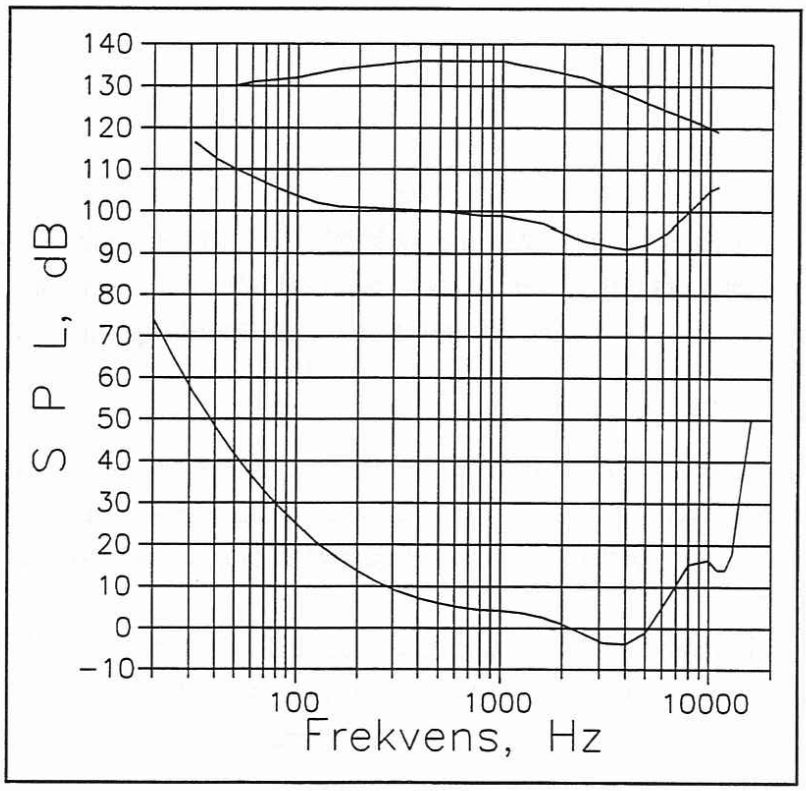
Det hørbare område

Høretærsklen er stærkt frekvensafhængig, således at tærsklen stiger kraftigt for frekvenser under ca. 500 Hz og over ca. 10 kHz.



Figur 3.1 Den absolutte høretærskel (nederst) og smertetærsklen (øverst). Den midterste kurve viser den omtrentlige ubehagstærskel.

