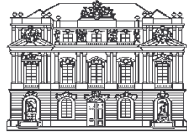


ARI



---

## Acoustics Research Institute Austrian Academy of Sciences

---

# Wahrnehmung Interauraler Zeitdifferenzen bei Cochlea Implantat-Trägern: Einfluss von Signal-Feinstruktur und -Onset/Offset

Projektbeteiligte: B. Laback, P. Majdak, K. Schmid

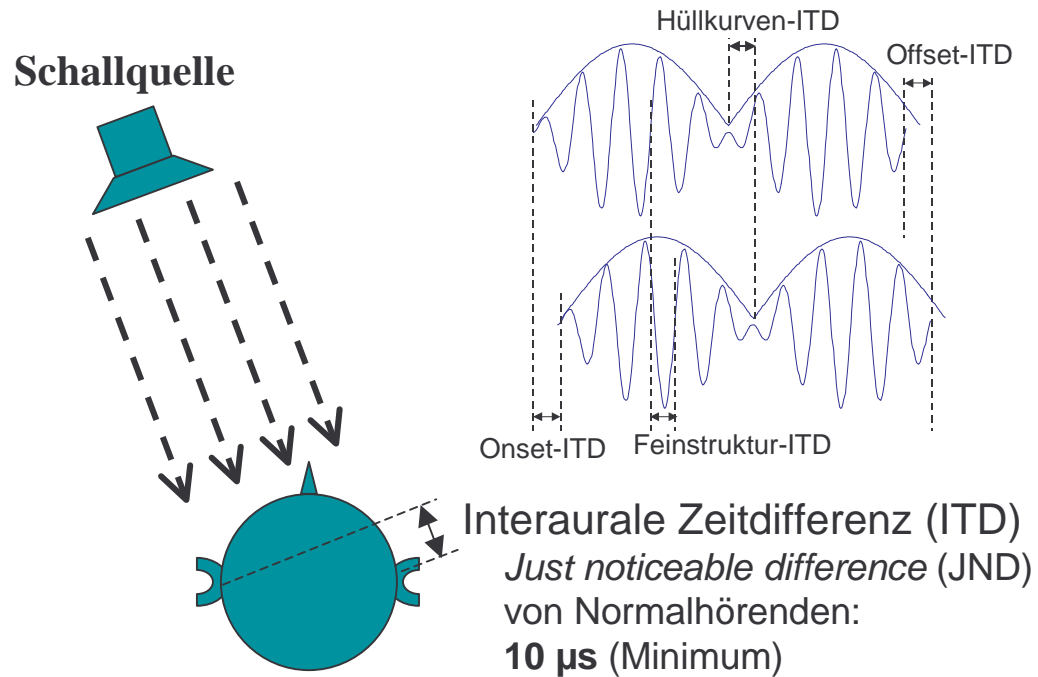
in Kooperation mit: HNO-Abtlg. d. AKH Wien  
W.D. Baumgartner

Forschungsunterstützung: Fa. Med-El, Innsbruck





# Interaurale Zeitdifferenzen



ITD wichtig für:

- Ø Lokalisation von Schallquellen (links-rechts Dimension)
- Ø Sprachverständlichkeit im Störgeräusch (binaurale Störgeräuschbefreiung)
- Ø *Auditory Scene Analysis* (Quellentrennung, akustische Orientierung etc)





## *ITD-JNDs von Cochlea Implantat (CI) Trägern*

Ø elektrische Pulsketten

### Lateralisations-Discrimination

≈ **1000 µs** (van Hoesel et al., 1997)

≈ **200-400 µs** (Lawson et al., 1998)

≈ **400 µs** (van Hoesel et al., 2002)

≈ **100-250 µs** (for low pulse rates) and

**nicht messbar bei 800 Pulsen/Sekunde (pps)** (van Hoesel and Tyler, 2003)

### Lateralisations-Position

konsistente Lateralisation für ITD von **300 µs** (Long, 2003)

Ø JNDs für ITD in akustischen Pulsketten (über *Auxiliary Inputs* der CI Prozessoren) (Lateralisations-Diskrimination)

- Minimale JND: **50 µs** (Lawson et al., 2001)

- **200-1000 µs** (Laback et al., 2002)





