

# AMOLF NEWS

**Drie maal Veni-subsidie**

HIGHLIGHTS

**Trillende nanosnaren  
laten licht oversturen**

**Bacteriën  
vertonen stemmingen  
en persoonlijkheid**



**Said Rodriguez**  
start nieuwe  
onderzoeksgroep

**AMOLF**



#### AMOLF NEWS

AMOLF NEWS verschijnt twee keer per jaar en is bedoeld voor collega's, samenwerkingspartners, beleidsmakers en alumni van AMOLF.

#### COLOFON

##### Redactie:

Erny Lammers,  
Petra Rodriguez,  
Anita van Stel

##### Vormgeving:

www.petraklerkx.nl

##### Afbeelding cover:

Henk Jan Boluijt

##### Foto cover:

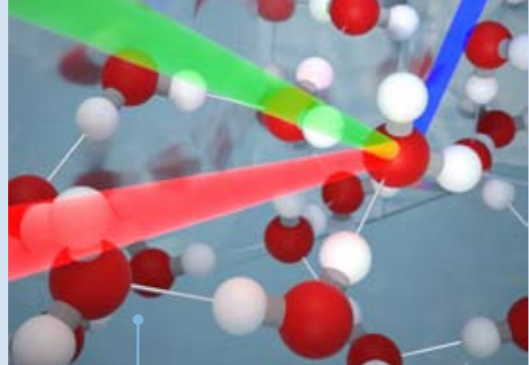
Mark Knight

##### Druk:

Drukkerij Badoux,  
Houten

##### Correspondentieadres:

Postbus 41883  
1009 DB Amsterdam  
E-mail: info@amolf.nl  
Telefoon: +31 (0)20 75 47 100



Door twee laserbundels (geïllustreerd in rood en groen) te combineren aan het oppervlak ontstaat een nieuwe lichtbundel (blauw) die gedetailleerde informatie bevat over de ordening van watermoleculen aan het oppervlak van ijs. Op deze manier ontdekten de onderzoekers uit de groep van Huib Bakker dat het oppervlak van ijs zich precies zo gedraagt als vloeibaar water, zelfs bij een temperatuur van 30 graden onder nul.

## AMOLF in het kort

AMOLF is één van de onderzoeksinstituten van de Stichting Nederlandse Wetenschappelijk Onderzoek Instituten. NWO-I is een zelfstandige stichting, behorende bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

AMOLF richt zich op het initiëren en uitvoeren van toonaangevend fundamenteel onderzoek aan de fysica van natuurlijke en niet-natuurlijke complexe materialen en het maken van nieuwe functionele materialen, in samenwerking met universiteiten en industrie. Deze kennis draagt bij aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken op het gebied van energie, groene ICT en gezondheidszorg.

Op AMOLF werken circa 130 wetenschappers in 17 onderzoeksgroepen. Daarnaast kent het instituut 70 medewerkers in technische en administratieve ondersteunende afdelingen. Het instituut is gevestigd in het Amsterdam Science Park. •

## Inhoud

### INTERVIEWS

- 6 **Said Rodriguez start nieuwe onderzoeksgroep**

### HIGHLIGHTS

- 12 **Waarom balletjes op een hete plaat piepen en springen**
- 16 **Bacteriën vertonen stemmingen en persoonlijkheid**
- 20 **Trillende nanosnaren laten licht oversturen**

### NIEUWS

- 4 **ERC Starting Grant voor Ewold Verhagen**
- 5 **Drie NWO Veni-subsidies**
- 23 **Solar+Power Award voor groene zonnecel**

### VERDER

- 10 **Datamanagement**
- 14 **Toppublishaties**
- 24 **Proefschriften**

## Voorwoord

Het is alweer bijna Kerstmis 2017, tijd voor een nieuwe editie van AMOLF NEWS! Het afgelopen half jaar was zonder meer belangrijk voor AMOLF. Op 19 en 20 oktober hebben we bezoek gehad van een internationaal panel van gerenommeerde wetenschappers die AMOLF hebben geëvalueerd. Deze evaluatie vindt elke zes jaar plaats en vormt de belangrijkste graadmeter voor hoe het instituut er wetenschappelijk en organisatorisch voorstaat.

Wij hadden ons zeer goed voorbereid op deze evaluatie en het resultaat was er naar! Het definitieve rapport moet nog volgen, maar het panel was buitengewoon positief. Het panel roemde de uitstekende en intensieve samenwerkingen van de wetenschappelijke groepen en ondersteunende afdelingen. Wat betreft de sfeer en cultuur van het instituut sprak het panel zelfs van 'the magic of AMOLF'. Ik ben buitengewoon trots op dit resultaat. Het was hartverwarmend om te zien hoe iedereen zijn en haar uiterste best heeft gedaan om dit resultaat te bereiken. Het was echt een AMOLF groepsprestatie!

Misschien was het u al opgevallen, onderaan op de voorkant van deze NEWS ziet u het nieuwe logo van AMOLF. Dit nieuwe logo is samen met een nieuwe huisstijl in het afgelopen half jaar geïntroduceerd. Ik ben erg blij met het nieuwe logo, het geeft naar mijn idee heel goed de wetenschappelijke focus en identiteit van AMOLF weer.

We hebben ook weer mooie wetenschappelijke resultaten geboekt. Zo heeft de groep van Ewold Verhagen aangetoond dat er een sterke interactie is tussen licht en trillende nanosnaren. De groep van Martin van Hecke heeft het fenomeen van (bijna

oneindig lang stuiterende hydrogelballetjes op een gloeiende plaat onderzocht, en de groep van Tom Shimizu ontdekte dat er een grote variëteit bestaat in het gedrag van bacteriën. U leest verderop meer over deze onderzoeken.

Ik ben heel blij dat we onze wetenschappelijke staf hebben kunnen versterken met Said Rodriguez als tenure-track groepsleider binnen ons thema Nanophotonics. Said gaat met zijn groep Interacting Photons onderzoek doen naar de rol van ruis in het doorgeven van energie en informatie in complexe optische systemen. In deze AMOLF NEWS leest u een uitgebreid interview met hem. Tot slot wil ik nog even de bijzondere prestaties van onze jonge groepsleider Bas Overvelde vermelden. Bas heeft niet alleen een VENI beurs bemachtigd, maar is ook een paar bijzondere samenwerkingsprojecten gestart met een sterk medisch en kunstzinnig karakter.

Ik wens u fijne feestdagen en heel veel leesplezier!

**Huib Bakker**  
Directeur AMOLF



Foto: Mark Knight

## Erik Garnett benoemd tot bijzonder hoogleraar

Erik Garnett is benoemd tot bijzonder hoogleraar 'Nanoscale Photovoltaics' aan het Institute of Physics (IoP) binnen de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam (UvA). Garnett blijft aan AMOLF verbonden als groepsleider van de groep Nanoscale Solar Cells.



Foto: Mark Knight

## Ewold Verhagen krijgt ERC Starting Grant

AMOLF-groepsleider Ewold Verhagen heeft een Starting Grant van 1.5 miljoen euro ontvangen van de European Research Council (ERC). ERC Starting Grants maken het mogelijk voor getalenteerde wetenschappers om in een vroeg stadium van hun carrière baanbrekend onderzoek te doen.

Met de subsidie gaat Verhagen onderzoeken hoe mechanische trillingen ('geluid') op de nanoschaal getransporteerd worden langs oppervlakken. Verhagen wil licht, en de kracht die het kan uitoefenen, gebruiken om deze mechanische trillingen te controleren. Hij vermoedt dat de geluidsgolven zich dan gedragen op een manier die niet in de natuur te vinden is. Denk aan lichtkrachten die ervoor zorgen dat de geluidsgolven maar in een richting bewegen, dat ze ongehinderd hoeken passeren en dat ze elkaar beïnvloeden. In het bijzonder wil Verhagen het unieke gedrag van de mechanische beweging bestuderen dat lijkt op dat van elektronen in zogenoemde 'topologische isolatoren': materialen met opmerkelijke elektronische eigenschappen. Gelijksortige effecten voor geluid op de nanoschaal kunnen leiden tot compleet nieuwe technologie, voor bijvoorbeeld sensoren en informatieverwerking.

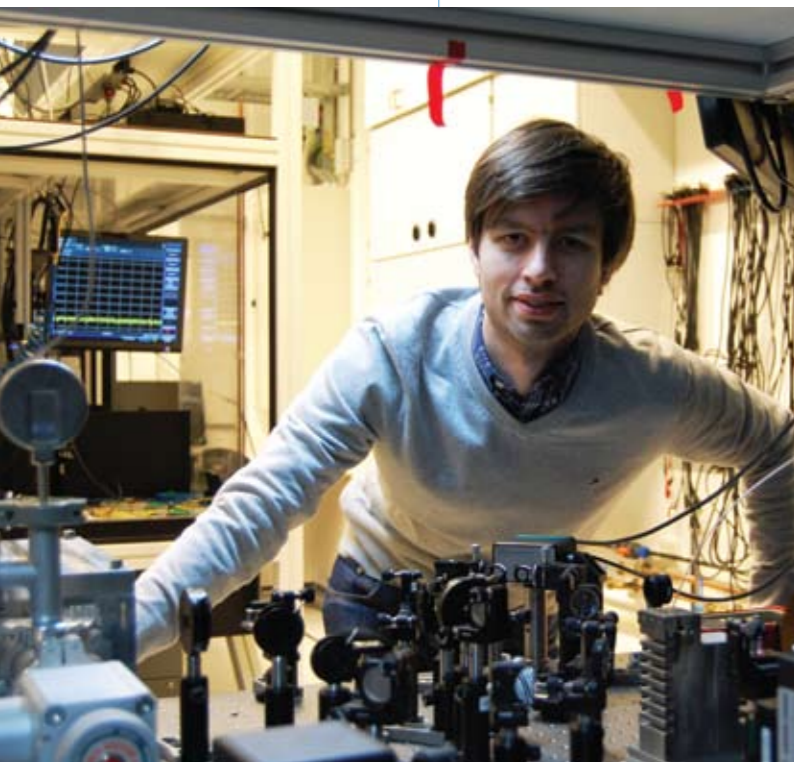


Foto: John Matthew

## Drie Veni's

De Veni 2017 subsidieronde pakte goed uit voor AMOLF: maar liefst drie onderzoekers ontvingen een Veni-beurs van NWO. Deze beurs van maximaal 250.000 euro biedt veelbelovende jonge wetenschappers de mogelijkheid om gedurende drie jaar ideeën verder te ontwikkelen. De drie laureaten Cristina Martinez-Torres, Bas Overvelde en Said Rodriguez zijn actief in uiteenlopende AMOLF-thema's: Living Matter, Designer Matter en Nanophotonics. Welke plannen hebben ze?



