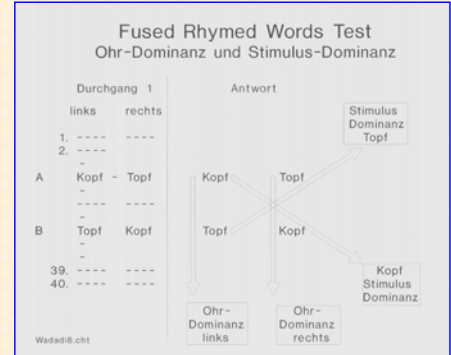
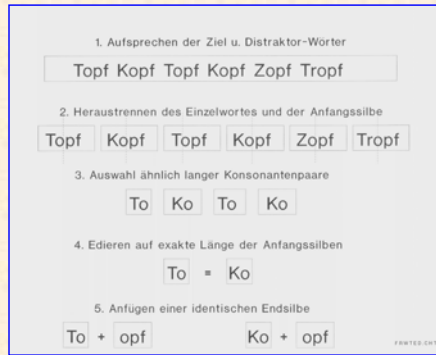


**Zusammenfassung:** Mit dem "Fused Rhymed Words Test" (FRWT), einem dichotischen Hörtest können Fragen der Sprachlateralisation und der Balkenfunktion bearbeitet werden. Den Probanden werden simultan zwei verschiedene sich reimende Wörter dargeboten, wobei sie glauben, nur eines zu hören. Zur Synchronisierung wurden die Aufzeichnungen entsprechender Wort-Paare in natürlicher Sprache digital bearbeitet. Für die Sprach-Lateralisations-kategorien links, rechts und bilateral aus dem Wada-Test sind hohe Übereinstimmungen mit dem FRWT beobachtet worden. Bei einer Validierung der vorliegenden deutschen Adaptation dieses Tests an 23 Wada-getesteten Epilepsie Patienten ergab sich eine Übereinstimmung von 86% mit dem Lateralisationsergebnis des Wada-Tests. Wie auch im amerikanischen Original bereitete die differenzierte Aufklärung der Bilateralität, sowie die Trennung der bilateralen Gruppe von der links-lateralisierten Gruppe Schwierigkeiten. Kasuistische Beobachtungen bei Patienten, die im Wada-Test eine getrennte Repräsentation von expressiven und rezeptiven Sprachfunktionen in verschiedenen Hemisphären haben deuten darauf hin, daß der FRWT vermutlich ein Indikator für die Lateralisierung der Sprachperzeption darstellt. In Gruppen von männlichen und weiblichen Rechtshändern ergab sich die erwartete Linkslateralisierung. Die Re-Test Reliabilität (Item-Serie FW21A) lag für den Lateraltätsindex  $\lambda$  bei verschiedenen Personen-Gruppen im Bereich von  $r = .65$  bis  $r = .87$ . In mehreren Studien zur Sprach-Lateralisierung im Hormonzyklus bei Frauen zeigten sich keine bedeutsamen Veränderungen in diesem Test. Die gegenwärtigen Entwicklungsstufe des Tests (Item-Serie FW10B) kann vom PC aus dargeboten und ausgewertet werden und ist als nicht-invasives Verfahren für klinische und wissenschaftliche Fragestellungen einsetzbar.



**Digitale Angleichung der Wortlänge:** Die Wörter wurden zunächst in einem Tonstudio mit einem DAT Recorder aufgezeichnet. Die zusammengehörigen Worte eines Paares für die deutsche Version wurden schon bei der Aufnahme 3 mal im Wechsel aufgesprochen, um eine möglichst große Ähnlichkeit in Sprechtempo und Tonlage zu erreichen. Abschließend wurde ein drittes reimendes Wort aufgesprochen. (z. B. Topf - Kopf - Topf - Kopf - Topf - Kopf - Kopf - Zopf). Nachfolgend wurden die Worte mit Hilfe des Sprach-bearbeitungs-programmes "SpeechLab" digitalisiert und weiter bearbeitet (Diesch 1997). Zunächst erfolgte die Segmentierung der einzelnen Worte in getrennte Dateien. Die Anfangsilbe der zu paarenden Worte und des dritten Zusatzwortes wurden innerhalb des ersten Vokals abgetrennt (z.B. To von Topf, und Ko von Kopf, Zo von Zopf). Die Länge der zu paarenden Silben wurde verglichen und aus den alternativen die beiden ähnlichsten ausgewählt. Durch Herausretrennen von Segmenten aus dem vokalischen Anteil der längeren Silbe wurden Längenunterschiede bis auf weniger als eine Millisekunde angeglichen. Der größte Fehler betrug 0.89 ms. Schließlich wurde das Vokal-Konsonanten-Ende des 3. Reim-Wortes an die gleichlangen Anfangsilben der ersten beiden Wörter angefügt (Abb. 2). Die beiden neuen Stimulus-Wörter "Kopf" und "Topf" sind nun gleichlang, unterscheiden sich phonetisch in der Anfangsilbe, sind aber ab dem Vokal völlig identisch. Als letzter Arbeitsschritt wird aus den beiden Mono-Dateien durch multiplexen eine Stereo-Ausgabe Datei erstellt, durch deren Abspielen eine zeitsynchrone Darbietung der beiden Wörter auf beiden Ohren erreicht wird. Insgesamt handelt sich also nicht um synthetische Sprachstimuli, sondern um digital bearbeitete natürliche Sprache