# Zusammenschau

## Ergebnisse bisheriger Studien

- Ø CI Träger zeigen deutlich höhere JNDs als Normalhörende (NH)
- Ø .. und deutlich höhere inter-individuelle Variabilität
- Ø starker Anstieg der JNDs bei Pulsraten > 200 pps

## Problem der klinischen Prozessoren

- Ø durch zufällige Phasenlage der Pulse an beiden Ohren entsteht unkontrollierte ITD in der Signal-Feinstruktur

## Offene Frage

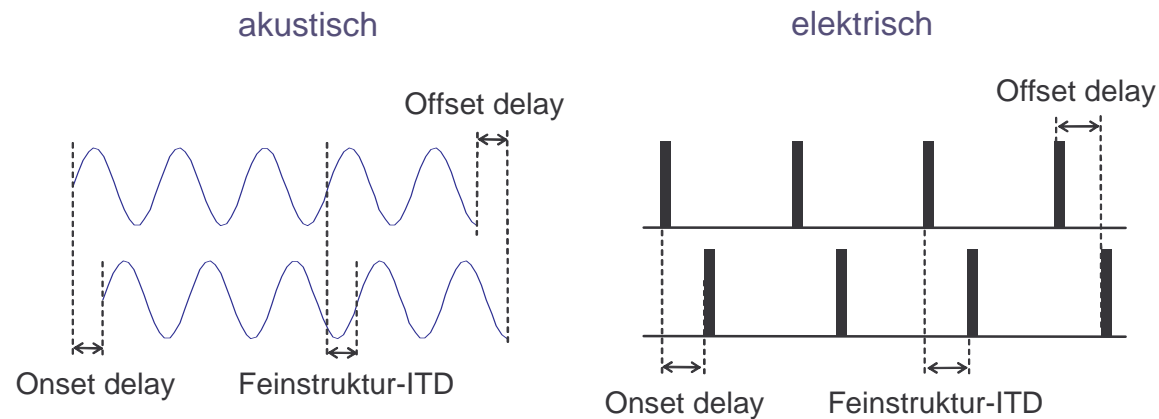
- Ø Sind CI Träger in der Lage, ITD in der Feinstruktur auszuwerten?





# Problemstellung

Ø bisher kein direkter Beweis, dass ITD in der Feinstruktur ausgewertet wird



## Ziele der Studie

- Ø Relative Gewichtung von ITD-Information in Feinstruktur und Onset/Offset
- Ø Spezifische Relevanz von ITD in Onset und Offset
- Ø Abhängigkeit der relativen Gewichtungen von der Pulsrate
- Ø Psychoakustisches Modell der ITD-Verarbeitung





# Experimentelles Design I

## Stimulus:

Folge von 4 Pulsen

### elektrisch

an einem Elektrodenpaar (interaural tonhöhen- und lautheitsausgeglichen; Vortests !)

### akustisch

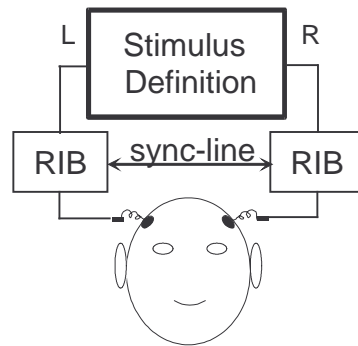
Pulse gefiltert im Frequenzbereich 3900-5400 Hz  
+ Hintergrundrauschen (-3 dB/Okt) im Frequenzbereich  
50-10050 Hz





