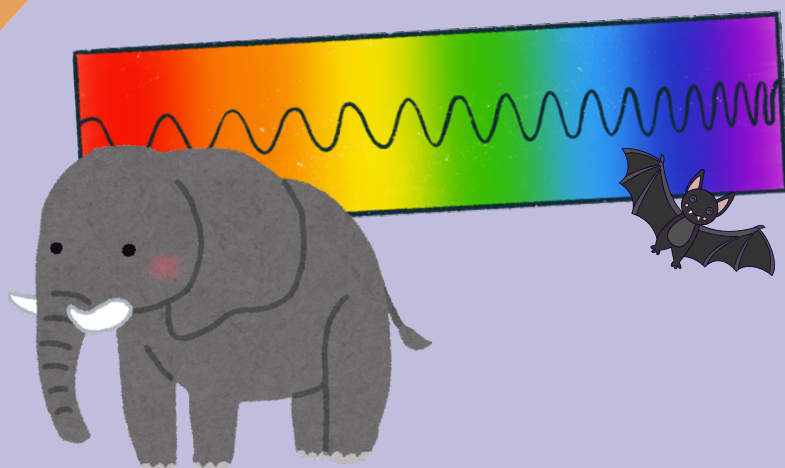
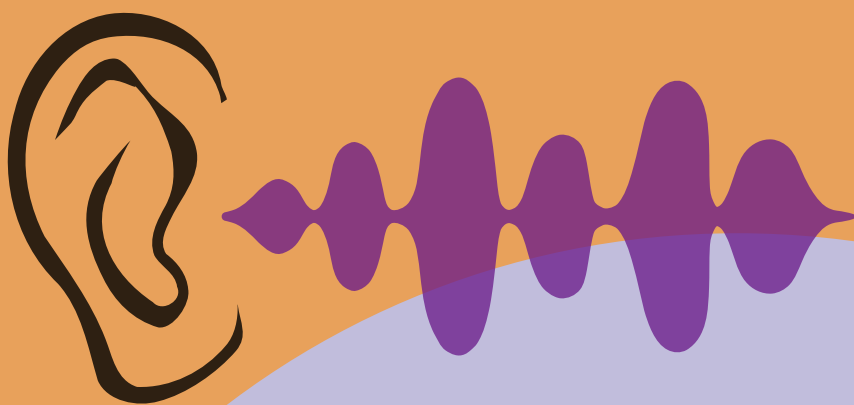


Fra Ører til Videnskab

Undervisningsmateriale til brug i udskolingen



LYD
LABO
RATO
RIET



Introduktion

I dette undervisningsmateriale kan eleverne lære om lydens verden. Lyd er en måde at sanse og forstå sine omgivelser på, og det er en verden, der kan udforskes gennem naturvidenskaben og teknologien.

Indholdet og øvelserne er skabt med målet om at elevernes egen **sanselighed involveres** i undervisningen. Eleverne skal **undersøge lyd** og lydlige fænomener og derigennem få udvidet deres horisont for, hvad lyd er, og hvad lyd kan.

Indholdet i materialet spænder over en række øvelser inden for disse tematikker:

Hørelsen og lytning • Science og sanselighed • Teknologi og lyd

Herigennem får eleverne indblik i hvordan:

- vi hører og forstår lyd, og hvordan vores forskellige hørelser er unikke
- lyd kan beskrives gennem naturvidenskabelige principper
- STEM-faglighed kan kobles med sansning
- lyd er mere end hvad, vi kan høre, og at det bruges på mange måder
- teknologi kan give os mulighed for at høre det u-hørbare

Nøgleord:

Hørelse • Sansning • Lydbølger • Infra- og ultralyd • Teknologi

Relevante fag:

Fysik • Dansk • Samfundsfag og historie • Teknologiforståelse

Udarbejdet i 2024 for Lydlaboratoriet af
Agnes Valbjørn Stavnsbjerg og Malte Bødker Madsen



Kompetencer og fælles mål

Undervisningsmaterialet er tilrettelagt med fokus på fælles mål for uddannelse i fagene: fysik, dansk, samfundsfag/historie og teknologiforståelse

Fysik:

- Eleven kan beskrive anvendelsen af lyd i medicinsk og teknologisk sammenhæng
- Eleven har viden om ord og begreber i naturfag og viden om udbredelse af lyd

Dansk:

- Eleven kan analysere digitale produkter og deres tilhørende lyd
- Eleven kan reflektere kritisk over den lydlige undersøgelse og formidle resultater

Samfundsfag og historie:

- Eleven har viden om og kan vurdere digitale artefakters eller teknologiers betydning for samfundets udvikling
- Eleven kan tage stilling til og handle i forhold til sociale og kulturelle sammenhænge og problemstillinger

Teknologiforståelse:

- Eleven kan argumentere for effekten og konsekvensen af at bruge teknologi (mikrofonen) til at repræsentere virkeligheden
- Eleven har viden om digitale artefakters betydning for individ, fællesskaber og samfund

Sådan bruges materialet

Materialet er sammensat sådan, at man både kan gennemgå indholdet og øvelserne kronologisk, men at man også kan plukke af tematikker og øvelser - eller blot bruge det til inspiration.

