

Lyd, hørsel og støy



Stavanger 17.02.2012

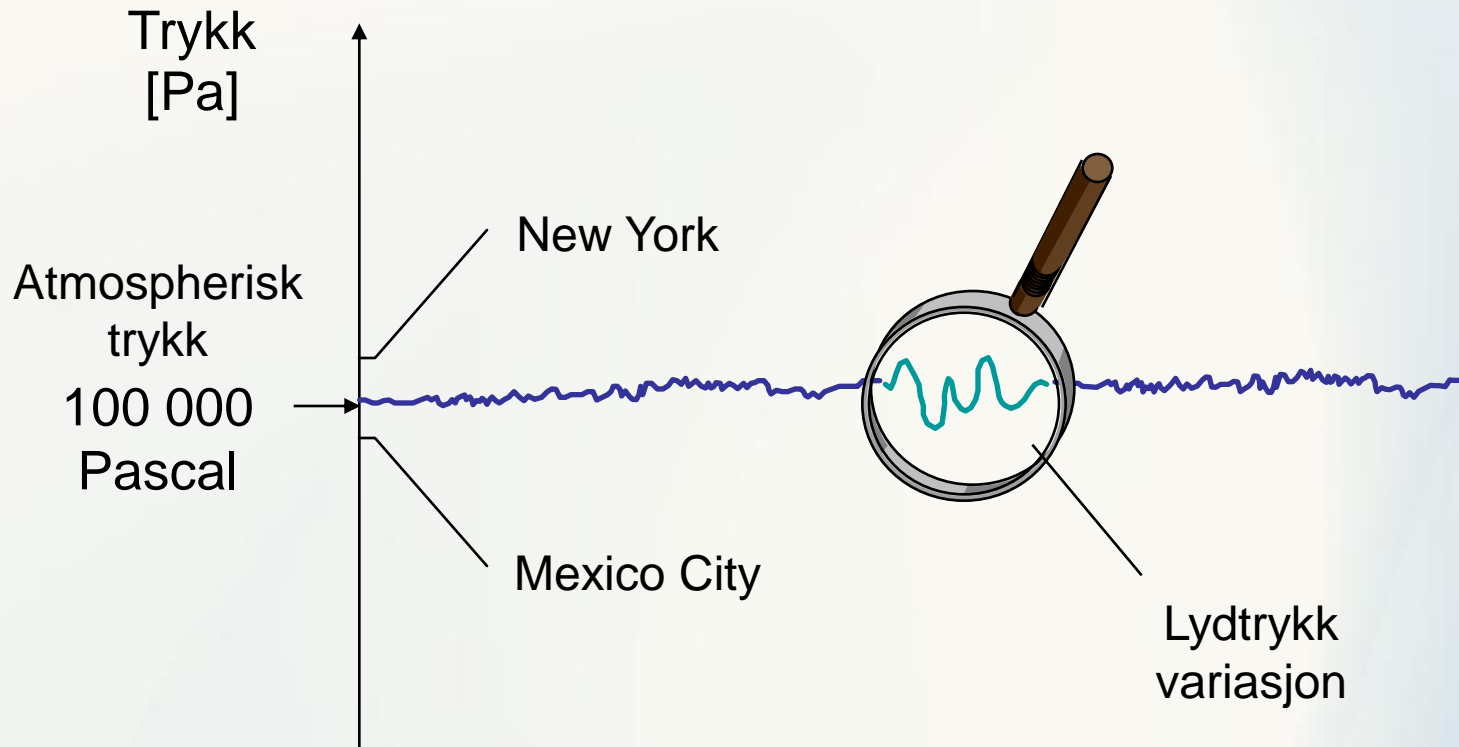


Lavere lufttrykk
jo høyere opp

Høyere lufttrykk
jo lavere ned

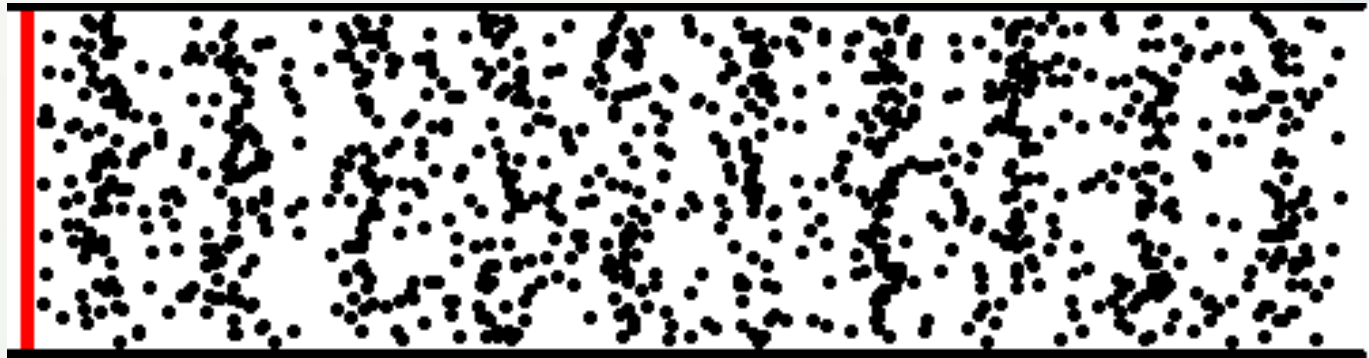
100 pr.sek.

Lydtrykk



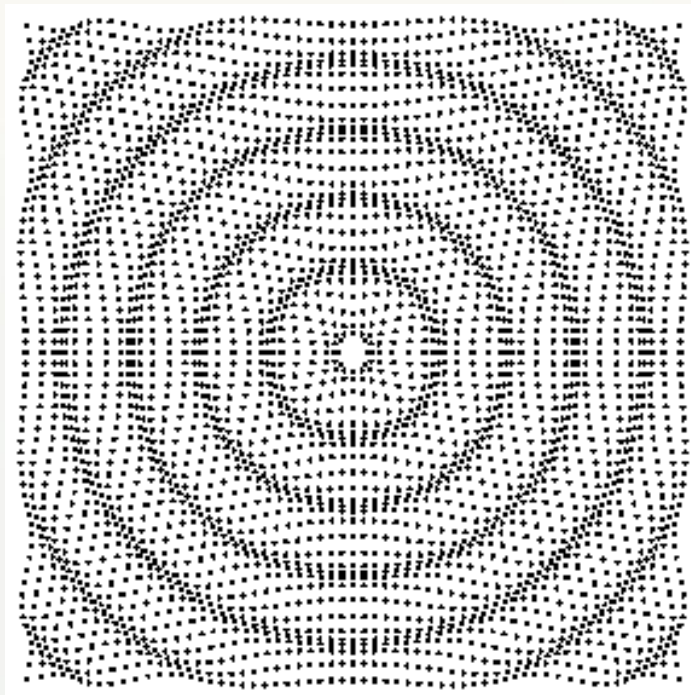
Lyden utbreder seg

Luftmolekylene skubber til hverandre, og faller deretter tilbake på deres plass \Rightarrow fortetninger og fortyndinger



(www.gmi.edu/~drussell/Demos.html)

Lyden utbreder seg



I et fritt felt utbreder lydbølgene seg i alle retninger fra lydkilden, som en sfærisk kule.

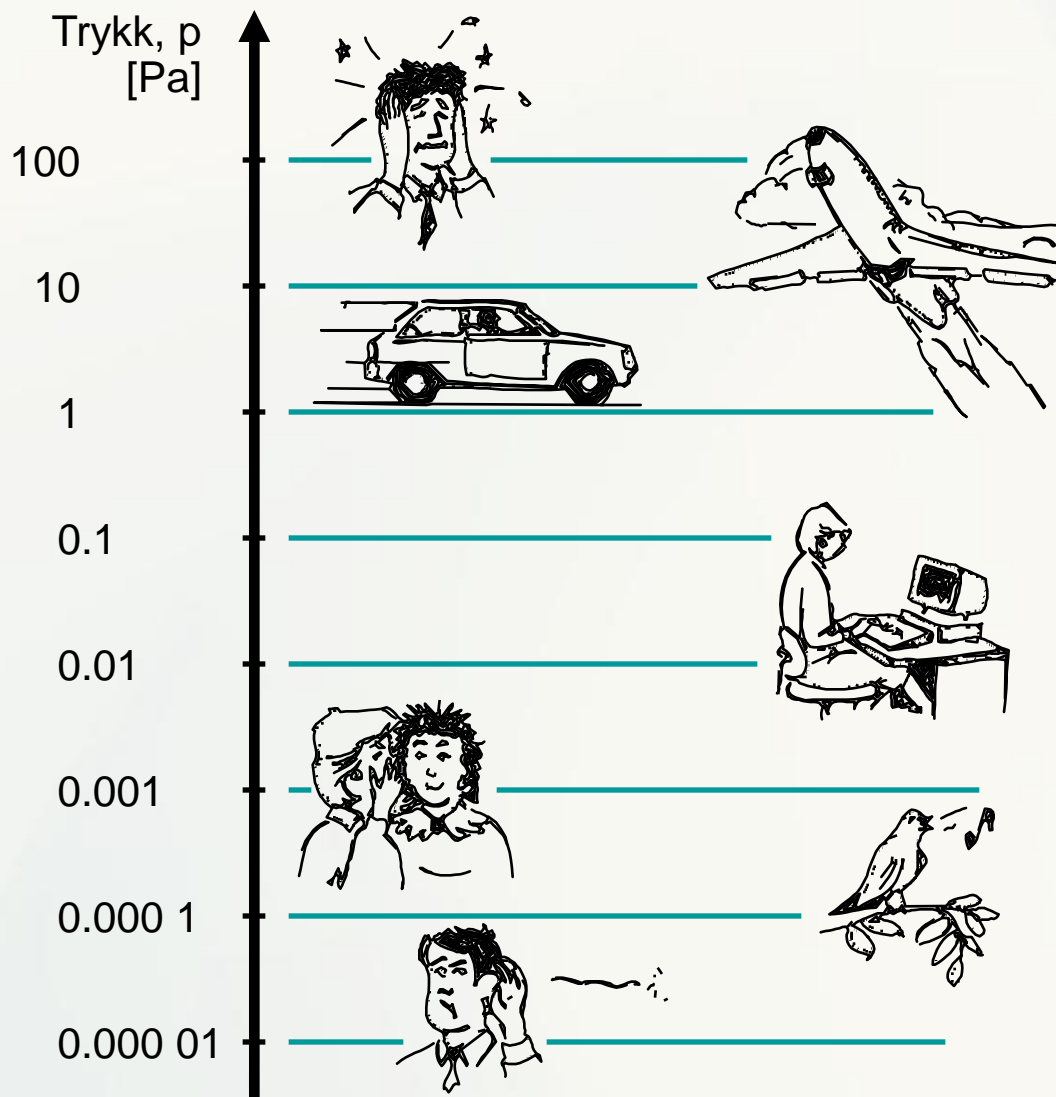
(www.gmi.edu/~drussell/Demos.html)

ØRETS DYNAMISKE OMRÅDE

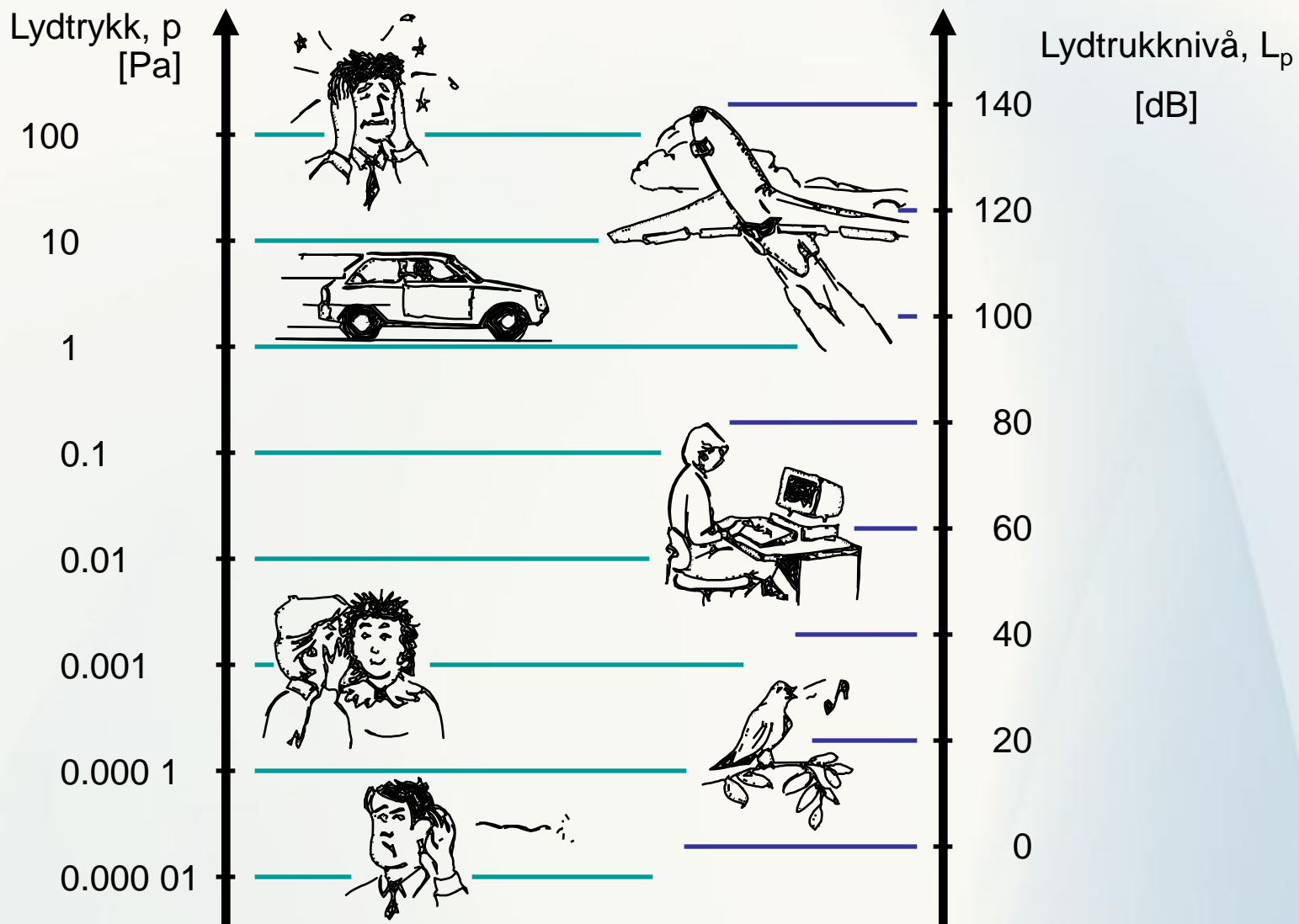
(Forskjell mellom svakeste og sterkeste lyd som høres)

