

# Piepkleine krachten voor het eerst gemeten

**Geen financier zag brood in hun onderzoeksvorstel. Toch is het Wageningse onderzoekers gelukt een opstelling in elkaar te knutselen waarmee de kleinste krachten ooit kunnen worden gemeten. ‘De krachten tussen moleculen zijn heel belangrijk voor hoe een plantenembryo zich ontwikkelt, maar tot nog toe waren ze onmeetbaar.’**

TEKST TESSA LOUWERENS FOTOGRAFIE SAM RENTMEESTER

**M**oleculen oefenen krachten op elkaar uit; heel subtiel duwen ze tegen elkaar aan. Hoe minuscuul die onderlinge krachten ook zijn, ze zijn belangrijk bij levensprocessen zoals de groei van een plant of de ontwikkeling van een foetus, maar ook bij herstel van zelfreparerende materialen.

Die krachten tussen moleculen zijn echter zo piepklein dat wetenschappers er geen vat op kregen. Zelfs de meest nauwkeurige meetinstrumenten konden de onderlinge invloed niet goed bepalen. Wageningse onderzoekers hebben daar verandering in gebracht.

‘Fijngevoelige metingen op zulke kleine schaal, van enkele moleculen binnenin een materiaal of cel, zijn niet mogelijk met een groot meetapparaat’, legt Joris Sprakel uit. Hij is onderzoeksleider bij de Wageningse leerstoelgroep Fysische chemie en zachte materie.

Om aan dit probleem te ontsnappen, ontwierp zijn team moleculen die zelf als meetapparaat werken. Om zo’n meetinstrument, bestaand uit één enkel molecuul, uit te lezen en de kracht te bepalen die het ondervindt, schijnen de onderzoekers er met een laser op. Het molecuul zendt dan licht terug van een andere kleur. Aan de hand

van die kleur kan het onderzoeksteam vervolgens bepalen hoeveel kracht er op het molecuul wordt uitgeoefend.

‘Het was erg lastig om de opstelling te bouwen om dat goed te meten. Er komt maar heel weinig licht terug van één molecuul’, legt Sprakel uit. Daar kwam bij dat hij met een klein budget aan de slag ging; geen financier zag brood in zijn onderzoeksvorstel. De onderzoekers moesten de proefopstelling daarom met veel creativiteit in elkaar knutselen. ‘We hebben een team jonge, enthousiaste onderzoekers met allemaal verschillende expertises. Zonder die samenwerking was het denk ik nooit gelukt.’ In januari leidde het onderzoek tot een publicatie in het wetenschappelijke tijdschrift *Chem*.

