutschsprachigen Raum zugänglich zu machen, wurde das Konzept der amerikanischen Version des FRWT (Wexler & Halwes, 1983) von Hättig (2000) genutzt, um eine deutschsprachige Variante der FRWT zu entwickeln. Im Wesentlichen wurde dabei das Testprinzip von Wexler und Halwes (1983) übernommen.

Eine detaillierte Erklärung der aktuellen Testversionen kann den Kapiteln 4.4.3 und 4.4.4 entnommen werden.

2.4.3 Bewertung Testresultate: der Lateralisationsindex Lambda

Um die Testergebnisse, respektive vorgefundenen Ohrpunkte der rechten und linken Ohrseite einer dichotischen Untersuchung eindeutig interpretieren zu können, bedarf es der Festlegung eines Lateralisierungsindexes.

Die bisherige Lateralisierungsforschung bediente sich verschiedener solcher statistischer Maße.

Aufgrund guter inferenzstatistischer Eigenschaften und der Möglichkeit der Beurteilung der beobachteten Lateralität wählte Hättig (2000) als Lateralisierungsindex für die deutschsprachigen dichotischen Hörtests (FW10b und FW12k) den sogenannten Lambda-Wert (λ), welcher auf Berechnungen von Bryden & Sprott (1981) beruht, und auch in der vorliegenden Arbeit als Maß zur Festlegung der zerebralen Sprachlateralisierung Verwendung findet.

Der Lambda-Wert entspricht dem natürlichen Logarithmus (\ln) des Verhältnisses der beobachteten Rechtsohrpunkte zu den ermittelten Linksohrpunkten: $\lambda = \ln(\text{ROP}/\text{LOP})$. Zeigt ein Proband die Reaktionstendenz, vor allem Worte des rechten Ohres zu benennen, so schlägt sich dieser ROV in einem positiven Lambda-Wert nieder. Dominieren hingegen Benennungen von Reizen des linken Ohres, liegt also ein Linksohrvorteil vor, weist der Lambda-Wert ein entsprechend negatives Vorzeichen auf.

Eine Besonderheit des Lambdaindex besteht darin, dass dessen Schätzfunktion λ' annähernd eine Normalverteilung widerspiegelt (Bryden et al., 1981). Demzufolge lässt sich ein Konfidenzintervall berechnen, in dessen Grenzen sich der Lambda-Wert mit einer bestimmten Sicherheit befindet. Beispielsweise ließe sich ein 95% Vertrauensintervall mit den Grenzen $\lambda = \lambda' \pm 1,96$ bestimmen, in welches Lambda mit einer definierten Wahrscheinlichkeit einzuordnen wäre.

Um anhand eines konkreten Lateralisierungswertes stichhaltige Aussagen über die individuelle Sprachlateralisation zu treffen, ist es wichtig, die absolute Größe beobachteter LOP und ROP zu kennen. Hättig (2007) schlägt hierzu eine Mindestsumme von $\text{LOP} + \text{ROP} = 12$ vor (da ein gegenüber der Binomialverteilung

lung signifikant asymmetrisches Ergebnis ab einer Differenz von 12 dOP vorliegt). Um eine eindeutige Zuordnung eines Probanden zu einer unilateral linkshemisphärischen Sprachlateralisation vorzunehmen, darf das gezeigte Ohrpunkteverhältnis ein definiertes Asymmetriekriterium von mindestens Rechtsohrpunkte zu Linksohrpunkte = 2:1 nicht unterschreiten. Dies entspricht einem Lambdaindex von zumindest +0,69. Dieses Kriterium orientiert sich an der überdauernden Erkenntnis, dass Rechtshänder im Sinne einer „Normpopulation“ in der Regel eine Asymmetrie der ROP zu LOP von 2:1 erreichen. Wird das Asymmetriekriterium aufgrund des vorliegenden Ohrpunkteverhältnisses nicht erfüllt, so sollte eine genauer zu definierende Form der bilateralen Sprachorganisation angenommen werden. Eine zusätzliche Voraussetzung für das Entstehen eines verlässlichen Lateralisierungsergebnisses besteht in der Fähigkeit zur Wortdiskrimination des Probanden, wonach vermehrte Wortdiskriminationsfehler mit herabgesetzten Beträgen des Lateralisierungswertes einhergehen (Gisske, 2007). Desweiteren ist die Fähigkeit der Probanden, die unterschiedliche Orientierung des dichotischen Stimulus zu erkennen und darauf differenziert zu reagieren, entscheidend für das Zustandekommen von Ohrpunkten (Gisske, 2007).

2.4.4 Validität des FRWT

Zur Feststellung der Gültigkeit des dichotischen Hörtests wurde dieser bereits mit Sprachlateralisierungsergebnissen diverser anderer Methoden verglichen.

Allen voran waren es Wexler und Halwes (1983), die ihre FRWT-Konzeption an einer großen Stichprobe von Rechts- und Linkshändern im Alter von 15 bis 67 Jahren untersuchten. Das Verfahren konnte bei 85% der dextralen Versuchspersonen eine statistisch bedeutsame Überlegenheit der linken Hemisphäre bei der perzeptuellen Sprachverarbeitung (also einen ROV) nachweisen. 12% der Probanden erzielten einen LOV und bei 3% konnte keine eindeutige Dominanz der Sprachverarbeitung einer der beiden Hirnhälften gezeigt werden.

Trotz einiger methodischer Mängel und einer unterschiedlichen Konzeption von Sprachlateralisierung wird der WADA-Test oftmals als Referenzinstrument zur

Validierung des FRWT herangezogen. Während der WADA-Test eine mögliche Sprachverarbeitungsdominanz unter Beteiligung nur einer intakten Hemisphäre prüft, versucht der FRWT unter aktiver Beteiligung beider Hemisphären auf die Lateralisierung von Sprache zu schließen.

Beier (1994) verwendete den WADA-Test als Vergleichskriterium zur Untermauerung der Validität einer deutschsprachigen FRWT-Version (FW21A). Er untersuchte sowohl eine Stichprobe epilepsiechirurgischer Kandidaten als auch eine dextrale Kontrollgruppe. Die Klassifikationsübereinstimmung beider Verfahren lag hier bei 86%.

Neben dem WADA-Test als mögliche Referenz eignen sich auch neuere, bildgebende Verfahren, wie die fMRT- oder PET-Methode, als sinnvolle Außenkriterien zur Validitätsbestimmung von dichotischen Hörtests. Diese Methoden kommen dem Paradigma der Sprachlateralisation eines dichotischen Tests wesentlich näher.

In einer aktuellen Studie konnte nur eine geringe Übereinstimmung hinsichtlich der Lateralisierung zwischen einem dichotischen Hörtests und dem fMRI-Paradigma festgestellt werden (Bethmann, Tempelmann, De Bleser, Scheich & Brechmann, 2007): während der dichotische Test 54% der rechtshändigen Versuchspersonen als linkshemisphärisch sprachdominant klassifizierte, gelang dies mit dem fMRI-Paradigma in 92% der Fälle. Demgegenüber steht ein Vergleich bezüglich der Übereinstimmung der Testresultate eines dichotischen Hörtests und des fMRI-Paradigmas, der an einer Gruppe epilepsiekranker Kinder im Alter von 10 bis 17 Jahren durchgeführt wurde und die Validität der dichotischen Testmethode unterstreicht (Fernandes, Smith, Logan, Crawley & McAndrews, 2006). Die Konkordanz mit den Klassifikationsergebnissen des fMRI (Sprachlateralisierung unilateral links bzw. rechts und bilaterale Sprachorganisation) war stärker ausgeprägt für jene Patienten, die im dichotischen Hörtest eine unilateral linksseitige Sprachorganisation zugewiesen bekamen. Erwartungsgemäß konnten die Ergebnisse der Sprachlateralisation beider Verfahren bei Kindern mit bilateral organisierter Sprache etwas weniger gut in Einklang gebracht werden.

2.4.5 Reliabilität des FRWT

Die Reliabilität des FRWT konnte anhand diverser Untersuchungen zufriedenstellend untermauert werden. Beispielsweise untersuchte Hättig (2004) je 14 rechtshändige männliche Probanden im Zeitabstand von zwei Wochen mit der dichotischen Testversion FW21a. Die Korrelationen der Lateralisierungsindizes Lambda beider Testzeitpunkte lagen bei $r = .65$ und $r = .67$. Diese Produkt-Moment-Korrelationen können als mittel- bis hochgradig angesehen werden

Bezüglich der Parallel-Test-Reliabilität wurde eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den beiden Testversionen FW10b und FW12k vorgenommen (Hättig, 2004). Als Testpersonen standen zwei Gruppen je männlicher und weiblicher Probanden im frühen Erwachsenenalter zur Verfügung. Die Korrelation der entsprechenden Lambda-Werte beider Tests war mit $r = 0.73$ signifikant und somit in einem akzeptabel hohen Bereich. Die Klassifikationen der Testresultate beider Tests in die Kategorien links lateralisiert, rechts lateralisiert bzw. bilateral organisiert, entsprachen sich in 91% der untersuchten Fälle.

2.5 Aufmerksamkeit

Wie bereits beschrieben, spielen Aufmerksamkeitsprozesse bei dichotischen Hörexperimenten eine nicht zu unterschätzende Rolle, weshalb es äußerst sinnvoll erscheint, sich neben den physikalischen und semantischen Eigenschaften des Stimulusmaterials auch diesem Aspekt genauer zuzuwenden.

2.6 Aufmerksamkeitseffekte in dichotischen Hörtests

Zahlreiche Untersuchungen von Variablen, die die Zuverlässigkeit dichotischer Hörtests reduzieren können, haben gezeigt, dass die Fähigkeit der spezifischen Aufmerksamkeitsverlagerung zu einer Ohrseite ein Lateralisationsergebnis beeinflussen, gar verfälschen kann. Nachfolgend sollen zunächst definierte Komponenten des Konzepts Aufmerksamkeit vorgestellt und anschließend

traditionelle Untersuchungsparadigmen und Forschungsergebnisse bezüglich des Einflusses von Aufmerksamkeit auf dichotisches Hören dargelegt werden.

2.6.1 Komponenten der Aufmerksamkeit

Nahezu alle neuropsychologischen Aufmerksamkeitsmodelle gehen davon aus, dass Aufmerksamkeit nicht als eine einheitliche Funktion betrachtet werden kann. Im Rahmen von verschiedenen Mehrkomponentenmodellen wurde versucht, der vielfältigen Struktur der Funktion Aufmerksamkeit gerecht zu werden.

Einen guten systematischen Überblick gab Posner (Posner & Boies, 1971; Posner & Rafal, 1987), dessen Komponentenmodell hierbei den Ausgangspunkt für verschiedene nachfolgende Konzeptionen der Aufmerksamkeit bildet.

Im Modell von Posner und Rafal (1987) stehen drei Aufmerksamkeitsfacetten im Mittelpunkt: die Facette Selektivität, respektive selektive Aufmerksamkeit, dient dazu, nur einen kleinen favorisierten Bruchteil von Stimuli bewusst wahrzunehmen, während die übrigen Reize ausgeblendet werden.

Die Komponente Alertness ermöglicht die Modulation der menschlichen Reaktionsbereitschaft im physischen und psychischen Sinne.

Als dritte Komponente wurde von Posner und Rafal die Vigilanz beschrieben. Unter Vigilanz verstehen die Autoren die Fähigkeit, selektive Aufmerksamkeit durch den Einsatz mentaler Anstrengung über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten.

Neben den bisher beschriebenen Aufmerksamkeitskomponenten spielt in neueren neuropsychologischen Aufmerksamkeitsklassifikationen ein weiteres Konzept eine wichtige Rolle: die geteilte Aufmerksamkeit.

Geteilte Aufmerksamkeit liegt vor, wenn der Proband mehrere Aufgaben simultan zu bearbeiten hat. Dabei können auch verschiedene sensorische Systeme gleichzeitig angesprochen werden. Beispielsweise wird die Testperson bei einer solchen dual-task-Aufgabe gebeten, parallel zwei verschiedene Reizdarbietun-

gen (z.B. visuelle Zeichen und eine Tonfolge) zu beachten und auf relevante Reize korrekt zu reagieren. Genau jene Aufgabe wurde auch der hier vorliegenden Stichprobe gestellt und in Kapitel 4.4.6 eingehender beleuchtet.

2.6.2 Untersuchungsparadigmen

Um zu erklären, welchen Einfluss Aufmerksamkeitseffekte auf das Ergebnis dichotischer Hörtests und das Zustandekommen spezifischer Ohrvorteile haben, bedarf es einer bewussten Manipulation der Aufmerksamkeit der Probanden. Traditionell dienten hierzu vor allem verbale Instruktionen und im Sinne eines Primings sogenannte Ton-cues. Neuerdings werden aber auch ganze Konsonant-Vokal Silben als Prime genutzt um eine möglichst gute Angleichung der Primingreize an die eigentlichen dichotischen Stimuli zu gewährleisten (Saetrevik & Hugdahl, 2007).

2.6.2.1 Aufmerksamkeitsinstruktionen

Die Autoren Bryden, Munhall und Allard (1983) argumentierten, dass das Zustandekommen einer perzeptuellen Asymmetrie in gewisser Weise auch der Aufmerksamkeitslenkung der Versuchspersonen angerechnet werden kann, welches sich wiederum in einer erhöhten Fehlervarianz bezüglich des Lateralisierungsergebnisses niederschlagen könnte.

Um die Aufmerksamkeit in ihrem Experiment zu manipulieren, verwendeten die Autoren ein „Forced-attention Paradigma“. Als initiale Bedingung wird in dieser Art von Experimenten die „nonforced Bedingung“ (NF) festgesetzt. Die Versuchsperson kann hierbei den dichotischen Test ohne Aufmerksamkeitsinstruktion bearbeiten. Bryden et al. (1983) präsentierten ihren Probanden die dichotischen Silbenpaare bestehend aus den Stimuli /ba/, /da/, /ga/, /pa/, /ta/ und /ka/. Im Anschluss an die jeweilige Darbietung wurden sie gebeten, die jeweils gehörten Reize wiederzugeben. In der Regel soll jenes Wort benannt werden, welches den deutlichsten, respektive dominantesten Eindruck hinterließ.

In den folgenden „Forced-attention Bedingungen“ wird versucht, eine Vergleichsbedingung zu der vorangehenden Baseline (NF) zu gewinnen, indem man die Aufmerksamkeitszuwendung des Probanden gezielt beeinflusst. Bei dieser Form der forcierten Aufmerksamkeit soll der Proband im Folgenden nur jene Reize benennen, welche er glaubt auf einer bestimmten, vorher definierten Ohrseite gehört zu haben. Beginnend z.B. mit der rechten Ohrseite („forced right“: FR), besteht die Instruktion nun darin, dass die Versuchsperson ihre Aufmerksamkeit allein dieser Seite zuwenden soll und das wahrgenommene Wort benennen soll.

Im Anschluss folgt die Aufforderung, die Aufmerksamkeit ausschließlich auf das linke Ohr zu verlagern („forced left“: FL) und nur das Wort dieser Seite wieder zugeben.

Häufig werden diese verbalen Instruktionen in einem Blockdesign verwendet, das heißt, dass jeweils eine Instruktion für einen Block von dichotischer Stimulation gilt.

Bryden und Kollegen resümierten, dass es bei einer gezielten Lenkung der Aufmerksamkeit durch Instruktion zu mehr bedeutsamen Lateralitätseffekten kam als in der NF-Bedingung. Allerdings zeigte sich auch hier die Unvollkommenheit einer solchen Testprozedur: in nahezu 21% der Fälle reagierten die Probanden auf das Item des eigentlich nicht-attentierten Ohres.

Desweiteren konnte Bryden et al. ein asymmetrisches Verhältnis zwischen den Items erkennen, die jeweils von der unbeachteten Ohrseite wahrgenommen und benannt wurden. Es wurden mehr Stimuli der eigentlich unbeachteten rechten Ohrseite in der FL-Bedingung benannt als Items der zu ignorierenden linken Seite in der FR-Bedingung.

2.6.2.2 Ton-Cue und Stimulus Onset Asynchrony (SOA)

Eine weitere Möglichkeit, den Einfluss von Aufmerksamkeitswirkungen auf dichotisches Hören zu erforschen, bietet das Ton-cue Paradigma. Diese Methode zeichnet sich dadurch aus, dass dem Probanden vor dem dichotischen

Item ein Ton auf das Ohr eingespielt wird, das es im nachfolgenden Trial zu beachten gilt. Mondor und Bryden (1991), die ein solches Paradigma in ihrem Experiment anwendeten, vermuteten, dass die Verwendung eines nonverbalen Hinweisreizes (Ton-cue) womöglich eine weitaus weniger asymmetrische Verarbeitung bedingt als eine verbale Instruktion, die aufgrund ihrer Eigenschaft als sprachlicher Reiz eventuell selektiv die linke Hirnhälfte funktionell aktiviert.

Neben dem Ton-cue Paradigma interessierten sich die Autoren noch für einen weiteren Aspekt, von dem sie annahmen, dass er die Ausprägung eines Ohrvorteils bei der Wahrnehmung von Konsonant-Vokal Silben beeinflussen kann. Es handelte sich dabei um die Zeitspanne zwischen dem Ton-cue und dem Einsetzen der dichotischen Stimulation (SOA). Auch diese Variable wurde von den Autoren untersucht. Sie variierten somit die Zeitspanne, die den Probanden zur Verfügung stand, um ihre Aufmerksamkeit zu orientieren. Die Hypothese lautete, dass zwischen dem ROV und der SOA ein negativer Zusammenhang besteht. Demnach würde die Ausprägung des Rechtsohrvorteils mit wachsender Zeit zur volitionalen Orientierung der Aufmerksamkeit abnehmen.

Tatsächlich berichteten Mondor et al. über das eindrückliche Resultat, dass sich die Intrusionsrate (Reize der zu ignorierenden Ohrseite) für beide Ohrseiten mit steigender SOA abschwächte. Und dass bei sehr kurzen SOAs (150 msec) sich ein deutlicher Rechtsohrvorteil abzeichnete, dieser aber bei längeren Zeitspannen (450 und 750 msec) zwischen Cue und dichotischem Trial beträchtlich schwächer wurde.

Der Haupteffekt der SOA erbrachte dennoch nur für die linke Ohrseite ein signifikantes Ergebnis. Der Cue scheint also einen wesentlich stärkeren positiven Effekt auf die Wahrnehmungsfähigkeit der nicht-dominanten Ohrseite zu haben als auf die rechte Ohrseite. Dies könnte nach Ansicht der Autoren einen Aufmerksamkeitsbias auf das rechte Ohr unter „normalen“ (NF) dichotischen Bedingungen widerspiegeln.

2.6.2.3 Neue Forschungsparadigmen

Wie bereits beschrieben, kann der Ausprägungsgrad des (typischen) Rechtsohrvorteils durch Instruieren des Probanden, seine Aufmerksamkeit einer bestimmten Seite zuzuwenden, moduliert werden. Doch auch andere Formen der „Manipulation“ der Aufmerksamkeitsverlagerung sind denkbar.

Zwar verwendeten Saetrevik und Hugdahl (2007) in ihrem Experiment im Grunde ebenfalls eine Art Primingparadigma wie unter 2.6.2.2 beschrieben, jedoch mit einem entscheidenden Unterschied. Der Prime bestand bei ihnen nicht in einem einfachen Ton-cue, der das zu beachtende Ohr anzeigt, sondern eine Konsonant-Vokal Silbe diente ihnen als „priming-tool“.

Dieser Prime wurde kurz vor der dichotischen Darbietung zweier Konsonant-Vokal Verbindungen binaural präsentiert und konnte dabei folgende Bedingungen erfüllen. Der Prime war entweder mit dem Stimulus des rechten oder linken Ohres des dichotischen Trials identisch, oder es handelte sich um einen völlig anderen, unabhängigen Reiz.

Die Teilnehmer wurden gebeten, nach der dichotischen Darbietung jenes Wort zu nennen, das sie am stärksten wahrgenommen haben. Das Ergebnis fiel anders aus als man es erwarten dürfte. Stand der Prime in keiner Beziehung zu einem der dichotischen Stimuli, so kam es zu keiner Veränderung der Amplitude des charakteristischen Rechtsohrvorteils.

Waren aber Prime-Silbe und der linke dichotische Reiz gleich, verstärkte sich der Rechtsohrvorteil. Dieselbe Relation ergab sich für den umgekehrten Fall: stimmte der Prime mit dem rechten dichotischen Stimulus überein, so resultierte ein Linksohrvorteil bzw. eine deutliche Reduktion des Rechtsohrvorteils ($p < .05$).

Eine mögliche Erklärung vermuteten die Autoren in einer spezifischen Form der Top-down Regulation des Menschen bezüglich der kognitiven Kontrolle von Aufmerksamkeit. Ein Modell, das sich dieser Fragestellung annimmt, lieferten Hommel, Ridderinkhof und Theeuwes (2002). Während des Entschlusses, welche Silbe in der dichotischen Stimulation gehört wurde, ist die vorangegangene Prime-Silbe immer noch im Arbeitsgedächtnis des Probanden verfügbar.

Diese Tatsache bedingt nach Ansicht der Autoren eine mögliche Quelle der Interferenz für die Verarbeitung der dichotischen Stimuli.

Das kognitive System löst nun einen möglichen Konflikt zwischen den Reizen, indem im Sinne einer selektiven Hinwendung von Aufmerksamkeit die Wahrnehmung von neuen Reizen erleichtert wird und im Gegenzug die Bedeutsamkeit von bereits verarbeiteten Stimuli abgeschwächt wird.

Bezüglich der von Saetrevik et al. untersuchten Fragestellung würde dies bedeuten, dass wenn der Prime mit einer der dichotischen Silben übereinstimmt, die Relevanz des Primes und somit auch die des geprimeteten Reizes der dichotischen Darbietung gedrosselt wurde. Jener Teil des dichotischen Stimulus, welcher nicht durch einen Prime „voraktiviert“ wurde, wurde stattdessen intensiver verarbeitet und somit als wahrgenommener Reiz vom Probanden benannt.

2.6.3 Aufmerksamkeitseffekte und Stimulusmaterial

Die Wirkung der Aufmerksamkeitsfaktoren gestaltet sich je nach Art des verwendeten Stimulusmaterials unterschiedlich. An dieser Stelle soll der Einfluss einer selektiven Aufmerksamkeitslenkung auf die Bearbeitung von CV-Silbentests und den FRWT dargestellt werden.

2.6.3.1 Aufmerksamkeitseffekte in dichotischen Silbentests

Die Anfälligkeit dichotischer Silbentests gegenüber Aufmerksamkeitseffekten wurde rasch ersichtlich. Autoren wie Hugdahl (1995) erkannten, dass durch willentlich initiierte Aufmerksamkeitszuwendung zu einer definierten Seite der ROV, welcher unter Bedingung der geteilten Aufmerksamkeit (also NF) zustande kommt, eindeutig manipuliert werden kann. Dies stellte natürlich die Robustheit eines solchen Silbentests in Frage.

Eine neuere Studie von Foundas, Corey, Hurley und Heilman (2006) widmet sich genau diesem Problem. Auch hier legten die Befunde nahe, dass eine Beeinflussung des Ergebnisses dichotischer Silbentests durch Instruktion zur Aufmerksamkeitsverlagerung möglich ist. Die Autoren untersuchten 51 gesunde Rechts- und Linkshänder mittels Konsonant-Vokal Silben. Die Performanz, respektive entstandene Ohrasymmetrie wurde unter drei Aufmerksamkeitsbedingungen erfasst: einmal ohne jede Instruktion zur Aufmerksamkeitslenkung (NF) und unter der Instruktion zur Aufmerksamkeitsverlagerung zum entweder rechten (FR) oder linken (FL) Ohr. Erwartungsgemäß zeigte sich ein statistisch bedeutsamer Rechtsohrvorteil in der Bedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF). Dieses Ergebnis bezog sich auf sowohl dextrale, als auch nondextrale Versuchsteilnehmer mit einer allerdings stärker ausgeprägten Asymmetrie der benannten Ohrseiten bei den Rechtshändern.

Unter der Bedingung forcierter Aufmerksamkeit mit Fokus auf das rechte Ohr ergab sich ein noch stärker ausgeprägter, signifikanter Rechtsohrvorteil im Vergleich zur NF-Bedingung. Hingegen konnte ein bedeutsamer Linksohrvorteil unter der Bedingung gelenkter Aufmerksamkeit mit selektiver Beschattung des linken Ohres gefunden werden. Diese Befunde entsprechen denen von Hugdahl (1995), der ebenfalls einen verstärkten (gegenüber der NF-Bedingung) ROV bei der Instruktion zur selektiven Zuwendung zum rechten Ohr finden konnte. Auch die Fähigkeit zur Abschwächung dieser asymmetrischen Wahrnehmungssituation im Sinne des ROV bzw. Umkehrung des ROV in einen LOV (unter der Bedingung forcierter Aufmerksamkeit mit Beschattung des linken Ohres) konnte bereits Hugdahl (1995) demonstrieren. Foundas et al. führten ihr Ergebnis zurück auf eine scheinbar höhere Salienz der Reize des beachteten Ohres, bedingt durch bewusste Aufmerksamkeitszuwendung zu diesem.

Neben der Verwendung von Instruktionsparadigmen wurden auch Primingkonzepte angewandt, um die Beeinflussbarkeit von CV-Silbentests durch Aufmerksamkeitsfaktoren zu eruieren. Wie bereits beschrieben, nutzten Mondor und Bryden (1991) ein SOA-Paradigma um die Zeitspanne zu variieren, welche Probanden zur Verfügung stand um ihre Aufmerksamkeit zu orientieren. Auch hier zeigte sich, dass eine Manipulation des Zeitintervalls zwischen Ton-cue

und dichotischem Stimulus eine Variation des ROV zur Folge hatte. Der ursprüngliche ROV bei kurzer SOA konnte durch sukzessive Verlängerung der SOA stark abgeschwächt werden. Lässt man dem Probanden nur genügend Zeit, seine Aufmerksamkeit auf eine angezeigte Seite zu verschieben, so scheint es ihm auch zu gelingen. Die Paradigmen der Aufmerksamkeitsinstruktion und des Ton-cues haben sich als beliebte Instrumente in der Lateralisations- und Aufmerksamkeitsforschung etabliert, mit denen Aufmerksamkeitseffekte bei vielen Störungsbereichen, aber auch gesunden Stichproben untersucht werden.

2.6.3.2 Aufmerksamkeitseffekte im FRWT

Auch das Prinzip der sich reimenden Wörter als Grundlage der Bestimmung zerebraler Sprachlateralisierung wurde bezüglich seiner Anfälligkeit gegenüber Aufmerksamkeitseffekten überprüft.

Asbjornsen und Bryden (1996) haben sowohl einen CV-Silbentest, als auch den fused dichotic words test (FDWT) an einer Stichprobe gesunder Männer und Frauen untersucht und bezüglich ihrer Robustheit gegenüber willentlicher Aufmerksamkeitslenkung einander gegenüber gestellt. Die Intention der Autoren war es, die Annahme zu überprüfen, dass der FDWT eine Methode zur Sprachlateralisation darstellt, welche nicht durch Aufmerksamkeitsprozesse beeinflusst wird.

Die Probanden wurden wiederum mit zwei Aufmerksamkeitsinstruktionen instruiert, ihre Aufmerksamkeit entweder der rechten oder linken Ohrseite zu zuwenden.

