

*Plenaire lezing vrijdagmiddag 13 december van 14.10 - 15.00 uur*

### **Ruimte-akoestiek: schakelen tussen metingen, modellering en perceptie**

Maarten Hornikx  
TU Eindhoven

Elke binnenruimte beïnvloedt de manier waarop geluid zich voortplant. Een optimale ruimte-akoestiek is afhankelijk van de functie van de ruimte, bijvoorbeeld of deze bedoeld is voor een muziekkuitvoering of spraakoverdracht. Om de akoestiek te optimaliseren, is het essentieel om eerst de eigenschappen van de ruimte te analyseren en begrijpen. Dit kan zowel door middel van metingen als door het modelleren van de akoestiek. Beide leiden tot meetbare akoestische grootheden die gerelateerd zijn aan perceptuele ervaringen, maar het daadwerkelijk ervaren van geluid in een (virtuele) ruimte helpt ook om de akoestiek van die ruimte te begrijpen. In deze lezing wordt besproken hoe een akoestische impulsrespons van een ruimte kan worden gemeten. Ook komt het modelleren van ruimte-akoestiek aan bod, waarbij de uitdagingen worden belicht die komen kijken bij het zo realistisch mogelijk modelleren en hoorbaar maken van de akoestiek van een ruimte.

*Keuzelezingen vrijdagmiddag 13 december van 16.00 - 16.50 uur*

### **Een verrassend verband**

Ralph Meulenbroeks  
Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

Tijdens deze WND-conferentie hebben we het over geluid, over akoestiek, over dynamiek, over trillingen en over golven. Er zullen op allerlei manieren relaties gelegd worden tussen muziek en de natuurkunde. Tijdens deze 'lezing' grijpt Ralph Meulenbroeks, natuurkundige, docent, musicus en tegenwoordig directeur van het Freudenthal Instituut terug op zijn eerdere carrière waarbij hij in de theaters stond. Hij brengt elementen uit zijn programma 'Talent voor Toeval' samen om op een intuïtieve manier het verband tussen natuurkunde en muziek te leggen, op de manier zoals hij het zelf ervaren heeft. En wie weet gaan we een verband vinden dat zelfs voor de natuurkundigen volledig onverwacht is. Voorbereiding is zeker niet nodig, wel bij voorbaat al de vraag om in stilte de ruimte binnen te komen vóórdat de lezing begint. Waarom: dat wordt wel duidelijk. Meer gaan we er even niet over zeggen. Hopelijk tot ziens!

### **From echogenic biomolecules to ultrasound imaging of cellular function**

Hugues Favre  
TU Delft

The introduction of genetically encoded gas vesicles as the 'green fluorescent protein' for ultrasound provides an alternative to light for deep tissue cellular imaging. In this lecture, I will explain how gas vesicles can be further engineered into acoustic reporter genes or biosensors, and present ultrasound imaging methods dedicated to gas vesicle detection in a living tissue environment. Finally, I will review current and upcoming applications in the field of biomolecular ultrasound imaging.

### **Revalidatie gehoor en evenwicht met implantaten**

Wim Soede  
Leids Universitair Medisch Centrum

Als je gehoor- en evenwichtsorgaan niet goed werkt dan heb je als kind of volwassene een groot probleem. Een ernstig hoorverlies is een belemmering om een gesprek goed te volgen en als je jong bent dan kun je je niet ontwikkelen. En als je evenwicht niet goed werkt dan heb je moeite met lopen en bewegen. In de afgelopen jaren zijn er implantaten ontwikkeld die het mogelijk maken om weer te horen of beweging te detecteren. De laatste 20 jaar heeft dat een grote opgang gemaakt in de kliniek.

In deze voordracht gaan we kijken naar de functie en werking van gehoor- en evenwichtsorgaan. Wat zijn dan de technische mogelijkheden voor revalidatie met een implantaat voor die groep waar een gewoon hoortoestel niet mogelijk is. Voor wie is het implantaat geschikt? Wat kun je wel/niet bereiken voor een patiëntje of volwassene? De voordracht zal geen direct recept zijn voor een lesblok maar al luisterend ontstaan er wellicht ideeën die de al ontwikkelde lesblokken over gehoor en geluid kunnen verrijken.