Foto: Lukas Heimbrecht

**Cristina Martinez-Torres:**  
De levensduur van bloedstolsels oprekken voor effectieve wondgenezing

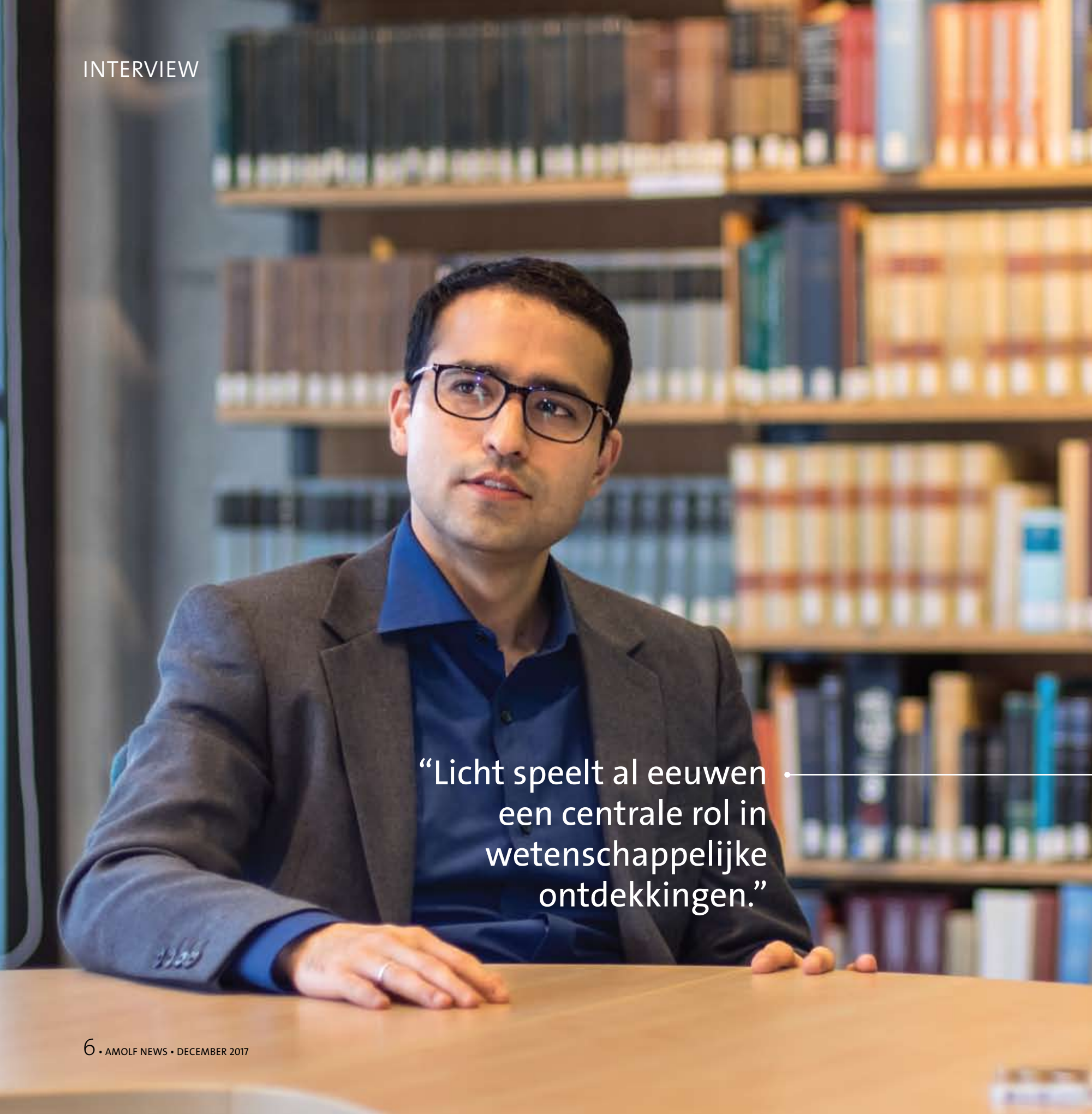
"Wanneer onze huid beschadigd raakt, wordt de wond snel afgedicht door een bloedstolsel dat mechanische vervormingen opvangt tijdens het helingsproces en daarna verdwijnt. Het blijkt dat vervormde stolsels een langere levensduur hebben dan stolsels die niet vervormd zijn. Ik wil onderzoeken waarom een mechanische deformatie de levensduur verlengt."

**Bas Overvelde:**  
Integreren van mechanische metamaterialen in zachte robotica

"Mechanische metamaterialen hebben eigenschappen die voortvloeien uit de vorm van hun microstructuur, niet uit hun chemische samenstelling. In dit project wil ik een nieuw, actief aan te sturen metamateriaal ontwerpen waarvan ik het gedrag kan programmeren. Dit metamateriaal kan toegepast worden in een nieuwe generatie zachte robots die hierdoor breder inzetbaar zijn."

**Said Rodriguez:**  
Fotontransport door complexe circuits: signaalverbetering door ruis

"Bij transport van energie en informatie door complexe circuits speelt ruis een hinderlijke rol. Maar in natuurlijke systemen zoals de hersenen komt het omgekeerde voor: het transport verbetert juist door ruis. Dit effect wil ik benutten om nieuwe fotonische schakelingen te maken waarin ruis belangrijke functionaliteiten mogelijk maakt, zoals een eenrichtingsverkeer voor licht."



“Licht speelt al eeuwen een centrale rol in wetenschappelijke ontdekkingen.”

## Op zoek naar een constructieve rol voor ruis

Said Rahimzadeh-Kalaleh Rodriguez is terug op AMOLF. Per 1 november voert hij de nieuwe groep Interacting Photons aan, met de eerste promovendus Zhou Geng al aan boord. Als het aan Rodriguez ligt moet zijn groep over twee jaar belangrijke nieuwe inzichten hebben verkregen op het gebied van niet-lineaire quantumoptica en de invloed van ruis daarop. Rodriguez is gefascineerd door ‘licht’: “Licht speelt al eeuwen een centrale rol in wetenschappelijke ontdekkingen. Newton, Maxwell, Planck, Einstein, Bohr en vele anderen vonden inspiratie in hun zoektocht naar een verklaring voor het bijzondere gedrag van licht. Ook in de toekomst zal het gedrag van licht de wetenschap blijven stimuleren.”

Tekst Anita van Stel, foto's: Lukas Helmbrecht

### Wie is Said Rodriguez?

Said Rodriguez, Mexicaans, studeerde technische natuurkunde in de Verenigde Staten. Omdat hij van reizen en andere culturen houdt ging hij voor zijn masterstudie over fotonica naar Zweden en België. Voor zijn promotieonderzoek koos hij de AMOLF-groep Surface Photonics, die onder aanvoering van Jaime Gómez Rivas bij Philips gehuisvest was. In 2014 promoveerde Rodriguez cum laude bij de TU Eindhoven op onderzoek

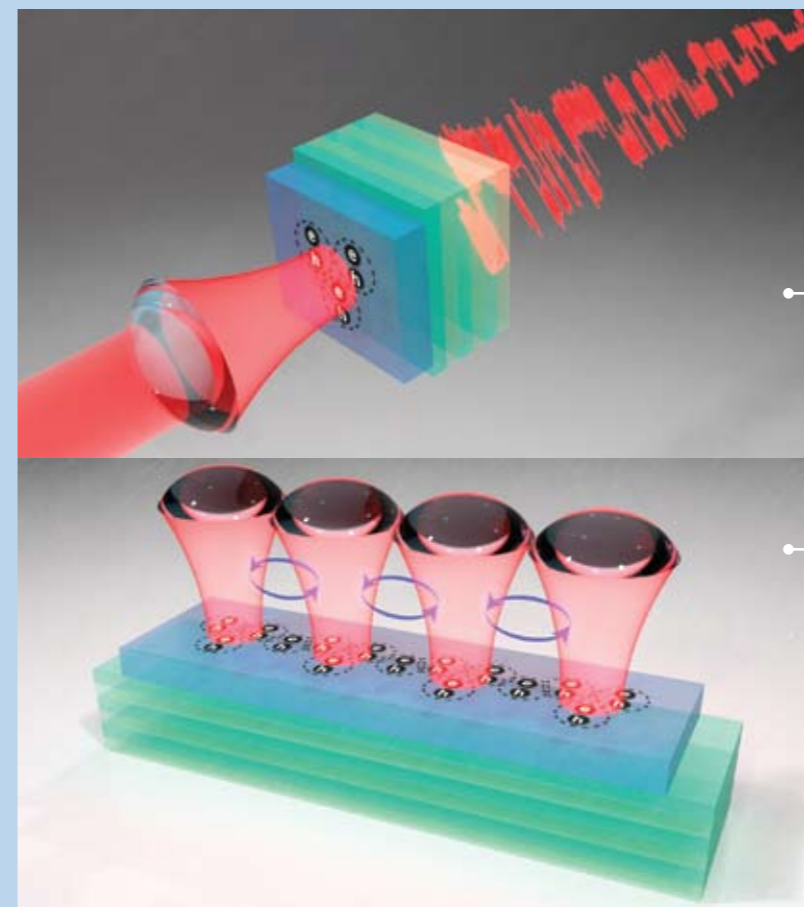
waarin hij een sterke koppeling van nanodeeltjes en moleculen in een rooster tot stand wist te brengen, met als resultaat sterkere energie-uitwisseling. Met zijn proefschrift won hij de FOM Natuurkunde Proefschriftprijs.

