

Hørselens rolle i orientering og mobilitet - et kræsjskurs

Audiograf Anne-May Førland



NASJONAL KOMPETANSETJENESTE
for døvblinde



Målet med forelesningen

- Lyd og hørsel
- Lydlokalisering
- Praktiske tips

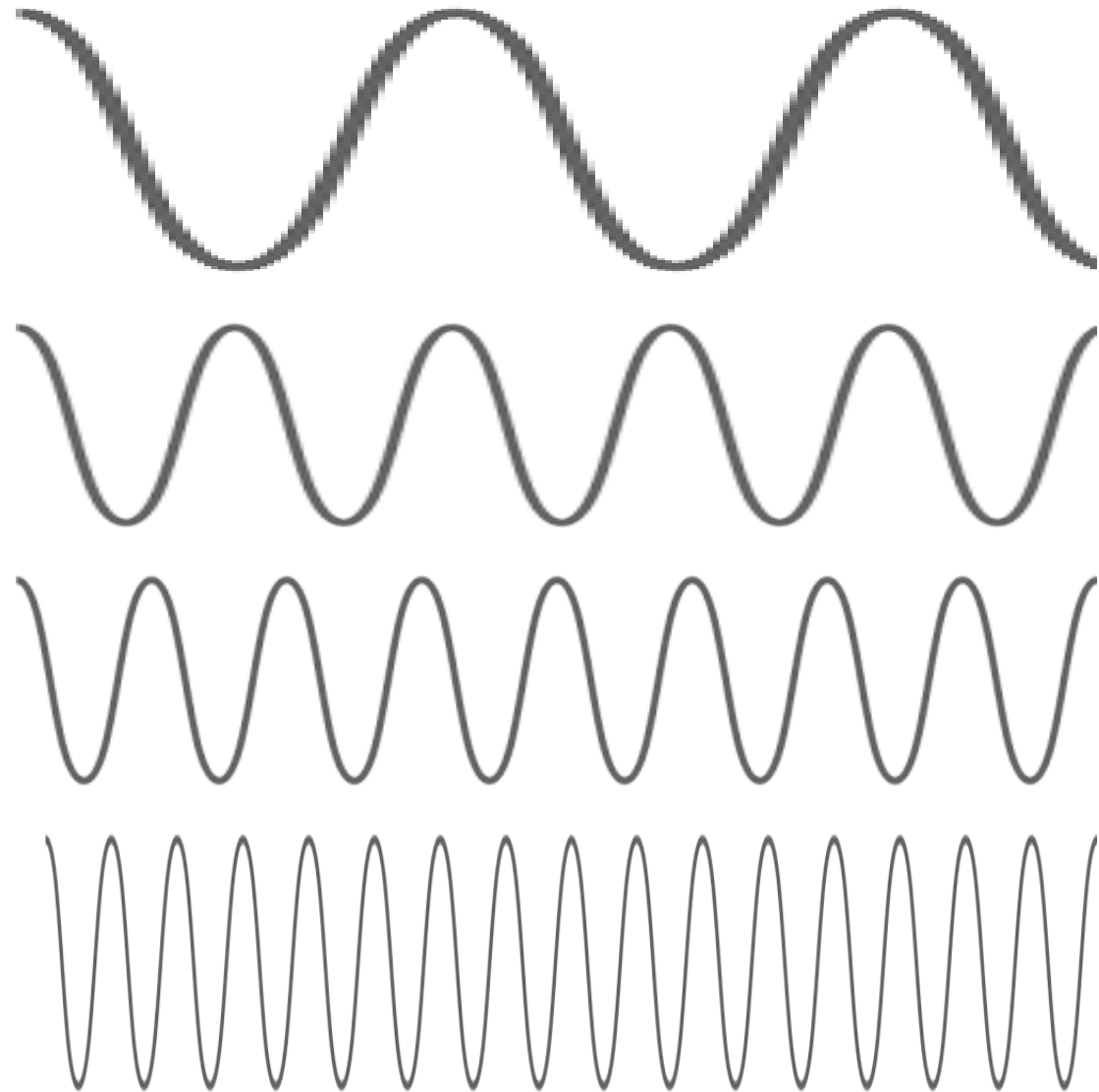
Det dere syns-folk trenger, på 45 min

Hva er lyd?

- Lydbølger
- Vibrasjoner i luft
- Store bølger, lav frekvens, mørk lyd
- Små bølger, høy frekvens, lys lyd
- Frekvens (Hz)

