

MARTIN SIMON

# Hvad er lyd

Lyd skabes af vibrationer og forplantes gennem luften som lydbølger. Uden luft – eller en anden form for gas – kan lyden ikke udbredes. Derfor er der fuldstændig tavst i et lufttomt rum.

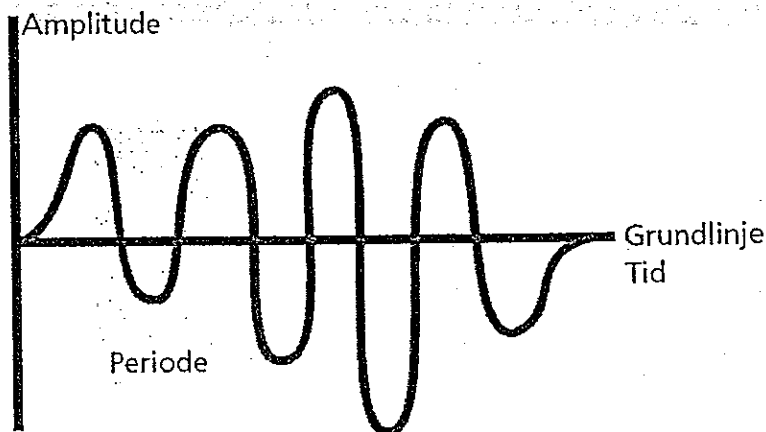
Et forholdsvis enkelt eksempel kunne være følgende: Når en trompetist skal frembringe en tone på sin trompet, starter det med, at trompetisten sætter sine læber til at vibrere. Denne vibration forstærkes af trompeten og forlader trompeten som en lydbølge, der udbredes gennem luften. Lydbølgen taber „sin energi“ og bliver derved lavere, jo længere den bevæger sig væk fra trompeten.

Når vores ører opfanger vibrationerne gennem luften, omsættes de til lydssignaler i hjernen. Ud fra dine tidligere erfaringer med lyde, kan din hjerne afgøre, om det er en trompet eller en violin, du hører – eller om det er din mors eller din kones stemme, du hører.

Lydbølger siges at være kontinuerlige eller analoge. De varer lige så længe, som kilden til lydbølgen udsender sine vibrationer.

## Lydbølgers fysik

En lydbølge beskrives rent fysisk ved hjælp af begreberne amplitude, frekvens og tid. Amplituden er størrelsen på lydbølgens svingning, frekvensen er et mål for svingningstætheden, og tiden er det tidsrum, som lydbølgen varer. På en graf ser det således ud:



Grundlinjen på grafen herover repræsenterer tavshed – altså ingen lyd. Kurven repræsenterer en lyd, og jo større udsving, der er på kurven, jo kraftigere (højere i lydstyrke) er lyden. Lydstyrke måles i dB (decibel).

Svingningstætheden (eller frekvensen) måles i perioder. En periode er afstanden mellem to ensbeliggende punkter på lydbølgen, f.eks. to toppe. Er perioden meget kort målt i tid, er lyden meget højfrekvent. En

periode pr. sekund kaldes for en hertz (Hz), hvilket altså svarer til en hel svingning på et sekund.

En lyd med en frekvens på en hertz vil dog være så lav, at det menneskelige øre ikke kan opfatte den. Det menneskelige øre kan normalt høre toner med en frekvens på mellem 20-40 Hz og helt op til 20.000 Hz (20 kHz).

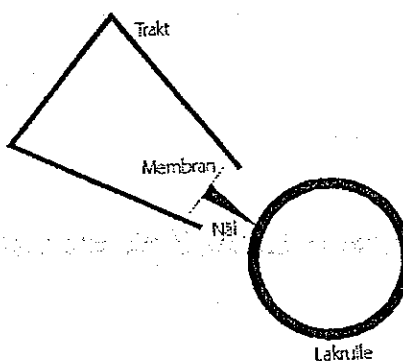
## Lydoptagelser

Lige så længe mennesket har kunnet høre, har det ønsket at kunne gemme lyde. Men det var først i midten af sidste århundrede, at det for alvor lykkedes Edison at optage, gemme og gengive lyde på den såkaldte phonograf, forgængeren for pladespilleren.