**Ultrasound imaging inside and behind bone**

Guillaume Renaud  
TU Delft

Blood circulation in bone is essential for bone health. Currently, there is no noninvasive imaging technology that allows direct measurement of blood flow in bone. Traditional ultrasound is inappropriate; it was developed to measure blood flow in soft tissues and does not take into account the much higher speed of sound in bone tissue. Our team is developing an ultrasound technique that corrects for the peculiar properties of bone tissue, allowing imaging and measurement of blood flow inside bone. Eventually this technique may help develop more adequate diagnosis and treatment plans for common bone and joint diseases. Traditional transcranial ultrasound imaging of the brain produces poor image quality, again because it does not take into account the higher speed of sound in the skull. With the methods developed to image inside bone, we are also working on improving transcranial ultrasound imaging of the brain.

**Kijken met geluid**

Eric Verschuur  
Faculteit Civiele Techniek & Aardwetenschappen, TU Delft

In veel gevallen wordt geluid beluisterd met de oren. Maar het is ook mogelijk om geluid als ‘ogen’ te gebruiken. Dit wordt in de natuur gedaan b.v. door vleermuizen die in een donkere grot kunnen vliegen door hoogfrequente signalen uit te zenden en de weerkaatsingen van de omgeving te analyseren. Deze techniek is door mensen ook ontwikkeld om via geluidsgolven een medium te kunnen onderzoeken, terwijl lichtgolven er niet in doordringen. Door het geluid aan de andere kant van zo’n medium op te vangen kun je transmissiemetingen doen. Door het geluid aan dezelfde kant op te vangen kun je reflectiemetingen doen. In beide gevallen kun je informatie over het medium achterhalen, zoals het geluidsnelheidsprofiel in geval van transmissiemetingen of de lagenstructuur van het medium vanuit reflectiemetingen. Voor het eerste kun je denken aan aardbevingen die, wanneer ze op diverse plaatsen aan het aardoppervlak opgenomen worden, iets kunnen zeggen over zowel de locatie van de aardbeving in de ondergrond als het geluidsnelheidsprofiel van de aarde rond die plek. Reflectiemetingen kunnen gebruikt worden om de gelaagdheid van de ondergrond te onderzoeken of de locatie van een tumor in het menselijk lichaam. In deze lezing zal de methodiek van ‘kijken met geluid’ verder uitgelegd worden, voorzien van diverse voorbeelden uit de praktijk.

*Plenaire lezing zaterdagmorgen 14 december van 08.45 - 09.35 uur*

**Nanosensoren voor én met ongehoord geluid**

Peter Steenekken  
Afdeling Precision and Microsystems Engineering, TU Delft

In deze presentatie zal een overzicht gegeven worden van verschillende ontwikkelingen in ons lab op het gebied van het meten en gebruiken van geluid en trillingen op de micro- en nanoschaal. Als eerste bespreken we tweedimensionale materialen met een dikte van slechts één atoom, zoals grafeen. We laten zien dat deze membranen door hun flexibiliteit geschikt zijn om heel kleine krachten te detecteren en gebruikt kunnen worden om zeer gevoelige microfoons te maken. Hiermee kan geluid gemeten worden, maar er zijn meer mogelijkheden. Zo is het gelukt om de ‘geluidstrillingen’ van enkele bacteriën te meten en hiermee een test te ontwikkelen die dokters helpt het juiste antibioticum toe te dienen. Ook kunnen de geluidstrillingen van deze membranen gebruikt worden om de thermische, mechanische en magnetische materiaaleigenschappen van twee-dimensionele materialen te bepalen. Naast bacteriën zullen we ook naar het ultrageluid van planten luisteren om zo te leren over hun interne structuur. Uiteindelijk laten we zien hoe ultrageluid gebruikt kan worden om objecten te laten zweven en wat de uitdagingen zijn om deze akoestische levitatietechnologie te gebruiken om deeltjes gecontroleerd en precies te verplaatsen.

