GELUID
Wat horen onze oren?

Jo Hermans

OZV Oegstgeest, 13 november 2017

Wat is geluid?

- Periodieke verdichtingen en verdunningen van een medium...

Wat is geluid?

- Periodieke verdichtingen en verdunningen van een medium...

….bijvoorbeeld lucht

Simpele demo: een 78-toerenplaat + briefkaart

CHANGEMENT D'ADRESSE
PHILIPS
GRANADA
(Dodd / Lara)
FRANKIE LAINE with PAUL WESTON
and his ORCHESTRA
Carl Fischer, piano
28

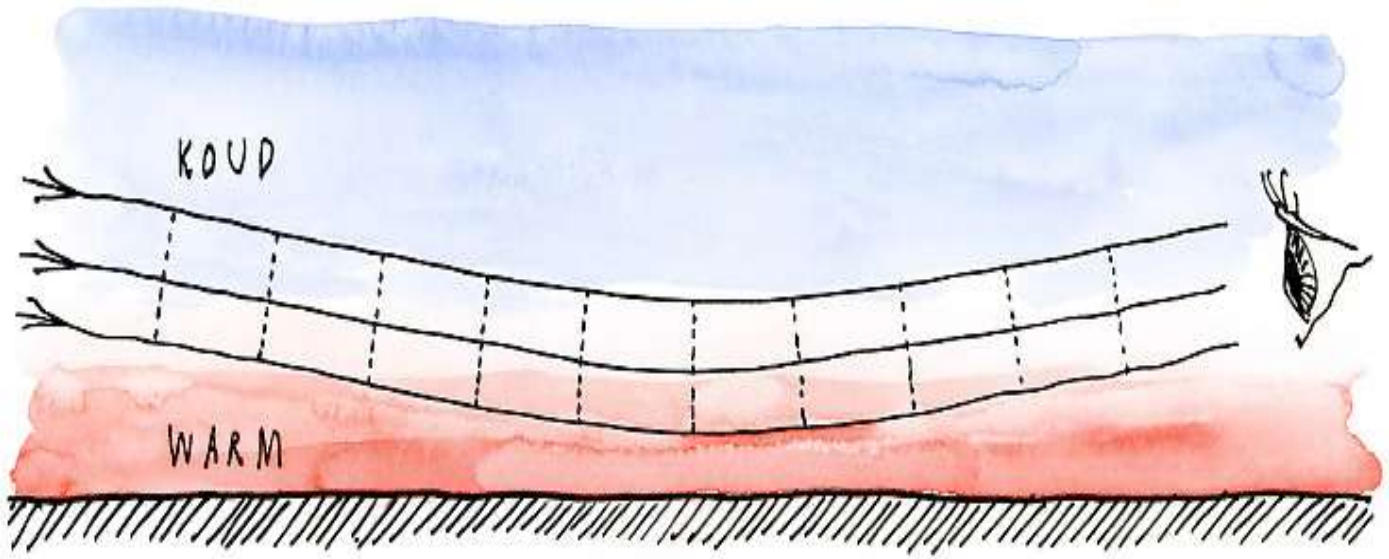
Geluidsnelheid

- Voortplantingssnelheid in lucht ca. 300 m/s
- Neemt toe met stijgende temperatuur ($\sqrt{T}$)
- Is onafhankelijk van de druk

- In vaste stoffen en vloeistoffen veel groter

Het buigen van lichtgolven:

