

# Unterschiedliche Qualitäten von Störgeräuschen

Sabine Haumann, Andreas Büchner

Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde  
Medizinische Hochschule Hannover  
Direktor: Prof. Prof. h.c. Dr. med. Th. Lenarz

Vortrag auf der Audiologieassistentenschulung in Bochum  
05.03.2015



MHH  
Medizinische Hochschule  
Hannover



VIANNA



# Inhalt

---

- **Einleitung**
- Grundsätzliche Arten von Störgeräuschen
- Sprachtests im Störgeräusch
- Überschwellige Testverfahren mit Störgeräusch
- Zusammenfassung

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Einleitung

---

## Weswegen Messungen im Störgeräusch?

- Vertäubung: ggf. notwendig bei asymmetrischen Hörverlusten, um Meßseite einzeln zu betrachten
- Maskierung: bei unbekannter Hörschwelle kann z.B. künstliche Hörschwelle erzeugt werden
- Sprachtests im Störgeräusch kommen näher an Alltag heran als Tests in Ruhe
- Erschweren der Tests (z.B. bei Hörsystemversorgung): Wenn alle Patienten in Ruhe gut verstehen, können keine Unterschiede und Verbesserungen mehr dargestellt werden

# Motivation: Beispiel CI-Patienten

Cochlea-Implantat-Patienten erreichen heute ein Hörvermögen, welches vor wenigen Jahren noch undenkbar war. Indikationskriterien sind mit zunehmendem Fortschritt der Technologie in den Bereich der Resthörigkeit verschoben worden.

Sind die Patienten jedoch schwierigen Hörsituationen ausgesetzt (Cocktail-Party), ist ein Verstehen des Gesprächspartners erheblich gestört.

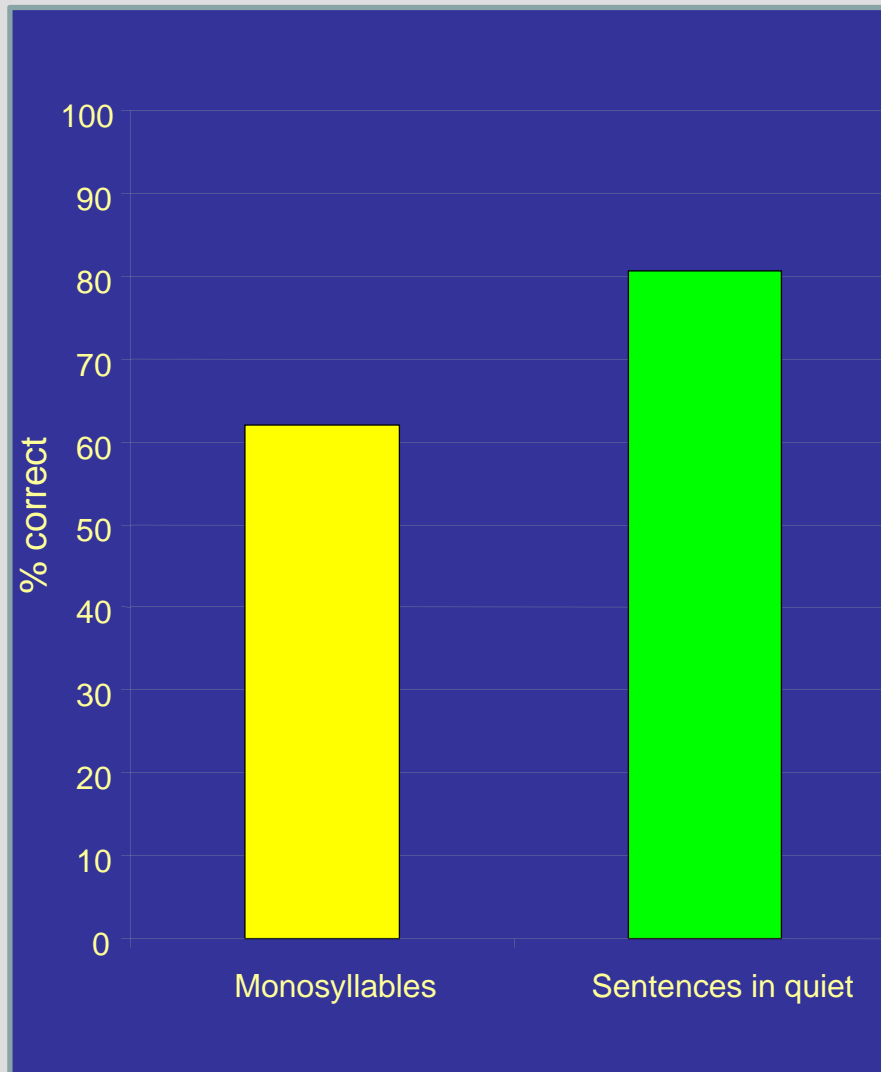
Dies muß mit geeigneten Testverfahren abgebildet werden!

Alex Katz, The Cocktail Party, 1965.