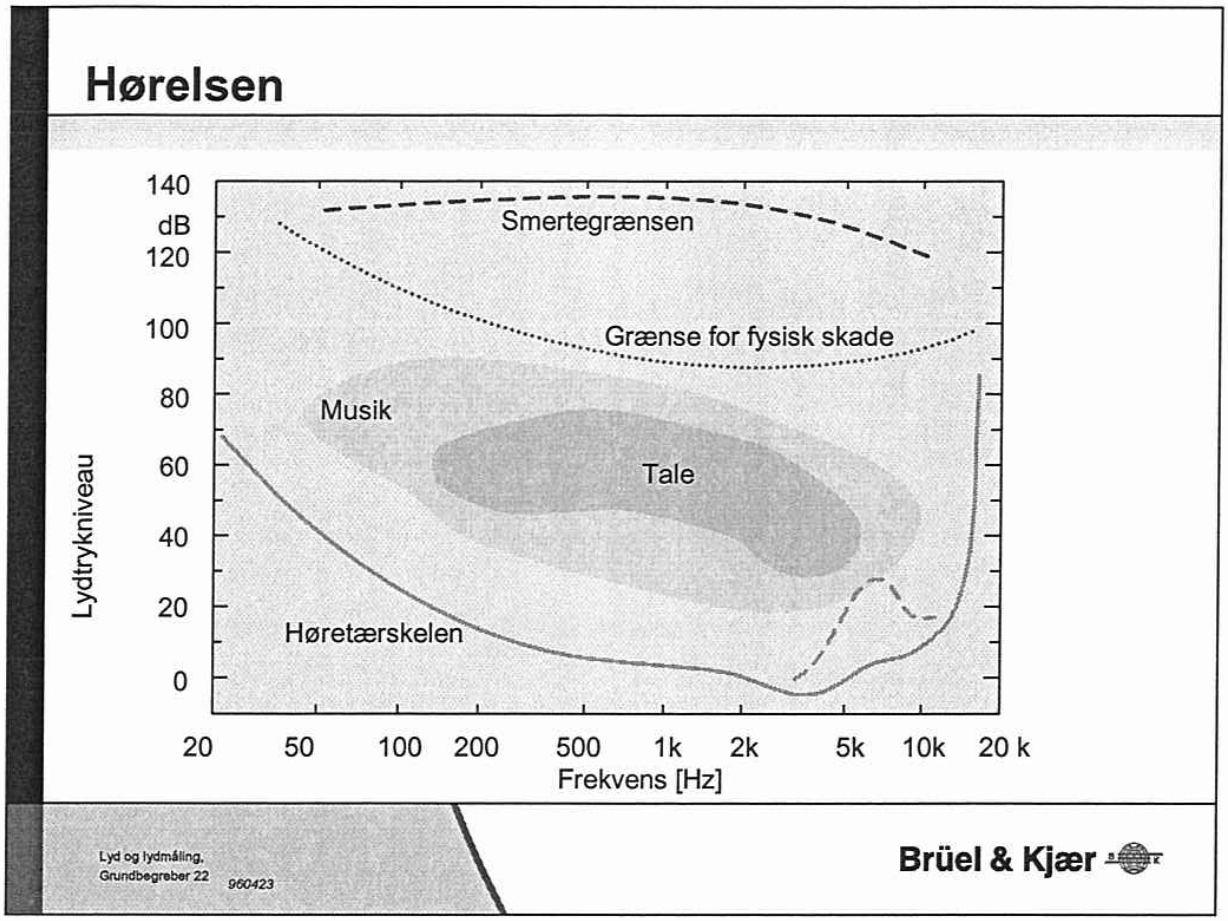
Den absolutte tærskel: • tærskelværdi **uden** baggrundsstøj

Maskeringstærsklen: • tærskelværdi **med** baggrundsstøj

Smertetærskel:
- meget kraftige lydpåvirkninger, der giver smertefornemmelse i øret
- ~120 dB SPL
- ikke særlig velundersøgt

UCL (Uncomfortable Level):
- ubehaghedsniveau - lyden opleves ubehagelig, men ikke direkte smertefuld
- ~100 dB SPL

MCL (Most Comfortable Level):
- behagelighedsniveau - lydniveauet opleves behageligt
- anvendels bl.a. ved indstilling af høreapparater
- ~65 dB SPL (alm. samtale)



Denne graf illustrerer grænserne for den menneskelige hørelse.

Den fuldt optrukne linie angiver tærskelen for hvornår en ren tone netop er hørbar, altså en nedre grænse.