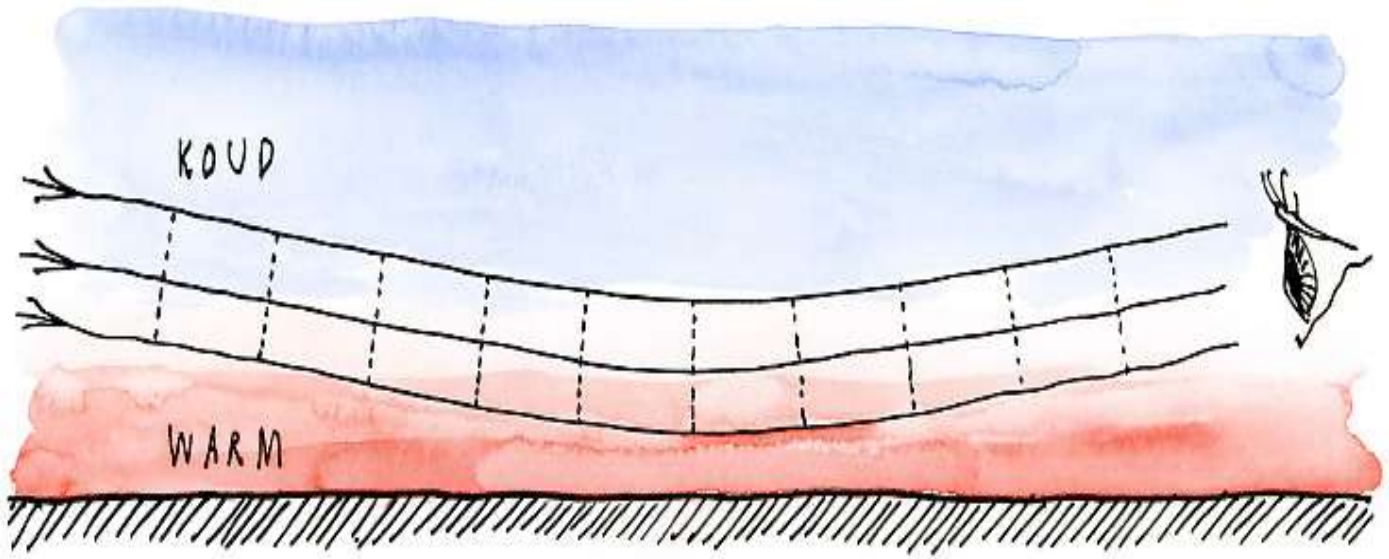
Luchtspiegeling boven heet asfalt



- De **licht**snelheid is groter in de warme lucht

Het buigen van lichtgolven:

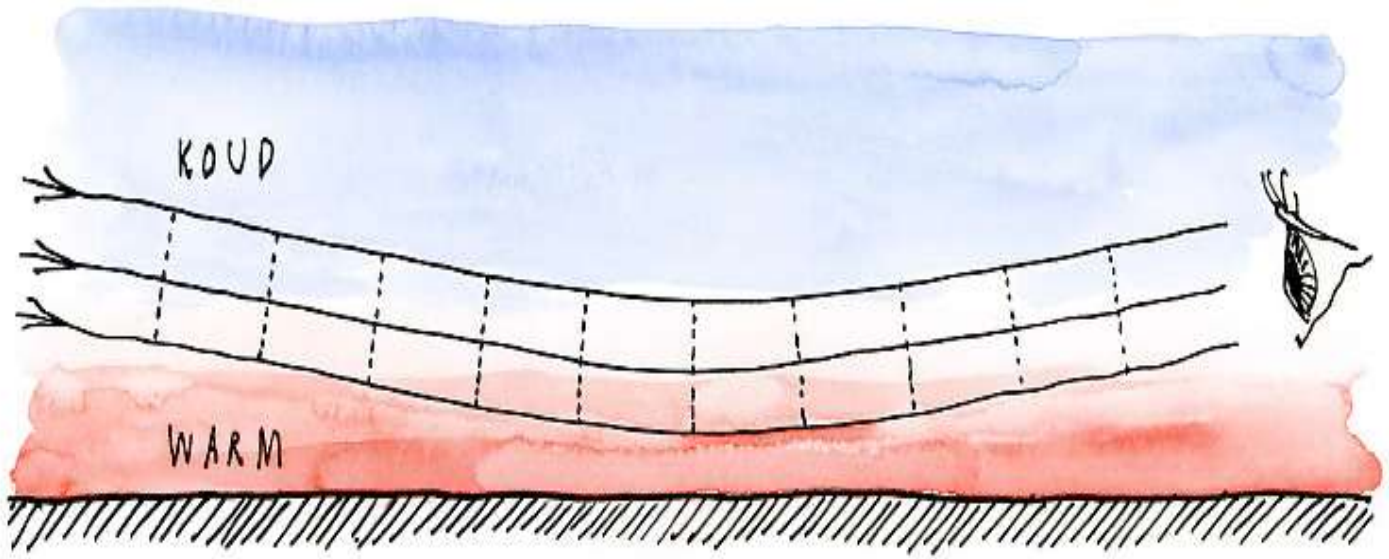
Luchtspiegeling boven heet asfalt



- De **licht**snelheid is groter in de warme lucht
- De **geluids**snelheid is OOK groter in de warme lucht!