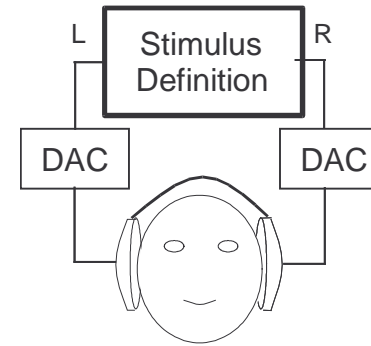
## Experimentelles Design II

Direkte elektrische  
Stimulation



CI listener

akustische Simulation der  
elektrischen Stimulation



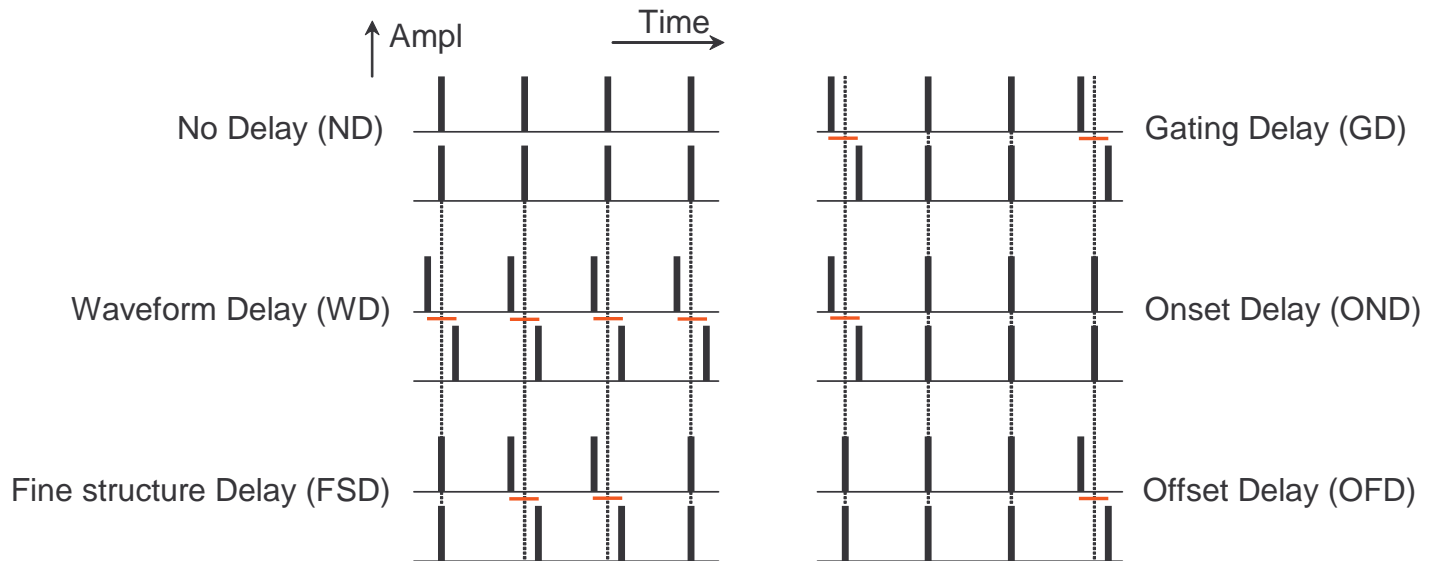
NH listener





# Experimentelles Design III

## ITD-Bedingungen







# Experimentelles Design IV

## Lateralisationsdiskrimination

Ø *Method of Constant Stimuli*

Ø 2AFC

Ø mit Antwort-Feedback

## monaurales Experiment

Verifikation, dass keine monauralen Cues zur Diskrimination verwendet werden (z.B. Periodizitäts-Tonhöhe od. Klangfarbe)

Ø *Detection Task* (3AFC, “oddity task”)

Ø alle ITD Bedingungen ausser Waveform Delay (WD)

Ø mit Antwort-Feedback





# Versuchspersonen

## 5 Cochlea Implantat Träger

Ø *Med-El Combi40/40+* implant systems

Ø postlingual ertaubt

## 4 normalhörende Versuchspersonen

Ø keine Hinweise auf Hörstörungen





## Ergebnisse: CI-Träger

Ø bei 3 von 5 CI-Trägern geringe Sensitivität und geringe Stabilität über die Zeit