### Van toepassing naar fundamenteeler

Tijdens het onderzoek naar betere leds realiseerde Rodriguez zich dat vooral het fundamentele begrip van de interactie tussen licht en materie hem boeide. Hij →



“Ik stelde mezelf de vraag of er scenario's denkbaar zijn waarin ruis constructief kan zijn.”



Impressie van een bi-stabiele optische trilholt (micrometerschaal) met inkomend laserlicht (links) en de transmissie (rechts). De schakeling tussen bi-stabiele toestanden wordt veroorzaakt door ruis.

Impressie van een rooster met trilholt voor licht (micrometerschaal). Het licht (rood) koppelt sterk aan het niet-lineaire materiaal in de trilholt (blauw) dat is gebaseerd op excitonen. De koppeling is aangegeven met circulerende pijlen.

→ vertelt: “Bedrijven zoals Philips hebben belang bij fundamenteel onderzoek, maar dit moet wel direct relevant zijn voor de technologie. Als onderzoeker blijf je dus dicht bij de industriële toepassing, die bij voorkeur op een zo kort mogelijke termijn gerealiseerd wordt. Ik vond die relevantie leuk, maar ik wilde toch liever out of the box-onderzoek doen en nieuwe fysica ontdekken. Wetenschappelijke doorbraken kun je niet plannen.”

#### Ruis zorgt voor een switch

Kort na zijn promotie sleepte Rodriguez een Europese Marie Skłodowska-Curie Fellowship in de wacht om bij het Laboratory for Photonics and Nanostructures (CNRS) in Parijs niet-lineaire optica en quantumoptica met op halfgeleiders gebaseerde trilholt te onderzoeken. Daar kwam hij in aanraking met voor

hem nog onbekende fysica, namelijk quantumoptica en stochastische systemen die worden beïnvloed door ruis. “Ik ontdekte dat ruis voor niet-lineaire systemen een interessante rol kan spelen. Anders dan lineaire systemen kunnen niet-lineaire systemen twee verschillende toestanden hebben. Als je licht door een niet-lineair systeem stuurt, kiest het een toestand op basis van zijn geschiedenis – het systeem heeft een geheugen. Dit fenomeen heet ‘bistabiliteit’. Het interessante van ruis is dat het het schakelen tussen twee stabiele toestanden kan beïnvloeden. De tijd die de switch in beslag neemt is afhankelijk van hoe sterk de ruis is, milliseconden, minuten of de leeftijd van het universum. Via elektronica kun je ruis toevoegen. Daarnaast is er ook ruis die inherent is aan het systeem, de zogenaamde quantumruis.”

#### Eén unieke toestand of bi-stabiliteit?

Rodriguez legt uit dat hij de quantumruis op het spoor kwam door een paradox. Voor een niet-lineaire oscillator voorspelt de klassieke fysica bi-stabiliteit, terwijl de quantumfysica uitgaat van één unieke stabiele toestand. Quantumfysica kent geen bi-stabiliteit, als gevolg van quantumschommelingen die altijd optreden. Rodriguez: “Quantummechanica vertelt je dat er een onzekerheid is, namelijk die van het switchen tussen de twee klassieke stabiele toestanden. De unieke quantumstabiele toestand is een soort gemiddelde van de klassieke. Quantumruis blijkt hierin altijd een destructieve rol te spelen, want het vernietigt de bi-stabiliteit en ook het geheugen van het systeem. Vervolgens stelde ik mezelf de vraag of er scenario's denkbaar zijn waarin ruis constructief kan zijn, bijvoorbeeld in complexe niet-lineaire

systemen, zoals in een netwerk van fotonische resonatoren. NWO honoreerde dit najaar mijn voorstel voor dit onderzoek met een Veni-subsidie. Met mijn groep hoop ik deze vraag te gaan beantwoorden. We zullen trilholt op de micrometerschaal gebruiken met daarin excitonische materialen. Deze combinatie geeft ons een niet-lineaire respons.”

#### Nergens liever

Waarom wil Rodriguez zijn carrière op AMOLF vervolgen, terwijl hij ook op veel andere plaatsen terecht kon? Hij antwoordt dat hij tijdens zijn reizen in de wereld geen plek is tegengekomen waar hij liever zou willen werken. Rodriguez, stellig: “Dat is echt waar. Instituten zijn doorgaans opgebouwd rondom één thema of technologie, maar bij de strategische keuze van AMOLF - voor functi-

onele complexe materie en materialen – passen een aantal complementaire onderzoeksthema's. Dat vind ik boeiend. AMOLF heeft daarbij precies de ideale grootte, waarin je elkaar tegenkomt. Voor jonge mensen zoals ik is ook de horizontale, minder-hiërarchische structuur aantrekkelijk.” Rodriguez vindt het Nederlandse fysicallandschap dynamisch: “Met een beetje druk word je uitgedaagd om jezelf steeds opnieuw uit te vinden en om waardevol te zijn.”

#### Materialen van Bruno en Erik

Rodriguez kijkt uit naar de samenwerking met andere AMOLF-onderzoekers, zoals Erik Garnett and Bruno Ehrler. “Bruno en Erik maken materialen met eigenschappen die veelbelovend zijn voor mijn onderzoek naar niet-lineariteit en optoelektronica. Zij hebben een focus

op zonnecellen, maar hun materialen kunnen ook voor andere toepassingen interessant zijn.”

In 2014 blikte Rodriguez in een interview vooruit naar 2019: dan zou hij wetenschapper zijn, werkend aan fundamenteel onderzoek met een toepassing in het achterhoofd. Heeft hij nu ook een toepassing voor ogen? Rodriguez antwoordt dat hij denkt aan quantumnetwerken, aan complexe systemen met niet-lineariteit en ruis, waarin de overdracht van energie en informatie op een nieuwe manier kan plaatsvinden. “Ik heb niet meteen een concreet apparaat op mijn netvlies, maar binnen de fotonica zou een optisch geheugen een toepassing kunnen zijn. Maar eerst wil ik echt begrijpen hoe we quantumruis kunnen gebruiken om nieuwe functionaliteiten tot stand te brengen.”

## AMOLF maakt onderzoeksdata publiek toegankelijk

NWO heeft onlangs de ambitie vastgelegd om alle belangrijke onderzoeksdata in de toekomst Open Access beschikbaar te maken. AMOLF deelt deze ambitie en is voortvarend gestart met het opzetten van datamanagementbeleid, met als doel op termijn de data die voortkomen uit AMOLF-onderzoek publiek toegankelijk te maken. Een team onder leiding van Femius Koenderink heeft de grote lijnen hiervoor uitgezet. AMOLF en ARCNL trekken hierbij gezamenlijk op en formuleren een beleid voor beide instituten.

Koenderink licht toe: "AMOLF en ARCNL willen Open Access realiseren door de data beschikbaar te maken in de vorm van zogenoemde *replication packages*. Zo'n pakket moet de verzameling van onderzoeksdata bevatten die nodig is om bijvoorbeeld een wetenschappelijke publicatie te verifiëren en te repliceren. Naast de meetgegevens bevat zo'n pakket ook de meta-informatie die het onderzoeksproces documenteert. AMOLF en ARCNL gaan ook hulpmiddelen en trainingen ontwikkelen voor de onderzoekers, waarbij zal worden uitgegaan van de FAIR principes (red. Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) voor wetenschappelijk datamanagement: vindbaar, toegankelijk, onderling uitwisselbaar en herbruikbaar."

Het onderzoek van AMOLF en ARCNL bestaat uit veel niet-gestandardiseerde projecten, vaak in unieke meetopstellingen, die afzonderlijk beperkt data-intensief zijn maar bij elkaar toch zorgen voor een grote hoeveelheid data. Helaas blijken er juist voor dit type onderzoek geen goede *best practices* en bestaande Open Access initiatieven voorhanden te zijn. De eerste stap bestaat dan ook uit het ontwikkelen van zulke *best practices* in het onderzoeksproces om *replication packages* mogelijk te maken. Dit omvat vernieuwingen van logboeken, meetprogramma's en verwerkingsalgoritmen. De daarop volgende stap is het ontwikkelen van een *portal* waar de *replication packages* publiek beschikbaar worden gesteld. Ook moet het team beleid ontwikkelen voor eventuele beperkingen aan Open Access, zoals *Intellectual Property* (IP) in het geval van internationale of publiek-private samenwerkingsprojecten.

"Het is een enorme uitdaging om Open Access praktisch en betaalbaar te realiseren. AMOLF en ARCNL hopen dit datamanagementbeleid samen met onderzoekers bij andere NWO-instituten en universiteiten handen en voeten te kunnen geven," besluit Koenderink.