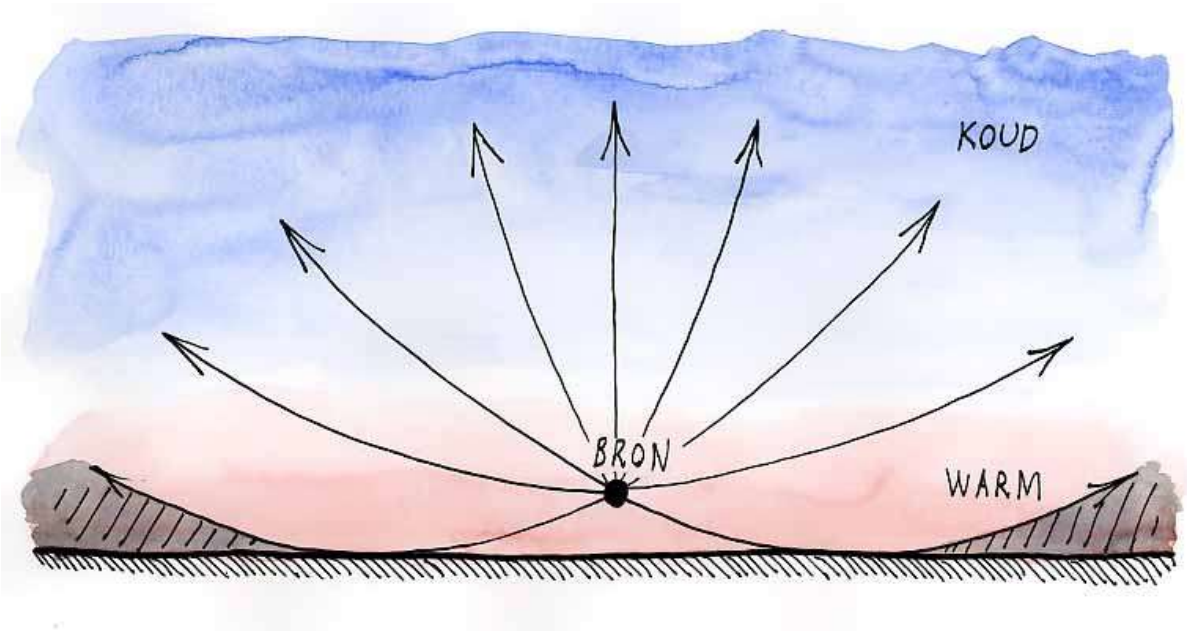
Het buigen van lichtgolven:

Luchtspiegeling boven heet asfalt



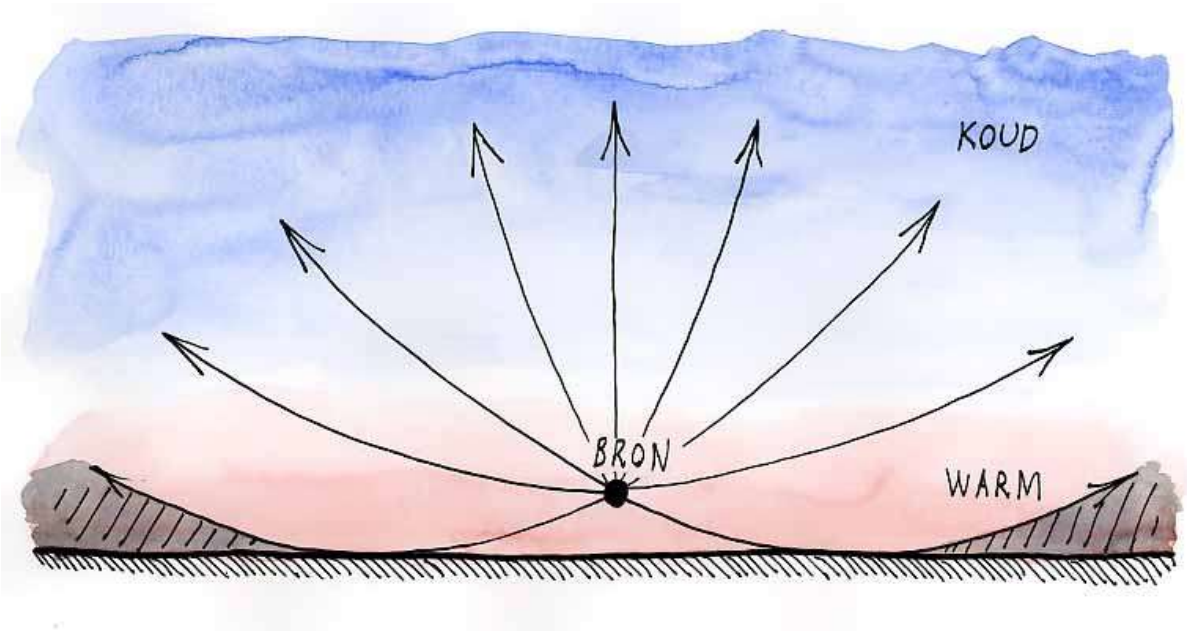
- De **licht**snelheid is groter in de warme lucht
- De **geluids**snelheid is OOK groter in de warme lucht!
- **Geluid gedraagt zich precies zo**!!

