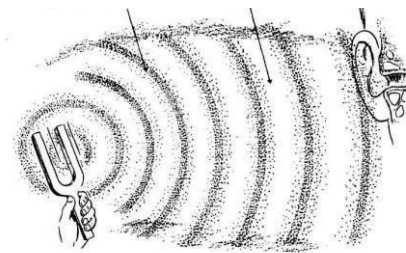


# Lyd

Lyd er ganske små svingninger i lufttrykket, op og ned omkring atmosfærens tryk. Og små skal virkelig tages bogstaveligt. Selv for en lyd, der er så kraftig, at man skal bruge høreværn, svinger trykket kun ca. en hundredetusindedel af atmosfæretrykket. Altså svingninger op og ned mellem 0,99999 og 1,00001 gange atmosfæretrykket. Den svageste lyd vi kan høre, er på 0,0000000002 gange atmosfæretrykket.



Nedre og øvre frekvens-grænsefor:	
Klaver	30-4.100 Hz
Menneskets hørelse	17-20.000 Hz
Hundenshørelse	15-40.000 Hz
Flagermusenshørelse	1.000-120.000 Hz
Flagermusensskrig	10.000-120.000 Hz

## Lydtryk og lydtryksniveau

Lydtrykket beskriver lydens fysiske styrke, altså om den er kraftig eller svag. Måleenheden for lydtryk er Pascal - ligesom for barometerstanden. Pascal forkortes Pa. Den svageste hørbare lyd er cirka 0,00002 Pa, og en meget kraftig lyd er f.eks. 20 Pa. Ved dette kraftige lydtryk giver lyden anledning til smerte.

Amplituden af en lydbølge er oftest karakteriseret af dens lydtryk. Da der er et meget stort omfang af lydtryk man kan måles i en tilfældig situation, måles det normalt på den logaritmiske decibel skala. Hvis  $p$  defineres som effektivværdien af lydtrykkets amplitude, så er lydtryksniveauet lig med 20 gange logaritmen af forholdet mellem det aktuelle lydtryk og et standardiseret lydtryk. Lydtryksniveauet udregnes i decibel således:

$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{p_1}{p_0} \right) = 10 \log_{10} \left( \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa i luft og } 1 \mu\text{Pa i vand. (Pa = pascal = N / m}^2\text{; N = newton)}$$

Hvad angår lydniveau, er det vigtigt at man gør klar forskel mellem lydtryksniveau og

lydeffektniveau. Lydtryksniveauet måles for eksempel af en mikrofon, og er en direkte måling af lufttryk.

Lydeffektniveauet, er derimod en måling af den effekt der bliver brugt til at generere lyden. Lydtryksniveauet bliver brugt til at måle lydtryk, da vores opfattelse af lydstyrke svarer logaritmisk til det.

Decibel skalaen er logaritmisk, og som en ekstra fordel, passer den bedre til vores opfattelse af lyd end den lineære Pascal skala. Som en tommelfingerregel kan man lige netop høre forskel i styrken på to lyde, hvis de har en forskel på 1 dB.

3 dB svarer til dobbelt så højt lydtryksniveau.

10 dB svarer til at det lyder omtrent dobbelt så kraftig. Ved lave frekvenser sker den subjektive øgning af styrke dog hurtigere; ved 20-30 Hz skal der således kun ca. 5 dB til, før lyden opfattes som dobbelt så kraftig.

dB	Støjkilde
180	Kanon, trommehinden brister
160	Kraftig ammunition
140	Jetfly ved start
130	Udendørs koncert
120	Smertegrænsen
110	Diskoteksmusik
100	kraftigt musikanlæg
85	Støjgrænse på arbejdsplads
80	Symfoniorkester.
70	Bytrafik
60	Højrrøstet tale
50	Almindelig tale
40	Soveværelse om natten
30	Rolig villavej, fuglesang
20	Hvisken
10	Svag raslen af blade
0	Høregrænse