- 140 dB
- 10^{14}
- EN TIL ETT HUNDREDE TRILLIONER

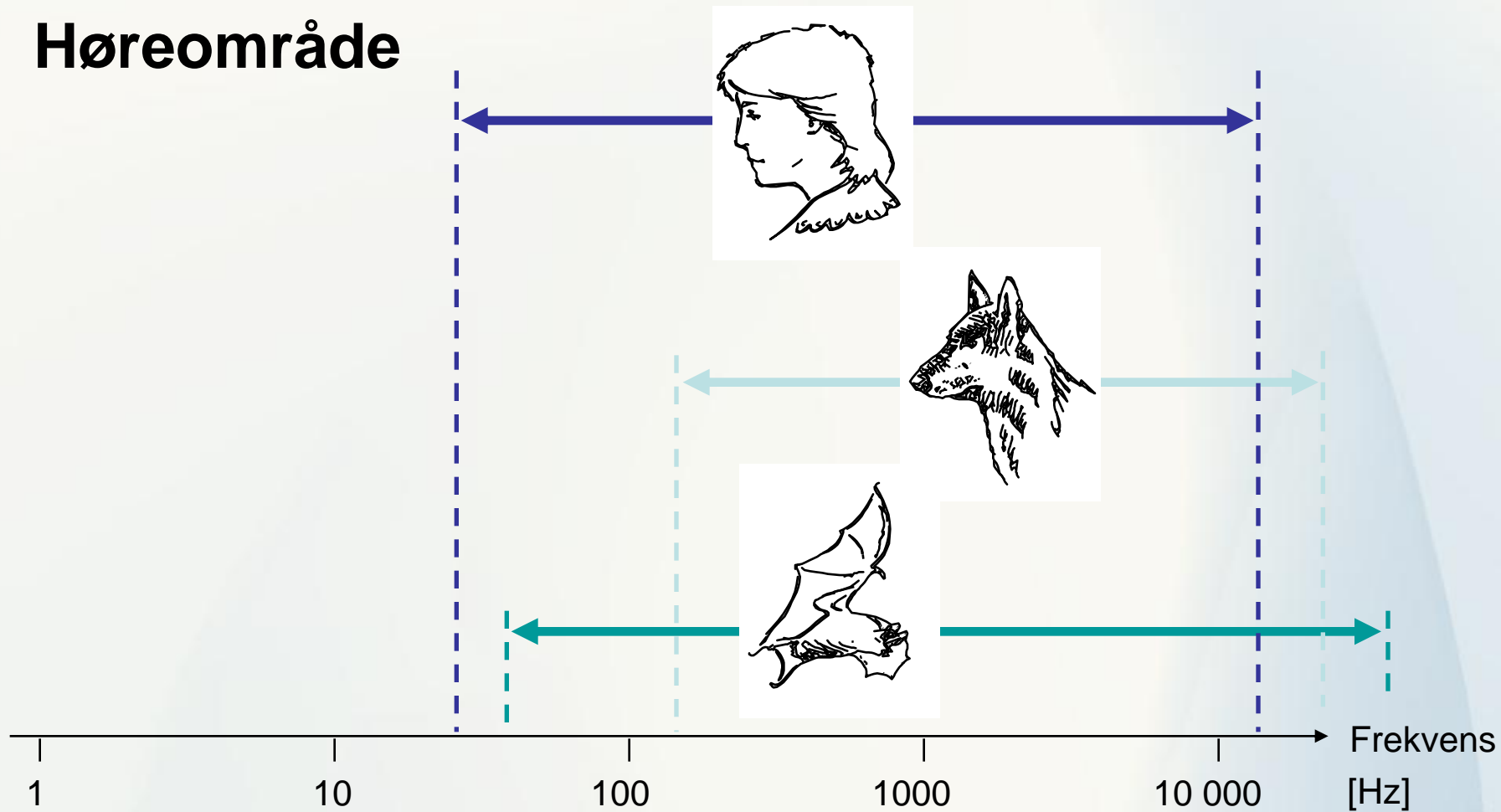
Lydtrykkvariasjon



Lydtrykknivå område



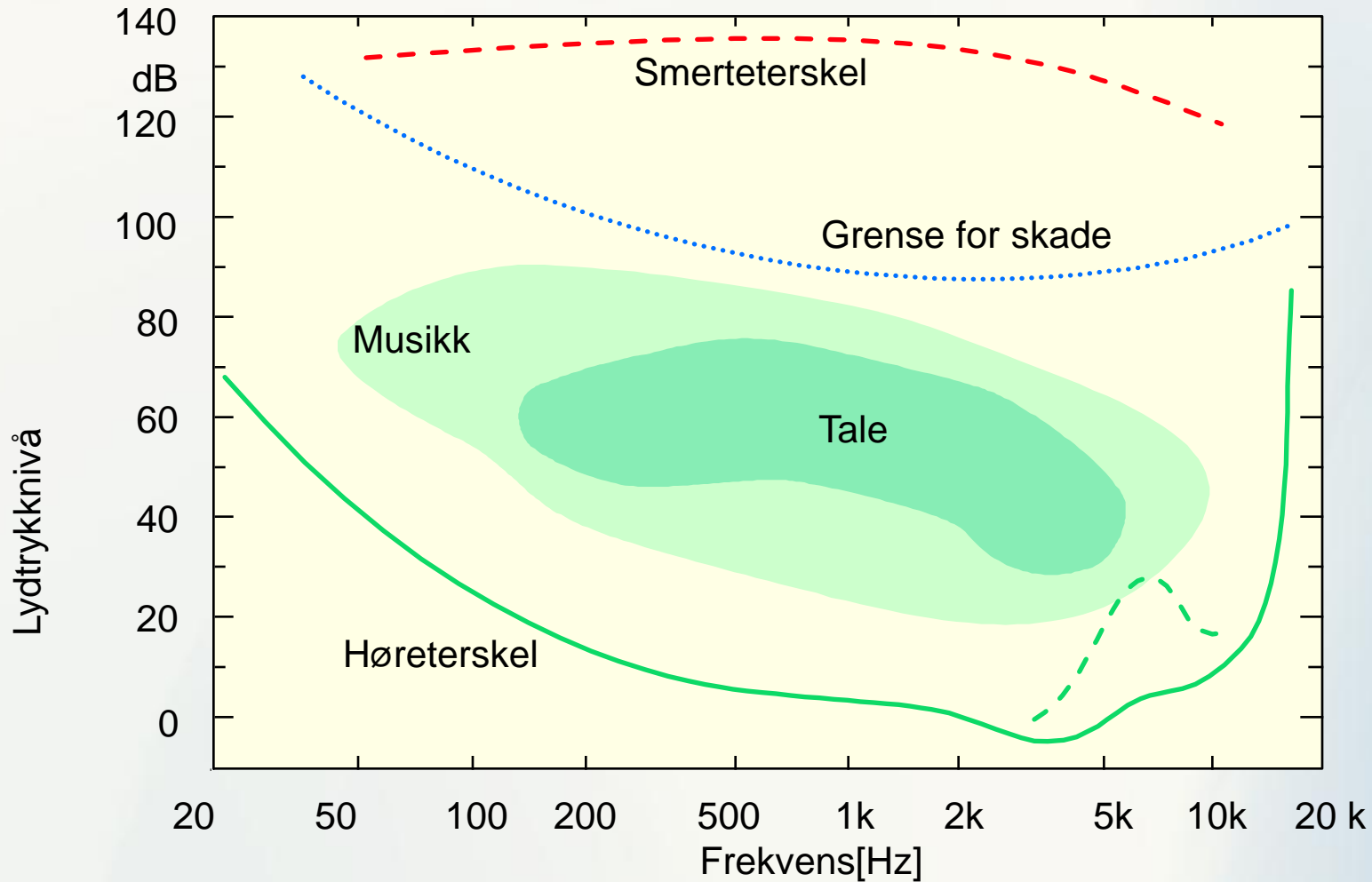
Høreområde



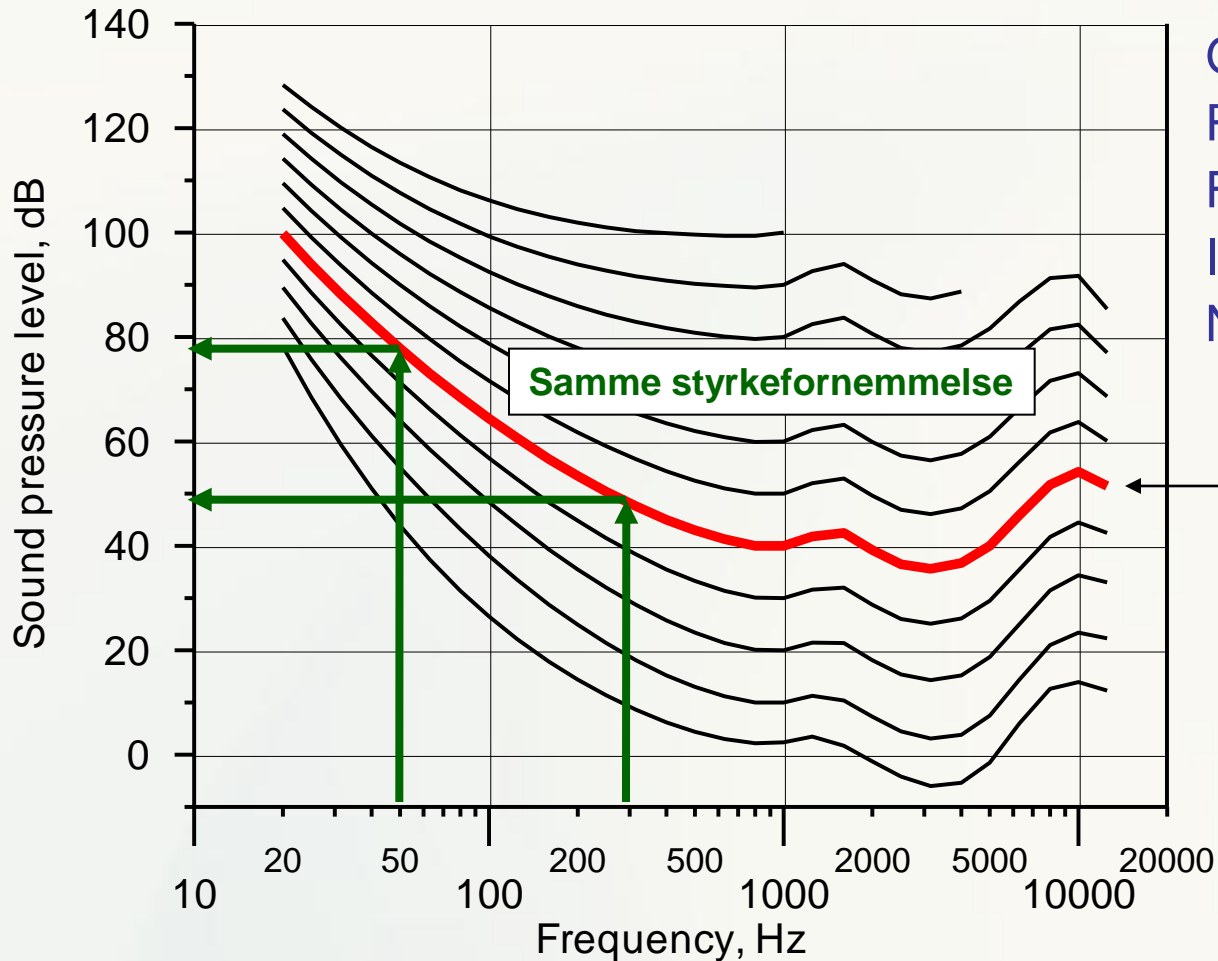
Oppfattelse av dBer

Endring i Lydtrykk-nivå (dB)	Endring i Oppfattet hørestyrke
3	Akkurat oppfattet
5	Merkbar forskjell
10	Dobbelt (eller 1/2) så sterkt
15	Stor forskjell
20	Fire ganger (eller 1/4) så sterk

Høreområde



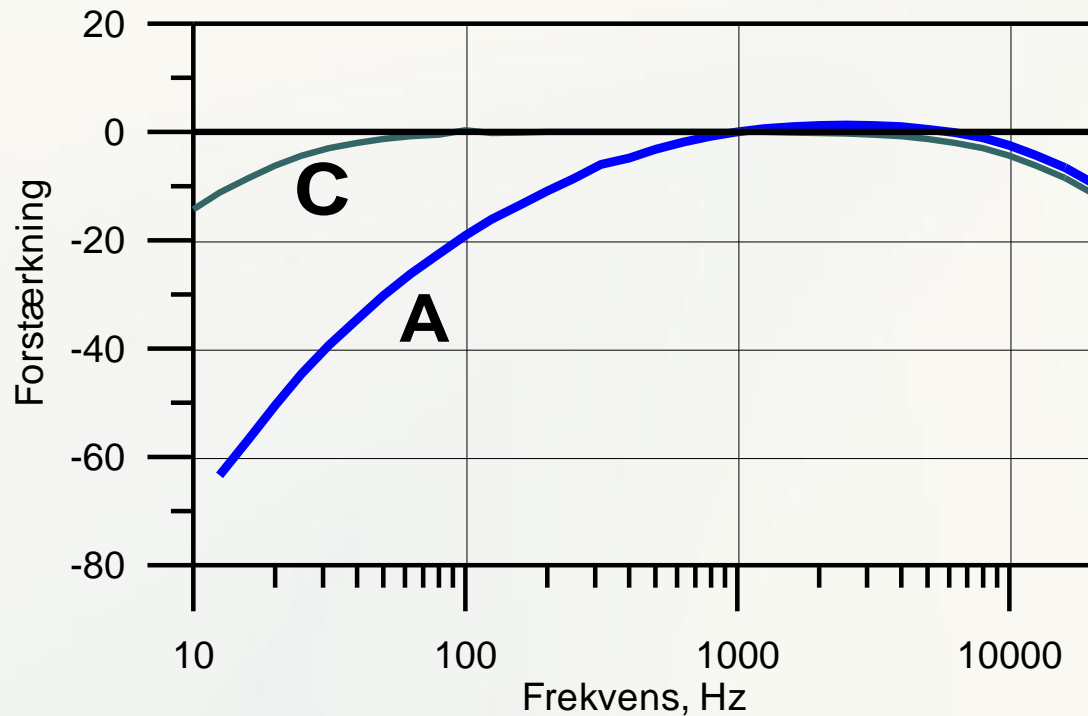
Ørets følsomhet



Gjelder for
Rene toner hørt isoleret
Fritt felt, frontalt lydinnfall
Ingen baggrundsstøy
Normal hørsel

40 phon

A- og C- vekting



A-vektingen anvendes generelt ved støymålinger.