## Bas Overvelde werkt

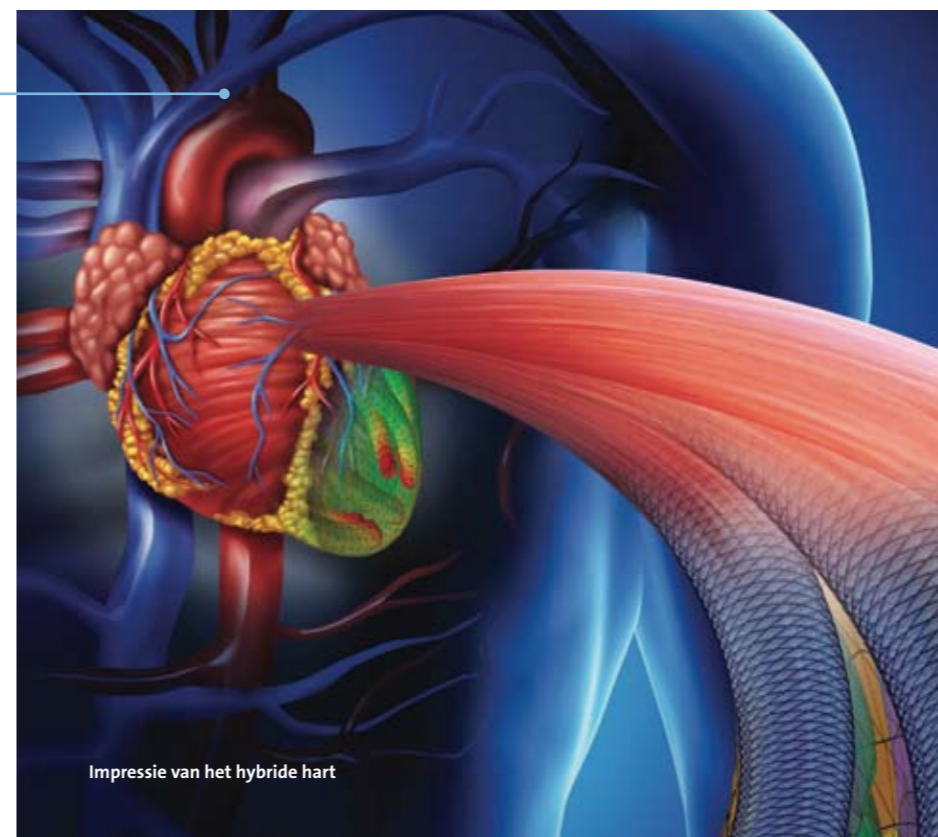
### aan de intelligente jas en het hybride hart

#### De intelligente jas

De subsidie voor het voorstel 'Project Cairo: an intelligent soft robotic jacket' is afkomstig uit de NWO-financieringsronde 'Creatieve industrie – Kennis Innovatie Mapping' (KIEM).

Het doel van Project Cairo is het maken van een intelligente jas die reageert op bezigheden van de drager en op externe omstandigheden zoals regen en kou. De jas kan bijvoorbeeld zorgen voor extra isolatie van een waterafstotende laag,

als dat nodig is. Om dit ambitieuze plan te verwezenlijken combineren drie partijen hun expertise. Zo levert de Soft Robotic Matter groep van Overvelde het slimme 'textiel' met bijzondere materiaaleigenschappen. Onderzoeksinstituut CWI zorgt voor de sensortechnologie en kunstmatige intelligentie die de jas in staat stelt te reageren, en het bedrijf Byborre is verantwoordelijk voor het finale ontwerp en de productie. Als de jas klaar is volgt een test- en verbeterperiode met eindgebruikers, zoals fietsers op weg naar werk of school. Deze testfase zal waarschijnlijk in het voorjaar van 2018 plaatsvinden.



Impressie van het hybride hart

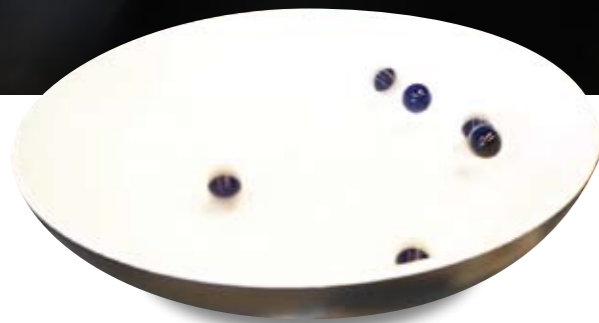
#### Het hybride hart

Als lid van een multidisciplinair team ontving Overvelde een FET Open subsidie binnen het Horizon 2020-programma van de Europese Unie. De teamleden, afkomstig uit de wetenschap en het midden- en kleinbedrijf (MKB), zetten hun expertise in op het gebied van hartchirurgie, tissue engineering en zachte robotica voor het realiseren van een compleet artificieel hart. Dit kunstmatige hart zal bestaan uit zachte artificiële spieren en sensoren om het pompen van het bloed te controleren

en de werking van een echt hart zo goed mogelijk na te bootsen. De gekozen ontwerp- en fabricagetechnieken zijn afkomstig uit de zachte robotica, een onderzoeksgebied dat gebruik maakt van slimme materialen zoals die worden onderzocht in de groep van Overvelde. Het multidisciplinaire team heeft zich ten doel gesteld een hybride hart te creëren dat binnen vijf jaar kan worden geïmplant in een dier. Uiteindelijk moet het onderzoek leiden tot een alternatieve behandelingsmethode voor hartpatiënten.

### AMOLF neemt deel aan Platform Academische Natuurkunde

Het Platform Academische Natuurkunde (PAN, voorheen bekend als PUN) is het adviesorgaan van en voor het Nederlandse natuurkundebestuur aan de universiteiten en is opgericht na het opgaan van de natuurkundefaculteiten in bètafaculteiten. Om te voorkomen dat de natuurkundige onderzoeksinstituten en de universitaire natuurkunde uit elkaar groeien is het adviesorgaan in september uitgebreid met de natuurkunde-instituten van NWO (AMOLF, DIFFER, ARCNL en Nikhef). Groepsleider Erik Garnett neemt namens AMOLF deel aan het platform. Mark Golden (Universiteit van Amsterdam) is voorzitter. Het doel van de PAN is om *best practices* uit te wisselen, en gevraagd en ongevraagd advies uit te brengen aan NWO en de bètadecanen.

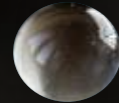


Stuiterende balletjes op een hete plaat

# Waarom balletjes op een hete plaat piepen en springen

Waterdruppels zweven in een hete pan vanwege het zogenoemde Leidenfrost-effect. Nu hebben natuurkundigen van AMOLF en de Universiteit Leiden een variatie ontdekt: het elastische Leidenfrost-effect. Het verklaart waarom zogeheten hydrogel balletjes op een hete plaat rondspringen en hoge piepgeluidjes maken.

Tekst: Erik Arends



Onderzoek komt meestal voort uit geleidelijke progressie binnen de wetenschap. Maar soms ontstaan onderzoeksprojecten uit het zien van een YouTubevideo en een plotselinge inval. Fysicus Scott Waitukaitis kwam een filmpje tegen van stuiterende hydrogel balletjes op een hete plaat en raakte daardoor zo gefascineerd dat hij besloot een voorstel te schrijven voor een NWO Veni-subsidie. Een jaar geleden kreeg hij de beurs.

### Leidenfrost-effect

De sierlijke dans van waterdruppels in een braadpan is een bekend verschijnsel. Er is zelfs een naam voor: het Leidenfrost-effect. De warme onderkant van de druppels verdampt zo snel dat ze elegant rondrijven op een kussen van waterdamp. Hydrogel balletjes bewegen ook, maar een stuk minder elegant: ze stuiteren wild in het rond. Bovendien maken ze zelfs schreeuwende geluidjes. Waarom en hoe doen ze dit? Scott Waitukaitis en groepsleider Martin van Hecke ontdekten dat een onbekend effect ten grondslag ligt aan al deze paniek: het elastische Leidenfrost-effect, dat ze beschrijven in een publicatie in Nature Physics.

### Elastisch Leidenfrost-effect

Hydrogel balletjes zijn elastische bollen van voornamelijk (98 procent)

water – er is geen schil. Het water zit gevangen in een netwerk van polymeren dat zich bevindt in de hele bol, net zoals een spons water vasthoudt. Wanneer de balletjes de hete plaat raken, verdampt een klein beetje water, net als bij gewone waterdruppels. Waitukaitis gebruikte hogesnelheidscamera's om het verdampingsproces te onderzoeken op het raakvlak tussen de bol en het hete oppervlak, en ontdekte dat de vrijgekomen waterdamp zorgt voor snelle schommelingen in druk en vervorming. De resulterende beweging geeft energie aan de bol, zodat hij kan blijven stuiteren. "Deze schommelingen gaan razendsnel, een paar duizend keer per seconde," zegt Waitukaitis. "Dat is wat de hoge geluidjes veroorzaakt."

### Zachte motor

Het verschijnsel brengt een nuttig concept aan het licht. Waitukaitis: "Effectief gedraagt de bol zich als een motor die zijn energie haalt uit het oppervlak. En het ongelooflijke is dat alle componenten van een motor, zoals de brandstof, het cilindermechanisme en de mechanische output, allemaal ingebed zijn binnen een enkele hydrogel bal." Omdat het mechanisme vereist dat het object *squishy* is, noemen de onderzoekers het een 'zachte motor'. Dit idee kan ook bruikbaar zijn binnen andere gebieden. "De zachte robotica kan hier handig gebruik van maken. Je kunt bijvoorbeeld draadjes in de armen van een hydrogel robot stoppen en ze opwarmen op de plek waar je beweging wilt," zegt Waitukaitis.



### NATIONALE WETENSCHAPSAGENDA (NWA)

Het Designer Matter onderzoek van AMOLF sluit aan bij de Materialenroute van de Nationale Wetenschapsagenda. Het onderzoek draagt bij aan de ontwikkeling van functionele materialen op maat: materialen die we kunnen programmeren om exact de gewenste eigenschappen te hebben.

### Referentie

Scott R. Waitukaitis, Antal Zuercher, Anton Souslov, Corentin Coulais, Martin van Hecke, *Coupling the Leidenfrost Effect and Elastic Deformations to Power Sustained Bouncing*, Nature Physics 13, 1095-1099 (2017)



Het elastische Leidenfrost effect op de cover van Nature Physics.



# Toppublicaties AMOLF JULI 2017 - DECEMBER 2017

## NATURE PHYSICS

### *Coupling the Leidenfrost effect and elastic deformations to power sustained bouncing*

S. Waitukaitus, A. Zuiderwijk, A. Souslov, C. Coulais en M. van Hecke

Hydrogel balletjes in een hete pan stuiten in het rond en produceren een hoog piepgeluid. Een tot nu toe onbekend effect veroorzaakt dit gedrag: het elastische Leidenfrost-effect.