*Keuzelezingen zaterdagmorgen 14 december van 11.30 - 12.20 uur*

### **De natuurkunde van de stem**

Peter van Rijn, Gideon Koekoek en Rein Kolpa

OLVG Amsterdam en Gravitational Waves and Fundamental Physics, Maastricht University

Stem en geluid gebruiken we dagelijks om met elkaar te communiceren en ons door muziek te laten verrukken. Hoewel de fysica van geluid goed is begrepen, is het een klein wonder dat onze stem zó veel verschillende vormen kan aannemen. Leg maar eens een rockstem naast die van een operazanger: van warme naar koele klanken, luid of zacht, en van vibrato naar vlak, de menselijke stembanden vormen een heel bijzonder instrument dat ons stemgeluid in veel meer vormen kan buigen dan in eerste instantie op basis van de simpele fysica te verklaren lijkt.

In deze lezing bespreken Peter van Rijn (KNO-arts, OLVG Amsterdam), Gideon Koekoek (associate professor bij Gravitational Waves and Fundamental Physics, Maastricht University) en Rein Kolpa (zanger/zangdocent en auteur van de Vocal Core zangmethode) hoe de menselijke stem zo'n verscheidenheid aan vormen kan aannemen door ernaar te kijken als arts en als natuurkundige, en live gedemonstreerd door een professioneel gebruiker.

We zullen zien hoe de wetten van mechanica, druk en stroming een eerste benadering geven van de grote verscheidenheid aan klanken die de stembanden kunnen produceren en hoe de vorm en biologie van de stembanden van invloed zijn op het uiteindelijke geluid. In deze lezing komen fysica, fysiologie en ervaring samen om de stembanden hun stem te geven en bespreken we op welke manier dit in de natuurkundeles een plek kan krijgen.

### **De fysica van stilte**

Ysbrand Wijnant

Universiteit Twente

In een dichtbevolkt land als Nederland, is stilte vaak schaars en als het er al is, moeilijk te behouden. In de vakgroep Thermal and Fluid Engineering aan de Universiteit Twente doen we onderzoek naar verschillende geluidsbronnen en kijken we of we oplossingen kunnen vinden waarmee we de bijbehorende pijnpunten/overlast kunnen verminderen. Daarvoor onderzoeken we eerst wat de onderliggende geluidsoorzaak van de bron is, kijken vervolgens hoe dat geluid propageert naar de ontvanger en zoeken naar oplossingen. Je kunt dan bijvoorbeeld denken aan het absorberen van geluid, het tegenhouden van geluid of het afbuigen van geluid (een diffractor). In deze lezing beginnen we bij de fysica van geluid en laten we verschillende (nieuwe) concepten/oplossingen zien om geluid te modelleren, te meten en vervolgens te reduceren.

### **Zelf omgevingsgeluid meten: burgerwetenschap op gebied van geluid**

Nick Mabjaia

RIVM

Geluidhinder vormt voor een toenemend aantal Nederlanders een probleem. Door de woningnood in Nederland worden er straks steeds meer woningen dichtbij geluidsbronnen als snelwegen en luchthavens gebouwd. Er komt steeds meer geluid in onze leefomgeving, waardoor dit een belangrijk probleem is voor toekomstige generaties. Informatie over omgevingsgeluid wordt vaak weergegeven op kaarten met een jaargemiddeld geluidsniveau. Maar mensen ervaren hinder juist vaak op specifieke momenten. Bijvoorbeeld als een vliegtuig overvliegt of een trein voorbij komt. Dankzij technologische ontwikkelingen wordt het steeds makkelijker voor mensen om zelf geluid te meten.

Welke kansen ontstaan er als burgers zelf geluid gaan meten en hoe kunnen we hier als maatschappij goed gebruik van maken? In deze lezing laat Nick Mabjaia van het RIVM je kennis maken met zelfbouwgeluidmeters, burgerinitiatieven en innovatief citizen-science onderzoek naar geluidbeleving. We gaan op zoek naar toepassingen en mogelijkheden van burgermetingen om samen het probleem van geluidsoverlast aan te pakken.