Virkning: Lave frekvenser får mindre vekt

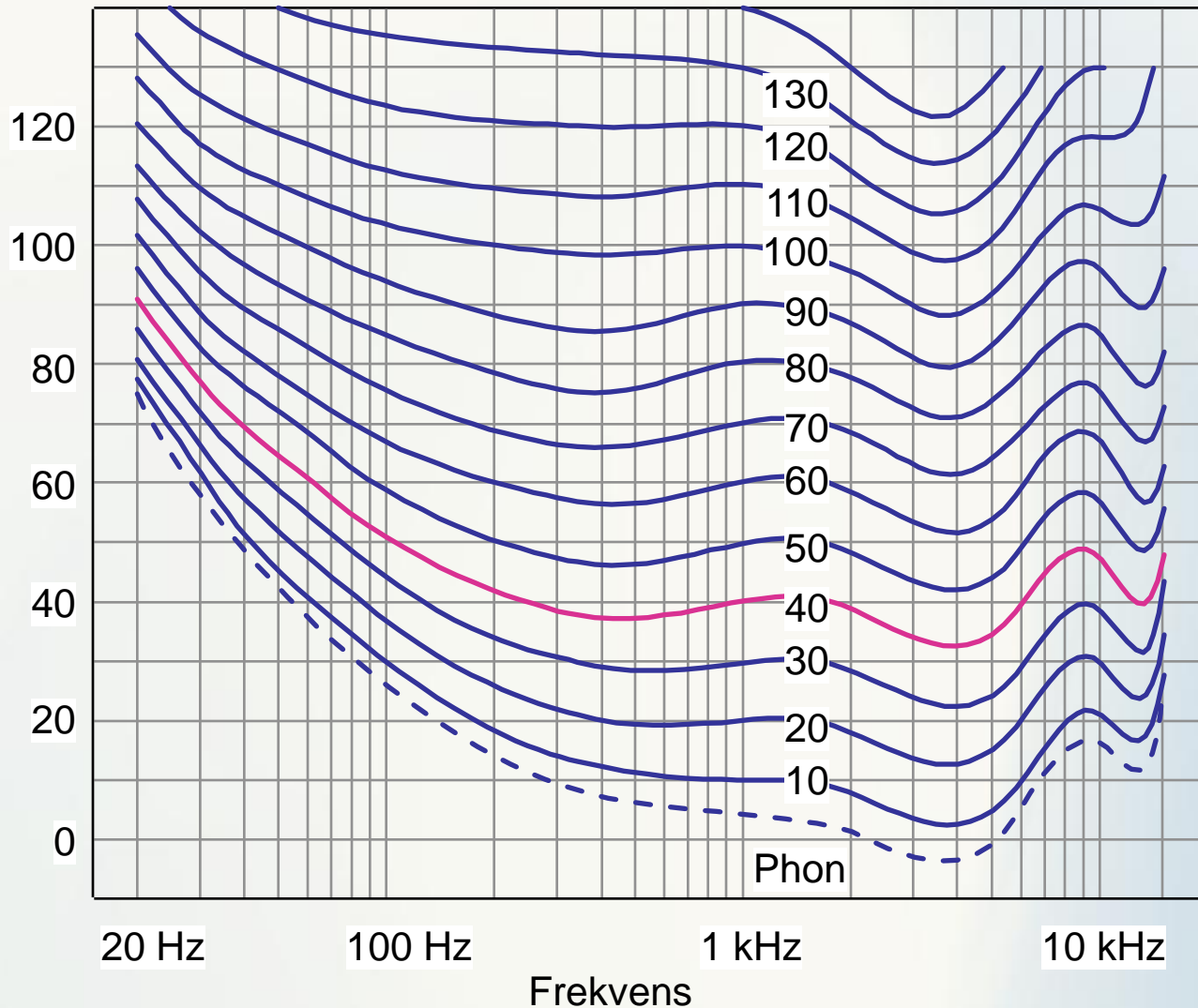
Fx: dempning av vindstøy

Blev innført for å etterligne ørets følsomhet, men det holder **ikke** i praksis

A-vekting er et speilbilde av 40 phon kurven

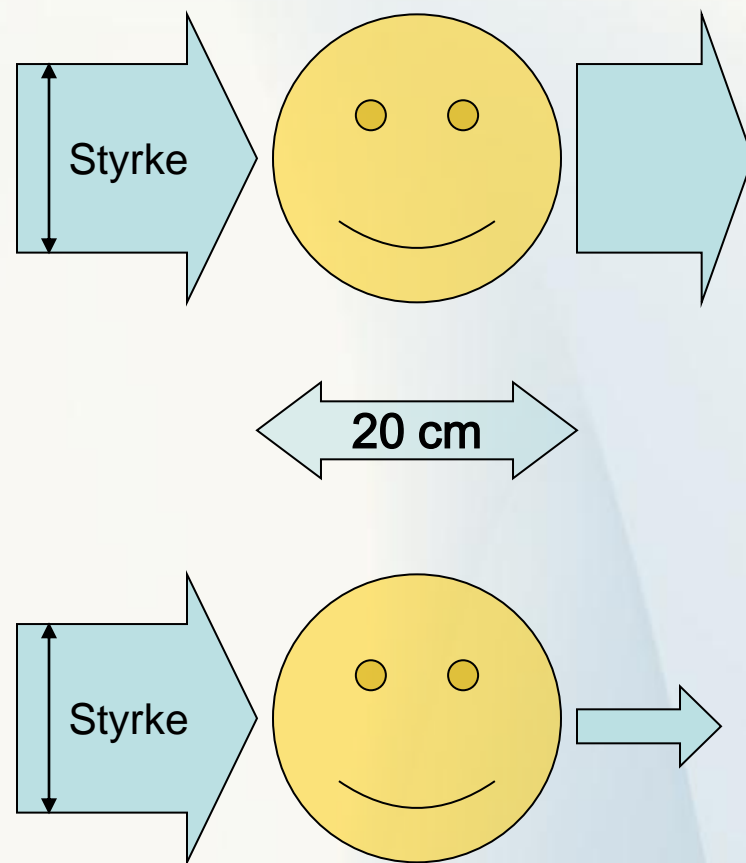
Likelydskurver for reine toner

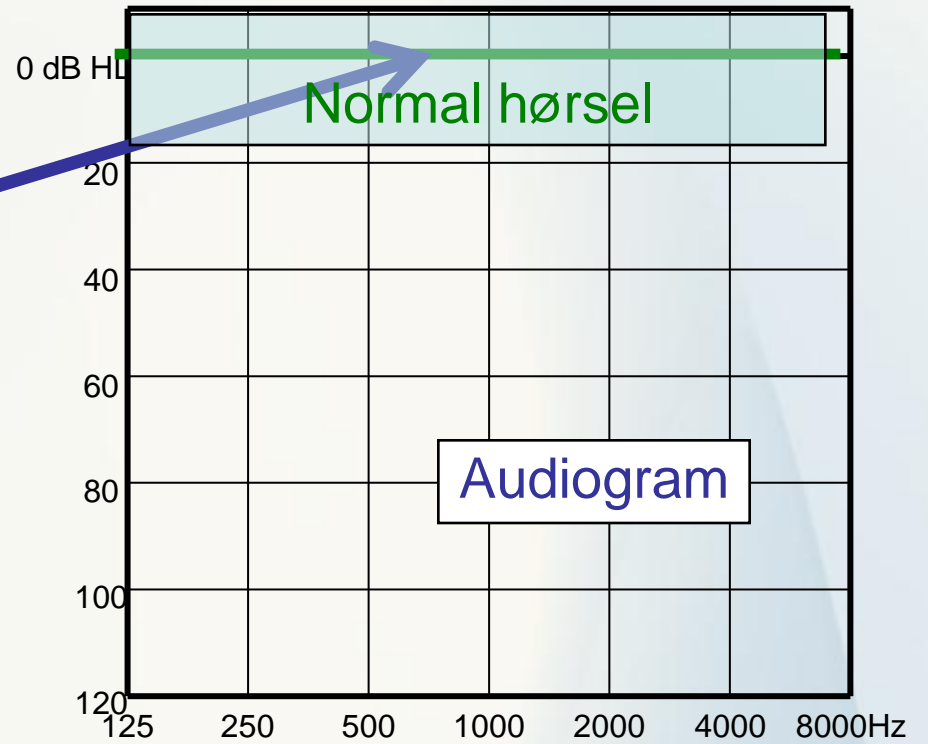
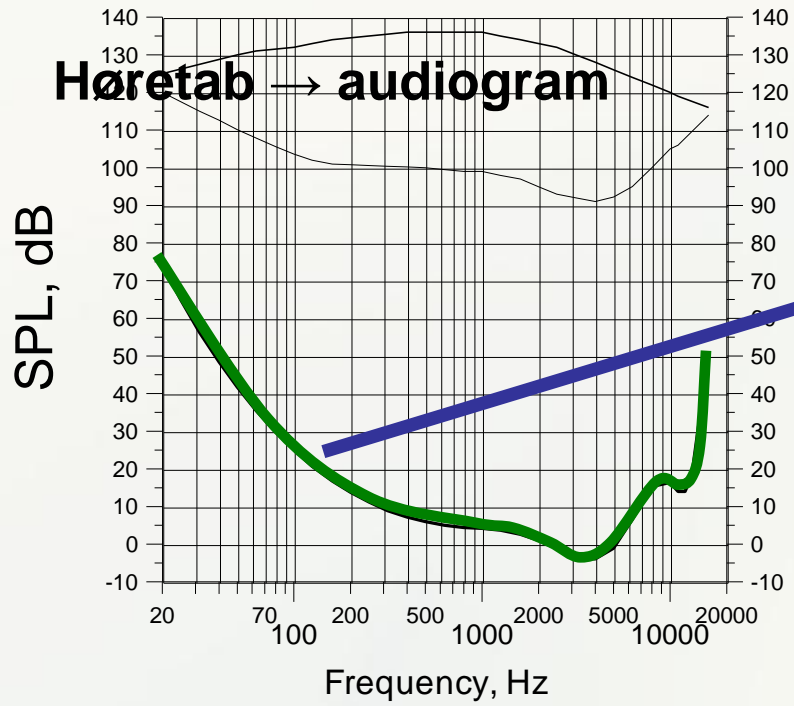
Lydtrykk-
nivå, L_p
(dB re 20 μ Pa)



Bølgelengde, λ

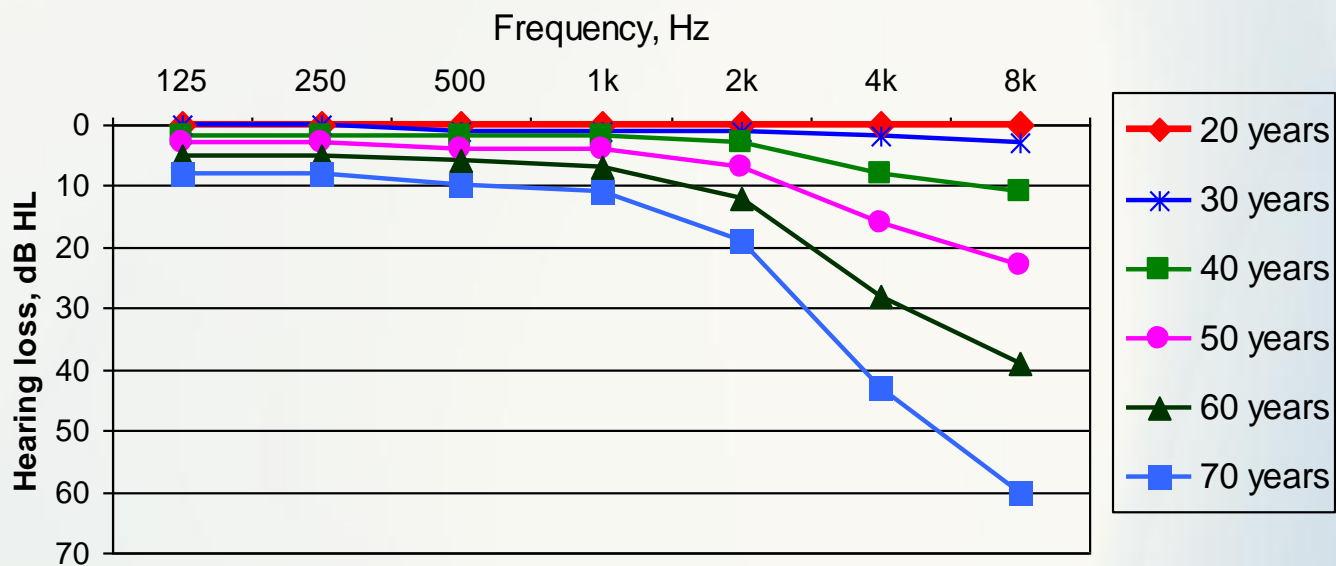
- 100 Hz 3,43 m
 - Ingen skyggevirking
- 1000 Hz 34,3 cm
 - 'Samme' størrelse
- 10 000 Hz 3,43 cm
 - Kraftig skyggevirking





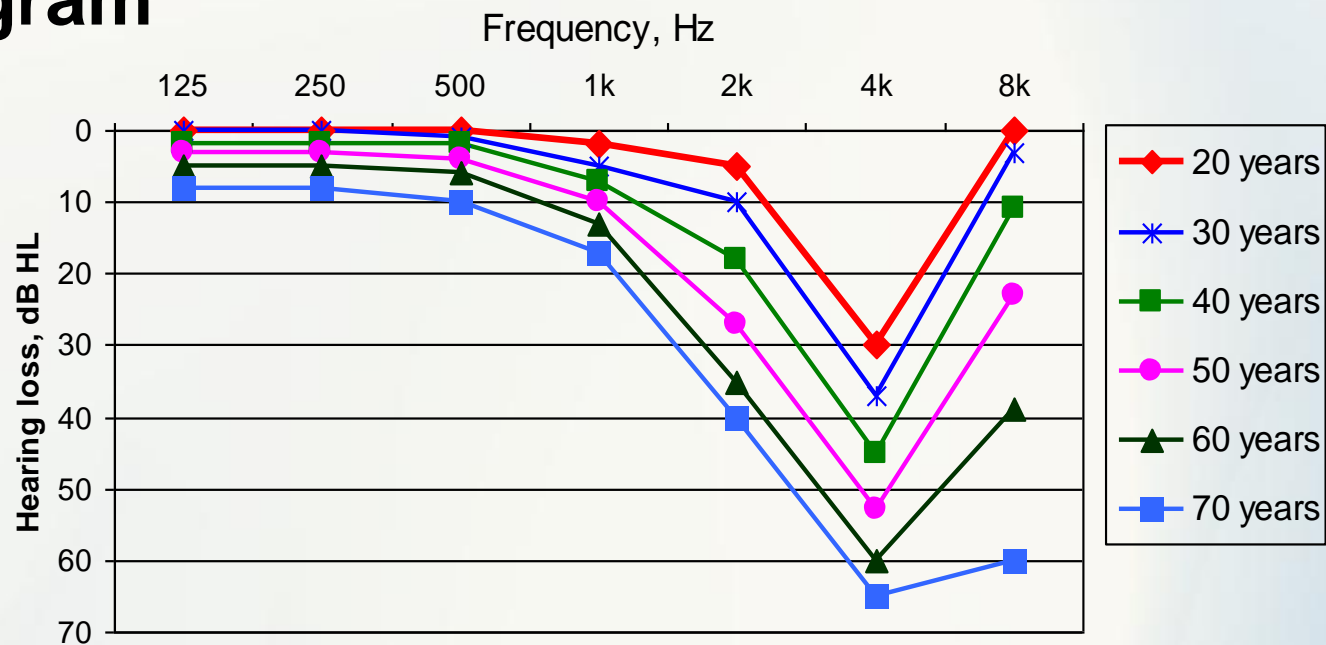
Audiogram

Hørseltap hos menn. Effekt av alder (Median, ISO 7029)



Høreseltap som skyldes støy (ISO 1999)

Audiogram

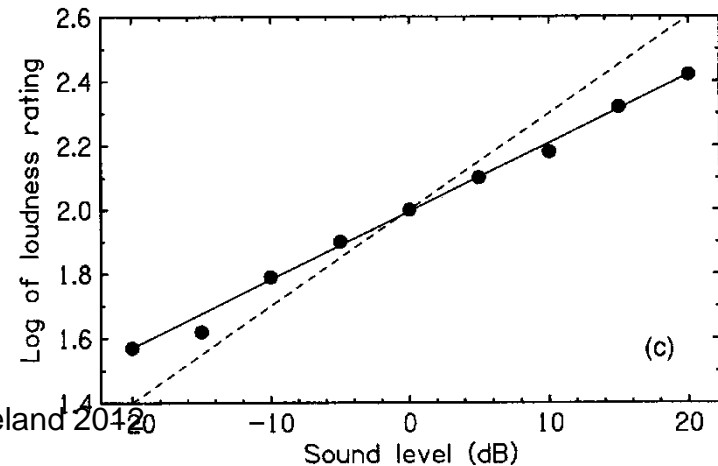
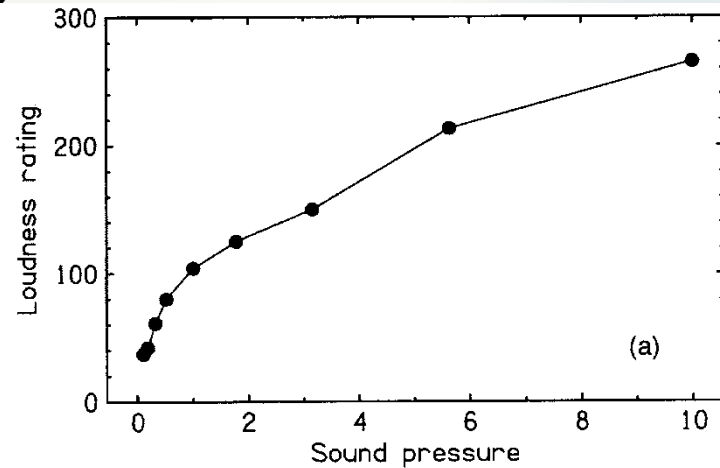


Loudness skalering

En loudness skalering måler hvordan den fysiske lydstyrken til en lyd relaterer seg til personens subjektive oppfattelse av lydstyrken.

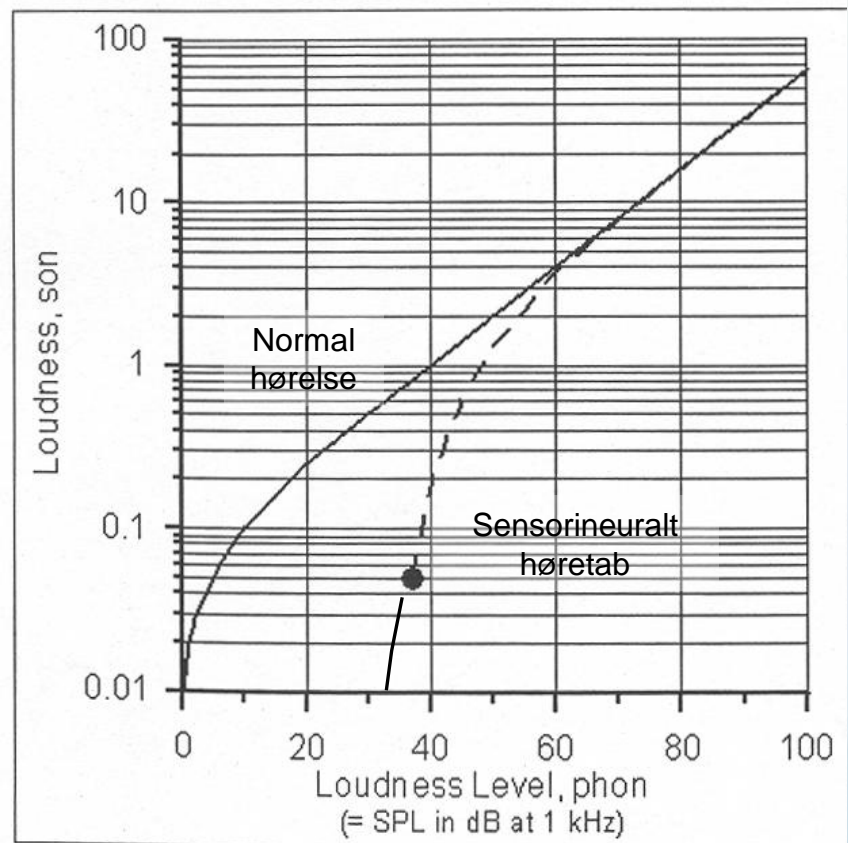
❖ Her er Loudness Skalering foretatt med Magnitude Estimation, hvor en gruppe av testpersoner har anngitt et tall (en størrelse) for styrken av bredbåndsstøy presenteret ved 9 forskjellige niveåer (range 40 dB)