Baggrundviden

Øvelse

Materialet er delt op i tematikker, som indeholder baggrundviden og øvelser. Baggrundviden er den grundlæggende viden, der rammesætter øvelserne. Det er i toppen af hver side angivet, om det er baggrundviden eller øvelse, der beskrives.

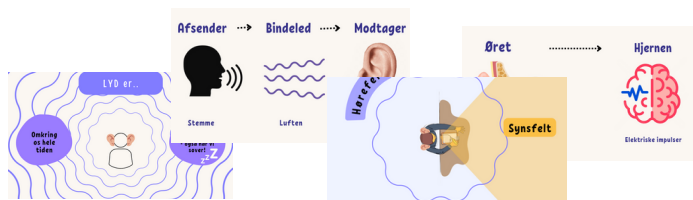
Ved hver øvelse er det angivet, hvad man skal bruge af materialer, og hvordan man kan udføre øvelsen. Der medfølger elevark til øvelserne, som skal printes til eleverne.

Det skal I bruge

Ved en af øvelserne skal der bruges særligt udstyr som Zoom-optagere. Det kan lånes hos Lydlaboratoriet efter forespørgsel.

Bilag x-x

Der medfølger præsentationsslides, som kan bruges i klasselokalet til formidling af baggrundviden. De vil refereres til under navnet 'Bilag'



Bagerst i dokumentet er en liste med links til de sider, der bliver omtalt, samt links til sider og værktøjer man kan arbejde videre med selv.

Overblik over indhold

6 Tema 1a: *Hørelsen og lytning*

7 Øret og opfattelsen af lyd

9 Øvelse: Lyt til rummet

10 Tema 2: *Science og sanselighed*

11 Lydbølger

12 Øvelse: Sans Lydbølgen

15 Tema 1b: *Hørelse og Lytning*

16 Den unikke hørelse

17 Øvelse: Test jeres hørelse

18 Tema 3: *Teknologi og lyd - det vi ikke kan høre*

19 Infralyd og ultralyd - det vi ikke kan høre

22 Øvelse: Elektromagnetisk lytning

25 Links



Hørelsen og lytning



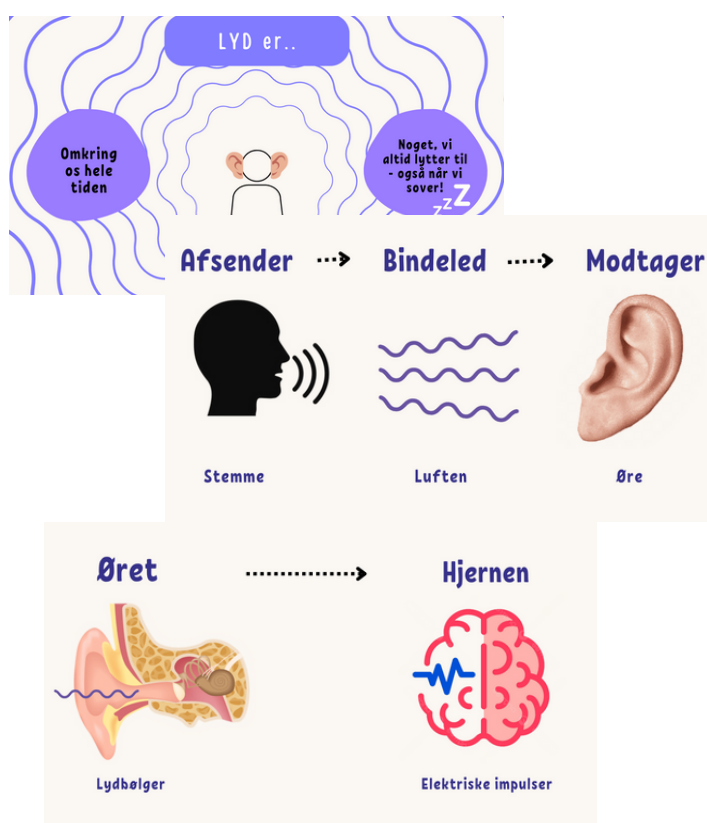
Øret og opfattelsen af lyd

Lyd er noget, som er omkring os hele tiden. Selv når vi sover om natten, er vores ører vågne. Derfor er høresansen en vigtig sans for mennesket. Sansen har det formål at fortælle og placere os i et rum eller miljø. Oprindeligt har mennesket brugt høresansen til at jage, flygte og orientere sig.



Men hvordan fungerer det helt fysisk at vi hører som mennesker?

Bilag s. 1-3



Lyd fungerer som en kommunikation mellem afsender og modtager. Afsenderen skaber lydbølger ved hjælp af tryk. Lydbølgerne skal bruge et bindeled til at flytte sig i. Bindeledet kan være luft, vand eller materialer som bl.a. træ eller metal.

Til sidst ender lydbølgerne hos modtageren, som er vores ører.