Afbuigend geluid: overdag



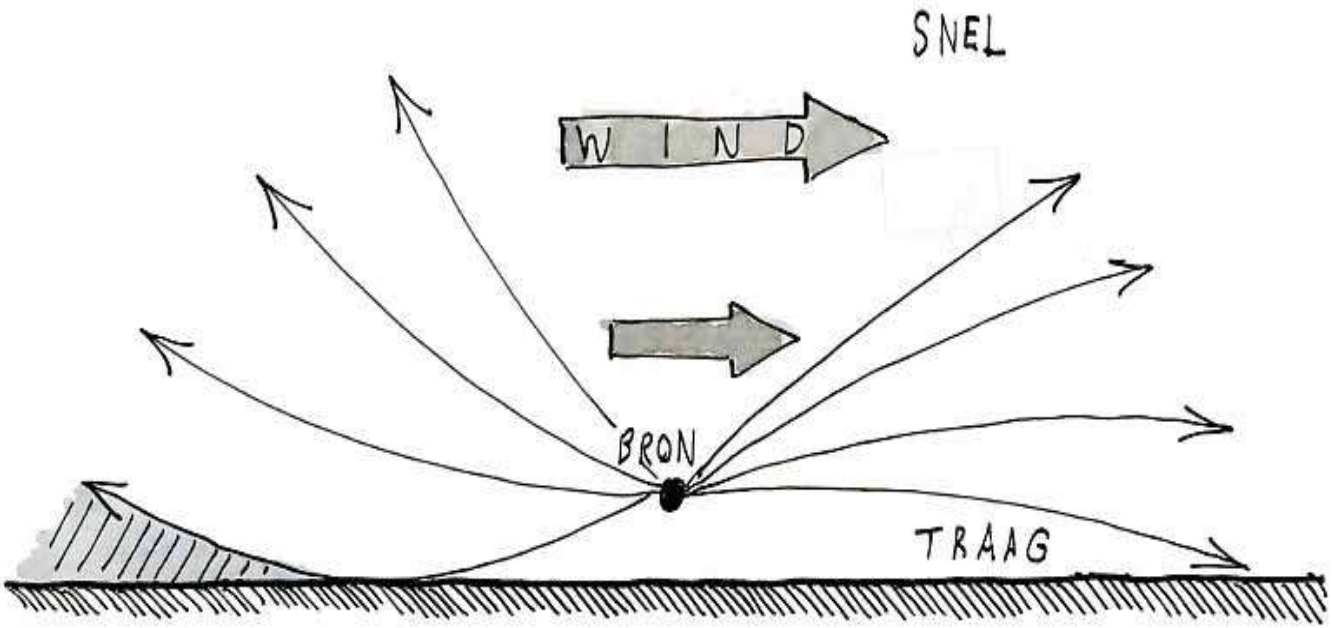
- Autolawaai buigt omhoog (wordt zwakker)

