**Nanosensoren voor én met ongehoord geluid**

*Prof. dr. Peter G. Steeneken*

*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.

Veel van het werk is gepubliceerd, hieronder relevante links bij mijn presentatie:

[https://textbooks.open.tudelft.nl/textbooks/catalog/book/83](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Ftextbooks.open.tudelft.nl%2Ftextbooks%2Fcatalog%2Fbook%2F83&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622205266%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=l7ARBA0zV987%2FIsNHqEsfePLoD1ORlB4JLoPbKlEFP0%3D&reserved=0)

[https://research.tudelft.nl/en/publications/highly-sensitive-wafer-scale-transfer-free-graphene-mems-condense](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fresearch.tudelft.nl%2Fen%2Fpublications%2Fhighly-sensitive-wafer-scale-transfer-free-graphene-mems-condense&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622224845%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=6sxMuOMl95nOi1Y8htIvorAWbyAuuXZOiXFujqxTIII%3D&reserved=0)

[https://www.nature.com/articles/s41467-023-44180-4](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.nature.com%2Farticles%2Fs41467-023-44180-4&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622238664%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=sXBjjO5KEicCN46QfpgZrCgWExoYfmM8ygmZ48fQy7U%3D&reserved=0)

[https://www.ntvn.nl/media/files/Luisteren\_naar\_planten\_def.pdf](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.ntvn.nl%2Fmedia%2Ffiles%2FLuisteren_naar_planten_def.pdf&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622251929%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=eq3LopDfNXM4%2BuA5Ksj94lBxIb%2ByImDkLtZOe5k6J6w%3D&reserved=0)

[https://spj.science.org/doi/full/10.34133/2022/9790438](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fspj.science.org%2Fdoi%2Ffull%2F10.34133%2F2022%2F9790438&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622265217%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=81CUINBeq%2FWWjsVhr6jUbnFf%2B1dT4eF%2BoSwVJazgHfs%3D&reserved=0)

[https://research.tudelft.nl/en/publications/sensors-in-agriculture-towards-an-internet-of-plants](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fresearch.tudelft.nl%2Fen%2Fpublications%2Fsensors-in-agriculture-towards-an-internet-of-plants&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622278362%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=odCQgpP%2F72DHbAPJ%2B4nJaOV%2B17r%2F9Cqw2DHsLF1DBVc%3D&reserved=0)

[https://research.tudelft.nl/en/publications/probing-nanomotion-of-single-bacteria-with-graphene-drums](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fresearch.tudelft.nl%2Fen%2Fpublications%2Fprobing-nanomotion-of-single-bacteria-with-graphene-drums&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622291697%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=27nN87wlSzCoc81Sz%2FS1juR9oNvtnOYLW%2B2OrfvuTz8%3D&reserved=0)

[https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1583/ac152c/meta](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fiopscience.iop.org%2Farticle%2F10.1088%2F2053-1583%2Fac152c%2Fmeta&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622304974%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=0t%2F%2BqFHagzaGB7VDjcKAM%2FLEGcin%2Fjbe14G5%2Bv%2Be9y8%3D&reserved=0)

[https://pubs.aip.org/aip/adv/article/14/9/095009/3311241](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fpubs.aip.org%2Faip%2Fadv%2Farticle%2F14%2F9%2F095009%2F3311241&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622324149%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=mEFDZ%2FBulPJVB1zzK4Xpr34%2Frx9udBFxnkbP2BuS6YI%3D&reserved=0)

En mijn volledige publicatielijst:

[https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=Lf-MiLQAAAAJ&view\_op=list\_works&sortby=pubdate](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fscholar.google.com%2Fcitations%3Fhl%3Den%26user%3DLf-MiLQAAAAJ%26view_op%3Dlist_works%26sortby%3Dpubdate&data=05%7C02%7CW.vanEijsden%40uu.nl%7Cd0b17eb166454eda376908dd1db776f7%7Cd72758a0a4464e0fa0aa4bf95a4a10e7%7C0%7C0%7C638699396622338032%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJFbXB0eU1hcGkiOnRydWUsIlYiOiIwLjAuMDAwMCIsIlAiOiJXaW4zMiIsIkFOIjoiTWFpbCIsIldUIjoyfQ%3D%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=rP4Zc6odndMmDsu5VW0%2FsJOj5NuV2%2BAUfQQCf9gvcNM%3D&reserved=0)