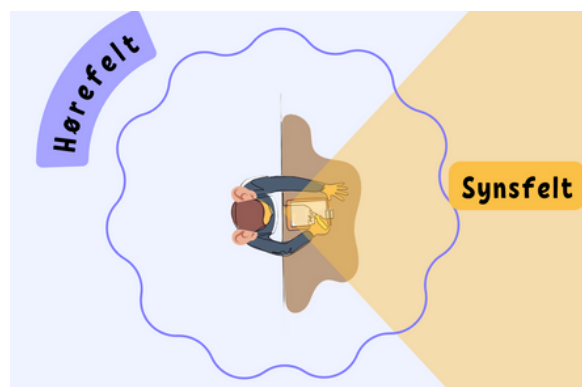
Inde i øret rammer lydbølgerne vores trommehinde. Lydbølgernes tryk skaber vibrationer i trommehinden. De kommer videre ind i det indre øre og omdannes til elektriske impulser, som vores hjerne modtager og afkoder.

LYD SOUND SON
KLANG SONIDO

Øret og opfattelsen af lyd

Vores hjerne prøver hele tiden at skabe mening af de lyde, den modtager. Hjernen sætter lydene sammen med de ting, som lydene kommer fra. Denne afkodning af lydene sker både bevidst og underbevidst, hvilket er unikt for vores høresans. Vi mennesker kan derfor reagere ud fra de lyde, vi hører - også selvom vi kan ikke se, hvad der forårsagede lydene. Vores høresans kan forstå verdenen i 360 grader, hvorimod vores synssans kun kan se 180 grader.

Bilag s. 4



FORSTÅELSE AF LYD

Vores hjerne analyserer lyd ud fra disse **parametre**:

- Hvor høj lyden er i lydstyrke
- Hvor lys eller dyb tonen af lyden er
- Hvor tit lyden forekommer
- Hvordan lyden udvikler sig over tid

Lyt til rummet

I verden er der mange lyde, som vi hører hele tiden. Nogle af dem er høje og andre er lave i lydstyrke. Formålet med denne korte øvelse er at lade eleverne fokusere på det at lytte. Der er nemlig forskel på at lytte og at høre. At lytte er en aktiv handling, som kræver bevidst opmærksomhed. At høre er derimod en passiv tilstand.

Når vi fokuserer på at lytte, bliver vi opmærksomme på alle de lyde, som er til stede i rummet. Det er også lyde, som vi normalt ikke vil lægge mærke til.

Udførsel af øvelse

Lad klassen lytte til det rum, de er i. Rummet kan både være indendørs eller udendørs. Sæt en timer på 1 minut og fortæl eleverne, at alle nu skal være stille og lytte til rummet. Når tiden er gået gennemgås det i fællesskab med klassen, hvilke lyde der blev hørt.



Eksempler på lyde man kunne høre **indendørs** på en skole:

- Knirken fra møbler (stole, borde)
- Brummen fra ventilationssystem eller projektor
- Mennesker udenfor klasselokalet (snak, latter)
- Vejrtrækning

Eksempler på lyde man kunne høre **udendørs** på en skole:

- Børn der leger (boldspil, fangeleg)
- Stemmer fra mennesker (snak, latter)
- Vinden der blæser i træerne
- Fugle der synger

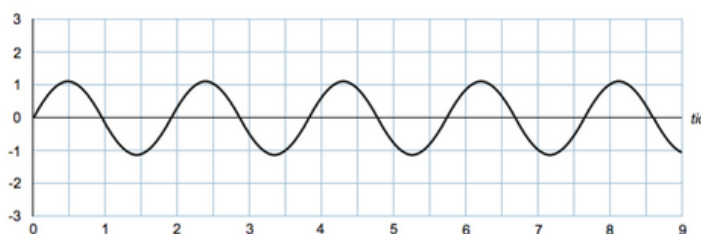
Science og sanselighed



Lydbølger

Lyd er en fysisk hændelse som opstår, når molekyler i luften sættes i svingninger. Disse svingninger kaldes lydbølger, da molekylerne skiftevis fortættes og fortyndes i en bølgende bevægelse.(1)

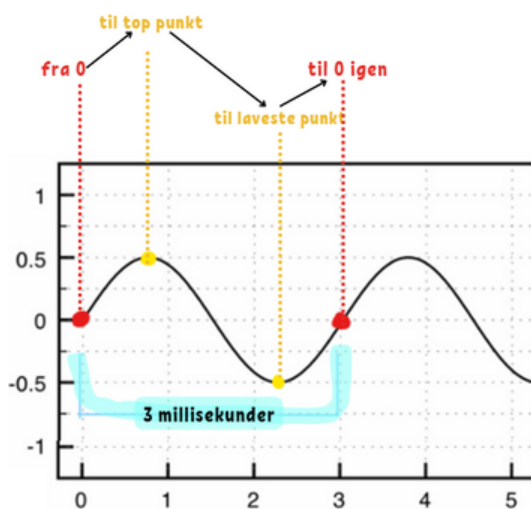
Den bølgende bevægelse bliver visualiseret som på billedet til højre. Den horisontale akse angiver bølgens udfoldelse over tid, og den vertikale akse angiver, hvor kraftigt bølgen slår ud.