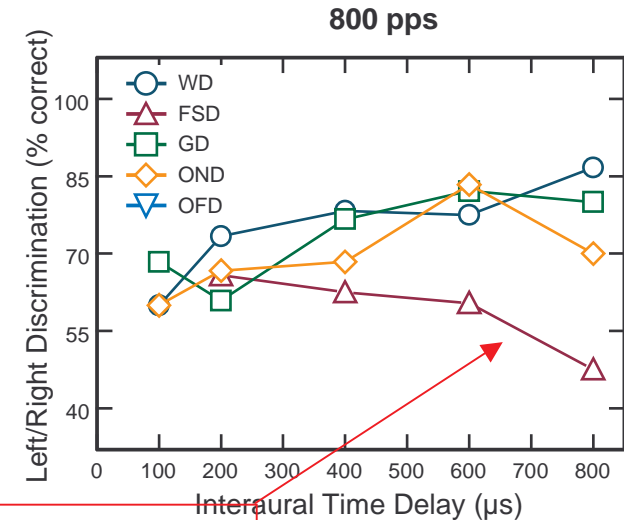
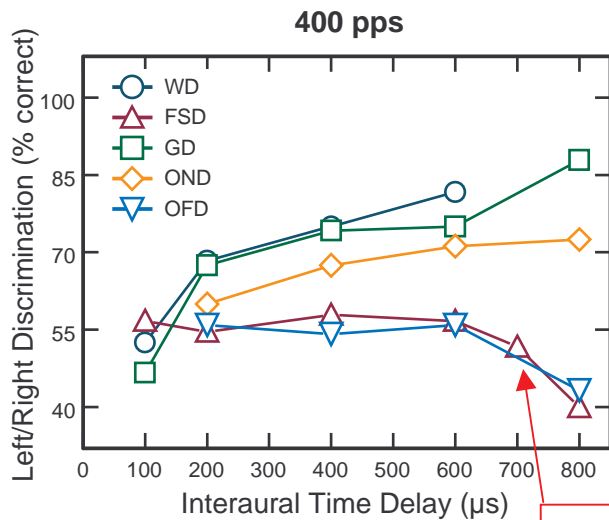
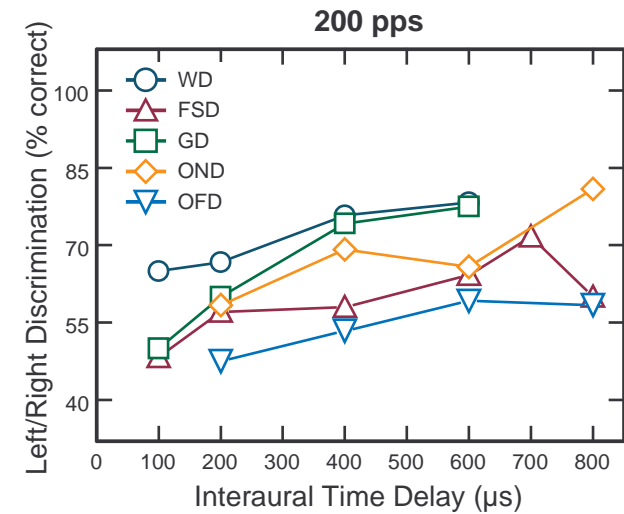
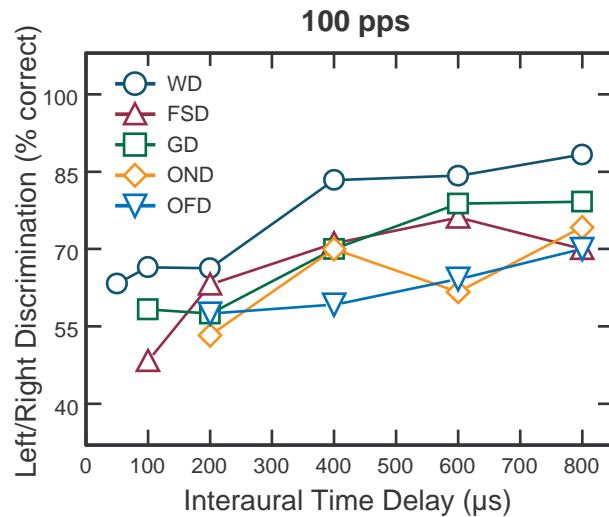
Ø nur bei unzumutbarer Anzahl an Testwiederholungen könnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Testbedingungen gefunden werden