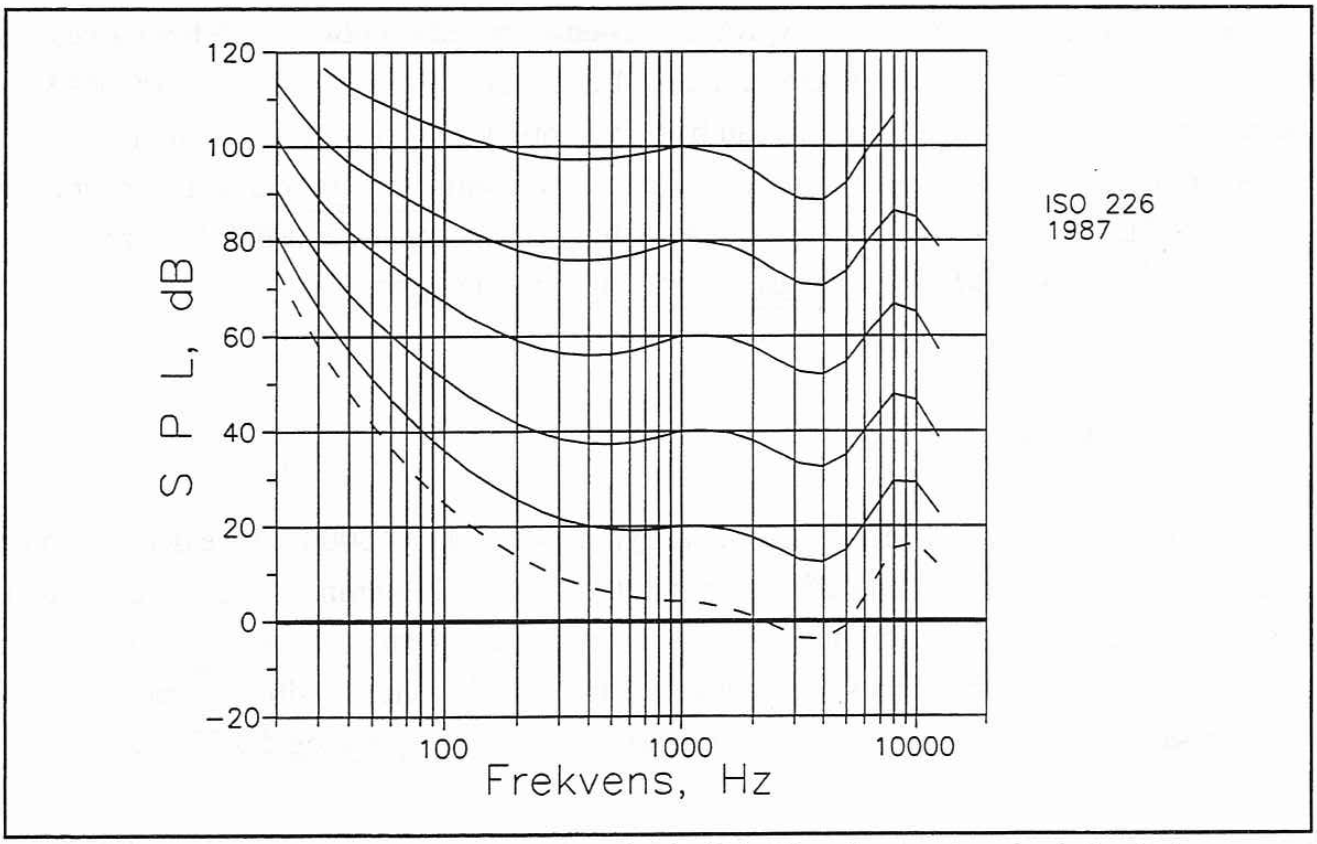
Den øvre stiplede linie repræsenterer smertegrænsen.

Hvis grænsen for fysisk skade er overskredet i længere tid er der en forøget risiko for permanent høreskade. Hvis en høreskade indtræffer vil høretærskelen hæves. Dette er illustreret ved den stiplede kurve nederst til højre.