❖ Når man tar logaritmen til skalaen for den øverste kurven, fås en rett linje

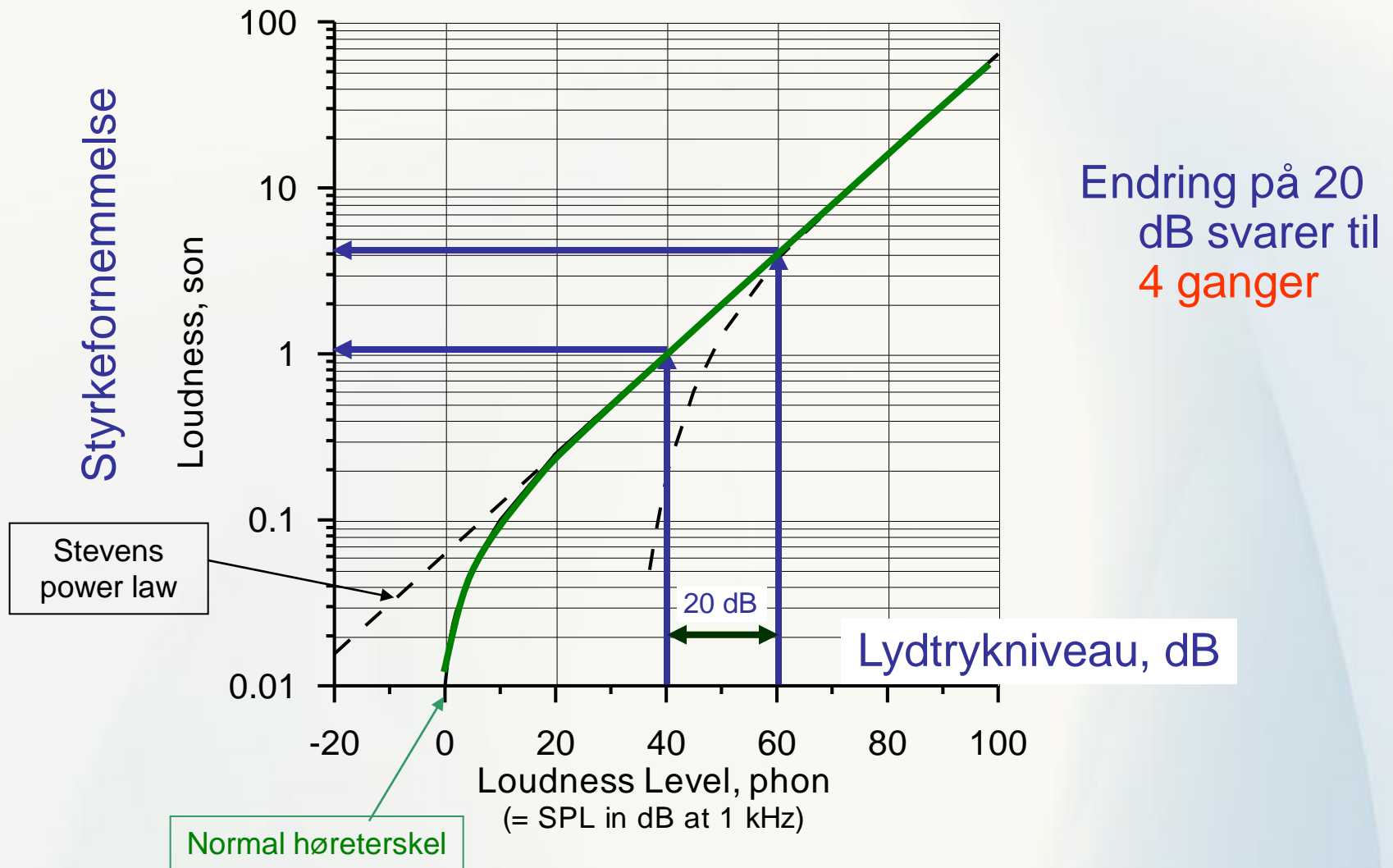


Normal loudness, Loudness recruitment og Softness imperception

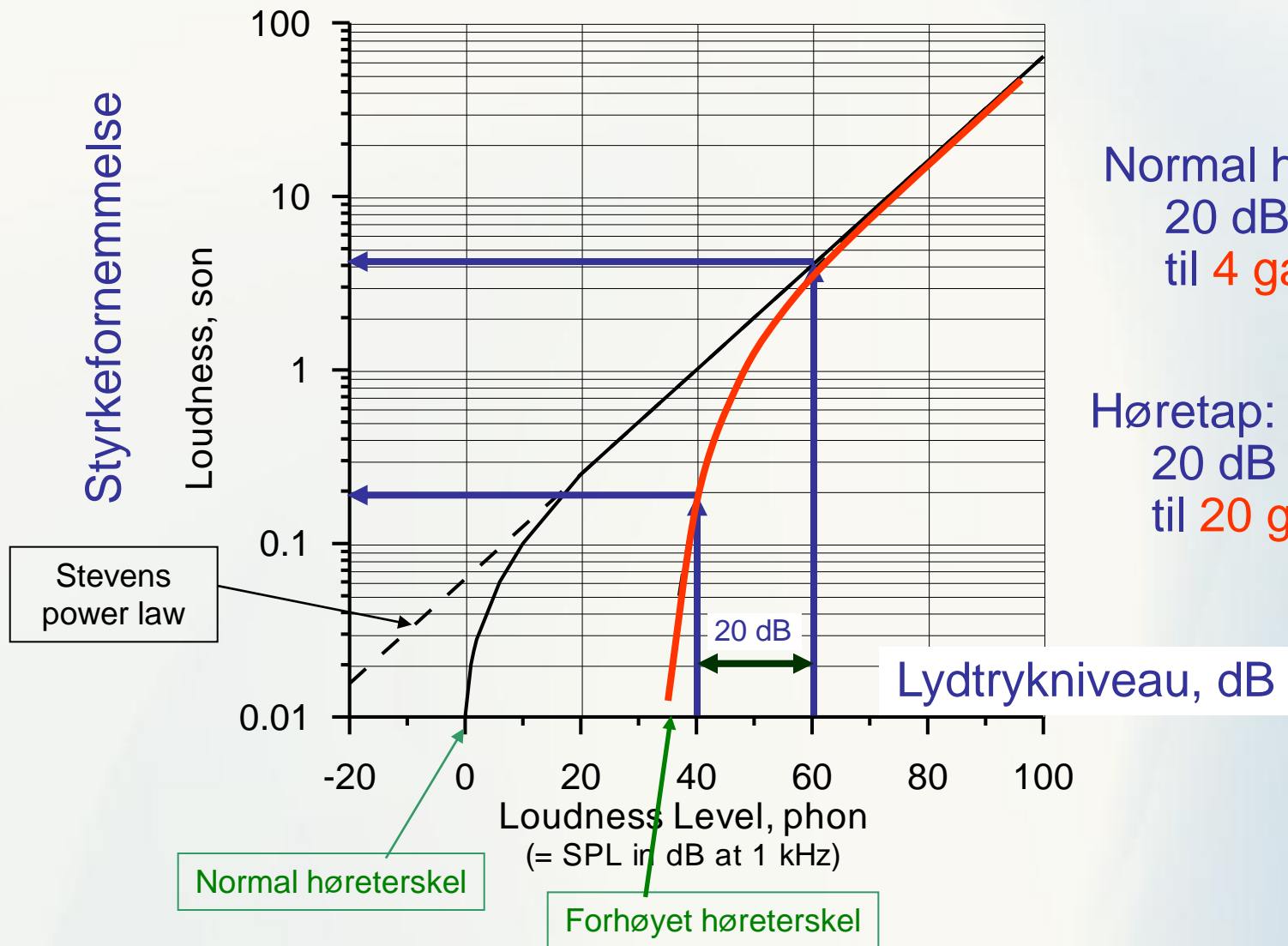
- ❖ Normalthørendes oppfattelse av styrken til 1 kHz tonen kan beskrives som en lineær funksjon (Stevens power law) for nivåer over 20 dB SPL
- ❖ Ved **loudness recruitment**, opplever den hørselhemmede at lydens styrke økes langt hurtigere ved nivåer akkurat over høreterskjen, ift. til den normale loudness-oppfattelse.
- ❖ Begrepet **softness imperception**, betyr at den hørselhemmede mister evnen til å oppleve lyder som svake, når de presenteres rundt høreterskel (Buus & Florentine, 2001).



Styrkefølelse, normal hørelse



Styrkefornemmelse, hørseltab



Normal hørsel:
20 dB svarer
til 4 gange

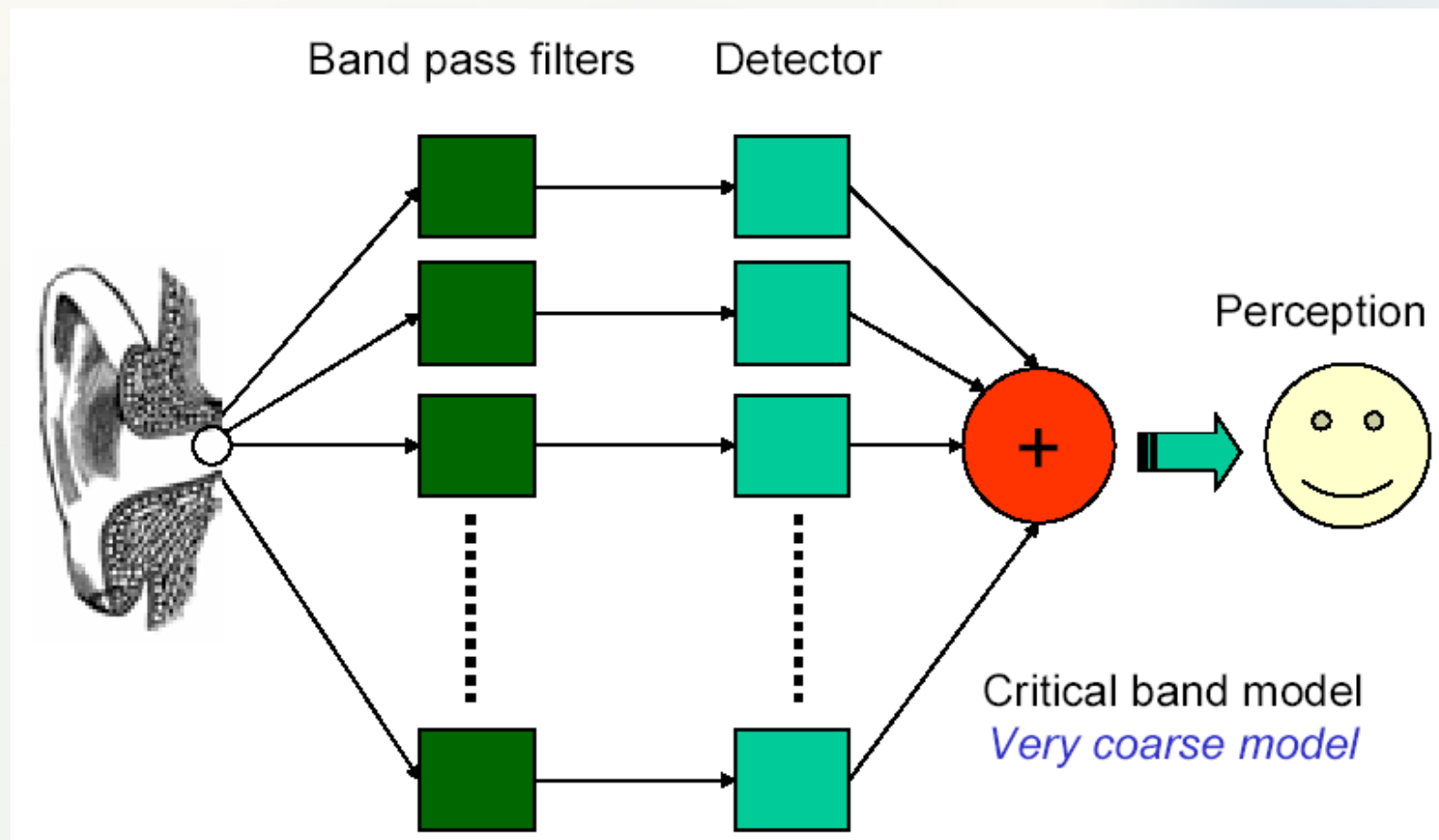
Høretap:
20 dB svarer
til 20 gange

Frekvensselektivitet og de kritiske bånd

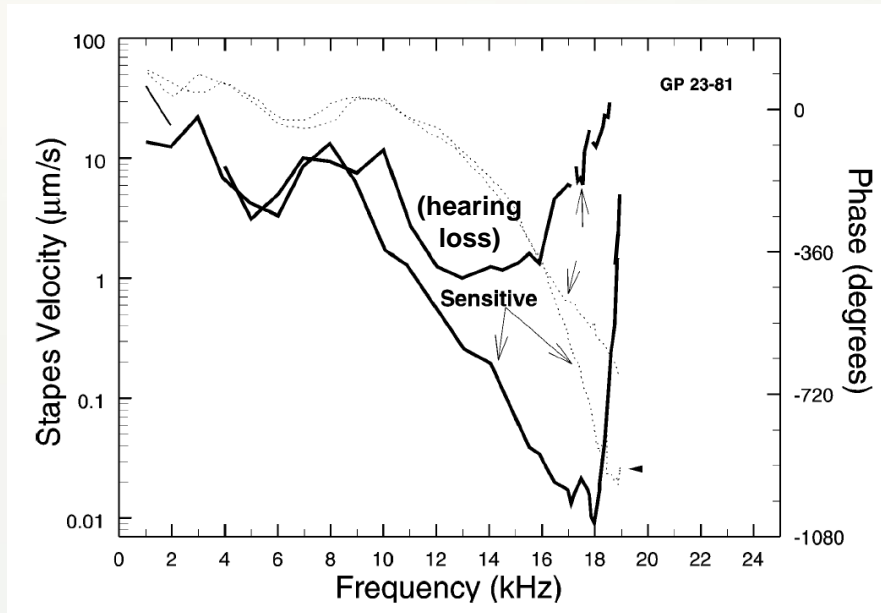


- ❖ Frekvensselektivitet er en fundamenta del av den menneskelige hørsel
- ❖ Har betydning for vår evne til å høre bestemte lyder, i en bakgrunn av støy (maskering).

Cochlea's filterbank

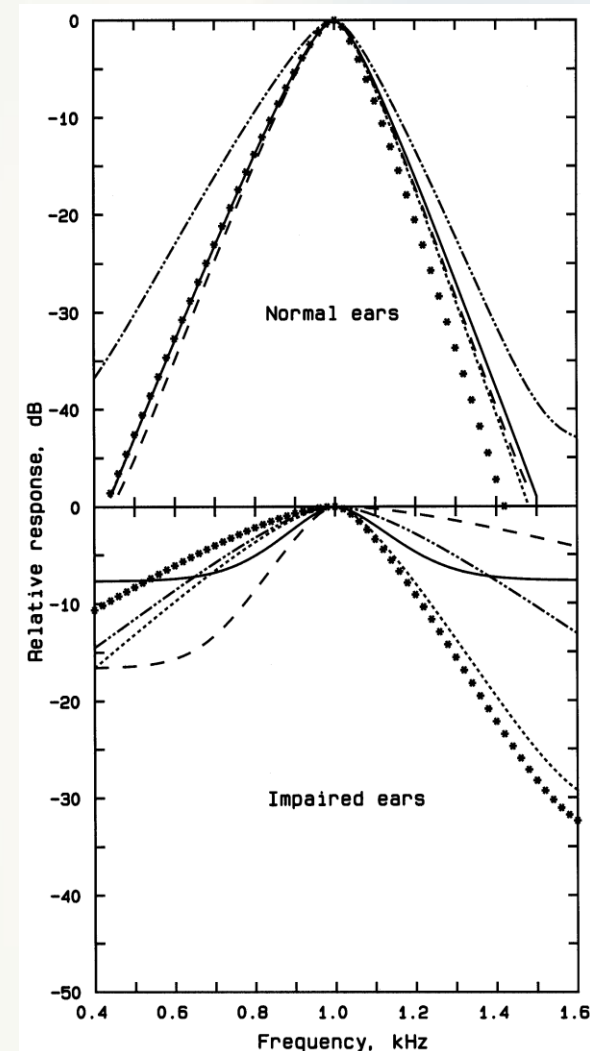


Bredere auditive filtre hos hørselshemmede



- ❖ Sensorineuralt hørsetap, resulterer i **bredere kritiske bånd**.
- ❖ Hørselshemmede oplever **mere maskering mellem båndene**, og har derfor vanskeligere med å skjelne tale i baggrunnsstøy.