Entgegen aller Erwartung, dass der FDWT unbeeinflusst von Aufmerksamkeitsprozessen bleibt, legten die Befunde dieser Untersuchung einen signifikanten Interaktionseffekt der Aufmerksamkeitsinstruktionen und der Ohrseite nahe. Dieser gilt sowohl für den CV-Silbentest ($p < 0,001$) als auch für den FDWT ($p < 0,04$).

Dennoch ist zu erwähnen, dass dieser Effekt bei dem FDWT substantiell schwächer ausfiel als im CV-Silbentest: während es bei dem dichotischen Silbentest unter Aufmerksamkeitslenkung nach links zu einer Umkehr des ROV in einen LOV kam, wurde bei Durchführung des FDWT unter Aufmerksamkeitsverlagerung zur linken Ohrseite der ROV lediglich abgeschwächt.

Die Unterschiede bezüglich der weiteren statistischen Auswertung zwischen beiden Testarten sind beträchtlich und geben Grund zu der Annahme, dass der FDWT ein wesentlich sichereres und robusteres Instrument zur Feststellung der Sprachlateralisierung darstellt.

Der Silbentest zeigte einen eher mäßig ausgeprägten Gesamt-Rechtsohrvorteil, während es unter den Bedingungen der Aufmerksamkeitslenkung zu enormen Veränderungen der Ohrasymmetrie kam.

Dem gegenüber erreichten die Probanden bei dem FDWT einen kontinuierlich starken ROV unabhängig davon, auf welche Ohrseite die Aufmerksamkeit fokussiert werden sollte.

Es stellt sich nun die Frage, weshalb der FDWT scheinbar wesentlich weniger anfällig gegenüber Aufmerksamkeitseffekten war als die CV-Silbentests. Zum einen unterschieden sich die Stimuli beider Tests in ihrer Länge, aber beide Stimuliarten unterschieden sich nur in ihrem Anfangskonsonanten. Den Autoren zufolge könnte somit die Wahrnehmung der Ähnlichkeit der Wortendungen beim FDWT die Wahrnehmung der Differenziertheit (im Anfangskonsonanten) übersteigen.

Desweiteren kann durch einen deutlich längeren Testumfang des FDWT (mindestens 120 Trials) im Vergleich zum Silbentest (zwischen 30 und 120 Trials) die Reliabilität des dichotischen Worttests verbessert worden sein.

Nach Annahme der Autoren kann die hohe Anzahl der Durchgänge im FDWT ebenfalls den Einfluss möglicher Aufmerksamkeitsbiases gemindert haben. Die enorme Testlänge des Worttests erforderte von den Probanden eine beachtliche Konzentrationsleistung im Sinne der längerfristigen Aufrechterhaltung ihrer Aufmerksamkeit (Vigilanz). Womöglich kann durch natürliche Schwankungen in der Vigilanz, und die Annahme einer begrenzten Fähigkeit zur Aufrechterhal-

tung der Aufmerksamkeit insgesamt, angenommen werden, dass bei hoher Testlänge Aufmerksamkeitsprozesse weniger zum Tragen kommen als bei relativ kurzen Silbentests.

Die Autoren schlussfolgerten angesichts der vorliegenden Ergebnisse, dass der FDWT zwar nicht völlig robust gegenüber Aufmerksamkeitseinflüssen sei, aber dennoch wesentlich weniger vulnerabel als der CV-Silbentest und somit eine zuverlässigere Methode zur Sprachlateralisation darstellt. Die Vorteile des Silbentests sollten währenddessen eher für die Analyse von Identifikationsprozessen genutzt werden.

2.6.3.3 FRWT: Aufmerksamkeitseffekte Epilepsie

Die deutschsprachigen FRWT-Versionen FW10b und FW12k wurden 2005 erstmalig an einer Stichprobe von Epilepsie-Patienten bezüglich ihrer Robustheit gegenüber Aufmerksamkeitseffekten überprüft (Weller, 2005).

Die untersuchte Stichprobe bestand aus 32 erwachsenen, an fokaler Epilepsie (u.a. Temporallappen- und frontaler Epilepsie) erkrankten Personen, die als repräsentativ für die im Epilepsiezentrum Berlin-Brandenburg behandelte Patientengruppe mit fokalen Epilepsieformen angesehen werden kann. In dieser Untersuchung wurden die Patienten mit den Hörtests FW10b und FW12k unter den bereits beschriebenen drei Aufmerksamkeitsinstruktionen (NF, FL, FR) getestet.

Die Befunde legten nahe, dass ein Rechtsohrvorteil unter jeder der Instruktionen bestehen bleibt und sich nur marginale Effekte aufgrund der Aufmerksamkeitslenkung deskriptiv nachweisen lassen, welche aber inferenzstatistisch nicht als bedeutsam angesehen werden können. Weller konnte in ihrer Studie keine Unterschiede hinsichtlich der Testart (FW10b, FW12k) finden, das heißt, dass beide Tests hinsichtlich ihrer Beeinflussbarkeit gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren robust zu sein scheinen, zumindest bei Betrachtung von Epilepsiepatienten (mit Temporallappenepilepsie). Ein interessantes Ergebnis bestand jedoch

darin, dass sich der bestehende ROV unter forcierter Aufmerksamkeitsverlagerung nach rechts in seiner Ausprägung abschwächte.

Allerdings muss erwähnt werden, dass es sich bei dieser Patientenstichprobe um eine Gruppe mit äußerst heterogenen neurologischen Störungsbildern und anfallenden Komorbiditäten handelte, welches wiederum eine Vergleichbarkeit mit Stichproben, wie sie beispielsweise von Asbjornsen und Bryden (1995) untersucht wurden (hirngesunde Studentenstichprobe), erschwert. Um auszuschließen, dass die Patienten nur wegen eines möglicherweise epilepsiebezogenen Aufmerksamkeitsdefizits nicht in der Lage waren, ihre Aufmerksamkeit selektiv einer Ohrseite zu zuwenden, wurde zusätzlich ihre Fähigkeit zur selektiven Aufmerksamkeitslenkung mittels der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) erfasst. Allerdings konnten keine signifikanten Korrelationen zwischen den erreichten Reaktionszeiten der TAP und erzielten Ohrpunkten unter den verschiedenen Instruktionen gezeigt werden.

Da ein Großteil der Patienten unter einer Temporallappenepilepsie litt, ist davon auszugehen, dass ihnen das Vollbringen komplexer Hörleistungen Schwierigkeiten bereitete: sie konnten die dichotischen Wörter nicht gut erkennen, außerdem konnte für diese Stichprobe unter allen Instruktionsbedingungen ein höherer Anteil an symmetrischen Ohrpunktverhältnissen verzeichnet werden.

Aufgrund der doch recht selektiven Stichprobe epilepsieerkrankter Patienten scheint jedoch die Schlussfolgerung verfrüht, dass die deutschsprachigen Testversionen FW10b und FW12k von möglichen willentlichen Aufmerksamkeitsfaktoren gänzlich unberührt bleiben.

Ziel der hier vorliegenden Diplomarbeit soll es deshalb sein, die Befunde, die an Epilepsiepatienten gewonnen wurden (Weller, 2005), an einer Stichprobe hirngesunder Versuchspersonen zu überprüfen und zu replizieren.

2.6.4 Exkurs: Epilepsie und Aufmerksamkeitseffekte

In Anbetracht der Möglichkeit, dass eine schwerwiegende neurologische Erkrankung wie die Epilepsie unter Umständen mit diversen kognitiven Einbußen

bzw. Auffälligkeiten verbunden ist, scheint es angebracht, sich mit diesem Problembereich etwas eingehender zu beschäftigen. Die hier aufgeworfene Frage nach der volitionalen Beeinflussbarkeit sprachdichotischer Hörtests durch Aufmerksamkeitslenkung steht in direktem Zusammenhang mit einer möglicherweise eingeschränkten kognitiven Leistungsfähigkeit einiger Epilepsiepatienten. Wie die Referenzuntersuchung an epilepsiebetroffenen Patienten (Weller, 2005) zeigen konnte, gelang es dieser Teststichprobe nicht, einen bestehenden Rechtsohrvorteil durch gezielte Aufmerksamkeitsinstruktionen signifikant zu modifizieren. Es stellt sich folglich die Frage nach möglichen Gründen für dieses Ergebnis. Allerdings wird es sich aufgrund der Heterogenität epileptischer Syndrome und folglich auch der Vielgestaltigkeit deren kognitiven Erscheinungsbilder als äußerst schwierig erweisen, einen kausalen Wirkmechanismus ausfindig zu machen. Vielmehr scheint ein Konglomerat an Einflussfaktoren und deren Interaktion für mögliche kognitive Einbußen verantwortlich zu sein. Beispielsweise kann die Gabe von Antiepileptika das Reaktionsvermögen negativ beeinflussen. Die vorliegende Untersuchung bezieht sich ausschließlich auf hirngesunde Personen, was jedoch nicht ausschließt, dass es durchaus zu einigen Überschneidungen zwischen dem kognitiven Vermögen von Patienten und gesunden Kontrollprobanden kommen kann. Gelingt es augenscheinlich gesunden Probanden besser, den sprachdichotischen Hörtest durch bewusste Aufmerksamkeitslenkung zu manipulieren oder scheitern auch sie, ähnlich wie die Patienten in der Referenzstichprobe, an dieser Aufgabe? Oder können gar Subgruppen der gesunden Probanden ausfindig gemacht werden, welche sich maßgeblich in ihrer Fähigkeit zur Beeinflussung unterscheiden? Und haben diese Personen Überschneidungspunkte mit den untersuchten Epilepsiepatienten, was zu einer weiteren Aufklärung der beobachteten Effekte führen könnte? Beispielsweise wurden in die hier vorliegende Stichprobe auch Probanden einbezogen, welche sich unter dauerhafter Medikation bezüglich diverser somatischer Beschwerden befanden. Diese teilen sich mit den Patienten das Merkmal medikamentöser Behandlung, wenn gleich verschiedene Wirksubstanzen anzunehmen sind. Die vorliegende Studie widmet sich auch dem Gesichtspunkt Medikation und Aufmerksamkeitslenkung um die Wirkung von Aufmerksam-

keitseffekten auf die sprachdichotischen Hörtestsvarianten FW10b und FW12k genauer zu verstehen.

2.6.5 Erklärungsmodelle der Aufmerksamkeitseffekte

Asbjornsen und Hugdahl (1995) versuchten in ihrer Studie die zugrunde liegenden Prozesse von Aufmerksamkeitseffekten bei CV-Silbentests zu ergründen. Sie postulierten im wesentlichen zwei mögliche Ursachenkomplexe für das Zustandekommen von Aufmerksamkeitseffekten: zum einen kann die bewusste Zuwendung zu einer Ohrseite zu einer Wahrnehmungserleichterung des attentierte Ohres führen, zum anderen wäre der Effekt auch durch eine Unterdrückung der Intrusionen der unbeachteten Ohrseite erklärbar. Die Autoren untersuchten 62 hirngesunde Versuchspersonen im Alter von 20 bis 30 Jahren, wobei es sich bei dieser Stichprobe ausschließlich um rechtshändige Probanden handelte. Das verwendete Untersuchungsdesign entsprach dem klassischen Forced-attention-Paradigma.

Unter Annahme der Theorie von Kimura wäre zu vermuten, dass eine einseitige Aufmerksamkeitslenkung keine Wirkung auf den gefundenen Ohrvorteil haben sollte.

Demgegenüber ließe sich bei Richtigkeit der Theorie von Kinsbourne vorhersagen, dass die bewusste Aufmerksamkeitsverlagerung zu einer Ohrseite einen Anstieg berichteter Stimuli vom beachteten Ohr (vor allem vom attentierte rechten Ohr) zur Folge hat. Bei Verwendung sprachlicher Reize wie in dieser Studie würde es zu einer Voraktivierung der sprachdominanten linken Hemisphäre kommen, welche wiederum die Wahrnehmung der Stimuli des kontralateral gelegenen rechten Ohres erleichtert.

Asbjornsen und Hugdahl (1995) vertraten die Hypothese einer größeren Gesamtleistung unter den Bedingungen intentionaler Aufmerksamkeitszuwendung zur rechten bzw. linken Ohrseite (FR bzw. FL) im Vergleich zur Bedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF) unter der Voraussetzung, dass der Aufmerksamkeitseffekt auf der Erleichterung der Wahrnehmung des beachteten Ohres

beruht. Würde hingegen das zweite Erklärungsmodell zutreffen, nämlich die Hemmung von Intrusionen der zu ignorierenden Seite als Basis des Aufmerksamkeitseffekts, so wäre mit einem Verlust der Gesamtleistung während der selektiven Aufmerksamkeitsbedingungen (FR und FL) gegenüber der Versuchsbedingung ohne direkte Instruktion zur Aufmerksamkeitsverlagerung (NF) zu rechnen.

Die Resultate zeigten, dass vor allem die Unterdrückung von Intrusionen des unbeachteten Ohres als Ursprung für den Effekt der Aufmerksamkeitsverlagerung in Betracht gezogen werden muss. Allerdings konnte auch ein statistisch bedeutsamer Anstieg in der Zahl korrekter Antworten vom beachteten Ohr verzeichnet werden unter den FR bzw. FL- Bedingungen. Die Autoren vermuteten, dass diesem Ergebnis eine parallele Verarbeitungskapazität der rechten und linken Hirnhälfte zu Grunde liegt. Beide Hemisphären scheinen demnach über die Fähigkeit zu verfügen, akustische Laute zu verarbeiten. Hierfür spricht in jedem Fall die Tatsache, dass die Aufmerksamkeitslenkung keineswegs fehlerfrei (dass also unter der Bedingung FR beispielsweise ausschließlich Laute vom rechten Ohr benannt werden) verläuft, sondern stets Reize des zu ignorierenden Ohres als „Intrusionen“ durchbrechen. So konnten z.B. 20% Intrusionen der linken Ohrseite während der FR-Bedingung beobachtet werden. Scheinbar wurden die Stimuli beider Ohrseiten in paralleler Weise verarbeitet, wenn gleich jene des linken Ohres langsamer und mit geringerer Genauigkeit.

Einen gegensätzlichen Befund lieferten hingegen Mondor und Bryden (1991). Die Resultate ihrer Untersuchung, welche sich eines Ton-Cue-Paradigmas (unter Variation der Länge eines SOA-Intervalls) bedient, sprachen eher für eine Wahrnehmungserleichterung des Recalls des beachteten Ohres. Den Versuchspersonen gelang es unter der FR-, und FL-Bedingung mit zunehmendem Zeitintervall zwischen Ton-Cue und dichotischem Target-Reiz immer besser, ihre Aufmerksamkeit der „voraktivierten“ Seite zuzuwenden und die entsprechenden Stimuli zu benennen. Dies kann als Erleichterung des Berichts des beachteten Ohres angesehen werden. Die eingehende Analyse der dennoch gefundenen Intrusionen ergab eine bevorzugte Wiedergabe (Durchbre-

chen) von Intrusionen des unbeachteten rechten Ohres. Diese Antworttendenz könnte als Aufmerksamkeitsbias zur rechten Ohrseite interpretiert werden, welcher durch den Ton-Cue (der die Aufmerksamkeit eigentlich auf die linke Seite lenken soll) nicht vollständig überwunden werden konnte.

Zusammenfassend sollte ein Lateralisierungsergebnis als Resultat der Wechselwirkung zweier Faktoren betrachtet werden: ein stimulusbedingter, automatisch ablaufender (bottom-up) Prozess, welcher das Zustandekommen eines ROV begünstigt und eine dynamische intentionale (top-down) Komponente, welche die Ausprägung des Lateralisierungseffektes beeinflussen kann (Hiscock, Inch und Kinsbourne, 1999; Hugdahl, 2003b; Bloch und Hellige, 1989). Allerdings sollte bei der Konstruktion eines dichotischen Hörtests darauf geachtet werden, dass der Einfluss intentionaler top-down Komponenten im Sinne eines verlässlichen Lateralisierungsergebnisses so gering wie möglich gehalten wird, also das Testergebnis nicht manipuliert werden kann.

2.7 Einflussfaktoren auf sprach-dichotisches Hören

Zahlreiche Personenvariablen, wie das Alter, das Geschlecht der Versuchsperson können ein dichotisches Testergebnis in seiner Ausprägung beeinflussen.

2.7.1 Einflussfaktor Alter

Dass auch die Fähigkeit zur Modulation der Verarbeitung dichotischer Stimuli durch willentliche Aufmerksamkeitslenkung dem Einfluss des Alters der Versuchsperson unterliegt, konnte eine vergleichende Studie an Erwachsenen mittleren und hohen Alters darlegen (Andersson, Reinvang, Wehling, Hugdahl und Lundervold, 2008). Die Autoren untersuchten ihre Stichprobe mit dem bereits vorgestellten Forced-attention-Paradigma. In Anlehnung an frühere Studienergebnisse bezüglich kognitiver Einbußen mit zunehmendem Lebensalter, vertraten Andersson et al. die Hypothese, dass sich junge und ältere Versuchspersonen in deren Fähigkeit unterscheiden, Aufmerksamkeit volitional zu lenken.

Die Befunde deuteten darauf hin, dass es den älteren Testpersonen im Gegensatz zu den jungen, nicht gelang, unter der FL-Bedingung einen LOV zu erreichen. Die Autoren erklärten dieses Phänomen im Sinne eines Unvermögens älterer Probanden, den unter der linksgerichteten Aufmerksamkeitslenkung stark interferierenden Reiz der rechten Ohrseite ausblenden zu können (Engle, 2002).

Es bleibt die Schlussfolgerung, dass dichotische Hörtests durchaus eine gewisse Sensitivität gegenüber altersassoziierten Veränderungen in der volitionalen Kontrolle von Aufmerksamkeitsprozessen aufzuweisen scheinen.

2.7.2 Einflussfaktor Geschlecht

Hinsichtlich einer Beziehung zwischen dem Faktor Geschlecht und dem Auftreten von Aufmerksamkeitseffekten in dichotischen Hörtests konnten interessante Befunde erhoben werden (z.B. Munro & Govier, 1993). Munro et al. untersuchten eine Gruppe von Versuchspersonen, bestehend aus je 20 Frauen und 20 Männern mittels eines Forced-attention-Paradigmas. Die varianzanalytische Auswertung zeigte, dass männliche Versuchspersonen eine bessere Gesamtleistung erbrachten. Bezüglich der Betrachtung der Leistung über den Verlauf der Untersuchung hinweg konnte ein dynamisches, geschlechtsspezifisches Reaktionsmuster gefunden werden. Über den Verlauf der Untersuchung zeigte sich eine Zunahme des ROV bei den Frauen und eine Abnahme des ROV bei den männlichen Probanden. Statistisch betrachtet spiegelt dieses Ergebnis eine wachsende Genauigkeit der Leistung des rechten Ohres bei den Frauen wider. Die Autoren vermuteten, dass die zunehmende Lateralisierung der weiblichen Probanden während der Testdurchführung eine Abbildung ihrer stärker verzweigten Repräsentation der Sprachfunktionen darstelle.

Der Spekulation um eine ausgeprägtere bilaterale Sprachrepräsentation im weiblichen Gehirn widmete sich eine aktuelle Meta-Analyse von Untersuchungen aus den Jahren 1982 bis 2007 zum dichotischen Hören. Allerdings konnten ihrerseits keinerlei bedeutsame Geschlechtsunterschiede im Hinblick auf die

Sprachlateralisation gefunden werden (Sommer, Aleman, Somers, Boks & Kahn, 2008).

2.7.3 Sprachlateralisierung und Drehrichtung des Haarwirbels

Als weiteres Spezifikum der Lateralisierung, das weder kulturellen noch sozialen Einflussfaktoren unterliegt, ist die Drehrichtung des Haarwirbels zu betrachten. Diese kann entweder im Uhrzeigersinn verlaufen oder entgegen diesen gerichtet sein. Besonders eine potentielle Assoziation der Drehrichtung des Haarwirbels und der vorliegenden hemisphärischen Sprachdominanz wird seit Jahren vermutet, aufgrund sehr gegensätzlicher Befundlagen jedoch äußerst kontrovers diskutiert. Als wichtiger Grund für eine Verbindung zwischen Haarwirbel und zerebraler Sprachorganisation gilt deren gemeinsame Entwicklungsgeschichte. Sowohl Nervensystem als auch die menschliche Kopfhaut, und somit auch der Haarwirbel, nehmen ihren Ursprung in der Embryonalentwicklung in demselben Keimblatt (Ektoderm).

Bezüglich der Assoziation zwischen Drehrichtung des menschlichen Haarwirbels, der Händigkeit und hemisphärischen Sprachrepräsentation kommen zwei aktuelle Studien zu völlig gegensätzlichen Ergebnissen, welche kurz dargestellt werden sollen.

Während eine erste Studie zeigte, dass weder die vorliegende Sprachdominanz, noch die Händigkeit einen bedeutsamen Zusammenhang mit der Drehrichtung des Haarwirbels aufwies (Jansen, Lohmann, Scharfe, Sehlmeier, Deppe & Knecht, 2007), kommt ein Forscherteam aus Deutschland und den Niederlanden (Weber, Hoppe, Faber, Axmacher, Fließbach, Mormann, Weis, Ruhlmann, Elger & Fernandez, 2006) zu einem völlig anderem Resultat.

In einem fMRI-Paradigma konnte von den Autoren dargelegt werden, dass Probanden mit einem Drehwirbel im Uhrzeigersinn eine wesentlich stärkere linksseitige Sprachlateralisation zeigten als jene Versuchspersonen mit entgegengerichtetem Haarwirbel.

Um zusätzliche Erkenntnis in dieser weitläufigen Diskussion zu erlangen, wurde auch in der vorliegenden Diplomarbeit ein möglicher Zusammenhang zwischen Haarwirbel und Sprachlateralisation untersucht.

3 Fragestellung und Hypothesen

3.1 Fragestellung

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen lediglich zwei Untersuchungen vor, die den sprachdichotischen Hörtest FRWT auf dessen Vulnerabilität gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren untersucht haben.

Eine Studie bezüglich der ursprünglichen, amerikanischen FRWT-Konzeption konnte darlegen, dass sich diese Testform der Sprachlateralisierung als wesentlich robuster gegenüber intendierter Aufmerksamkeitsverlagerung erwies als CV-Silbentests (Asbjornsen & Bryden, 1996). Obwohl auch bei dieser FRWT-Variante keine vollständige Stabilität gegenüber selektiv gelenkter Aufmerksamkeit unterstellt werden kann, ist anzunehmen, dass er sich (im Gegensatz zu CV-Silbentests) im Sinne der Analyse der Sprachlateralisation gut bewährt.

Auch für die deutschsprachigen FRWT-Versionen (FW10b und FW12k) konnte, wie bereits erörtert, anhand einer Stichprobe von Epilepsiepatienten (Weller, 2005) dargelegt werden, dass diese Untersuchungsgruppe, inferenzstatistisch betrachtet, das Resultat eines sprachdichotischen Hörtests durch selektive Aufmerksamkeitszuwendung nicht bedeutsam zu modifizieren vermag. Da diese Befunde vorrangig an Patienten mit Temporallappenepilepsie erhoben wurden, ist dieses Resultat vorerst nur für diese Epilepsieform repräsentativ.

Die vorliegende Untersuchung soll daher an einer größeren Stichprobe hirngesunder Probanden die Stabilität der beiden deutschen Testversionen FW10b und FW12k gegenüber willentlicher Aufmerksamkeitslenkung überprüfen. Die Untersuchung erfolgt deshalb an gesunden Versuchspersonen, um die Wirkung der deutschen Hörtestversionen auch ohne potentielle Interaktion mit epilepsiespezifischen Personenmerkmalen (beispielsweise im Sinne struktureller/funktioneller Reorganisationsprozesse, fokalen Läsionen oder kognitiven Leistungseinbußen) zu erforschen.

In Anlehnung an das Untersuchungsparadigma von Weller (2005) wurde auch hier die untersuchte Stichprobe mit gezielten Aufmerksamkeitsinstruktionen dazu angehalten, sich selektiv einer bestimmten Ohrseite zuzuwenden und nachfolgend überprüft, ob infolge dessen eine statistisch bedeutsame Einflussnahme auf das dichotische Testergebnis möglich ist.

3.2 Hypothesen

3.2.1 Hypothese A: Drehrichtung des Haarwirbels und Lateralisierung

H0: Versuchspersonen mit einem Haarwirbel, dessen Drehrichtung im Uhrzeigersinn verläuft, unterscheiden sich varianzanalytisch nicht im Hinblick auf den Mittelwert des Lateralisationsindex λ von jenen Versuchspersonen, deren Haarwirbel eine andere Drehrichtung aufweist.

H1: Versuchspersonen mit einem Haarwirbel, dessen Drehrichtung im Uhrzeigersinn verläuft, unterscheiden sich im Sinne der Varianzanalyse statistisch bedeutsam im Hinblick auf den Mittelwert des Lateralisationsindex λ von jenen Versuchspersonen, deren Haarwirbel eine andere Drehrichtung aufweist.

3.2.2 Hypothese B: Aufmerksamkeitseinflüsse auf FW10b und FW12k

H0: Der Mittelwert des Lateralisationsindex λ bleibt im Sinne der varianzanalytischen Untersuchung unter allen drei Aufmerksamkeitsinstruktionen NF, FR und FL unverändert.

H1: Der Mittelwert des Lateralisationsindex λ verändert sich in Abhängigkeit von den jeweiligen Aufmerksamkeitsinstruktionen NF, FR und FL. Dies gestaltet sich im Sinne einer Erhöhung der Rechtsohrpunkte unter der FR-Bedingung und einer Abschwächung des Lambdawertes (bzw. ROV) unter der FL-Bedingung (im Vergleich zu der NF-Bedingung).

3.2.3 Hypothese C: Geteilte Aufmerksamkeit und Aufmerksamkeitseffekt

H0: Die Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen auf die Ausprägung des mittleren Lateralisationsergebnisses λ ist im Sinne der Korrelationsanalyse unabhängig von der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit (Median der Reaktionszeit erhoben mit der TAP) der Probanden.

H1: Die Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen auf die Ausprägung des mittleren Lateralisationsergebnisses λ hängt positiv von der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit (erhoben mit der TAP) der Probanden ab. Je ausgeprägter die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit, desto stärker ist der Einfluss der Aufmerksamkeitsinstruktionen.

3.2.4 Hypothese D : soziodemographische Variablen, Dextralität und AL

Hypothese D1: Einfluss soziodemographischer Variablen auf die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitslenkung

H0: Die Mittelwerte des Lateralisierungsindex λ der untersuchten Geschlechts- und Altersgruppen unterscheiden sich nicht im Sinne der varianzanalytischen Betrachtung bezüglich der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen.

H1: Die Mittelwerte des Lateralisierungsindex λ der untersuchten Geschlechts- und Altersgruppen unterscheiden sich signifikant bezüglich der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen.

Hypothese D2: Einfluss Dextralität auf die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitslenkung

H0: Die Mittelwerte des Lateralisierungsindex λ der Dextralitätsgruppen (dextral, nondextral) unterscheiden sich nicht - hinsichtlich der varianzanalytischen Auswertung - bezüglich der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen.

H1: Die Mittelwerte des Lateralisierungsindex λ der Dextralitätsgruppen (dextral, nondextral) unterscheiden sich signifikant bezüglich der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen.

4 Methoden

4.1 Erhebung der Stichprobe

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Stichprobe von insgesamt 128 erwachsenen Personen erhoben. Die untersuchte Stichprobe bestand aus hirngesunden Personen.

