

Kinderlezing: **Hoe werkt een muziekinstrument?**

Verslag lezing 11 februari 2018

Stemvorken, een blokfluit op een statief, een piano-hamer en meetinstrumenten: de lange tafel in de zaal van de Kinderlezing bij NEMO Science Museum in Amsterdam staat vol met de meest vreemde attributen. Ze zijn allemaal nodig om erachter te komen hoe een muziekinstrument werkt. Maar wat hebben een regenboogkleurige traploper en grote stalen fles gevuld met helium daarmee te maken?

Natuurkundige Tom Hijmans van de Universiteit van Amsterdam neemt plaats achter een klein soort piano. Hij bespeelt het instrument en ouderwetse, Middeleeuws aandoende klanken vullen de zaal. En dan... 'Hallo allemaal, wat fijn dat je er bent...' klinkt de carnavalskraker van het moment. 'Dit liedje kennen jullie,' zegt Hijmans als de kinderen meezingen. 'Maar weten jullie ook wat voor instrument dit is? Is dit een piano of een gitaar?' De kinderen denken hard na. 'Het lijkt op een piano, maar het klinkt als een gitaar. Dit is een klavecimbel,' vertelt de natuurkundige. Hij legt meteen het verschil tussen deze instrumenten uit: 'Bij een piano slaat een hamertje op een snaar en bij een klavecimbel wordt een snaar aangetokkeld, net als bij een gitaar.'



Wat is muziek?

Om erachter te komen hoe een muziekinstrument werkt, is het eerst belangrijk om te weten wat muziek nou eigenlijk is. Maar dat is een lastige opdracht, want we zijn er nog niet als we zeggen dat muziek een mooi geluid is en lawaai een lelijk geluid. Sommige mensen vinden namelijk het motor-geluid van de racewagen van Max Verstappen erg mooi klinken, maar dat is geen muziek. Hijmans slaat een paar tonen aan op een synthesizer. Dat zou muziek kunnen zijn, maar het klinkt hartstikke vals. Dus dat is óók geen muziek. Hijmans: 'We hebben het over muziek als mooie geluiden op een harmonieuze manier samengaan.'

Dat is duidelijk. Maar wat is geluid precies? 'Geluid is trilling van de lucht,' weet een jongen. En dat heeft hij bijna goed. 'Geluid is méér dan een trilling,' legt Hijmans uit. 'Geluid is een golfbeweging in de lucht.' Lucht bestaat uit moleculen, dat zijn een soort heel kleine knikkertjes die je niet kunt zien. Hijmans pakt een grijze pvc-buis. 'Hierin zitten meer luchtmoleculen dan er zandkorrels zijn op alle stranden ter wereld bij elkaar.' Als iets een geluid maakt, bewegen de luchtmoleculen als een golf door de lucht, van het instrument naar je oor. 'In je oor vangen trilhaartjes de geluidsgolven op, waardoor je het geluid kunt horen.'

Doorgevertje

Hijmans laat op het grote scherm zien wat er precies gebeurt met moleculen als geluid wordt gemaakt. Op het scherm zijn allemaal kleine zwarte stipjes te zien. De stipjes vormen golfbewegingen, maar ze gaan niet mee met de golf. Ze bewegen heen en weer en geven de golfbeweging door.

Om te laten zien dat geluid de lucht in beweging zet, slaat de natuurkundige tegen een stemvork. Pinggggg, klinkt het. Zodra Hijmans zijn hand erop drukt, is het geluid weg. Dan zet hij een tweede stemvork naast de eerste. Hij slaat tegen één stemvork. Pingggg, klinkt het weer. Maar als hij dan zijn hand op de aangeslagen stemvork plaatst, gaat het geluid door. Hoe kan dat? 'Je hoort de tweede stemvork,' vertelt Hijmans. 'Die heb ik niet aangeraakt, maar hij maakt toch geluid. Hij is gaan meetrillen, net als de trilhaartjes in je oor.'