Tabelle 5: Korrelationen bei Testwiederholung.

Korr. Koeff.	Lam. 1./Lam. 2.		LOP 1./LOP 2.		ROP 1./ROP 2.				
	r/p eins.	R/p eins.	r/p eins.	R/p eins.	r/p eins.	R/p eins.			
De-gesamt	.62	.68 / ***	.61	***	.80	***	.56 / ***	.79 / ***	.55 / ***
De-weiblich	.48	.67 / ***	.62	***	.82	***	.60 / ***	.75 / ***	.42 / **
De-männlich	.14	.65 / *	.46 / *		.62 / *		.35 / n.s.	.86 / ***	.77 / ***
Fr-gesamt	.28	.78 / ***	.64 / ***		.81 / ***		.50 / **	.56 / ***	.55 / **
Fr-weiblich	.14	.87 / ***	.74 / **		.82 / ***		.55 / *	.53 / *	.47 / *
Fr-männlich	.14	.67 / **	.50 / *		.80 / ***		.39 / n.s.	.62 / *	.60 / *

**Tabelle 5:** Korrelationen bei Testwiederholung (Pearson r und Spearman R) aus den Studien von Debener (1995, De) und Friedrichs (1998, Fr). Lam 1, Lam 2 = Korrelation der Lambda-Werte der 1. und 2. Untersuchung, LOP=Links-Ohr-Punkte, ROP=Rechts-Ohr-Punkte, einseitiges Signifikanz-Niveau  $p < .001=***$ ,  $p < .01=**$ ,  $p < .05=*$ , n.s. = nicht signifikant.

**Die Beziehung zum Wada-Test: Validität:** Als Validierungskriterium sollten die Lateralisierungsergebnisse des FW21A mit der Beurteilung der Sprachlateralisation aus dem Wada Test nach den Kategorien links, rechts oder bilateral verglichen werden. Hierzu wurden in einer Studie von Beier (1994) Patienten der epilepsiechirurgischen Zentren Berlin (N=13, 9w,4m) und Bonn (N=10, 5w,5m) sowie eine rechtschändige Kontrollgruppe (N=12, 7w, 5m) untersucht. Alle Versuchspersonen wurden einem Screening der Hörfähigkeit für die Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000 Hz unterzogen. Aus den Ohr-Punkten wurde ein Lambda-Wert berechnet ( $\lambda = \text{Lam} / \text{ROP}$ ), für den ein kritischer Bereich für Linkslateralisierung berechnet werden kann. Die beiden Patienten mit der Wada-Diagnose „rechts-lateralisiert“ wurden vom dichotischen Test richtig erkannt und lagen mit ihren Lambda-Werten deutlich außerhalb des kritischen Bereichs. Zwei von den drei Patienten, die aus dem Wada-Test als „bilateral“ klassifiziert worden waren lagen jedoch innerhalb des kritischen Bereiches. Der dritte „bilaterale“ Patient lag mit  $\lambda = -1.04$  zwischen den Werten der beiden rechts-lateralisierten Patienten und dem Bereich für die links-lateralisierten Kontrollen. Insgesamt ist bei N=23 von 3 Fehl-Klassifikationen auszugehen (86% richtige Klassifikationen).

Aus Untersuchungen zu Lateralisierungs-Veränderungen innerhalb des Menstruations- Zyklus ergaben sich Werte für Re-Test Reliabilitäten für Männer und Frauen (Tab. 5). Der Test wird gegenwärtig weiter erprobt an Gruppen von linkshändigen Normalpersonen und bei Patienten mit Balken-Funktions-störungen (Hydrozephalus internus).