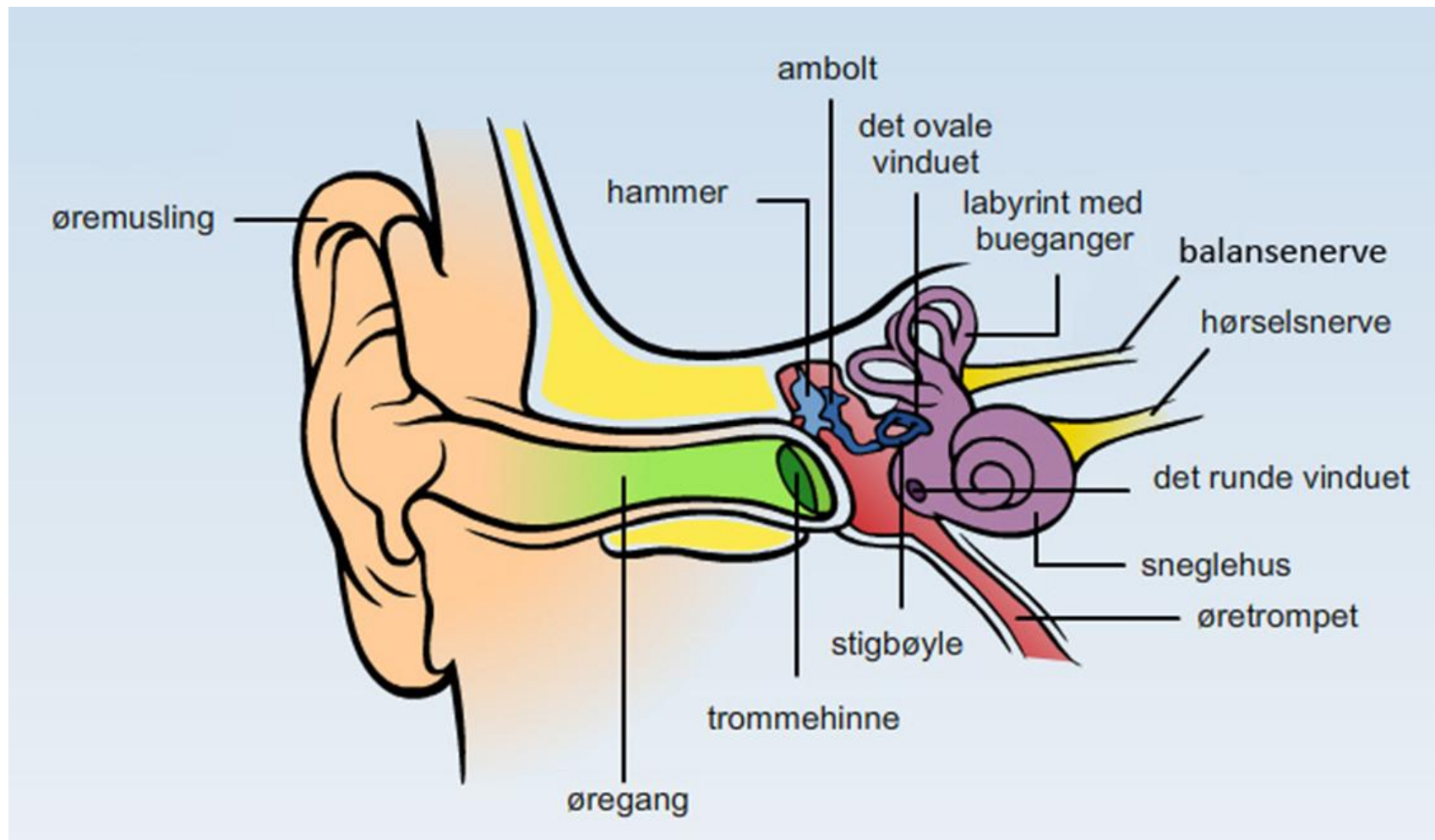


Bilde: Robert Krewaldt



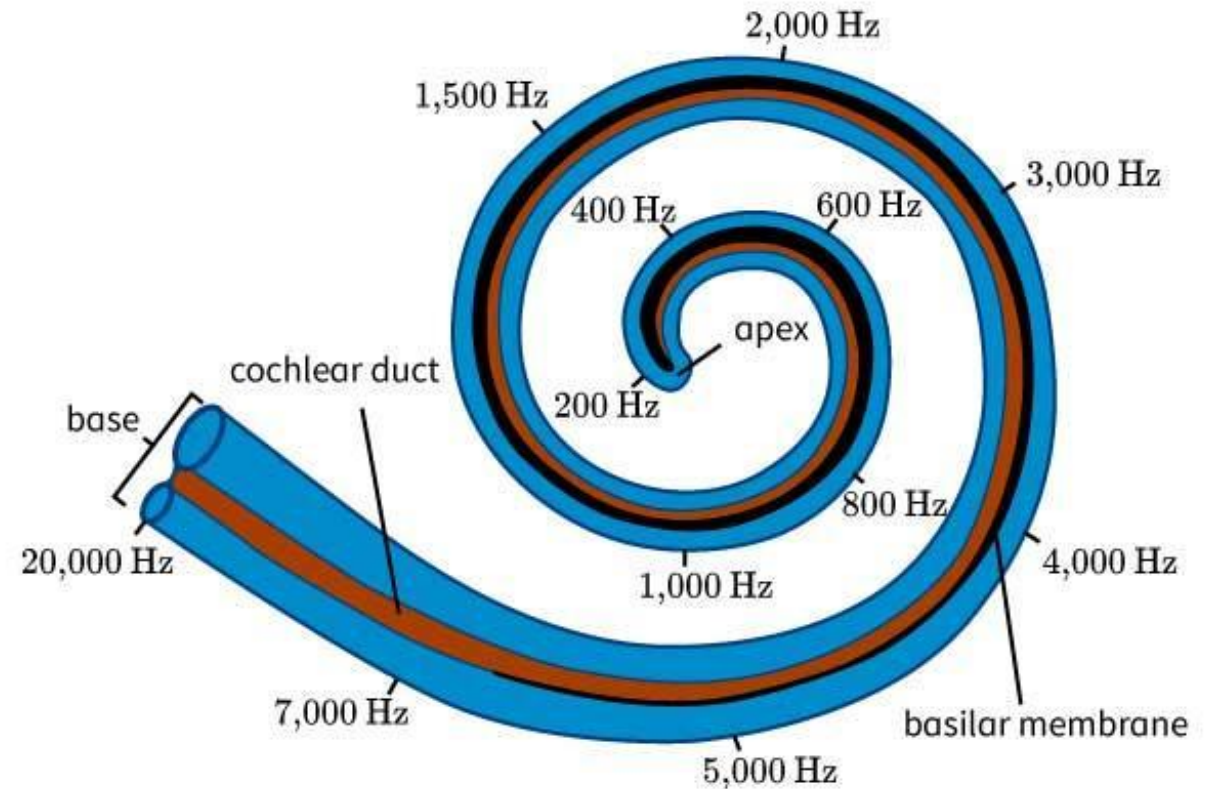
Hvordan virker øret?

