



**Effekte von binauralem Jitter auf die
Wahrnehmung von interauralen
Laufzeitdifferenzen bei Hörgeschädigten**

A-K. Könsgen, B. Laback, and P. Majdak

*Institut für Elektronische Musik und Akustik (IEM), KUG
Institut für Schallforschung, ÖAW*

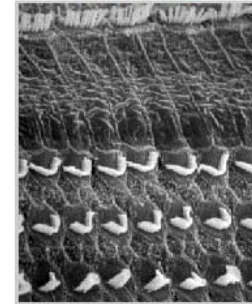
ÖPG Tagung, Fachausschuss Akustik 23.09.2008

akatha@sbox.tugraz.at

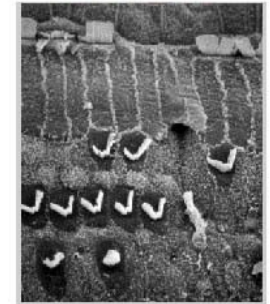
<http://www.kfs.oeaw.ac.at>

Innenohrhörschädigung

- Zwei Ursachen:
 1. Aural
 2. Extraaural

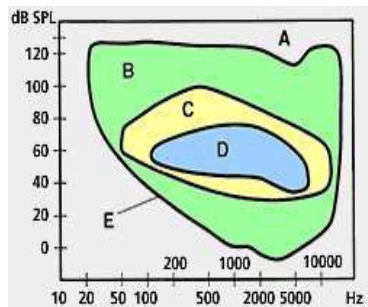


Gesunde Haarzellen



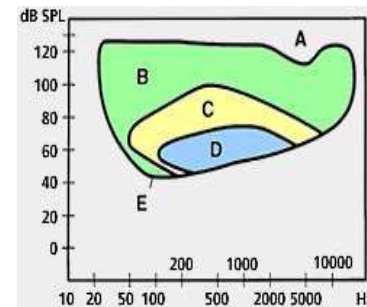
Haarzellen nach akustischem Trauma

- Haarzellen der **Cochlea** werden zerstört
- Irreversible Hörschwellenverschiebung



Hörfeld eines gesunden Gehörs

A: Unbehaglichkeitsschwelle
 B: Hörfeld
 C: Musik
 D: Sprache
 E: Normalhörschwelle (links) & Hörschwellenverschiebung bei Schädigung des Hörorgans (rechts)

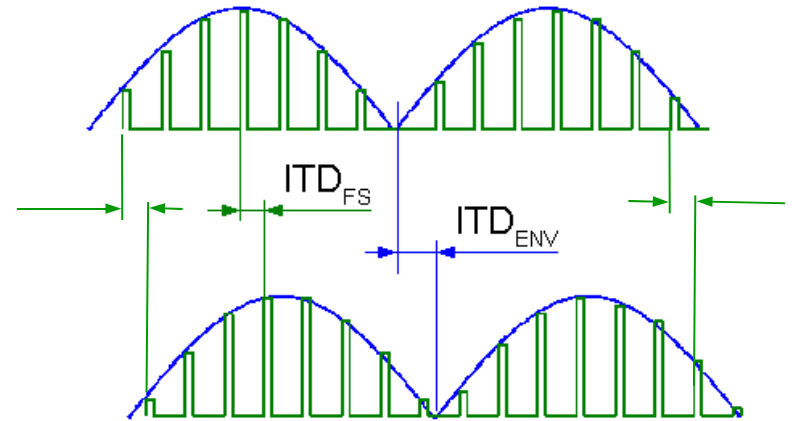
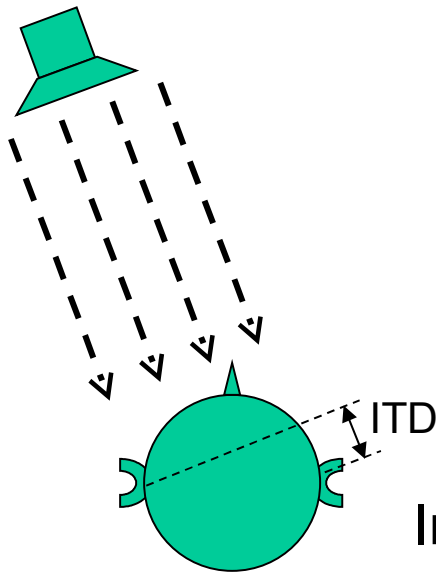