Stimulus- und Ohr-Dominanz SDA-OD-SDb  
Mittelwerte aus 4 Durchgängen  
Beier (1994), Item-Serie FW21A, N=35

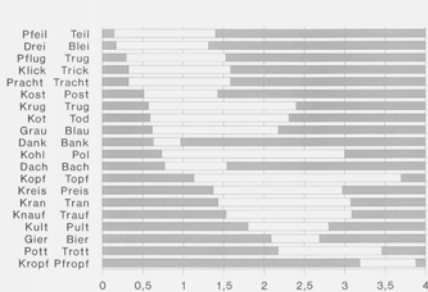


Tabelle 4 Mittelwerte bei Testwiederholung, nach Geschlecht und Studie

	N	$\lambda$ -x.1.	$\lambda$ -s.1.	Lpx.1.	Rpx.1.	$\lambda$ -x.2.	$\lambda$ -s.2.	Lpx.2.	Rpx.2.
De-w	48	+0.39	1.76	6.27	9.14	+0.12	1.67	5.70	6.10
De-m	14	+1.42	1.87	4.35	15.71	+0.92	1.84	4.00	10.57
Fr-w	14	+1.52	1.38	4.14	13.85	+1.65	1.56	3.14	16.07
Fr-m	14	+1.38	1.24	4.42	12.85	+1.49	1.40	3.50	12.28

**Tabelle 4:** Mittelwerte ( $\lambda$ , x) und Streuungen ( $\lambda$ , s) der Lambda-Werte zum 1. (1) und 2. (2) Untersuchungszeitpunkt. Lpx= Mittelwert der Links-Ohr-Punkte, Rpx Mittelwert der Rechts-Ohr-Punkte, De-w/m=Debener (1995) weiblich/männlich, Fr-w/m= Friedrich (1998) weiblich/männlich.

**Das Testkonzept des FRWT:** Die ursprünglichen Versionen des FRWT von Johnson et al. (1977) sowie von Halwes (1969) wurden von Wexler und Halwes (1983) zu einem neuen FRWT weiterentwickelt. Der Test bestand aus einsilbigen sich reimenden Hauptwörtern, die sich nur im Anfangskonsonanten unterschieden (z.B. coat und goat). Nach mehreren Selektionsvorgängen blieben im FRWT-USA 15 Wortpaare übrig (pen-ten, deer-tear, pit-kit, bill-pill, can-pan, coat-goat, bar-car, cage-page, keg-peg, book-cook, pig-dig, boy-toy, pain-tail, beer-pier, curl-pearl).

Wenn ein solches Wortpaar einer Versuchsperson zeitlich über Kopfhörer dichotisch (z.B. links coat und rechts goat) dargeboten wird, dann entsteht der Höreindruck eines einzigen "in der Mitte des Kopfes" verschmolzenen (engl. fused) Wortes (entweder nur coat oder nur goat). Das jeweils wahrgenommene Wort eines Wortpaares wird als Ohr-Punkt der entsprechenden Seite gezählt. Jedes Wortpaar wird in einem Durchgang auch in der seiten-ver-tauschten Anordnung dargeboten. Somit ergeben sich aus der Beantwortung der beiden zusammengehörigen Darbietungen 4 verschiedene Antwortmöglichkeiten, zwei die als Ohrdominanz und zwei die als Stimulusdominanz bezeichnet werden (Abb.1). Zur Auswertung für die Sprachlateralisierung kommen die als Ohrdominanz bezeichneten Ereignisse. Ohrdominanz liegt vor wenn in einem Durchgang bei einem Wortpaar bei beiden Anordnungen eine "Ohr-Treue" auftritt, die Versuchsperson also bei einem Wortpaar in beiden Anordnungen (O u. U) stets das Wort von einem Ohr nennt, unabhängig davon, welches Wort des Paares dort gerade dargeboten wurde. In der amerikanischen Version bestand ein Durchgang aus 30 dichotischen Darbietungen (15 Wortpaaren in den beiden Seitenanordnungen). Im geamten Test wurden 4 Durchgänge absolviert (120 Darbietungen, maximal 60 Ohrdominanz-Punkte).

1. Itemselektion Nach den Vorversuchen an 12 rechtshändigen Kontrollen (7 weiblich, 5 männlich Beier, 1994) wurde die Anzahl der Wortpaare von 56 auf die 21 reduziert. Die Auswahl erfolgte nach der Größe des durch sie erzeugten ROV. Die 21 Items wurden in 4 Durchgängen zu insgesamt 168 dichotischen Darbietungen für die Validierungsstudie zusammengestellt ( $2 \times 21 \times 4 = 168$ , Itemserie FW21A). Ein Durchgang bestand aus 42 Darbietungen, jedes der 21 Items in der original (O) und in der umgekehrten (U) rechts links Orientierung.