Nepnieuws checken

Geluidsgolven zijn dus bewegingen van lucht. Wat gebeurt er dan als je de lucht weghaalt? 'Dan is de geluidsgolf weg,' zegt Hijmans. Om te checken of het geen nepnieuws is, gaan we die stelling testen. De natuurkundige plaatst een tikkende metronoom onder een stolp, waar een microfoontje op is geplakt. Iedereen hoort het ritmische getik. Dan wordt de lucht uit de stolp weggezogen. En wat gebeurt er? Het geluid wordt zachter en verdwijnt, terwijl we allemaal kunnen zien dat de metronoom rustig door blijft bewegen. Hijmans zet het

luchtkraantje weer open en dan horen we weer het getik. 'De lucht is terug, dus het geluid kan het microfoontje weer bereiken.'

Wedstrijdje luisteren

'Hoeveel keer per seconde moet de lucht trillen om iets te kunnen horen,' vraagt Hijmans dan. 'Een miljard,' zegt iemand. 'We gaan het testen,' stelt de natuurkundige voor. 'We maken er een wedstrijd van. Wie kan het beste luisteren, de ouders of de kinderen?' De natuurkundige pakt een apparaatje, waarmee hij verschillende toonhoogtes kan laten horen. Hij begint met een frequentie - dat is het aantal trillingen van de lucht per seconde - van 50. We horen een heel laag gebrom. Dan wordt de frequentie 200, gevolgd door 1.000 en 5.000. Het geluid wordt steeds hoger, maar iedereen in de zaal kan het nog goed horen.

'Nu begint de wedstrijd,' zegt Hijmans bij 10.000 trillingen per seconde. En jawel, bij een frequentie van 11.000 vallen de eerste ouders af. 'Ik hoor nu niets meer,' zegt Hijmans bij 12.000 trillingen per seconde. De toon wordt nu wel heel hoog: 14.000, 16.000, 18.000. Bij 20.000 zijn alle ouders afgefallen, terwijl de kinderen de toon nog wel horen. En bij de frequentie 23.000 kunnen sommige kinderen nog steeds de toon horen: het is duidelijk dat de kinderen hebben gewonnen.

De wave

We weten nu dus dat geluid als een golf door de lucht beweegt en dat hoge tonen sneller bewegen dan lage tonen. En dat kinderen veel beter kunnen horen dan oudere mensen. Maar dan vertelt Hijmans iets nieuws, namelijk dat geluid kan op twee manieren door de lucht kan golven. 'Er zijn transversale golven en longitudinale golven,' zegt hij. Dat zijn twee moeilijke woorden, die de natuurkundige meteen even uitlegt.

Een transversale golf wordt ook wel een dwarsgolf genoemd en beweegt zich door de lucht als de 'wave'. Iedereen in de zaal weet wat de wave is: mensen staan op, gooien hun armen omhoog en gaan weer zitten, waardoor een soort golfbeweging ontstaat die rondgaat in bijvoorbeeld een groot stadion. 'De mensen staan op, maar blijven op hun eigen plek, terwijl er wel een beweging van een golf van links naar rechts of andersom gaat. Zo gaat het ook bij een transversale golf,' verduidelijkt Hijmans.

Een longitudinale geluidsgolf - of langsgolf - verplaatst zich op een andere manier. De natuurkundige pakt de regenboogkleurige traploper van tafel en vraagt een helper uit de zaal. Hijmans pakt de ene kant, de jongen de andere kant van de traploper. Ze leggen 'm in een rechte lijn uit op de grond. 'Bij een longitudinale golf verplaatst het geluid zich in de bewegingsrichting van de golf,' zegt Hijmans, terwijl hij het uiteinde van de traploper snel een beetje naar voren duwt. De traploper wordt een klein beetje ingedrukt en die beweging gaat over de hele lengte van de traploper, als een soort golf. 'Een geluidsgolf lang de bewegingsrichting van de golf, noemen we muziek.'

Buiken en knopen

In veel muziekinstrumenten zit een snaar, die geluid maakt als hij trilt. Op de grond voor de tafel staat een heel lang snaar, die de natuurkundige kan laten trillen met een motortje. Als hij de motor aanzet, gaat de snaar heel snel heen en weer. In het midden trilt de snaar heel hard; het lijkt net of het gebied tussen de boven- en onderkant van de trilling heel dik is. 'Dat deel noemen we de buik.' Als Hijmans de snaar sneller laat trillen, ontstaan twee buiken, met een 'knoop' in het midden waar de snaar niet trilt. 'Hoe meer buiken en knopen, hoe harder de snaar trilt en hoe hoger de boventoon is,' legt Hijmans uit. 'De verschillende snelheden van de trillingen, zorgen samen voor de klanken van je muziekinstrument.'