I vore dage findes der grundlæggende set to former for lydoptagelse: den analoge – der kendes fra båndoptageren og pladespilleren – og den digitale, der kendes fra cd'en, dvd'en og lydfileerne på din computer.

### Analog lydoptagelse

De første lydoptagere, phonografen og senere pladespilleren, optog lyd ved at overføre svingningerne fra lyden i mindre målestok til en lakrulle- eller plade. Dette skete for phonografens vedkommende ved, at man talte ind i en tragt. I bunden af trakten var der en tynd membran, der trak i et sindrigt snoretræk, der – når lakrullen eller -pladen blev opvarmet – kunne „ridse“ lyden ind i lakken ved hjælp af en lille nål.



En meget forenklet skitse over en phonograf.

Når man så kørte lakrullen eller lakpladen forbi nålen igen – uden at varme den op – blev den optagede lyd afspillet igen via trakten, der forstærkede vibrationerne fra membranen.

### Båndoptageren

Båndoptageren bygger på en dansk opfindelse af Vlademar Poulsen, der d. 1. februar 1898 indleverede en patentansøgning på den såkaldte „telegrafon“, der – ligesom sin arvtager båndoptageren og senere kassetebåndoptageren – virkede ved hjælp af et såkaldt optage- og gengiveprincip.

Ved optagelsen (optage-princippet) blev lyden konverteret til elektrisk strøm ved hjælp af en mikrofon. Strømmen, der varierede i overensstemmelse med lyden, blev forstærket og tilsluttet spolen på en elektromagnet. Denne elektromagnet overførte så sit magnetfelt til et magnetbånd, der blev ført forbi elektromagneten med en konstant hastighed. De små magneter i magnetbåndet udgjorde derefter et „magnetisk billede“ af den oprindelige lyd.

Når lyden skulle gengives (gengive-princippet), foretog man så at sige processen i omvendt rækkefølge. Magnetbåndet førtes forbi elektromagneten med samme hastighed som under indspilningen. Elektromagneten inducerede så en strøm, der blev sendt gennem en forstærker og ud i en højttaler. Herefter kunne man høre den lyd, man havde indspillet.

### Stereobåndoptageren

I starten af 1960'erne blev begrebet „stereo“ indført. Ved hjælp af to separate højttaler-kanaler (en højre og en venstre) kunne man give en mere naturtro gengivelse af f.eks. orkestre og realløyd.

For at kunne gengive en stereolyd, skulle magnetbåndet indeholde to separate magnetspor, et for lyden til højre og et for lyden til venstre kanal.

### Multisporsbåndoptageren

Fra de to spor, der var nødvendige for gengivelsen af stereolyd, var der ikke langt til fire spor, og i takt med, at man forbedrede teknologien, kom der endnu flere spor til.

Nu kunne man have flere lydspor ved siden af hinanden. I første omgang blev det udnyttet kommercielt til at give plads til mere optagetid på de forholdsvis dyre spolebånd, idet man kunne „vende båndet“ og derved indspille stereolyd to gange på det samme bånd.

Men fire spor og mere kunne også bruges til noget helt andet. Man kunne f.eks. indspille hvert sit instrument på hvert sit spor og afspille alle sporene samtidig. Det gav en illusion af, at det var et stort orkester, der spillede sammen, selvom det måske var den samme mand, der havde indspillet alle instrumenterne. Den indlysende fordel var, at skulle man senere finde ud af, at der blev spillet forkert på et af instrumenterne, kunne man nøjes med at genindspille det instrument, der spillede forkert, og behøvede ikke at samle alle musikerne igen for at indspille det hele forfra.

Den moderne form for „lagkagemusik“ var født. Og den skulle i sandhed få en revolutionerende betydning for den moderne musik og det at arbejde i et lydstudie. I de senere år har den digitale teknologi dog også holdt sit indtog i lydstudierne, hvor man i dag bruger digitale sequensere til at optage på, samt den generelle MIDI-standard til at styre de mange elektroniske instrumenter, der anvendes i moderne musik – men det kommer der mere om i kapitlet om MIDI-filer senere i bogen.