## Frekvenser

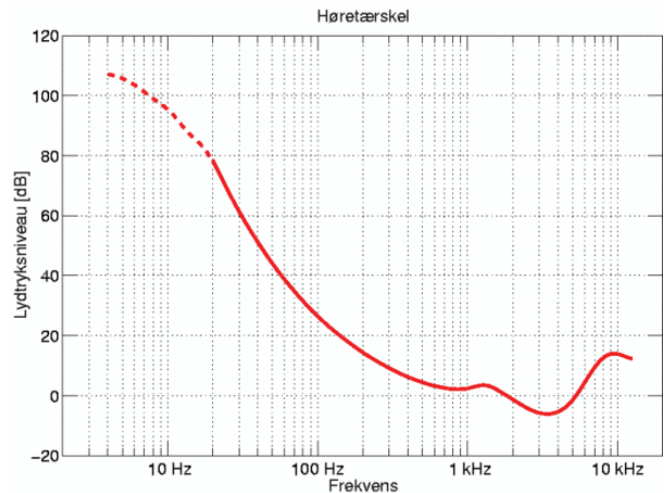


## Den menneskelige hørelse

Den menneskelige hørelse er ikke lige god til at opfange lyde med forskellige frekvenser. Lavfrekvente lyde skal generelt være kraftigere end mellem- og hørfrekvente lyde, før de bliver hørbare.

Man har undersøgt menneskers følsomhed overfor forskellige frekvenser ved at bestemme høretærskelen (dvs. grænsen for, hvor svage toner vi kan høre). Der findes en standard over høretærskelen for 18-25 årige normalthørende personer. Den er vist i figuren.

Det ses, at omkring 1 kHz er høretærskelen tæt ved 0 dB. Ved 3-4 kHz er tærskelen lavere, altså hører vi bedre ved disse frekvenser. Lad dig ikke distrahere af, at dB-værdierne her er negative. Der er ikke tale om "negativ lyd" eller "anti-lyd", men lydets styrke er blot svagere end det vi benævner som 0 på den logaritmiske akse. Ved høje frekvenser stiger kurven, svarende til, at vi har sværere ved at høre disse toner. Også ved lave frekvenser stiger tærskelen - endda endnu mere - altså hører vi dårligere her. Ved 100 Hz er tærskelen mere end 20 dB, og der skal næsten 80 dB til, før gennemsnitsmennesket kan høre en 20 Hz tone.



## Lydens hastighed.

Lydens hastighed er afhængig af 2 faktorer:

- Temperaturen
- Det stof lyden udbreder sig i.

Af de 2 faktorer afhænger lydbølgernes udbredeshastighed mest af stoffet den udbreder sig i.

Til beregning af lydens hastighed kan følgende formel anvendes.

$$v = \frac{s}{t} \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Afledte formler:  $t = \frac{s}{v} \left[ \frac{m}{m/s} = s \right]$   $s = v \cdot t [m/s \cdot s = m]$

$v$  er lydens hastighed i det pågældende stof.

$s$  er lydens tilbagelagte afstand.

$t$  er tiden det tager for lyden at tilbagelægge afstanden.

Eks.  $s = 10 \text{ m}$ ,  $t = 0,0294 \text{ s}$

$$v = \frac{10 \text{ m}}{0,0294 \text{ s}} = 340,1 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

62

### Lydens fart i forskellige stoffer

Luftformige stoffer	Temperatur (°C)	Fart i m/s
Kuldioxid	20	270
Oxygen	20	320
Atmosfærisk luft	0	330
Atmosfæriske luft	20	340
Hydrogen	20	1330
Flydende stoffer		
Havvand, 3,5% salt	-4	1430
Havvand, 3,5% salt	20	1520
Faste stoffer		
Bly	20	2160
Mursten	20	3650
Stål	20	5980
Aluminium	20	6370