De natuurkundige plukt een elektrische gitaar in een versterker en slaat 'm aan. Dan gaat hij met een slider over de snaren. 'Als ik de slider opschuif, wat hoor je dan,' vraagt hij. 'De toon wordt steeds hoger!', roept iemand. En dat klopt: als Hijmans de slider opschuift naar het deel waar hij de snaren heeft aangeslagen, wordt de toon hoger. Glijdt hij de andere kant op, dan wordt de toon lager. Dat komt doordat de snaar langer of korter wordt gemaakt. 'Hoe korter de snaar, hoe sneller de golf van de trilling voorbij komt en hoe hoger het geluid klinkt.'

Er zijn veel verschillende snaarinstrumenten. De kinderen kennen er veel: piano, gitaar, cello, contrabas, harp, klavecimbel en een viool. Ze werken allemaal hetzelfde: door het laten trillen van een snaar komt er geluid uit. 'Maar een snaar kan maar weinig lucht verplaatsen. Daarom zit er een grote klankkast aan. De lucht erin gaat trillen, waardoor het geluid harder wordt.'

Blokfluiten met helium

Blaasinstrumenten, zoals een trompet, tuba, klarinet en blokfluit, maken geluid op een andere manier. 'Het verschil tussen snaar- en blaasinstrumenten is dat bij snaarinstrumenten de snaar trilt. Bij blaasinstrumenten trilt de lucht zelf.' En hoe groter het instrument, hoe lager de toon. 'De toonhoogte kun je veranderen door luchtgaatjes open en dicht te doen, zoals bij een klarinet,' zegt Hijmans. Bij een trombone werkt het anders: door het instrument uit te schuiven verandert de toon. Dat kunnen de kinderen nu zelf uittesten. Iedereen krijgt een houten fluit. Er zit een schuif aan de onderkant, verbonden aan een schuif in de binnenkant van het instrument. Als de kinderen erop blazen, kunnen ze de toonhoogte veranderen door de fluit langer of korter te maken.

Op de tafel staat een blokfluit in een houder. 'Een blokfluit is ook een blaasinstrument,' zegt de natuurkundige. Hij blaast erop en jawel: we horen een fluittoon. Hijmans blaast een ballon op en laat die leeglopen op de blokfluit: we horen dezelfde toon als wanneer de natuurkundige zelf blaast. Dan vult hij de ballon met heliumgas en laat 'm leeglopen op de fluit. En wat gebeurt er? De blokfluit klinkt ineens een stuk hoger! Hijmans ademt ook wat helium in en dan lijkt het plotseling of er een kabouterijtje aan het praten is. Met een hoge stem legt hij uit hoe dat kan: 'Helium is ook een gas, net als lucht. Het bestaat ook uit moleculen. Maar de moleculen van helium bewegen veel sneller dan luchtmoleculen, wel 10.000 keer per seconde. En als de geluidssnelheid hoger is, wordt het geluid ook hoger.'

Fop-instrument

Dan pakt Hijmans een mondharmonica. Dat is ook een blaasinstrument. De natuurkundige demonstreert dat door erop te blazen. 'Nu doe ik het met helium,' zegt hij. 'Wat denken jullie? Wordt de toon hoger, blijft die hetzelfde of wordt de toon lager?' De helft van de kinderen denk dat de toon hoger zal worden. We wachten in spanning af en dan klinkt het kenmerkende mondharmonica-geluid. Er verandert niets! Hoe kan dat? 'Een mondharmonica is een blaasinstrument,' beaamt Hijmans. 'Maar aan de binnenkant zitten trillende flapjes, die geluid maken. De lucht die erlangs gaat, zorgt ervoor dat de flapjes gaan trillen. Het is dus een blaasinstrument, maar maakt op dezelfde manier geluid als een snaarinstrument!'

Wil je ook een keer naar een Kinderlezing?

Kijk voor meer informatie over de Kinderlezingen op de website van NEMO:
www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing