

Doppler, Buys Ballot en een kapotte hoorn

Stel: je hebt een vriendin die een kapot instrument heeft - een hoorn, bijvoorbeeld. De hoorn is kapot in de zin dat je, wat je ook doet, maar één toon kan spelen. Nu stelt je vriendin je een weddenschap voor: "Wedden om een nieuwe hoorn dat ik je met mijn kapotte hoorn toch allerlei verschillende tonen kan laten horen?" Pas op: als je niet wilt verliezen kun je die weddenschap maar beter niet aannemen!



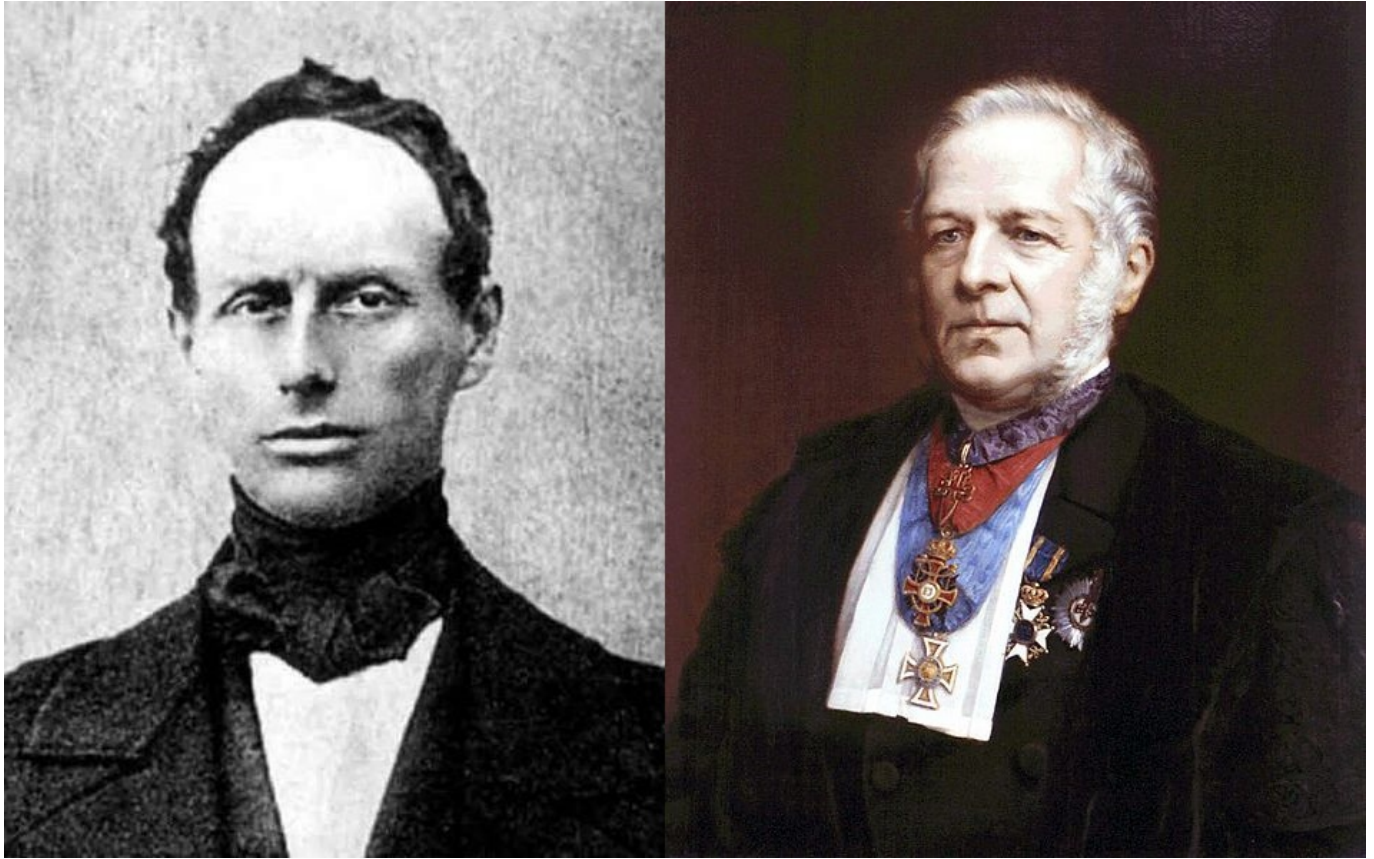
Afbeelding 1. Een hoorn. Zelfs een kapotte hoorn kan meerdere tonen voortbrengen! Foto: Martin Steiger.