- Pinna
- Trommehinnen
- Kjedereaksjon
- Mellomøret
- Sneglehuset



Sneglehuset

- 15 000 hårceller
- Bøyer seg
- Signal: «Nå hører jeg!»
- 15 000 lyder oppfattes
- Lyse lyder ytterst, mørke lyder innerst

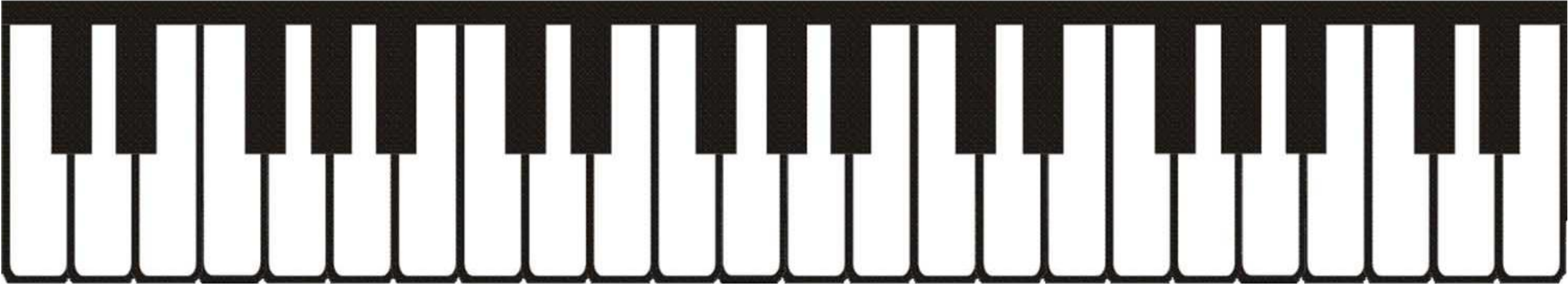


Bilde: Garg et al., 2023

BASS (MØRK)

MIDTFREKVENNS

DISKANT (LYS)



**M
B
V
D
O
Y**

**N
G
I
E
Ø**



**J
L
A
U
Æ**



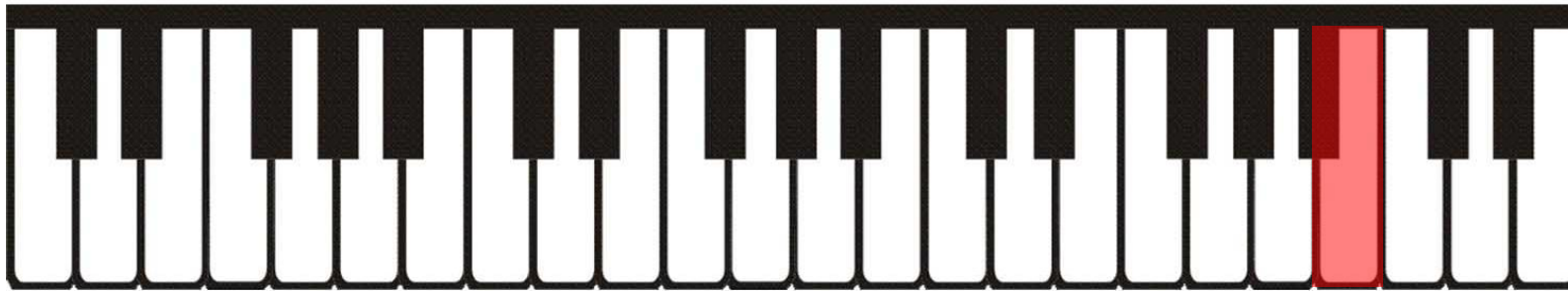
**K
T**

**F
H
P
S**

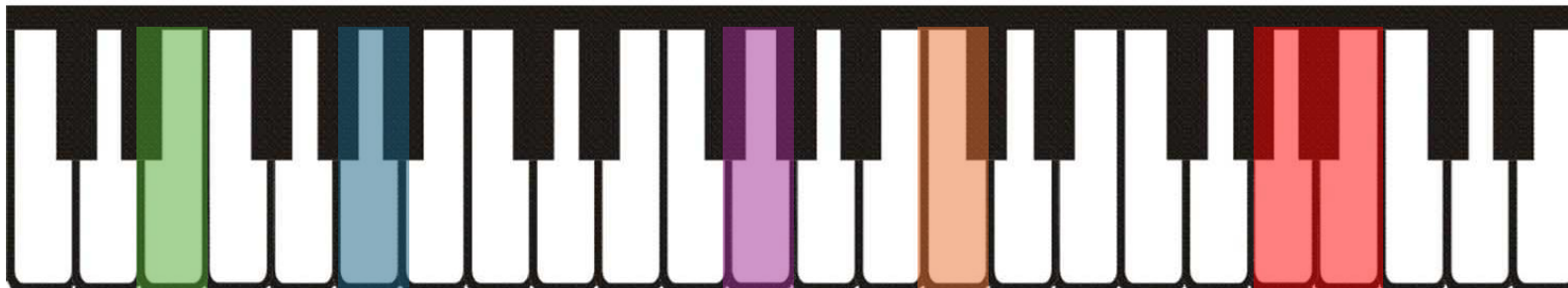


Enkle og sammensatte lyder

- Pipelyd, én eller få tangenter



- Tale, mange tangenter



Lydbølger

- Produksjon av lydbølger
- Lyder varer ikke evig – men hvor forsvinner lydbølgene?
- Luftmotstand
- Treffer noe mykt og blir *absorbert*
- Treffer noe hardt og blir *reflektert*

Hørsel i O&M: Å høre retning

Lydlokalisering: En lytters evne til å identifisere plasseringen eller opprinnelsen til en lyd, i avstand og retning.