### **Software-defined radio en fysicaonderwijs**

Pieter-Tjerk de Boer

Universiteit Twente

Deze lezing gaat over 'software-defined radio' (SDR): de techniek waarmee tegenwoordig radio-ontvangers worden gebouwd. Terwijl in het verleden radio-ontvangers vooral gebruik maakten van analoge techniek, zoals spoelen en condensatoren, wordt tegenwoordig het signaal uit de antenne zo gauw mogelijk gedigitaliseerd. Alle verdere bewerking, zoals het uitfilteren van het gewenste station, wordt in software gedaan, vaak gebruikmakend van

de FFT (Fast Fourier Transform). Dit is onderhand niet alleen goedkoper dan de vroegere analoge techniek, maar leidt ook tot ontvangers met betere eigenschappen en meer mogelijkheden.

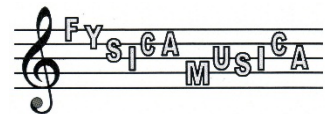
In de lezing zal worden uitgelegd hoe een typische SDR-ontvanger werkt, geïllustreerd met mijn 'WebSDR', een SDR die door iedereen via het internet gebruikt kan worden. Verder zal ik ingaan op mogelijkheden om met SDR te experimenteren in het onderwijs, bijvoorbeeld ter demonstratie of in een profielwerkstuk; de benodigde hardware hoeft slechts een paar tientjes te kosten.

De lezing vat het conferentiethema 'geluid' breed op. Maar er zijn verbanden te over tussen radio en geluid: niet alleen kan radio gebruikt worden om geluid over te brengen, maar radio en geluid verspreiden zich beiden als golven, en beide soorten signalen worden tegenwoordig vaak in software bewerkt, met gelijksoortige algoritmes.

### Fysica Musica

Karel Langendonck

Fontys Lerarenopleiding Tilburg



Natuurkunde is muziek! En muziek is natuurkunde! Leerlingen kennis laten maken met principes uit de geluidsleer en hen vaardigheden laten ontwikkelen om deze kennis toe te passen, zit al sinds jaar en dag in het programma. Het domein biedt talloze mogelijkheden tot experimenteren en leerlingen aansprekend en leerbaar onderwijsaanbod voor te schotelen. In deze lezing ga ik de mogelijkheden hierin nader onderzoeken.

Verwacht u daarbij vooral géén theoretisch verhaal! Wat wel in deze lezing, in razende vaart, passeert, is een aantal lesideeën waarin natuurkunde en muziek elkaar op de een of andere manier vinden. In veel gevallen zal er sprake zijn van verrassende en soms ook gemakkelijke toepassingen en thema's binnen de lesideeën. Het uitgangspunt is daarbij steeds dat de ideeën direct toepasbaar moeten zijn in de lespraktijk.

Een waarschuwing is wel op zijn plek! Stilzitten is onmogelijk!

*Afsluitende show zaterdagmiddag 14 december van 14.55 - 15.45 uur*

### Nature Calls

The Stream in samenwerking met Stichting Rino

Muziek, theater en ... wetenschap!

Wie dacht dat natuurkunde en rock 'n roll niet hand in hand kunnen gaan? The Stream bewijst met Nature Calls dat het wel degelijk kan.

Een multidisciplinair spektakel waarin de orkestrale popmuziek van The Stream wordt omlijst met indrukwekkende live demonstraties en experimenten. Geen hoorcollege of theoretische afleiding van formules, maar een samenspel waarin de natuur letterlijk en figuurlijk zichtbaar én hoorbaar wordt gemaakt.

Tijdens deze voorstelling neemt The Stream u mee in een reis vol verwondering, van de onvoorspelbaarheid van de kleinste deeltjes tot de grootsheid van het heelal. En, zonder van te voren al te veel te verklappen, ze gaan eruit met een knal!