⊥ nur Ergebnisse der CI Träger C/1 und C/3 werden ausgewertet





# Psychometrische Funktionen: Mittel über CI-Träger (n=2)

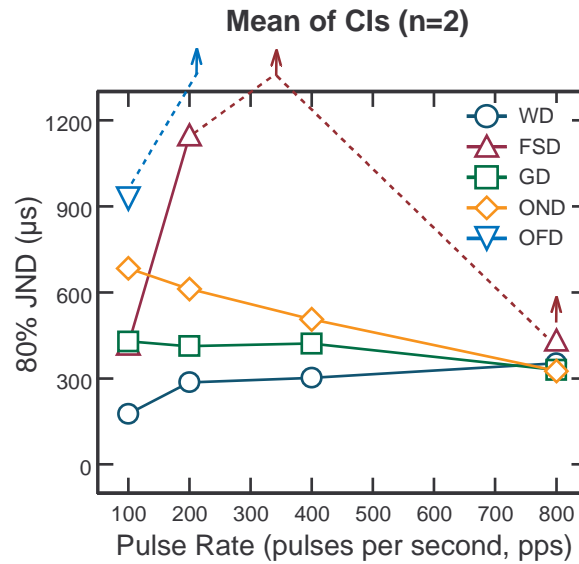
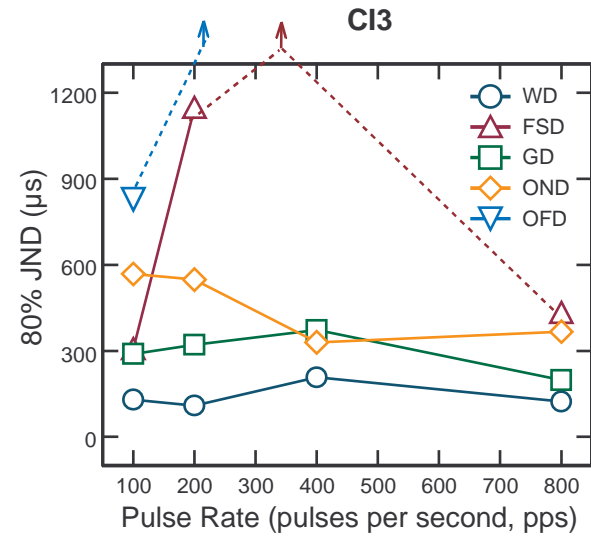
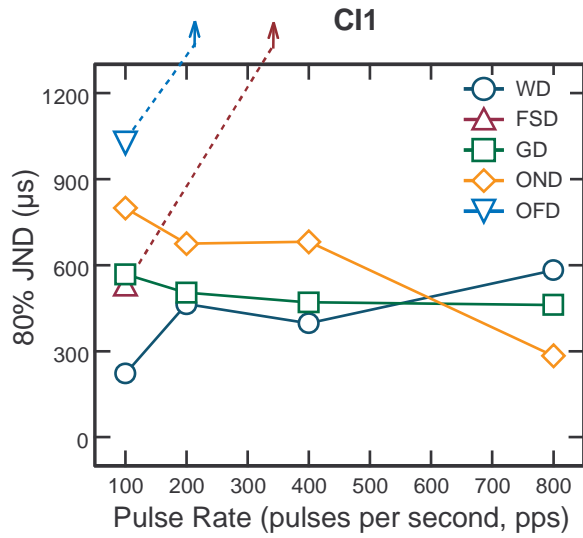