Afbuigend geluid: overdag



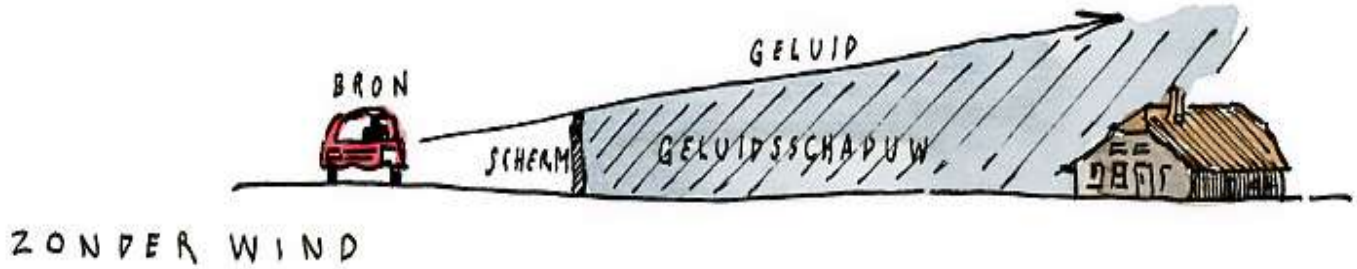
- Autolawaai buigt omhoog (wordt zwakker)
- ‘s nachts juist omlaag gefocusseerd (sterker!)

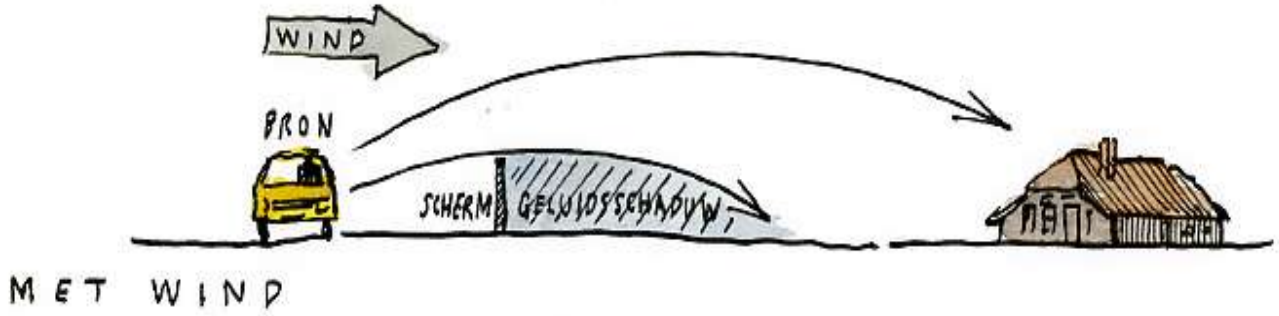
Wind en geluid



- Windsnelheid neemt toe met de hoogte
- Geluid lift mee: gaat daar óók sneller
- Geluidsgolven buigen; L/R verschillend!

Wind en geluid (2)





- Geluidschermen zijn niet altijd effectief!

De eenheid decibel (dB)

Is eigenlijk een *relatief* begrip voor verhoudingen in intensiteit: aantal dB = $10 \log(I/I_o)$

- Intensiteit × 10 is 1 Bel
- Intensiteit × 100 is 2 Bel
- Intensiteit × 1000 is 3 Bel

De eenheid decibel (dB)

Is eigenlijk een *relatief* begrip voor verhoudingen in intensiteit: aantal dB = $10 \log(I/I_o)$

- Intensiteit × 10 is 1 Bel = 10 dB
- Intensiteit × 100 is 2 Bel = 20 dB
- Intensiteit × 1000 is 3 Bel = 30 dB

De eenheid decibel (dB)

Is eigenlijk een *relatief* begrip voor verhoudingen in intensiteit: aantal dB = $10 \log(I/I_o)$

- Intensiteit × 10 is 1 Bel = 10 dB
- Intensiteit × 100 is 2 Bel = 20 dB
- Intensiteit × 1000 is 3 Bel = 30 dB

Kleine verschillen:

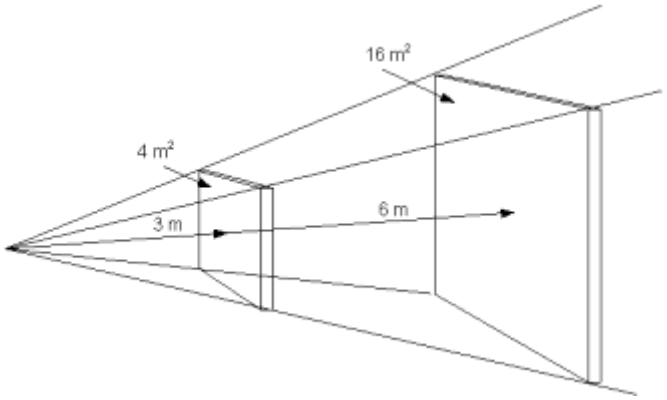
- Intensiteit × 2 is 3 dB
- Intensiteit × 4 is 6 dB
- Intensiteit × 8 is 9 dB
- Intensiteit × 16 is 12 dB