Hörfeld eines geschädigten Gehörs

- Untersuchung: bei 4000 Hz

Interaurale Laufzeitdifferenzen (ITD)

Sound Source



Interaurale Laufzeitdifferenzen (ITD)

- in der zeitlichen Feinstruktur (ITD_{FS})
- in der Einhüllenden (ITD_{ENV})

Studienergebnisse von Normalhörenden

- ITD Sensitivität nimmt mit steigender Modulationsrate eines hochfrequenten Trägersignals ab (Hafer und Dye, 1983; Bernstein und Trahiotis, 2002)
- Binaural Adaptation tritt auf: bei höheren Modulationsraten wird hauptsächlich der Beginn des Signals (onset) vom auditorischen System verarbeitet (Sabeti, 1996; Stecker and Hafer, 2002)
- Einführung einer Veränderung (Trigger) im Signal bewirkt eine Erholung von der binauralen Adaptation (Hafer und Buell, 1990; Stecker and Hafer, 2002)

Studienergebnisse von Cochleaimplantat-Trägern

- Sensitivität von CI-Trägern für Feinstruktur-ITD ist auf Pulsraten von ein paar Hundert pps limitiert
(Majdak et al., 2006; Laback et al., 2007; van Hoesel, 2007)
⇒ *“Ratenlimitierung”*
- Eine fortlaufende Veränderung der Pulsrate (binauraler Jitter) behebt die Pulsraten Limitierung
(Laback and Majdak, PNAS 2008)

Studienergebnisse von Normalhörenden

- Normalhörende zeigen ähnliche Verbesserungen (Goupell et al., 2008)
- Zeitliche Zufälligkeit erscheint wichtig für ITD-Sensitivität bei hohen Pulsraten auch im akustischen Gehör

Situation bei Hörgeschädigten

- Hörgeschädigte haben reduzierte ITD-Sensitivität
- Große inter-individuelle Unterschiede

Hypothesen

- Mit steigender Pulsrate nimmt die ITD-Wahrnehmung ab!
- Hörgeschädigte profitieren auch vom Effekt des binauralen Jitters in der Wahrnehmung von ITD!

Studienteilnehmer: Kriterien

- Gesamthörverlust ca. 40-70 dB bei 4 kHz mit Innenohranteil von mind. 40 dB
- kein zentrale Hörstörung
- Sprachverständlichkeit in Ruhe ausreichend zur Konversation (event. mit Hörgerät)

Studienteilnehmer: Eigenschaften

Testperson	Krankheitsbild	Alter (Jahre)	Dauer der Hörschädigung		Binuarale Deprivation (Jahre)	Hörgerätetyp
			L	R		
HI·1	Presbyakusis	76	0	0	--	IdO
HI·2	Lärmschwerhörigkeit	80	7	7	--	HdO
HI·3	unbekannt	57	8	8	--	IdO
HI·4	Presbyakusis	81	6	6	--	HdO
HI·5	Genetisch bedingt	40	40	40	6	IdO
HI·6	Genetisch bedingt	54	14	14	13	HdO
HI·7	Genetisch bedingt	26	26	26	--	HdO
HI·8	Mumps/Infektion	39	39	39	--	IdO
HI·9	Hörsturz	72	3	3	2	HdO
HI·11	Presbyakusis	50	29	29	20	HdO

- Alter: 26 - 80 Jahre
- Innenohrschwerhörigkeit von 38 - 70 dB HL

Vortests

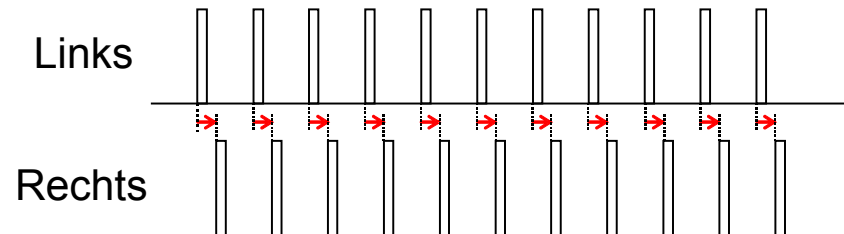
- Ziel: Kompensation unterschiedlicher Lautheitswahrnehmung der beiden Ohren
- 3 Phasen:
 1. Feststellung der Hörschwellen
 2. Messen der angenehmsten Pegeln (MCL)
→kategoriale Lautheitsskalierung