Im Zeitraum vom 24.12.2007 bis zum 20.06.2008 konnten mit Unterstützung von vier studentischen Hilfskräften alle 128 Versuchspersonen untersucht werden. Die Rekrutierung erfolgte im Wesentlichen im privaten Umfeld der Beteiligten. Die Kontaktaufnahme zu den übrigen Versuchsteilnehmern wurde über Aushänge am Institut für Psychologie der Humboldt Universität zu Berlin und dem Evangelischen Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge realisiert. In einem persönlichen Gespräch wurden die potentiellen Versuchsteilnehmer auf die praktische Bedeutsamkeit der Methodik des dichotischen Hörens im Rahmen epilepsiechirurgischer Diagnostik hingewiesen und über Dauer, Voraussetzungen und Anforderungen der anstehenden Untersuchung aufgeklärt.

4.2 Soziodemographische Merkmale der Stichprobe

4.2.1 Lebensalter und Geschlecht

An der Untersuchung nahmen insgesamt 64 hirngesunde Männer und 64 Frauen im Alter von 20 bis 60 Jahren teil. Um ein ausgewogenes Altersverhältnis zu gewährleisten, wurden vorab vier Altersgruppen gebildet, die sich durch jeweils gleiche Anteile an männlichen und weiblichen Probanden auszeichneten und folgende Altersstufen umfassten:

1. Altersstufe 1: Teilnehmer im Alter von 20 bis 30 Jahren
2. Altersstufe 2: Teilnehmer im Alter von 31 bis 40 Jahren
3. Altersstufe 3: Teilnehmer im Alter von 41 bis 50 Jahren
4. Altersstufe 4: Teilnehmer im Alter von 51 bis 60 Jahren.

Die männlichen Versuchsteilnehmer unterscheiden sich in ihrem Durchschnittsalter nur marginal von den untersuchten Frauen. Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der deskriptiven Betrachtung der Stichprobe dar.

Geschlecht	N	MW - Alter	SD	Min.	Max.
Männer	64	39,4	10,9	20	60
Frauen	64	40,0	12,0	20	60
Gesamt	128	39,9	11,3	20	60

Tabelle 1: Lebensalter bei Männern, Frauen und Gesamt

4.2.2 Bildungsstand

Im Rahmen des Untersuchungsprotokolls wurden alle Versuchspersonen nach ihrem aktuellen Bildungsniveau befragt. Wie in Abbildung 2 zu ersehen, verfügt der Großteil der Probanden über ein Abitur bzw. Fachabitur, weitere 38 Personen haben einen Realschulabschluss, anteilmäßig gefolgt von Hochschul- respektive Fachhochschulabsolventen. Einen eher geringen Teil nehmen jene Probanden mit einem Hauptschulabschluss ein. Bezüglich der momentanen Beschäftigung konnte eine große Bandbreite an unterschiedlichen Berufsgruppen erfasst werden. Neben arbeitssuchenden Personen, Krankenschwestern, Angestellten und Ärzten etc. waren viele Studierende Teil der Untersuchungsstichprobe.

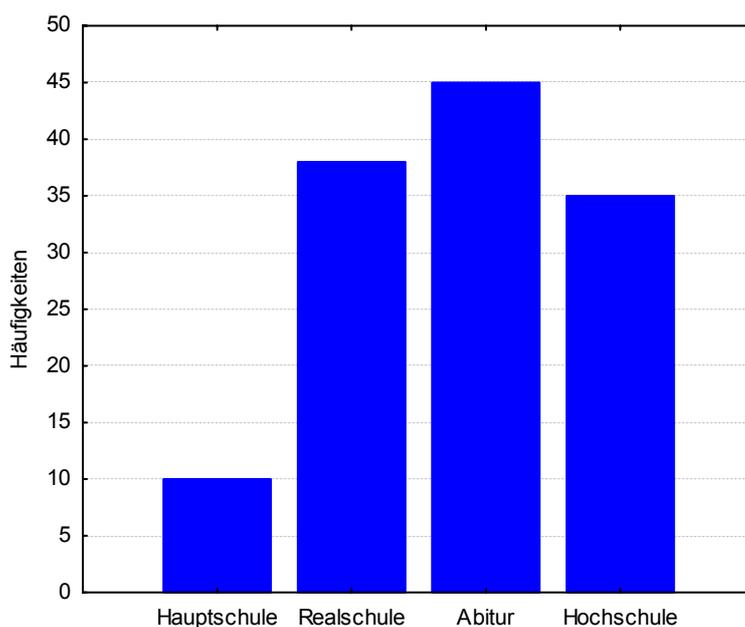


Abbildung 2: absolute Häufigkeiten der Bildungsabschlüsse

4.3 Lateralisierungsbezogene Merkmale der Stichprobe

4.3.1 Händigkeit

Zur genauen Bestimmung der Händigkeit wurde das Edinburgh-Handedness-Inventory (EHI) von Oldfield (1971) in einer modifizierten Version durchgeführt. Diese modifizierte Variante des EHI kodiert nur die unilaterale Handpräferenz und nimmt bei bilateralem Handgebrauch keine weitere Abstufung vor. Die Probanden wurden hierbei gebeten, zu jeweils 10 verschiedenen Tätigkeiten (z.B. Schreiben, eine Schere halten) anzugeben, mit welcher Hand sie diese bevorzugt ausüben. Insgesamt wurden pro Item immer zwei Punkte vergeben. Konnte keine klare Handpräferenz bei einer bestimmten Tätigkeit eruiert werden, so erhielt jeweils die rechte und linke Hand einen Punkt. Wurde jedoch zum Ausüben einer Handlung eine Handseite dominant verwendet, erhielt der Proband für diese zwei Punkte. Um nun ein aussagekräftiges Maß zur Beurteilung der vorliegenden Händigkeit zu ermitteln, wurde der sogenannte Lateralitätsquotient (LQ) berechnet. Dieser ergibt sich aus dem Verhältnis der jeweils für die rechte und linke Handseite erfassten Punktzahl. Der LQ weist mit einem Wert von +100 eine deutliche Rechtshändigkeit und bei negativem Vorzeichen

(-100) eine klare Bevorzugung der linken Hand aus. Werte innerhalb dieses Bereichs lassen sich im Sinne von Wahrscheinlichkeitsaussagen bezüglich der vorliegenden Händigkeit interpretieren. Erreicht eine Testperson mindestens fünf Links-Hand-Punkte, wird das Vorliegen einer Non-Dextralität angenommen (dieser Wert entspricht dem 20. Prozentrang in der Population der Rechtshänder). Bezüglich der hier untersuchten Stichprobe konnte ein Großteil (N=106) als rechtshändig identifiziert werden. Um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dextralen und non-dextralen Versuchspersonen zu schaffen, wurde bei der Datenerhebung auch darauf geachtet, das „natürliche“ Verhältnis zwischen rechtshändigen Personen und non-dextralen Bevölkerungsanteilen auch in der hier gezogenen Stichprobe zu repräsentieren. Mit einem Anteil an non-dextralen Probanden von 17% (N=22) in der vorliegenden Stichprobe konnte diese Merkmalsverteilung der Grundgesamtheit gut nachempfunden werden. Eine detaillierte Auflistung der Verteilung der Lateralitätsquotienten kann Tabelle 2 entnommen werden.

LQ	N	%	Decil
100	71	55,47	100
90	18	14,06	70
80	9	7,03	50
70	6	4,69	30
60	2	1,56	20
50	3	2,34	10
40	2	1,56	0
30	1	0,78	0
10	1	0,78	0
0	1	0,78	0
-10	1	0,78	0
-20	1	0,78	0
-30	1	0,78	10
-40	2	1,56	10
-60	1	0,78	30
-70	2	1,56	40
-80	2	1,56	50
-90	1	0,78	80
-100	3	2,34	100

Tabelle 2: Verteilung der Lateralisationsquotienten

4.3.2 Drehrichtung des Haarwirbels

Unmittelbar vor Durchführung der Experimente wurde bei den Probanden die Ausprägung des Haarwirbels inspiziert und durch den Versuchsleiter einer von zwei Kategorien zugewiesen. Als mögliche Zuordnungsklassen wurden die Kategorien „Haarwirbeldrehrichtung im Uhrzeigersinn“ und eine „Restkategorie“, welche alle übrigen Drehrichtungen und Ausprägungen der Haarwirbel (beispielsweise „Haarwirbeldrehrichtung entgegen den Uhrzeigersinn“) beinhaltet, bestimmt.

Bis auf sechs Versuchspersonen, deren Haarwirbel aufgrund einer bestehenden Glatze oder Ablehnung der Beurteilung durch den Probanden nicht eingeschätzt werden konnte, wurden alle Teilnehmer hinsichtlich dieses Merkmals untersucht und in die anschließende Datenbearbeitung aufgenommen. Der Großteil der Haarwirbel (N=75) wurde der „Restkategorie“ zugewiesen, während die übrigen Haarwirbel einer eindeutigen „Drehrichtung im Uhrzeigersinn“ zugeordnet werden konnten.

4.4 Material

4.4.1 Untersuchungsprotokoll

Dieses Untersuchungsmodul diente der Erhebung wichtiger personenbezogener Daten. Neben dem Alter, Bildungsniveau, Beruf, wurde u.a. die Nationalität und Muttersprache des Probanden erfasst. Außerdem beinhaltete das Protokoll die Anamnese des neurologischen Status. Neben der Erfassung somatischer Beschwerden, wurden auch psychische Erkrankungen, aktuelle/chronische Schmerzen und eine ausführliche Medikamentenanamnese erhoben. Weibliche Versuchspersonen wurden zudem nach der Regelmäßigkeit und Dauer ihres Menstruationszyklus befragt. Als letzten Punkt sieht das Untersuchungsprotokoll die Inspektion des Haarwirbels und dessen Klassifikation vor (das vollständige Untersuchungsprotokoll kann Anhang 3 entnommen werden).

4.4.2 Allgemeiner Testaufbau FRWT

Die aktuelle Testversion setzt sich aus insgesamt drei, voneinander unabhängigen Teilen (A, B, und C) zusammen. Im ersten, unilateralen Testteil (Teil A) wird der Versuchsperson jeweils ein Wort auf der rechten oder linken Ohrseite präsentiert, hierbei steht die Erfassung der allgemeinen Fähigkeit zur Worterkennung im Mittelpunkt, welche als grundlegende Basis für eine sinnvolle Beurteilung späterer Testresultate abgeprüft werden soll.

Daran schließt sich der neu entwickelte Orientierungssensitivitätsteil (Teil B) an, hierbei wird untersucht, inwieweit die Testperson in der Lage ist zu erkennen, ob zwei nacheinander präsentierte dichotische Simuli die gleiche oder verschiedene Orientierungen haben.

Im letzten, dichotischen Testteil (Teil C) erfolgt die eigentliche sprachdichotische Untersuchung, deren Ergebnis Aussagen über die Sprachlateralisierung erlaubt. Auch in diesem Testteil werden die Items in einer pseudo-randomisierter Abfolge dargeboten. Um Probanden zu „entlarven“, die sich „blind“ auf bestimmte Wörter versteift haben und nur noch diese benennen, obwohl alle Wörter stets gleich häufig vorkommen, wurden sogenannte Kontrollitems/Validierungsisitems in diesen Testteil eingestreut. Hierbei handelt es sich um eine binaurale Darbietung, dass heißt, es wird auf beiden Ohren dasselbe Wort präsentiert. Zweifelhafte Lateralisationsresultate können somit auch auf mögliche Motivationsdefizite auf Seiten des Probanden zurückgeführt werden.

4.4.3 Dichotischer Hörtest FW10b

Aus der für Wörter und Ohrseite vollständig pseudo-randomisierten Durchführung ergeben sich für den Probanden insgesamt 40 zu bearbeitende unilaterale akustische Reize (2 x 20 Worte = 40 unilaterale Darbietungen) im Testteil A. Im anschließenden Orientierungssensitivitätsteil wird dem Probanden eine Serie von 36 dichotischen Doppelstimulationen in pseudo-randomisierter Darbietung präsentiert. Der FW10b besteht aus 10 Wortpaaren mit je zwei Orientierungen, welche im dichotischen Testteil in acht Durchgängen dargeboten werden (10 x

2 x 8 = 160 dichotische Stimuli). Nach jeder dichotischen Stimulation über Kopfhörer werden dem Probanden vier verschiedene Wörter auf dem Bildschirm präsentiert, die Aufgabe besteht nun darin, das tatsächlich wahrgenommene Wort aus den dargebotenen Items auszuwählen. Neben den zwei Wörtern, die das dichotische Reizpaar darstellen und tatsächlich dargeboten werden, fungieren die zwei übrigen potentiellen Antwortmöglichkeiten lediglich als Distraktoren. Die Auswahl eines Distraktors als wahrgenommenen Reiz stellt somit einen Fehler dar.

4.4.4 Dichotischer Hörtest FW12k

Der Hörtest FW12k wurde ursprünglich mit der Intention entwickelt, die Sprachlateralisation mittels FRWT auch Kindern und lernbehinderten Menschen zugänglich zu machen.

Dem unilateralen Teil zur Feststellung der Wortdiskriminationsfähigkeit (1 x 24 Wörter = 24 unilaterale Items) folgt das Orientierungssensitivitätsmodul mit 36 zu bearbeitenden Reizkonstellationen. An letzter Stelle steht auch hier der dichotische Testdurchgang, in welchem die 12 Wortpaarungen unter den jeweiligen zwei Orientierungen in insgesamt sechs Durchgängen präsentiert werden (12 x 2 x 6 = 144 dichotische Stimulationen). Es können maximal 72 Ohrpunkte erreicht werden. Im Gegensatz zum FW10b muss der Proband bei der Testvariante FW12k im dichotischen Testteil (Teil C) nur eine dichotome Entscheidung ohne Distraktoren treffen. Nach jeder dichotischen Präsentation werden genau zwei Reaktionsmöglichkeiten zur Wahl gestellt. Diese repräsentieren das dichotische Reizpaar und sind in ihrer sprachlichen Bedeutung zusätzlich als Zeichnungen illustriert. Tabelle 3 fasst noch einmal die verwendeten Wortpaare der Hörtests FW10b und FW12k zusammen.

Testart	FW10b		FW12k	
Wortpaar	Kopf-Topf	Trott-Pott	Kopf-Topf	Kohl-Pol
	Kohl-Pol	Trick-Klick	Gold-Cold	Dorn-Korn
	Drei-Blei	Kropf-Pfropf	Kabel-Gabel	Gasse-Kasse
	Bier-Gier	Kreis-Preis	Buch-Tuch	Glut-Blut
	Kult-Pult	Tran-Kran	Kraut-Braut	Bau-Tau
			Pass-Bass	Brücke-Krücke

Tabelle 3: Zusammensetzung des dichotischen Reizmaterials

4.4.5 Beschreibung des FW 7cc

Der neu entwickelte Hörtest 7cc (cc: „central consonant“) befindet sich momentan noch in der Entwicklungsphase und wurde in der hier vorliegenden Studie zu einer weiteren wissenschaftlichen Abklärung seiner Wahrnehmungsvoraussetzungen, die allerdings im Rahmen einer anderen Untersuchung statt findet, mit erfasst.

Die Itemserie besteht aus acht Durchgängen mit insgesamt 112 Items (7 x 2 x 8). Der Proband kann bei diesem Test maximal 56 Ohrpunkte erreichen. Der Hörtest 7cc hebt sich im Wesentlichen dadurch von den Versionen FW10b und FW12k ab, dass nicht der Anfangsbuchstabe der dichotischen Präsentationen verschieden ist (z.B. Topf – Kopf), sondern ein Konsonant an zentraler Stelle dichotisch dargeboten wird (z.B. Leder – Leber).

Die hier verwendeten Stimuli scheinen für einen gesunden Probanden (anders als die Reize der Itemserien FW10b und FW12k) räumlich interpretierbar zu sein. Da eine Ortslokalisierung, welche durch den Vergleich der ipsi- und kontralateralen akustischen Eindrücke zustande kommt, beim Hörtest 7cc möglich scheint, ist mit einer deutlich abgeschwächten Ohrasymmetrie zu rechnen. Deshalb würde man bei diesem Hörtest auch keinen spezifischen Rechtsbeziehungsweise Linksohrvorteil erwarten. Eine abschließende Beurteilung dieser Testserie steht bislang jedoch aus.

Die Untersuchungen und Auswertungen dieser Diplomarbeit beschränken sich auf die Betrachtung der beiden Hörtests FW10b und FW12k.

4.4.6 Geteilte Aufmerksamkeit (TAP)

Zur Erfassung der zum Testzeitpunkt bei dem Probanden vorhandenen Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit wurde die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) von Zimmermann und Fimm (1994) herangezogen. Im Speziellen wurde hierzu der Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ in der Durchführungsbedingung II gewählt, der eine Aussage darüber zulässt, inwiefern die Versuchsperson in der Lage ist, simultan ablaufende Vorgänge durch die Teilung der Aufmerksamkeit zu verfolgen. Es stellte sich die Frage, welche Aufmerksamkeitskomponente unter forcierter Aufmerksamkeitslenkung vorliegt. Die Entscheidung fiel auf die geteilte Aufmerksamkeit, da somit eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Untersuchung von Weller (2005) geschaffen werden konnte und die Überprüfung dieser Unterform der Aufmerksamkeit gerätetechnisch gut zu realisieren war.

Diese Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung setzt sich aus insgesamt drei Testkomponenten zusammen.

Die ersten beiden Testbereiche stellen die jeweils einfachen Testbedingungen dar, bei denen der Proband entweder nur eine visuelle oder nur eine auditive Aufgabenstellung zu bearbeiten hat. Die Durchführung der visuellen Bedingung (visuell II) erfordert die Betrachtung visueller Stimuli, welche in einem feststehenden Rhythmus dargeboten werden. Hierbei handelt es sich um Stimuli, welche entweder als „01“ bzw. „10“ oder als liegendes „S“ respektive gespiegeltes, liegendes „S“ interpretiert werden können. Die Aufgabe besteht nun darin, so rasch wie möglich die entsprechende Reaktionstaste zu drücken, wenn entweder der Stimulus „01“ oder „10“ präsentiert wird. Abbildung 3 bietet eine Darstellung der zu bearbeitenden visuellen Stimuli.



Abbildung 3: TAP: Stimuli visuelle Bedingung

Die sich anschließende auditive Bedingung (auditiv II) in ihrer einfachen Form beansprucht die konstante auditive Aufmerksamkeit der Testperson dahingehend, dass diese eine in asynchronem Rhythmus dargebotene Tonfolge hoher und tiefer Töne beachten muss. In wechselnden Intervallen erklingen abwechselnd ein hoher und ein tiefer Ton. Ertönen jedoch der hohe oder tiefe Ton zweimal hintereinander, soll der Proband wiederum so schnell wie möglich die Reaktionstaste drücken.

Als dritte Bedingung (visuell-auditiv II) schließt sich nun die eigentliche Doppelaufgabe an, welche eine Teilung der Aufmerksamkeit erforderlich macht. Bei dieser Testkomponente sind simultan die gerade beschriebene visuelle und auditive Aufgabe zu bearbeiten. Hierbei alternieren die visuellen Stimuli mit einem konstanten Rhythmus von 1 Sekunde (175 Stimuli mit 20 kritischen Reizen), während die auditiven Reize sich mit einem variablen Rhythmus zwischen 0,9 und 1,5 Sekunden abwechseln. Von den 287 präsentierten auditiven Reizen handelt es sich bei 20 Items um kritische Reize, welche eine Reaktion erfordern.

4.5 Geräte

Die gesamten Testmodule (FW10b, FW12k und FW7cc) basieren auf einer JAVA Programmierung und wurden computergestützt durchgeführt. Im Hinblick auf die Präsentation des sprachlichen Materials wurden geschlossene Kopfhörer verwendet, welche über keine Lautstärkeregelung am Kabel bzw. Hörermuschel verfügen um einer bewussten/unbewussten Manipulation der Lautstärke durch die Testperson entgegen zu wirken. Das Modell CD-850 Sontec® verfügt

über diese Eigenschaft und wurde deshalb als Standardkopfhörer für die Versuchsdurchführung ausgewählt. Durch Anklicken der entsprechenden Maustaste konnte die jeweilige Wahrnehmungsantwort am Bildschirm aktiviert werden. Auch die Bearbeitung der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung erfolgte am Laptop, allerdings musste der Proband im Sinne einer exakten Reaktionszeiterfassung die vorliegende Reaktionstaste (anstelle der Maus) betätigen.

4.6 Versuchsplan

Der Versuchsplan sieht für jede Versuchsperson drei randomisierte Zuordnungen zu den Untersuchungsbedingungen vor. Erstens wurde darüber entschieden, welchen der beiden dichotischen Hörtests (FW10b oder FW12k) die Versuchsperson zu bearbeiten hat. Jeweils die Hälfte der Probanden bearbeitete den Hörtest FW10b, während die andere Hälfte den FW12k absolvierte.

Zweitens wurde ermittelt, ob die Versuchsperson den Orientierungssensitivitätsteil (Teil B) des Hörtest durchführen soll oder nicht.

Drittens erfolgte die zufällige Zuordnung zu der Bedingung der auszuführenden Aufmerksamkeitsinstruktion, welche im Sinne eines ABBA-Designs (bzw. RLLR-, LRRL-Design) gegeben wurde. Entweder begann die Aufmerksamkeitslenkung mit der linken Seite (LRRL) oder mit einer rechtsseitigen Aufmerksamkeitszuwendung (RLLR). Diese aktiven Aufforderungen zur selektiven Aufmerksamkeitslenkung in diesem letzten Untersuchungsabschnitt entsprechen den forced-attention Bedingungen, also der instruierten Aufmerksamkeitshinwendung zur linken (FL) bzw. rechten (FR) Ohrseite. Die Instruktionen können den Anhängen 7, 8 und 9 entnommen werden.

Wiederum begannen 50% der Testpersonen mit der Instruktion zur forcierten Zuwendung ihrer Aufmerksamkeit nach rechts und die übrigen Probanden wurden instruiert, ihre Aufmerksamkeit zuerst selektiv auf das linke Ohr zu richten.

Alle Versuchspersonen wurden unter allen drei Instruktionsbedingungen (NF, FR und FL) untersucht.

Insgesamt betrachtet wurde bei der Erstellung des Versuchsdesigns auf eine exakte Ausbalancierung aller Versuchsbedingungen geachtet. Die 128 Versuchspersonen verteilen sich entsprechend ihres Alters auf die bereits beschriebenen vier Altersgruppen, welche sich wiederum zur Hälfte aus männlichen Testpersonen zusammensetzen. Auch bei der Erstellung der Versuchsbedingungen Orientierungssensitivität (mit bzw. ohne), der Zuordnung der zu bearbeitenden Testform (FW10b oder FW12k) und dem Seitenbeginn der Aufmerksamkeitsinstruktion (rechts oder links) wurde eine exakt zahlenmäßig ausbalancierte Zellenbesetzung festgelegt.

Desweiteren wurde versucht, das „natürliche“ Verhältnis von rechtshändigen und nondextralen Personen in der Normalbevölkerung auch in der hier vorliegenden Stichprobe prozentual nachzuempfinden.

Personen mit bestehender Schwerhörigkeit, respektive bekannten Hörstörungen wurden nicht in die Datenerhebung aufgenommen, da bisher nicht abzuschätzen ist, inwiefern sich die Art und Stärke der Hörstörung auf das dichotische Ergebnis auswirken.

Da sich die vorliegende Untersuchung auf eine Stichprobe hirngesunder Versuchspersonen bezieht, sollten die Probanden keine strukturellen Veränderungen des Gehirns, welche beispielsweise infolge traumatischer Hirnverletzungen (Schädelhirntrauma) oder raumfordernder Prozesse entstanden sind, aufweisen.

Drittens wurden nur solche Versuchspersonen untersucht, welche die deutsche Sprache als Muttersprache erworben haben.

4.6.1 Effekte der Aufmerksamkeitsinstruktionen auf FW10b und FW12k

Zur Beantwortung der Fragestellung einer potentiellen Beeinflussung der Sprachlateralisierung durch gezielte Instruktion zur selektiven Aufmerksam-

keitslenkung (FR, FL) wurde ein mehrfaktorielles varianzanalytisches Versuchsdesign mit Messwiederholung gewählt. Als unabhängige Faktoren wurden neben der Testart (FW10b versus FW12k), der Beginn der jeweiligen Aufmerksamkeitslenkung (rechts versus links) ausgewählt. Die jeweils aus der FR/FL-Untersuchung resultierenden Lateralisierungswerte Lambda der Untersuchungsdurchgänge 1 und 4 bzw. 2 und 3 wurden als abhängige Variablen in die Analyse einbezogen. Die Durchgänge 1 und 4, respektive 2 und 3 spiegeln demnach je nach Beginn der Seitenzuwendung nach rechts oder links die Aufmerksamkeitslenkung zu je einer Seite wider. Tabelle 4 stellt noch einmal den Versuchsplan tabellarisch dar. Hierbei ist zu beachten, dass für die Beantwortung der Fragestellung bezüglich der Robustheit der dichotischen Hörtests die Spalte Orientierungssensitivität zu vernachlässigen ist.

Orientierungs-sensitivität	Testart (Standardinstruktion: Nonforced-Bedingung)	Aufmerksamkeitslenkung (Abfolge FR-, FL-Bedingung)
+OS (64 Vpn)	FW10b (32 Vpn)	LRRL (16 Vpn)
		RLLR (16 Vpn)
	FW12k (32 Vpn)	LRRL (16 Vpn)
		RLLR (16 Vpn)
-OS (64 Vpn)	FW10b (32 Vpn)	LRRL (16 Vpn)
		RLLR (16 Vpn)
	FW12k (32 Vpn)	LRRL (16 Vpn)
		RLLR (16 Vpn)

Tabelle 4: Versuchsplan

4.6.2 Effekt: TAP und Aufmerksamkeitsinstruktionen

Zur Analyse eines möglichen Zusammenhangs zwischen der Fähigkeit der Probanden zur geteilten Aufmerksamkeit und der Wirkung der Aufmerksamkeitsforcierung wurde eine nonparametrische Korrelation (Spearman's rho) berechnet. Als Variablen gingen der Median der Reaktionszeit der auditiven

Testkomponente (TAP) und der Differenzwert für die doppelten Rechtsohrpunkte und doppelten Linksohrpunkte hinsichtlich der Experimentalbedingung FR und FL in diese Korrelationsanalyse ein.

4.6.3 Effekt: Personenvariablen und Aufmerksamkeitslenkung

Zur Abschätzung des Einflusses soziodemographischer Variablen (Alter, Geschlecht), aber auch der Dextralität des Probanden auf den Effekt der Aufmerksamkeitsinstruktionen wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungsdesign durchgeführt. Für die Analyse der jeweiligen Fragestellungen gingen entweder das Alter, das Geschlecht oder die Dextralität zusätzlich zu den Variablen Testart und dem Beginn der Aufmerksamkeitslenkung als unabhängige Variablen in die statistische Berechnung ein. Die jeweils aus der FR/FL- Untersuchung resultierenden Lateralisierungswerte Lambda der Untersuchungsdurchgänge 1 und 4 bzw. 2 und 3 wurden als abhängige Variablen ausgewählt.

4.6.4 Prüfung der statistischen Voraussetzungen der Varianzanalyse

Die Darstellung der Studienergebnisse basiert im Wesentlichen auf einer varianzanalytischen Datenanalyse. An dieser Stelle sollen die grundlegenden Voraussetzungen für eine stichhaltige Durchführung der varianzanalytischen Auswertung (mit einem Messwiederholungsdesign) überprüft werden.