## Digital lydoptagelse – sampling

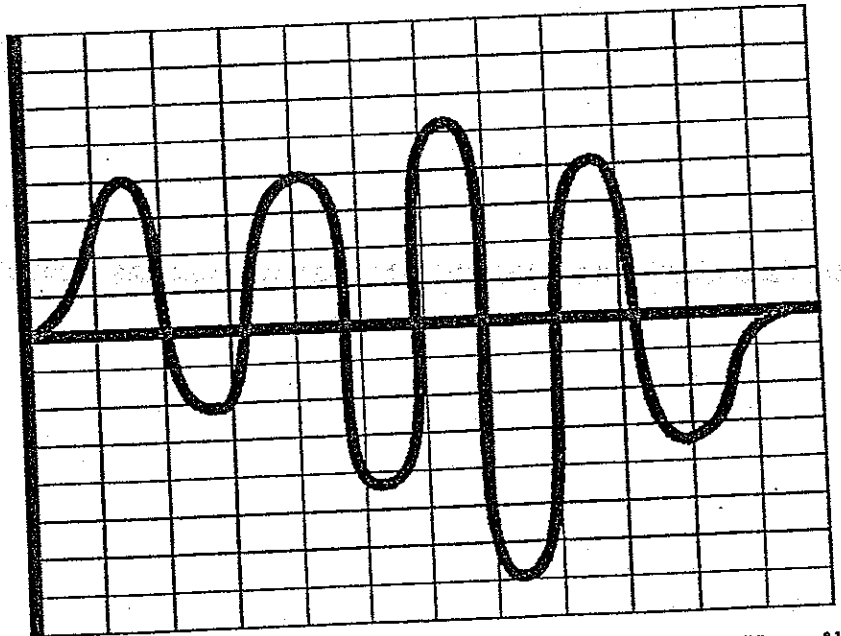
For at computeren kan håndtere lyde skal lydene først konverteres til et format, som computeren kan arbejde med, nemlig til en række værdier i

det digitale talsystem. For at gøre dette bruges en teknik, der kaldes sampling. Samplingen fungerer ved, at man foretager en måling af lydbølgen med hyppige mellemrum. Det resulterer i en række talværdier, der kan konverteres til digitale data, som computeren kan forstå. Målingerne (samples) skal foregå så ofte, at lydens mange nuancerede detaljer ikke går tabt under konverteringen.

For at give den bedste gengivelse måles sampledata i to værdier: *sample rate* (kaldes ofte *samplefrekvensen* på dansk), der angiver, hvor tit der måles (angives i kHz), og *sample size* (kaldes ofte *bitdybden* på dansk), der angiver, hvor fint den måleskala er, der anvendes som måleværdier (angives i bit).

Ovenstående illustreres nok bedst med et praktisk eksempel. Du ønsker at sample vores lydbølge fra forrige side, så den kan afspilles på en computer. For at gøre dette skal der lægges et koordinatsystem ned over lydbølgen. Vi måler nu langs x-aksen med et fast interval, her 12 gange i løbet af lydens levetid. Hver gang lydbølgen krydser et af målepunkterne på x-aksen, lagres den værdi, der kan aflæses på y-aksen.