Auditory filters



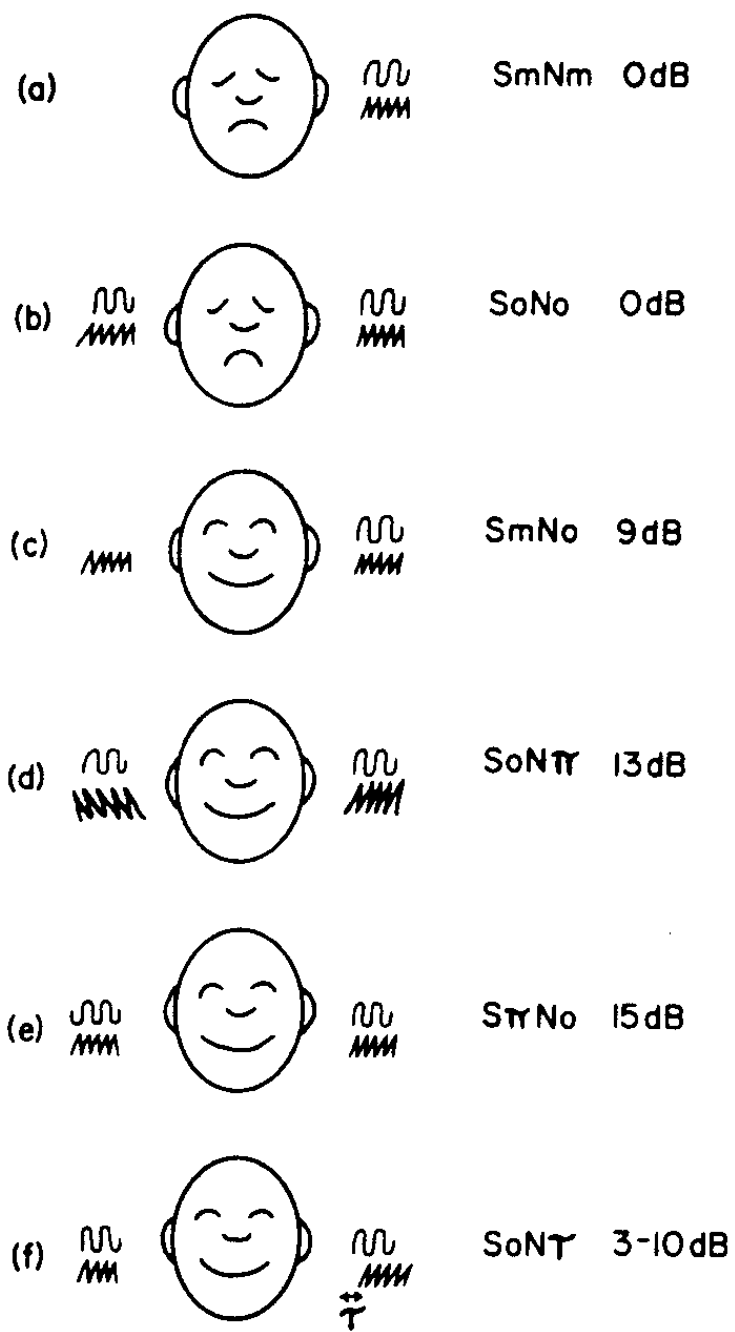
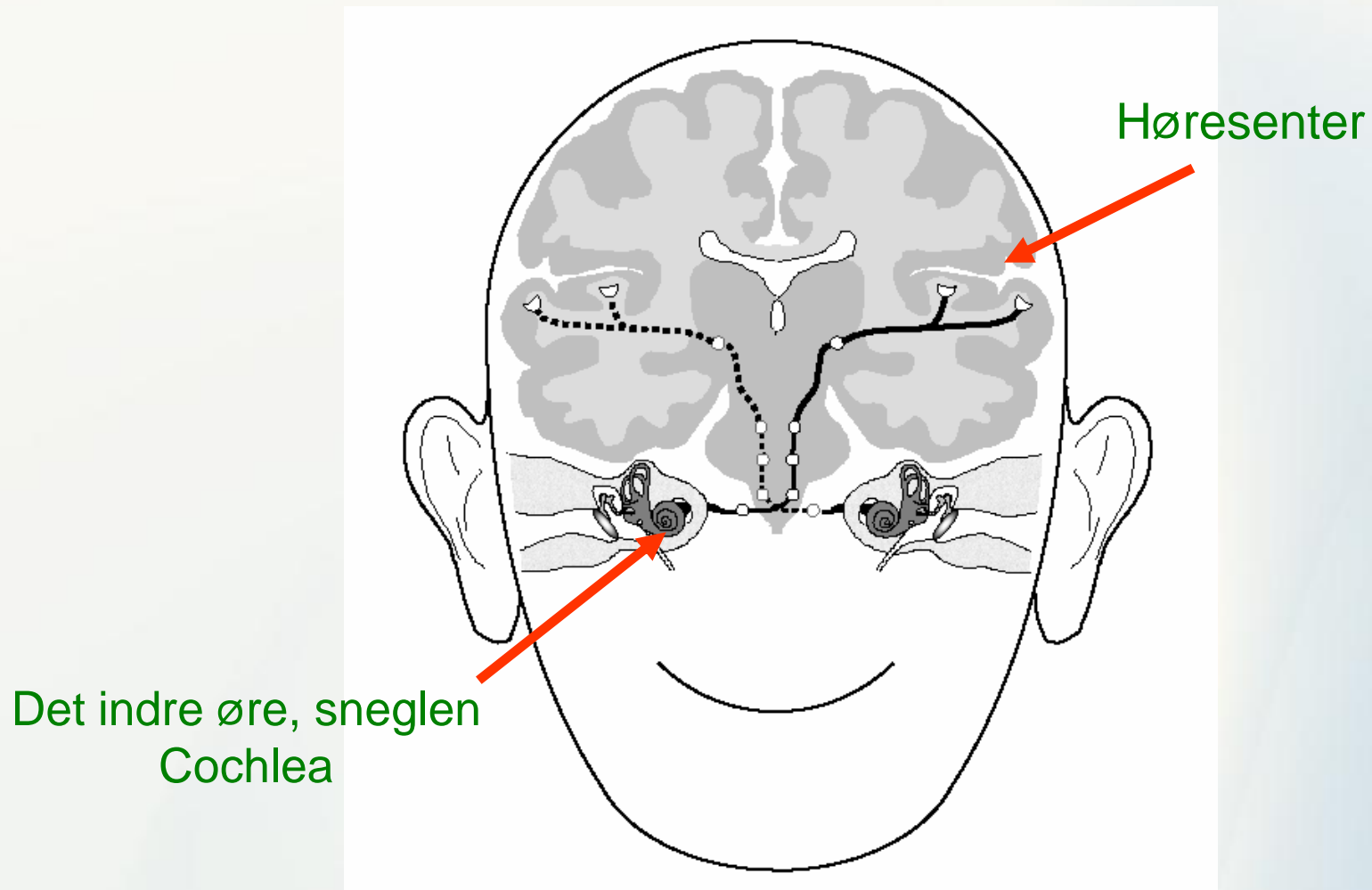
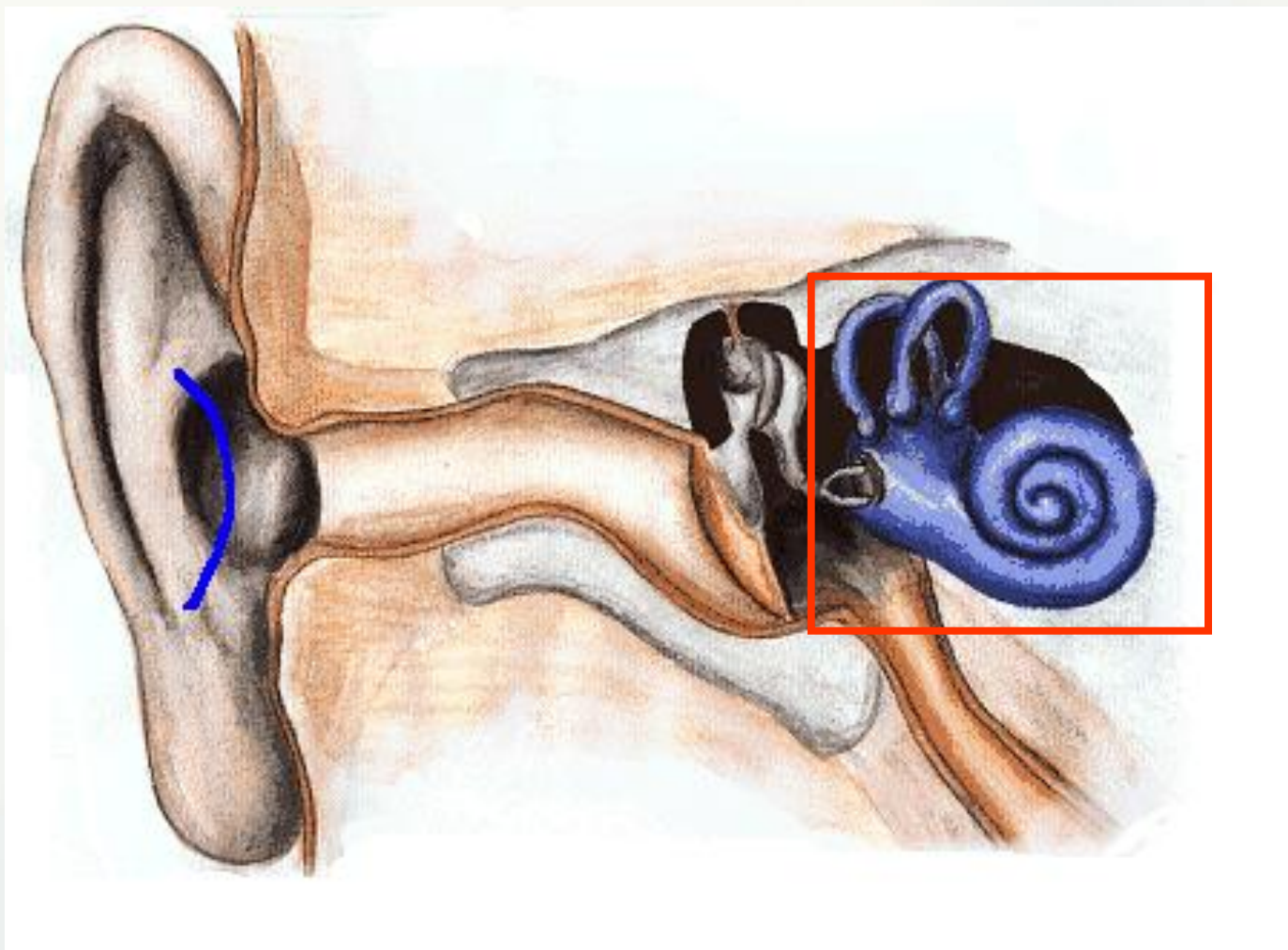


Figure 13.12 Masking level differences (MLDs) for various conditions.

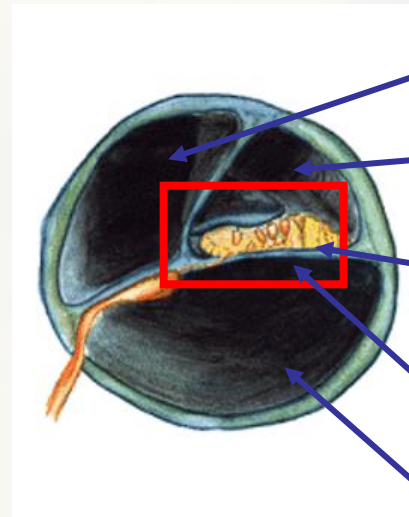
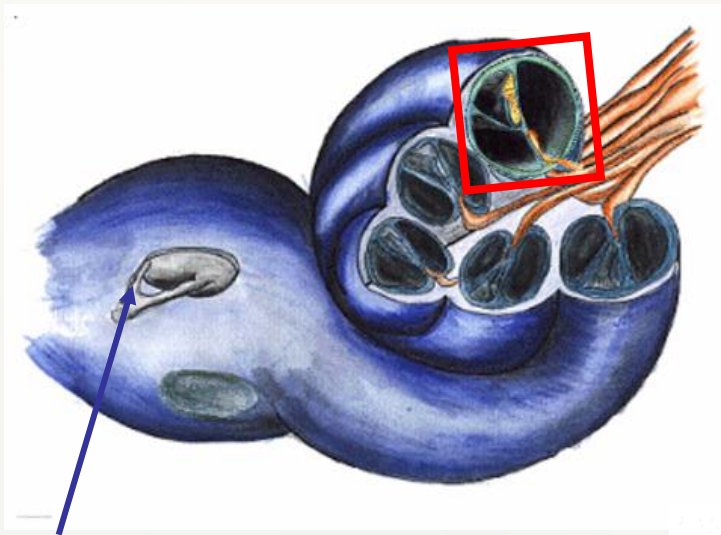


Øret



Det indre øre

Sneglen (Cochlea)



- scala vestibuli
- scala media
- Cortiske organ
- Basilar membran
- scala tympani

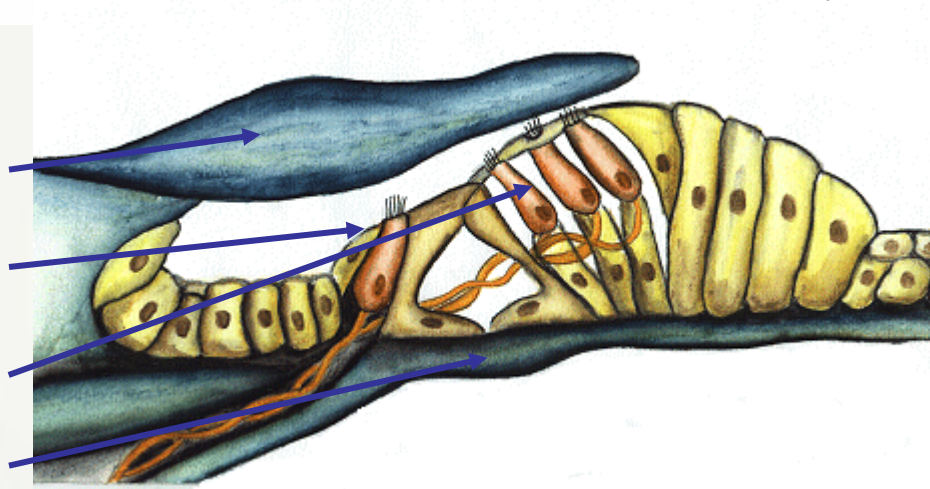
stigbøyle

Tectorial membran

Indre hårcelle

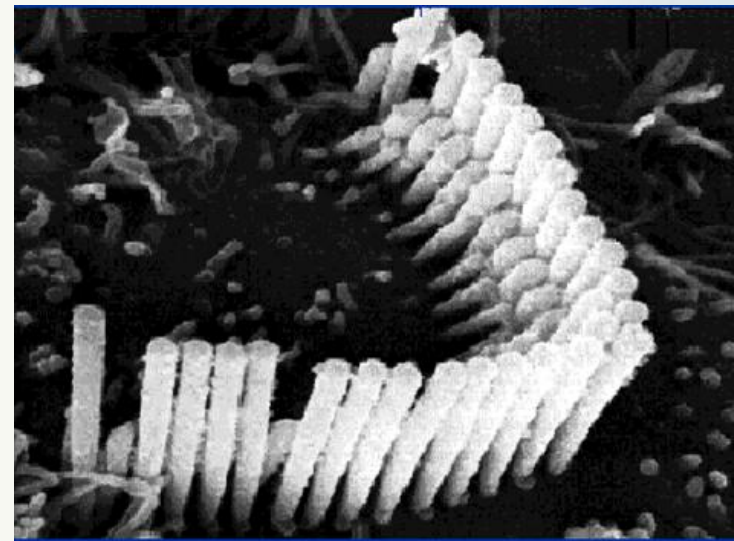
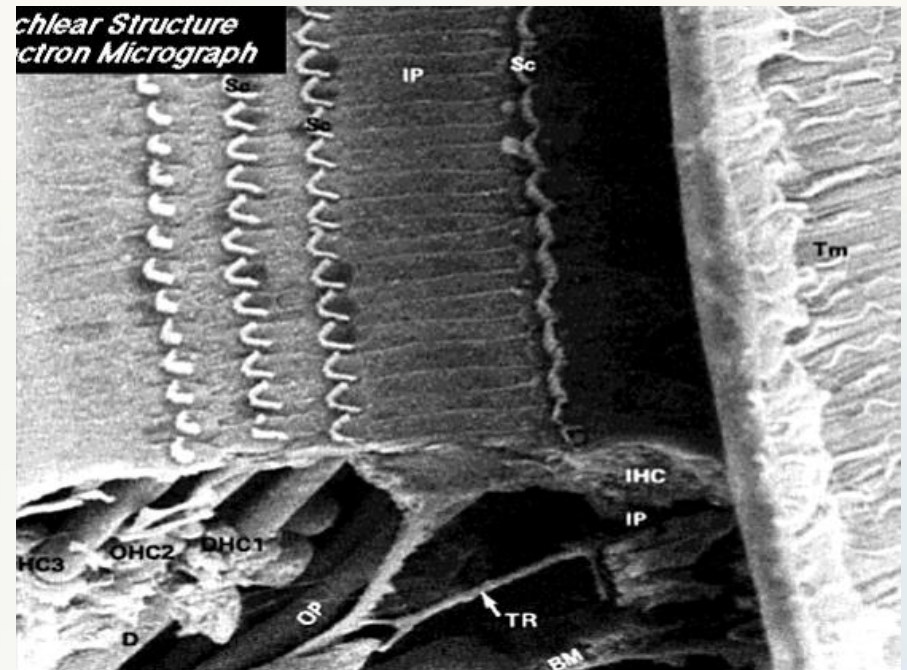
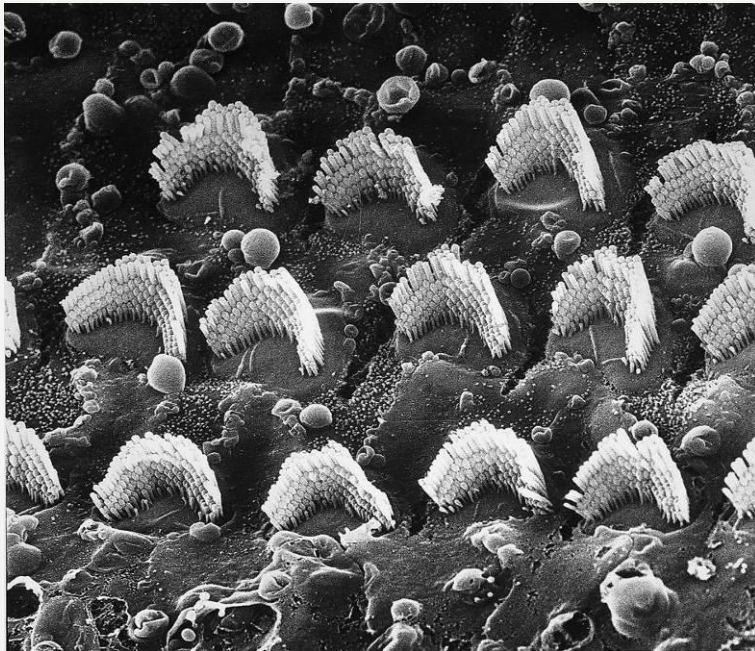
Ytre hårceller

Basilar membran



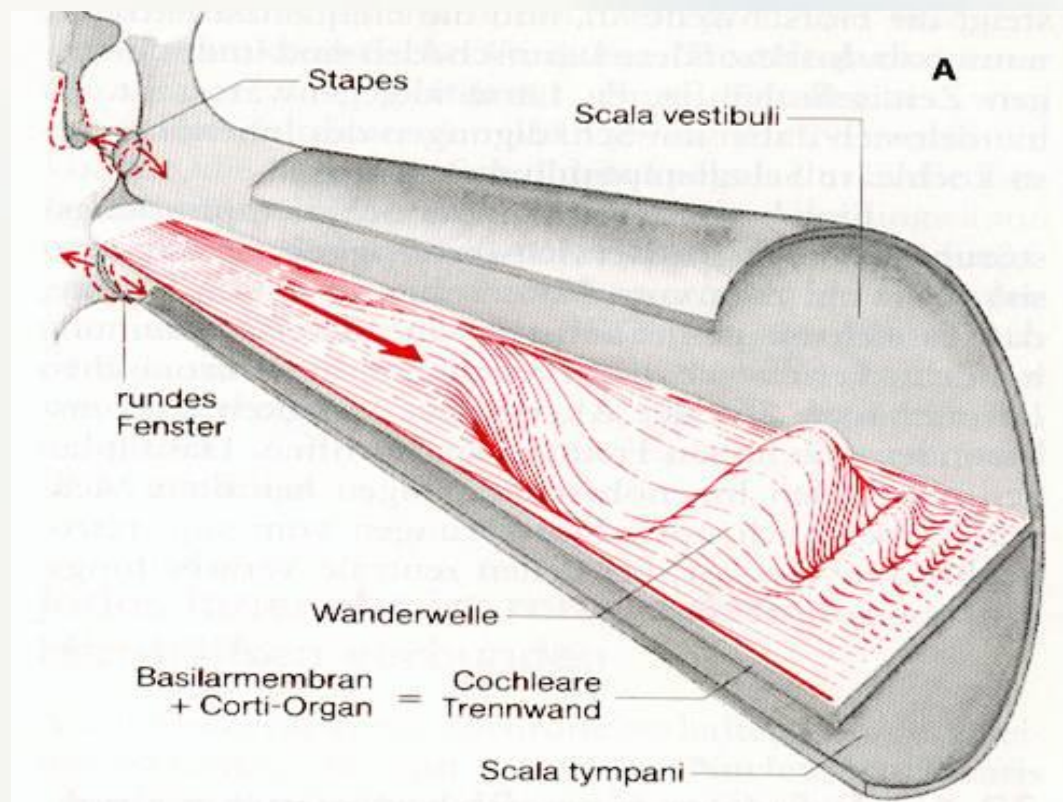
Indre og ytre hårceller

- ❖ På basilarmembranen sitterer ca. **3.000 indre hårceller (IHC)** og ca. **12.000 ydre hårceller (OHC)**.
- ❖ De indre hårceller sitter ordnet i én lang rekke, mens de ytre hårceller er placeret i trekantformationer, i tre rekker.
- ❖ På toppen av cellerne findes cilier (fimmerhår), hvorav OHC's cilier rager opp i tectorial membranen.