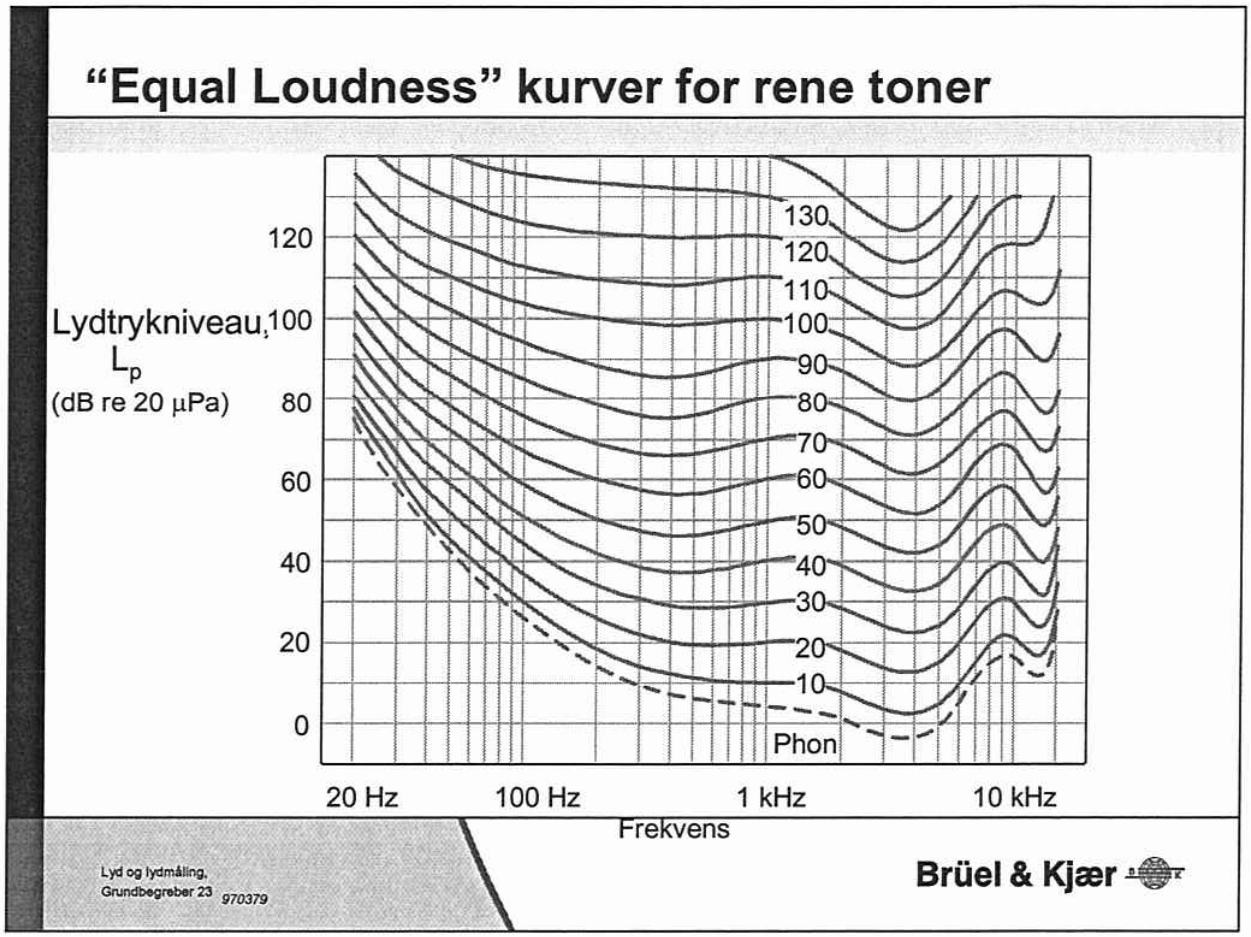
Normal tale og akustisk musik har frekvenser og niveauer i de skraverede områder. Højere niveauer kan opnås ved elektrisk forstærkning.

Hørestyrkeniveau (phon)

- lydtryksniveauet af en 1000 Hz tone, der opleves (for en normal lytter) lige så kraftig som den aktuelle rene tone
- målt i frit frontalt indfaldende lydfelt, binaural lytning og uden baggrundsstøj
- øreføisomhedskurver, phon-kurver, hørestyrkeniveaukurver, equal loudnes level contours



Figur 3.3 Hørestyrkeniveaukurver i et frit lydfelt. Hver kurve viser det lydtrykniveau en ren tone skal have for at opleves lige så kraftig som en 1000 Hz tone, dvs. med samme phon værdi.