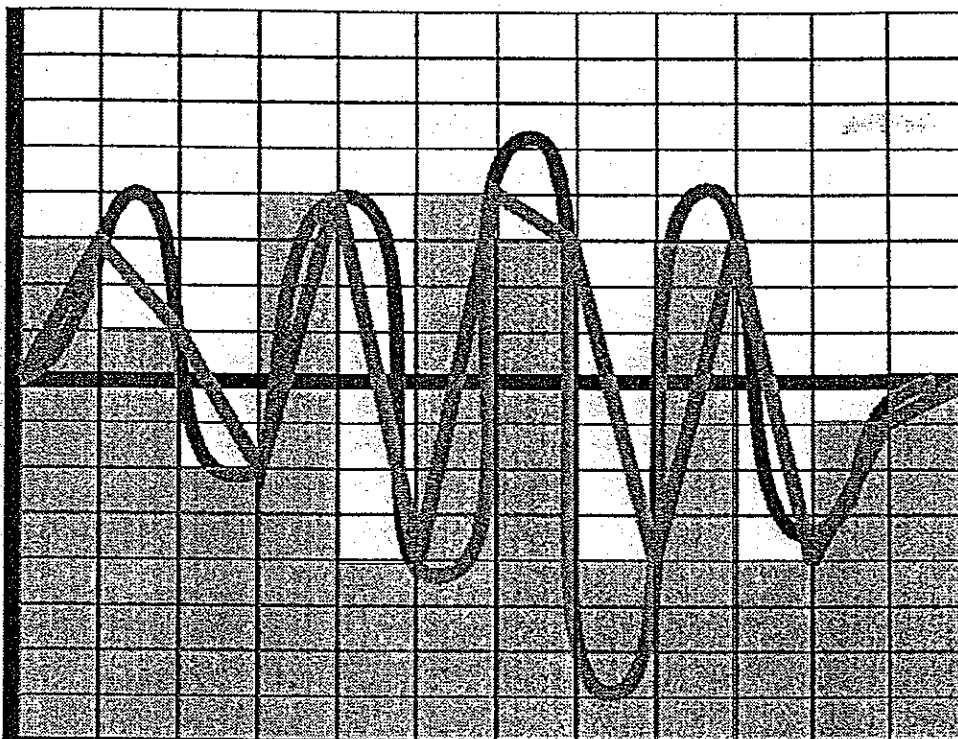
Hvis det antages, at x-aksens længde er et sekund, så måles der på lyden for hvert 1/12 sekund, hvilket svarer til en *sample rate* på 12 Hz. Og hvis det antages, at værdien på y-aksen kun kan angives i heltal, så er der 16 mulige måleværdier på y-aksen, hvilket svarer til en *sample size* på 4 bit ( $1111_2 = 16_{10}$ ).



Første gang, der måles på lydbølgen, er efter 1/12 sekund. Her måles værdien 9 eller „1001“ i det binære talsystem. Sådan fortsættes, indtil lyden er slut.

Når computeren skal afspille lyden via lydkortet, konverterer den måleværdierne til en gengivelse af lyden, der – sammenlignet med den oprindelige analoge lydbølge. Det ser således ud:

4



Som det fremgår af grafen, mistes mange af de oprindelige analoge lydbølges detaljer ved denne meget grove sampling.

I praksis samples der dog også med langt større nøjagtighed, oftest et sted imellem 11,025 og 44.1 kHz eller det samme som mellem 11025 og 44100 gange i sekundet! Samtidig bruges der en langt større sample size, i praksis mellem 8 og 16 bits per sample, hvilket giver mellem 256 og 65536 måleværdier. Det giver nogle væsentligt mere detaljerede måledata og dermed en mere naturotro lyd gengivelse.

Du kan læse mere om sampling og lydfile i kapitlet „Wave-lydformatet“ senere i bogen.

## Lydfile på din computer

Nå du installerer Windows på din computer, kopieres der som standard en række lydfile ind på din harddisk, der anvendes som systemlyde etc. Har du ikke andre lydfile liggende på computeren, kan du starte med at eksperimentere med dem. For at kunne høre indholdet af lydfile, skal din computer indeholde et lyd kort og have nogle højtalere tilsluttet til lyd kortet. Når det virker, kan du få lyde ud af computeren.

## To grundformer for digital lyd

Du kan arbejde med to grundformer for digital lyd på computeren, der oftest er gemt som to forskellige filtyper, kaldet henholdsvis MIDI (MID) og WAVE (WAV).

MIDI-file er meget små file, mens WAV-file er meget store. I denne bog kommer du næsten udelukkende til at arbejde med lydfile af typen WAV og lignende lydfile.

MIDI-file bruges for det meste af mere eller mindre professionelle musikere til at producere musik med på et keyboard eller et andet