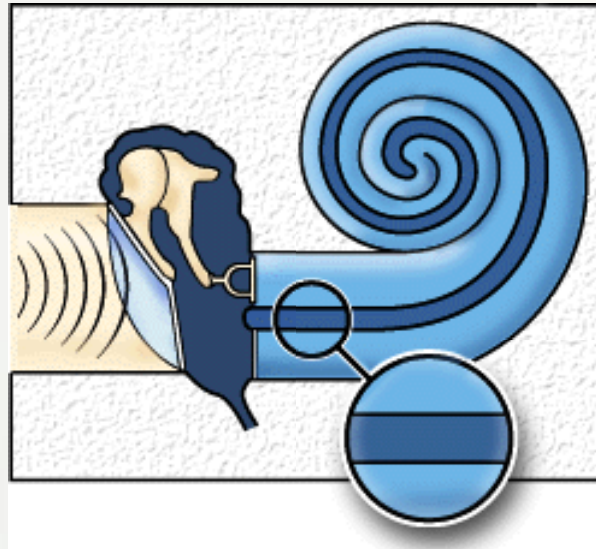


Vandreboelgen på basilmembranen

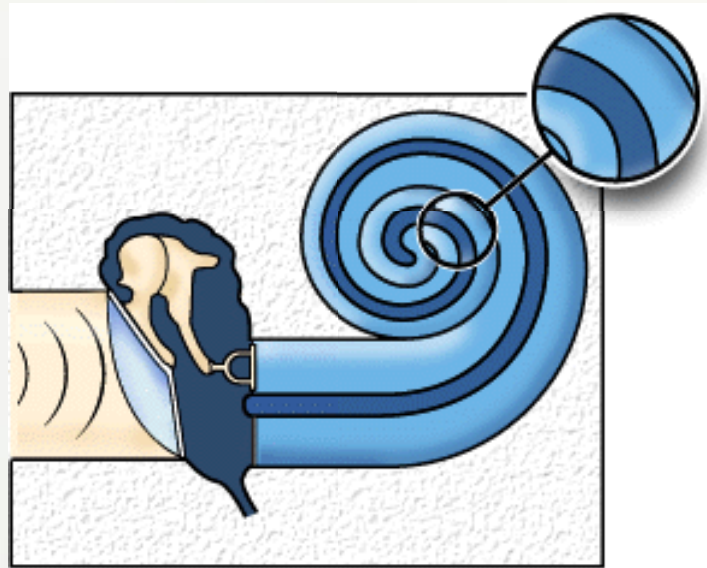
- ❖ Basilmembranen er ca. 32 mm lang.
- ❖ I den basale ende (ved vinduene) er BM 0.1 mm bred, mens den i den apikale ende (toppen av sneglen) er 0.5 mm bred.
- ❖ BM er smal og stiv i den basale del, men den gradvis blir bredere og mere slapp i den apikale del.
- ❖ Denne strukturen gir anledning til boelgedannelse langs membranen lengde, som første gang blev observert af **Georg von Békésy** i 1928.



Basilar Membrane Deflections In Response To High Frequency Sound



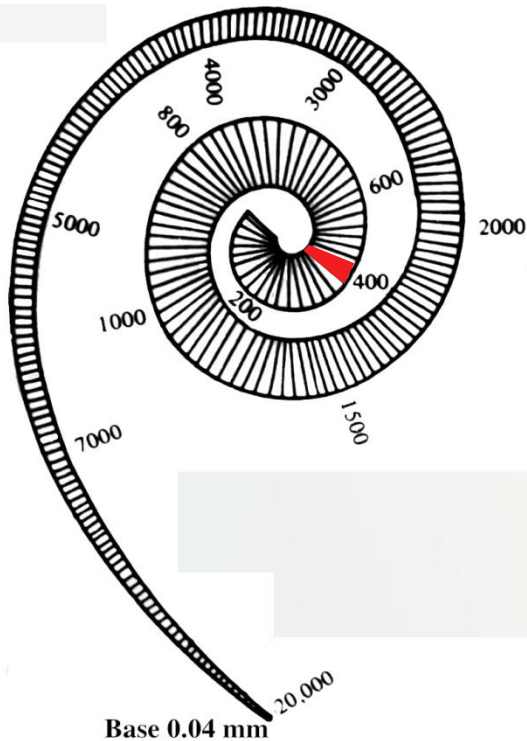
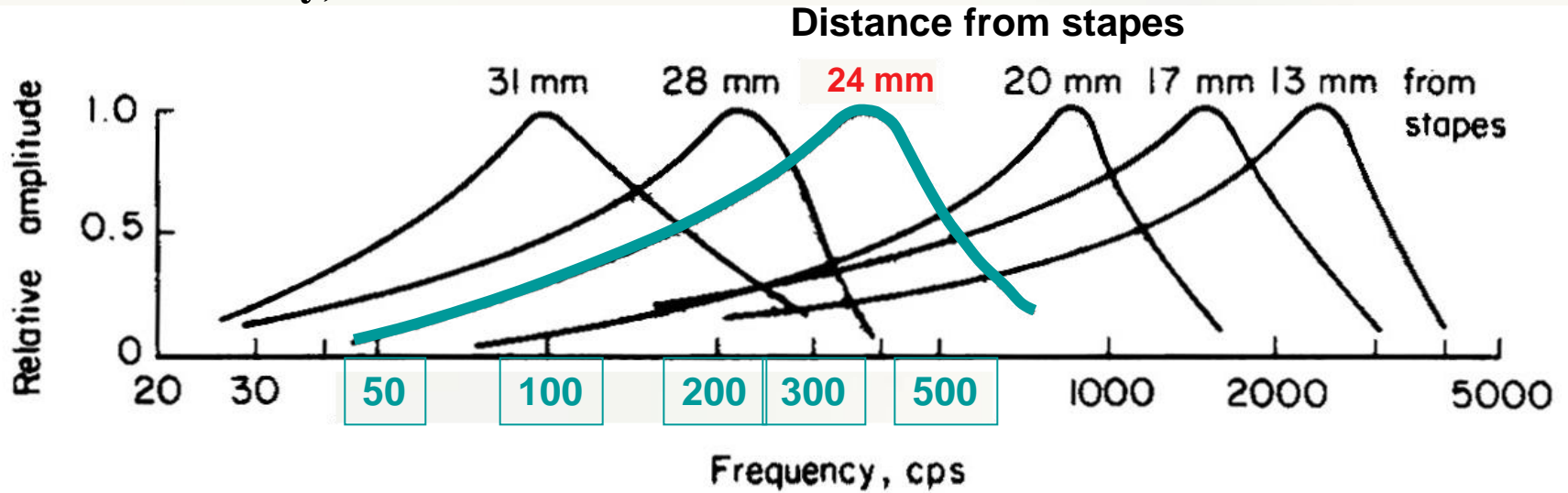
Basilar Membrane Deflections In Response To Low Frequency Sound



Gregor Von Békésy Nobel pris I medisín i1961



From von Bekesy, 1960



Each curve represents the responses von Bekesy observed when he studied the responses of **one place** along the cochlea to stimulation with a **range of frequencies** with loud tones.



