

# GOLVEN, GELUID EN GEHOOR

Het onderwerp ‘trillingen en golven’ biedt op school veel kansen. Kansen om verbanden te leggen tussen verschillende stukjes natuurkunde, aandacht te besteden aan verstandig omgaan met de eigen gezondheid en met de leefomgeving, en om wiskundige, computer- en ontwerpvaardigheden van leerlingen te verbeteren.

**H**et hoofdstuk over geluid in de onderbouw en dat over trillingen en golven in de bovenbouw, lijken op het eerste gezicht modules die vrij los staan van de rest van de natuurkunde. De lesstof is ook veel beperkter in omvang dan bijvoorbeeld die van elektriciteit of mechanica. Met die laatste onderwerpen ben je veel vaker in de loop van de verschillende leerjaren bezig. Geluid doe je één keer in de onderbouw en één keer in de bovenbouw. Ik vind het niet wenselijk als een on-

derwerp overkomt als losstaand. Nog onwenselijker vind ik het als leerlingen alle hoofdstukken als losse modules zien, die je na een proefwerk weer snel kunt vergeten. Mijn doel is dat leerlingen natuurkundig leren denken en de natuurkunde als een samenhangend bouwwerk gaan ervaren. Graag grijp ik de behandeling van de harmonische trilling dan ook aan om computermodellen uit de kast te halen. Dan sla je twee vliegen in één klap: je kunt laten zien dat een terugdrijvende kracht op een massa, die evenredig is

met de uitwijking, altijd resulteert in een sinusoïde. Je hoeft dat niet alleen maar te poneren. Daarnaast zien leerlingen ook dat computermodellen niet alleen een trucje zijn dat hoort bij de tweede wet van Newton. Ik probeer computermodellen ook aan de orde te laten komen bij vermogen en energie, radioactief verval en elektrische en magnetische velden. Een tweede verband is dat tussen golven en de quantumwereld. Eigenlijk staat het begrip ‘interferentie’ in de syllabus met exameneisen alleen vermeld bij dat



domein, bij de golf-deeltjedualiteit. Dat komt een jaar later pas, maar ik probeer de geesten vast rijp te maken voor dat concept door ook bij geluid te noemen dat de mogelijkheid van constructieve en vooral ook destructieve interferentie kenmerkend is voor golfverschijnselen. Als ik het jaar erna opmerk dat quantummechanica ook wel golfmechanica werd genoemd, dan helpt dat sommige leerlingen bij het zien van de grote lijn. In de bovenbouw moet een leerling volgens de exameneisen een ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren. Hiertoe laten we op onze school de leerlingen een muziekinstrument ontwerpen, bouwen en bespelen. Uiteraard moet er ook een uitleg bij, en een meting van het frequentiespectrum. Nieuw is dat ze met hun groepje ook een bijbehorende opgave met antwoorden moeten bedenken. Niet alles gaat goed. Zo zijn er elk jaar groepjes die bij berekeningen aan een snaar in de formule  $v = \lambda \cdot f$  voor de snel-

heid invullen:  $v = 340 \text{ ms}^{-1}$ . Slechts iets beter is 'de geluidssnelheid in nylon =' en dan een getal dat kennelijk de geluidssnelheid in massief nylon is, niet de golfsnelheid in een gespannen snaar. Maar meestal komt er een zinnig verhaal. Leuk was de reactie van een groepje meiden dat een Griekse lier had gemaakt. Eentje zei: "Ik vind het serieus leuk dat al die vakken bij elkaar komen: natuurkunde, muziek en Grieks". In het filmpje dat elk groepje moet opsturen klonk bij hen niet het geijkte *Loesje heeft een lammetje*, dat alle noten omvat die hun instrument volgens de opdracht moet kunnen produceren, en dat ik nu wel erg vaak heb gehoord, maar een versie van *Viva la vida* die echt heel goed klonk. Dat ik in de bovenbouw ook verband leg met wat ze bij wiskunde leren over goniometrie ligt voor de hand. Een aardige aanvulling van spelen met wiskunde en geluid, die ook consequenties heeft voor het begrijpen waarom de geluids-

overlast van een snelweg nog op een zo grote afstand hoorbaar is: een lijnvormige geluidsbron voldoet niet aan de kwadratenwet en op een tienmaal zo grote afstand zakt het niveau niet met 20 dB zoals je leert voor het geluid van vliegtuigen en zo. Het zakt met slechts 10 dB omdat de intensiteit afneemt als  $1/r$ .

Volgens de ideeën van Curriculum.nu is het belangrijk dat we op scholen leerlingen zaken bijbrengen die te maken hebben met hun eigen gezondheid. Nou, dat doen we dus, ook bij geluid. De behandeling van hoe gehoorschade ontstaat, waarom die vaak onomkeerbaar is en wat helpt ter voorkoming ervan vind ik een voor de kinderen zeer nuttige verbreding van de natuurkundestof.

**Hans van Bommel** is natuurkundeleraar op een middelbare school. Hij illustreert ontwikkelingen in het onderwijs door te vertellen over wat hij in de klas beleeft.