Bacteriën afluisteren met grafeen

Hoe klinkt een bacterie? Het is onderzoekers van TU Delft gelukt om het geluid van een levende bacterie op te nemen, met behulp van het wondermateriaal grafeen. Door bacteriën af te luisteren, komen we snel te weten of toegebrachte antibiotica er in slagen om hen te doden, of dat ze er resistent tegen zijn.

Bacteriën zijn minuscule levende wezens van enkele micrometers in lengte – ongeveer een tiende van de dikte van een mensenhaar. Ze zijn zó klein dat we ze niet kunnen zien met ons blote oog, en ook niet kunnen horen. Om bacteriën wel te kunnen zien, kunnen we gebruik maken van een microscoop. Nu is het een team van onderzoekers van de TU Delft, onder leiding van Farbod Alijani, gelukt om ook het geluid van een enkele bacterie op te nemen. Het resultaat kun je hieronder zelf beluisteren:

Video. Het geluid van een enkele *E. coli*-bacterie.Bron: TU Delft

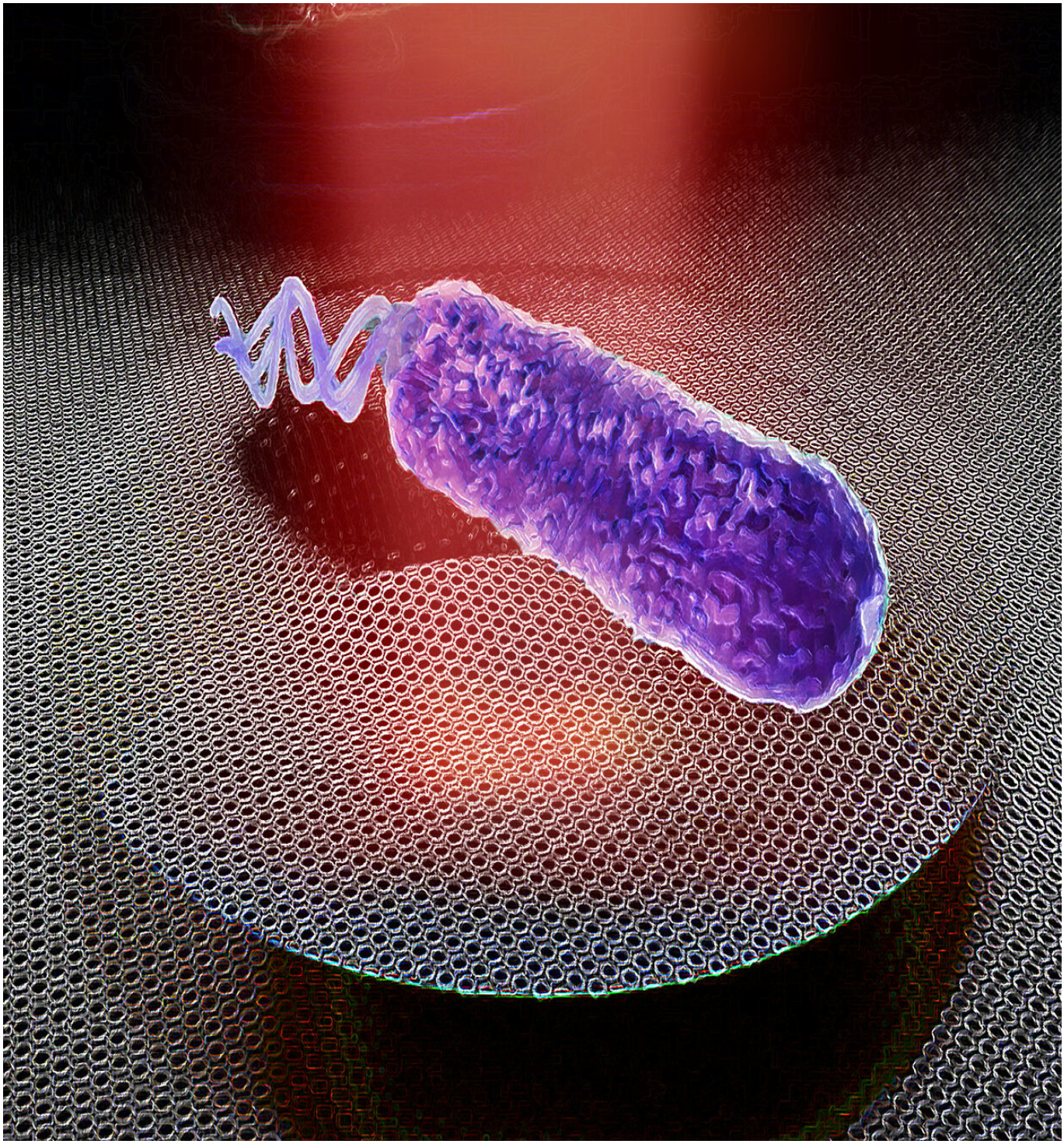
Heel spannend klinkt het geluid niet – het is een soort ruis – maar het onderscheid tussen een dode en een levende bacterie hoor je meteen. Het geluid van de bacteriën is afkomstig van de bewegingen van hun flagellen, de lange slierten die ze ronddraaien om zich voort te bewegen. Wanneer kreupele bacteriën worden gebruikt, die hun flagellen niet kunnen bewegen, blijft het stil. En wanneer antibiotica wordt toegediend bij een levendig bewegende bacterie, kan live worden meegeluisterd of de bacterie het overleeft of niet. “Dit zou een instrument van onschatbare waarde kunnen zijn in de strijd tegen antibioticaresistentie, een steeds grotere bedreiging voor de mondiale volksgezondheid,” aldus Peter Steeneken, die de nanomechanica-groep leidt die aan dit onderzoek heeft meegewerkt.