Ambiguität in Bezug auf das führende Signal, wenn ITD  $\geq$  Pulsabstand



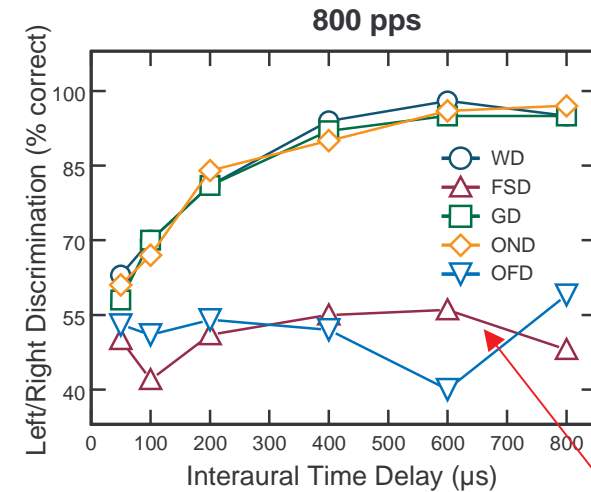
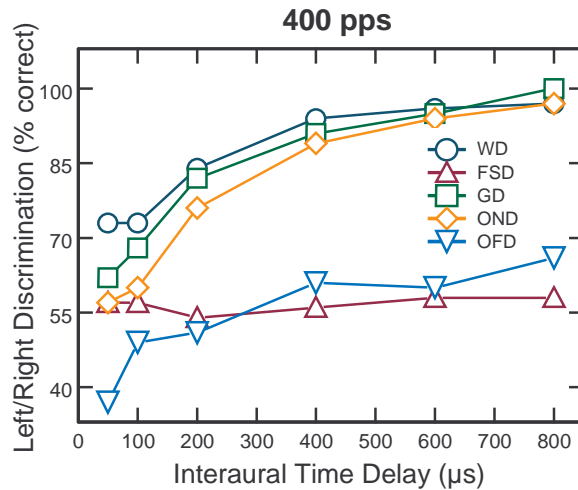
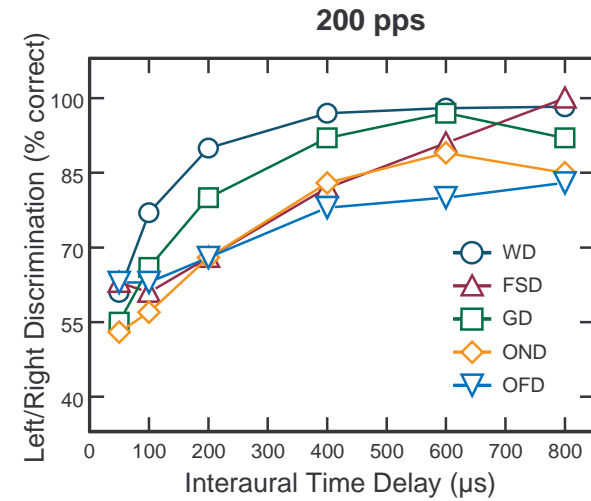
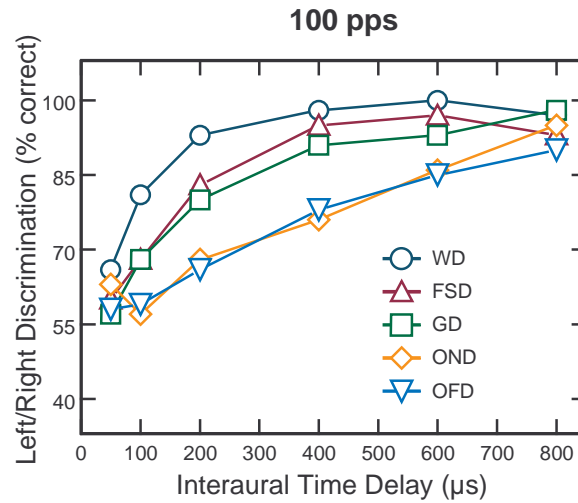


# JND (Schwellen-ITD): CI-Träger





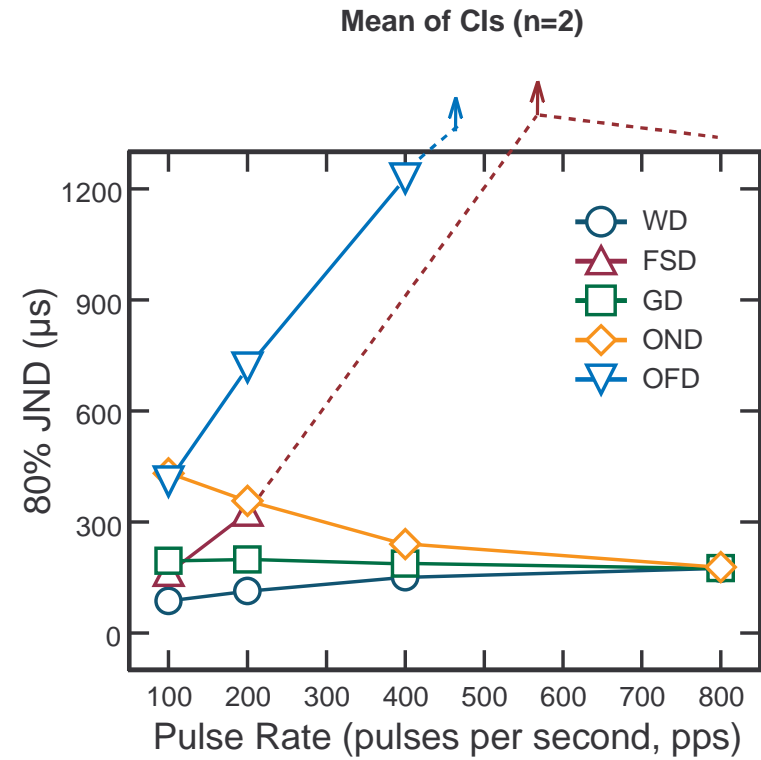
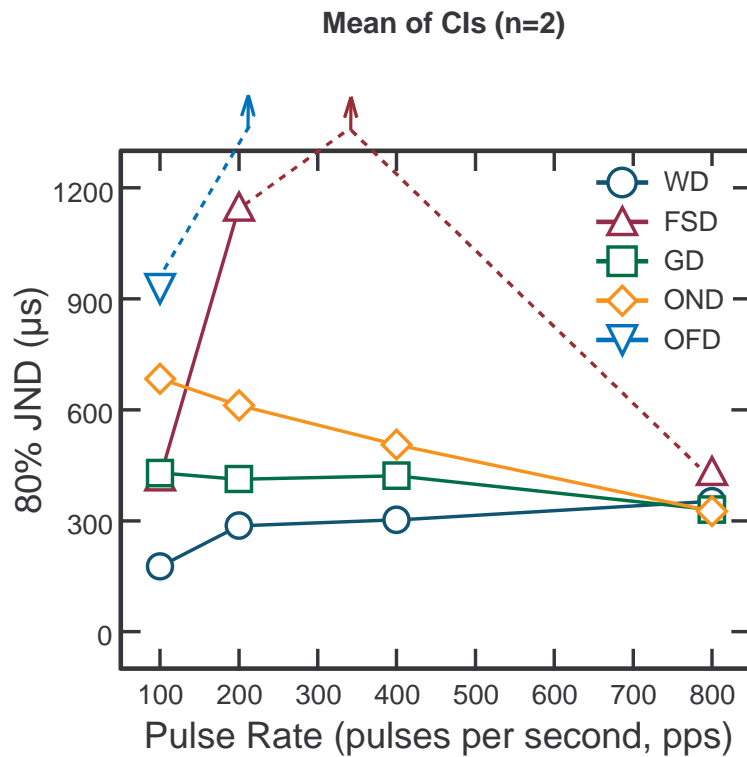
# Psychometrische Funktionen: Mittel über Normalhörende ( $n=4$ )



