Energie en intensiteit van een golf

Een golf is de voortplanting van een trilling in de ruimte. In het geval van sferische mechanische golven worden daarbij steeds meer deeltjes aan het trillen gebracht. Elk trillend deeltje heeft een hoeveelheid mechanische energie. Een golf transporteert dus energie door de ruimte. Een golf transporteert geen massa.

Om de trilling van een bron in stand te houden, moet voortdurend energie aan de bron geleverd worden: de bron staat immers voortdurend energie af aan de deeltjes errond. De hoeveelheid energie die de bron per seconde uitzendt is het vermogen van de bron:

$$P = \frac{E_{omgezet}}{\Delta t}$$

Deze wordt uitgedrukt in watt (W).

Voorbeeld 1.

Neem als voorbeeld een luidspreker van 26 W, die de lucht errond aan het trillen brengt.

Beschouw nu een bolvormig oppervlak rond de luidspreker op een afstand van 1 m. De oppervlakte van dit oppervlak is $A_s = 4\pi r^2 = 4\pi \cdot (1,0\ \text{m})^2 = 13\ \text{m}^2$. De energie die de luidspreker uitzendt wordt verdeeld over de deeltjes op dit boloppervlak.

Verdubbel je nu de afstand tot de bron, dan wordt het boloppervlak vier keer groter: $A_s = 4\pi \cdot (2,0\ \text{m})^2 = 50\ \text{m}^2$. Ook nu wordt de energie van de bron over al deze deeltjes verdeeld, waardoor elk trillend deeltje minder energie ontvangt van de bron. Daardoor is de amplitude van de trilling van die deeltjes kleiner. Het geluid wordt minder sterk voor een waarnemer die zich verder van de bron bevindt: de intensiteit van de golf neemt af.

Definitie 1. De intensiteit I van een golf is de energie die per seconde en per m^2 doorheen een doorsnede loodrecht op de golfstralen stroomt op die plaats.

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot A_s} = \frac{P}{A_s}$$

I wordt uitgedrukt in $\frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

In bovenstaand voorbeeld is de intensiteit van de geluidsgolf op 1 m van de bron gelijk aan $I = \frac{26\ W}{13\ \text{m}^2} = 2,0\frac{W}{\text{m}^2}$, terwijl dit op 2 m van de bron vier keer kleiner is, $I = \frac{26\ W}{50\ \text{m}^2} = 0,52\frac{W}{\text{m}^2}$.

0.1 Gelduidsniveau

In het geval van geluidsgolven wordt de intensiteit I van de golf meestal omgerekend naar het geluidsniveau N, dat uitgedrukt wordt in decibel (dB).

Definitie 2. Als een geluidsgolf op een bepaalde plaats een intensiteit I heeft, is het geluidsniveau N op die bepaalde plaats

$$N = 10\ \text{dB} \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

met $I_0 = 10^{-12}\frac{W}{\text{m}^2}$

Het feit dat het geluidsniveau een logaritmische functie bevat, moet een aandachtspunt zijn: indien de intensiteit op een bepaalde plaats verdubbelt, neemt het geluidsniveau slechts toe met 3 dB:

CC BY-NC-SA 4.0

$$\begin{aligned} N &= 10\ \text{dB} \cdot \log \frac{2I}{I_0} \\ &= 10\ \text{dB} \cdot \left(\log \frac{I}{I_0} + \log 2 \right) \\ &= 10\ \text{dB} \cdot \log \frac{I}{I_0} + 3,0\ \text{dB} \end{aligned}$$

Voorbeeld 2.

Koop je een stofzuiger met een geluidsniveau van 60 dB op 1 m van de stofzuiger, dan is die maar half zo luid als een stofzuiger met een geluidsniveau van 63 dB. Van zodra het geluidsniveau groter wordt dan 100 dB, kan je best gehoorbeschermers dragen.

CC BY-NC-SA 4.0