### *Optomechanical nonreciprocity*

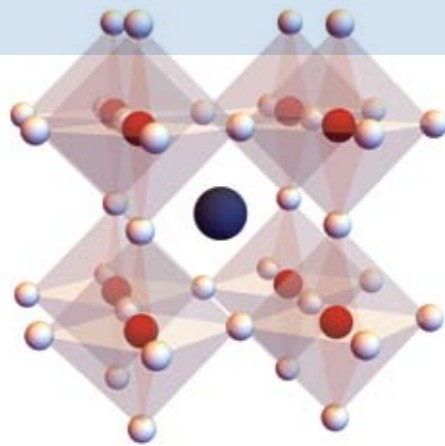
E. Verhagen en A. Alù

De gebruikelijke symmetrie van lichtpropagatie kan gebroken worden met behulp van optische krachten, met nieuwe mogelijkheden om fotonen te sturen als gevolg.

### *A characteristic length scale causes anomalous size effects and boundary programmability in mechanical metamaterials*

C. Coulais, C. Kettenis en M. van Hecke

Mechanische metamaterialen blijken nog meer verrassingen in petto te hebben bovenop hun ongebruikelijke eigenschappen. Als de materialen een slag groter zijn gelden nieuwe spelregels.



## ADVANCED MATERIALS

### *Direct observation of halide migration and its effect on photoluminescence of methylammonium lead bromide perovskite single crystals*

Y. Luo, P. Khoram, E.C. Garnett en D. Fenning

Chemische defecten op steeds andere locaties in halide perovskiet zonnecellen leiden tot een minder hoge opbrengst. De onderzoekers combineerden diverse metingen op de nanoschaal om dit proces beter te begrijpen.

### *Monocrystalline nanopatterns made by nanocube assembly and epitaxy*

B. Sciacca, A. Berkhout, B.J.M. Brenny, S.Z. Oener, M.A. van Huis, A. Polman en E.C. Garnett

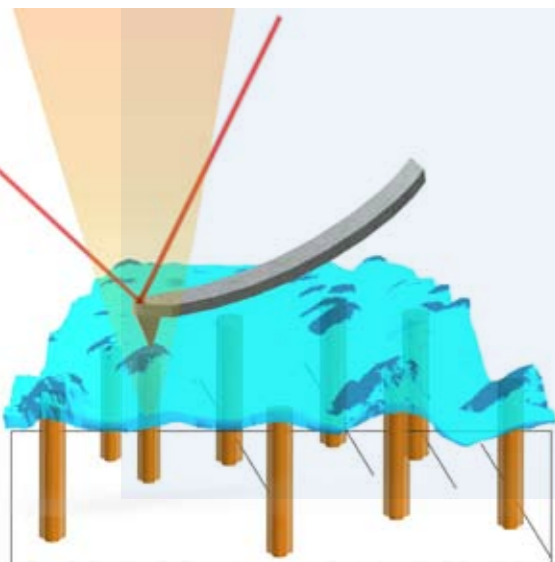
Het maken van mono-kristallijne materialen voor zonnecellen is een tijdrovend proces. Een nieuwe en totaal andere aanpak blijkt honderd keer sneller te werken.

## JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

### *C-terminal truncated $\alpha$ -synuclein fibrils contain strongly twisted $\beta$ -sheets*

A. Iyer, S.J. Roeters, V. Kogan, S. Woutersen, M.M.A.E. Claessens en V. Subramaniam

Twee soorten amyloïd fibrillen die in verband gebracht worden met de ziekte van Parkinson, zijn voor het eerst met elkaar vergeleken.



## PHYSICAL REVIEW X

### *Quasinormal-mode expansion of the scattering matrix*

F. Alpegiani, N. Parappurath, E. Verhagen en L. Kuipers

Een nieuwe theorie voorspelt snel en accuraat de optische transmissie en reflectie van vrijwel elke denkbare nanostructuur.

### *Thermodynamics of computational copying in biochemical systems*

T.E. Ouldridge, C.C. Govern en P.R. ten Wolde

Cellulaire systemen komen dichtbij de fundamentele limiet voor de benodigde energie om een bit te kopiëren.

## NANO LETTERS

### *Perovskite nanowire extrusion*

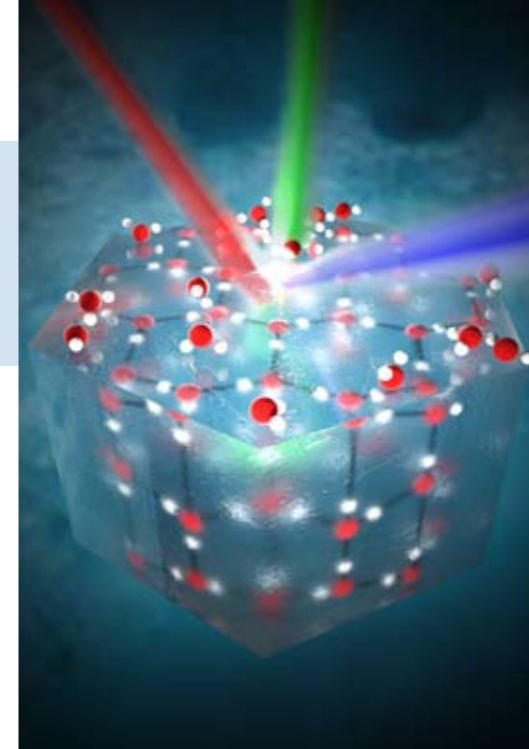
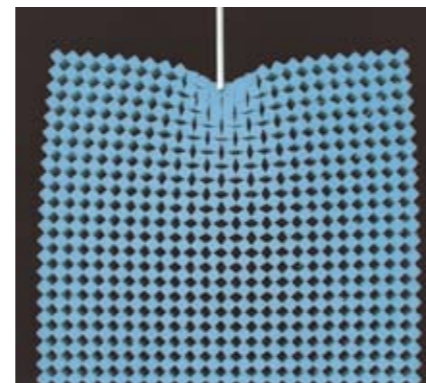
S.Z. Oener, P. Khoram, S. Brittman, S. Mann, Q. Zhang, Z. Fan, S. Boettcher en E.C. Garnett

Een eenvoudige extrusietechniek blijkt prima te werken voor het maken van geavanceerde mono-kristallijne halide perovskiet nanodraden.

### *Nanoscale back contact perovskite solar cell design for improved tandem efficiency*

G.W.P. Adhyaksa, E. Johlin en E.C. Garnett

Onderzoekers presenteren een simulatie van een nieuw type tandemzonnecel: de drie contacten configuratie. Het rendement kan hoger uitvallen dan de gewone configuratie van tandemzonnecellen met twee en vier contacten.



## NANO ENERGY

### *Conductive-probe atomic force microscopy as a characterization tool for nanowire-based solar cells*

D. Mikulik, M. Ricci, G. Tutuncuoglu, F. Matteini, J. Vukajlovic, N. Vulic, E. Alarcon-Llado en A. Fontcuberta i Morral

Nanodraad zonnecellen zijn veelbelovend als bron van duurzame energie, maar hebben ook beperkingen. Geleidende atoomkrachtmicroscopie geeft waardevolle informatie voor een verbeteringslag.

## NATURE COMMUNICATIONS

### *Nonlinear cavity optomechanics with nanomechanical thermal fluctuations*

R. Leijssen, G. La Gala, L. Freisem, J.T. Muhonen en E. Verhagen

De interactie tussen beweging en licht op een chip is zo sterk dat trillende nanosnaren licht laten 'oversturen'.

### *Interfacial engineering of metal-insulator-semiconductor junctions for efficient and stable photoelectrochemical water oxidation*

I. Digdaya, G. Adhyaksa, B. Trzeźniewski, E. Garnett en W. Smith

De onderzoekers hebben een heel efficiënte en stabiele foto-elektrode geconstrueerd, een materiaal dat licht absorbeert en water direct ontleedt in waterstof en zuurstof.

## ANGEWANDTE CHEMIE

### *The surface of ice is like supercooled liquid water*

W.J. Smit en H.J. Bakker

Het oppervlak van ijs bestaat uit een nanometer dikke laag vloeibaar water, zelfs bij een temperatuur van dertig graden onder nul.

## TRENDS IN MICROBIOLOGY

### *Step by step, cell by cell: quantification of the bacterial cell cycle*

M. Osella, S.J. Tans en M.C. Lagomarsino

Experimenten laten zien dat cellen niet alleen weten hoe groot ze horen te zijn, maar dat ze hun afmeting ook zelf kunnen reguleren.

## ISME JOURNAL

### *Build your own soil: exploring microfluidics to create microbial habitat structures*

K. Aleklett, E. Kiers, P. Ohlsson, T. Shimizu, V. Caldas en E. Hammer

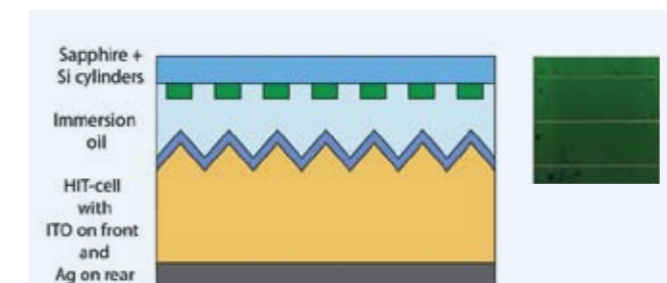
De aardbodem is een complex ecosysteem. Geavanceerde microfluidische technologie geeft onderzoekers een nieuwe kijk in het systeem.

## THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS

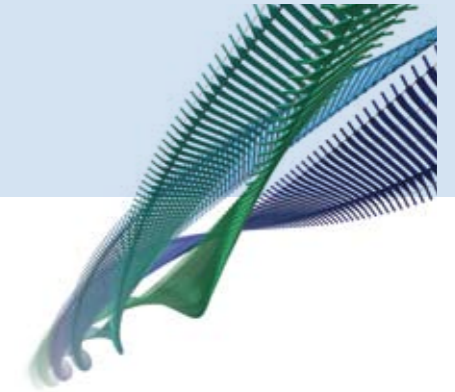
### *Observation and identification of a new OH stretch vibrational band at the surface of ice*

W.J. Smit, F. Tang, Y. Nagata, M.A. Sanchez, T. Hasegawa, E.H.G. Backus, M. Bonn en H.J. Bakker

Met een bijzondere oppervlaktespecifieke spectroscopische techniek is een nieuw type trilling ontdekt voor watermoleculen aan het oppervlak van ijs.



## HIGH IMPACT PAPERS



Bron: Tim Smit

## PHYSICAL REVIEW LETTERS

### *Excess hydrogen bond at the ice-vapor interface around 200 K*

W.J. Smit, F. Tang, M.A. Sanchez, E.H.G. Backus, L. Xu, T. Hasegawa, M. Bonn, H.J. Bakker en Y. Nagata

Bij een temperatuur van zeventig graden onder nul hebben watermoleculen aan het oppervlak van ijs het grootste aantal onderlinge verbindingen.

## NATURE REVIEWS MATERIALS

### *Flexible mechanical metamaterials*

K. Bertoldi, V. Vitelli,

J. Christensen en M. van Hecke

Mechanische metamaterialen hebben exotische eigenschappen. Deze review geeft een overzicht van de functionaliteiten en ontwerpprincipes van vormveranderende, topologische en niet-lineaire metamaterialen.

## APPLIED PHYSICS LETTERS

### *Efficient colored silicon solar modules using integrated resonant dielectric nanoscatterers*

V. Neder, S.L. Luxembourg en A. Polman  
Nanodeeltjes kleuren zonnepanelen groen met een vrijwel volledig behoud van het rendement.\*

# Bacteriën vertonen stemmingen en persoonlijkheid

Bacteriën gebruiken een signaalnetwerk van eiwitmoleculen om te bepalen waar ze naar toe willen. Onderzoekers uit de Systems Biology groep van Tom Shimizu hebben een microscopiemethode ontwikkeld waarmee ze kunnen zien hoe individuele bacteriën dit netwerk gebruiken om beslissingen te nemen. Ze ontdekten dat bacteriën een grote variatie vertonen in stemmingen en persoonlijkheid. Het team publiceerde de bevindingen op 12 december in het vaktijdschrift *eLife*.

Tekst: Bauke Vermaas

Omdat bacteriën eencellig zijn, hebben ze geen zenuwstelsel, maar ze zijn wel in staat hun bewegingen te beheersen. Daarvoor gebruiken ze een netwerk van eiwitmoleculen die met elkaar samenwerken op een manier die sterk lijkt op hoe zenuwen functioneren in ons brein. “Zo ‘weet’ *E. coli*, een onschadelijke darmbacterie, wanneer hij zijn rechtdoorgaande zwemrichting moet veranderen door af en toe te tuimelen, waardoor hij in een nieuwe, willekeurige richting verder zwemt,” zegt Shimizu. “*E. coli* gebruikt signaaleiwitten om voedselmoleculen of giftige stoffen te detecteren. Daarmee beslist de bacterie al zwemmend of zijn leven beter of slechter wordt, en hoe vaak hij moet tuimelen om op een goede plek terecht te komen.”

## Enkele cellen in beeld brengen

Al jaren bestuderen onderzoekers hoe de moleculaire netwerken in bacteriën zoals *E. coli* reageren op veranderingen in hun omgeving, maar dit onderzoek gebeurde altijd met experimenten waarin het signaal gemiddeld moet worden over honderden cellen (bacteriën). Johannes Keegstra, promovendus in de groep van Shimizu, ontwikkelde met collega's een microscopiemethode waarmee ze kunnen zien hoe het eiwitnetwerk in elke individuele bacterie reageert op veranderingen in de omgeving, zoals een plotselinge overvloed aan voedsel.

## Persoonlijkheid

De bacteriën die de onderzoekers gebruikten, hadden exact hetzelfde DNA (net als eeneiige tweelingen) en waren onder dezelfde omstandigheden gekweekt. Desondanks ontdekten ze dat het eiwitnetwerk zich anders gedroeg in elke bacterie, terwijl de chemische omgeving gelijk was. “Elke bacterie lijkt

een eigen persoonlijkheid te hebben,” zegt Keegstra. “We vonden bijvoorbeeld dat de chemische drempelconcentratie waarop ze reageren, aanzienlijk verschilt tussen bacteriën.”

## Stemming

Naast de duidelijke verschillen tussen bacteriën in de manier waarop ze reageren (persoonlijkheid), zagen Shimizu en Keegstra ook dat de mate van moleculaire activiteit binnenin elke

bacterie flink kon variëren. Ze ontdekten dat de manier waarop eiwitmoleculen in bacteriën samenwerken niet gelijkmatig is, maar steeds verandert, zelfs in ‘prikkelarme’ omgevingen zonder veranderingen in de hoeveelheid voedsel of gifstoffen. Deze ‘stemmingswisselingen’ van de bacteriën betekenen dat het mechanisme waarmee ze beslissen om te tuimelen of rechtdoor te zwemmen af en toe flink onberekenbaar kan zijn.

De onderzoekers menen dat toevalsgebeurtenissen in de cel deze wisselende moleculaire signalen veroorzaken. “We denken dat de bacteriële individualiteit niet komt door *nature* (de DNA volgorde) of *nurture* (omgevingsinvloeden), maar veel meer door willekeurige gebeurtenissen zoals botsingen van moleculen binnenin de bacterie, een klassiek voorbeeld van wat fysici ‘ruis’ noemen,” aldus Shimizu.

## Willekeurige zoektocht naar voedsel

“We waren verrast door hoe drastisch de stemmingswisselingen waren,” voegt Keegstra toe. “En omdat we weten dat de bacteriën kunnen voorkomen dat signaal-moleculen zo willekeurig met elkaar ‘praten’, denken we dat het een doel dient.” Zulke onvaste beheersing van bewegingen kan voordelig zijn als

voedsel schaars is. In dat geval gaat het minder om het volgen van zintuiglijke aanwijzingen (zoals geuren), maar meer om het efficiënt doorzoeken van lege ruimtes om spaarzame voedingsmiddelen te lokaliseren. Temperamentvolle bacteriën doen dat beter omdat hun stemmingswisselingen helpen voorkomen dat ze steeds op dezelfde plek terugkeren.

Keegstra: “De aanzienlijke variatie in stemmingen zou kunnen betekenen dat sommige bacteriën zich gedragen als verkenners die afgelegen, grote gebieden onderzoeken met slechts soms een belangrijk resultaat, terwijl anderen dichtbij blijven en efficiënt gebruik maken van wat daar te vinden is. Zo'n verdeling van de arbeid kan gunstig zijn voor de hele populatie.”

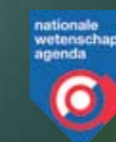
De nieuwe inzichten in ruis in biochemische netwerken bieden biotechnologische mogelijkheden. Zo helpen ze bio-engineers om systemen te bouwen die ofwel goed bestand zijn tegen ruis, ofwel optimaal gebruik maken van die ruis. De kennis over meer stabiele verschillen (persoonlijkheid) in bacterieel gedrag kunnen bovendien van invloed zijn op medische strategieën om ziekmakende bacteriën uit te schakelen zonder de goede bacteriën te schaden.

Impressie van een *E. coli* bacterie die voortbeweegt door middel van zweepstaarten.



## Referentie

J.M. Keegstra, K. Kamino, F. Anquez, M.D. Lazova, T. Emonet and T.S. Shimizu. *Phenotypic diversity and temporal variability in a bacterial signaling network revealed by single-cell FRET*, 12.12.17, *eLife*, 2017



## NATIONALE WETENSCHAPSAGENDA (NWA)

Het onderzoek draagt bij aan twee routes:

- ‘De oorsprong van het leven – op aarde en in het heelal’.
- ‘Personalised medicine: uitgaan van het individu’.

# Wereld in trilling

Het AMOLF maandagochtend-colloquium van 20 november maakte diepe indruk op een volle zaal met wetenschappers en ondersteunend personeel. Natuurkundigen Huub Rutjes (tevens visueel kunstenaar) en Yuri van Nieuwkerk (tevens pianist) namen hun publiek mee in een fascinerende tocht door de geschiedenis van de natuurkunde, van Pythagoras tot de quantummechanica. Met een piano en andere (wetenschappelijke) instrumenten, zoals de teslatriansformator en een trillend koord in het licht van een stroboscoop, ondersteunden ze hun verhaal over schakelen tussen orde en chaos, en over de samenhang tussen trilling en licht.

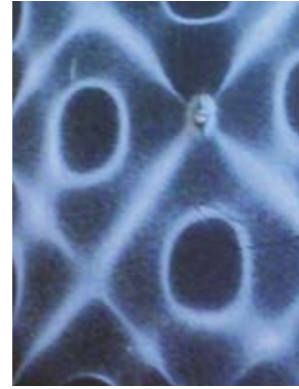


Foto: Petra Rodriguez

# Live meekijken tijdens open dag

Tijdens het Weekend van de Wetenschap in de eerste week van oktober is het open dag op het Amsterdam Science Park en AMOLF sluit daar al jaren graag bij aan. Op zaterdag 7 oktober liet AMOLF aan familie, vrienden en iedereen met interesse in de wetenschap zien wat er op het instituut gebeurt. Bezoekers konden een kijkje nemen in de laboratoria, maar ook deelnemen aan workshops voor kinderen én volwassenen. De publiekslezingen gingen dit jaar over 'slimme materialen' en 'live meekijken naar een opgroeiende worm'.