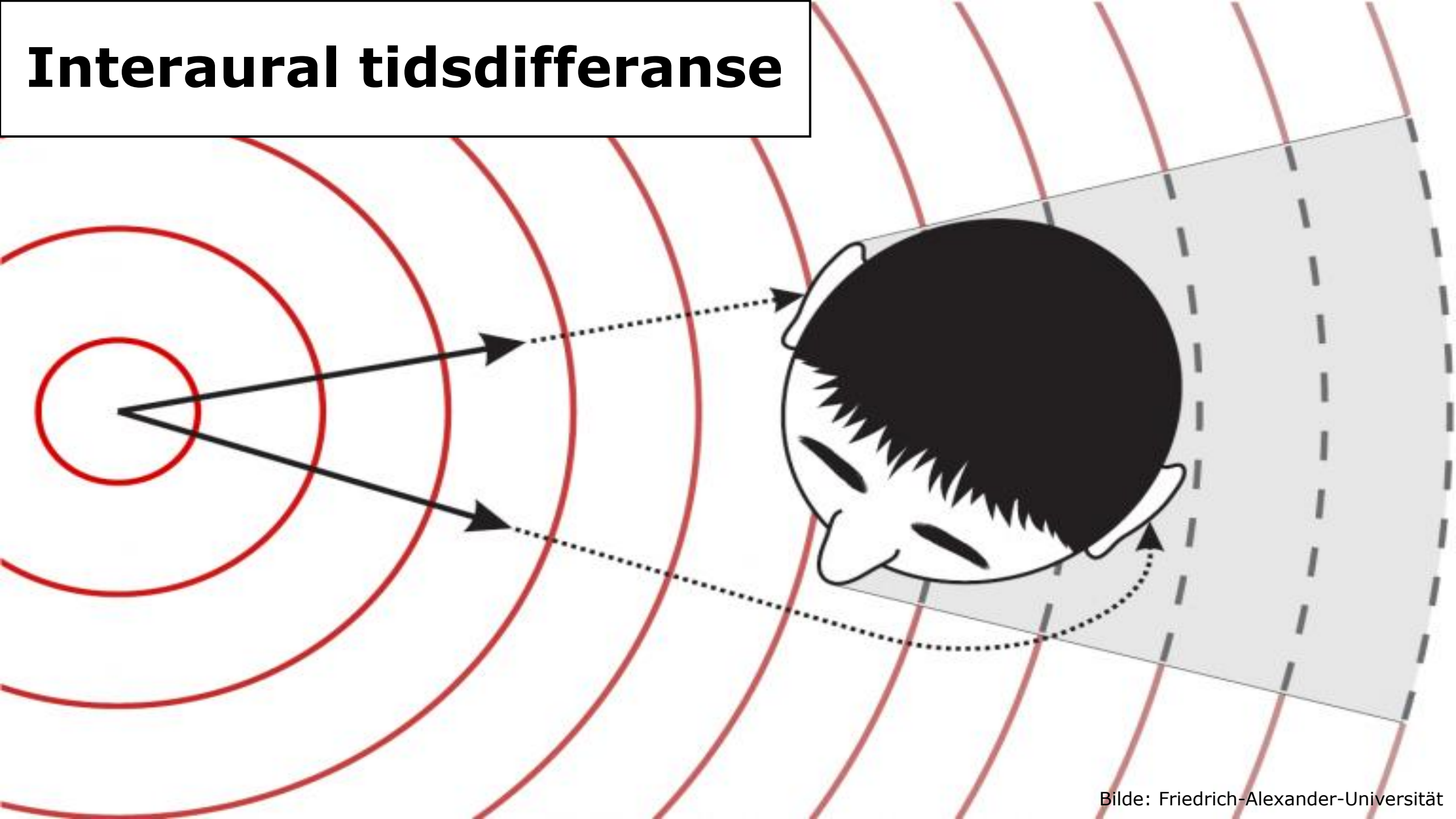
- Horisontalt (høyre/venstre)
- Vertikalt (opp/ned)
- Foran og bak
- Stor nøyaktighet



Hvordan fungerer lydlokalisering?

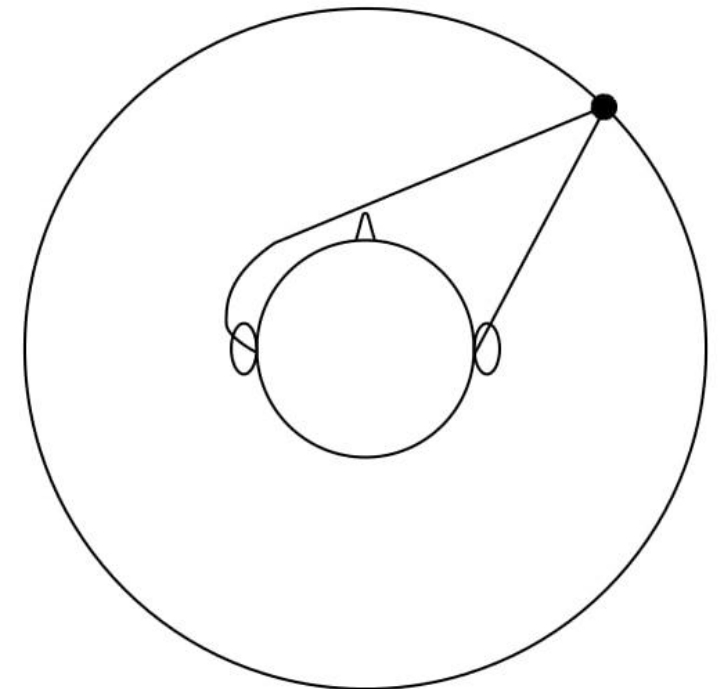
- Interaurale tidsdifferanser
- Interaurale nivådifferanser
- Head-related transfer functions / pinna-effekter