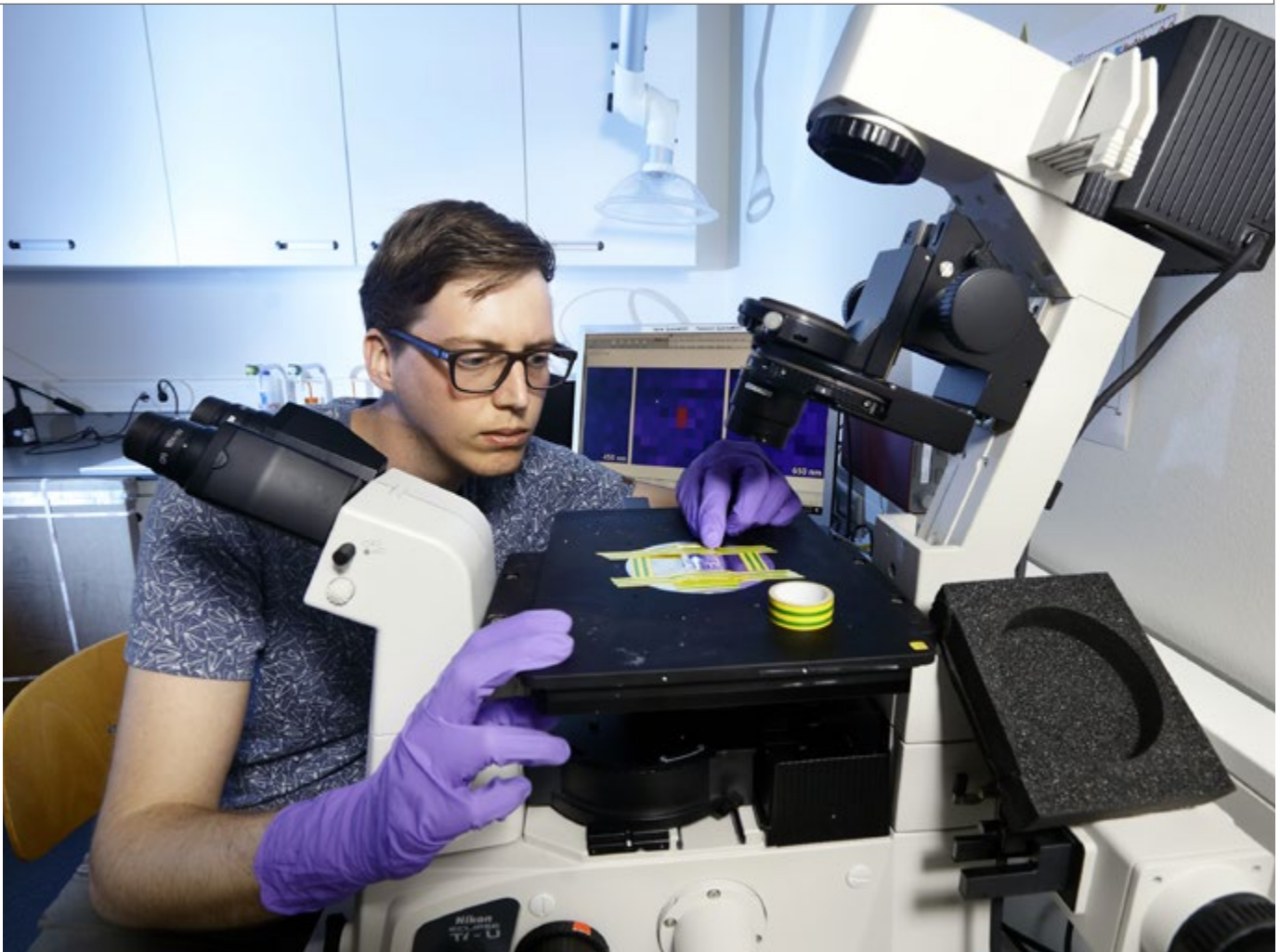
## VIJFTIG TINTEN GRIJS

De ontwikkelde sensormoleculen meten honderden keren nauwkeuriger dan de bestaande instrumenten voor het bepalen van minikrachten. Voorheen was het alleen mogelijk om vast te stellen of er wel of geen kracht werd uitgeoefend tussen moleculen. ‘Met deze nieuwe methode kan mechanische kracht niet alleen zwart-wit, maar in vijftig tinten grijs worden gemeten’, aldus de onderzoeksleider.

Uitgedrukt in vaktermen bereikt de krachtensensor een resolutie van honderd femtoNewton (0,000000000001 Newton); 1 Newton is ongeveer zoals een ons aanvoelt. ‘Een molecuul is zelf ook ongelooflijk klein, ongeveer een nanometer, een miljoenste millimeter’, aldus Sprakel. ‘Die kracht van honderd femtoNewton die op een molecuul van een nanometer drukt, is te vergelijken met de kracht die een zandkorrel uitoefent op de schouder van een mens. Zulke kleine krachten kunnen we nu dus meten bij verhoudingen die een biljoen keer kleiner zijn.’

## EMBRYONALE ONTWIKKELING

De nieuwe meetmethode maakt het mogelijk meer inzicht te krijgen in de krachten die op moleculair niveau van belang zijn in levende cellen van planten, dieren en de mens. Wetenschappers weten dat deze fysische



Onderzoeker Ties van de Laar achter de proefopstelling voor het meten van minuscule krachten.

krachten een rol spelen bij veel processen, maar omdat de krachten niet precies, of helemaal niet, te meten waren, viel er weinig mee te beginnen. ‘Met deze techniek kunnen we letterlijk licht werpen op deze processen. Denk aan de embryonale ontwikkeling van planten. We weten dat minuscule krachten bepalen wanneer een cel gaat delen en in welke richting. Die mechanische prikkels zijn dus heel belangrijk voor hoe het plantenembryo zich ontwikkelt; maar tot nog toe waren die onmeetbaar’, vertelt Sprakel. ‘Dan is het ook nagenoeg onmogelijk om te begrijpen hoe die krachten uitwerken. Als je de rol van de minikrachten in biologische processen kent, kun je op termijn wellicht begrijpen hoe je bepaalde ziektes kunt bestrijden die ontstaan door foutjes in die krachten. Maar dat is nog toekomstmuziek; we hebben nu aangetoond hoe we dit soort ‘onmeetbare’ krachten wel kunnen meten. Samen met Dolf Weijers, van de leerstoelgroep Biochemie, zijn we nu druk bezig om deze aanpak los te laten op cellulaire processen.’ Ook denkt Sprakel na over toepassingen buiten het traditionele Wageningse domein. Samen met de TU Delft

o,ooooooooooooi Newton,  
tot nog toe was dat onmeetbaar

werkt hij bijvoorbeeld aan het verder ontwikkelen van zelfreparerend materiaal voor ruimteschepen, dat zich net als de menselijke huid na een beschadiging zelf herstelt. Hoewel in Delft dergelijke materialen al worden gemaakt, is niet bekend hoe die precies functioneren. ‘Onderzoek is vaak voor een groot deel trial-and-error. Als we precies kunnen kijken hoe het werkt, dan kunnen we een dergelijk materiaal ook gericht ontwikkelen en verbeteren.’ ■

[www.wur.nl/kleinstesensor](http://www.wur.nl/kleinstesensor)