Foto's: Moritz Futscher

## AMOLF OP DE RADIO

Bruno Ehrler was op 23 augustus te horen in 'Wetenschap vandaag' op BNR radio over de tandemzonnecellen die in het Nederlandse klimaat nog niet zo goed presteren.



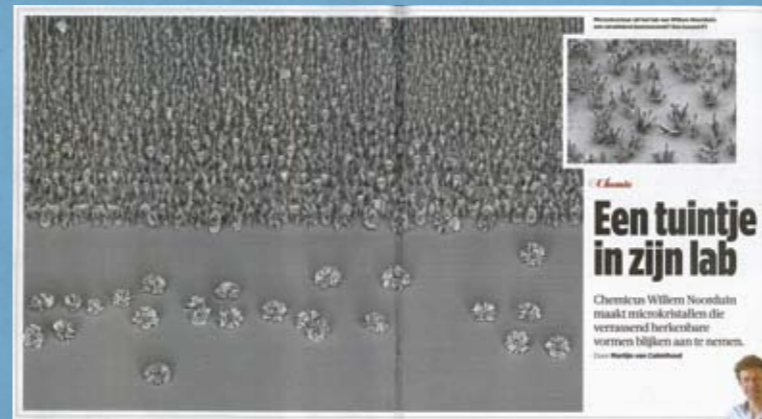
Huib Bakker vertelt bij 'Nieuws en Co' op Radio 1 waarom je op ijs kunt schaatsen.



Een selectie van publicaties in de kranten.



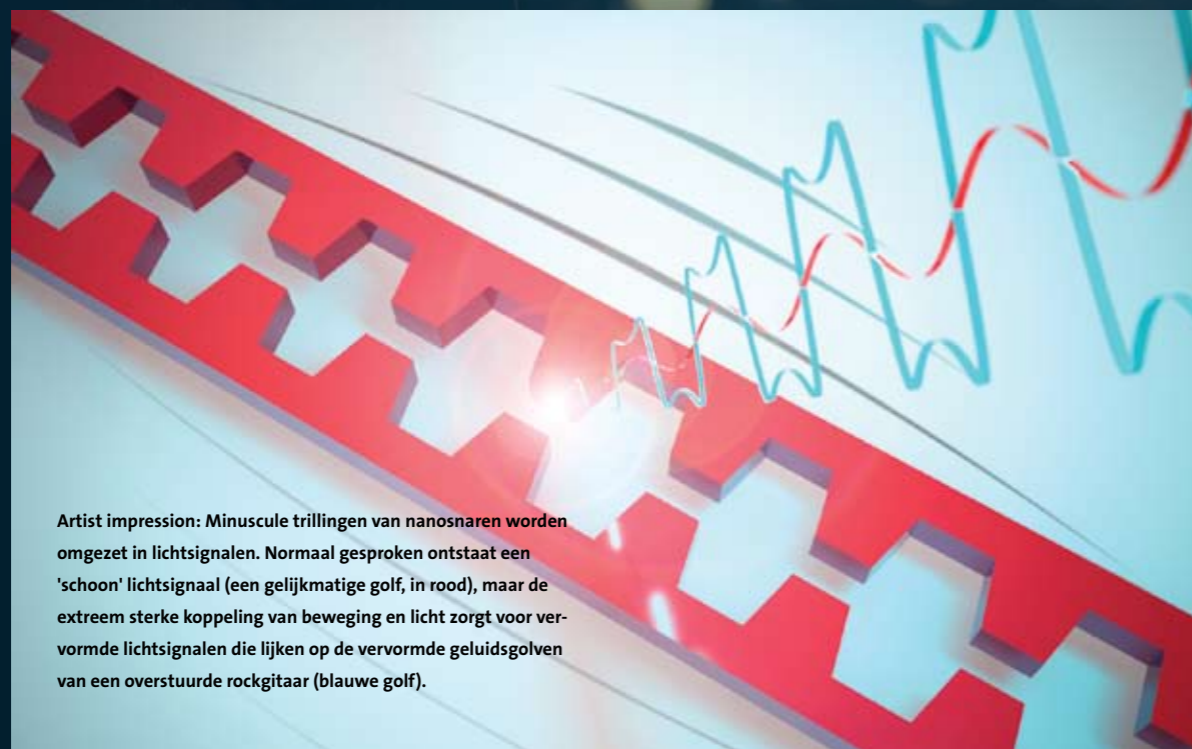
Robotblaadjes ritselen op basis van wat een andere tak of ander blad doet.



# Trillende nanosnaren laten licht oversturen

Onderzoekers uit de Photonic Forces groep ontwikkelden nanosnaren waarvan de beweging ongekend krachtig kan worden omgezet in lichtsignalen. Dit biedt mogelijkheden voor extreem nauwkeurige sensoren én het heeft een belangrijk bijeffect. "Analoog aan hoe een overstuurde gitaarversterker vervormde geluidsgolven produceert, leidt deze sterke omzetting van beweging naar licht tot vervormde lichtsignalen," zegt groepsleider Ewold Verhagen. "Maar die signalen bevatten extra informatie over de beweging, wat nieuwe mogelijkheden biedt om quantummechanische bewegingen te meten."

Tekst: Bauke Vermaas



Artist impression: Minuscule trillingen van nanosnaren worden omgezet in lichtsignalen. Normaal gesproken ontstaat een 'schoon' lichtsignaal (een gelijkmatige golf, in rood), maar de extreem sterke koppeling van beweging en licht zorgt voor vervormde lichtsignalen die lijken op de vervormde geluidsgolven van een overstuurde rockgitaar (blauwe golf).

Onderzoekers laten ongekend sterke interactie tussen beweging en licht zien

# laten licht oversturen

Als een gitaarspeler het volume van de versterker volledig opvoert, worden de 'schone' harmonische trillingen van de gitaarsnaren omgezet in vervormde geluidsgolven. Dit 'vieze' geluid is vaak precies de bedoeling: het scheuren van opgevoerde gitaarversterkers heeft het geluid van rockmuziek decennia lang bepaald.

## Samengeperst licht

De Photonic Forces groep van AMOLF bestudeert de interactie van licht met de beweging van silicium snaren op nanoformaat, die miljoenen keren per seconde trillen als kleine gitaarsnaren. De onderzoekers gebruiken licht om deze trillingen met extreme precisie te meten. Promovendus Rick Leijssen en zijn collega's ontwikkelden snaren met een specifieke vorm die het licht samenpersen tot op enkele tientallen nanometers. "Door dat samenpersen wordt de mechanische beweging ongekend goed omgezet in lichtsignalen. Dit is een grote stap voorwaarts en maakt bewegingssensoren met extreme precisie mogelijk," zegt Leijssen. "Zulke sensoren zouden trillingen kunnen detecteren met amplitudes zo klein als de grootte van een proton en kunnen worden toegepast om heel kleine krachten en massa's te meten."

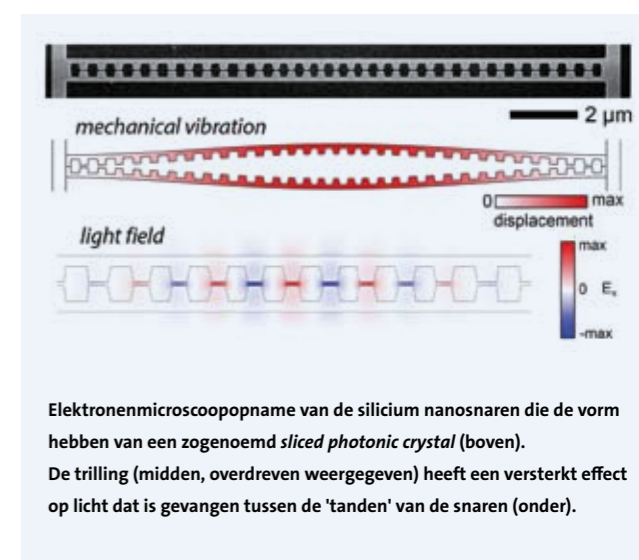
## Verwongen signalen

De recordconversie van beweging naar licht in de nanosnaren heeft een bijeffect. De conversie is zo sterk dat zelfs voor de kleinste intrinsieke trillingen van de snaar het licht 'overstuurd' raakt, analoog aan wat er gebeurt in rockgitaarversterkers. Verhagen: "Net als in het scheurende geluid van een overstuurde versterker, bevatten de lichtsignalen in ons experiment veel 'boventonen' van de fundamentele snaarfrequentie. Dit komt omdat de conversie tussen beweging en licht niet langer lineair is."

## Quantummechanisch gedrag onthullen

In zekere zin vormt deze niet-lineaire conversie een praktische limiet voor de bewegingsgevoeligheid. De vervormde lichtsignalen kunnen echter handig worden gebruikt. De fysici bestuderen kleine snaartrillingen namelijk onder andere om te onderzoeken of de snaren zich gedragen volgens de wetten van quantummechanica. Postdoc-onderzoeker Juha Muhonen: "De 'boventonen' van de geproduceerde lichtsignalen bevatten verschillende soorten

informatie over de beweging van de nanosnaren. Zo hebben we laten zien dat we er heel precies de energie van de trilling mee kunnen bepalen. Hiermee kunnen we mogelijk waarnemen dat de energie in de snaar gekwantiseerd is, wat volgens de theorie van de quantummechanica het geval is."



Elektronenmicroscopieopname van de silicium nanosnaren die de vorm hebben van een zogenoemd *sliced photonic crystal* (boven). De trilling (midden, overdreven weergegeven) heeft een versterkt effect op licht dat is gevangen tussen de 'tanden' van de snaren (onder).

## Referentie

Rick Leijssen, Giada R. La Gala, Lars Freisem, Juha T. Muhonen, and Ewold Verhagen, *Nonlinear cavity optomechanics with nanomechanical thermal fluctuations*, Nature Commun. 2017 (DOI: 10.1038/ncomms16024)

## NATIONALE WETENSCHAPSAGENDA (NWA)



Dit onderzoek draagt bij aan de route 'Quantum / nano-revolutie'. Nieuwe toepassingen van quantum- en nanotechnologie kunnen en zullen de samenleving ingrijpend veranderen. De beheersing op de nanoschaal is inmiddels zo ver gevorderd dat we quantumverschijnselen in experimenten kunnen testen entoepassen.