Interaural tidsdifferans

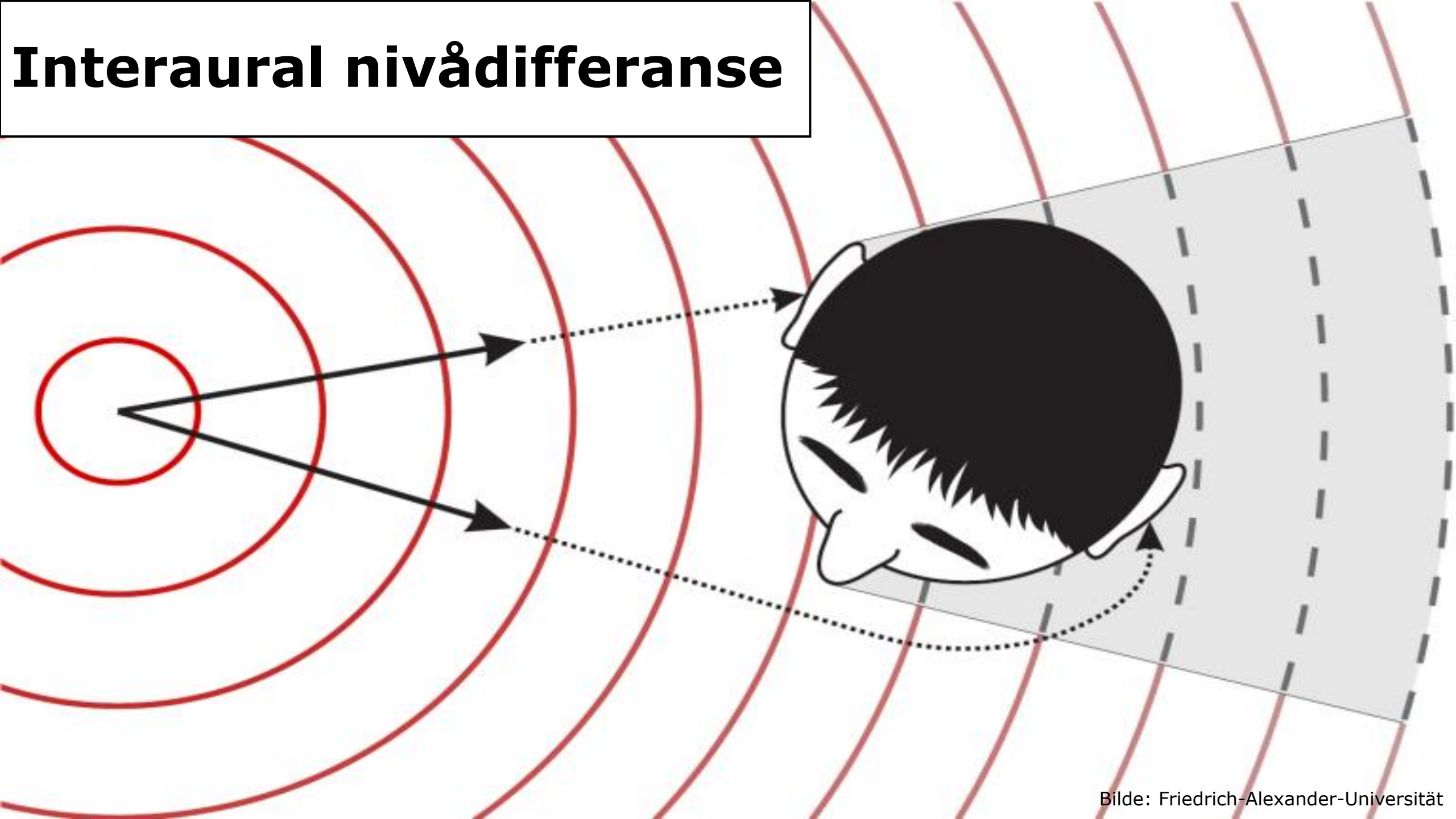


Interaural tidsdifferanse

- Lyd 340 meter per sek
- 0,7 millisekund forskjell mellom ørene
- Store bølger, lav frekvens, mørk lyd
- Horisontalplanet (høyre/venstre)
- Foran-bak feil
- To ører