Visualisering af lydbølger (2)

Frekvens

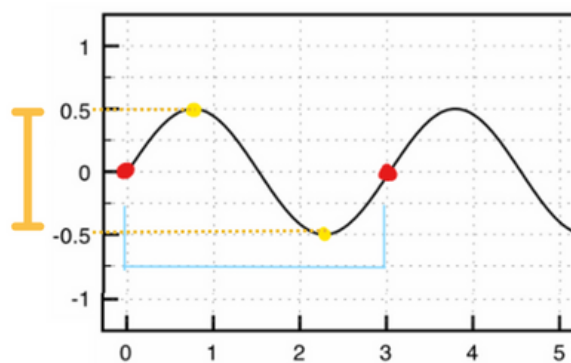
Hvor lys eller dyb en lyd er defineres af bølgens frekvens. Frekvensen angiver antallet af svingninger per sekund. En svingning kaldes også en bølges cyklus som ses på billedet nedenfor. En cyklus på 3 millisekunder er derfor 333 svingninger per sekund og har altså en frekvens på 333 Hz. Jo kortere afstand mellem bølgerne desto lysere er lyden.



Amplitude

Højden på lydbølgen angiver hvor stort bølgen svinger ud. Dette kaldes også amplitude, og det måles i forskellen mellem nulpunktet og yderpunktet i en bølges cyklus. Jo kraftigere lyden er, des større amplitude og altså større udsvingende bølger.

Bilag s. 5-7



(1)(2) Billede og citat fra <https://www.musiklopedia.dk/frekvens>

Sans Lydbølgen

Teorien om lydbølger er noget konkret viden, man kan lære ud fra fysiske principper.

Men hvad betyder det egentlig for lyden, man hører?

Med denne øvelse skal eleverne selv udforske sammenhængen mellem tonehøjde, lydstyrke og bølgenes form. Samtidig bliver de præsenteret for de to grundlæggende enheder: Frekvens og amplitude.

Ved at bruge en interaktiv signalgenerator til at undersøge sammenhængen mellem lydbølger og deres faktiske lyd, får eleverne en sanselig forståelse af fysikken.

STEM-fagligheden bliver koblet med sanselighed og egne erfaringer

Det skal I bruge

Til øvelsen skal eleverne hver bruge:

høretelefoner • skriveredskaber • et udprint af elevark 3 • computer

Eleverne skal ind på denne hjemmeside:

<https://signalgenerator.sciencemusic.org/>

På næste side gennemgås elementerne fra værktøjet

Elevark 3

Lydgeneratoren

Lydgeneratoren laver toner og visualiserer deres lydbølger.

Bilag s. 8-9

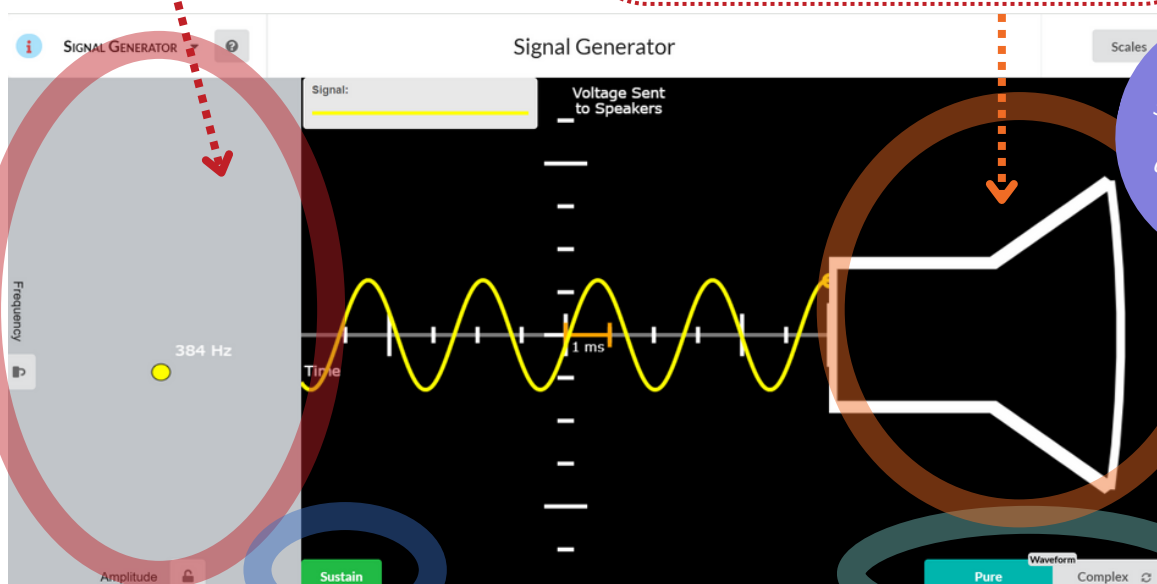
<https://signalgenerator.sciencemusic.org>

Højttalere

En højttaler fungerer ved at omdanne elektriske signaler til lyd gennem en membran. Membranen bevæger sig frem og tilbage og skubber til luften og laver på den måde lydbølger.