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule

# Beachtliches Hörvermögen in Ruhe...



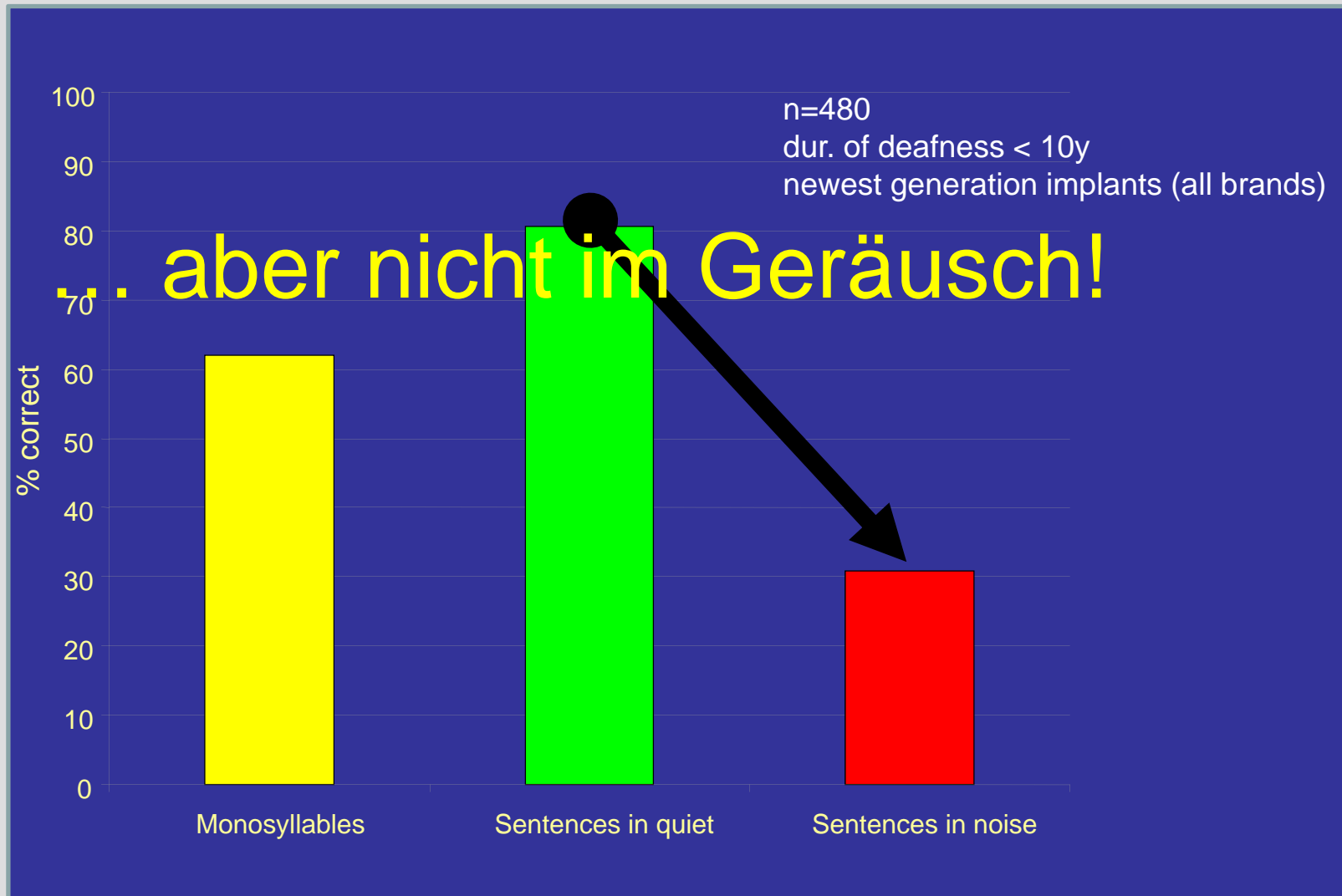
n=480

dur. of deafness < 10y

newest generation implants (all brands)

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Beachtliches Hörvermögen in Ruhe...



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Inhalt

---

- Einleitung
- Grundsätzliche Arten von Störgeräuschen
- Sprachtests im Störgeräusch
- Überschwellige Testverfahren mit Störgeräusch
- Zusammenfassung

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

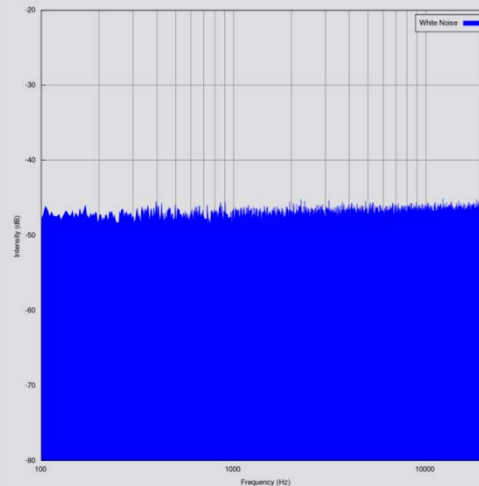
# Weißes Rauschen

- Rauschen mit konstantem Leistungsdichtespektrum
- Erfasst einen breiten Frequenzbereich
- Wird nicht tonal wahrgenommen, allerdings höhenbetont



## Weißes Gauß'sches Rauschen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:White.Noise.ogg>

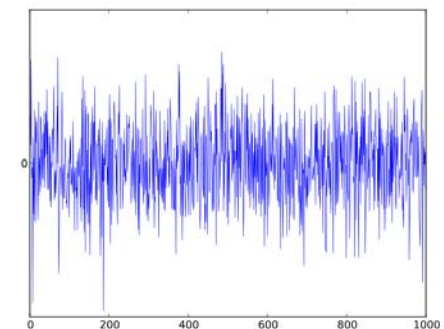


## Spektrum

[http://de.wikipedia.org/wiki/Wei%C3%9Fes\\_Rauschen#mediaviewer/File:White\\_noise\\_spectrum.svg](http://de.wikipedia.org/wiki/Wei%C3%9Fes_Rauschen#mediaviewer/File:White_noise_spectrum.svg)

## Zeitverlauf

[http://de.wikipedia.org/wiki/Wei%C3%9Fes\\_Rauschen#mediaviewer/File:White\\_noise.svg](http://de.wikipedia.org/wiki/Wei%C3%9Fes_Rauschen#mediaviewer/File:White_noise.svg)



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



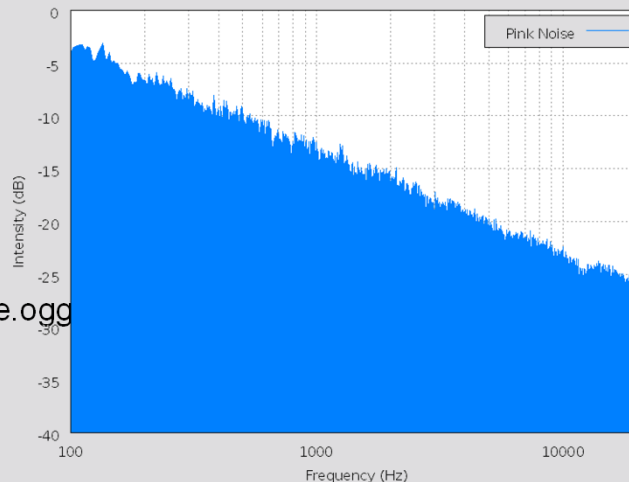
# Rosa Rauschen / Breitbandrauschen

- Auch  $1/f$ -Rauschen genannt
- Erfasst einen etwas schmaleren Frequenzbereich
- Nimmt mit steigender Frequenz ab
- Wird von durchschnittlich hörendem Menschen über alle Frequenzbereiche des hörbaren Spektrums gleich laut empfunden



## Rosa Rauschen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Pink.Noise.ogg>

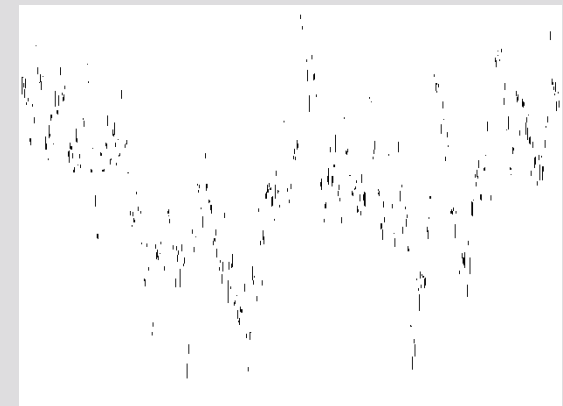


## Spektrum

[http://de.wikipedia.org/wiki/1/f-Rauschen#mediaviewer/File:Pink\\_noise\\_spectrum.png](http://de.wikipedia.org/wiki/1/f-Rauschen#mediaviewer/File:Pink_noise_spectrum.png)

## Zeitverlauf





[http://de.wikipedia.org/wiki/1/f-Rauschen#mediaviewer/File:Pink\\_noise.png](http://de.wikipedia.org/wiki/1/f-Rauschen#mediaviewer/File:Pink_noise.png)



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Schmalbandrauschen

- Enger Frequenzbereich um eine definierte Tonhöhe
- Meistens eine Terz breit
- Wird tonal empfunden






Mittenfrequenz	Bandbreite	Bandbreite	Bandbreite	Bandbreite
400 Hz	100 Hz	70 Hz	40 Hz	10 Hz
Hörbeispiel				