Her er vist de normale "equal loudness" kurver for rene toner. Den stiplede kurve indikerer det hørbare område (høretærskelen).

Bemærk at den menneskelige lydopfattelse ikke er lineær. Det er nødvendigt med næsten 80 dB højere SPL ved 20 Hz for at få det samme opfattede lydtrykniveau som ved 3-4 kHz.

Måling af hørestyrke - A-vægtning

Ønskes: Måleinstrument, der måler en lyds hørestyrke(niveau) - den subjektive lydopfattelse dvs. giver den korrekte phon-værdi uanset lydens frekvenssammensætning og niveau

Metode: Lydtryksmålingerne vægtes (filtreres) med omvendte phon-kurver

Problemer:

- uendeligt mange phon-kurver
- phon-kurverne gælder principielt kun for rene toner
- et simpelt filter tager ikke hensyn til maskering, som har særdeles stor betydning for den subjektive styrkeopfattelse

I praksis anvendes 4 forskellige filtre (vægtede kurver):

- A-filteret:
  - middelværdien af 0 - 55 phonkurverne (tilnærmet 40 phon-kurve)
  - efterligner ørets lavere følsomhed ved lavere frekvenser (dæmper lavfrekvente lyde)
  - det mest anvendte filter
- B-filteret:
  - middelværdien af 55 - 85 phonkurverne
- C-filteret:
  - middelværdien af >85 phonkurverne
  - næsten lineært i det hørbare område
- D-filteret:
  - specielt følsomt i området 1 - 5 kHz (fremhævet ca. 10 dB)
  - specialfilter, der anvendes til måling af flystøj