Ved at trykke på det grå felt igangsættes lyden. Markeringen viser også frekvensen af lyden

Højttalerikonet viser, hvordan membranen i en højttaler bevæger sig for at skabe lyden. Hastigheden bestemmes af lydens frekvens. Amplituden definerer, hvor kraftige udsvingene er



obs!
Sørg for at skrue ned for volumen for at passe på ørerne

Tryk på 'Sustain' for at lade lyden fortsætte uden at skulle trykke

Tryk på 'Pure' og 'Complex' for at skifte mellem sinusbølger og komplekse bølger

Lydbølgen på billedet er en sinus-bølge - på generatoren kaldet 'Pure'. Sådan en tone findes stort set ikke i vores hverdags-lydmiljø, da den er syntetisk skabt. De naturlige lyde er derimod komplekse lydbølger, og de kan beskrives som summen af sinustoner og kan ses ved at trykke på 'complex'.

Udførsel af øvelse

- 1 Eleverne præsenteres kort for hvordan, lydbølger ser ud. Undgå at forklare hvordan lydbølgenes udseende hænger sammen med lyden, da eleverne selv skal komme frem til denne sammenhæng.
- 2 Derefter skal eleverne ind på [hjemmesiden](#) og udforske lydbølgegeneratoren for at svare på spørgsmålene på elevark 3. **Tidsforbrug:** 10-15 minutter.

3 Lav opsamling fra elevarket i plenum:

Hvad betyder bølgens højde for lyden, du hører?

Amplitude: Højden på lydbølgen angiver hvor stort, bølgen svinger ud

Hvad afgør hvor hurtigt højttaleren bevæger sig?

Frekvens: Frekvensen simulerer membranens bevægelse i højttaleren. Jo højere frekvens, desto hurtigere bevægelser

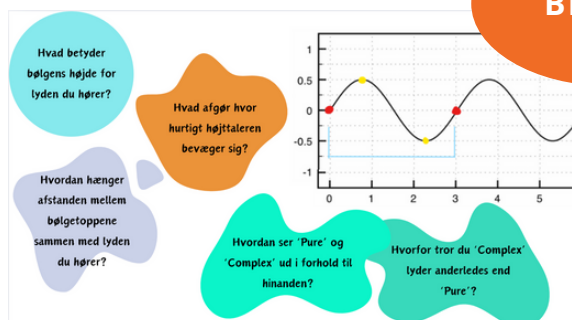
Hvordan hænger afstanden mellem bølgetoppene sammen med lyden, du hører?

Frekvens: Jo flere cyklusser pr sekund, jo lysere tone

Hvordan ser 'Pure' og 'Complex' ud i forhold til hinanden? / Hvorfor tror du 'Complex' lyder anderledes end 'Pure'?

Sinustone(pure) = én frekvens. Kompleks = summen af flere frekvenser

Bilag s. 10-11



Frekvens og amplitude

Frekvens

- Beskriver antal svingninger/cyklusser der passerer i sekundet
- Angiver lydligt tonehøjden af bølgen
- Måles i enheden hertz (Hz)
- 1 hertz (Hz) = 1 cyklus i sekundet

Amplitude

- Beskriver hvor stort et udsving bølgen har
- Angiver lydligt lydstyrken af bølgen



Hørelse og lytning



Den unikke hørelse

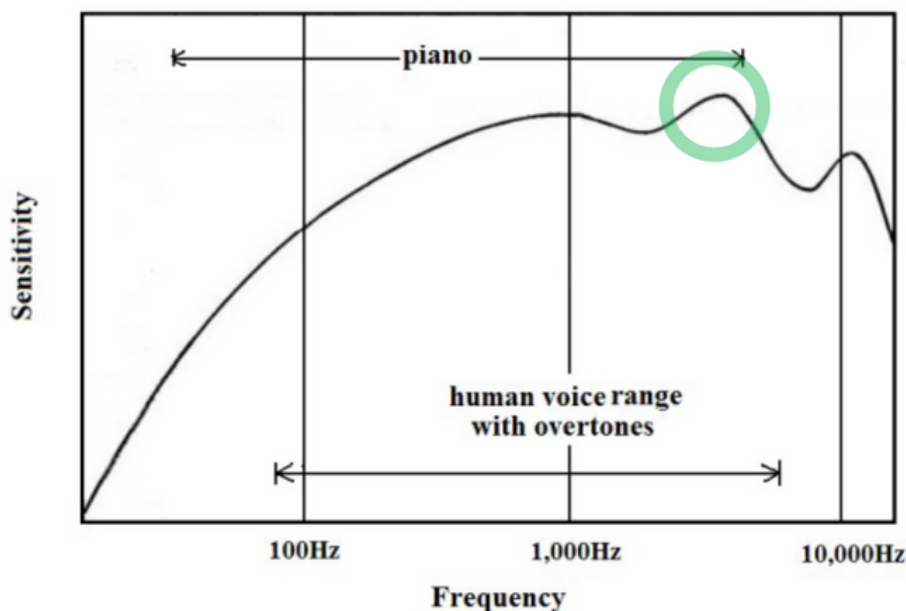


Menneskets hørelse ligger mellem 20-20.000 Hz. Man siger, at det typisk kun er spædbørn, der har en hørelse op til 20.000 Hz. I løbet af livet mister man nemlig dele af sin hørelse - helt fra barnsben af. Det er helt naturligt, men kan dog forværres ved høreskader pga. for høj musik og støj eller sygdomme som mellemørebetændelse og tinnitus. Derfor er vores hørelse også meget individuel, da den er påvirket af vores liv og omgivelser. Vi går altså alle rundt med en unik hørelse.