Trommels van grafeen

Maar hoe werkt het afluisteren van bacteriën eigenlijk? Daarvoor gebruiken de onderzoekers minuscule trommeltjes van het materiaal grafeen. We hebben dit wonderbaarlijke materiaal, dat bestaat uit een enkele laag van koolstofatomen, al vaker besproken op deze site – zie bijvoorbeeld dit artikel. “Het is heel sterk, met goede elektrische en mechanische

eigenschappen, en het is ook extreem gevoelig voor externe krachten," vat Alijani samen.

Door een enkele bacterie bovenop een trommel van grafeen te plaatsen, kunnen de trillingen die veroorzaakt worden door het slaan van de flagellen op het trommelvel worden waargenomen. "Om te begrijpen hoe klein deze flagellaire slagen op grafeen zijn, kun je zeggen dat ze minstens 10 miljárd keer kleiner zijn dan de stoot van een bokser op een bokszak. Toch kunnen deze beats op nanoschaal worden omgezet in geluidssporen en beluisterd – en hoe cool is dat?" aldus Alijani.



Afbeelding. Een trommelende bacterie. Artistieke impressie van een bacterie die met zijn flagellen op een trommel van gradeen slaat. Afbeelding: Irek Roslon –TU Delft

Waar Alijani al naar verwees, is dat het geluid in feite nog steeds te zacht is om zomaar op te kunnen nemen met een normale microfoon. In plaats daarvan wordt er gekeken naar hoeveel het grafeen-trommelvel verplaatst vanwege de bewegingen van de bacterie, iets wat nauwkeurig gemeten kan worden met behulp van lasers. Dit wordt gedaan door licht te

weerkaatsen van het membraan van grafeen; omdat dit licht interfereert met de inkomende lichtstraal, varieert de gemeten intensiteit van het licht wanneer het membraan zich naar de camera toe of van de camera af beweegt. Aan de hand van dit lichtsignaal weten we dus met welke frequentie en amplitude het trommelvel trilt, iets wat de onderzoekers om kunnen zetten naar een geluidsignaal. Dit is wat je in de video hierboven hoort.

Onderzoek naar antibioticaresistentie

De volgende stap is natuurlijk om deze nieuwe techniek toe te passen. Farbod Alijani: “In de toekomst willen we dit platform om antibioticagevoeligheid te testen optimaliseren en valideren met uiteenlopende klinische monsters. Zodat het uiteindelijk kan worden gebruikt als een diagnostische toolkit voor snelle detectie van antibioticaresistentie in de klinische praktijk.” Dergelijke resistentie kan namelijk verschillen per specifieke soort bacterie, en per soort antibioticum. Door te kijken welke bacteriën wel of niet resistent zijn, kunnen we beter begrijpen hoe we de resistentie kunnen voorkomen of genezen.

Wie zich nog verder in dit onderwerp wil verdiepen, kan in het wetenschappelijke artikel duiken:

Probing nanomotion of single bacteria with graphene drums, I.E. Rosłoń, A. Japaridze, P.G. Steeneken, C. Dekker, F. Alijani. *Nature Nanotechnology* (2022).