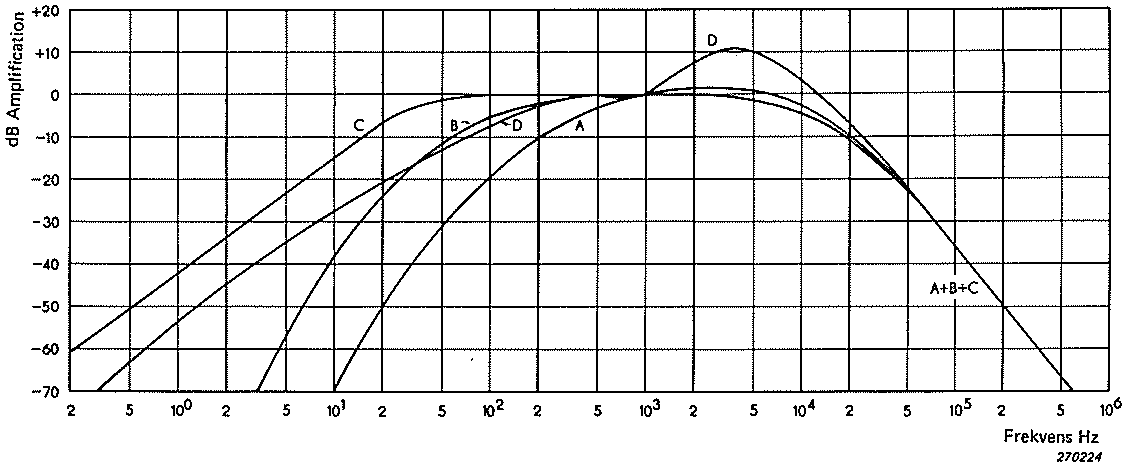
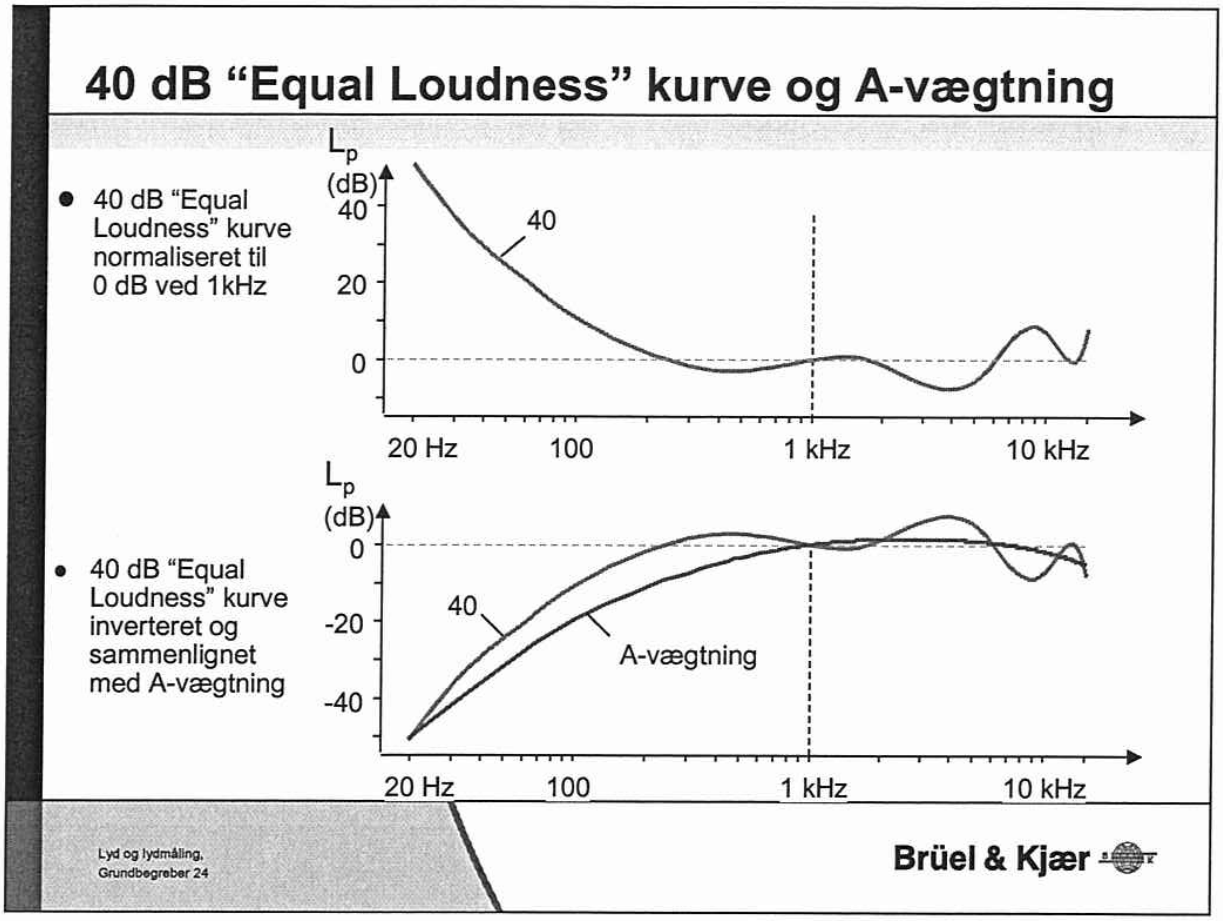