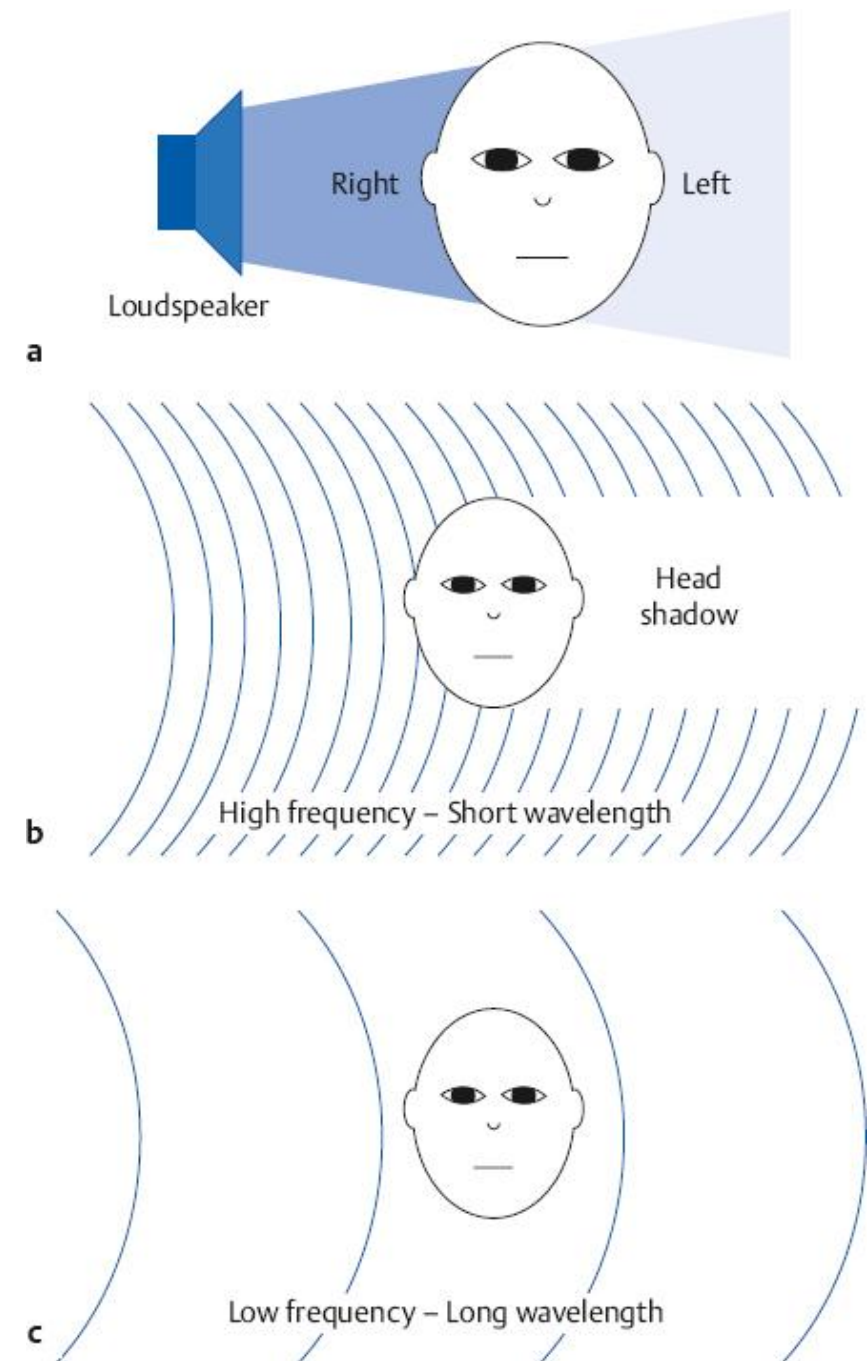
Interaural nivåskillnad



Interaural nivådifferanse

- Hodeskyggeeffekten
- Liten bølge, høy frekvens, lys lyd
- Horisontalplanet (høyre/venstre)
- Foran-bak feil
- To ører

(Risoud et al., 2018)



Bilde: entokey.com

35 dB



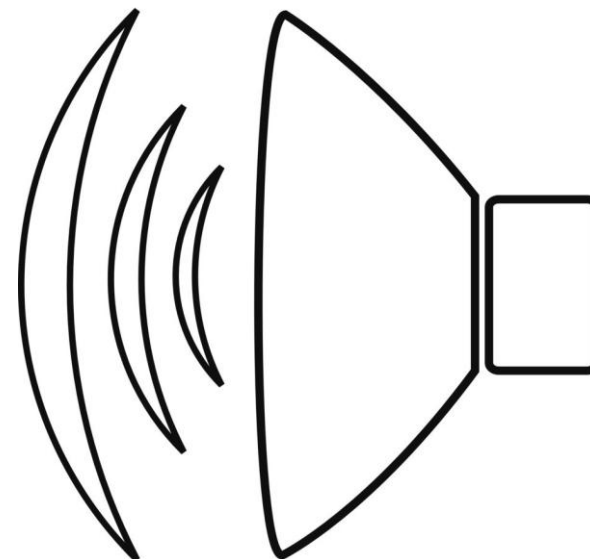
VENSTRE

70 dB



HØYRE

Lys lyd



Interaural nivådifferanse med lys lyd, $70 \text{ dB} - 35 \text{ dB} = 25 \text{ dB}$

65 dB



VENSTRE

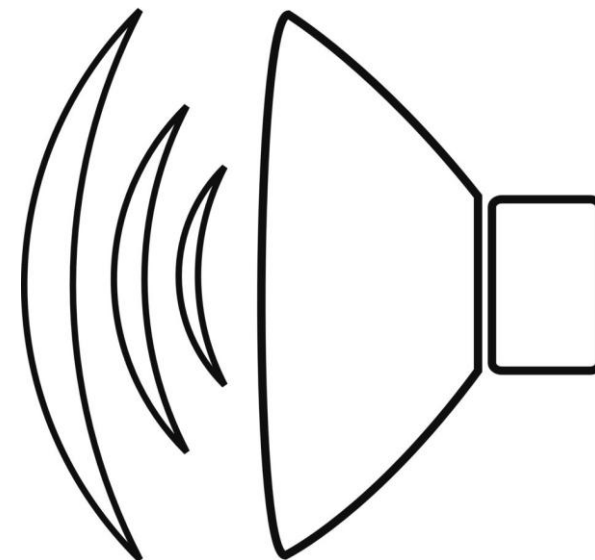
70 dB



HØYRE



Midtfrekvens



Interaural nivådifferanse ved midtfrekvens $70\text{dB} - 65\text{ dB} = 5\text{ dB}$

Head-related transfer functions

- Pinna-effekten
- Veldig liten bølge, veldig høy frekvens
veldig lys lyd
- «Sprettemønster»
- Vertikalplanet (opp/ned)
- Foran/bak. Pinna-skyggeeffekt
- Ett øre

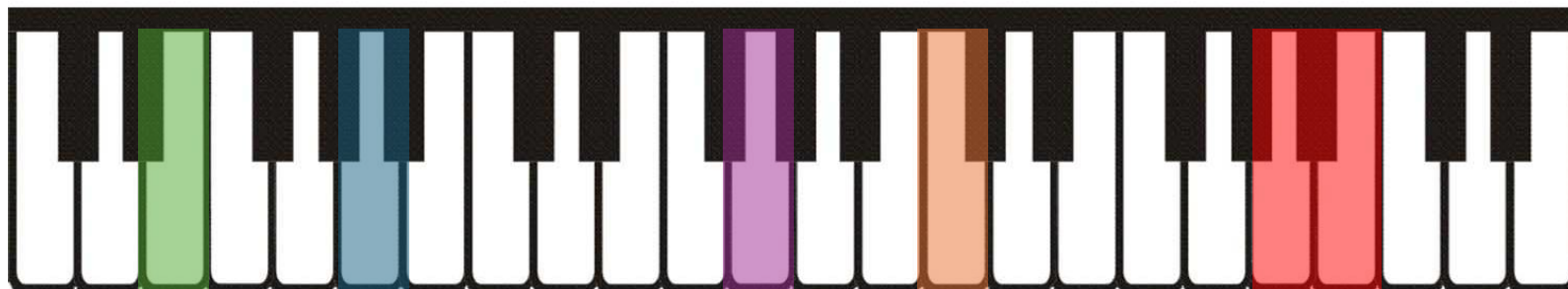


Et samspill

- Lydlokaliseringsmetodene samarbeider
- Ekte lyder inneholder litt av mange frekvensområder