Die Annahme unabhängiger Fehlerkomponenten als erste Bedingung einer Varianzanalyse kann an dieser Stelle methodisch begründet werden. Da die jeweiligen Untersuchungseinheiten den einzelnen Treatmentstufen randomisiert zugeordnet wurden, kann diese Voraussetzung als gegeben betrachtet werden.

Die zweite Bedingung der Homogenität der Fehlervarianzen beruht auf der Annahme, dass die Stichproben aus Grundgesamtheiten stammen, in denen die Messwerte die gleiche Varianz aufweisen, somit sollten sich die Varianzen innerhalb der Stichproben ebenfalls nicht signifikant voneinander unterschei-

den. Zur Überprüfung dieser Bedingung wurde der Levene-Test berechnet, die Ergebnisse können den jeweiligen Ergebnisdarstellungen entnommen werden.

Falls es die Bedingungskonstellation nötig machte und eine mindestens dreifache Abstufung einer Messwiederholungsvariablen vorlag, wurde außerdem die Voraussetzung der Sphärizität mittels Mauchly-Sphärizitäts-Test, welcher die Voraussetzungen der Unabhängigkeit und Varianzhomogenität der Messwiederholungsfaktoren überprüft, untersucht. Die entsprechenden Testergebnisse werden an betreffender Stelle explizit dargelegt.

Als die wohl essentiellste Voraussetzung für eine sinnvolle Durchführung einer Varianzanalyse kann die Bedingung der Normalverteilung angesehen werden. Die Überprüfung dieses Merkmals richtet sich hierbei auf die Normalverteilung der abhängigen Variablen innerhalb der einzelnen Untersuchungsgruppen.

Zur Überprüfung der Eigenschaft der Normalverteilung fand der Kolmogoroff-Smirnov-Test Anwendung. Die Befunde bezüglich der in den nachfolgenden Berechnungen verwendeten abhängigen Variablen weisen unter allen Bedingungen eine Normalverteilung aus. Ersichtlich wird dies an der Prüfgröße D des Kolmogoroff-Smirnov-Tests, welche in keinem Fall statistische Bedeutsamkeit erreichen konnte. Tabelle 8 veranschaulicht noch einmal die beschriebenen Testergebnisse für die Testformen FW10b und FW12k.

4.6.5 Angleichung der Testlängen des FW10b und FW12k

Bevor inferenzstatistische Analysen durchgeführt werden konnten, wurden die aus dem dichotischen Hörtest resultierenden Lambdawerte korrigiert. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Testlängen der Hörtests FW10b und FW12k musste Lambda einer Längenkorrektur unterzogen werden, um trotz dieses Unterschiedes vergleichbare Lateralisationsindizes beider Tests zu gewährleisten. In diesem Sinne wurde Lambda auf eine einheitliche Testlänge

von 160 Stimuli standardisiert und mithilfe der ebenfalls modifizierten Rechts- und Linksohrpunkten berechnet.

$$\text{Lambda (standardisiert)} = \log (\text{ROP_standardisiert}/\text{LOP_standardisiert})$$

Da sich Lambda aus dem Logarithmus der Division der jeweiligen ROP und LOP berechnet und bei Vorkommen eines Nenners von 0 in der Berechnungsformel keine Analyse möglich ist, musste eine zweite Voraussetzung einer sinnvollen varianzanalytischen Betrachtung geschaffen werden. Hierzu wurde für den Fall, dass die erzielten ROP oder LOP eine Ausprägung von 0 besitzen, sowohl zu dem Wert des Zählers als auch des Nenners eine 1 hinzu addiert, um die Richtung der Asymmetrie zu erhalten. Somit setzt sich der letztendlich in die statistische Analyse eingehende Lateralisierungsindex λ wie folgt zusammen:

$$\text{Lambda (standardisiert/substituiert)} = \log \left\{ \frac{\text{ROP_standardisiert_substituiert}}{\text{LOP_standardisiert_substituiert}} \right\} .$$

4.7 Versuchsablauf

Im Vorfeld der Untersuchung wurde durch den Versuchsleiter abgeklärt, ob mögliche Kontraindikationen bezüglich der Testteilnahme vorliegen und der Proband wurde über die Freiwilligkeit seiner Teilnahme und wichtige Datenschutzaspekte aufgeklärt und darüber informiert, dass die Untersuchung circa eineinhalb Stunden in Anspruch nehmen wird. Soweit es möglich war, wurde die Untersuchung in einem ruhigen, gut beleuchteten und möglichst abgelegenen Raum durchgeführt, allerdings nicht unter schallisolierten Bedingungen,

weshalb eine Beeinflussung durch externe Geräusche nicht ausgeschlossen werden kann.

Daran anschließend wurde das Untersuchungsprotokoll im Sinne eines strukturierten Interviews durchgeführt.

Im Folgenden wurde das Edinburgh-Handedness-Inventory (EHI) zur Erfassung der Händigkeit absolviert und der Proband mit dem computergestützten Verfahren und Geräten, vor allem dem Kopfhörer, vertraut gemacht. Nun begann die eigentliche sprachdichotische Untersuchung.

Als erster Teil der computergestützten Untersuchung wurde von allen Versuchspersonen der FW7cc bearbeitet, dessen Ergebnisse jedoch für ein anderes Projekt Verwendung finden und für die hier vorliegende Fragestellung vernachlässigt werden können.

Im Anschluss daran wurde der TAP-Untertest „Geteilte Aufmerksamkeit“ mit den Testbedingungen „visuell II“, „auditiv II“ und „visuell-auditiv II“ bearbeitet.

Es folgte die Durchführung des, je nach Randomisierung zugewiesenen, Hörtests FW10b oder FW12k unter der ebenfalls im vornherein zufällig festgelegten Bedingung mit oder ohne Orientierungssensitivitätsteil (Teil B). Das Worddiskriminationsmodul (Teil A) und der eigentliche dichotische Testteil (Teil C) waren dabei obligatorisch von allen Probanden zu bearbeiten. Der dichotische Testteil wurde dabei unter der Standardinstruktion (siehe Anhang 7 und 8), also ohne direkte Aufforderung zu einer einseitigen Aufmerksamkeitszuwendung, durchgeführt. Somit kann die Bearbeitung des dichotischen Testmoduls in dieser Experimentalphase als Erfassung der Nonforced-Bedingung (NF) betrachtet werden.

Abschließend wurde nochmals der dichotische Testteil der jeweils anfänglich ausgewählten Testversion FW10b oder FW12k in verkürzter und modifizierter Form zur Überprüfung der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen bearbeitet. Um dem definierten ABBA-Untersuchungsdesign zu entsprechen, wurde die Testung auf vier Durchgänge begrenzt. Pro Durchgang wurde der Proband zu einer aktiven, einseitigen Aufmerksamkeitsverlagerung instruiert.

Alle Versuchspersonen erhielten abschließend ein kurzes schriftliches Debriefing um ihnen die Möglichkeit zu geben sich in aller Ruhe noch einmal mit dem Anliegen der Studie zu beschäftigen.

Tabelle 5 stellt noch einmal den vollständigen Untersuchungsablauf übersichtlich dar. Alle verwendeten Protokolle (Einverständniserklärung, Versuchsplan, Sitzungsprotokoll etc.) können dem Anhang entnommen werden.

Untersuchungsphase	Testarten/Formulare	Durchschnittsdauer (Minuten)
Einleitung/Anamnese	1. Einverständniserklärung	20
	2. Untersuchungsprotokoll	
	3. Haarwirbelklassifikation	
	4. EHI (Händigkeit)	
Dichotische Hörtests	1. FW7cc	15
	Durchführung TAP (Untertest „geteilte Aufmerksamkeit“)	15
	2. FW10b/FW12k (Standardinstruktion ~ NF-Bedingung)	20
	3. FW10b/FW12k (modifizierte Länge mit Aufmerksamkeitsinstruktion ~ FR/FL-Bedingung)	15
Debriefing	Debriefing-Formular	5

Tabelle 5: Untersuchungsablauf

5 Ergebnisse

5.1 Soziodemographische Faktoren und Sprachlateralisierung

An dieser Stelle sollen die Resultate der potentiellen Einflussfaktoren Alter, Geschlecht und Bildung auf die Ausprägung der Sprachlateralisierung dargestellt werden. Hierzu wurden die Daten der NF-Bedingung herangezogen um die Beziehung zwischen Lambda und den soziodemographischen Variablen zu untersuchen. Statistisch wurde als erstes eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit den Variablen Testart (FW10b und FW12k) und Altersgruppe (4), respektive Geschlecht (2) bzw. Bildung (4) als unabhängige Faktoren berechnet. Der Lateralisierungsindex λ , welcher unter der Standardinstruktion erfasst wurde, fungierte hierbei als abhängige Variable.

Die vorliegende Stichprobe weist einen Mittelwert von $\lambda = 1,042$ (mit einem Minimum von $\lambda = -3,40$ und einem Maximum von $\lambda = +4,01$) bei einer Standardabweichung von $SD = 1,87$ und einem Standardfehler von $Se = 0,17$ auf.

Varianzanalytisch betrachtet, stellten sich die Variablen Alter, Geschlecht und Bildung nicht als statistisch bedeutsame Einflussfaktoren für die Ausprägung des Lateralisierungsindex dar. Alle Haupt- und Interaktionseffekte verfehlten die definierte Signifikanzschranke von $p = .05$. Jedoch zeichnet sich, wie in Abbildung 4 ersichtlich, ein Trend dahingehend ab, dass Testpersonen ab 51 Jahren, welche mit dem Hörtest FW12k untersucht wurden, kaum noch ein asymmetrisches Ohrpunkteverhältnis erreichen. Die Ergebnisse des Levene-Tests bezüglich der Varianzhomogenität weist sowohl für die Altersgruppen ($p = .01$), als auch für die Testart ($p = .02$) inhomogene Fehlervarianzen aus. Da bei dieser Studie jedoch gleich große Stichproben untersucht wurden, ist anzunehmen, dass die heterogenen Fehlervarianzen die Ergebnisse des F-Tests nicht bedeutsam beeinflussen (Bortz, 1999). Die Voraussetzung der Varianzhomogenität wurde auch hinsichtlich der Messwerte der Variablen Geschlecht und Bildung überprüft und kann aufgrund eines statistisch nicht bedeutsamen Ergebnisses des Levene-Tests als erfüllt betrachtet werden.

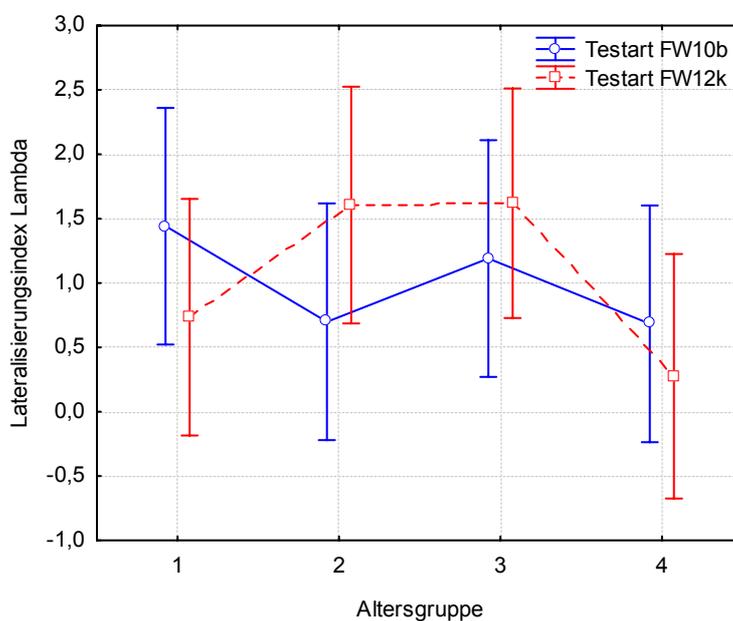


Abbildung 4: Interaktion der Faktoren Teststart x Altersgruppen

Im Hinblick auf die Fähigkeit der Probanden bezüglich der beiden Testvarianten Ohrpunkte zu generieren, kann festgehalten werden, dass bei Durchführung des FW12k im Mittel mehr Ohrpunkte erreicht werden. Hinsichtlich des FW12k gelang es den Versuchspersonen, signifikant mehr Rechtsohrpunkte ($F = 10,64$, $p = .001$) als bei der Bearbeitung des FW10b zu generieren. Dekriptiv betrachtet, gilt dieser Zusammenhang auch für die Anzahl der Linksohrpunkte, allerdings wurde hierbei die Signifikanzgrenze verfehlt ($F = 2,74$, $p = .10$). Interessanterweise weist die erzielte Ohrpunktanzahl hinsichtlich des FW12k eine deutlich größere Variationsbreite auf (FW12k: LOP: $SD = 10,21$, $Se = 1,28$; ROP: $SD = 15,54$, $Se = 1,92$) als bei Durchführung des FW10b (LOP: $SD = 6,48$, $Se = 0,81$; ROP: $SD = 8,21$, $Se = 1,03$). Abbildung 5 stellt den beschriebenen Zusammenhang graphisch dar.

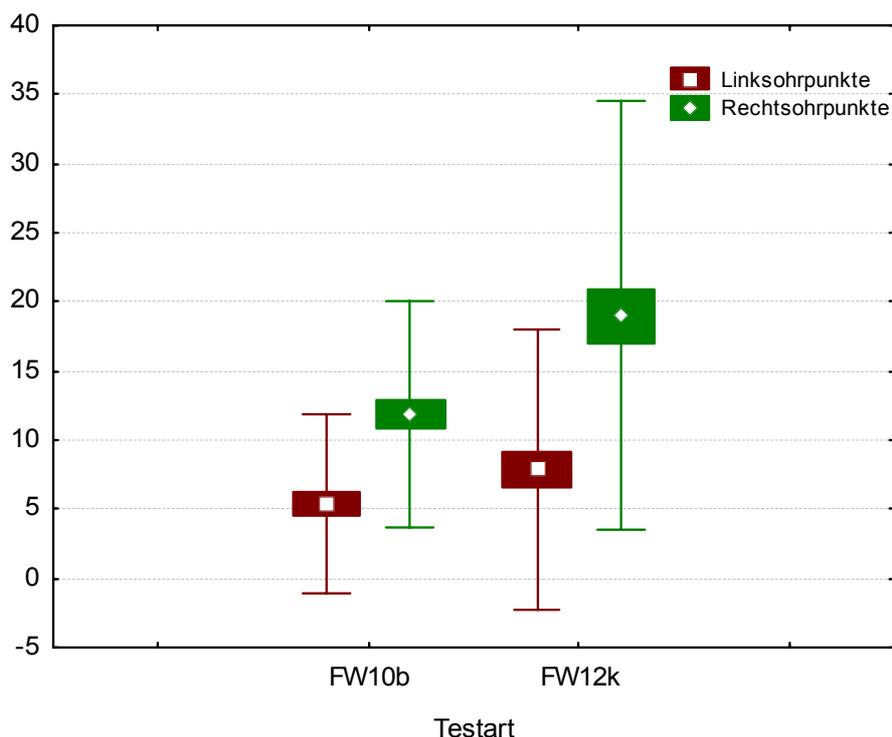


Abbildung 5: Zusammenhang Ohrpunktanzahl und Testart

5.2 Einfluss der Dextralität auf die Sprachlateralisierung

Auf einem Signifikanzniveau von $p < .05$ konnten in der varianzanalytischen Untersuchung keine statistisch bedeutsamen Haupteffekte für die Variable Testart ($F = 0,85$; $p = .36$) und den Faktor Dextralität ($F = 1,02$; $p = .32$) festgestellt werden. Ebenfalls stellte sich die Interaktion Testart x Dextralität der Versuchspersonen bezüglich des resultierenden Lateralisierungsindex λ als nicht signifikant heraus ($F = 1,19$; $p = .28$). Die Bedingung homogener Fehlervarianzen konnte für den Faktor Dextralität als erfüllt dargelegt werden (Levene-Test: $p = .79$). Rein deskriptiv betrachtet, zeichnet sich allerdings eine Tendenz ab, dass dextrale Versuchspersonen bezüglich der Testart FW10b eine größere seitenbezogene Ohrpunktasymmetrie erreichen. Dies entspricht der Vermutung, dass Nondexter niedrigere Mittelwerte des Lateralisierungsindex aufweisen (da sie häufiger sprachlich bilateral organisiert sind). Hingegen unterscheiden sich die Mittelwerte des Lambdaindex bei nondextralen und dextralen Versuchspersonen

sonen unter der Testart FW12k nicht. Die Testart FW10b scheint demnach durch die Dextralität tendenziell stärker beeinflusst zu werden als der FW12k. Abbildung 6 verdeutlicht die beschriebenen Zusammenhänge.

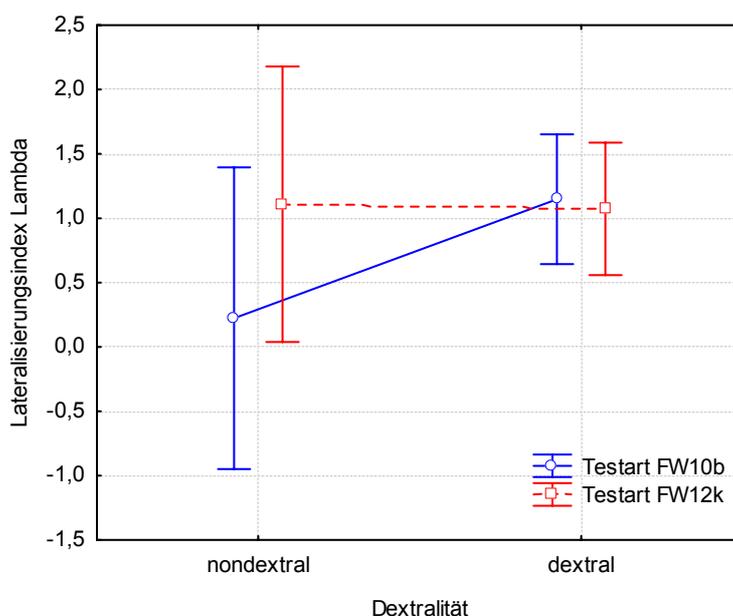


Abbildung 6: Interaktion der Faktoren Testart x Dextralität

5.3 Sprachlateralisierung und Haarwirbeldrehrichtung

Die einzelnen Entscheidungen der beteiligten Versuchsleiter über die jeweilige Drehrichtung des Haarwirbels wurden gesammelt und im Anschluss der Datenerhebung auf ihre Beurteilerübereinstimmung geprüft.

Mit einem Kendalls Konkordanzkoeffizienten von 0,90 kann die Übereinstimmung zwischen den einzelnen Beurteilern als hoch eingestuft werden und damit die Zuverlässigkeit nachfolgender Analysen untermauert werden.

In einem nächsten Schritt wurden die unter 3.2.1 beschriebenen Hypothesen varianzanalytischen Testungen unterzogen.

Auch hier erfolgte eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Testart (2) und Richtungskategorien (im Uhrzeigersinn und Restkategorie) als unab-

hängige Variablen, sowie dem standardisierten, substituierten Lateralisationsindex λ als abhängiger Variable. Das statistisch nicht bedeutsame Ergebnis des Levene-Tests weist darauf hin, dass die Fehlervarianzen bezüglich des Merkmals Haarwirbel sich innerhalb der Stichproben nicht signifikant ($p = .26$) unterscheiden.

Die Befunde zeigen, dass die beiden Versuchsgruppen, welche entweder der Kategorie „Haarwirbeldrehrichtung im Uhrzeigersinn“ oder einer „Restkategorie“ zugewiesen wurden, sich inferenzstatistisch nicht signifikant hinsichtlich der Ausprägung des Lateralisationsindex unterscheiden. Weder der Faktor Testart ($F = 0,15$; $p = .70$), noch die Haarwirbelentscheidung ($F = 1,62$; $p = .21$), respektive die Wechselwirkung der beiden Faktoren ($F = 0,18$; $p = .67$) erwiesen sich als statistisch bedeutsame Einflussquelle für die Ausprägung des Lateralisationsindex. Somit ist die Nullhypothese beizubehalten, wonach sich Versuchspersonen mit einem Haarwirbel, dessen Drehrichtung im Uhrzeigersinn verläuft nicht im Hinblick auf die Größe des Lateralisationsindex λ von jenen Versuchspersonen unterscheiden, deren Haarwirbel eine andere Drehrichtung aufweist.

5.4 Hörtests FW12k und FW10b unter Aufmerksamkeitslenkung

Nachfolgend sollen die Befunde der Hypothesenprüfung bezüglich des Einflusses der Aufmerksamkeitsinstruktionen (NF, FR, FL) dargestellt werden. Die Hypothese kann Kapitel 3.2.2 entnommen werden

Unter 5.4.1 werden zunächst die Ergebnisse der Hypothesenprüfung bezüglich der Forced-attention Bedingungen (FR, FL) dargestellt. Daran schließt sich im Kapitel 5.4.2 eine vergleichende Betrachtung aller Instruktionsbedingungen (NF, FR und FL) an.

5.4.1 Lateralisierungsergebnisse unter den Bedingungen FR und FL

Für diese Untersuchung wurde eine Syntax unter STATISTICA 6.1 entworfen, welche es ermöglichte, die resultierenden Lateralisierungsindizes pro Aufmerksamkeitsbedingung (NF, FR, FL), respektive Ohrpunkte getrennt voneinander zu betrachten und in Beziehung zu setzen.

Zur Beantwortung der Fragestellung einer möglichen Beeinflussung der Sprachlateralisierung durch gezielte Instruktion zur selektiven Aufmerksamkeitslenkung wurde ein mehrfaktorielles varianzanalytisches Versuchsdesign mit Messwiederholung gewählt. Als unabhängige Faktoren fungierten neben der Testart (FW10b versus FW12k), der Beginn der jeweiligen Aufmerksamkeitslenkung (rechts versus links). Die jeweils aus der FR/FL- Untersuchung resultierenden Lateralisierungswerte Lambda der Untersuchungsdurchgänge 1 und 4 bzw. 2 und 3 wurden als abhängige Variablen in die Analyse einbezogen und repräsentieren die jeweiligen Ergebnisse der Rechts- bzw. Linkswendung der Aufmerksamkeit. Hinsichtlich der verwendeten ABBA-Untersuchungsabfolge beinhalten die Durchgänge 1 und 4, respektive 2 und 3 jeweils immer dieselbe Aufmerksamkeitsforcierung (nach rechts bzw. links).

Wie aus Abbildung 7 ersichtlich wird, konnte als Hauptergebnis dieser Analyse ein deutlicher Interaktionseffekt des Messwiederholungsfaktors bzw. Lateralisierungsindex Lambda (für die Rechts- bzw. Linkswendung der Aufmerksamkeit) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Testart gezeigt werden.

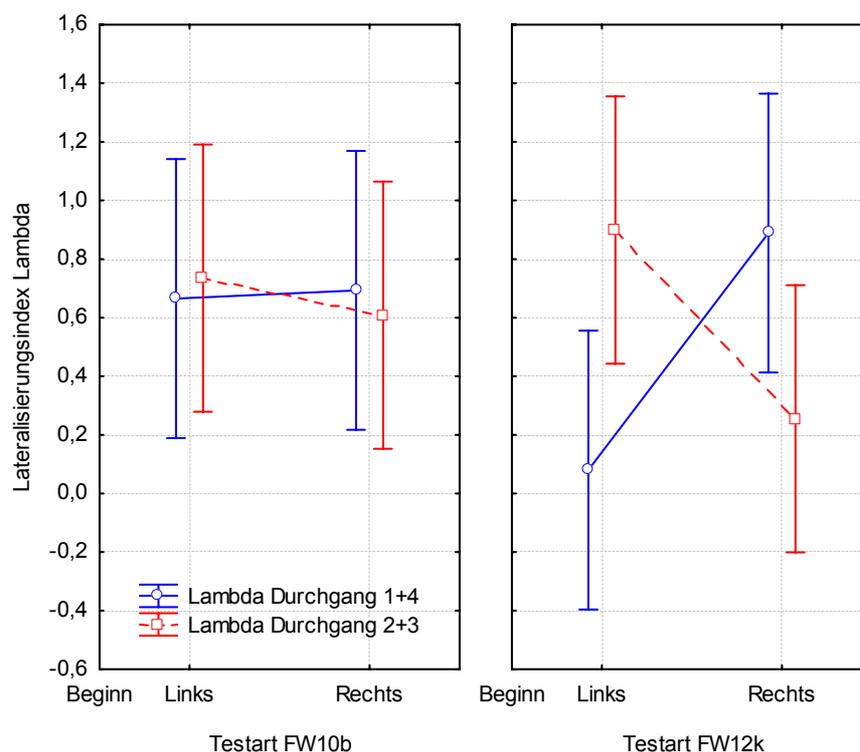


Abbildung 7: Interaktion der Faktoren Lateralisierungsindex Lambda (FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Teststart (die Durchgänge 1+4 bzw. 2+3 stellen je nach Beginn der Aufmerksamkeitslenkung und entsprechend dem Versuchsschema RLLR bzw. LRRl die Hinwendung der Aufmerksamkeit zur rechten, respektive linken Ohrseite dar)

Es zeigte sich zwar kein signifikanter Haupteffekt für die Faktoren Teststart ($F = 0,51$; $p = .48$) und Beginn der Aufmerksamkeitslenkung ($F = 0,007$; $p = .94$), jedoch stellte die Interaktion des Messwiederholungsfaktors Lambda (FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Teststart ($F = 7,30$; $p = .008$) ein hoch signifikantes Ergebnis dar ($p < .01$), das im Wesentlichen durch eine ebenfalls statistisch hoch bedeutsame Wechselwirkung des Messwiederholungsfaktors Lambda (FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung ($F = 11,17$; $p = .001$) moduliert wird. Somit ist für die Interaktion Lateralisierungsindex Lambda x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Teststart abzuleiten, dass der Hörtest FW12k, jedoch nicht die Variante FW10b, durch Instruktionen zur selektiven Aufmerksamkeitslenkung in seinem Lateralisierungsergebnis beeinflussbar ist. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Beginn der Aufmerksamkeitsverlagerung erreichen Probanden, die die Testform FW12k durchführten unter der Bedin-

gung FR einen mittleren Lateralisierungsindex von $\lambda = 0,89$ bei einem Standardfehler von $Se = 0,18$ und einer Standardabweichung von $SD = 1,41$. Das Minimum der erfassten Lateralisierungsindizes unter der instruierten Rechtswendung der Aufmerksamkeit liegt bei $\lambda = -2,30$ und das Maximum dieser Versuchsbedingung bei $\lambda = 2,89$.

Dieselben Versuchspersonen verzeichneten unter der Versuchsbedingung FL einen mittleren Lateralisierungswert von $\lambda = 0,17$ bei einem Standardfehler von $Se = 0,21$ und einer Standardabweichung von $SD = 1,65$.

Im Gegensatz dazu stellt sich die Diskrepanz zwischen dem mittleren Lateralisierungswert der FR- und FL-Bedingung bei Durchführung des Hörtests FW10b als wesentlich geringer dar.

Versuchspersonen, welche diese Testart zu bearbeiten hatten, erreichten unter der fokussierten Aufmerksamkeitslenkung nach rechts einen Mittelwert von $\lambda = 0,71$ ($SD = 1,01$; $Se = 0,13$) und bei intendierter Linkswendung einen mittleren Lambdawert von $\lambda = 0,63$ ($SD = 1,12$; $Se = 0,14$).