Selvom vores hørelser er unikke, har de dog nogle fællestræk. Den menneskelige hjerne opfatter nemlig nogle frekvenser som kraftigere end andre, selvom de måles til at have samme volumen. Dette kalder man *Frekvensrespons*, da det beskriver hvordan hjernen responderer og opfatter en bestemt frekvens' volumen (amplitude).

Bilag s. 12

SENSITIVITY OF THE HUMAN EAR



Som det ses på grafen er det menneskelige øre mest sensitivt over for de frekvenser som menneskers stemmer skaber. Vores ører prioriterer altså at høre lyde fra andre mennesker.

Vores ører er særligt følsomme over for frekvenser omkring 3000 Hz. Her ligger lydene af konsonanterne S, T og K og de "hvislelyde" de skaber.

Test jeres hørelse

På baggrund af viden om den unikke hørelse skal eleverne i denne øvelse i fællesskab teste deres hørelse.



Det skal I bruge

Lærerpædagog • højttalere og projektor/whiteboard

Udførsel af øvelse

Åben hjemmesiden: www.szynalski.com/tone-generator/

Brug tonegeneratoren til at afspille toner - Tryk på Play for at igangsætte. Tonens højde justeres på slideren.

obs!
Sørg for at justere
volumen for
at passe på
ørerne



Testen foregår på den måde, at eleverne har hånden oppe når, de kan høre tonen. Når de ikke længere kan høre tonen, tager de hånden ned.

Start tonegeneratoren ved laveste frekvens og bevæg den gradvist opad.

De fleste kan typisk ikke høre over 18.000 Hz. Højttalerne, der bruges, kan også have varierende kvalitet og kan måske ikke afspille de dybeste og de lyseste toner.

Tonegeneratoren kan også bruges til at præsentere andre bølgeformer end sinus-toner på dette ikon



Tonegeneratoren viser hvad tonen, der afspilles svarer til på et klaver. Værktøjet kan altså også bruges til at forklare musikalske sammenhænge, f.eks. med øvelser fra musiklopedia

Teknologi og lyd

Det vi ikke kan høre



Infralyd og ultralyd - det vi ikke kan høre



Den menneskelige hørelse ligger i spektret 20-20.000 Hz, hvilket kaldes "det hørbare område". Men der findes også lyde uden for det hørbare område. Dette kaldes for infralyd og ultralyd.

Der er flere dyr, som benytter sig af infra- og ultralyd til at kommunikere og lokalisere ting. Bl.a. delfiner og flagermuse bruger ultralyd til at kommunikere med hinanden og lokaliserer afstanden mellem dem selv og andre ting.

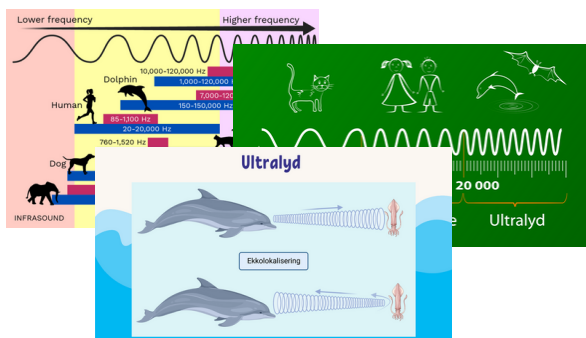
Lokaliseringen sker gennem ekkolokalisering. Delfinens ekkolokalisering fungerer ved, at den sender en masse hurtige lyde ud i vandet. Når lydbølgerne fra delfinen rammer noget, reflekteres lyden tilbage til delfinen. På den måde kan delfinen danne et billede af sine omgivelser. Dette er smart fordi, delfinen bl.a. kan lokalisere føde og farlige havdyr på længere afstand - også selvom sigtbarheden er lav.

Infralyd er lyde fra 20 Hertz og ned, hvilket svarer til mindre end 20 cyklusser i sekundet.

Ultralyd er lyde fra 20.000 Hertz og op, hvilket svarer til mere end 20.000 cyklusser i sekundet

På denne hjemmeside findes et katalog af lyde fra havdyr - bl.a. delfiner, som udsender ultralyd: <https://dosits.org/galleries/audio-gallery/>

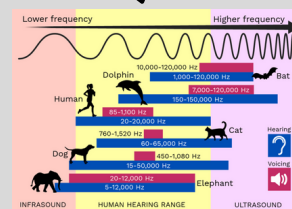
Bilag s. 13-15



Infrazyd og ultralyd

Note til bilag 14

På bilaget ses en oversigt over forskellige dyrs hørelse og tale. Bilaget viser, hvordan menneskets hørelse er overfor andre dyr - for eksempel benytter delfiner, flagermuse og elefanter infra- og ultralyd.