(Brand et al., Wippel et al. 2007)

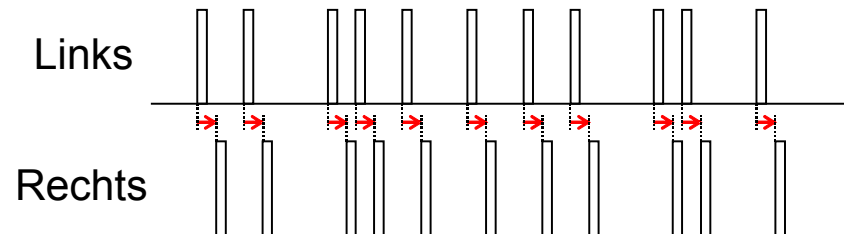
3. Zentralisierung des Hörereignisses

Hauptexperiment: Stimuli

Periodische Pulskette



Pulskette mit binauralem Jitter



- Interpuls-Intervall (IPI) zufällig, ITD konstant
- Binaural synchron
- Jitter entspricht gleichförmiger Verteilung
 - $k = 0$: periodische Bedingung ... $k = 1$: maximaler Jitter

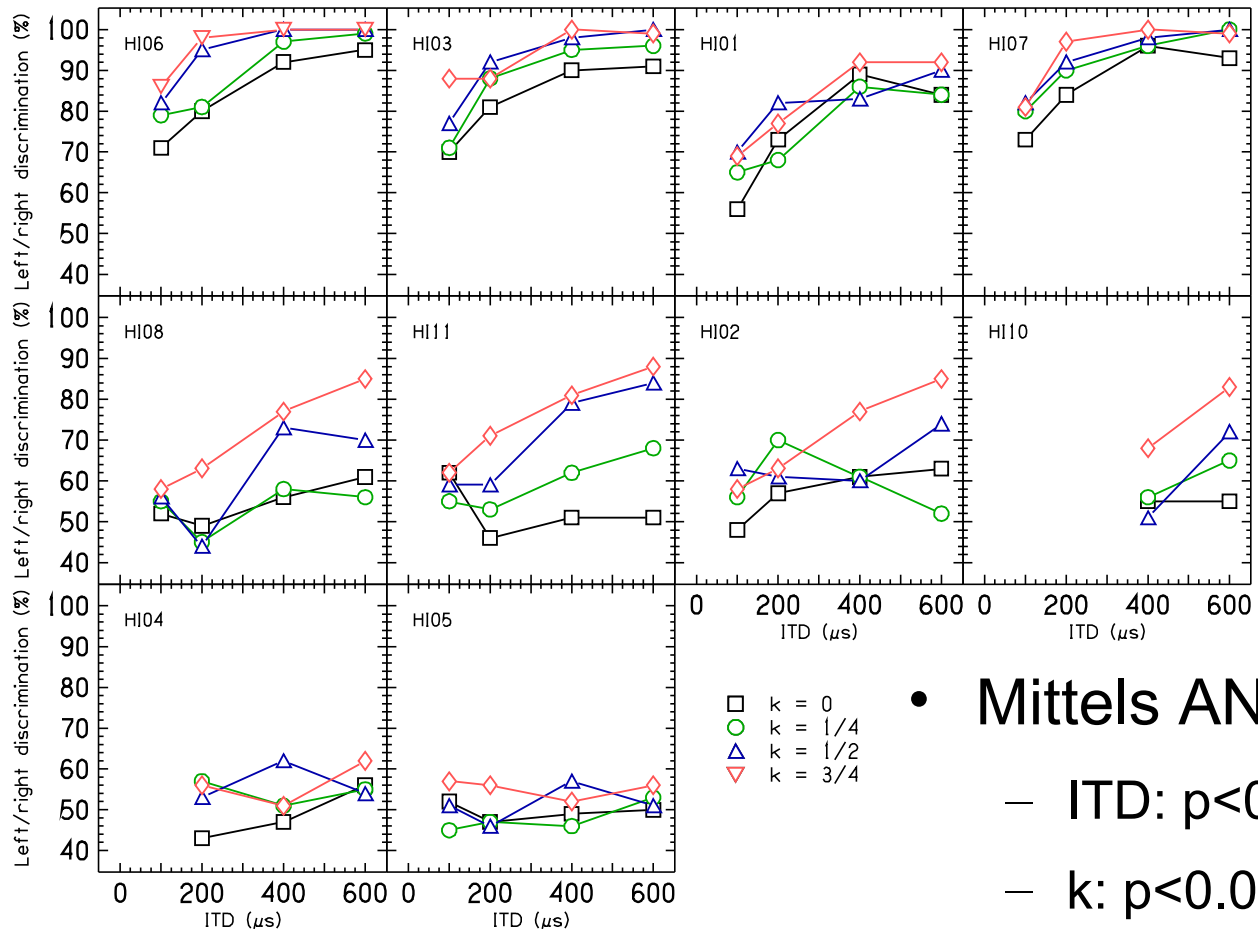
Hauptexperiment: Stimuli

- Pulsketten: Bandpass-gefiltert bei 4 kHz
- 2 Pulsraten: 400 und 600 pps
- Verschiedene k -Werte
- Dekorreliertes weißes Rauschen als Hintergrundrauschen um die Anregung tieffrequenter ITD cues zu maskieren, Kombinationstöne
- 150 ms Rampen (Signaldauer 500 ms)
- Weiteres Testsignal: Schmalbandrauschen (NBN)
→ max. Zufälligkeit

Hauptexperiment: Methode

- Zwei-Intervall-links/rechts-Unterscheidung
- 100 Wiederholungen pro Bedingung
- Unabhängige Realisierungen des Jitters