Die Ergebnisse des Levene-Tests weisen für die Lambdawerte beider Testvarianten homogene Fehlervarianzen aus, wonach diese Voraussetzung einer varianzanalytischen Datenanalyse als erfüllt angesehen werden kann.

Die gefundenen signifikanten Wechselwirkungen stellten sich auch im univariaten Einzelvergleich (orthogonale Kontrastanalyse) als statistisch bedeutsam heraus. Bezüglich der Interaktion des Messwiederholungs- und Lateralisierungsindex Lambda (FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung ergab sich für den univariaten Kontrast bezüglich des Beginns der Aufmerksamkeitslenkung (rechts versus links) ein signifikantes Ergebnis des univariaten Signifikanztests ($p = .001$), welches die Schlussfolgerung untermauert, dass die obige Interaktion bzw. die Ausprägung des Lateralisierungsindizes Lambda vor allem durch den spezifischen Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (rechts versus links) moduliert wird. Der Beginn der Aufmerksamkeitslenkung repräsentiert wiederum die Richtung der Aufmerksamkeitsforcierung.

Die statistisch signifikante Interaktion Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (rechts versus links) x Testart erwies sich ebenfalls in der univariaten Kontrastbetrachtung als signifikant dahingehend, dass bezüglich der Testart FW12k der Kontrast im Hinblick auf den Beginn der Aufmerksamkeitsinstruktion (rechts versus links) statistisch bedeutsam wurde ($p < .01$). Dies lässt wiederum den Schluss zu, dass der soeben beschriebene Wechselwirkungseffekt, respektive das Ausmaß von Lambda durch den Beginn der Aufmerksamkeitszuwendung (rechts versus links) bei der Testvariante FW12k moduliert wird.

5.4.2 Vergleich der Aufmerksamkeitsbedingungen NF, FR und FL

Vergleicht man nun die soeben dargestellten Ergebnisse mit den Resultaten der Standardbedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF), so wurden unter dieser neutralen Bedingung erwartungsgemäß im Mittel mehr doppelte Rechtsohrpunkte als Linksohrpunkte erreicht. Dieser Wahrnehmungsvorteil der rechten Ohrseite bleibt rein numerisch betrachtet über alle Aufmerksamkeitsbedingungen (NF, FR, FL) erhalten, da deskriptiv keine Umkehrung eines ursprünglichen ROV (in einen LOV) durch die Aufmerksamkeitsinstruktionen bei beiden Testvarianten dargelegt werden konnte. Darin zeigt sich die größere Stabilität des FRWT im Vergleich zu dichotischen Silbentests. Die Summe der dLOP blieb im Mittel unter der FL-Bedingung hinter jener der NF-Bedingung zurück. Und auch bei den dROP der FR-Bedingung konnte im Mittel kein Zuwachs gegenüber der neutralen Bedingung verzeichnet werden. Die folgende Tabelle 6 gewährt einen Einblick in die deskriptiven Befunde der jeweiligen Ohrpunkteverhältnisse.

		allgemein		Testart FW12k		Testart FW10b	
		Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD
NF	dLOP	6,63	8,61	7,88	10,21	5,38	6,48
	dROP	15,44	12,89	19,02	15,54	11,86	8,21
FL	dLOP	3,32	3,74	4,59	4,56	2,05	2,01
	dROP	4,25	3,10	4,91	3,71	3,60	2,19
FR	dLOP	2,26	2,12	2,69	2,42	1,83	1,69
	dROP	5,07	3,87	6,45	4,60	3,69	2,29

Tabelle 6: Darstellung mittlere, doppelte Ohrpunkte (NF, FR, FL)

Über das konkrete Verhältnis zwischen der Standardbedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF) und den Bedingungen zielgerichteter Aufmerksamkeitslenkung (FR, FL) wurde die Hypothese formuliert, dass ein unter der NF-Bedingung gefundener ROV sich bei Instruktion zur selektiven Zuwendung zur rechten Ohrseite (FR) vergrößert und bei einer Fokussierung des linken Ohres (FL) in seinem Ausmaß abnimmt. Um diese Vermutung inferenzstatistisch zu untersuchen, wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit einem Messwiederholungsdesign gewählt. Wiederum wurden die jeweils aus der FR/FL- Untersuchung resultierenden Lateralisierungswerte Lambda der Untersuchungsdurchgänge 1 und 4 bzw. 2 und 3, sowie der standardisierte, substituierte Lambdawert der NF-Bedingung als abhängige Variablen in die Analyse einbezogen. Die Testart (2) und der Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (2) fungierten als unabhängige Variablen.

Anhand der statistischen Analyse konnten folgende bedeutsame Effekte ermittelt werden: für den Messwiederholungsfaktor Lambda (NF, FR, FL) ergab sich ein signifikanter Haupteffekt ($F = 8,06$; $p = .0004$), welcher sich auf einen deutlich stärker ausgeprägten Lateralisierungsindex unter der NF-Bedingung im Vergleich zu den Bedingungen gezielter Aufmerksamkeitslenkung (FR, FL) zurückführen lässt. Auch die Wechselwirkung des Messwiederholungsfaktors

Lambda (NF, FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Testart ging als signifikantes Ergebnis ($F = 3,60$; $p = .03$) aus der Analyse hervor. Moderiert wird dieser Effekt sowohl durch den bereits beschriebenen statistisch hoch signifikanten Haupteffekt des Messwiederholungsfaktors und Lateralisierungsfaktors Lambda, als auch durch die bedeutsame Interaktion des Messwiederholungsfaktors Lambda (NF, FR, FL) x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung ($F = 5,49$; $p = .005$).

Betrachtet man nun aber die beiden Testarten getrennt voneinander, so ergeben sich pro Testvariante durchaus verschiedene Interaktionsmuster: für den FW10b stellt die Interaktion zwischen dem Lateralisierungsindex und Messwiederholungsfaktor Lambda und dem Beginn der Aufmerksamkeitslenkung kein signifikantes Ergebnis ($F = 1,56$; $p = .21$) dar. Hingegen wird dieselbe Wechselwirkung bei Durchführung des FW12k sehr wohl statistisch bedeutsam ($F = 5,65$; $p = .004$).

Somit kann festgehalten werden, dass die Asymmetrie zwischen ROP und LOP ohne Instruktion zur Aufmerksamkeitslenkung (NF) am größten ist und die Lambdawerte unter der Bedingung selektiver Aufmerksamkeitslenkung nach rechts eine geringere Ausprägung aufweisen als jene Lateralisierungsindizes, welche bei geteilter Aufmerksamkeit entstanden sind. Die Resultate zeigen demnach für die Annahme bezüglich der Rechtswendung nicht in die erwartete Richtung. Bezüglich der Beziehung zwischen Lambda unter der Standardbedingung (NF) und unter gezielter Fokussierung der linken Ohrseite (FL) konnte eine Abschwächung der Ausprägung des Lateralisierungsindex unter der Bedingung selektiver Aufmerksamkeit nach links gefunden werden (signifikanter Unterschied zwischen dem Mittelwert des Lateralisierungsindex unter NF-Bedingung ($\lambda = 1,04$) und dem Mittelwert von Lambda unter der FL-Bedingung ($\lambda = 0,40$); $p < .01$), was wiederum den Teil der Hypothese untermauert, dass bei einer Fokussierung des linken Ohres (FL) der Lambdawert (bzw. ROV) in seinem Ausmaß abnimmt. Allerdings kommt dieser Effekt nicht durch einen starken Anstieg der LOP unter der FL Bedingung (im Vergleich zu NF) zustande, sondern vielmehr durch eine numerische Angleichung der unter FL erzielten LOP und ROP. Abbildung 8 verdeutlicht den beschriebenen Interaktionseffekt

des Messwiederholungsfaktor Lambda x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Testart.

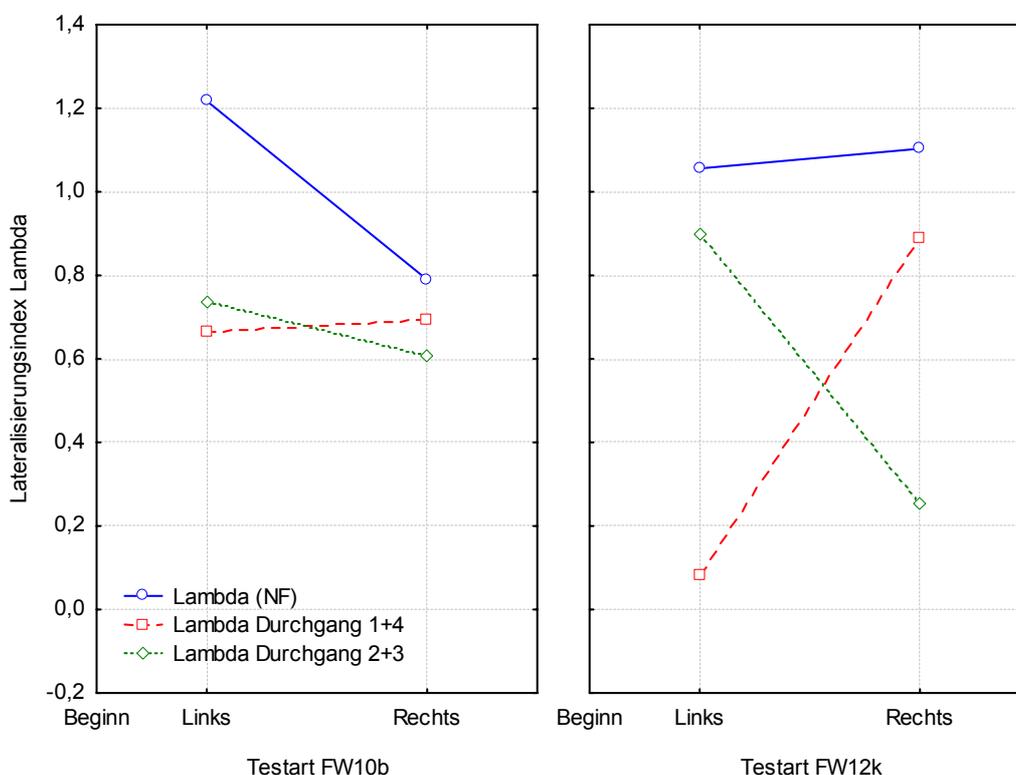


Abbildung 8: Interaktion Messwiederholungsfaktor Lambda (NF, FR, FL) x Beginn x Testart

Die Voraussetzung der Sphärizität, also die Unabhängigkeit und Varianzhomogenität der Messwiederholungsfaktoren wurde durch den Mauchly-Sphärizitätstest abgeprüft und muss hinsichtlich der Lambdawerte unter den Bedingungen NF, FR und FL als nicht erfüllt betrachtet werden, da die Prüfgröße W signifikant wurde ($p = .046$). Somit wäre eine hinreichende und notwendige Bedingung für die Gültigkeit des F-Tests verletzt. Um falsche varianzanalytische Ergebnisse zu vermeiden, wurde an dieser Stelle noch der Greenhouse/Geisser-Test zur Kompensation der vorliegenden Verletzung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnung legen nahe, dass die beschriebenen signifikanten Effekte sich auch nach der Korrektur der Verletzung der Sphärizität ebenfalls als signifikant herausstellten.

Die Befunde des Levene-Tests zeigen, dass die Voraussetzung der Varianzhomogenität für die Durchführung einer Varianzanalyse gegeben ist, da die Varianzen der Lambdawerte beider Testarten sich nicht signifikant unterscheiden.

5.4.3 Zusammenfassung FW10b: Effekt Aufmerksamkeitsinstruktionen

Für den Hörtest FW10b kann festgehalten werden, dass keine statistisch bedeutsame Modifikation des Lateralisierungsindex durch gezielte Aufmerksamkeitsverlagerung durch den Probanden möglich war. Hinzu kommt der paradox bzw. kontraintuitiv erscheinende Befund, dass unter der Bedingung fokussierter Aufmerksamkeit nach rechts im Mittel weniger ROP erzielt werden als unter der Bedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF).

Da die Interaktion des Lateralisierungsindex mit dem Beginn der Aufmerksamkeitsinstruktion für diese Testart keine Signifikanz erreichen konnte ($F = 1,56$; $p = .21$) kann geschlussfolgert werden, dass hinsichtlich des FW10b die Nullhypothese beibehalten werden muss. Aufmerksamkeitsinstruktionen haben demzufolge für diese Testart keinen statistisch bedeutsamen Einfluss auf die Anzahl der Ohrpunkte, respektive die Ausprägung des Lateralisierungsindex.

5.4.4 Zusammenfassung FW12k: Effekt Aufmerksamkeitsinstruktionen

Für diese Hörtestvariante ergibt sich ein anderes Ergebnismuster. Die Befundlage weist darauf hin, dass es den Probanden bei dem FW12k sehr wohl gelang, ihre Aufmerksamkeit unter der Bedingung forcierter Aufmerksamkeitszuwendung zu verlagern. Auch für diese Testart kann konstatiert werden, dass unter dem Einfluss der Aufmerksamkeitsinstruktionen im Mittel weniger Ohrpunkte erreicht werden als dies in der Standardbedingung (NF) der Fall ist.

Mit dem Befund einer signifikanten Wechselwirkung des Lateralisierungsindex mit dem Beginn der Aufmerksamkeitsinstruktion ($F = 5,65$; $p = .004$) sollte für diese Testform die Vermutung der Alternativhypothese angenommen werden,

wonach die gezielte Lenkung der Aufmerksamkeit durch Instruktionen eine bedeutsame Wirkung auf die resultierende Zahl der Ohrpunkte zu haben scheint. Deskriptiv betrachtet ist aber keine Umkehr des ROV, welcher unter der Standardinstruktion (NF) erzielt wurde, ersichtlich. Wurden die Versuchspersonen instruiert, ihre Aufmerksamkeit dem linken Ohr zuzuwenden, so wurde im Mittel eher ein Lateralisierungsergebnis (Mittelwert Lambda FL (Testart Fw12k): $\lambda = 0,17$) erreicht, welches für eine annähernd symmetrische Anzahl der ROP und LOP spricht, aber dennoch blieb im Mittel ein leichter ROV erhalten (demnach war eine Linkswendung nicht in dem Sinne möglich, dass wesentlich mehr Worte ausschließlich des linken Ohres benannt wurden). Hingegen konnten im Mittel bei intendierter Rechtswendung durchaus Lateralisierungsergebnisse erreicht werden (Mittelwert Lambda FR (Testart FW12k): $\lambda = 0,90$), die ein eindeutig asymmetrisches Ohrpunkteverhältnis darstellen (also demzufolge überzufällig mehr Worte des rechten Ohres benannt wurden).

5.5 Fähigkeit zur Teilung der Aufmerksamkeit (TAP)

Die Beurteilung der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit wurde anhand der erreichten Gesamtfehlerzahl im Untertest geteilte Aufmerksamkeit visuell-auditiv II durchgeführt. Je nach gegebener Anzahl der Fehler wurden die Probanden einer von drei Kategorien zugewiesen. Wie in Abbildung 9 ersichtlich, unterlief der knappen Mehrheit der Probanden ein Fehler. Lediglich 31% der Versuchspersonen gelang es, die Bedingung geteilter Aufmerksamkeit ohne Fehler zu absolvieren, und 34% erreichte eine Fehlerzahl von über 1 bei der Bearbeitung zweier simultan ablaufender Prozesse.

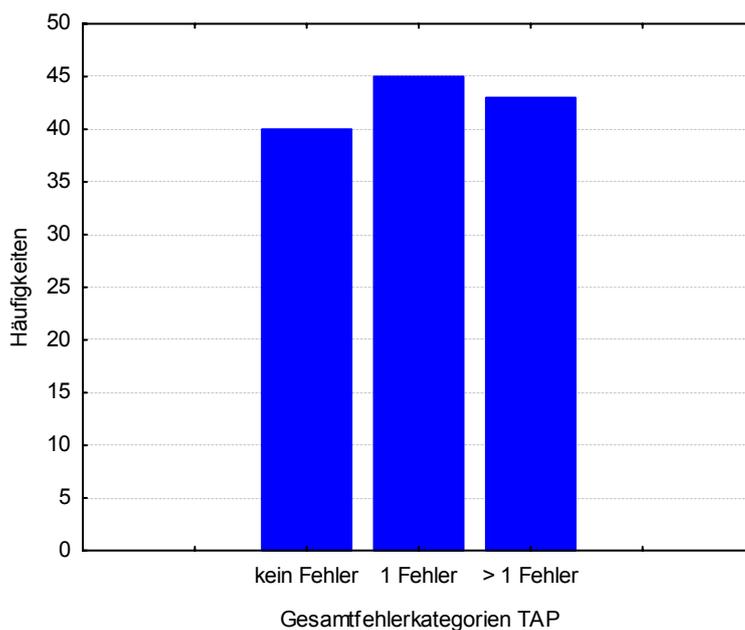


Abbildung 9: Gesamtfehlerkategorien geteilte Aufmerksamkeit

5.6 Geteilte Aufmerksamkeit (TAP) und Aufmerksamkeitslenkung

Die Hypothesen bezüglich der Beziehung zwischen der Leistung im Aufmerksamkeitstest „geteilte Aufmerksamkeit“ (TAP) und dem Einfluss der Aufmerksamkeitsinstruktionen im dichotischen Hörtest sind Kapitel 3.2.3 zu entnehmen.

Der Median der Reaktionszeit der auditiven Testkomponente (des Testabschnittes geteilte Aufmerksamkeit visuell-auditiv) wurde als Kennwert ausgewählt und zu den erreichten Lateralisierungswerten der Aufmerksamkeitslenkung in Beziehung gesetzt.

Im Sinne einer Abschätzung der Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen (FR, FL) wurde für jeden Test der Differenzwert für die doppelten Rechtsohrpunkte und doppelten Linksohrpunkte hinsichtlich der Experimentalbedingung FR und FL ermittelt. Die entspricht der Annahme, dass sich eine stark ausgeprägte „Lenkungsfähigkeit“ der Aufmerksamkeit in einer großen Differenz ausdrückt.

$$\text{Differenz-dROP} = \text{dROP (FR)} - \text{dROP (FL)}$$

$$\text{Differenz-dLOP} = \text{dLOP (FR)} - \text{dLOP (FL)}$$

Im Folgenden wurde zwischen den berechneten Differenzwerten und dem jeweiligen Median der Reaktionszeiten (auditiver Testteil) eine nonparametrische Korrelation (Spearman's rho) berechnet. Tabelle 7 gibt einen detaillierten Überblick über die ermittelten Zusammenhänge.

		Geteilte Aufmerksamkeit	
		Korrelationskoeffizient	Signifikanz
FW10b	Differenz dROP	-.166	.191
	Differenz dLOP	-.091	.472
FW12k	Differenz dROP	-.079	.535
	Differenz dLOP	.127	.317

Tabelle 7: Korrelationen für geteilte Aufmerksamkeit und Differenzwerte

Die einzelnen Korrelationen fielen eher gering aus und waren allesamt nicht statistisch signifikant. Deshalb ist die Nullhypothese beizubehalten, wonach die Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen auf die Ausprägung des Lateralisierungsergebnisses λ unabhängig von der Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit der Probanden ist.

Auch durch eine Faktorenanalyse konnte kein Zusammenhang zwischen der gezeigten Leistung zur geteilten Aufmerksamkeit (TAP) und dem Einfluss der Aufmerksamkeitsinstruktionen gezeigt werden. Die Variablen der Aufmerksamkeitslenkung (Differenz dROP und dLOP) luden auf einem anderen Faktor als jene Variablen der TAP-Untersuchung geteilte Aufmerksamkeit (z.B. Median auditiv der Bedingung visuell-auditiv).

5.7 Soziodemographische Variablen und Aufmerksamkeitslenkung

Im folgenden Kapitel soll der Einfluss des Geschlecht und des Alters der Testpersonen auf die Wirkung der Aufmerksamkeitsinstruktionen dargestellt werden.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde ein mehrfaktorielles varianzanalytisches Design mit Messwiederholung gewählt, wobei das Geschlecht (2), die Testart (2) und der Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (2) als unabhängige Variablen in die statistische Berechnung eingingen.

Bezüglich des potentiellen Einflussfaktors Geschlecht konnten inferenzstatistisch keine signifikanten Haupt-, respektive Interaktionseffekte gefunden werden. (Wechselwirkung Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Geschlecht x Testart x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung: $F = 1,83$; $p = .18$). Somit ist die Annahme beizubehalten, dass sich die Geschlechter bezüglich der Aufmerksamkeitslenkung nicht bedeutsam voneinander unterscheiden.

Trotz einer statistisch nicht bedeutsamen Interaktion zwischen dem Geschlecht der Probanden, der Testart und dem Beginn der Aufmerksamkeitslenkung, kann ein Trend dahingehend verzeichnet werden, dass sowohl männliche als auch weibliche Versuchsteilnehmer bezüglich der Testart FW10b nicht in der Lage waren, ihre Testergebnisse durch bewusste Aufmerksamkeitsverlagerung im Sinne der jeweiligen Instruktionen zu modifizieren. Dieser Test stellt sich somit wiederum unabhängig vom Geschlecht des Probanden als robust gegenüber Aufmerksamkeitseffekten dar. Demgegenüber kann bei Bearbeitung des Hörtests FW12k eine solche Tendenz geschlussfolgert werden, dass sowohl Männer als auch Frauen hierbei in der Lage zu sein scheinen, ihre Aufmerksamkeit bewusst der instruierten (rechten) Ohrseite zuzuwenden.

In einem zweiten Schritt wurde ein möglicher Einfluss des Alters auf die Effekte der Aufmerksamkeitslenkung ermittelt. Es lässt sich vermuten, dass ältere Probanden im Zuge eines kognitiven Alterungsprozesses und der damit einhergehenden Abnahme kognitiver Leistungsfähigkeit, weniger dazu in der Lage sind, durch bewusste Aufmerksamkeitszuwendung Einfluss auf das Ergebnis des verwendeten Hörtests zu nehmen. Die Varianzanalyse brachte einen

statistisch bedeutsamen Interaktionseffekt der Faktoren Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Testart x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung ($F = 2,70$; $p = .05$) hervor. Alle übrigen Haupt- und Wechselwirkungseffekte erreichten nicht die Signifikanzgrenze ($p = .05$). Abbildung 10 verdeutlicht diesen Zusammenhang noch einmal graphisch.

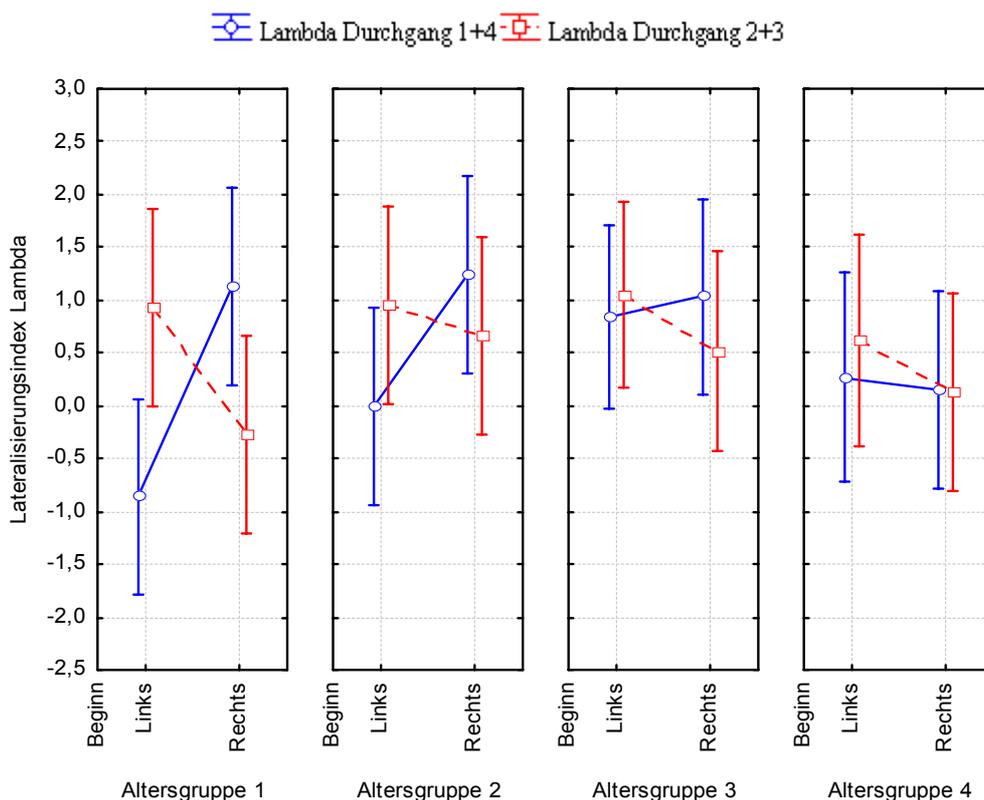


Abbildung 10: Interaktion Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Testart x Beginn (FW12k)

Betrachtet man die Darstellung für den Hörtest FW12k genauer, so fällt auf, worin der signifikante Interaktionseffekt begründet liegt. Es scheint, als nehme mit zunehmendem Alter der Versuchspersonen die Fähigkeit zur bewussten Beeinflussung des Tests durch Aufmerksamkeitslenkung stetig ab. Zeigt die Altersgruppe 1 noch ein deutliches Gefälle der mittleren Lambdawerte bezüglich der Rechts- und Linkswendung der Aufmerksamkeitslenkung, so tendieren dieselben Kennzahlen unabhängig von der Seite der Aufmerksamkeitszuwendung bei Probanden im Alter von 51 bis 60 Jahren eher gegen Null. Dieser Effekt zeigt sich jedoch nur unter der Bedingung FW12k und entspricht diesbezüglich der

oben genannten Vermutung, dass ältere Probanden die durchgeführten Hörtests weniger durch Aufmerksamkeitslenkung beeinflussen können. Offensichtlich gelingt es keiner Altersgruppe, das Ergebnis des Hörtests FW10b durch Aufmerksamkeitsverlagerung bedeutsam zu modifizieren. Hinsichtlich des FW12k ist somit die Alternativhypothese anzunehmen, wonach sich die Altersgruppen in deren Fähigkeit zur Aufmerksamkeitslenkung unterscheiden.

5.8 Dextralität und Aufmerksamkeitslenkung

Bezüglich des Faktors Dextralität als mögliche Einflussquelle für das Ergebnis der Aufmerksamkeitslenkung kann festgehalten werden, dass keine signifikante Wechselwirkung bzw. kein bedeutsamer Haupteffekt hinsichtlich des Personenmerkmals Dextralität ($F = 0,38$, $p = .54$) gefunden werden konnte und somit die Nullhypothese beizubehalten ist, welche besagt, dass die Versuchspersonen sich nicht bezüglich deren Dextralität in ihrer Fähigkeit zur Aufmerksamkeitslenkung unterscheiden.

5.9 Weitere Untersuchungsergebnisse

Im folgenden Kapitel sollen überblicksartig weitere interessante post hoc Untersuchungsergebnisse näher beleuchtet werden. Über die vordefinierten Hypothesen hinaus wurden weitere Beziehungen zwischen Untersuchungsvariablen explorativ betrachtet, welche ihrerseits als Inspiration für nachfolgende Experimente dienen könnten.