Mennesker bruger også ekkolokalisering, blandt andet til at kortlægge hvordan havbunden ser ud. Et andet eksempel er ultralydsscanning på hospitalet. Her bruger man en maskine til at sende ultralyd ind i kroppen. Ultralyden reflekteres forskelligt inde i kroppen afhængigt af hvilket stof det rammer. Resultatet giver et billede af kroppen indefra.

Bilag s. 16-17

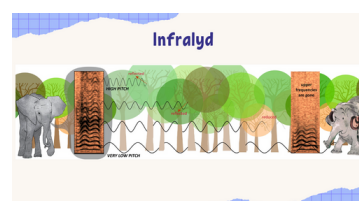
Infrazyd er lyde fra 20 Hertz og ned, hvilket svarer til mindre end 20 cyklusser i sekundet.

Ultralyd er lyde fra 20.000 Hertz og op, hvilket svarer til mere end 20.000 cyklusser i sekundet



Elefanter er i stand til at kommunikere med hinanden med en afstand op til 10 km ved hjælp af infrazyd fra deres brøl. De øverste frekvenser fra elefantens brøl bliver reflekteret, absorberet eller udhvisket på vejen, mens de lave frekvenser flytter sig længere. Det er generelt sværere for dybe frekvenser at blive absorberet, hvilket også er derfor, at man kun hører bassen når naboen spiller høj musik, eller når en bil kører forbi med høj musik.

Bilag s. 18



Infralyd og ultralyd

I tilfælde af jordskælv og vulkanudbrud udsender jorden infralyd. Vi har teknologi, som kan opfange infralyden og give os information om, om der for eksempel kan ske flere jordskælv. Det kan man bruge til at advare lokalsamfund og myndigheder, så de kan forberede sig på potentielle jordskælv eller vulkanudbrud.

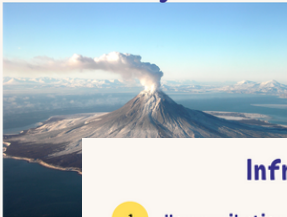
OPSUMMERING

Infralyd og ultralyd bruges til:

- 1 At kommunikere med
- 2 At danne et billede af et rum
- 3 At gøre det utilgængelige synligt
- 4 At give information om kommende events

Bilag s. 19-20

Infralyd



Infralyd og ultralyd

- 1 Kommunikation - sit eget økosystem
- 2 Skabe et billede af et rum
- 3 Gøre det utilgængelige synligt
- 4 Information om kommende events

EKSTRA: artikel om ultralyd i byen

Hvordan påvirker ultralyd vores miljø?

Vi drømmer om grønne byer med masser af biodiversitet. Men jager vi dyrene væk og hæmmer planter med den stigende ultralyd i byerne?

Artiklen kan bruges som inspiration til diskussion i klassen om ultralydsforurening



Elektromagnetisk lytning

Lydbølger bruger et bindeled som luft eller vand til at bevæge sig i, hvilket gør lydbølgerne mulige for mennesker at høre. Men der findes også bølger, som ikke flytter sig i luft eller vand - heriblandt elektromagnetiske bølger.

Elektromagnetiske bølger er til stede ved et elektromagnetisk felt. Disse bølger kan mennesker ikke høre, da de ikke bruger luft eller vand til at bevæge sig med. Med teknologien kan vi gøre det muligt at lytte til lyden af elektromagnetismen fra diverse apparater, som vi bruger i vores dagligdag.

ELEKTROMAGNETISK FELT

Der opstår elektromagnetiske felter ved bl.a.:

- Biler
- Computere
- Fjernsyn
- Mobiltelefoner
- Sensorer
- Opladere



Bilag s. 21-23

I denne øvelse bruger eleverne en mikrofon sammen med en zoom-optager til at lytte til elektromagnetiske bølger. Mikrofonen kan opfange de elektromagnetiske felter, som den er tæt på, og omdanner dem til lyd. Der sker en konvertering fra elektromagnetiske bølger til lydbølger, så det bliver muligt for os at høre det.

Formål med øvelsen

Formålet med øvelsen er at give eleverne adgang til en sanselig forståelse af den elektronik, som de bruger eller møder i deres hverdag. Mikrofonen og optageren inviterer eleverne ind til en ny verden af lyde, som de kan udforske. Teknologien bruges til at gøre det usynlige og uhørbare til noget, vi kan sanse. Lydene, de møder, viser, at der kan være stor forskel på, hvordan elektronikken er opbygget. Nogen af lydene vil lyde støjende, mens andre kan lyde mere musikalske.