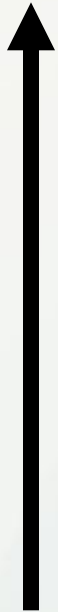
LINEAR

FREQUENCY

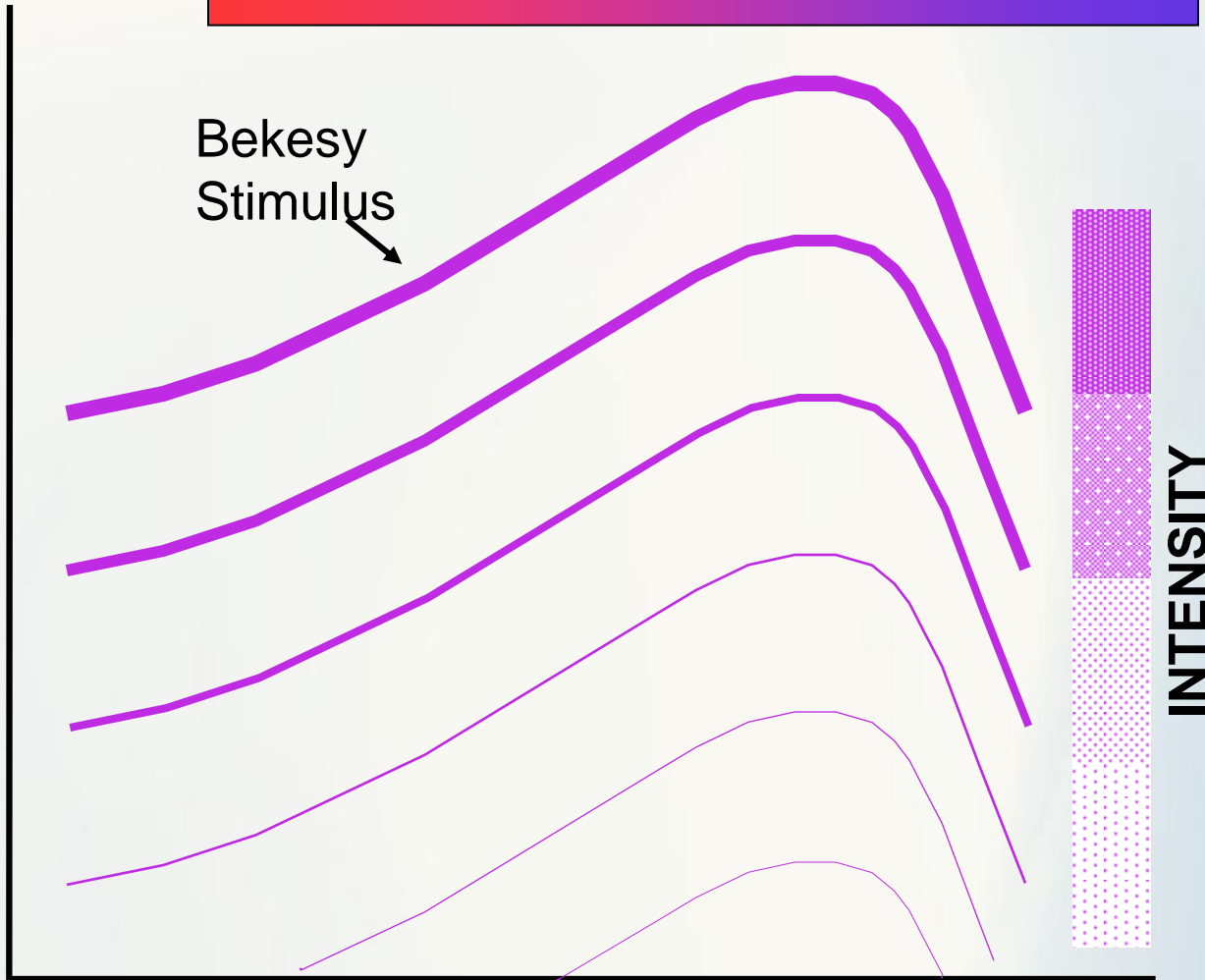
High

Low

BASILAR MEMBRANE DISPLACEMENT



Bekeyes Stimulus



INTENSITY

Base

Georg Træland 2012

Apex

PLACE

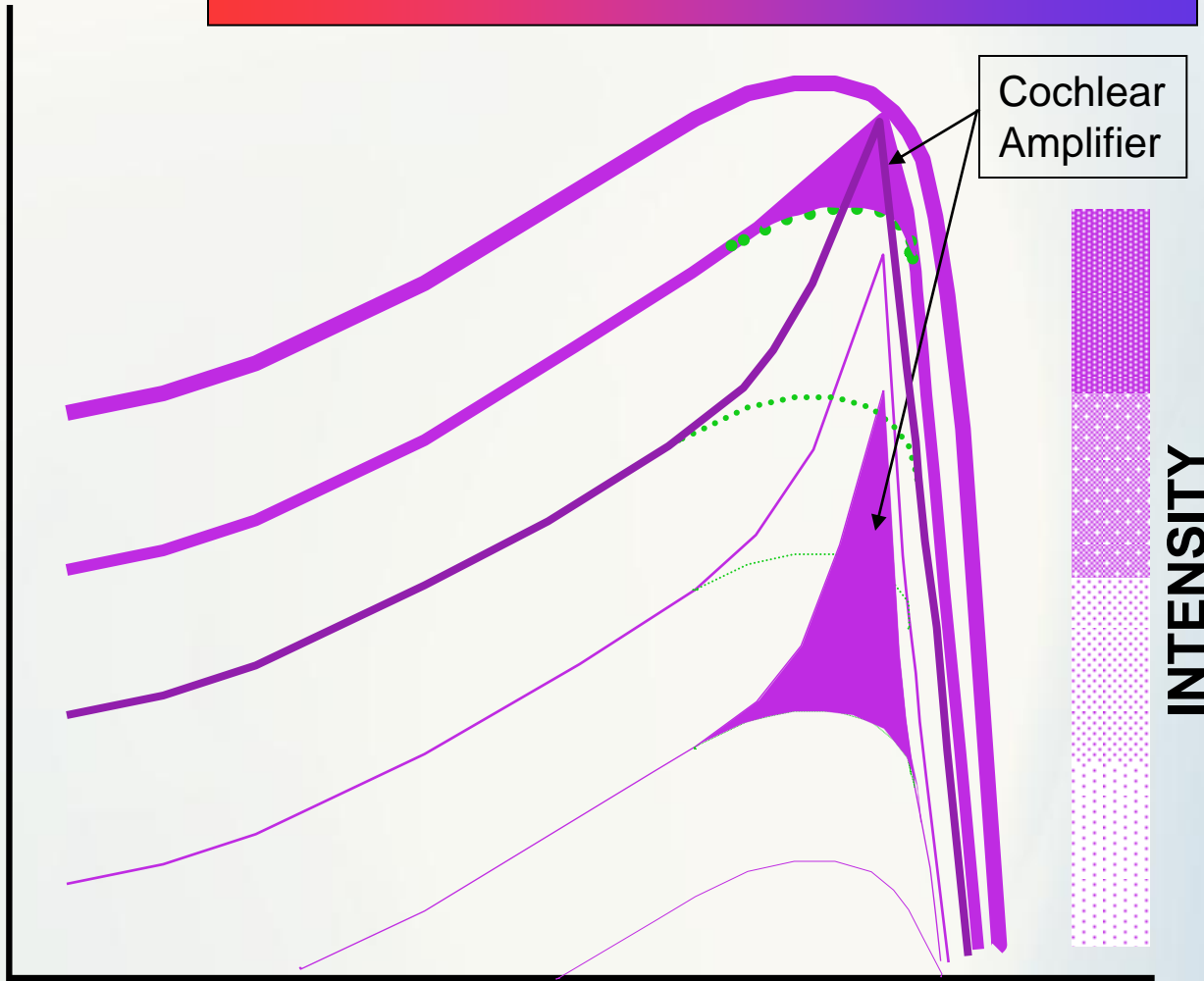
NONLINEAR

FREQUENCY

High

Low

BASILAR MEMBRANE DISPLACEMENT



Base

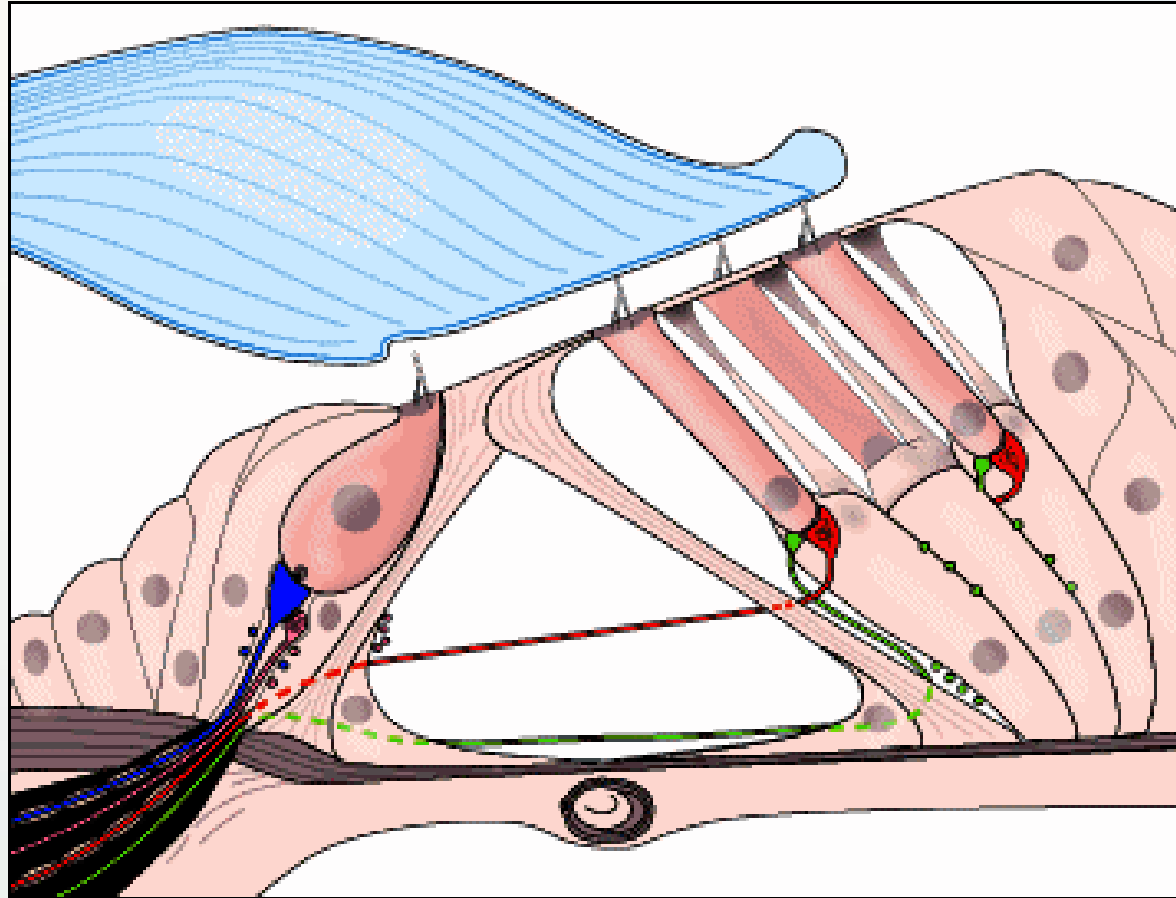
Georg Træland 2012

Apex

PLACE

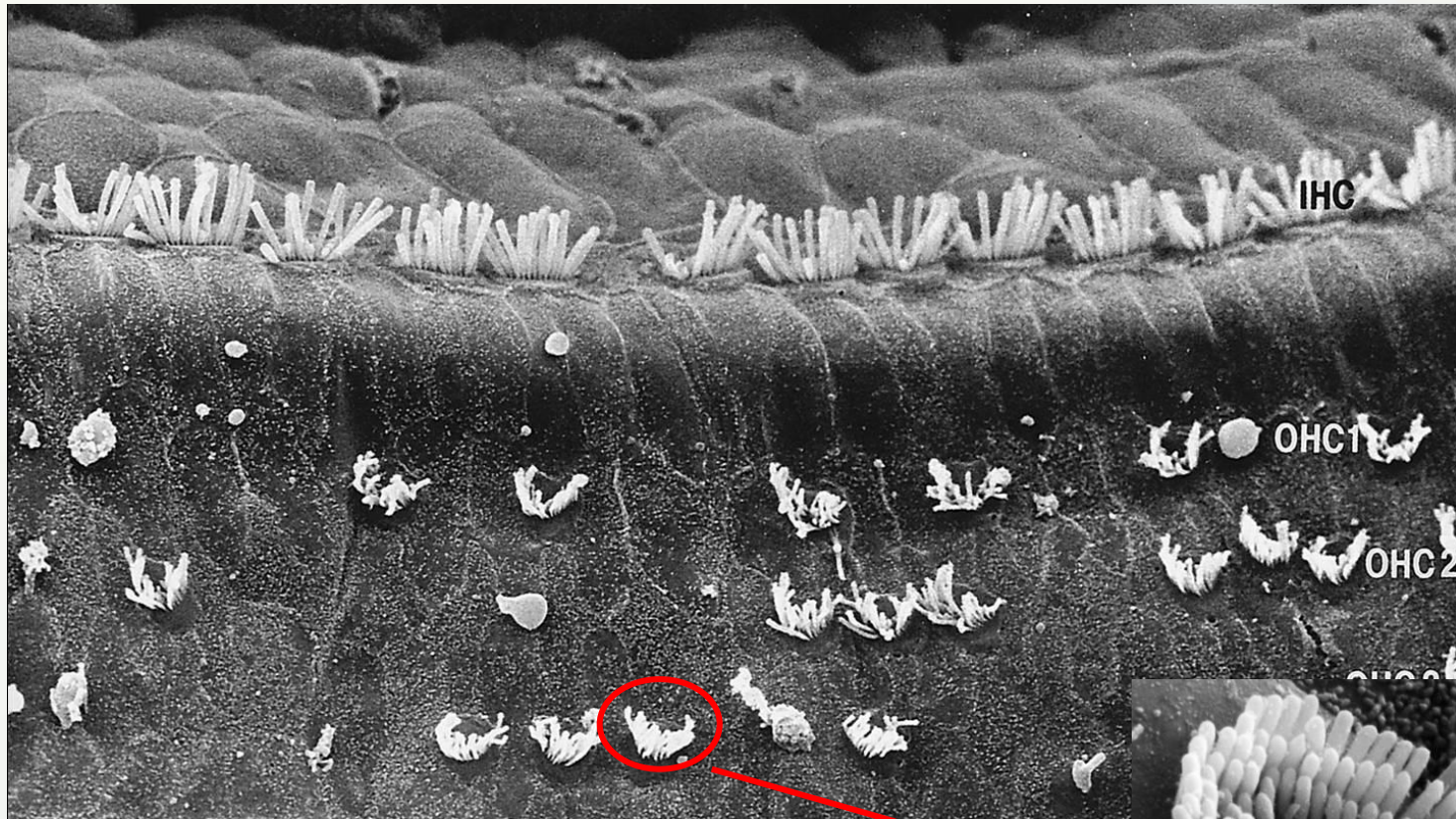
INTENSITY

Aktivering av hårceller

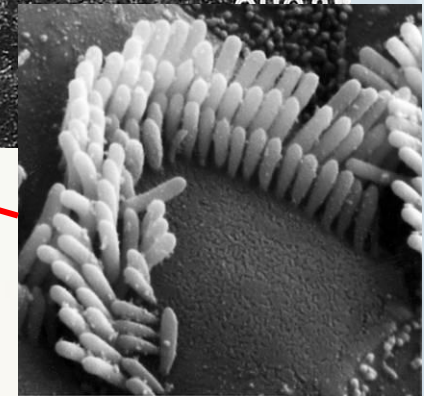


Til og fra
hjernen

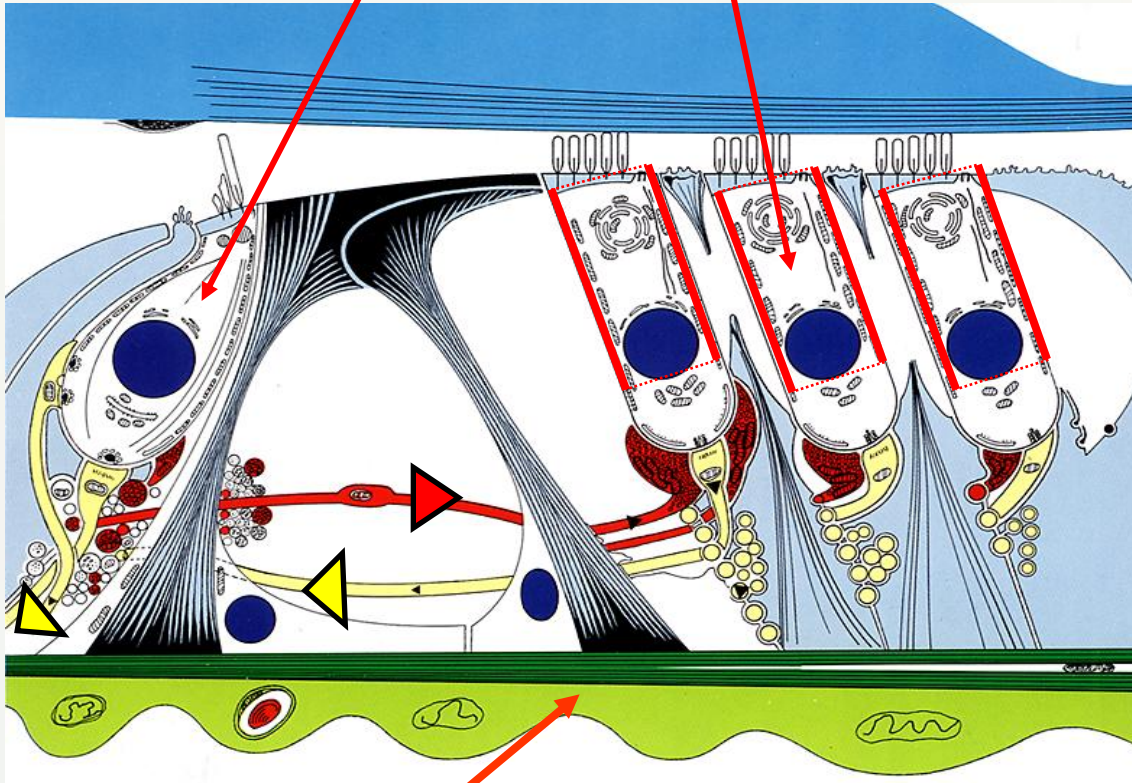
Tap av ytre hårceller = tap av høreevne



På dette bilde er ytre hårceller ødelagte, mens indre hårceller fremstår mere intakte.



Det Cortiske Organ med indre og ydre hårceller



Basilarmembran

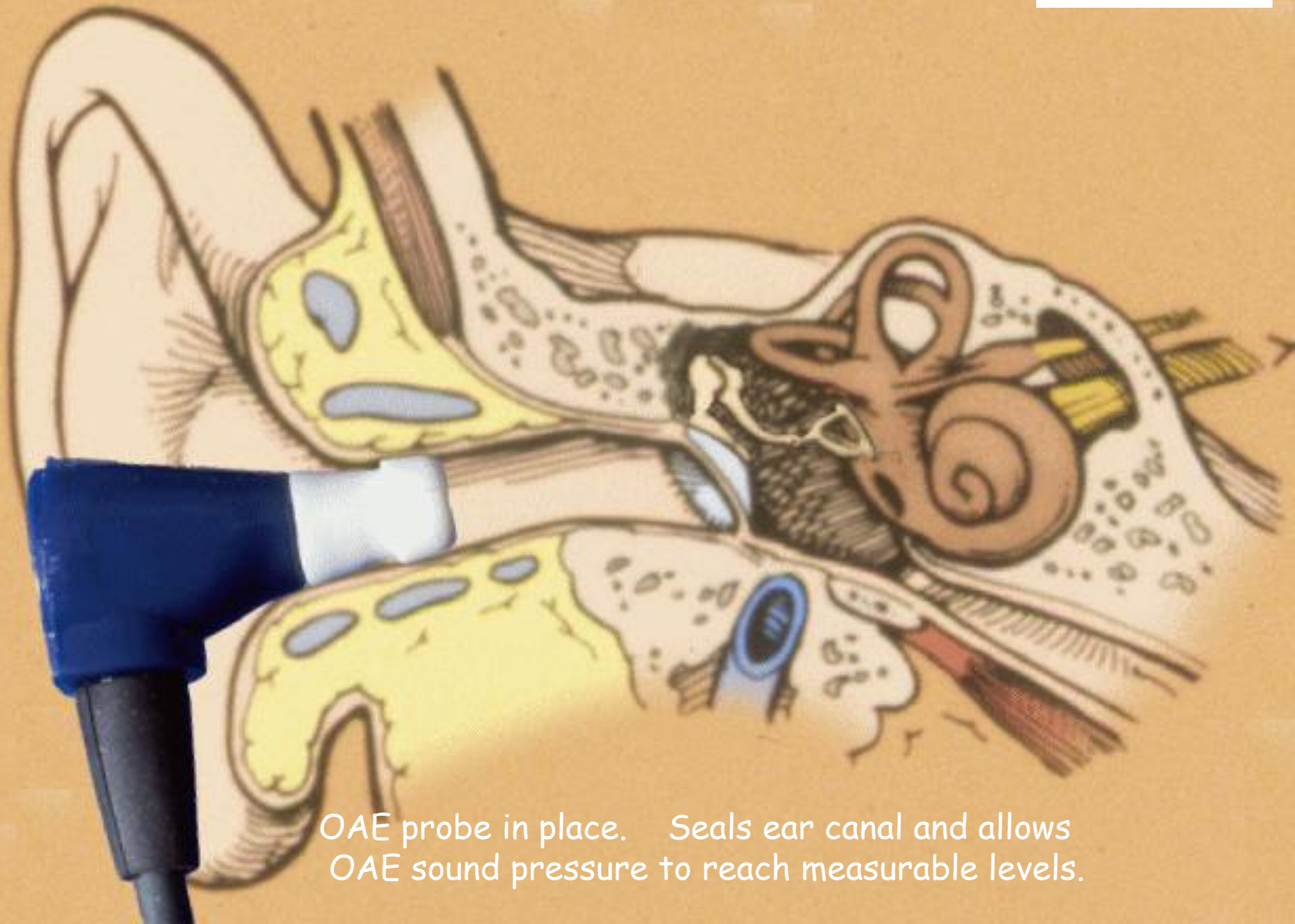


Historikk

- Thomas Gold beskrev aktive og ulineære cochleære prosesser på slutten av 40 tallet.
- David Kemp identifisert i en klassisk artikkel ifra 1978 et "biprodukt" av disse prosesser : OAE