Wanneer je de weddenschap toch aanneemt, heb je waarschijnlijk nog nooit van het *Dopplereffect* gehoord. Het Dopplereffect voorspelt dat tonen veranderen wanneer ze worden

uitgezonden door een bewegende bron. Beweegt de bron naar je toe, dan worden de geluidsgolven wat samengedrukt en hoor je een hogere toon; beweegt de bron van je af, dan worden de geluidsgolven juist opgerekt en hoor je een lagere toon.

Als je vriendin dus op een platte treinwagon gaat staan en met haar kapotte hoorn gaat spelen, dan kan ze je allerlei verschillende tonen laten horen, mits ze de treinwagon maar snel genoeg laat bewegen. Het bekendste voorbeeld van het Dopplereffect in het dagelijks leven is het feit dat de *“tatutatu”* van de sirene van een hulpdienst heel anders klinkt als die naar je toe beweegt dan als die van je af beweegt.

De Oostenrijker Christian Doppler poneerde de theorie achter zijn effect in 1842 en claimde dat het effect werkte voor zowel geluids- als lichtgolven. Voor lichtgolven is het dan niet de toon die verandert, maar de kleur. Doppler was in eerste instantie geïnteresseerd in de astronomie. In Nederland geloofde de promovendus Christophorus Buys Ballot, later grondlegger van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), geen snars van het beschreven effect. Sterker nog, hij stelde in 1844 een experiment voor om het Dopplereffect voor eens en voor altijd te weerleggen. Buys Ballot kreeg toestemming om in 1845 op het pas aangelegde spoor tussen Maarssen en Utrecht een locomotief met een platte wagon met daarop hoornisten te laten rijden en metingen te doen, om het Dopplereffect te weerleggen.



Afbeelding 2. Doppler en Buys Ballot. Links: Christian Doppler (fotograaf onbekend), rechts: Christophorus Buys Ballot (schilderij van Johan Heinrich Neuman, te vinden in het Utrechts Universiteitsmuseum).

De theoretische beschrijving van Doppler doorstond deze test met vlag en wimpel en het Dopplereffect werd zodoende voor het eerst bewezen door Buys Ballot. Het effect werd, ook na deze metingen, echter nog wel gewantwoord voor het bestuderen van het heelal. Dit had te maken met het feit dat Doppler aannam dat alle sterren wit licht uitzenden, en dus alleen maar kleuren lijken te hebben door hun relatieve beweging ten opzichte van de aarde. Het Dopplereffect zelf was natuurlijk wel correct, maar de aanname van witte sterren niet.

Het Dopplereffect wordt tegenwoordig overal en nergens toegepast. Je krijgt je snelheidsboetes dankzij dit effect, en we weten dankzij de gerelateerde [roodverschuivingen](#) van alles over de diepste uithoeken van ons universum. Ook de toepassing van echo's in het ziekenhuis gebruikt het effect. Sterker nog, dit artikel heeft als voornaamste bron "Doppler

Ultrasound in Obstetrics and Gynecology” (samengesteld door Dev Maulik). Hoe dan ook, mocht je ooit terug in de tijd worden gezonden, vóór 1842, en naar Utrecht en omstreken, dan weet je nu hoe je gratis een nieuwe hoorn kan bemachtigen.