5.9.1 Aufmerksamkeitslenkung in Abhängigkeit der NF-Lateralisierung

An dieser Stelle sollen die Befunde in Hinblick auf die Frage dargestellt werden, in wiefern einzelne Untergruppen der Stichprobe, die unterschiedliche Ausprägungsgrade des Lateralisierungsindex Lambda unter NF aufweisen, ihre Aufmerksamkeit lenken können. Da sich bereits ein deutlicher Effekt für die Möglichkeit zur Beeinflussung des FW12k abgezeichnet hat, sollen hierzu die bei-

den Testversionen getrennt voneinander analysiert werden. Für die Analyse der obigen Fragestellung wurden alle Versuchspersonen jeweils einer von drei Kategorien zugewiesen: jene Versuchspersonen mit einem Lateralisierungsindex von unter $\lambda = -1$ (NF), stellten die eine Extremgruppe dar. Probanden, die ein Lateralisierungsergebnis von über $\lambda = +1$ unter der NF-Bedingung erhielten, wurden einer zweiten Extremgruppe zugeteilt. Versuchspersonen mit einem Lambdawert von $\lambda = -1$ bis $+1$ (NF) bildeten die Restkategorie. Die Personen-
gruppen mit Lambdawerten unter $\lambda = -1$, respektive über $\lambda = +1$ (NF) können deshalb als Extremgruppen angesehen werden, da bei diesen Werten von einem deutlich vom Zufall abgegrenzten asymmetrischen Lateralisierungsergebnis gesprochen werden kann. In Bezug auf die obige Fragestellung wurde aufgrund mangelnder Erklärungsansätze keine konkrete Hypothese formuliert, weshalb eine mögliche Beziehung zwischen der Ausprägung der Asymmetrie der Ohrpunkte (NF) und der Fähigkeit das Testergebnis durch bewusste Aufmerksamkeitslenkung modifizieren zu können, an dieser Stelle explorativ untersucht werden soll. Auch für die Beantwortung dieser Fragestellung wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit einem Messwiederholungsdesign durchgeführt. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität kann anhand des durchgeführten Levene-Tests als gegeben betrachtet werden.

Für die Testversion FW10b konnte auch unter Berücksichtigung dieser Extremkategorien kein signifikanter Interaktionseffekt (Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Kategorie der Lateralisierungswerte x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung: $F = 0,24$; $p = .79$) gefunden werden. Dies spricht dafür, dass es bezüglich der drei Klassifikationsgruppen des Lateralisierungsergebnisses unter Standardbedingungen (NF) keine Unterschiede in der Fähigkeit zur Lenkung der Aufmerksamkeit bei der Testart FW10b zu geben scheint.

Völlig anders gestaltet sich dieser Zusammenhang bei Betrachtung der Testvariante FW12k. Zwar verfehlt der Interaktionseffekt Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Kategorie der Lateralisierungswerte x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung das definierte 5%-Signifikanzniveau ($F = 2,28$; $p = .11$), dennoch wird anhand der folgenden Abbildung (Abbildung 11) ein deutlicher Trend dahingehend ersichtlich, dass Probanden, die einen Lambdawert aus der NF-

Bedingung von unter $\lambda = -1$ bzw. größer als $\lambda = +1$ aufweisen, auch in der Lage zu sein scheinen, unter gezielter Instruktion zur Aufmerksamkeitsverlagerung den Lateralisierungswert zu verändern. Außerdem kann anhand der Daten ein Trend geschlussfolgert werden, dass jene Personengruppe, die unter der NF-Bedingung kein ausgeprägtes asymmetrisches Lateralisierungsergebnis erreichte und demnach der Restkategorie zugewiesen wurde, auch in Bezug auf die Aufmerksamkeitslenkung keinen Einfluss der Instruktionen erkennen lässt.

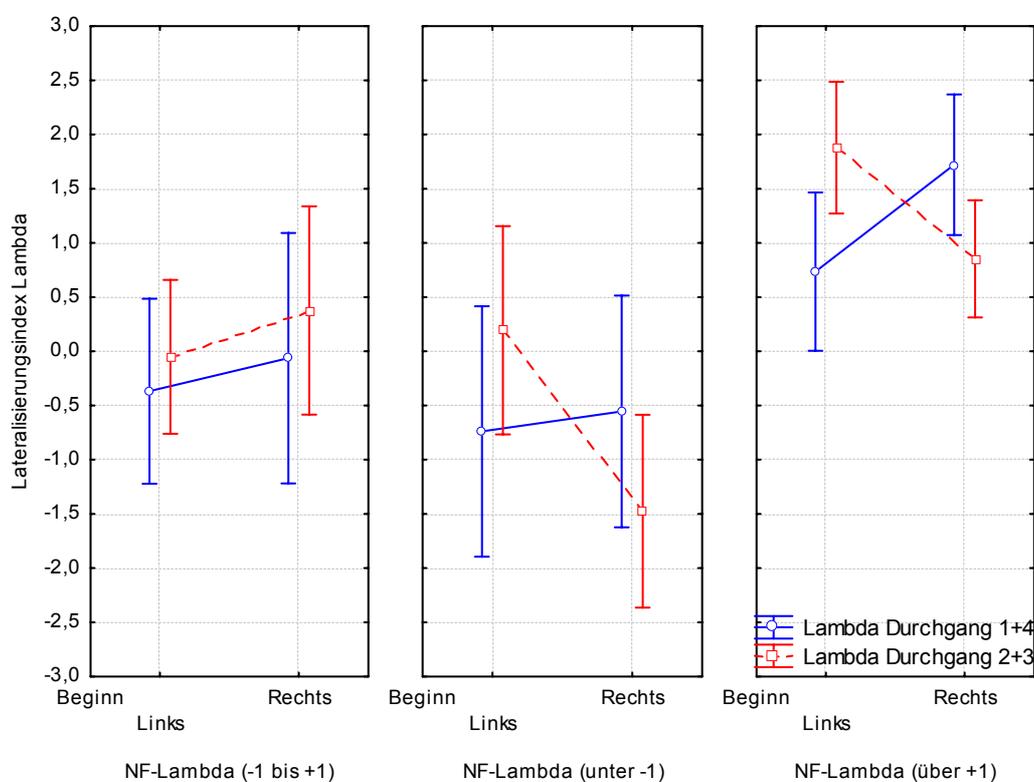


Abbildung 11: AL in Abhängigkeit des Lateralisierungsindex der NF-Bedingung (FW12k)

Probanden mit einem ausgeprägt asymmetrischen Lateralisierungsergebnis unter der NF-Bedingung ($\lambda =$ unter -1 bzw. über +1) können ihre Aufmerksamkeit tendenziell besser lenken als solche Versuchspersonen, die weniger asymmetrisch ausgeprägte Lateralisierungswerte erreichen (im Hinblick auf die Testart FW12k).

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Lateralität unter der NF-Bedingung und der Fähigkeit zur Modifikation des Lambda-Wertes durch Aufmerksamkeitslenkung unter korrelativen Gesichtspunkten, so zeigt sich, dass, je größer der ROV in der NF-Bedingung ausgeprägt ist, desto numerisch größer fällt der Lateralisierungsindex unter der Instruktion zur Rechtswendung der Aufmerksamkeit aus. Mit anderen Worten können Probanden, die ohne Instruktion viele ROP im Vergleich zu den LOP erreichen konnten, auch unter der Aufforderung zur Fokussierung des rechten Ohres (FR) wesentlich mehr ROP als LOP erhalten, also ihre Aufmerksamkeit nach rechts besser lenken als jene Versuchspersonen, die kein asymmetrisches Ohrpunkteverhältnis unter NF-Bedingungen erzielten bzw. sich als bilateral-/rechtslateralisiert darstellten.

Interessanterweise scheint sich die Möglichkeit der Aufmerksamkeitslenkung bei eindeutig linkslateralisierten Testpersonen ausschließlich auf die Bedingung der Rechtswendung der Aufmerksamkeit zu beschränken.

Fordert man diese Probanden auf, ihre Aufmerksamkeit der linken Seite zuzuwenden, verzeichnen sie nicht etwa mehr LOP (was für die Fähigkeit der Aufmerksamkeitslenkung nach links sprechen würde), sondern erzielen im Mittel wiederum positive Lambdawerte. Dies spricht dafür, dass die Reaktionstendenz aus der Standardbedingung auch unter den Forced-Bedingungen bei linkslateralisierten Probanden beibehalten wird. Ein analoges Bild ergibt sich für jene Versuchspersonen, die als bilateral, respektive rechtslateralisiert aus der NF-Bedingung hervorgegangen sind. Je stärker negativ ihr Lateralisierungswert unter der Standardinstruktion ausgeprägt war, desto negativer gestaltete sich auch der Lambdawert der instruierten Linkswendung der Aufmerksamkeit. Hingegen fällt es diesen Personen sichtlich schwer, dieses Reaktionsmuster bei der geforderten Rechtswendung der Aufmerksamkeit zu durchbrechen. Auch unter dieser Bedingung wird der Lateralisierungsindex immer negativer, je stärker die Bilateralität (Rechtslateralität) unter der NF-Bedingung ausgeprägt war.

Zusammengefasst könnte man bezüglich dieses differenzierten Befundbildes schlussfolgern, dass linkslateralisierte Probanden eher ihre Aufmerksamkeit gut

nach rechts wenden können und dies umso besser, je stärker (wahrscheinlicher) ihre Linkslateralität im Sinne des dichotischen Hörtests ausgeprägt ist. Im Gegenzug neigen bilateral, bzw. rechtslateralisierte Personen eher dazu ihre Aufmerksamkeit besser auf die linke Ohrseite fokussieren zu können und auch dies umso besser, je ausgeprägter sich ihre Sprachorganisation unter der NF-Bedingung dargestellt hat. Die beiden folgenden Abbildungen (Abbildung 12 und Abbildung 13) sollen den beschriebenen Zusammenhang noch einmal graphisch untermauern.

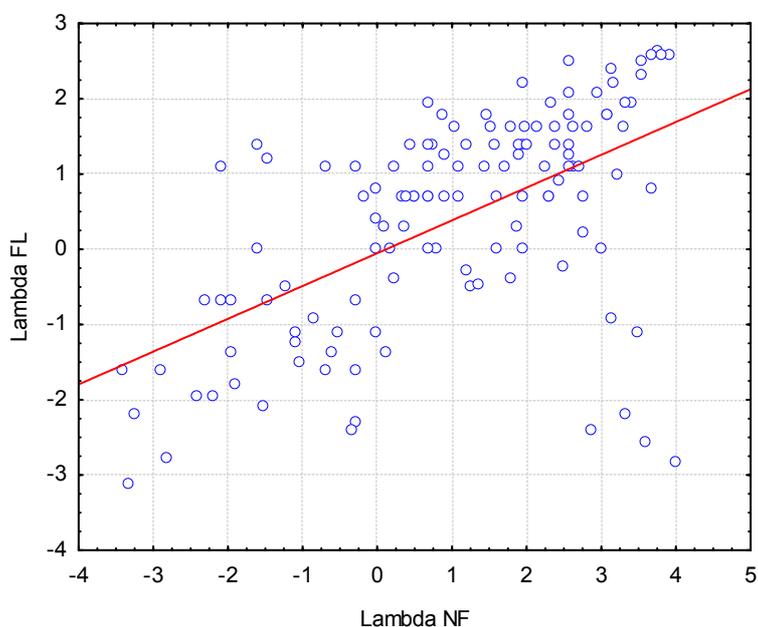


Abbildung 12: Scatterplot Lambda NF und FL (Korrelation: $r = 0,57$; $p < .01$)

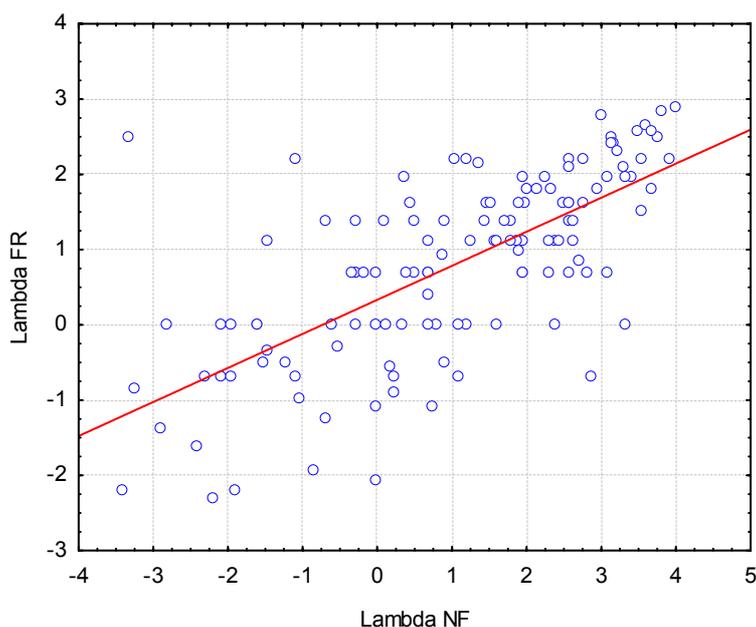


Abbildung 13: Scatterplot Lambda NF und FR (Korrelation: $r = 0,69$; $p < .01$)

5.9.2 Einfluss Medikation auf Aufmerksamkeitslenkung

Wie bereits in den einführenden Kapiteln angeklungen ist, besteht die Vermutung, dass die mangelnde Fähigkeit der Epilepsiepatienten (mit Temporallappenepilepsie) zur Beeinflussung des dichotischen Hörtests auch auf Effekte ihrer (antikonvulsiven) Pharmakotherapie zurückzuführen sein könnte. Mittels der durchgeführten Medikamentenanamnese wurde ersichtlich, dass ebenfalls einige der in der vorliegenden Studie untersuchten Probanden eine Vielzahl verschiedener medikamentöser Wirkstoffe regelmäßig zu sich nahmen. Mitunter muss bei einigen Medikamentengruppen mit Nebenwirkungen auf zentralnervöse Funktionen gerechnet werden, die sich z.B. in einer verminderten Reaktionsbereitschaft, respektive Aufmerksamkeitsleistung niederschlagen können. Schmerzstillende Medikamente, Antihistaminika, Betablocker, Insulin und cortisonhaltige Präparate, aber auch das Rauchen von Substanzen mit dem Wirkstoff Tetrahydrocannabinol (THC) stellen hierbei nur einen kleinen Querschnitt potentiell aufmerksamkeitsbeeinflussender Substanzen dar, welche eingenommen wurden.

Wiederum wurde eine Varianzanalyse mit den Variablen Medikamenstatus (ja/nein), der Testart (2) und dem Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (2) als unabhängige Variablen durchgeführt. Der Lambdawert der jeweiligen FR-, bzw. FL-Bedingung ging als abhängige Variable in die Berechnung ein.

Aus der durchgeführten varianzanalytischen Untersuchung konnte knapp kein signifikanter Effekt des Medikamentenstatus (ohne/mit Medikation) auf die Ausprägung der Aufmerksamkeitslenkung abgeleitet werden (Interaktion Messwiederholungsfaktor Lambda (FR, FL) x Medikamentenstatus x Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Testart: $F = 2,735$; $p = .10$). Allerdings kann bei genauer Betrachtung der Daten ein Trend dahingehend verzeichnet werden, dass jene Probanden mit Medikation unabhängig von der Testart nicht in der Lage waren, durch gezielte Aufmerksamkeitslenkung den jeweiligen Lambdawert zu beeinflussen. Hingegen scheint es den Testpersonen ohne Medikation bei Durchführung der Testvariante FW12k zu gelingen, diesen Test durch Aufmerksamkeitslenkung zu modifizieren. Abbildung 14 veranschaulicht diesen Zusammenhang noch einmal graphisch.

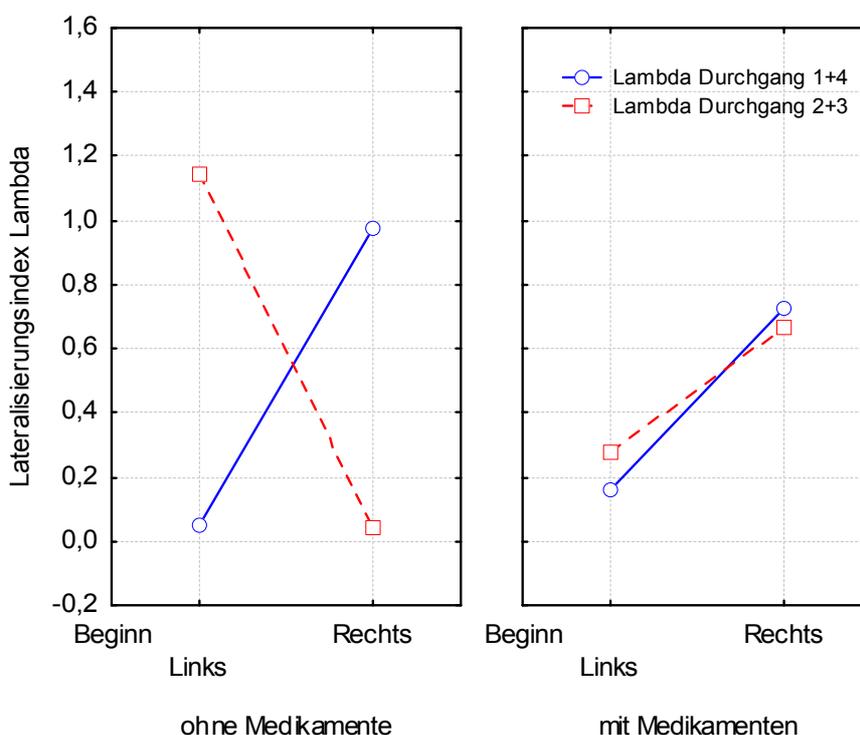


Abbildung 14: Interaktion Lambda (FR, FL) x Medikament x Beginn x Testart (FW12k)

6 Diskussion

Die durchgeführte Studie konnte zeigen, dass hirngesunde Versuchspersonen die Fähigkeit besitzen, die dichotische Hörtestversion FW12k durch intendierte Aufmerksamkeitslenkung in ihrem Testresultat zu beeinflussen. Hingegen gelang es dieser Stichprobe, analog zu der vormals untersuchten klinischen Stichprobe der Epilepsiepatienten (Weller, 2005), nicht, die Testvariante FW10b im Sinne der Aufmerksamkeitsinstruktionen zu modifizieren. Diese blieb demnach von willentlicher Beeinflussung durch Aufmerksamkeitsseffekte unberührt. Somit konnte wiederholt die Angemessenheit dieses Tests (FW10b) zur Erfassung der zerebralen Sprachlateralisierung unterstrichen und ein weiterer Schritt in Richtung Generalisierbarkeit der gewonnenen Ergebnisse getan werden.

Ein weiterer interessanter Befund bestand darin, dass die Ausprägung der Asymmetrie zwischen ROP und LOP unter der Bedingung geteilter Aufmerksamkeit (NF) am größten war. Die Instruktion zu einer bewussten Aufmerksamkeitslenkung scheint einen vorhandenen Rechtsohrvorteil in seiner Ausprägung abzuschwächen. Dieses Phänomen konnte auch in der Studie mit Epilepsiepatienten (Weller, 2005) gefunden werden und wurde durch die vorliegende Studie für eine Stichprobe hirngesunder Probanden repliziert. Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen liefert das Aufmerksamkeitsmodell von Kinsbourne (1970), welches für die Standardinstruktion (NF) besagt, dass in Erwartung sprachlichen Materials bei der Durchführung eines dichotischen Hörtests die linke Hemisphäre voraktiviert wird und die Aufmerksamkeit des Probanden der kontralateral gelegenen rechten Ohrseite zugewendet wird, was sich wiederum in einem charakteristischen ROV niederschlägt. Unter der Bedingung „Forced-Attention“ könnte man nun ein anderes Aktivierungsmuster des Gehirns mutmaßen. Die Gabe von Aufmerksamkeitsinstruktionen könnte beide Hemisphären in deren Arousal aktivieren, wodurch Unterschiede zwischen der (eigentlich asymmetrisch organisierten) Reizwahrnehmung der rechten und linken Ohrseite „eingeebnet“ werden und sich die Anzahl der LOP und ROP folglich numerisch angleicht.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Aufmerksamkeitsforcierung nach links für den FW12k zu keiner Umkehr eines ROV führte. Der Wahrnehmungsvorteil der rechten Ohrseite bleibt rein numerisch betrachtet über alle Aufmerksamkeitsbedingungen (NF, FR, FL) erhalten. Hierbei ist aber eine differenzierte Betrachtung der Testergebnisse von Bedeutung.

Wurden die Versuchspersonen instruiert, ihre Aufmerksamkeit dem linken Ohr zuzuwenden, so wurde im Mittel eher ein Lateralisierungsergebnis erreicht, welches für eine annähernd symmetrische Anzahl erzielter ROP und LOP spricht. Somit entsteht unter dieser FL-Bedingung eine Art „Pattsituation“: es gelingt nicht, einen bestehenden ROV durch Aufmerksamkeitsinstruktion nach links zu durchbrechen und diesen in einen klaren LOV umzukehren, vielmehr scheinen sich die Anzahl der Nennungen des rechten und linken Ohres zahlenmäßig anzugleichen. Auch diese Beobachtung ist mit der Aufmerksamkeits-theorie von Kinsbourne konsistent. Demgegenüber bleibt der ROV auch bei Instruierung zur Fokussierung auf das rechte Ohr erhalten.

Einen weiteren Ansatz, der zur Klärung eines unterschiedlichen Befundbildes bezüglich der Seite der Aufmerksamkeitswendung beitragen kann, liefert das bereits unter 2.7.1 angeklungene Konzept der „executive attention“ von Engle (2002), welches die Fähigkeit beschreibt, trotz interferierender Reizbedingungen eine Aufgabenstellung konzentriert zu bearbeiten. Eine solche Stimulus-konstellation liegt demnach nur in der FL-Bedingung vor, in welcher ein stark interferierender Wahrnehmungsreiz der rechten Ohrseite (der unter geteilter Aufmerksamkeit bei linkslateralisierter Sprache dominant verarbeitet wird – ROV) die Verarbeitung der Reize der linken Seite stören kann. Während die Rechtswendung der Aufmerksamkeit laut Engle ein „non-executive attention task“ darstellt, demnach keine zusätzliche Aufmerksamkeitsressourcen aktiviert werden müssen um sich selektiv nur dieser Ohrseite zuzuwenden und sich dies auch in einem deutlichen ROV unter dieser FR-Bedingung widerspiegelt, muss unter der Linkswendung der Aufmerksamkeit aufgrund des stark interferierenden Einflusses von Reizen des rechten Ohres, diese zusätzliche Aufmerksamkeitsleistung im Sinne der aktiven Unterdrückung des rechtsseitigen Stimulus geleistet werden. Die Fähigkeit, sich fokussiert nur wie gefordert den linken

Stimuli zuzuwenden, gelingt bei Betrachtung der Testergebnisse der Linkswendung (siehe Kapitel 5.9.1) nur den wenigsten linkslateralisierten Versuchspersonen. Zu diesem Erklärungsversuch passt die Aussage vieler Probanden, die von starker Interferenz bei Durchführung der Linkswendung der Aufmerksamkeit berichteten, z.B. in dem Sinne, dass Worte des nichtattentierten, rechten Ohres als dominanter, lauter empfunden werden (der Eindruck des dominanten rechten Ohres scheint in die bewusste Wahrnehmung durchdringen zu wollen).

Im Vergleich zu den vielfach verwendeten CV-Silbentests, deren Testresultate sich als enorm durch Aufmerksamkeitseffekte modifizierbar herausgestellt haben, konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass die Hörtestversion FW10b robust gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren ist.

In Anlehnung an die Untersuchung von Asbjornsen und Bryden (1996), in der ebenfalls gesunde Versuchspersonen untersucht wurden, konnte in der hier vorliegenden Studie bezüglich des Hörtests FW10b sogar noch ein aussagekräftigeres Ergebnis erzielt werden. Während sich der von diesen Autoren untersuchte fused dichotic words test (FDWT) marginal durch Aufmerksamkeitseffekte beeinflussen ließ, konnte an der vorliegenden Stichprobe hinsichtlich des FW10b keine Beeinflussbarkeit gezeigt werden.

Um die Vermutung von Weller (2005), dass die Versuchspersonen aufgrund ihrer möglicherweise eingeschränkten Aufmerksamkeitsfähigkeit den Aufmerksamkeitsinstruktionen des dichotischen Test nicht nachkommen konnten, zu untersuchen, wurde auch in der vorliegenden Studie mit dem Untertest geteilte Aufmerksamkeit der TAP die Aufmerksamkeitsleistung der Versuchspersonen kontrolliert. Zwischen der Testleistung der TAP und der Performanz im Hinblick auf die Aufmerksamkeitslenkung lagen keine signifikanten Korrelationen vor. Die Verwendung einer visuellen und auditiven Aufgabe zur Überprüfung der allgemeinen Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit (TAP) kommt dem Prinzip des dichotischen Hörens sehr nahe, dennoch bleibt die Vermutung bestehen, dass auch dieser Test zur Erfassung der geteilten Aufmerksamkeit nicht optimal geeignet ist, genau jene Fähigkeit zur fokussierten Aufmerksamkeit abzubilden, welche unter den Aufmerksamkeitsinstruktionen im dichotischen Hörtest gefordert wurde. Besonders zu empfehlen ist für nachfolgende Untersuchungen die

Verwendung des Untertests WAFF des sogenannten WAF-Tests von Sturm (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen, Wiener Testsystem), welcher speziell zur Erfassung der fokussierten Aufmerksamkeitsteilfunktion konzipiert wurde. Hierbei werden dem Probanden z.B. auditive Reize vor ablenkendem Stimulusmaterial präsentiert mit der Aufgabe nur auf Veränderungen relevanter Reize zu achten, und die restlichen Stimuli zu ignorieren. Diese Aufmerksamkeitserfassung scheint womöglich besser geeignet, die Anforderungen eines Forced-attention-Paradigmas widerzuspiegeln.

Von den personenbezogenen und soziodemographischen Variablen konnte nur für das Alter ein bedeutsamer Zusammenhang mit der Aufmerksamkeitslenkung festgestellt werden. Augenscheinlich nimmt (bei Betrachtung des FW12k) mit zunehmenden Alter der Versuchspersonen die Fähigkeit zur bewussten Beeinflussung des Tests durch Aufmerksamkeitslenkung stetig ab. Ob mit dem Alter assoziierte hirnhysiologische Veränderungen und daraus resultierende Defizite in der zielgerichteten Zuwendung und Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit für diesen Effekt verantwortlich gemacht werden können, stellt an dieser Stelle nur eine Spekulation dar, die weiterer wissenschaftlicher Fundierung bedarf.

Der offensichtliche Unterschied bezüglich der Robustheit der beiden Testversionen FW10b und FW12k gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren kann zum einen auf verschiedene Schwierigkeitsgrade hinsichtlich der Verständlichkeit und Unterscheidbarkeit der dichotischen Wortpaare zurückgeführt werden. Die Items des FW12k scheinen von den Probanden deutlich besser verstanden zu werden, was die Manipulation dieser Testvariante (FW12k) durch Aufmerksamkeitseffekte begünstigen kann. Ein weiterer unterstützender Faktor findet sich in der zusätzlich bildlichen Ausgestaltung der Wörter des FW12k. Eine erneute digitale Bearbeitung der Items des FW12k im Sinne einer besseren zeitlichen Parallelisierung könnte in Zukunft einer potentiellen Beeinflussung durch Aufmerksamkeitseffekte entgegen wirken. Es bleibt dennoch zu erwähnen, dass auch dieser Test einige Vorteile bezüglich dessen Indikation für Kinder und lernbehinderte Menschen besitzt (z.B. die bildliche Darstellung der Wörter, Generierung einer höheren Ohrpunktzahl), die seinen Einsatz in der gegenwärtigen Form rechtfertigen. Außerdem können die hier vorliegenden Ergebnisse

nicht ohne weiteres auf diesen besonderen Anwendungsbereich generalisiert werden und bedürfen künftiger wissenschaftlicher Untermauerung.