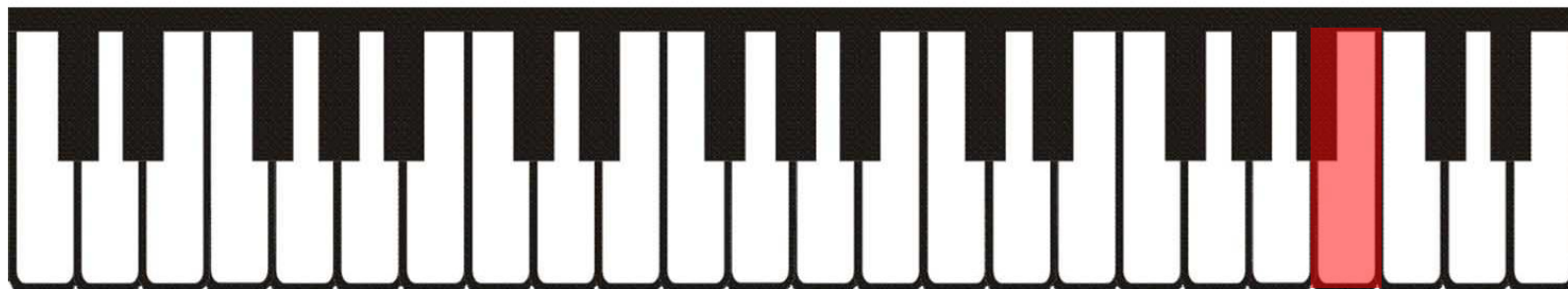
Talelyd

- Tidsdifferanser
- Nivådifferanser
- Pinna-effekt
- Lett



«Hva er det som piper?»

- Pinna-effekt
- Vanskelig



Hva brukes lydlokalisering til på ekte?

- Varsling og fare
- Samtaler
- Støydemping
- Vende blikket riktig retning
- Hørselen grovsorterer, og synet gjør finarbeidet
- Effektivt

(Carlini et al., 2024)



Hva når hørselen ikke fungerer?

- Dårlig hørbarhet for noen frekvenser
- Ingen mørk lyd = ingen tidsdifferanser
- Ingen lys lyd = ingen nivådifferanser
- Ingen veldig lys lyd = ingen pinna-effekter
- Dårligere lydlokalisering, men ikke så dårlig som man skulle tro
- Volum påvirker lite så lenge lyden er hørbar



Høreapparater?

- Lokaliserer bedre **uten** høreapparat enn med
- Forutsetning: To høreapparater
- Volum i høreapparat er kunstig, dårlig nivåforskjell
- Behandlingstid i høreapparat, dårlig tidsforskjell
- Propp i øret og mikrofon på toppen av øret, ingen pinna-effekt
- Foran/bak
- Likevel: generelt ok lydlokaliseringsevne

(Best et al., 2010)



Bilde: Oticon

Samspill syn og hørsel

- Synet overstyrer lydlokalisering – alltid.
- Selv om informasjonen er feil
- Gjelder også personer med nedsatt syn
- Buktalereffekten



Synsnedsettelse og lydlokalisering

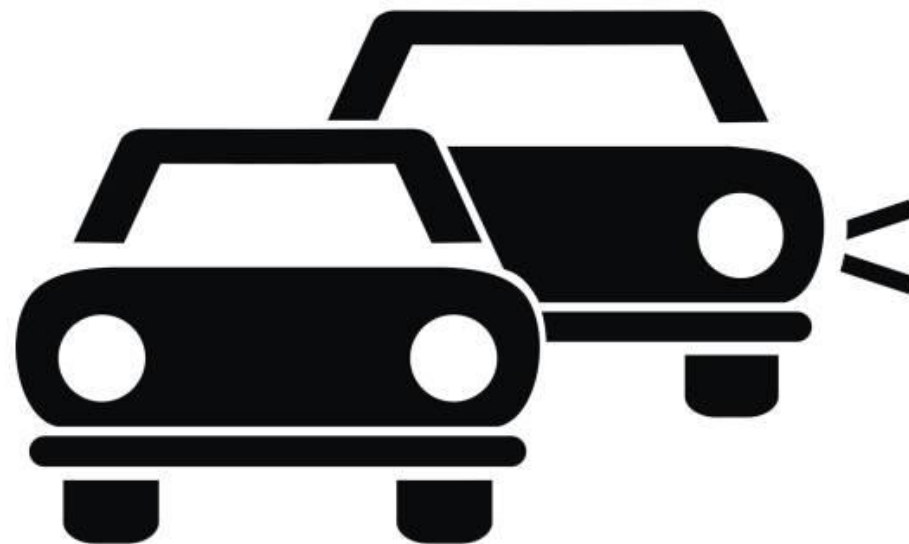
- «*Blinde hører så godt!*»
- Gode til å utnytte hørselen, ikke til å høre svake lyder
- Født blind vs. normalt syn
 - Bedre horisontal lydlokalisering
 - Dårligere vertikal lydlokalisering
- Teori: manglende kalibrering
- Ervervede synsnedsettelse er generelt samme nivå som normalt seende
- Oppsummert: ikke forvent god lydlokalisering på grunn av synstap

Tips til O&M-opplæring for døvblinde

- Ingen forskning, erfaring
- Snakk om lydlokalisering
- Mange med store hørselstap har ikke begreper eller forståelse for at andre kan lydlokalisere
- Informer om:
 - Hvilke lyder som er vanskelige og lette å lokalisere
 - Risiko for foran/bak blanding
 - Høreapparater gjør lydlokalisering vanskeligere