[http://web.fbe.uni-wuppertal.de/fbe0014/ars\\_auditus/akustik/ak31.htm](http://web.fbe.uni-wuppertal.de/fbe0014/ars_auditus/akustik/ak31.htm)

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Sprachsimulierende Störgeräusche

- Ahmen den Frequenzbereich der Sprache nach, damit der Patient das Sprachsignal nicht über die Frequenz vom Störgeräusch abtrennen kann
- Typischerweise werden viele Sätze oder Wörter eines Sprachtests aufeinandergelegt
- Beispiele:

Sprachtest	Freiburger	Digit Triple	OLSA	GÖSA	HSM (CCITT)
Klang					

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Weitere Störgeräusche

---

- **Modulierte Störgeräusche:**
  - Ahmen den zeitlichen Verlauf der Sprache nach
  - Beispiel: icra5-250 
- **Alltags-Störgeräusche:**
  - Cafeteria 
  - Gebrabbel 
- **Tieffrequente Störgeräusche:**
  - Flugzeug 

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Inhalt

---

- Einleitung
- Grundsätzliche Arten von Störgeräuschen
- **Sprachtests im Störgeräusch**
- Überschwellige Testverfahren mit Störgeräusch
- Zusammenfassung

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Sprachtests im Störgeräusch

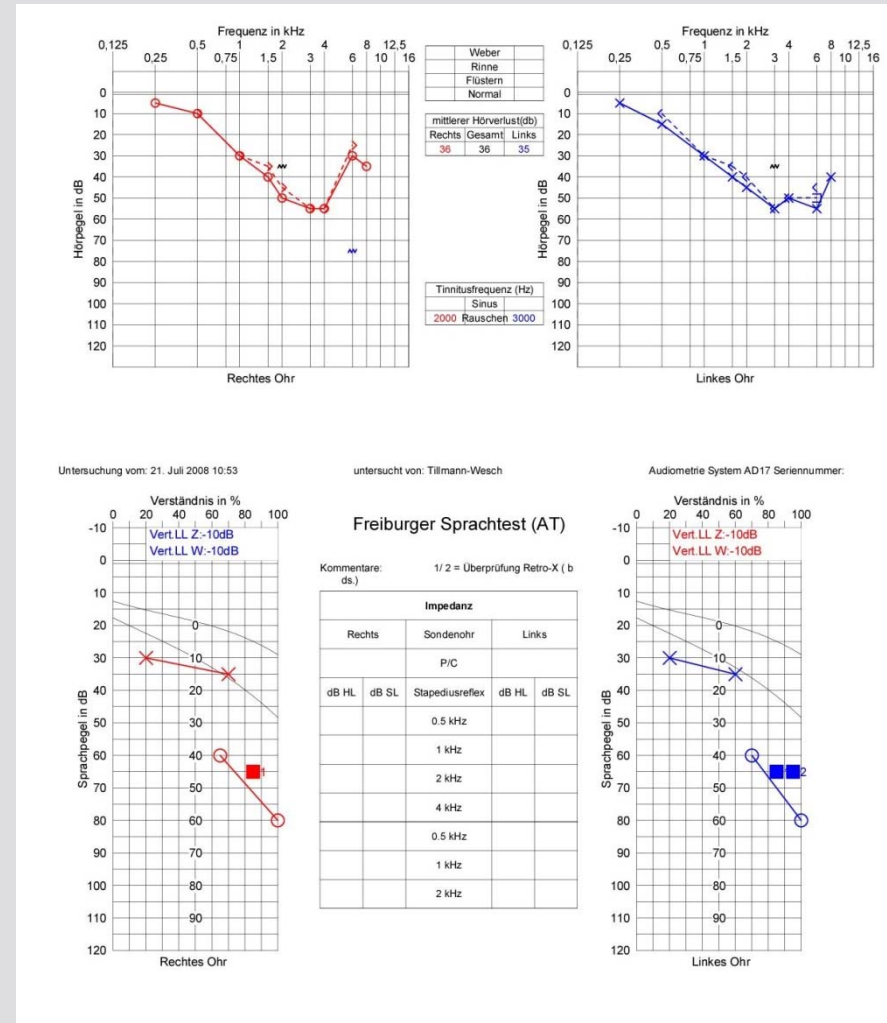
## Zwei grundsätzliche Meßarten

- Fester Signal-Rausch-Abstand (signal to noise ratio, SNR)
  - Üblich sind z.B. 10 dB SNR
  - Rauschen oft 55 dB, Sprache 65 dB
  - Ergebnis in Prozent korrekt
- Adaptiv
  - Ein Level fest, z.B. das Störgeräusch
  - Eins wird adaptiert = während der Messung so angepaßt, daß der Patient einen bestimmten Prozentsatz versteht, üblich z.B. 50 % →  $L_{50}$
  - Ergebnis als Signal-Rausch-Abstand (SNR)

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Beispiel: Diagnostik

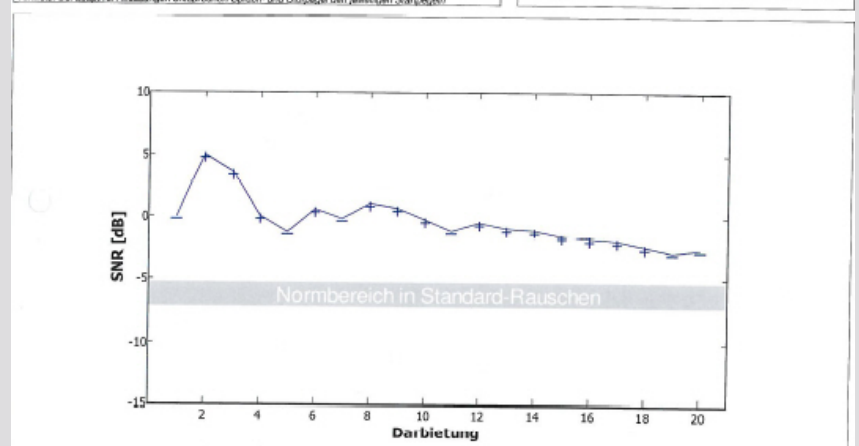
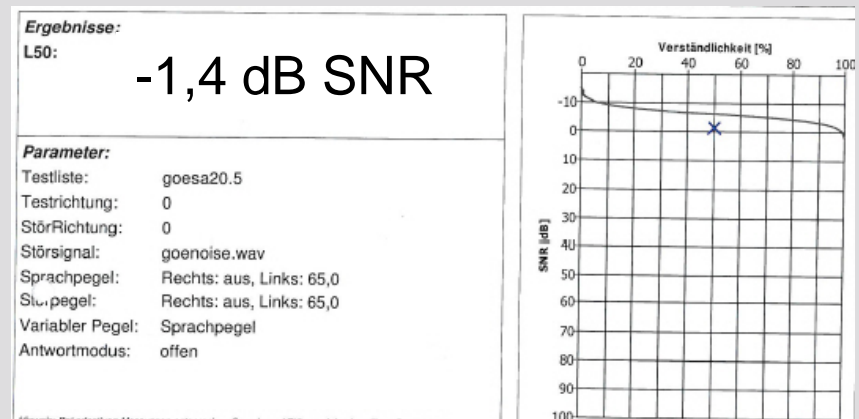
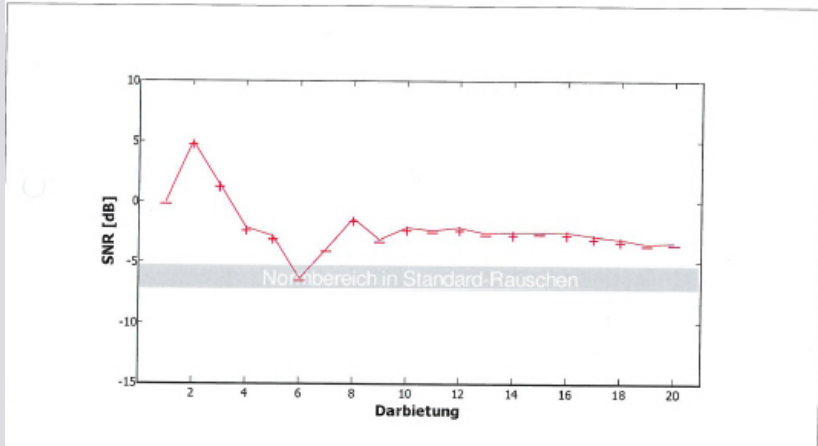
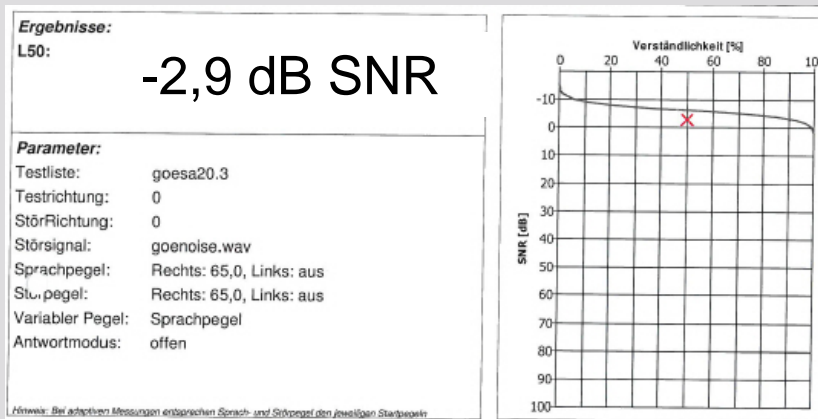
- Patientin mit mittelgradiger Schwerhörigkeit  
53 Jahre alt
- Sprachtest in Ruhe  
vergleichsweise unauffällig