Perceptie van geluid

- Is uiteraard *subjectief*!
- Nét hoorbaar verschil ≈ 1 dB
- Dubbel zo hard ≈ 10 dB = 1 Bel = factor 10
- Dus 10 violen klinken ongeveer dubbel zo hard als één viool bij zelfde toon

Verzwakking van geluid

- 1. **Geometrie**:

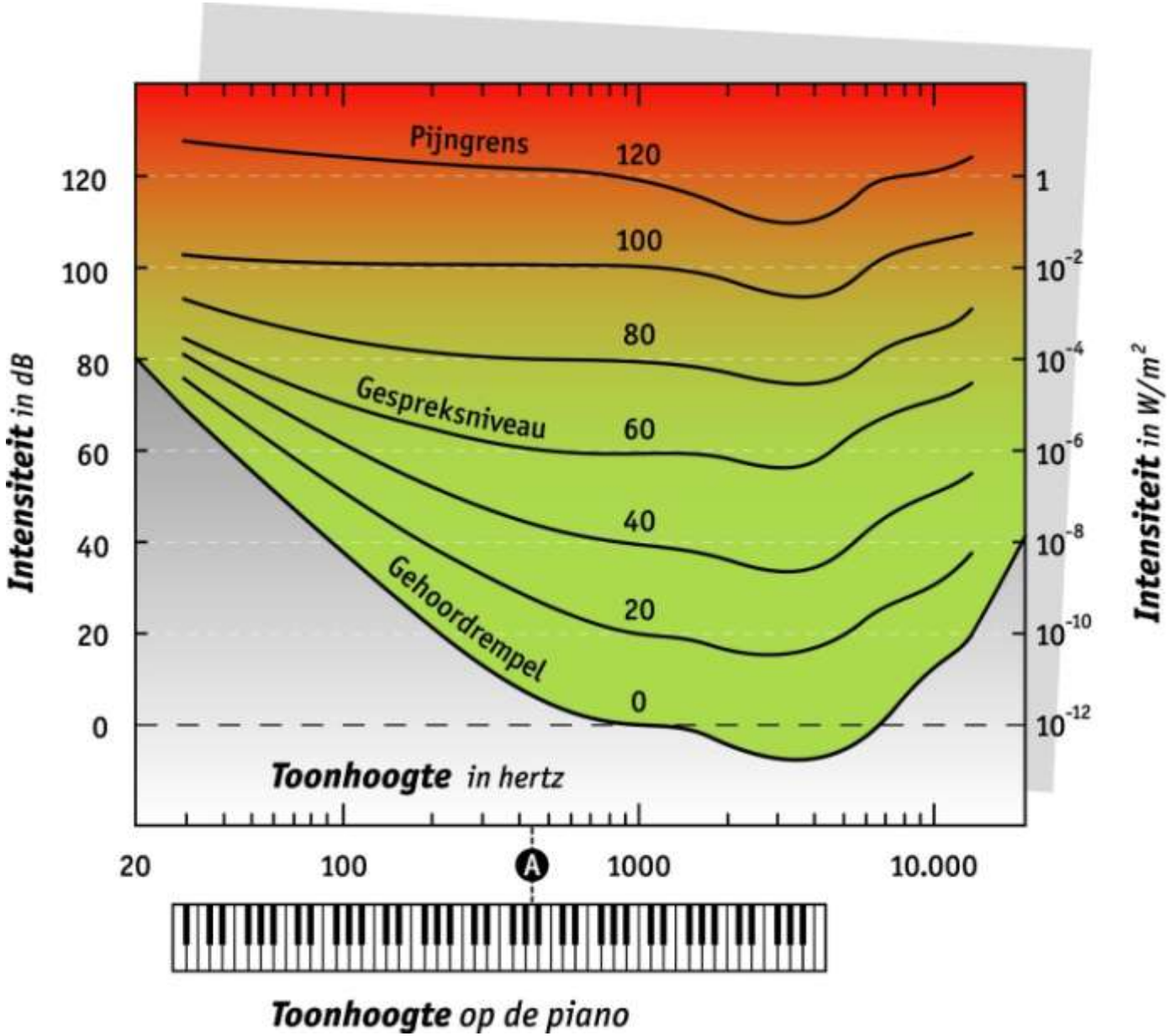


intensiteit neemt af met (afstand)^2

- 2. **Absorptie**

Hoge tonen verzwakken veel meer dan lage

Wat horen onze oren?