## Nieuwe medewerkers

### OIO'S

Magda Sola Garcia  
Tom Veeken  
Andrea Cordaro  
Lennard van Buren  
Zhou Geng

### STAGIAIRS

Ilya Kolpakov  
Stefan Tabernig  
Hongyu Sun  
Fotios Avgidis  
Yaa Fosua Sam  
Ilse Maillette de Buy Wenniger  
Joris Schefold  
Sylvianne Roscam Abbing  
Amy van der Hel  
Hessel Jagers  
Muriel Heldring  
Jeffrey den Haan  
Tade Hogenelst  
Koen van den Hoven  
Zubayda Sultan  
Osman Aytac  
Jose Ocana Pujol  
Sofija Stefanovic  
Suzan Marsman  
Xavi Fernandez-Luengo Flores  
Rick Jongerius  
Niels Agterhorst  
Rosalie Klarenberg  
Cees de Wit

### GASTEN

Rebecca Mckenzie  
Jasper van Lopik

### ONDERSTEUNEND PERSONEEL

Rob Nieman  
Jeroen Weijers  
Foday Daramy  
Teresa van der Linden  
Rob Jansen  
Bram van der Gaag

### GROEPSLEIDER

Said Rahimzadeh-Kalaleh  
Rodriguez•



Bron: TEDx Groningen

Op 26 oktober stond groepsleider Bas Overvelde op het podium van TEDx Groningen waar hij zijn publiek de vraag stelde: 'What can we learn from crumpling a piece of paper?'

De TEDx presentatie is te zien op Youtube (zoeken op TEDx Groningen Bas Overvelde).

## Met kinetische structuren een wonderlijke sfeer creëren

Op 25 oktober ontving Bas Overvelde op het Cinekid filmfestival in Amsterdam een subsidie voor het maken van een interactieve kunstinstallatie. Overvelde en zijn designpartners Vasilija Abramovic en Ruari Glynn zijn enthousiast over deze kans. Ze starten binnenkort met de bouw van hun installatie, die 'Edge of Chaos' heet. Als het werk klaar is zal het te zien zijn bij de initiatiefnemers van de call: Cinekid (Amsterdam), la Gaité Lyrique (Parijs, Frankrijk), KIKK (Namen, België) en WoeLab (Lomé, Togo).

## Edge of Chaos

Wat gebeurt er tussen orde en chaos? De interactieve installatie Edge of Chaos nodigt bezoekers uit de grensgebieden tussen uiterst geordende en turbulente systemen te doorkruisen. De installatie gebruikt kinetische structuren uit de Soft Robotic Matter groep van Overvelde om een wonderlijke sfeer te creëren. Edge of Chaos weerspiegelt ontwerpprocessen van de toekomst waarin nieuwe materialen, technologieën en ideeën, en ook kunstmatige intelligentie een belangrijke rol spelen. Edge of Chaos is een samenwerking met het Interactive Lab van de Bartlett School of Architecture in Londen, waaraan Vasilija Abramovic en Ruari Glynn verbonden zijn. Het project is mogelijk dankzij het internationale fonds 'Supernatural: stories of worlds to come'.

Impressie van Edge of Chaos



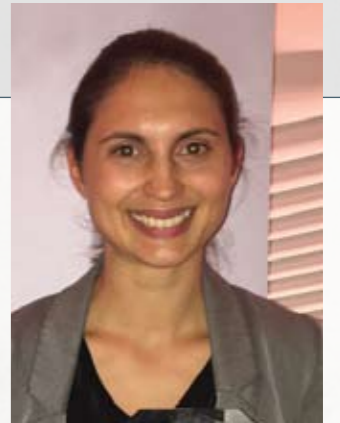
## PRIJZEN

### Solar+Power Award voor onderzoek naar groene zonnecellen

Onderzoekers van AMOLF, de Universiteit van Amsterdam en Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) hebben de Solar+Power R&D Award ontvangen voor hun onderzoek naar groene zonnecellen. Ze ontwikkelden een technologie waarmee een zonnepaneel een heldere groene kleur krijgt, terwijl het rendement grotendeels intact blijft. Door het glas van het zonnepaneel van lichtverstrooiende, silicium nanodeeltjes te voorzien creëerden de onderzoekers een groene kleur die zichtbaar is over een groot bereik van kijkhoeken.

Het ontwikkelen van gekleurde zonnepanelen is een belangrijke stap naar de integratie van zonnepanelen in gebouwen en in het landschap. In augustus verscheen een publicatie hierover in het tijdschrift Applied Physics Letters.

Verena Neder, onderzoeker uit de groep Photonic Materials van Albert Polman en eerste auteur van het gepubliceerde artikel, nam de prijs in ontvangst tijdens de 33e European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in Amsterdam. Het oordeel van de jury luidde: "De voordelen van duurzame energie zijn onmiskenbaar, maar de consument wordt ook beïnvloed door het uiterlijk van zonnepanelen; de ontwikkeling van gekleurde zonnecellen met weinig rendementsverlies heeft een sterke aantrekkingskracht voor de markt."•



Tijdens de Sunday Conference 2017 is de poster 'Waveguide-Based Spectrum-Splitting Concept for Parallel-Stacked Tandem Solar Cells' van promovendus **Tom Veeken** (Photonic Materials) verkozen tot de beste wetenschappelijke poster.



De jury beoordeelde de posters op inhoud, toepassing, layout en begrijpelijkheid voor leken. De Sunday Conference, Nederlands grootste zonne-energiecongres, stond dit jaar in het teken van het versnellen van innovatie en de nationale implementatie van zonne-energieprojecten. •

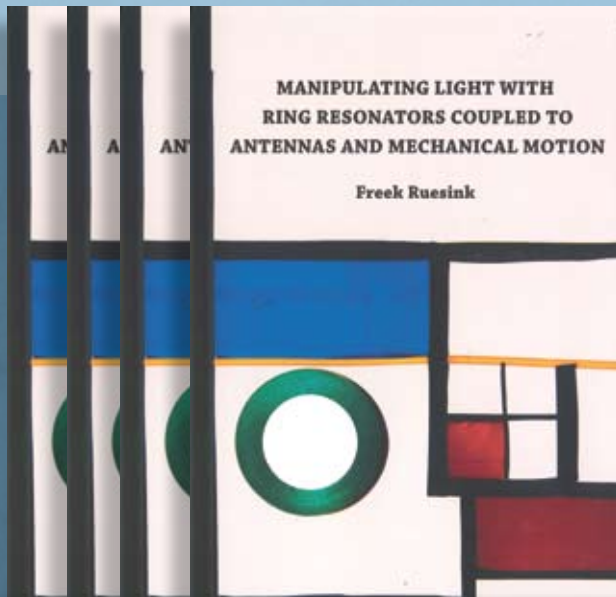


**Sven Askes**, postdoc in de Nanoscale Solar Cells groep, ontving de Dick Stufkens Prijs 2017 voor het beste proefschrift van de Holland Research School of Molecular Chemistry (HRSMC). In zijn proefschrift 'Upconverting Nanovesicles for the Activation of Ruthenium Anti-Cancer Prodrugs with Red Light' beschrijft Askes een intelligente combinatie van materialen en technieken voor fotochemische kankertherapie. Hij voerde zijn promotieonderzoek uit bij de Universiteit Leiden. Bij AMOLF maakt Askes fotokatalytische nanostructuren door een katalysator vast te hechten op plasmonische nanodeeltjes. Deze nano-katalysatoren kunnen bijvoorbeeld moleculair waterstof produceren uit zonlicht en water. •

Promovendus **Martijn Wehrens** uit de groep van Sander Tans heeft dit najaar op de EMBO-conferentie in Heidelberg de posterprijs gewonnen met zijn poster 'Size and division laws in filamentous *Escherichia coli* cells'. Wehrens deelde de eerste plaats met drie andere personen. •



# AMOLF-proefschriften JULI - DECEMBER 2017



MANIPULATING LIGHT WITH RING RESONATORS COUPLED  
TO ANTENNAS AND MECHANICAL MOTION

Freek Ruesink

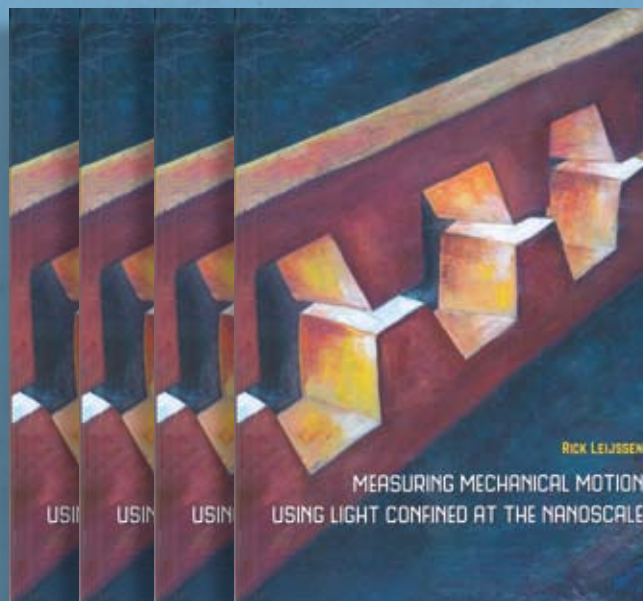
Technische Universiteit Eindhoven



MULTI-SCALE SIMULATION OF  
REACTION-DIFFUSION SYSTEMS

Adithya Vijaykumar

Universiteit van Amsterdam



MEASURING MECHANICAL MOTION USING LIGHT  
CONFINED AT THE NANOSCALE

Rick Leijssen

Technische Universiteit Eindhoven