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Beispiel: Diagnostik

- Selbst Sprachtest im „Standard“-Störgeräusch (GÖSA mit goennoise, sprachsimulierend) ist noch nicht allzu stark eingeschränkt

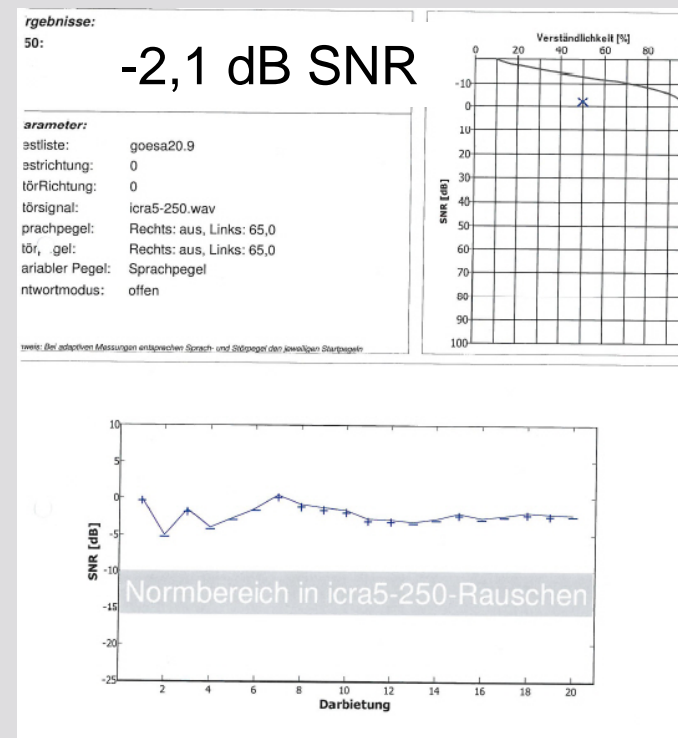
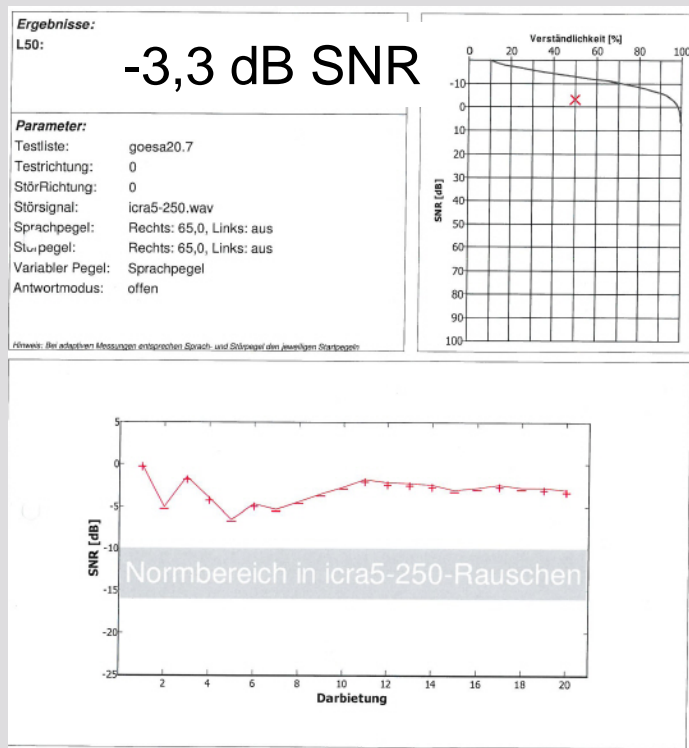


Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



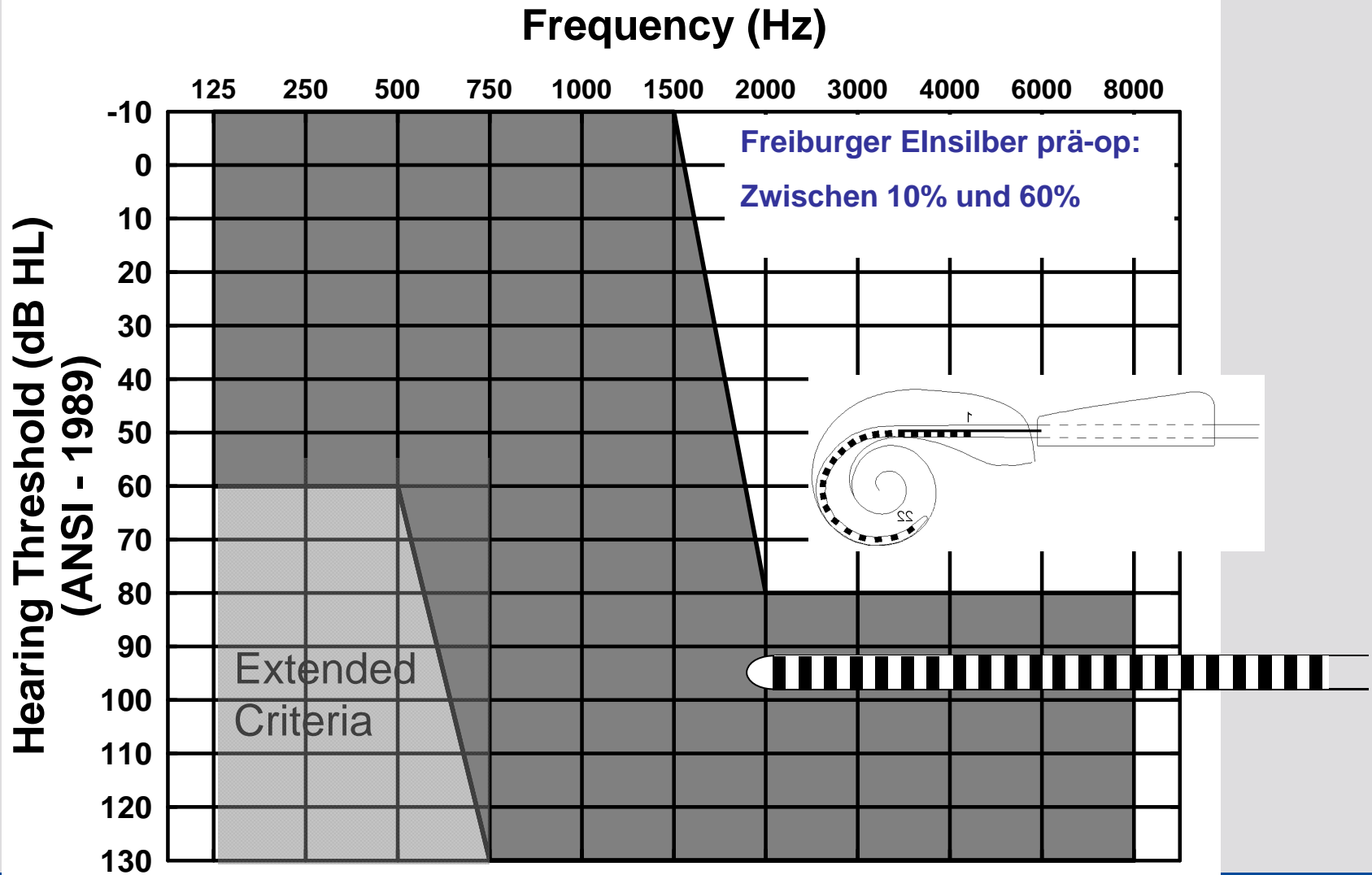
# Beispiel: Diagnostik

- Das modulierte Störgeräusch zeigt dann eine deutliche Beeinträchtigung verglichen mit dem Normbereich
- Normalhörende können offensichtlich gut in den Lücken hören, Hörgeschädigte nicht



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Beispiel: Nutzen des Tiefton-Restgehörs

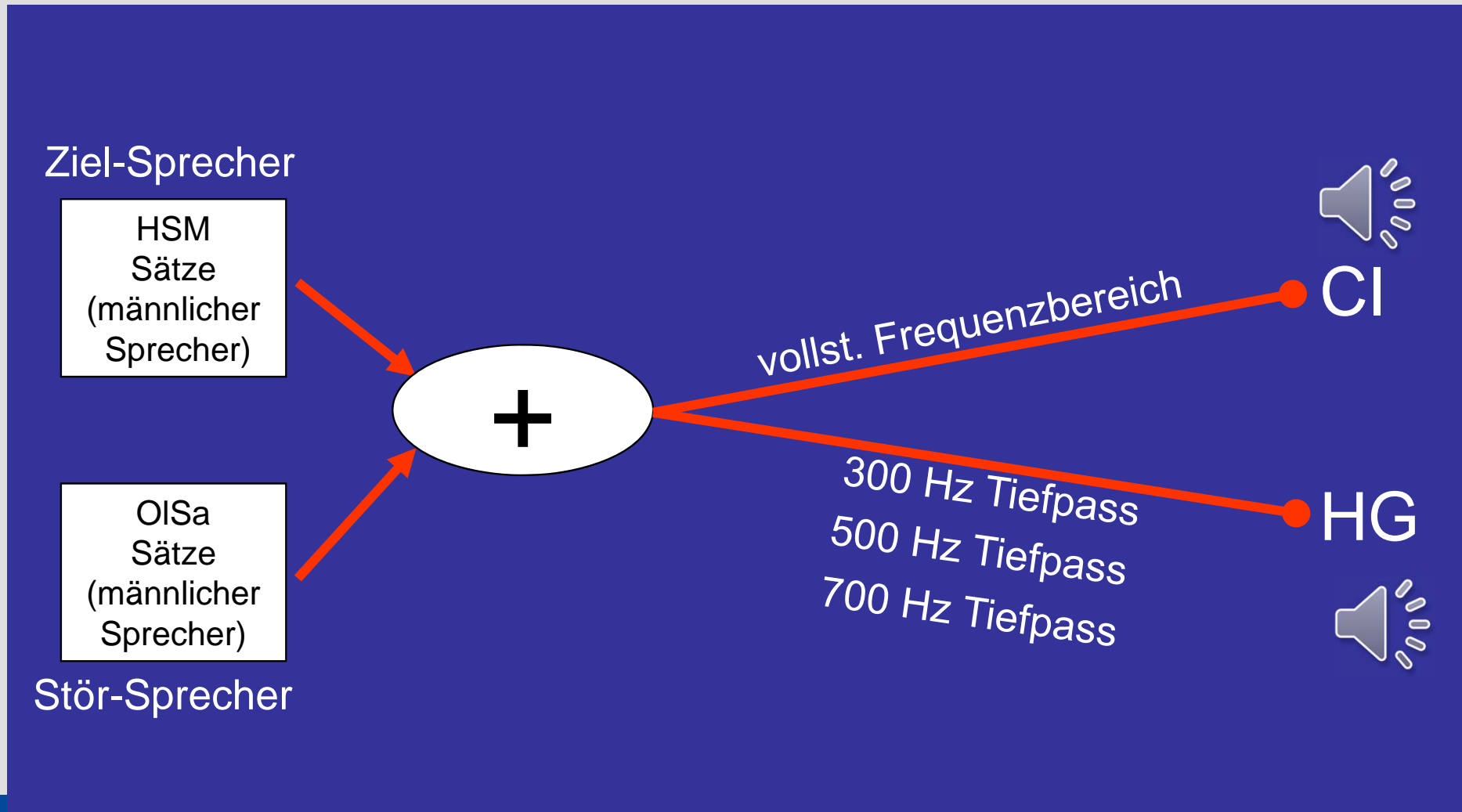


# Beispiel: Nutzen des Tiefton-Restgehörs

- Die Wichtigkeit niederfrequenter Signale für das Sprachverstehen im Störgeräusch wurde lange Zeit unterschätzt.
- Die Grundfrequenz erlaubt die Trennung verschiedener Sprecher in einem Mehrpersonengespräch.
- Hybrid/EAS-Versorgung: Hohe Frequenzen werden elektrisch übertragen, tiefe akustisch → sehr erfolgreich
- Welcher (akustisch präsentierte) Frequenzbereich trägt wesentlich zu diesem Hybrid-Effekt bei?
- Competing Talker Test zur Quellentrennung