Elektromagnetisk lytning

Det skal I bruge

Hver gruppe skal have:

- 1 zoom-optager
- 2 høretelefoner med stik
- 1 splitstik
- 1 Elektromagnetisk mikrofon
- elevark 4



Udførsel af øvelse

Eleverne går sammen i grupper af 2 og får udleveret udstyr samt elevark 4, som indeholder to opgaver.

Bilag s. 24-26

Elevark 4



Gennemgå for klassen hvordan udstyret gøres klar. Videoen herunder forklarer, hvordan zoom-optageren sættes op og gøres klar til opgaven.

Link til [video](#)

Bilagene kan bruges i sammenhæng med videoen

Eleverne går ud på skolen og undersøger, om de kan finde ting, som har et elektromagnetisk felt. Der vil typisk være elektronik på skolen, som udleder elektromagnetiske lyde.

Placer mikrofonen tæt på elektronikken og se, om der kommer en lyd. Eleverne vil opleve, at der er forskel på, hvordan det lyder afhængigt af hvilken elektronik, de undersøger.

Eleverne svarer på spørgsmålene på elevark 4 imens de er ude og undersøge.

Elektromagnetisk lytning

Udførsel af øvelse

Når eleverne er færdige opsamles opgaven i fællesskab i klassen. Gennemgå spørgsmålene med eleverne og snak om hvad, man oplevede i undersøgelsen.

Inspiration til øvelsen

Hvis man har brug for se og høre hvordan elektromagnetisk bølger lyder, så kan man se kunstneren, **Christina Kubischs** værk, ***Electrical Walks***. I hendes værk går deltagere rundt i byer med specielle høretelefoner på og lytter til lydene fra de elektromagnetiske felter, som de støder på.

Link til side hvor man kan finde video af *Electrical Walks*:
<https://christinakubisch.de/videos>

Man kan finde mere information omkring værket på hjemmesiden:
<https://electricalwalks.org/>

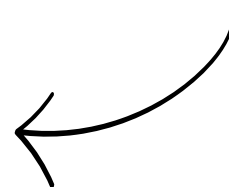


Christina Kubisch

Electrical Walks



Høretelefonerne på billedet har indbygget den samme mikrofon, som eleverne bruger til opgaven. På billedet lytter folk til lyden fra pengeautomaterne.



Links til omtalte sider og værktøjer

Her er alle links fra dokumentet samlet. Hvis det ikke virker at trykke på et link i dokumentet kan du finde det herunder, markere det og kopiere det til din browser.

Links fra Lydbølger og øvelsen "Sans Lydbølgen", side 11-14

Om lydbølger, frekvens og amplitude

<https://www.musikipedia.dk/frekvens>

Indeholder opgaver man kan lave

Lydbølgegeneratoren til øvelsen "Sans Lydbølgen"

<https://signalgenerator.sciencemusic.org/>

Link fra øvelsen "Test jeres hørelse", side 17

Tonegeneratoren

<https://www.szynalski.com/tone-generator/>

Links fra Infralyd og Ultralyd, side 19-21

Lydgalleri af havdyr, side 19

<https://dosits.org/galleries/audio-gallery/>

Artikel om ultralyd i byen, side 21

<https://videnskab.dk/naturvidenskab/hvordan-paavirker-ultralyd-vores-miljoe/>

Links fra Elektromagnetisk lytning, side 22-24

Link til videoguide fra øvelsen "Elektromagnetisk lytning"

<https://www.youtube.com/watch?v=yDmUe2ICs78>

Link til inspirationsvideo og information om *electrical walks*

<https://christinakubisch.de/videos>

<https://electricalwalks.org/>

Links til sider og værktøjer til videre inspiration

God formidling af hvad lyd kan og er

Artikel skrevet på baggrund af bogen *Lyd* af Anette Vandsø fra Aarhus Universitetsforlag i serien "Tænkepauser". Kan lånes på biblioteket og købes i de fleste boghandlere:

<https://videnskab.dk/kultur-samfund/lyd-er-at-roere-paa-afstand/>

Online interaktive lydmiljøer

En hjemmeside hvor man kan gå på opdagelse i interaktive lydmiljøer, f.eks. en japansk have, en restaurant og en irsk kyst. Kan også bruges til at sætte på mens eleverne skal koncentrere sig om en opgave:

mynoise.net

Lydoptagelser af lydmiljøer fra hele verden

Hør hvordan en Italiensk havneby eller en Fillipinsk storby lyder:

<https://www.recordtheearth.org/explore.php>

Underviserressourcer om lyd i havet

DOSITS = Discovery of Sound In The Sea. Engelsk hjemmeside med videoer, artikler, guides til klasseaktiviteter og lydeksempler på udforskning af lyd i havet.

<https://dosits.org/resources/>

Visualiseringsværktøj: Spectrogram

Et interaktivt værktøj der viser spectrogrammet for enten indtastet lyd med musen, input fra computerens mikrofon eller uploadet lyde. Visualiserer lydes tonehøjde og amplitude over tid. Kan også bruges til musikalsk undervisning ved at slå en skala-funktion til. God til at lade eleverne undersøge funktioner.

<https://spectrogram.sciencemusic.org/>