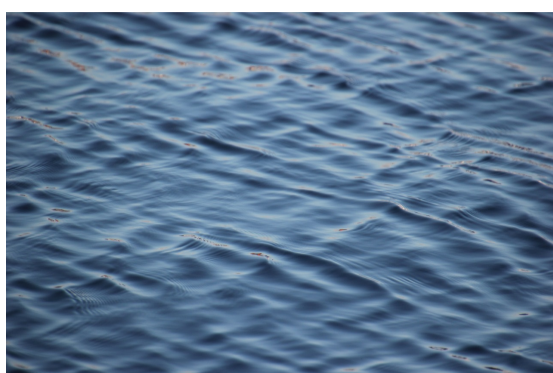


Bølger

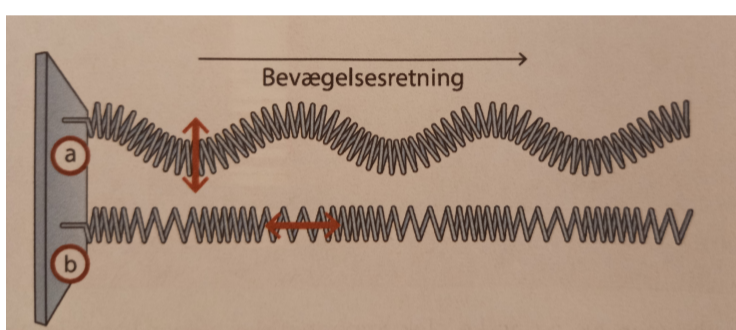
© Kredit: Mike Vandal Auerbach, *Bølger*, Version 1.0, 19. maj 2022

Når man taler om bølger, er vandbølger måske en af de eksempler mange vil tænke på, men bølger kan også bruges til at beskrive rigtig mange andre fænomener. De fleste bølger er såkaldt mekaniske bølger. Mekaniske bølger udbreder sig i et medium, sådan at bølgen skabes af svingninger i mediet. Vandbølger udbreder sig således i vand, lydbølger i luft, osv. Lys udbreder sig også som en bølge, men dette er en elektromagnetisk bølge der består af svingende elektriske og magnetiske felter. I modsætning til mekaniske bølger kan elektromagnetiske bølger udbrede sig i uden et medium dvs. i vacuum.



Uanset om man kigger på mekaniske eller elektromagnetiske bølger, har bølgerne dog det tilfælles at de transporterer energi, men ikke stof. Tænk på korn der bølger i vinden på en mark: Bølgen bevæger sig gennem marken, men det enkelte kornstrå bliver stående på sin plads. Bølgens udbredelse skyldes at kornstråene svinger frem og tilbage på deres plads, og det er denne bevægelse der forplanter sig gennem marken.

Mekaniske bølger er altså udbredning af svingninger i et medium. Disse svingninger kan foregå enten på tværs eller på langs af bølgens bevægelsesretning. I det første tilfælde taler man om tværbølger (også kaldet transversale bølger), i det andet om længdebølger (eller longitudinale bølger). Eksempler på tværbølger er bølgerne på en guitarstreng der slås an, eller de bølger man ser hvis man kaster en sten i en sø. Lydbølger er derimod et eksempel på en længdebølge; udbredelsen af lyd skyldes at luften sættes i svingninger langs lydens udbredelsesretning. Figuren nedenfor viser hvordan bølger på en fjeder kan udbredes både som længde- og som tværbølger. Hvis fjederen bevæges op og ned, vil der dannes tværbølger der udbreder sig på tværs af bølgens retning, mens der kan dannes længdebølger hvis fjederen skiftevis presses sammen og strækkes ud.



Idealbølge

Figuren nedenfor en harmonisk bølge. Enhver bølge der udbreder sig, er en bølge i både tid og sted; når man tegner grafen, kan man enten tegne bølgen for en fast tid (altså et snapshot af bølgen hvor tiden står stille) eller for en fast position (hvor man følger bevægelsen i tid af en enkelt partikel, mens bølgen passerer). Det er derfor der er to grafer på figur. Harmoniske bølger kan beskrives ved forskellige størrelser:

Amplituden, A , er det maksimale udsving. For lys har dette noget at gøre med udsvinget af de elektriske og magnetiske felter, bølgen består af. For lyd er amplituden relateret til de trykforskelle i luften som bølgen skaber (dvs. jo større amplituden er, jo større er også trykforskellene, og jo større bliver lydstyrken).

Bølgelængden, λ , er afstanden fra bølgetop til bølgetop (denne er også den samme som afstanden fra bølgedal til bølgedal). Dette er en virkelig afstand, den måles oftest i meter.

Perioden, T , er den tid der går mellem at to på hinanden følgende bølgetoppe passerer et punkt.

Frekvensen, f , er antallet af svingninger pr. tid (ofte pr. sekund).

Da frekvensen ofte måles som antal svingninger pr. sekund, har denne enhed fået sit eget navn hertz (Hz) efter Heinrich Hertz, en tysk fysiker der i slutningen af 1800-tallet frembragte elektromagnetisk stråling (radiobølger) og målte at farten af denne stråling var lig lysets fart. Der gælder

$$1 \text{ Hz} = 1 \frac{1}{\text{s}}$$

dvs. en bølge med en frekvens på 1 Hz udfører 1 svingning pr. sekund. Hvis en bølge har en frekvens på 2 Hz, udfører den 2 svingninger pr. sekund. En svingning må derfor vare

$$T = \frac{1}{2 \text{ Hz}} = 0.5 \text{ s}$$

og hvis en bølge har en frekvens på 4 Hz, må 1 svingning vare

$$T = \frac{1}{4 \text{ Hz}} = 0.25 \text{ s}$$

Generelt må det derfor gælde at

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{eller} \quad f = \frac{1}{T}$$

Idet bølgen bevæger sig distancen λ på tiden T , kan man beregne bølgens udbredelsesfart som

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T} = \lambda \cdot f$$

Dette er den såkaldte bølgeligning der gælder for alle harmoniske bølger:

$$v = \lambda \cdot f$$