Individuelle Ergebnisse: 400 pps

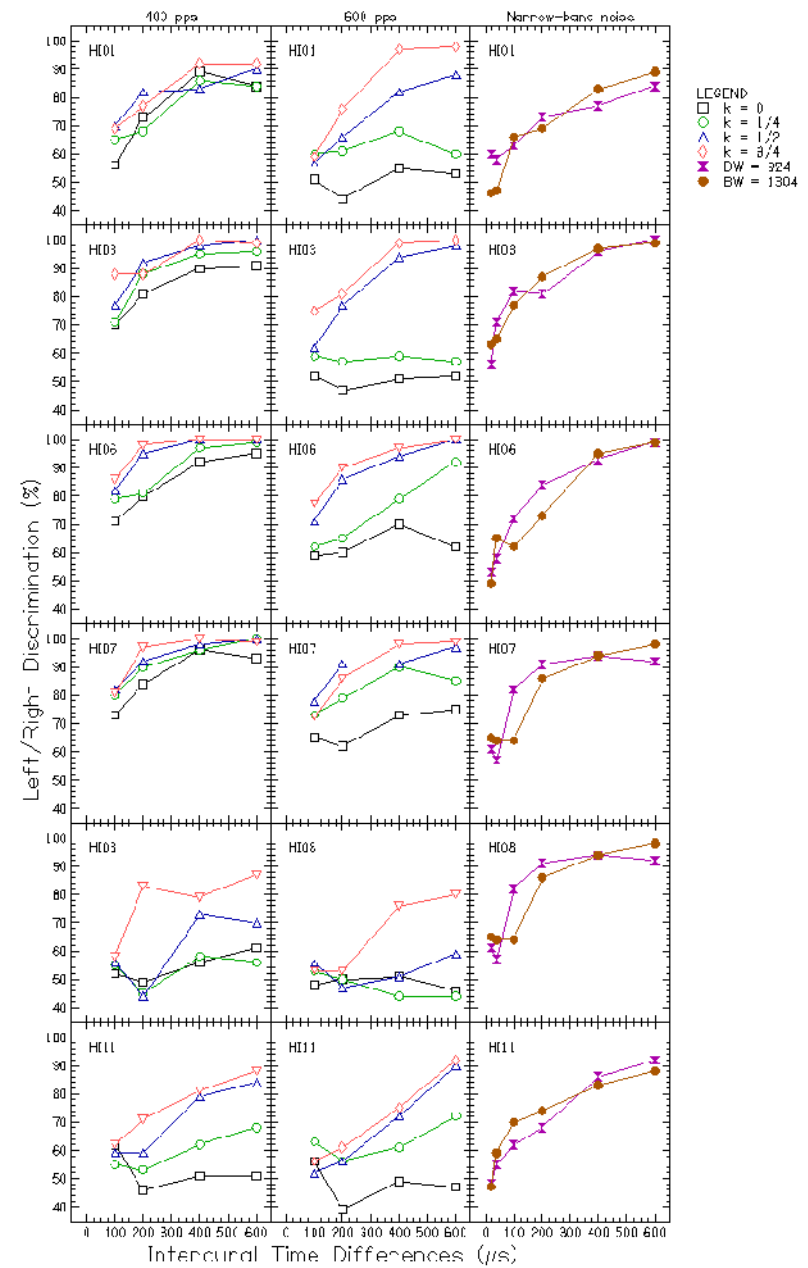


- Mittels ANOVA:
 - ITD: $p < 0.05$
 - k: $p < 0.05$



OAW

400 vs 600 vs NBN (6 Testpersonen)

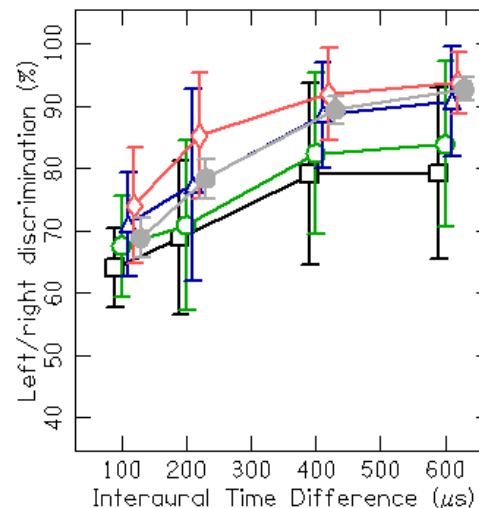


Gruppenergebnis Mittelwerte

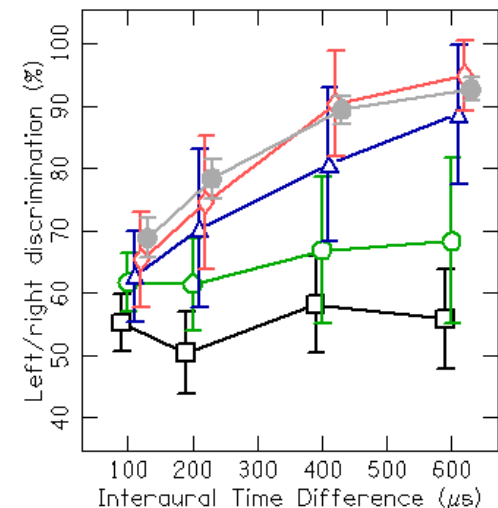


Fehlerbalken: 95%
Konfidenzintervall

400 pps



600 pps



- Periodische Bedingung:
 - Performance fällt bei 600 pps ab
- $k=0.75$
 - Bedingungen bleiben gleich gut

- NBN vs. 400pps:
 - Für $k=0.5$ kein sign. Unterschied
- NBN vs. 600pps:
 - Für $k=0.5$ kein sign. Unterschied

Zusammenfassung

- Periodische Bedingung:
 - Die Sensitivität von ITD nimmt mit steigender Pulsrate ab!
 - Binauraler Jitter: Erhöhung der Sensitivität auf konstante Performance bei 400pps und 600pps
- Hörgeschädigte profitieren vom Effekt des binauralen Jitters in der Wahrnehmung von ITD!

Danksagung

- Alle meine Studienteilnehmer, die die Geduld mitgebracht haben an dieser Studie teilzunehmen
- Herrn Lehner (Neuroth), der mir einige Kontakte verschafft hat
- ÖSB (Österreichischen Schwerhörigen Verband)
- Dr. Pock (Klinikum St. Pölten)