Fig.3.7. A—B—C—D-kurver

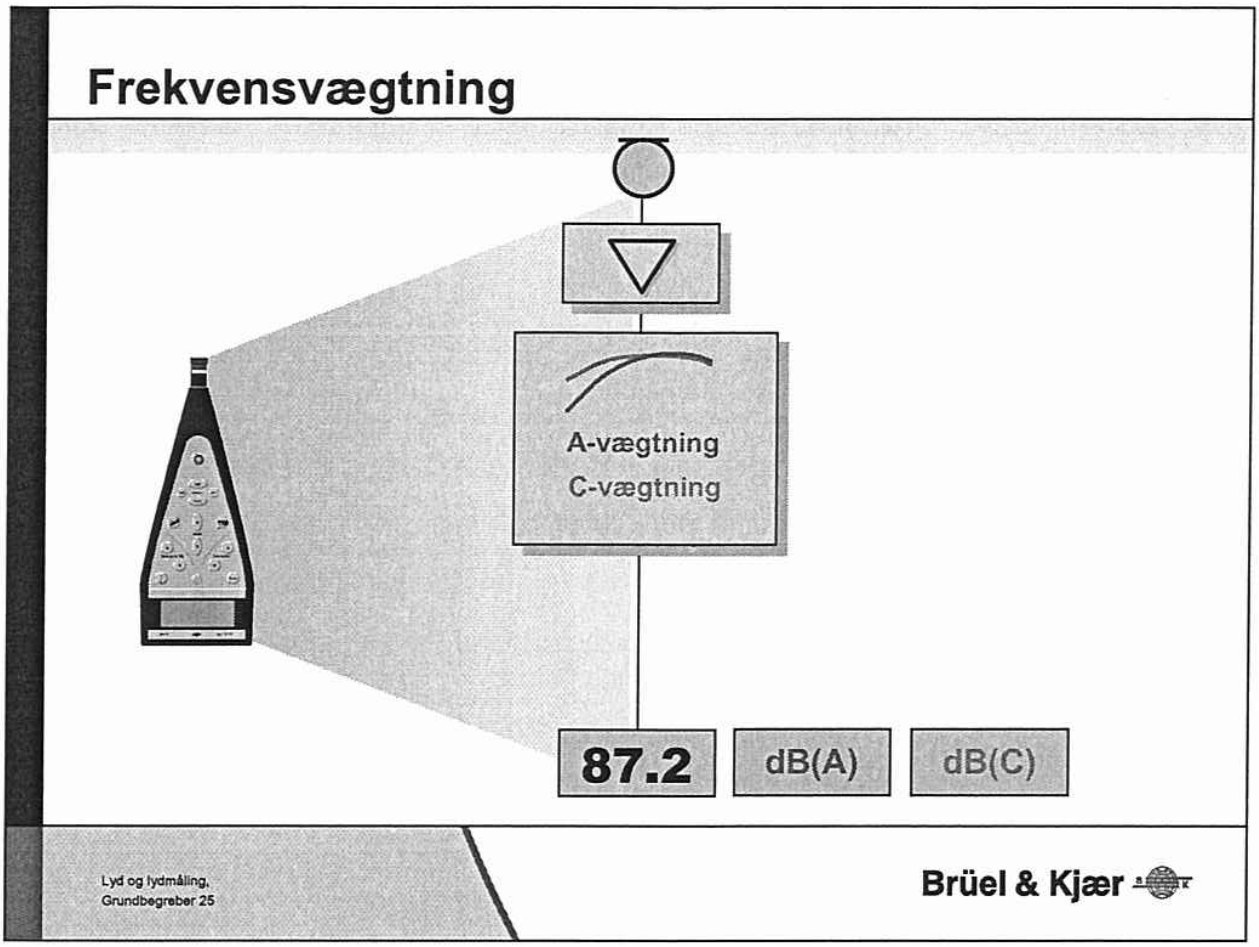
Måleværdier med disse filtre benævnes dB(A), dB(B), dB(C) og dB(D).

Hørestyrken kan beregnes på basis af psykoakustiske modeller for styrkeopfatttelsen baseret på en række empiriske hørestyrkeforsøg og en detaljeret model af hørelsens funktion. Metoderne fås som færdige computerprogrammer



Den øverste figur svarer til "Equal loudness"-kurven for 40 dB ved 1 kHz.

Forneden ses den populære A-vægtning sammenlignet med den spejlvendte 40 dB "Equal loudness"-kurve.



Alle lydmålere har indbygget A-vægtning og nogle har også andre så som B- og C-vægtning.