Beide Testvarianten haben somit ihre spezifischen Vorzüge und aufgrund ihrer verschiedenen Eigenschaften eröffnen sich unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten, die wiederum eine Berechtigung für die Anwendung beider Versionen darstellt. Während der FW12k für die Untersuchung von Kindern und Menschen mit Lernschwierigkeiten verwendet wird, würde man den FW10b immer dann einsetzen, wenn z.B. Manipulation durch den Patienten bzw. Probanden verhindert werden soll. Abgesehen davon konnte in einer Studie (Gisske, 2007) festgestellt werden, dass die Lambdawerte (erhoben an einer Stichprobe gesunder Probanden) beider Testvarianten signifikant korrelieren ($r = .81$).

Hinsichtlich der Versuchsdurchführung bleiben verschiedene Aspekte kritisch anzumerken. Erstens wäre es im Sinne der Minimierung störender Umgebungsgeräusche vorteilhaft gewesen, die Untersuchung in einem komplett schallisolierten Raum durchzuführen, wenngleich auch dies nicht der natürlichen Anwendungsbedingung einer solchen sprachdichotischen Untersuchung entspricht.

Zweitens besteht die Möglichkeit, dass die spezifische Art der verbalen Instruktion zur Aufmerksamkeitsverlagerung ihrerseits die vorliegenden Testergebnisse beeinflusst hat. Wie bereits die Autoren Mondor und Bryden (1991) in ihrer Untersuchung anmerkten, scheint die Art der Instruktion eine nicht unerhebliche Wirkung auf den Effekt der Aufmerksamkeitslenkung zu haben. Womöglich führt ein verbaler Cue, wie er in dieser Untersuchung Verwendung fand, aufgrund seiner sprachlichen Merkmale zu einer selektiven Voraktivierung der linken Hemisphäre. Diese asymmetrische Reizverarbeitung könnte wiederum eine bevorzugte Aufmerksamkeitszuwendung zur rechten Ohrseite zur Folge haben. Diese Fehlerquelle könnte man durch den Einsatz von Ton-Cues, welche jeweils das zu attentierende Ohr anzeigen, vermeiden. Aufgrund ihres neutralen, non-verbalen Charakters besteht die Vermutung, dass diese Instruktionsweise weit weniger asymmetrisch verarbeitet wird und damit die Konfundierung der Testergebnisse mit der Instruktion in Schach gehalten werden kann. Einschränkend muss drittens bedacht werden, dass auch die Versuchs-

personen der vorliegenden Stichprobe zum Teil unter einer Medikation standen, welche im Verdacht steht, die Aufmerksamkeitsfähigkeit zu beeinträchtigen. Eine potentielle Beeinflussung der vorliegenden Resultate durch diesen weiteren konfundierenden Faktor ist somit nicht auszuschließen. Zukünftig sollte eine Untersuchung von gesunden Probanden ohne jegliche medikamentöse Therapie, respektive die Gegenüberstellung dieses Personenkreises und einer Testgruppe unter Medikation zur Klärung dieser Problematik durchgeführt werden.

7 Zusammenfassung

Die Verwendung nicht-invasiver Methoden zur Feststellung der zerebralen Sprachlateralisierung gewinnt im Rahmen der prächirurgischen Epilepsiedagnostik zunehmend an Bedeutung. Als valide, kosteneffiziente, beliebig wiederholbare und für den Patienten schonende Untersuchungsmethode kann hierbei der deutschsprachige Hörtest FWRT, bestehend aus den beiden Testvarianten FW10b und FW12k, betrachtet werden. Dieses Verfahren wird als Screeninginstrument zur Abklärung der vorliegenden Sprachlateralität im Vorfeld einer funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) genutzt.

Basierend auf dem Testkonzept eines amerikanischen sprachdichotischen Hörtests bildet auch bei der deutschsprachigen Testversion die zeitgleiche auditive Präsentation zweier synchronisierter Reimworte die methodische Grundlage zur Feststellung der Sprachlateralisation. Je nach anfallendem Reaktionsmuster des Probanden können Rückschlüsse auf die zugrunde liegende Sprachlateralisation gezogen werden. Typischerweise neigen Personen mit linkslateralisierter Sprachfunktion dazu, bevorzugt die gehörten Worte der rechten Ohrseite zu benennen. Diese Reaktionstendenz wird als Rechtsohrvorteil bezeichnet. Im Gegensatz dazu wird Personen, welche vermehrt Worte des linken Ohres wiedergeben, also einen Linksohrvorteil aufweisen, eine bilaterale Lateralisierung sprachrelevanter Hirnareale (bzw. rechtsseitige Sprachlateralisation) zugesprochen.

Welche funktionellen Mechanismen diesem Phänomen der Ohrpräferenz zugrunde liegen, wird bis heute kontrovers diskutiert. Neben anatomisch-strukturellen Erklärungsversuchen (Kimura, 1961), werden aufmerksamkeitsbedingte Einflüsse als Basis für die Verarbeitungsdominanz der Reize eines Ohres vermutet (Kinsbourne, 1970). Unter Annahme einer potentiellen Beeinflussbarkeit sprachdichotischer Hörtests durch Aufmerksamkeitsprozesse deuten Untersuchungen der vergangenen Jahrzehnte darauf hin, dass die Art des ausgewählten Reizmaterials eine wesentliche Rolle dabei spielt, ob ein Test vulnerabel gegenüber Aufmerksamkeits-effekten ist. Während für dichoti-

sche Silbentests eine hohe Anfälligkeit gegenüber Aufmerksamkeitsprozessen verzeichnet werden konnte, stellt sich die Befundlage bezüglich der Verwendung von synchronisierten Reimwörtern als dichotische Stimuli differenzierter dar. In einer Untersuchung von Asbjornsen und Bryden (1996) wurde der englischsprachige fused dichotic words test (FDWT) in seinem Testergebnis nur marginal durch intendierte Aufmerksamkeitslenkung modifiziert. In einer Nachfolgestudie an einer klinischen Stichprobe von Epilepsiepatienten, die hauptsächlich die Diagnose einer Temporallappenepilepsie aufwiesen, konnten daraufhin die deutschsprachigen dichotischen Hörtestversionen FW10b und FW12k als robust gegenüber Aufmerksamkeitseffekten eingeschätzt werden (Weller, 2005).

Motivation der vorliegenden Studie war es, die bereits an Epilepsiepatienten (mit Temporallappenepilepsie) untersuchte potentielle Beeinflussbarkeit der deutschsprachigen Testversionen FW10b und FW12k auch an einer Stichprobe gesunder Kontrollprobanden experimentell zu eruieren. Wichtig hierbei erscheint der Vorteil einer hirngesunden Stichprobe, die Wirkung eines dichotischen Hörtests an Personen ohne potentiell strukturelle, respektive hirnhypophysologischen Veränderungen infolge einer neurologischen Erkrankung testen zu können.

Die vorliegende Stichprobe umfasst 128 Personen, wobei darauf geachtet wurde, eine vollständige Ausbalancierung personenbezogener Variablen wie Geschlecht, Alter, sowie Händigkeit zu gewährleisten. Mithilfe des sogenannten „Forced-attention“-Paradigmas wurden die Probanden unter drei verschiedenen Instruktionsbedingungen untersucht. Beginnend mit der Standardinstruktion, welche zu keiner gezielten Aufmerksamkeitslenkung aufforderte, wurde eine Bedingung geteilter Aufmerksamkeit geschaffen. Nachfolgend wurden die Probanden instruiert, ihre Aufmerksamkeit entweder selektiv der rechten, respektiv linken Ohrseite zuzuwenden und die auf dieser Seite wahrgenommenen Stimuli zu benennen.

In der Analyse wurde deutlich, dass die Testversion FW10b nicht durch Aufmerksamkeitseffekte in der Ausprägung ihres Lateralisierungsergebnisses modifizierbar ist, jedoch die Testvariante FW12k, ursprünglich für Kinder und lernbehinderte Analphabeten entwickelt, sehr wohl durch bewusste, seitenbezogene Aufmerksamkeitszuwendung beeinflussbar ist. Erwähnenswert bleibt hierbei jedoch die Tatsache, dass auch bei der Testversion FW12k unter der Instruktion gelenkter Aufmerksamkeit keine Umkehr eines ursprünglichen Rechtsohrvorteils (in einen Linksohrvorteil) gezeigt werden konnte.

Instruktionen zur Aufmerksamkeitslenkung schienen weiterhin die unter der Standardbedingung gezeigten Ohrvorteile in ihrer Amplitude abzuschwächen. Eine Erklärung hierfür könnte in der womöglich diffuseren Aktivierung beider Hemisphären durch die gezielten Instruktionen liegen, im Gegensatz zu einer wahrscheinlich selektiv linkshemisphärischen Aktivierung infolge des sprachlichen Stimulusmaterials unter der Standardbedingung.

Desweiteren konnte eine mögliche Konfundierung der Testergebnisse mit einer bestehenden Medikation, welche unter Umständen Einfluss auf die Aufmerksamkeit der Probanden nimmt, herausgestellt werden. Probanden ohne medikamentöse Therapie zeigten die Tendenz, ihre Aufmerksamkeit beim FW12k lenken zu können, während dies Probanden mit medikamentöser Behandlung verwehrt blieb. Somit konnte ebenfalls eine Schnittstelle zwischen gesunder und klinischer Stichprobe identifiziert werden, die möglicherweise einen Ansatzpunkt zur Erklärung einer fehlenden Fähigkeit zur Aufmerksamkeitslenkung, bzw. Beeinflussung der dichotischen Hörtests bietet. Sowohl der Untergruppe gesunder Probanden, welche Medikamente einnahmen, als auch den untersuchten Epilepsiepatienten, welche unter antiepileptischer Pharmakotherapie standen, gelang es nicht, den dichotischen Hörtest durch gezielte Aufmerksamkeitslenkung zu modifizieren. Ob hierfür das Merkmal der Medikation Mitverantwortung trägt, bedarf der genauen Klärung in einer zukünftigen experimentellen Untersuchung.

Abschließend ist festzuhalten, dass die vorliegende Studie auch an einer hirngesunden Stichprobe die Indikation der sprachdichotischen Hörtestvariante FW10b im Sinne der Feststellung der zerebralen Sprachlateralisierung un-

terstreichen konnte. Aufgrund diverser Vorzüge der zweiten Testversion FW12k gegenüber dem FW10b (z.B. bildliche Gestaltung der Worte, Generierung einer höheren Anzahl von Ohrpunkten, geringere Fehlerzahl) bleibt auch für diese Testform trotz dargelegter Vulnerabilität gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren die Indikation zur Feststellung der Sprachlateralisierung bestehen.

8 Literaturverzeichnis

- Andersson, M., Reinvang, I., Wehling, E., Hugdahl, K. & Lundervold, A.J. (2008). A dichotic listening study of attention control in older adults. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 299-304.
- Asbjornsen, A.E. & Bryden, M.P. (1996). Biased attention and the fused dichotic words test. *Neuropsychologia*, 34, 407-411.
- Asbjornsen, A.E. & Hugdahl, K. (1995). Attentional effects in dichotic listening. *Brain and Language*, 49, S.189-201.
- Baumgartner, C. (2008). Prächirurgische Epilepsiediagnostik und operative Epilepsitherapie: ein Update. *Mitteilungen der Österreichischen Sektion der Internationalen Liga gegen Epilepsie 2008*, 8 (1), 2-21.
- Beier, M. (1994). Validierung eines neuentwickelten dichotischen Hörtests zur Messung der Sprachlateralisation an zwei Stichproben von Patienten mit fokaler Epilepsie. Diplomarbeit FU, Biopsychologie Prof. Dr. Walschburger, Kognitionspsychologie Prof. Dr. Bösel.
- Bethmann, A., Tempelmann, C., De Bleser, R., Scheich, H. & Brechmann, A. (2007). Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. *Brain Research*, 1133, 145-157.
- Bloch, M.J. & Hellige, J.B. (1989). Stimulus Intensity, attentional instructions, and the ear advantage during dichotic listening. *Brain and Cognition*, 9, 136-148.
- Bortz, J. (1999). Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer Verlag.
- Broadbent, D.E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 191-196.

- Bryden, M.P. (1988). An overview of the dichotic listening procedure and its relation to cerebral organization. In: Bryden, M.P., Murray, J.E. Toward a model of dichotic listening performance. *Brain and Cognition*, 4, 241-257.
- Bryden, M.P., Munhall, K. & Allard, F. (1983). Attentional biases and the right-ear effect in dichotic listening. *Brain and Language*, 18, 236-248.
- Bryden, M.P. & Sprott, D.A. (1981). Statistical determination of degree of laterality. *Neuropsychologia*, 19, 571-581.
- Diesch, E. (1997). SpeechLab: PC software for digital speech signal processing. *Behavior research methods, instruments and computers*, 29, S. 302.
- Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Fernandes, M.A., Smith, M.L., Logan, W., Crawley, A. & McAndrews, M.P. (2006). Comparing language lateralization determined by dichotic listening and fMRI activation in frontal and temporal lobes in children with epilepsy. *Brain and Language*, 96, 106-114.
- Foundas, A.L., Corey, D.M., Hurley, M.M. & Heilman, K.M. (2006). Verbal dichotic listening in right and left-handed adults: laterality effects of directed attention. *Cortex*, 42, 79-86.
- Gisske, K. (2007). Referenzuntersuchungen an zwei dichotischen Hörtests (FW10b und FW12k): Zusammenhang zwischen Händigkeit, Haarwirbel und Sprachlateralisierung. Diplomarbeit HU Berlin, Klinische Psychologie, Prof. Dr. Kathmann, Dr. Hättig.
- Halwes, T.G. (1969). Effects of dichotic fusion on the perception of speech. *Status Report on Speech Research*, Haskins Laboratories.
- Hättig, H. & Beier, M. (2000). FRWT: Ein dichotischer Hörtest für Klinik und Forschung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 11, 233-245.

- Hättig, H. (2004). Entwicklung und Erprobung eines dichotischen Hörtests zur Erfassung der Sprachdominanz bei epilepsiechirurgischen Kandidaten. Unveröffentlichte Dissertation.
- Hättig, H. (2007). FRWT – Dichotischer Hörtest. Version 1.08.
- Hiscock, M., Inch, R. & Kinsbourne, M. (1999). Allocation of attention in dichotic listening: differential effects on the detection and localization of signals. *Neuropsychology*, 13, 404-414.
- Hommel, B., Ridderinkhof, K.R. & Theeuwes, J. (2002). Cognitive control of attention and action: Issues and trends. *Psychological Research*, 66 (4), 215-219.
- Hugdahl, K. (1995). Dichotic listening: Probing temporal lobe functional integrity. In Davidson, R.J. & Hugdahl, K. (Eds): *Brain Asymmetry*. A Bradford Book, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Hugdahl, K. (2003b). Dichotic listening in the study of auditory laterality. In: Hugdahl, K., Davidson, R.J. (Eds.). *The Asymmetrical Brain*. MIT Press, Cambridge, pp. 441-475.
- Hugdahl, K. (2005). Symmetry and asymmetry in the human brain. *European review*, 13, 119-133.
- Jansen, A., Lohmann, H., Scharfe, S., Sehlmeier, C., Deppe, M. & Knecht, S. (2007). The association between scalp hair-whorl direction, handedness and hemispheric language dominance: Is there a common genetic basis of lateralization? *Neuroimage*, 35, 853-861.
- Johnson, J.P., Sommers, R.K. & Weidner, W.E. (1977). Dichotic ear preference in aphasia. *Journal of Speech and Hearing Research*, 20, 116-129.
- Kimura, D. (1961a). Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 156-165.

- Kimura, D. (1961b). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 166-171.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3, 163-168.
- Kinsbourne, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, 33, 193-201.
- Milner, B., Taylor, L. & Sperry, R.W. (1968). Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. *Science*, 161, 184-186.
- Mondor, T.A. & Bryden, M.P. (1991). The influence of attention on the dichotic REA. *Neuropsychologia*, 29, 1179-1190.
- Munro, P. & Govier, E. (1993). Dynamic gender-related differences in dichotic listening performance. *Neuropsychologia*, 31, 347-353.
- Nicholls, M.E.R. (1998). Support for a structural model of aural asymmetries. *Cortex*, 34, 99-110.
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Posner, M.I. & Boies, S.W. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Posner, M.I. & Rafal, R.D. (1987). Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attentional deficits. In R.J. Meier, A.C. Benton & L. Diller (Eds.), *Neuropsychological Rehabilitation*, Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Rastatter, M.P. & Gallagher, A.J. (1982). Reaction-times of normal subjects to monaurally presented verbal and tonal stimuli. *Neuropsychologia*, 20, 465-474.
- Rosenzweig, M.R. & Sutton, D. (1951). Representations of the two ears at the auditory cortex. *American Journal of Physiology*, 167, 147-158.

- Saetrevik, B., Hugdahl, K. (2007). Priming inhibits the right ear advantage in dichotic listening: Implications for auditory laterality. *Neuropsychologia*, 45, 282-287.
- Sommer, I.E., Aleman, A., Somers, M., Boks, M.P. & Kahn, R.S. (2008). Sex differences in handedness, asymmetry of the Planum Temporale and functional language lateralization. *Brain Research*, 1206, 76-88.
- Studdert-Kennedy, M. & Shankweiler, D. (1970). Hemispheric specialization for speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 48, 579-594.
- Sturm, W. WAF – Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen. Wiener Testsystem. Schuhfried GmbH.
- Wada, J. & Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of speech dominance: experimental and clinical observations. *Journal of Neurosurgery*, 17, 266-282.
- Weber, B., Hoppe, C., Faber, J., Axmacher, N., Fließbach, K., Mormann, F., Weis, S., Ruhlmann, J., Elger, C.E. & Fernández, G. (2006). Association between scalp hair-whorl direction and hemispheric language dominance. *Neuroimage*, 30, 539-543.
- Weller, S. (2005). Stabilität der Fused Rhymed Words Testversionen FW10b und FW12k gegenüber Aufmerksamkeitsfaktoren bei Epilepsiepatienten. Diplomarbeit HU Berlin und Epilepsiezentrum Berlin, Klinische Psychologie, Prof. Dr. Kathmann, Dr. Hättig.
- Wexler, B.E. & Halwes, B.E. (1983). Increasing the power of dichotic methods: the fused rhymed words test. *Neuropsychologia*, 21, 59-66.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (1994). Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Version 1.02c. Handbuch. Würselen: Psytest.

9 Anhang

Anhang 1 Einverständniserklärung

Humboldt-Universität zu Berlin



Institut für Psychologie
Lehrstuhl Klinische Psychologie / Neuropsychologie

KEH: Evang. Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge
Fachbereich: Epileptologie
Leitender Neuropsychologe
Herr Dr. rer. medic. Heinz Hättig
Herzbergstr. 79
10365 Berlin



Einverständniserklärung

Untersucher:.....

Name:.....

Geburtsdatum:..... Datum:.....

Sehr geehrte Dame, Sehr geehrter Herr,

Vor der Untersuchung möchten wir Sie bitten, die umseitige Einverständniserklärung zu unterzeichnen. Sollten Sie Fragen zu einzelnen Punkten haben, wenden Sie sich bitte an uns.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung

Freiwilligkeit, Datenspeicherung und Vertraulichkeit

Die Untersuchung dient ausschließlich wissenschaftlichen Zwecken. Ihre Teilnahme ist freiwillig. Durch Ihre Einwilligung gehen Sie keinerlei Verpflichtungen ein. Weiterhin können Sie die Untersuchung jederzeit abbrechen, ohne dass Ihnen ein Nachteil entsteht. Angaben zu Ihrer Person werden nicht an Dritte weitergegeben oder veröffentlicht.

Um die Untersuchungsergebnisse computergestützt auswerten zu können, werden diese unter einem Zifferncode anonym gespeichert. Nur autorisierte Projektmitarbeiter/innen haben Zugang zu den erhobenen Messwerten. Bei der wissenschaftlichen Veröffentlichung der Daten werden ausschließlich Gruppenmittelwerte dargestellt, bei denen ein Rückschluss auf Einzelpersonen nicht möglich ist.

Ich habe die obige Erklärung gelesen und bin über den Ablauf der geplanten Untersuchung (Computertest) aufgeklärt worden und weiß, dass ich die Untersuchung jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen kann.

Ich nehme freiwillig an der Untersuchung teil und bin mit den Untersuchungsbedingungen und Datenschutzbestimmungen wie ausgeführt einverstanden.

Teilnehmer/in:.....
(Datum und Unterschrift des Teilnehmers/ der Teilnehmerin)

Untersucher/in:.....
(Datum und Unterschrift des Untersuchers/ der Untersucherin)

Anhang 2 Auszug Versuchsplan (Altersgruppe 1)

Altersgruppe 1 (20 bis 30 Jahre = 1) grau=Würfel ungerade												
	Datum					Sex	AI	OS	Test	Aufm	VL	Bemerkung
	Jahr	Mon	Tag	Vn	Nn							
						m/w	1234	+/-	b/k	L/R		
001	2007	12	23	M	S	m	1	+	b	L	cs	
002						m	1	+	b	L		
003						m	1	+	b	R		
004						m	1	+	b	R		
005						m	1	+	k	L		
006						m	1	+	k	L		
007						m	1	+	k	R		
008						m	1	+	k	R		
009						m	1	-	b	L		
010						m	1	-	b	L		
011						m	1	-	b	R		
012						m	1	-	b	R		
013						m	1	-	k	L		
014						m	1	-	k	L		
015						m	1	-	k	R		
016						m	1	-	k	R		
017						w	1	+	b	L		
018						w	1	+	b	L		
019						w	1	+	b	R		
020						w	1	+	b	R		
021						w	1	+	k	L		
022						w	1	+	k	L		
023						w	1	+	k	R		
024						w	1	+	k	R		
025						w	1	-	b	L		
026						w	1	-	b	L		
027						w	1	-	b	R		
028						w	1	-	b	R		
029						w	1	-	k	L		
030						w	1	-	k	L		
031						w	1	-	k	R		
032						w	1	-	k	R		

Anhang 3 Untersuchungsprotokoll

Untersuchungsprotokoll

Wie fühlen Sie sich heute? Fit, gut geschlafen?
(Handy aus?, Durst?, WC?) _____

Initialien und Nummerierung aus dem Versuchsplan _____

Datum und Ort _____

Geburtsdatum der Vp _____

Geschlecht _____

Muttersprache _____

Nationalität _____

höchster Schulabschluss/ Akademischer Abschluss (Bildungsniveau):

- Hochschule/ Fachhochschule
- Abitur/ Fachabitur
- Hauptschule
- Realschule (mittlere Reife)
- kein Abschluss

Beruf _____

Spielen sie ein Musikinstrument? ja nein

Welches? _____

Seit wann? _____

Liegen frühere oder aktuelle neurologische Erkrankungen vor?

Schädel- Hirn- Traumata: seit wann? _____

Schlaganfall: seit wann? _____

Parkinsonsche Erkrankung: seit wann? _____

Hirnhautentzündung: seit wann? _____

Epilepsien: seit wann? _____

Hirntumor: seit wann? _____

Multiple Sklerose: seit wann? _____

Migräne: seit wann? _____

Andere: welche und seit wann? _____

Bekannte Hörstörungen nein
 ja
 Falls ja, wo? rechts links beidseitig
 Welcher Art? _____
 Hörverlust in Prozent: _____%

Bekannte Sehstörungen nein
 ja Falls ja, tragen Sie im Moment Ihre Sehhilfe?

Nehmen Sie Medikamente ein? _____

Falls ja, aktuelle Medikation _____

Medikament _____

Seit (Datum) _____ Aktuelle Tagesdosis _____

Schmerzen ja nein
 Welche? _____

Psychische Erkrankungen ja nein
 Welche? _____

Andere Erkrankungen ja nein
 Welche? _____

Neurologische Diagnostikverfahren

- Magnet- Resonanz- Tomographie (MRT)
- Angiographie

Was wurde untersucht? _____

Bei weiblichen Probanden:

Es besteht die Möglichkeit, dass die Ausprägung der Lateralisierung auch von hormonellen Schwankungen beeinflusst wird. Deshalb würden wir Sie bitten, an dieser Stelle noch folgende Angaben zu machen:

Ich habe einen Menstruationszyklus ja nein.

Mein Zyklus ist regelmäßig
 eher unregelmäßig.

Wann war der erste Tag der letzten Regelblutung? _____ (TT.MM.JJJJ)

Normalerweise beträgt die Dauer meines Menstruationszyklus ca. _____ Tage.

Nehmen Sie Kontrazeptiva? ja nein

Welche? _____

Betrachtung Haarwirbel (Foto!)

- im Uhrzeigersinn
- andere Kategorie: nicht Uhrzeigersinn; Zick, Zick; ...

Entscheidung: sehr sicher eher sicher eher unsicher unsicher

Anregungen und Kommentare zur Testung _____

Alle Daten werden selbstverständlich anonym und streng vertraulich behandelt.
Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang 4 Sitzungsprotokoll

Datum: _____

Vp- Nr.: _____

VL: _____

Sitzungsprotokoll**1. Durchführung der Randomisierung**

Bedingung (1): _____

Bedingung (2): _____

Bedingung (3): _____

Notiz: _____

2. Einverständniserklärung**3. Durchführung des Fragebogens**

Notiz: _____

4. Fotografie des Haarwirbels

- Handschuhe anziehen und Foto mit kleinen Zettel, auf dem Vp- Nummer steht, versehen

Schema: _____

Notiz: _____

5. Ausfüllen der FRWT- Startmaske (auf Vollständigkeit achten!)

- auf richtigen Namen für die Ergebnisdatei achten: Datum, Nummer der Vp aus Versuchsplan (immer dreistellig) + Buchstabe des durchgeführten Hörtests
 - 1) Anfang: 7cc = c
 - 2) Orientierungssensitivität: 10b = b oder 12k = k
 - 3) Aufmerksamkeit: 10b oder 12k = a

- falls Test wiederholt werden muss, dann x, y oder z fortlaufend nach Vp- Nummer vermerken
- Vor- und Nachname, Geschlecht, Geburtstag, Muttersprache sowie Bildung erfassen
- bei Variable 1 Versuchsleiter- Initialien eintragen
- bei Patienten- ID richtige Kodierung eintragen
- Händigkeits- FB durchführen (EHI)

Notiz: _____

6. Einstellung für die Hörtests überprüfen

- Überprüfung der ermittelten Lautstärke- Standardeinstellung für den eigenen Computer
- Computer- Lautstärke einstellen: zwischen den beiden obersten Strichen des Lautstärkereglers
- sitzen die Kopfhörer richtig herum?

Notiz: _____

7. Durchführung des Hörtests 7cc

- Ausfüllen der FRWT- Maske:
 - a) Ergebnisdatei betiteln mit Datum + Nummer + c
 - b) 7cc aktivieren
 - c) ABC (+B)- oder AC- Test (-B) anwählen
- hier wird immer die Bedingung des Hörtests durchgeführt, die auch später bei der Bedingung Orientierungssensitivität verwendet wird (siehe Punkt 9)

Zusatz

- 1) falls im **Teil A** bei allen Bedingungen mehr als vier Wortfehler bzw. Wortseitenfehler gemacht werden, dann wird der Test noch mal durchgeführt => vorhandene Datei wird überschrieben
 - falls nach nochmaliger Durchführung wieder mehr als vier Fehler gemacht werden, dann bei Notiz vermerken
 - Testteil A wird so lange durchgeführt, bis nicht mehr als vier Fehlern gemacht werden!