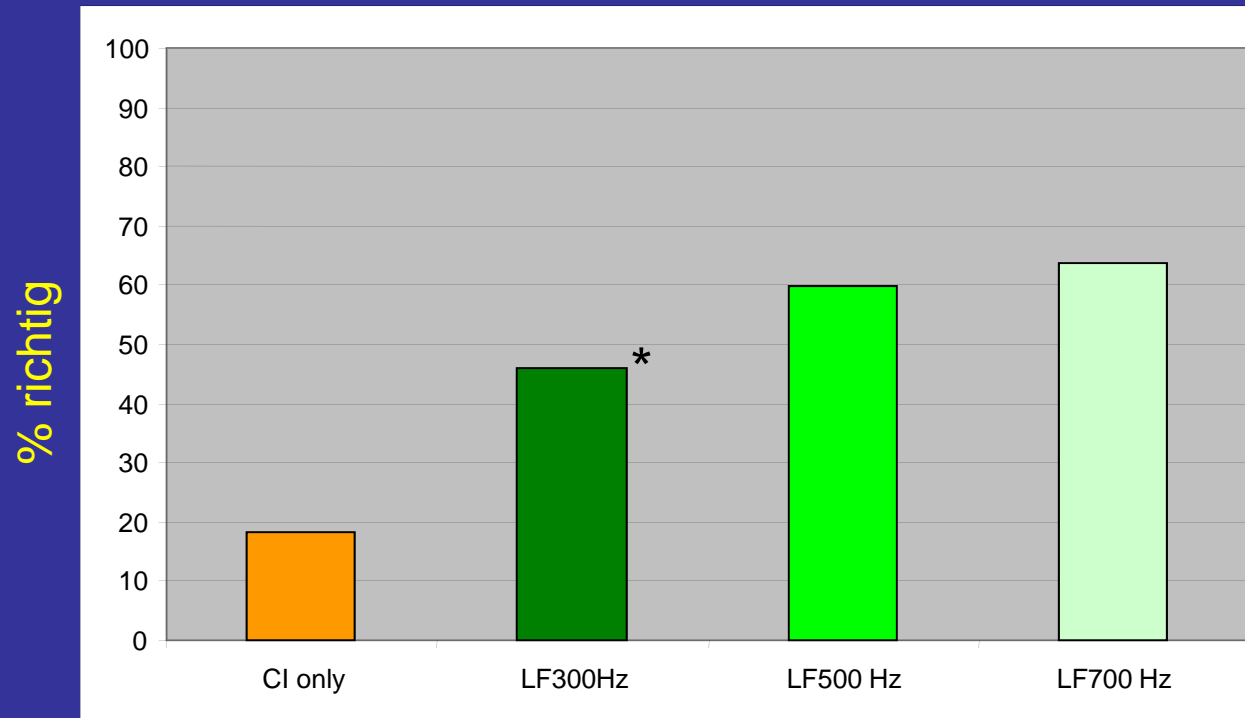
Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Ermittlung des minimal erforderlichen Tieftonbereiches für den Hybrid-Effekt: Versuchsaufbau



# Hörresultate vs. Tiefpassfiltergrenzfrequenz

## HSM Sätze mit Störsprecher



# Inhalt

---

- Einleitung
- Grundsätzliche Arten von Störgeräuschen
- Sprachtests im Störgeräusch
- **Überschwellige Testverfahren mit Störgeräusch**
- Zusammenfassung

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Beispiel: TEN(HL)-Test

---

- Zur Auswahl und Einstellung von individuellen Hörhilfen ist die genaue Kenntnis der Tonschwelle erforderlich
- Standard-Werkzeug: Reinton-Hörschwelle, die aber durch verschiedene Effekte verfälscht werden kann
- Gerade im Grenzbereich zwischen CI und Hörgerät sind weiterführende Informationen über den Zustand der Innenohres wichtig

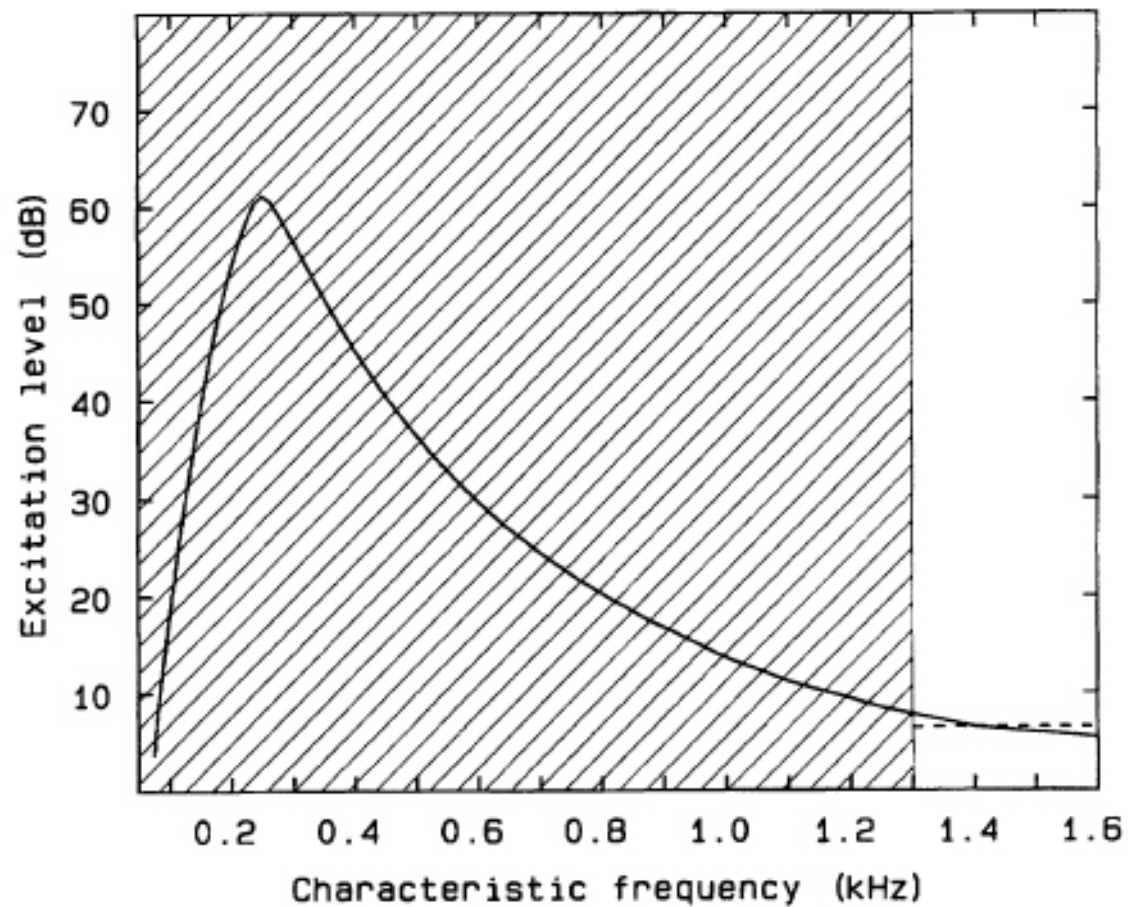
# Dead Regions

- Bedeutender Faktor: „Dead Regions“
  - komplette Schädigung innerer Haarzellen in eingegrenztem Bereich der Cochlea
- Mithören dieser Frequenzbereiche von Nachbar-Haarzellen (frequenzversetzte Tonhöhenwahrnehmung) durch Schwingungsverhalten der Basilarmembran
  - Verfälschung der Reinton-Hörschwelle