N.B. Drie opmerkelijke dingen:

1. Enorm intensiteitsbereik: 10^{12} → Geluidsoverlast?

N.B. Drie opmerkelijke dingen:

1. Enorm intensiteitsbereik: 10^{12} → Geluidsoverlast?

2. We praten met vermogen van ca. 10^{-5} W

   100 jaar praten? $100 \times 365 \times 24h = 10^{6}$ h

   Totale energie ca. 10 Wh= 0,01kWh

N.B. Drie opmerkelijke dingen:

1. Enorm intensiteitsbereik: 10^{12} → Geluidsoverlast?

2. We praten met vermogen van ca. 10^{-5} W

   100 jaar praten? $100 \times 365 \times 24h = 10^6$ h

   Totale energie ca. 10 Wh= 0,01kWh

   (minder dan één cent!)

N.B. Drie opmerkelijke dingen:

1. Enorm intensiteitsbereik: 10^{12} → Geluidsoverlast?

2. We praten met vermogen van ca. 10^{-5} W

   100 jaar praten? 100×365×24h = 10^{6} h

   Totale energie ca. 10 Wh= 0,01kWh

   (minder dan één cent!)

3. De ouderwetse radio……

   was een kachel met lawaai als bijproduct!

Het ‘Cocktail Party Effect’

- Hoe selecteer ik één gesprek in geroezemoes?

- *Richting horen* belangrijk hulpmiddel!

Geluid: frequentie en golflengte

- *Geluidsgolven in lucht:*

Frequentie: 20 Hz……20 000 Hz

Golflengte: 15 m……15 mm

Geluid: frequentie en golflengte

- *Geluidsgolven in lucht:*

Frequentie: 20 Hz……20 000 Hz

Golflengte: 15 m……15 mm

↑

Hoofd

Hoe werkt *richting horen*?

TWEE mechanismen:

- Voor hoog:

  (belanrijk binnenshuis!)