Rechts- Ohrpunkte (ROP) _____
 Links- Ohrpunkte (LOP) _____
 Stimulusdominanz _____

Fehleranzahl im Testteil B Gleich: _____
 Ungleich: _____

Notiz: _____

8. Durchführung der TAP

- Ausfüllen der TAP- Maske:
 - Untersucher: VL- Kürzel und Pb: Nummer aus dem Versuchsplan
- Durchführung des Vor- und Haupttests; die Testwerte vom Haupttests notieren
- Abbruch möglich durch längeres Drücken auf die Reaktionstaste; solange, bis Meldung „C: weiter/ X: abbrechen“ kommt => dann „X“ für Abbruch drücken
- Normen bitte erst im Anschluss an die Testung ausfüllen!

1) visuell II: Haupttest

t- Normen

Median _____
 Standardabweichung _____
 Fehler _____
 Ausgelassen _____

2)

auditiv II: Haupttest**t- Normen**

Median _____

Standardabweichung _____

Fehler _____

Ausgelassen _____

3) visuell + auditiv II: Haupttest**t- Normen**

Median _____

Standardabweichung _____

Fehler _____

Ausgelassen _____

Notiz: _____

9. Durchführung des ersten Teils der Untersuchung (Orientierungssensitivität)

- Ausfüllen der FRWT- Maske:
 - a) Ergebnisdatei betiteln mit Datum + Nummer + b oder k
 - b) 10b oder 12k aktivieren
 - c) ABC (+B)- oder AC- Test (-B) anwählen
- nach Bedingung (1) Hörtest 10b oder 12k komplett durchführen => nach Bedingung (2) entweder mit (+) oder ohne (-) Orientierungssensitivität

Zusatz

- 1) falls im **Teil A** bei allen Bedingungen mehr als vier Wortfehler bzw. Wortseitenfehler gemacht werden, dann wird der Test noch mal durchgeführt => vorhandene Datei wird überschrieben
 - falls nach nochmaliger Durchführung wieder mehr als vier Fehler gemacht werden, dann bei Notiz vermerken

- Testteil A wird so lange durchgeführt, bis nicht mehr als vier Fehlern gemacht werden!
- 2) achten auf Gesamtsumme der Ohrpunkte nach Absolvierung der ersten Testhälfte im Testteil C => falls zu wenig OP nach Mittelstopp erreicht werden (10b: 5 OP gesamt und 12k: 7 OP gesamt), dann Zusatzinstruktion geben

Rechts- Ohrpunkte (ROP) _____

Links- Ohrpunkte (LOP) _____

Stimulusdominanz _____

Zusatz bei Hörtest 10b: Wortfehleranzahl _____

Fehleranzahl im Testteil B Gleich: _____

Ungleich: _____

Notiz: _____

10. Durchführung des zweiten Teils der Untersuchungen (Aufmerksamkeitslenkung)

- Ausfüllen der FRWT- Maske:
 - a) Ergebnisdatei betiteln mit Datum + Nummer + a
 - b) 10b oder 12k aktivieren (nach Bedingung 1 d.h. wie bei Punkt 9)
 - c) nur C- Teil (dichotischer Testteil) anwählen
 - d) Option „C nächsten Durchgang bestätigen“ aktivieren
- nicht der komplette Hörtest wird durchgeführt, sondern nur die ersten 4 Durchgänge (bei 10b, sowie bei 12k)! => jeweils unter bestimmten Instruktionen
- Bedingung (3) wichtig d.h. für welche Seite wird erste Instruktion gegeben? Links oder Rechts?
 - entsprechende Instruktionskarte auf die richtige Seite des Laptops stellen
- falls Instruktionswechsel verpasst wurde, dann muss angefangener Durchgang in „alter“ Instruktion vollständig durchgeführt werden => erst bei neuen Durchgang wird dann auf die andere Seite instruiert
 - falls Instruktion anders gegeben, als beabsichtigt dann immer Durchgänge + jeweiliger Instruktion bei Notiz vermerken z.B. LRRRL, wenn Übergang von Rechts auf Links verpasst!

Rechts- Ohrpunkte (ROP) _____

Links- Ohrpunkte (LOP) _____

Stimulusdominanz _____

Notiz: _____

18. Debriefing

- Informationsblatt aushändigen und ggf. Fragen beantworten

19. Speicherung der Daten

- **TAP:** wird automatisch in entsprechende Ordner „tap“ unter dem VL- Kürzel gespeichert
- **FRWT:** Datei wird automatisch angelegt
 - Datei überprüfen und immer sofort Informationen über Durchführung weiterleiten und entsprechende Datei kopieren
 - Verschicken der Ergebnisdateien:
 - Einzelne Hörtestdateien, z.B. 024c, 024k und 024a + 0-er Datei und TAP-Ordner
 - Empfehlung: zur Sicherung der gewonnenen Daten alle erhobenen Ergebnisse ein Mal pro Woche auf CD brennen

Anhang 5 Debriefing

Informationen zu unserer Studie

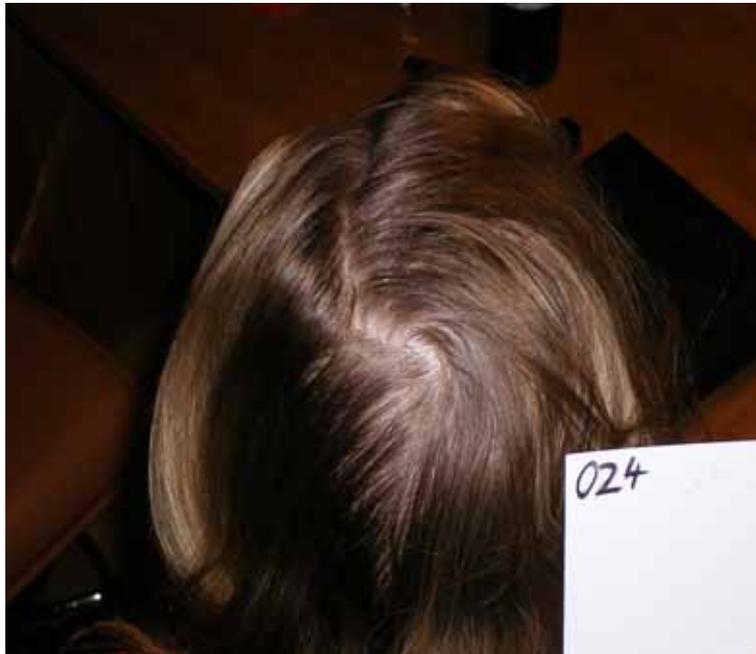
Wie Sie vielleicht wissen, werden im Gehirn bei den meisten Menschen die Sprachfunktionen nur von einer Gehirnhälfte geleistet, der sogenannten sprachdominanten Hemisphäre. Meistens übernimmt die linke Gehirnhälfte diese Rolle. Bei etwa 15-20 % der Bevölkerung findet sich aber auch eine deutliche Beteiligung der rechten Gehirnhälfte an den Sprachfunktionen. In unserer Studie untersuchen wir, wie gut mit Hilfe von computergestützten Hörtests, die sprachdominante Gehirnhälfte einer Person bestimmt werden kann.

Insbesondere interessiert uns dabei, welche Wahrnehmungs-Voraussetzungen gegeben sein müssen, um ein aussagekräftiges Ergebnis in den verschiedenen Hörtests zu erzielen. Zudem untersuchen wir, welchen Einfluss die Aufmerksamkeit bei der Bearbeitung der Hörtests besitzt. Außerdem möchten wir prüfen, ob es dabei Alters- oder Geschlechtsunterschiede gibt. Teilnehmende sind daher deutschsprechende gesunde Männer und Frauen im Alter von 20 bis 60 Jahren.

Wir danken Ihnen für Ihr Interesse und Ihre Teilnahme an der Studie.

Anhang 6 Beispielphotografien Kategorisierung der Haarwirbeldrehrichtung

Im Uhrzeigersinn:



Restkategorie:



Anhang 7 Instruktion FW10b (Hättig, 2007)

Während des folgenden Tests werden Ihnen über Kopfhörer nacheinander verschiedene Wörter dargeboten. Alle Wörter sind Wörter der deutschen Sprache. Ich werde Ihnen jetzt die 20 Wörter vorlesen. Im Test sind keine anderen Wörter zu hören als diese.

Topf	Kreis	Blei	Kohl	Tran
Pol	Bier	Pfropf	Trick	Preis
Kopf	Kult	Trott	Pult	Kran
Drei	Kropf	Pott	Klick	Gier

Der gesamte Test besteht aus drei Teilen mit verschiedenen Aufgaben, bei denen Sie Wörter hören. Damit Sie ein Wort hören können, müssen Sie immer auf das Feld „nächstes Wort“ klicken um die nächste Darbietung auszulösen. Daraufhin wird das nächste Wort über den Kopfhörer dargeboten. Alle Wörter, die ich gerade vorgelesen habe, kommen in den Tests gleich häufig vor.

Testteil A: Wörter erkennen mit einem Ohr

Im ersten Teil werden Ihnen die Wörter nur auf einem Ohr dargeboten, entweder auf dem linken oder auf dem rechten Ohr. Klicken Sie das Wortfeld auf der entsprechenden Seite an, auf der Sie das Wort gehört haben. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Testteil B: Wörter vergleichen mit beiden Ohren

Im zweiten Teil werden Ihnen die Wörter auf dem linken und dem rechten Ohr zweimal hintereinander dargeboten. Bitte entscheiden Sie sich, ob Sie zweimal das gleiche oder verschiedene Wörter gehört haben. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Testteil C: Wörter erkennen mit beiden Ohren

Im dritten Teil werden Ihnen die Wörter auf dem linken und dem rechten Ohr dargeboten. Nach jedem gehörten Wort werden Ihnen Wörter zur Auswahl gezeigt. Sie sollen jeweils entscheiden, welches Wort Sie gerade über Kopfhörer gehört haben. Klicken Sie mit der Maus auf das entsprechende Wort-Feld. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Anhang 8 Instruktion FW12k (Hättig, 2007)

Während des folgenden Tests werden Ihnen über Kopfhörer nacheinander verschiedene Wörter dargeboten. Alle Wörter sind Wörter der deutschen Sprache. Ich werde Ihnen jetzt 24 Wörter vorlesen. Im Test sind keine anderen Wörter zu hören als diese.

Kopf	Pass	Tuch	Gabel	Kasse
Kabel	Kohl	Pol	Gasse	Topf
Gold	Bass	Bau	Brücke	Blut
Buch	Dorn	Tau	Braut	Korn
Kraut	Colt	Glut	Krücke	

Der gesamte Test besteht aus drei Teilen mit verschiedenen Aufgaben bei denen Sie Wörter hören. Damit Sie ein Wort hören können, müssen Sie immer auf das Feld „nächstes Wort“ klicken um die nächste Darbietung auszulösen. Daraufhin wird das nächste Wort über den Kopfhörer dargeboten. Alle Wörter, die ich gerade vorgelesen habe, kommen in den Tests gleich häufig vor.

Testteil A: Wörter erkennen mit einem Ohr

Im ersten Teil werden Ihnen die Wörter nur auf einem Ohr dargeboten, entweder auf dem linken oder auf dem rechten Ohr. Klicken Sie das Wort-Feld auf der entsprechenden Seite an, auf der Sie das Wort gehört haben. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Testteil B: Wörter vergleichen mit beiden Ohren

Im zweiten Teil werden Ihnen die Wörter auf dem linken und dem rechten Ohr zweimal hintereinander dargeboten. Bitte entscheiden Sie sich, ob Sie zweimal das gleiche oder verschiedene Wörter gehört haben. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Testteil C: Wörter erkennen mit beiden Ohren

Im dritten Teil werden Ihnen die Wörter auf dem linken und dem rechten Ohr dargeboten. Nach jedem gehörten Wort werden Ihnen Wörter zur Auswahl gezeigt. Sie sollen jeweils entscheiden, welches Wort Sie gerade über Kopfhörer gehört haben. Klicken Sie mit der Maus auf das entsprechende Wort-Feld. Alle Wörter kommen in diesem Testteil gleich häufig vor.

Anhang 9 Instruktionen Aufmerksamkeitslenkung (FR- und FL-Bedingung)

Instruktionsbeginn „links“:

„Im folgenden Durchgang werden Ihnen zwei verschiedene Wörter dargeboten. Klicken Sie im folgenden Durchgang bitte nur das Wort an, welches auf dem linken Ohr dargeboten wird. Wenn der Durchgang beendet ist, geben Sie mir bitte Bescheid, ich werde Sie dann über den weiteren Verlauf informieren. Bitte achten Sie im nun folgenden Durchgang nur auf Ihr linkes Ohr und geben Sie an, welches Wort Sie gehört haben.“

Instruktion Seitenwechsel:

„Klicken Sie im folgenden Durchgang bitte das Wort an, welches auf dem rechten Ohr dargeboten wird. Wenn der Durchgang beendet ist, geben Sie mir bitte Bescheid, ich werde Sie dann über den weiteren Verlauf informieren. Bitte achten Sie im nun folgenden Durchgang nur auf Ihr rechtes Ohr und geben Sie an, welches Wort Sie gehört haben.“

Beibehaltung der instruierten Seite:

„Im nun folgenden Durchgang achten Sie bitte wieder nur auf Ihr rechtes Ohr und geben Sie an, welches Wort Sie gehört haben.“

Instruktion Seitenwechsel:

„Klicken Sie im folgenden Durchgang bitte das Wort an, welches auf dem linken Ohr dargeboten wird. Wenn der Durchgang beendet ist, geben Sie mir bitte Bescheid, ich werde Sie dann über den weiteren Verlauf informieren. Bitte achten Sie im nun folgenden Durchgang nur auf Ihr linkes Ohr und geben Sie an, welches Wort Sie gehört haben.“

Analog hierzu wurde mit den Instruktionen für den Instruktionsbeginn der Aufmerksamkeitslenkung der rechten Seite verfahren.

Anhang 10 Statistische Berechnungen

Tabelle 8: Kolmogoroff-Smirnov-Test

Variable	Prüfgröße D	P
Lambda_14 (FW12k + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „L“ (FL))	0,947	< n.s.
Lambda_23 (FW12k + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „L“ (FR))	0,163	< n.s.
Lambda_14 (FW12k + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „R“ (FR))	0,180	< n.s.
Lambda_23 (FW12k + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „R“ (FL))	0,136	< n.s.
Lambda_14 (FW10b + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „L“ (FL))	0,167	< n.s.
Lambda_23 (FW10b + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „L“ (FR))	0,179	< n.s.
Lambda_14 (FW10b + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „R“ (FR))	0,188	< 0,20
Lambda_23 (FW10b + Beginn der Aufmerksamkeitslenkung „R“ (FL))	0,217	< 0,10
Lambda FW12k (NF)	0,121	< n.s.
Lambda FW10b (NF)	0,110	< n.s.

Tabelle 9: Varianzanalyse Alter und Lateralitätsindex

Effekt	SQ	FG	MQ	F	P
Altersgruppe	14,611	3	4,870	1,411	0,243
Testart (FW10b, Fw12)	0,098	1	0,098	0,028	0,867
Altersgruppe x Testart	13,257	3	4,419	1,280	0,284
Fehler	414,186	120	3,452		

Tabelle 10: Varianzanalyse Geschlecht und Lateralitätsindex

Effekt	SQ	FG	MQ	F	P
Testart (FW10b, FW12k)	0,186	1	0,186	0,053	0,819
Geschlecht	0,794	1	0,794	0,224	0,637
Testart x Geschlecht	2,459	1	2,459	0,695	0,406
Fehler	438,682	124	3,538		

Tabelle 11: Varianzanalyse Bildung und Lateralitätsindex

Effekt	SQ	FG	MQ	F	P
Testart (FW10b, FW12k)	0,158	1	0,158	0,044	0,834
Bildung	10,698	3	3,566	0,999	0,396
Testart x Bildung	2,167	3	0,722	0,202	0,895
Fehler	428,305	120	3,569		

Tabelle 12: Varianzanalyse Dextralität und Lateralitätsindex

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Testart (FW10b, FW12k)	2,970	1	2,970	0,857	0,359
Dextralität (dextral, nondextral)	3,567	1	3,567	1,017	0,315
Testart x Dextralität	4,171	1	4,171	1,190	0,278
Fehler	434,717	124	3,506		

Tabelle 13: Varianzanalyse Haarwirbel und Lateralitätsindex

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Haarwirbelentscheidung	5,548	1	5,548	1,620	0,206
Testart (FW10b, FW12k)	0,498	1	0,498	0,145	0,704
Haarwirbelentscheidung x Testart	0,631	1	0,631	0,184	0,668
Fehler	404,077	118	3,424		

Tabelle 14: Varianzanalyse Aufmerksamkeitsbedingungen FR und FL (R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Beginn Aufmerksamkeitslenkung (links, rechts)	0,017	1	0,017	0,007	0,935
Testart (FW10b, FW12k)	1,340	1	1,340	0,510	0,476
Beginn x Testart	0,277	1	0,277	0,106	0,746
Fehler	325,569	124	2,626		
R1 Lambda (FR, FL)	0,117	1	0,117	0,126	0,723
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn	10,342	1	10,342	11,174	0,001
R1 Lambda (FR, FL) x Testart	0,160	1	0,160	0,173	0,679
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn x Testart	6,754	1	6,754	7,298	0,008
Fehler	114,764	124	0,926		

Tabelle 15: Levene-Test Lambdawerte (FW10b und FW12k)

	MQ Effekt	MQ Fehler	F	p
Lambda Durchgang 1+4 (FW10b)	0,000	0,432	0,000	.998
Lambda Durchgang 2+3 (FW10b)	0,335	0,395	0,846	.361
Lambda Durchgang 1+4 (FW12k)	0,385	0,714	0,539	.466
Lambda Durchgang 2+3 (FW12k)	1,565	0,532	2,943	.091

Tabelle 16: Univariate Signifikanztests der Bedingungen FR und FL

Variable	Summe Quadrate	FG	Mittel Quadr.	F	p
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn	10,342	1	10,342	11,174	0,001
Fehler	114,764	124	0,926		
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn x Testart	16,906	1	16,906	18,266	0,000
Fehler	114,764	124	0,926		

Tabelle 17: Varianzanalyse Aufmerksamkeitsbedingungen NF, FR und FL (R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Beginn Aufmerksamkeitslenkung	0,264	1	0,264	0,052	0,819
Testart (FW10b, FW12k)	0,485	1	0,485	0,096	0,757
Beginn Aufmerksamkeitslenkung x Testart	1,457	1	1,457	0,289	0,592
Fehler	625,124	124	5,041		
R1 Lateralisierungsindex Lambda (NF, FR, FL)	16,517	2	8,258	8,058	0,0004
R1 Lambda (NF, FR, FL) x Beginn Aufmerksamkeitslenkung	11,254	2	5,627	5,490	0,005
R1 Lambda (NF, FR, FL) x Testart	1,201	2	0,601	0,586	0,557
R1 Lambda (NF, FR, FL) x Beginn x Testart	7,386	2	3,693	3,603	0,029
Fehler	254,174	248	1,025		
R1 Lambda (NF, FL)	26,164	1	26,164	21,600	0,000
R1 Lambda (NF, FL) x Testart	4,766	1	4,766	3,935	0,049
R1 Lambda (NF, FR)	3,607	1	3,607	3,907	0,050
R1 Lambda (NF, FR) x Testart	0,173	1	0,173	0,187	0,666

Tabelle 18: Mauchly-Sphärizitäts-Test, Greenhouse/Geisser-Test (FW10b, FW12k)

Messwiederholungsfaktor	Mauchly's W	Chi-Quad.	FG	p	Greenhouse/Geisser Korr. FG	Greenhouse/Geisser Korr. p
Lambda (NF, FR, FL)	0,951	6,148	2	.046	1,907	0,0005

Tabelle 19: Levene-Test Lambdawerte (NF, FR, FL)

	MQ Effekt	MQ Fehler	F	p
Lamda (NF) (FW10b)	0,366	1,005	0,364	.548
Lambda Durchgang 1+4 (FW10b)	0,000	0,432	0,000	.998
Lambda Durchgang 2+3 (FW10b)	0,335	0,395	0,846	.361
Lambda (NF) Durchgang (FW12k)	0,612	1,109	0,552	.460
Lambda Durchgang 1+4 (FW12k)	0,385	0,714	0,539	.466
Lambda Durchgang 2+3 (FW12k)	1,565	0,532	2,943	.091

Tabelle 20: Faktorenanalyse TAP und Aufmerksamkeitslenkung

Variable	Faktor 1	Faktor 2
Median Rohwert visuell	0,528	0,528
Streuung Rohwert visuell	0,371	0,331
Median Rohwert auditiv	0,858	0,152
Streuung Rohwert auditiv	0,814	-0,111
Median Rohwert visuell aus visuell-auditiv	0,537	0,550
Median Rohwert auditiv aus visuell-auditiv	0,640	0,285
Streuung Rohwert visuell aus visuell-auditiv	0,366	0,140
Streuung Rohwert auditiv aus visuell-auditiv	0,767	-0,084
Differenz dROP	-0,02	-0,767
Differenz dLOP	-0,08	0,783
Erklärte Varianz	3,24	2,078

Tabelle 21: Varianzanalyse Geschlecht und Aufmerksamkeitslenkung (R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Beginn der Aufmerksamkeitslenkung	0,017	1	0,017	0,007	0,935
Testart	1,340	1	1,340	0,510	0,476
Geschlecht	1,625	1	1,625	0,618	0,433
Beginn der Aufmerksamkeitslenkung x Geschlecht	4,581	1	4,581	1,744	0,189
Testart x Geschlecht	3,439	1	3,439	1,309	0,255
Beginn x Testart x Geschlecht	0,693	1	0,693	0,264	0,608
Fehler	315,230	120	2,627		
R1 Lambda (FR, FL) x Geschlecht	0,064	1	0,064	0,068	0,794
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn x Geschlecht	0,622	1	0,622	0,665	0,416
R1 Lambda (FR, FL) x Testart x Geschlecht	0,002	1	0,002	0,002	0,963
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn x Testart x Geschlecht	1,718	1	1,718	1,834	0,178
Fehler	112,358	120	0,936		

Tabelle 22: Varianzanalyse Alter und Aufmerksamkeitslenkung (R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Altersgruppe	10,050	3	3,350	1,257	0,293
Beginn Aufmerksamkeitslenkung	0,038	1	0,038	0,014	0,906
Testart	1,486	1	1,486	0,558	0,457
Altersgruppe x Beginn	0,790	3	0,263	0,099	0,961
Altersgruppe x Testart	4,398	3	1,466	0,550	0,649
Altersgruppe x Beginn x Testart	11,311	3	3,770	1,415	0,242
Fehler	298,462	112	2,665		
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe	2,831	3	0,944	1,070	0,365
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Beginn	4,174	3	1,391	1,577	0,199
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Testart	1,658	3	0,553	0,626	0,599
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Beginn x Testart	7,132	3	2,377	2,695	0,049
Fehler	98,798	112	0,882		
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Beginn (FW10b)	1,974	3	0,658	1,731	0,171
R1 Lambda (FR, FL) x Altersgruppe x Beginn (FW12k)	9,315	3	3,105	2,243	0,093

Tabelle 23: Varianzanalyse Dextralität und Aufmerksamkeitslenkung (R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Dextralität	0,999	1	0,999	0,377	0,540
Beginn Aufmerksamkeitslenkung	1,352	1	1,352	0,510	0,477
Testart	0,027	1	0,027	0,010	0,919
Dextralität x Beginn	2,444	1	2,444	0,922	0,339
Dextralität x Testart	2,261	1	2,261	0,853	0,358
Dextralität x Beginn x Testart	1,584	1	1,584	0,597	0,441
Fehler	318,178	120	2,651		
R1 Lambda (FR, FL) x Dextralität	0,004	1	0,004	0,005	0,946
R1 Lambda (FR, FL) x Dextralität x Beginn	0,023	1	0,023	0,024	0,878
R1 Lambda (FR, FL) x Dextralität x Testart	0,002	1	0,002	0,002	0,964
R1 Lambda (FR, FL) x Dextralität x Beginn x Testart	0,326	1	0,326	0,341	0,560
Fehler	114,418	120	0,953		

Tabelle 24: Varianzanalyse Aufmerksamkeitslenkung und NF (FW12k, R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Kategorie Lambda NF	84,538	2	42,269	21,352	0,000
Beginn der Aufmerksamkeitslenkung	0,456	1	0,456	0,231	0,633
Kategorie Lambda NF x Beginn	4,447	2	2,223	1,123	0,332
Fehler	114,816	58	1,980		
R1 Lambda (FR, FL) x Kategorie Lambda NF	0,528	2	0,264	0,188	0,829
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn	10,194	1	10,194	7,282	0,009
R1 Lambda (FR, FL) x Kategorie Lambda NF x Beginn	6,383	2	3,191	2,280	0,111
Fehler	81,188	58	1,400		

Tabelle 25: Varianzanalyse Aufmerksamkeitslenkung und NF (FW10b)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Kategorie Lambda NF	67,716	2	33,858	41,731	0,000
Beginn der Aufmerksamkeitslenkung	0,655	1	0,655	0,808	0,372
Kategorie Lambda NF x Beginn	2,202	2	1,101	1,357	0,265
Fehler	47,058	58	0,811		
R1 Lambda (FR, FL) x Kategorie Lambda NF	0,250	2	0,125	0,272	0,763
R1 Lambda (FR, FL) x Beginn	0,222	1	0,222	0,484	0,489
R1 Lambda (FR, FL) x Kategorie Lambda NF x Beginn	0,219	2	0,110	0,239	0,789
Fehler	26,647	58	0,459		

Tabelle 26: Varianzanalyse Medikamentenstatus und Aufmerksamkeitslenkung
(R1 = Messwiederholungsfaktor)

Effekt	SQ	FG	MQ	F	p
Medikamentenstatus (ja/nein)	0,750	1	0,750	0,284	0,595
Beginn der Aufmerksamkeitslenkung (rechts, links)	0,025	1	0,025	0,010	0,922
Testart (FW10b, FW12k)	3,309	1	3,309	1,252	0,265
Medikamentenstatus x Beginn	0,117	1	0,117	0,044	0,834
Medikamentenstatus x Testart	2,328	1	2,328	0,881	0,350
Medikamentenstatus x Beginn x Testart	5,567	1	5,567	2,107	0,149
Fehler	317,116	120	2,643		
R1 Lambda (FR, FL) x Medikamentenstatus	0,420	1	0,420	0,465	0,497
R1 Lambda (FR, FL) x Medikamentenstatus x Beginn	3,004	1	3,004	3,327	0,071
R1 Lambda (FR, FL) x Medikamentenstatus x Testart	0,201	1	0,201	0,223	0,638
R1 Lambda (FR, FL) x Medikamentenstatus x Beginn x Testart	2,469	1	2,469	2,735	0,101
Fehler	108,352	120	0,903		

Erklärung an Eides Statt

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit eigenständig, ohne unzulässige fremde Hilfe und ohne Nutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe. Die aus sonstigen Veröffentlichungen direkt, respektive indirekt übernommenen Texte und Konzeptionen sind unter Quellenangabe einzeln kenntlich gemacht wurden.

Berlin, den 05.12.2008

(Christine Szkudlarek)