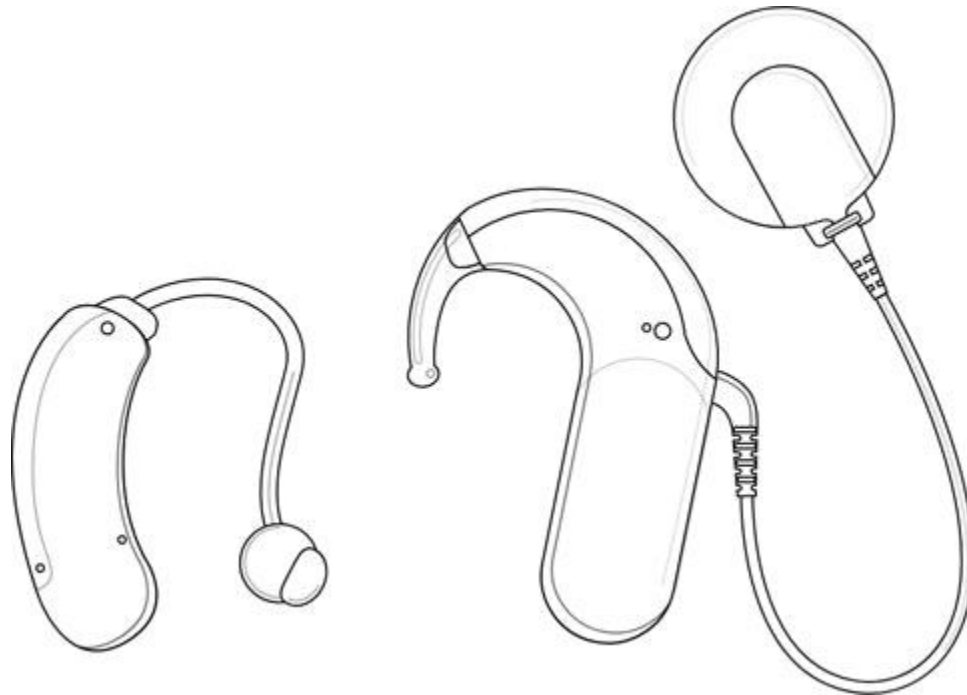
Tips til O&M-opplæring for døvblinde

- Lytt etter volumforskjeller om ikke retning er mulig
- Maskering av bil nummer 2
- Bevegelig lydkilde = stå stille
- Stasjonær lydkilde = bevegelse



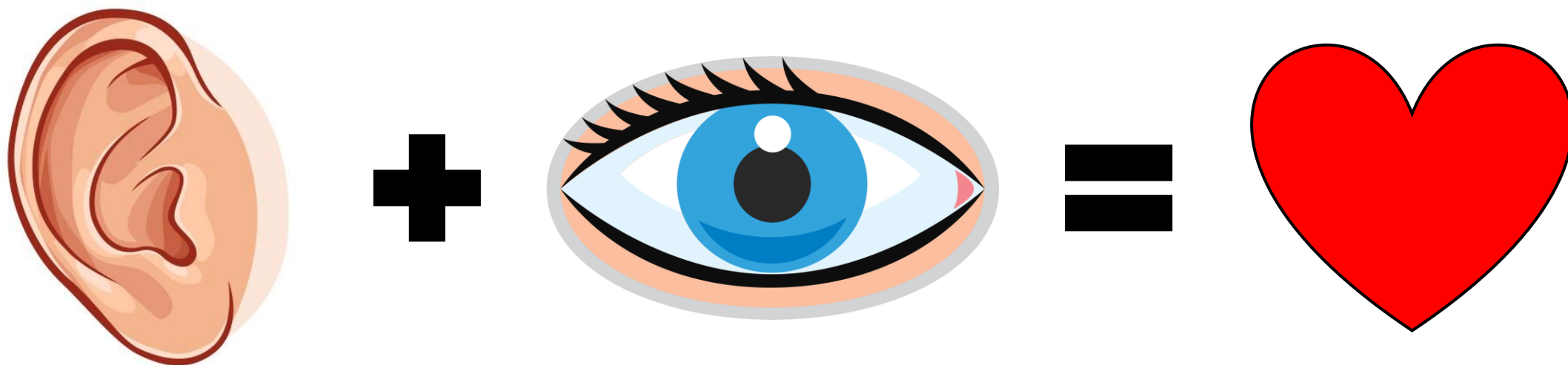
Tips til O&M-opplæring for døvblinde

- Vær obs på personer med ulikheter mellom ørene
- Ikke forvent god lydlokalisering på grunn av synstap



Hørselens rolle i O&M

- Hørsel er viktig!
- Tverrfaglig samarbeid mellom fagområde syn og hørsel



Referanser

- Akeroyd, M. A. (2014). "An overview of the major phenomena of the localization of sound sources by normal-hearing, hearing-impaired, and aided listeners." Trends in Hearing 18.
- Best, V., S. Kalluri, S. McLachlan, S. Valentine, B. Edwards and S. Carlile (2010). "A comparison of CIC and BTE hearing aids for three-dimensional localization of speech." International Journal of Audiology 49(10): 723-732.
- Carlini, A., C. Bordeau and M. Ambard (2024). "Auditory localization: a comprehensive practical review." Frontiers in Psychology 15: 1-19.
- Dorman, M. F., L. H. Loisel, S. J. Cook, W. A. Yost and R. H. Gifford (2016). "Sound Source Localization by Normal-Hearing Listeners, Hearing-Impaired Listeners and Cochlear Implant Listeners." Audiology and Neurotology 21(3): 127-131.
- Dufour, J., A. Ratelle, T. Leroux and M. Gendron (2005). "Auditory localization training model: Teamwork between audiologist and O&M specialist—pre-test with a visually impaired person using bilateral cochlear implants." International Congress Series 1282: 109-112.
- Fortin, M., P. Voss, C. Lord, M. Lassonde, J. Pruessner, D. Saint-Amour, C. Rainville and F. Lepore (2008). "Wayfinding in the blind: larger hippocampal volume and supranormal spatial navigation." Oxford University Press (OUP) Brain, 131(11): 2995-3005.
- Risoud, M., J. N. Hanson, F. Gauvrit, C. Renard, P. E. Lemesre, N. X. Bonne and C. Vincent (2018). "Sound source localization." European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases 135(4): 259-264.
- Tabry, V., R. J. Zatorre and P. Voss (2013). "The influence of vision on sound localization abilities in both the horizontal and vertical planes." Frontiers in Psychology 4: 1-7.
- Voss, P. (2016). "Auditory Spatial Perception without Vision." Frontiers in Psychology 7: 1-7.
- Yost, W. A. (2016). "Sound source localization identification accuracy: Level and duration dependencies." The Journal of the Acoustical Society of America 140(1): 14-19.