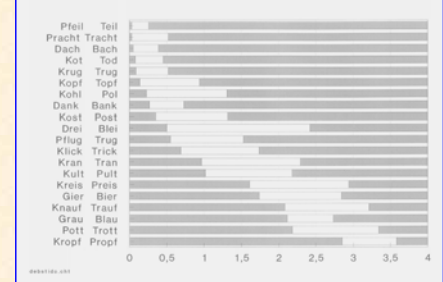
Auch die selektierten Items weisen in ihrem Anteil an Stimulusdominanz eine große Variabilität auf. Mit Ausnahme der Wörter aus der Paarung Bank-Dank waren alle monaural sicher richtig zu erkennen. In der Abbildung 3 sind die Anteile der Ohr-Dominanz und Stimulus-Dominanz für jedes Item aus der Studie von Beier (1994) dargestellt. Bemerkenswert ist die Beobachtung der Stichprobenabhängigkeit des Tests. Obwohl in den beiden Studien (Beier 1994, Debener 1995) der Test in identischer Form dargeboten wurde, hatte er in der klinische Gruppe, die hinsichtlich der Sprach-Lateralisierung als heterogen bezeichnet werden kann, eine größere lateralisierende Kraft (vergleiche den weißen Flächenanteil aus Abb. 3 und in Abb. 4).

Tabelle 3: Klassifikation nach Wada-Test und dichotischem Test (FW21A)

Gruppe	N	Mittelwert	Streuung	Min.	Max.	Wl	Dl	Wr	Dr	Wb	Db
Berlin	13	+2.08	1.64	-1.79	+3.89	12	11	1	1	0	1
Bonn	10	+1.67	2.46	-3.69	+4.14	6	8	1	1	3	1
Kontrolle	12	+2.02	1.14	+0.15	+3.49	--	12	--	--	--	--

Mittelwerte, Steuungen, Minimum und Maximum der  $\lambda$ -Werte aus den Epilepsie-chirurgischen Gruppen Wl= Wada linkslateralisiert, Wr = Wada rechtslateralisiert, Wb=Wada bilateral, Dl= dichotisch linkslateralisiert (ROV), Dr= dichotisch rechtslateralisiert (LOV), Db= dichotisch bilateral

Stimulus- und Ohr-Dominanz SDA-OD-SDb  
Mittelwerte aus 4 Durchgängen  
Debener (1995), Item-Serie FW21A, N=62



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. Bösel.  
Debener S (1995) Funktionelle Hemisphärenunterschiede in Abhängigkeit von men-stru-ationszyklischen Hormonschwankungen. Diplomarbeit, TU Berlin, Psychologische Psychologie, Prof. Dr. Erdmann.  
Diesch E (1997) SpeechLab: PC software for digital speech signal processing. Behavior research methods, instruments, and computers. 29, 302.  
Friedrich C (1998) Funktionelle Hemisphärenunterschiede im Hormonzyklus. Diplomarbeit TU Berlin, Psychologische Psychologie, Prof. Dr. Erdmann  
Gothe J (1996) Entwicklung und Erprobung eines dichotischen Hörtests für Kinder zur Bestimmung der Sprachlateralisation. Diplomarbeit, Kognitionspsychologie, Prof. Dr. Bösel.  
Halwes T (1969). Effects of dichotic fusion on the perception of speech. Supplement to status report on speech research. Haskins laboratories: New Haven, Conn..  
Hampson M & Kimura D (1992) Sex differences and hormonal influences on cognitive function in humans. In Becker, J., Breedlove, M. and Crews, D., (Eds.), Behavioral endo-cry-nology. MIT-Press: London.  
Müller G (1996) Funktionelle Hemisphärenasymmetrie im Verlauf des Menstruationszyklus. Diplomarbeit, FU Berlin, Bio-Psychologie, Prof. Dr. Walschburger, Prof. Dr. Bösel.  
Wexler BE and Halwes T (1983) Increasing the power of dichotic methods: the fused rhymed words test. Neuropsychologia.21,59-66.  
Zatorre RJ (1989). Perceptual Asymmetry On The Dichotic Fused Words Test And Cerebral Speech Lateralization Determined By The Carotid Sodium Amytal Test. Neuropsychologia, 27, 1207-1219.