Ambiguität in Bezug auf das führende Signal, wenn ITD  $\geq$  Pulsabstand



# Vergleich JNDs CI und NH2 (jeweils Mittelwerte)





## Ergebnisse

- Ø Ein Teil der getesteten CI-Träger (3/5) zeigt geringe und instabile Sensitivität für ITD bei den verwendeten 4-Puls Stimuli. Für ITD-sensitive CI-Träger gelten hingegen folgende Punkte:
- Ø Allgemein sehr gute Übereinstimmung der relativen JNDs zwischen CI-Trägern und akustischen CI-Simulationen bei Normalhörenden
- Ø CI Träger lateralisieren mittels Feinstruktur-ITD
- Ø Bei niedriger Pulsrate (100 pps) ca. gleiche relative Gewichtung von Feinstruktur und Onset+Offset ITD (Gating Delay); mit steigender Pulsrate Abnahme der Sensitivität für Feinstruktur-ITD
- Ø Nur geringfügige Erhöhung (=Verschlechterung) der JND für Waveform Delay mit steigender Pulsrate (100-800 pps); weit weniger ausgeprägt als von van Hoesel and Tyler (2003) beobachtet
- Ø Steigende Gewichtung von Onset-ITD relativ zu Waveform ITD mit steigender Pulsrate (Faktor 4); Übereinstimmung mit der aus der Normalhörenden-Literatur bekannten Dominanz des Onsets (e.g. Hafter, Dye and Wenzel, 1983)
- Ø Offset-ITD weit weniger wichtig als Onset-ITD (vor allem bei höheren Pulsraten;







## Folgerungen

Ø Feinstruktur trägt zur Lateralisation mittels ITD bei und sollte bei Stimulationsstrategien berücksichtigt werden

Ø bei 100 pps stärkster Einfluss der Feinstruktur

⊢ Feinstruktur sollte bei apikalen Elektroden mit niedrigen Pulsraten kodiert werden (wesentlich geringere Rate als bei gängigen Stimulationsstrategien)

Ø Ähnlichkeit der Ergebnisse für CIs und NHs zeigt, dass akustische Simulationen bei NHs Tests mit CI-Trägern teilweise ersetzen können

Ø Hypothese zur geringen Sensitivität eines Teils der CI-Träger:  
„CI Träger „verlernen“ die Sensitivität für Feinstruktur-ITD, da klinische Prozessoren nur Hüllkurven-ITD übertragen“