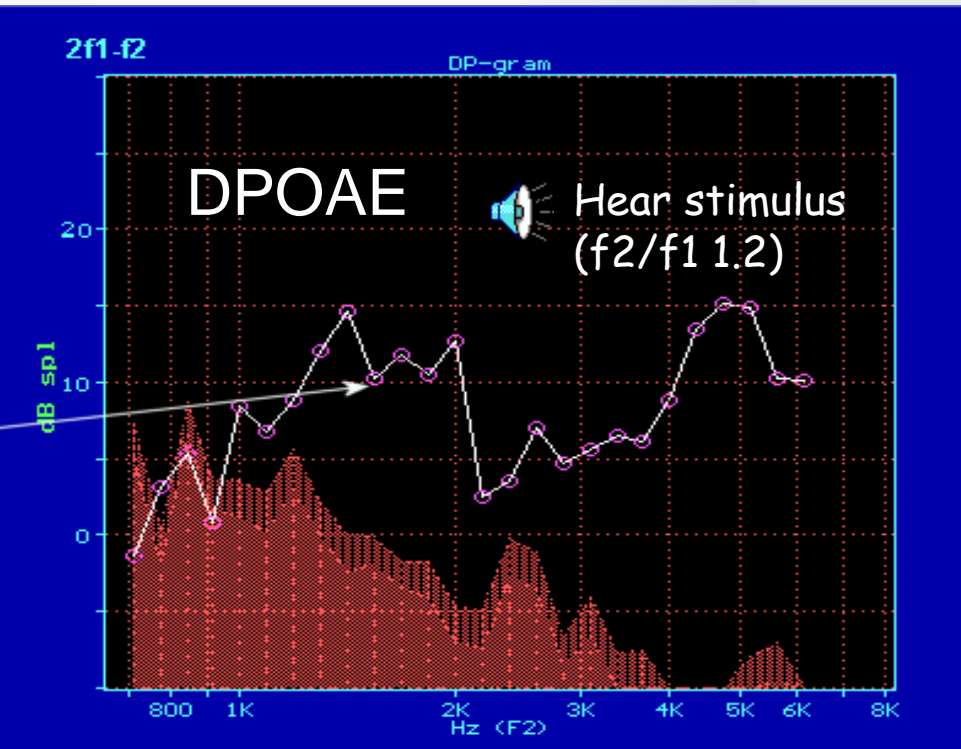
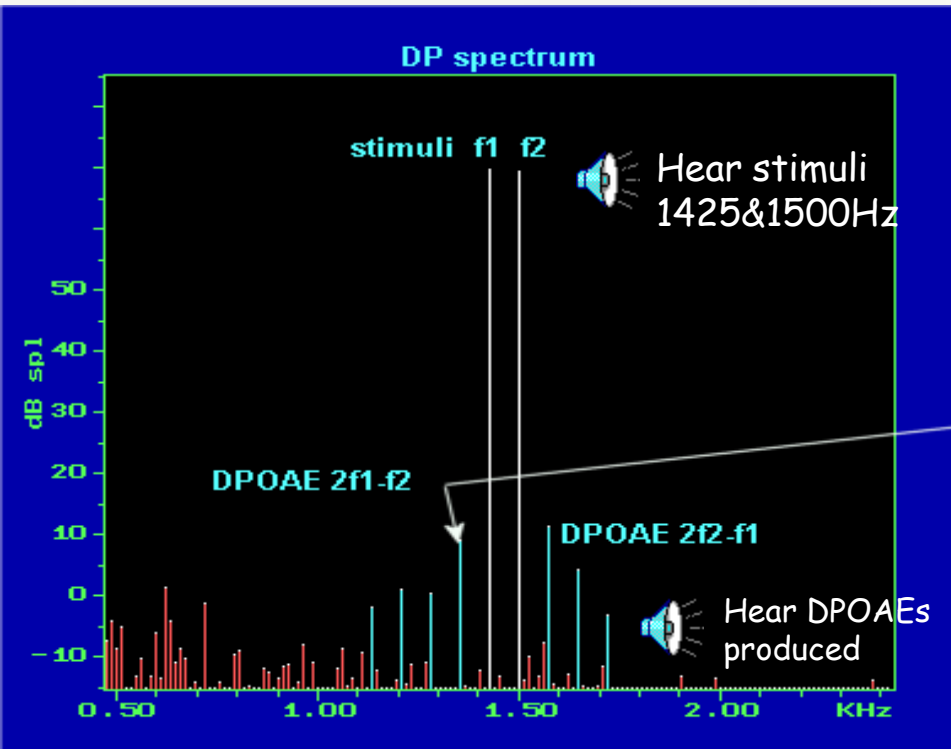
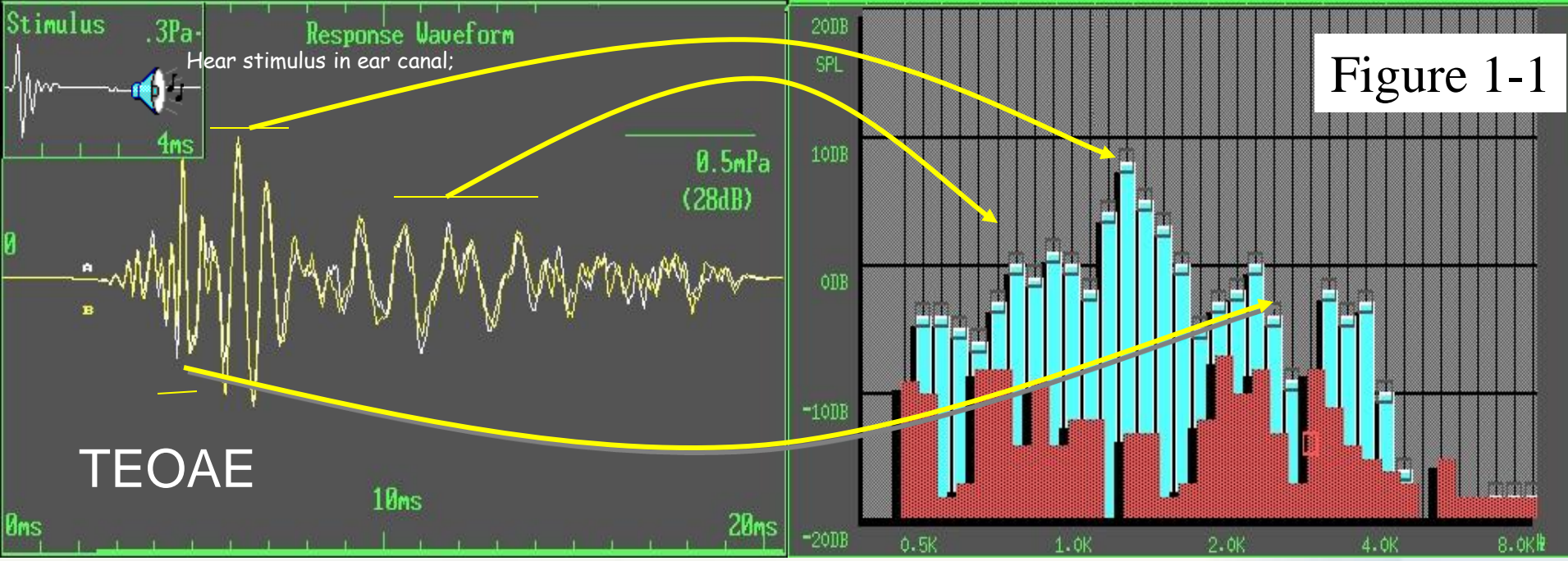


Figure 1-3a



OAE probe in place. Seals ear canal and allows OAE sound pressure to reach measurable levels.

Figure 1-1





91071709.DTA 91071712.DTA 91121702.DTA 91121705.DTA 92051166.DTA 92051168.DTA 92100928.DTA 94012501.DTA 94012502.DTA 90032

Client Name
BAJ03

Client Ear
Right Ear

Test Date
Jan 25, 1994

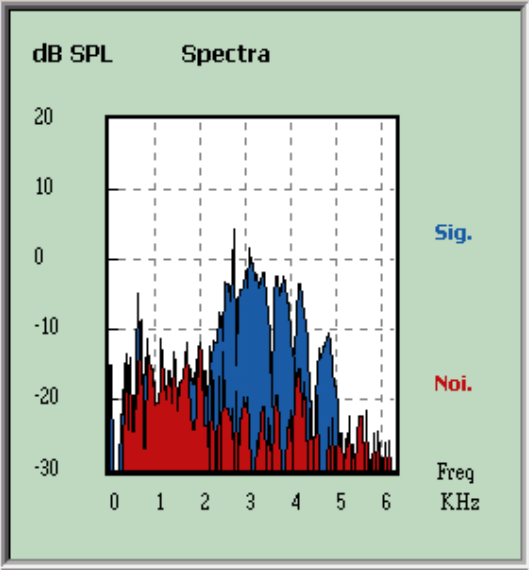
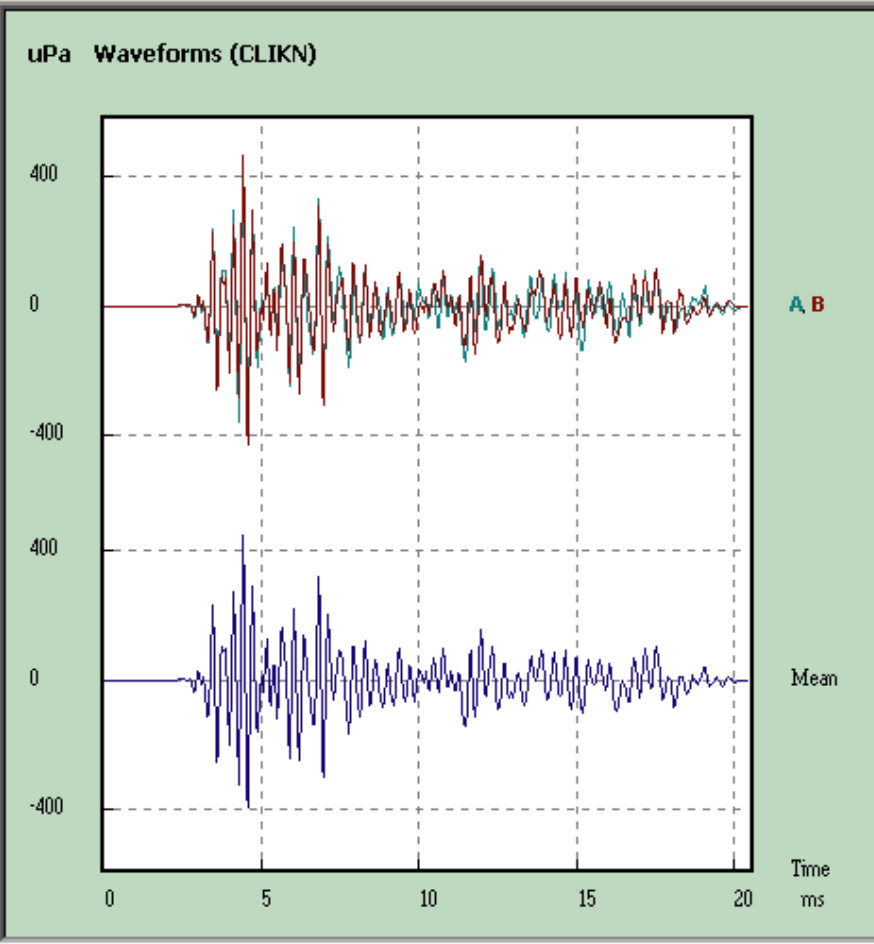
Test Time
12:12:32

Stimulus Level
79.6 (dBpk)

A and B Mean
13.2 (dB SPL)

WaveRepro
91.7 (%)

CES
12.4 (dB SPL)



Probability of Hearing Loss **1.9 %**

NAL Risk Indicator

Rhode Is. Criteria



97081203.DTA | 90042405.DTA | 91022802.DTA | 92020101.DTA | **93051001.DTA** | 95040404.DTA | 97081201.DTA | 89063009.DTA

Client Name
LEE01

Client Ear
Left Ear

Test Date
May 10, 1993

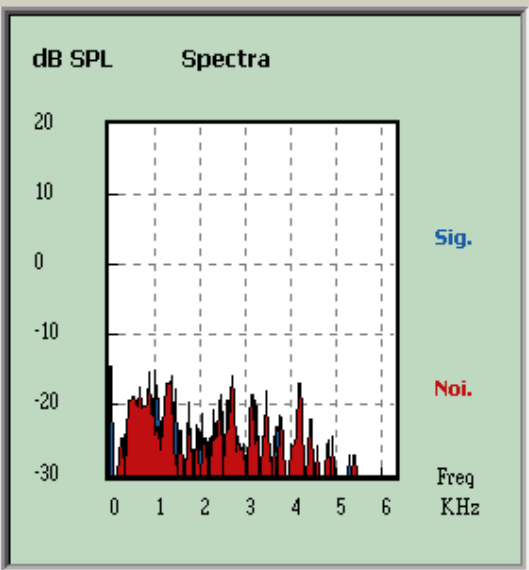
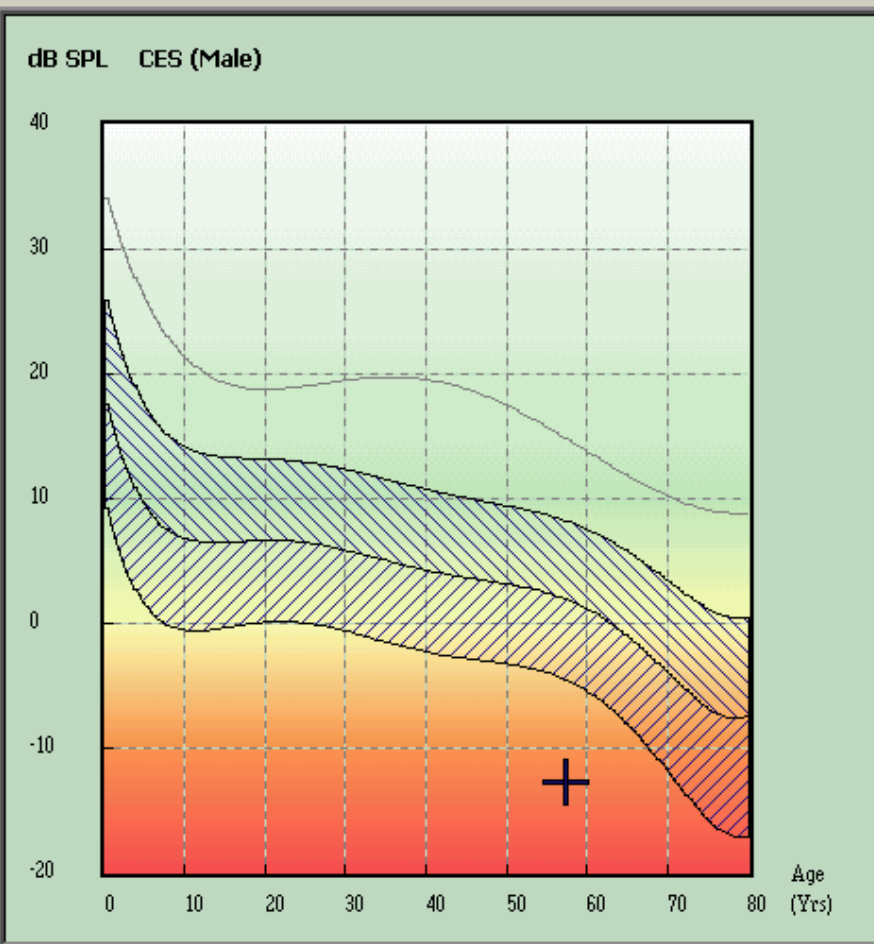
Test Time
12:59:00

Stimulus Level
79.2 (dBpk)

A and B Mean
-3.4 (dB SPL)

WaveRepro
17.1 (%)

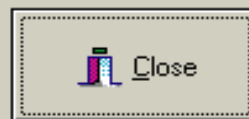
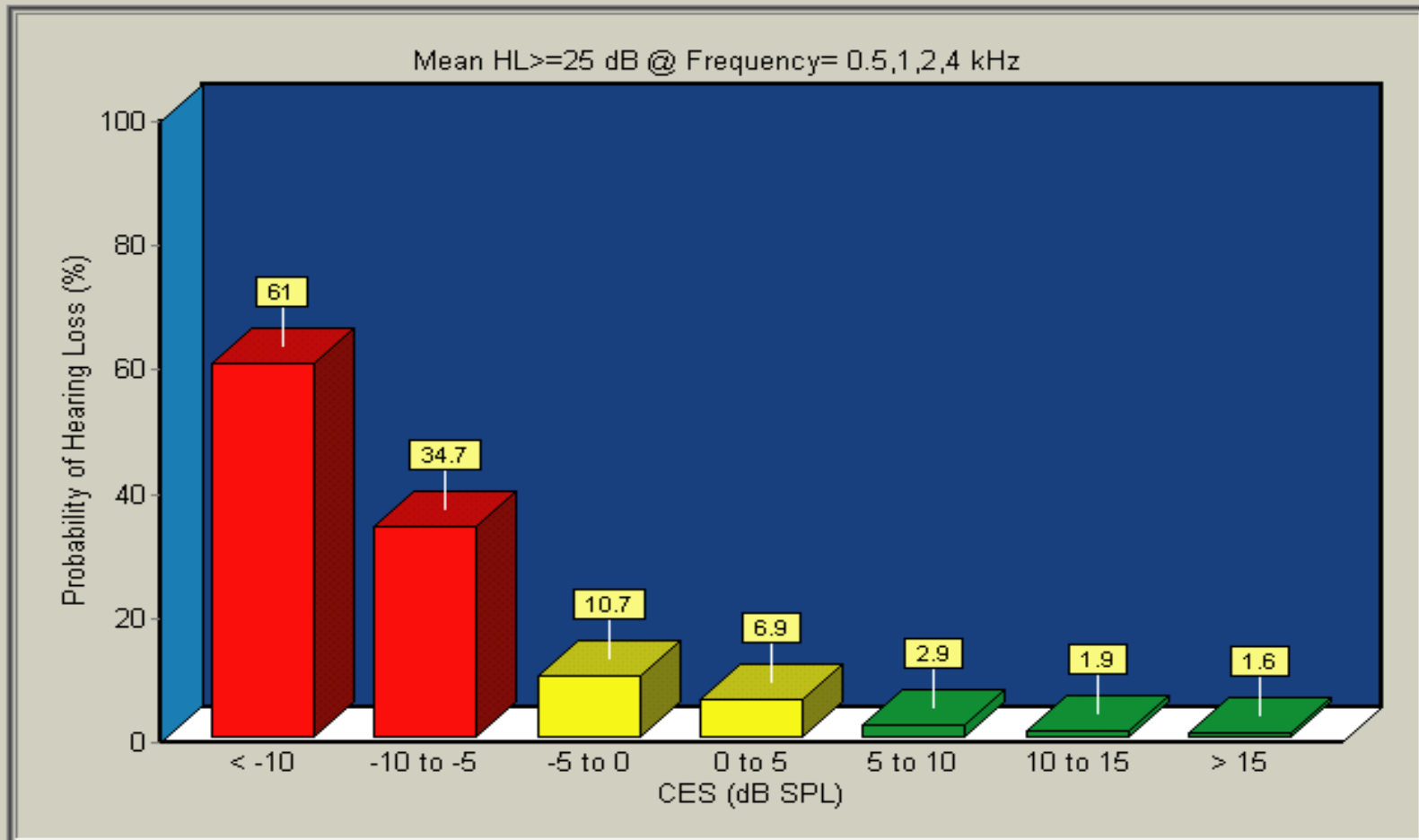
CES
-12.8 (dB SPL)



Probability of Hearing Loss **61.0 %**

NAL Risk Indicator

Rhode Is. Criteria



Aage Møller i introduksjonen til siste utgave av "Hearing"

- "It is now recognized that disorders of one part of the auditory system often affect the function of other parts of the auditory system. This is especially apparent with regard to hyperactive disorders such as tinnitus and hyperacusis...."