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



# Dead Regions



Moore 2001

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

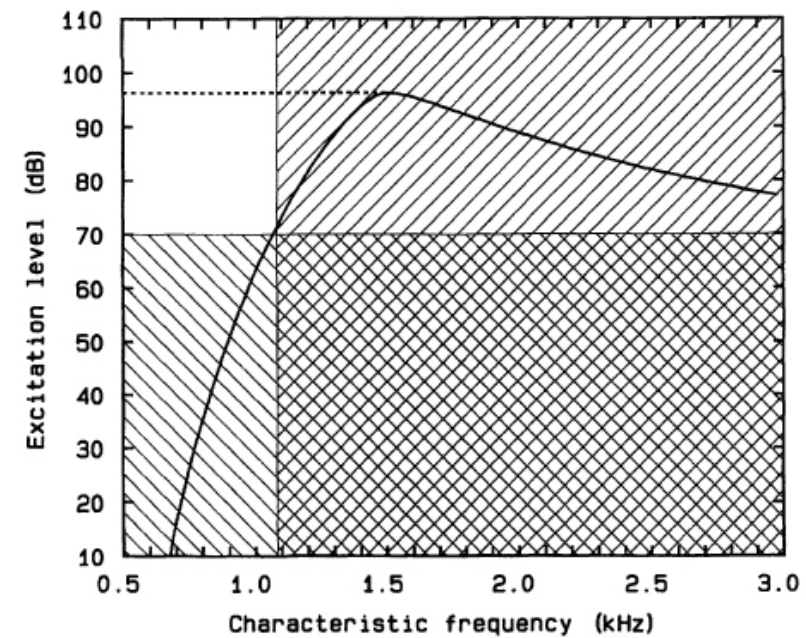
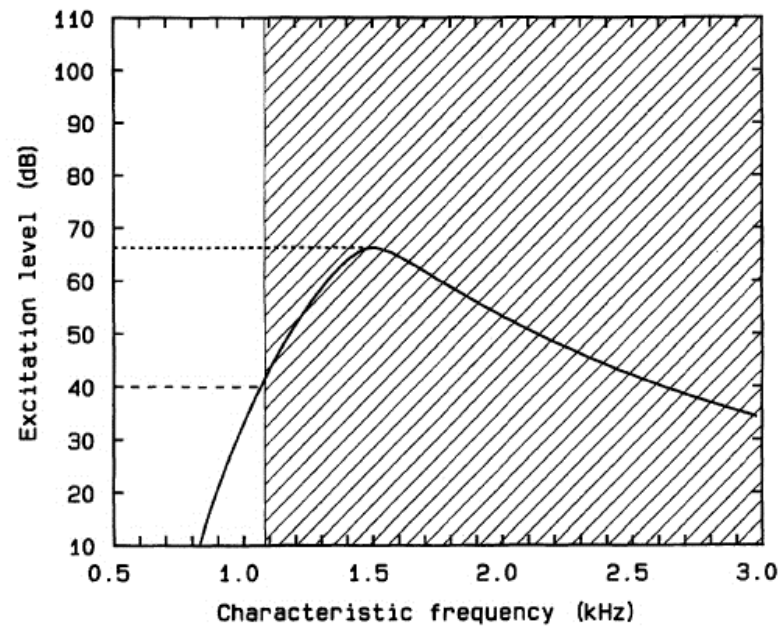
# TEN-Test

---

- **T**hreshold **E**qualizing **N**oise
- Prinzip: gleichmäßige Vertäubung aller Haarzellen in der Cochlea durch spezielles TEN-Rauschen
- Gleichzeitige Präsentation eines Reintones entsprechender Meßfrequenz
- Ohne Dead Region wird der Reinton auf oder knapp über der Lautstärke des Rauschens gehört
- Bei Vorliegen einer Dead Region muß der Reinton deutlich lauter sein als das Rauschen

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# TEN-Test



Moore 2001

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# TEN-Test

---

- Ursprüngliche Version in dB SPL (Moore 2001)
  - Schwierigkeiten bei Kalibrierung, da mit Hörschwelle in dB HL verglichen wird
  - Neuere Version in dB HL (Moore et al. 2004), hier Beschränkung des gemessenen Frequenzbereiches auf 500 Hz – 4 kHz

# Studie zum TEN(HL)-Test

- Vinay & Moore, 2007
- N = 308 Patienten (556 Ohren) mit sensorineuraler Schwerhörigkeit
- 17-95 Jahre (Ø 57 Jahre), 209 m, 99 w
- Bei 177 Patienten (57,4 %) deutete TEN(HL)-Test bei mind. einer Frequenz in einem Ohr auf Dead Regions
- Bei 256 Ohren (46 %) deutete TEN(HL)-Test bei mind. einer Frequenz auf Dead Regions
- Auftreten einer Dead Region konnte nicht aus dem Audiogramm vorhergesagt werden, allerdings trat die Mehrzahl der Dead Regions bei einem Hörverlust von mind. 70 dB auf
- Ein sehr steiler Schwellenabfall trat ebenfalls oft zusammen mit einer Dead Region auf

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

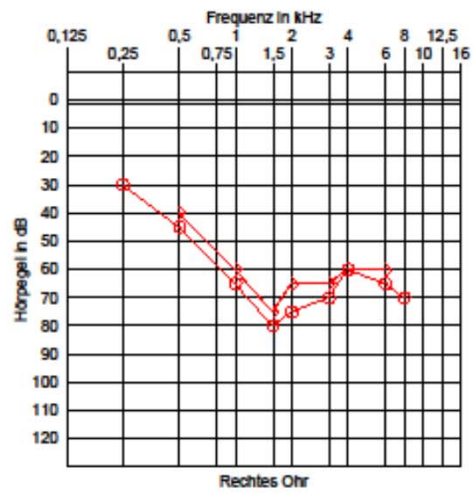
# Durchführung des TEN (HL)-Testes

- Funktioniert ähnlich wie Langenbeck-Test
- Ausgangspunkt: Reintonaudiogramm
- TEN-Rauschen wird mit 10 dB SL präsentiert (sensation level, also 10 dB über Hörschwelle)
- Zusätzlicher Reinton zwischen 500 Hz und 4 kHz, den der Patient heraushören muss. Variation der Lautstärke in 1 oder 2 dB-Schritten
- Bei Detektion des Tones bis max. 10 dB über Rauschen  
→ keine Dead Region
- Bei Detektion des Tones bei mehr als 10 dB über Rauschen in Frequenzen oder Frequenzbereichen  
→ Hinweise auf Dead Regions
- Bei Detektion aller Töne bei mehr als 10 dB über Rauschen  
→ eher neurale oder zentrale Ursache