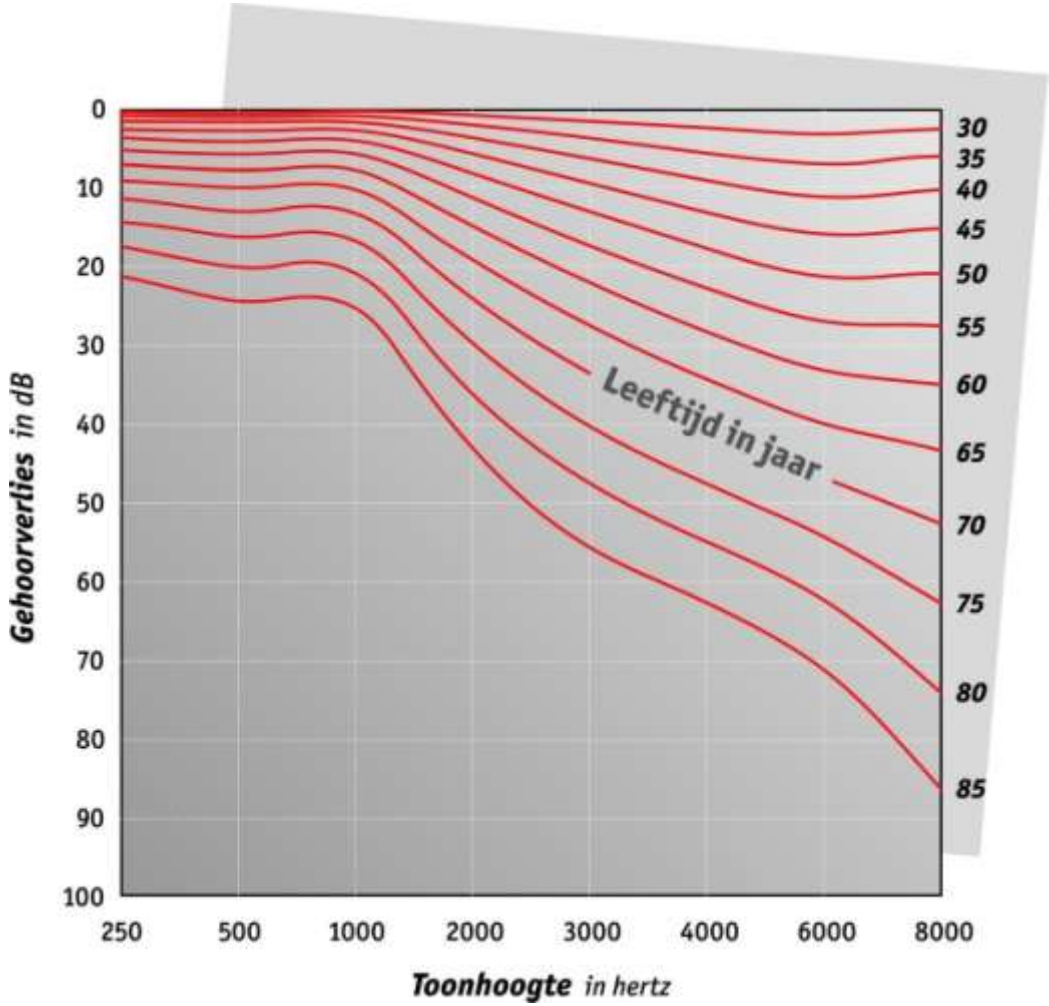
  intensiteitsverschil

- Voor laag:

  tijdverschil

Gehoorverlies bij ouder worden

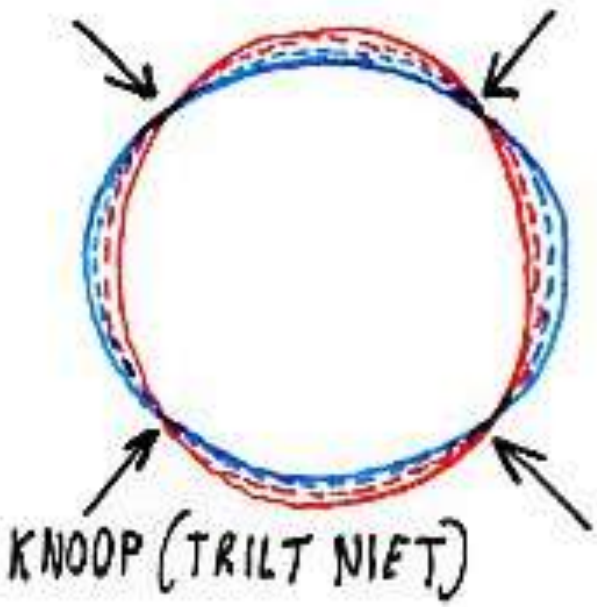
- We verliezen vooral de hoge tonen!
- Dus we verliezen richtingsgevoeligheid
- P.M.: HOORBRIL!



Waarom heeft een mok TWEE tonen?

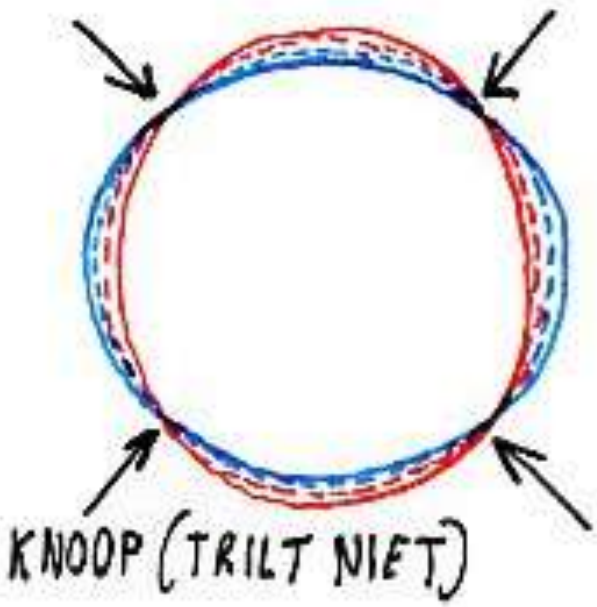
- Proefje…..

Eerst: Trilling van mok <u>zonder</u> oor:



Vergelijk met trillende snaar (boventoon):

Dus: waarom heeft een mok 2 tonen?



Hij klinkt lager als het oor moet moet meetrillen!

Tot slot: Miniquiz

- Bij het starten wint een 4-motorige Boeing 747 veel langzamer hoogte dan een 2-motorige Boeing 737.

- Hoe komt dat?

The end