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



# Beispiel: Patientin, 65 Jahre



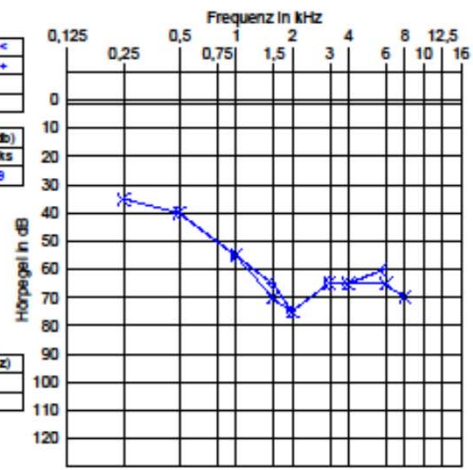
>	Weber	<
+	Rinne	+
	Flüstern	
	Normal	

mittlerer Hörverlust (dB)		
Rechts	Gesamt	Links
61	60	59

Tinnitusfrequenz (Hz)	
Sinus	
Rauschen	

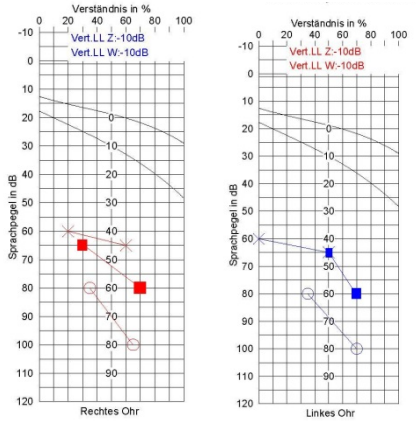


Oldenburger Satztest, versorgt mit Master Hearing Aid System

	rechts	links
Olsa in Ruhe 65 dB	59 %	63 %
Olsa in unmoduliertem Störgeräusch (olnoise)	3,2 dB SNR	6,4 dB SNR
Olsa in moduliertem Störgeräusch (icra5-250)	8,5 dB SNR	10,0 dB SNR

Oldenburger Satztest, unversorgt

	rechts	links
Olsa in unmoduliertem Störgeräusch (olnoise)	7,5 dB SNR	3,8 dB SNR
Olsa in moduliertem Störgeräusch (icra5-250)	8,5 dB SNR	5,6 dB SNR

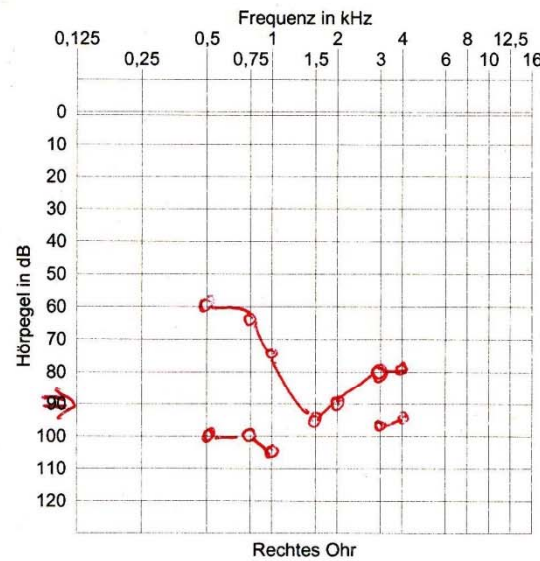


- ■ Freiburger Einsilber mit eig. HG
- × × Zahlen unversorgt
- ○ Einsilber unversorgt

SRT zum L50; fester Störpegel bei 65 dB  
 Normbereich unmod. Störgeräusch -6 bis -5 dB SNR  
 mod. Störgeräusch -20 bis -16 dB SNR

# Beispiel: Patientin, 65 Jahre

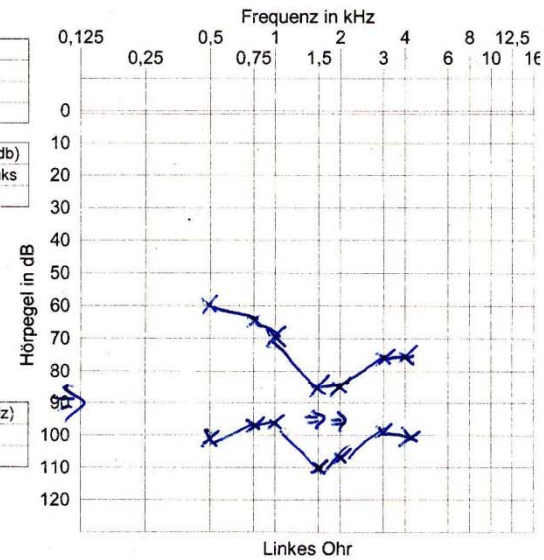
YEU (NL) Yes



Weber	
Rinne	
Flüstern	
Normal	

mittlerer Hörverlust (db)	
Rechts	Links

Tinnitusfrequenz (Hz)	
Sinus	Rauschen



- bei 1,5 und 2 kHz keine Messung möglich, da Obergrenze des Gerätes erreicht

- Hinweise auf Dead Region bei 1 kHz

→ Hinweise auf Dead Region bei 1,5 bis 2 kHz



# Literatur zum TEN-Test

---

- Brian C. J. Moore (2001): Dead Regions in the Cochlea: Diagnosis, Perceptual Consequences and Implications for the Fitting of Hearing Aids. Trends in Amplification 5(1): 1-34
- Brian C. J. Moore, Brian R. Glasberg, and Michael A. Stone (2004): New Version of the TEN Test With Calibrations in dB HL. Ear & Hearing 25(5): 478-487
- Vinay and Brian C. J. Moore (2007): Prevalence of Dead Regions in Subjects with Sensorineural Hearing Loss. Ear Hear 28: 231-241

# Inhalt

---

- Einleitung
- Grundsätzliche Arten von Störgeräuschen
- Sprachtests im Störgeräusch
- Überschwellige Testverfahren mit Störgeräusch
- **Zusammenfassung**

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz

# Zusammenfassung

---

- Sprachtests in Ruhe reichen beim aktuellen Stand der Technik in der Hörsystemversorgung nicht mehr aus, um Verbesserungen z.B. in der Technik von CI's oder Hörgeräten darzustellen
- Tests im Störgeräusch eröffnen hier wieder neue Felder
- Auch in der individuellen Diagnostik sind Störgeräusche unverzichtbar, z.B. zum Vertäuben
- Für verschiedene Einsatzzwecke werden unterschiedliche Sorten Störgeräusch verwendet (Störsprecher, Alltagsgeräusche, hoch- oder tieffrequente Störgeräusche, ... )

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



Save the Date

XVII.

Hannoverscher Cochlea-Implantat-Kongress 2015:

# HighTech in Schule und Gesellschaft

25. - 26.  
September 2015

Medizinische Hochschule Hannover  
im Hörsaal des  
International Neuroscience Institute (INI)  
Rudolf-Pichlmayr-Str. 4  
30625 Hannover



Mehr Informationen erhalten Sie auf unserer Webseite. Scannen Sie einfach mit Ihrem Smartphone und einer entsprechenden APP den QR-Code oder besuchen Sie uns unter : [www.mh-hannover.de/ci-kongress.html](http://www.mh-hannover.de/ci-kongress.html)



Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz



# HNO Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover



Vielen Dank



Deutsches Hörzentrum Hannover

Dr. S. Haumann und Prof. A. Büchner, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Direktor: Prof. Th. Lenarz