

# AMOLF NEWS

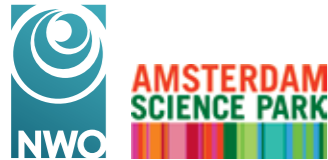
HIGHLIGHT  
**Geluid sturen  
en versterken  
met nieuwe  
mechanismes**

NIEUWS  
**ERC grants voor  
AMOLF-groepsleiders**

INTERVIEW  
Zonnecelexpert  
**Wim Sinke**  
neemt afscheid

The logo for AMOLF, featuring the letters 'AMOLF' in a bold, blue, sans-serif font. The letter 'O' is stylized with a network of blue dots and lines connecting them, representing a molecular or atomic structure.

## AMOLF in het kort



### AMOLF NEWS

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

Indien u dit magazine niet langer wenst te ontvangen dan kunt u ons dit melden via e-mail: [info@amolf.nl](mailto:info@amolf.nl) of via telefoonnummer 020-7547100. Uw gegevens zullen dan worden verwijderd van de betreffende lijst van relaties aan wie wij twee maal per jaar NEWS versturen.

### COLOFON

#### Redactie

Erny Lammers,  
Petra Vastenhouw,  
Anita van Stel

#### Vormgeving

Petra Klerkx, Amsterdam

#### Foto cover

Jan Willem Steenmeijer

#### Afbeelding cover

Petra Klerkx

#### Druk

Drukkerij Badoux, Houten

#### Correspondentieadres:

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

AMOLF richt zich op het initiëren en uitvoeren van toonaangevend fundamenteel onderzoek aan de fysica van natuurlijke en niet-natuurlijke complexe materie 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.

Bij AMOLF werken circa 130 wetenschappers in 19 onderzoeksgroepen. Daarnaast kent het instituut 70 medewerkers in technische en administratieve ondersteunende afdelingen. Het instituut is gevestigd in het Amsterdam Science Park.

AMOLF is onderdeel van de instituten-organisatie van NWO.



Foto: Henk-Jan Boluijt



## Inhoud

### INTERVIEWS

- 6 **Als je onderzoek op het dak ligt**  
Zonnecelexpert Wim Sinke neemt afscheid
- 21 **Veroudering van schilderijen op moleculair niveau snappen**  
Een blik op alumnus Katrien Keune
- 25 **Cum laude promotie voor Andrea Cordaro**

### HIGHLIGHTS

- 12 **Geluid sturen en versterken met nieuwe mechanismes**
- 18 **C.elegans schakelt zijn neus voor zout niet per ongeluk uit**
- 22 **Sputterende ketchupfles laat zachte robots soepel lopen**

### NIEUWS

- 4 **ERC grants voor AMOLF-groepsleiders**
- 5 **Vaste aanstelling voor Said Rodriguez**
- 11 **Europese samenwerking in elektronenmicroscopie**
- 17 **KIC subsidie voor ontwikkelen van radicaal nieuwe katalytische reactoren**

### VERDER

- 10 **Frans Saris 80 jaar**
- 14 **Publicaties uitgelicht**
- 28 **Proefschriften**

## Voorwoord

Ik hoop van harte dat u van een hele mooie zomer hebt genoten en dat we nog een aantal heerlijke nazomerdagen tegood hebben. Dat gezegd hebbende, is het tegelijk zorgelijk dat er de laatste maanden zo weinig regen is gevallen. Dat is niet alleen jammer voor iemand als ik die graag water onderzoekt ☺, maar het is vooral een verontrustend signaal dat het klimaat sterk aan het veranderen is als gevolg van het broeikaseffect.

Voor AMOLF is het een aansporing om ons maximaal in te zetten voor ons onderzoek naar nieuwe materialen en methoden voor het winnen van zonne-energie. In deze NEWS vindt u een interview met Wim Sinke, die dit onderzoek zo'n 40 jaar geleden op AMOLF is gestart en die recent met pensioen is gegaan. Wim vertelt over hoe het onderzoek begon, welke enorme vooruitgang er in de afgelopen jaren is geboekt, maar ook wat er nog nodig is om werkelijk de transitie naar een maatschappij op duurzame energie te verwezenlijken.

In deze NEWS vindt u ook een aantal mooie onderzoeksresultaten van het afgelopen halfjaar. Zo kunt u bijvoorbeeld lezen hoe de groep van Bas Overvelde een slim nieuw ventiel heeft ontworpen waarmee zachte robots zich soepeler kunnen voortbewegen. Ook kunt u lezen hoe de groep van Ewold Verhagen een nieuwe manier heeft ontdekt om geluidsgolven te dempen, te versterken en van richting te doen veranderen. Het afgelopen halfjaar is het gelukt om fondsen voor nieuw onderzoek te verwerven. Bijzonder trots ben ik op de ERC Starting grant en Consolidator grants

die Marc Serra Garcia, Erik Garnett en Wim Noorduyn hebben ontvangen. Ook zijn er een aantal nieuwe grote onderzoeksprojecten binnengehaald waarin wordt samengewerkt met bedrijven, o.a. voor onderzoek naar halide-perovskiet materialen en het sturen van chemische reacties met licht.

Bij AMOLF gaat het dus goed, alhoewel we nog steeds te maken hebben met de naweeën van de coronacrisis. Komende tijd gaan we verder met het herstellen van de onderlinge interactie en betrokkenheid, de essentiële kracht van AMOLF. Voor nu wens ik iedereen nog een mooie nazomer (met toch ook af en toe wat regen...) en heel veel leesplezier!

**Huib Bakker**  
Directeur AMOLF



Foto: Mark Knight

## ERC Consolidator-beurzen voor **Erik Garnett** en **Wim Noorduin**

Groepsleiders Erik Garnett (Nanoscale Solar Cells) en Wim Noorduin (Self-Organizing Matter) hebben beiden een ERC Consolidator Grant ontvangen van de European Research Council (ERC). Ze krijgen respectievelijk 3,0 en 2,4 miljoen euro om het door hun voorgestelde onderzoek uit te voeren. De ERC Consolidator Grants zijn bedoeld om excellente senior onderzoekers te ondersteunen in het uitbouwen van hun eigen onafhankelijke onderzoeksgroep en -programma.

### Erik Garnett: FOCUS

#### Fluorescent Optical Concentration of Uncollimated Sunlight

De vraag naar zonne-energie voor de productie van elektriciteit, brandstoffen en chemicaliën is groot. Doordat zonlicht flink varieert qua invalshoek, golflengte en richting is het moeilijk om het licht efficiënt, goedkoop en schaalbaar in energie om te zetten. In het project FOCUS wil Garnett dunne films ontwikkelen die meerdere kleuren verstrooid zonlicht concentreren en deze omzetten naar goed uitgelijnde, monochromatische, hoge intensiteit lichtstralen die optimaal gebruikt kunnen worden voor fotonische energieomzetting en fotokatalyse.

Het onderliggende concept is een heel nieuw ontwerp van een zogenoemde luminescent solar concentrator (LSC). Conventionele LSC's gebruiken een plastic of glazen plaat als golfgeleider met daarin fluorescente deeltjes die direct en diffuus zonlicht absorberen. Fluorescentie van deze deeltjes wordt vervolgens via totale interne reflectie geconcentreerd in de golfgeleider. De maximale efficiëntie van zulke LSC's is slechts 7% omdat er in een golfgeleider veel energie verloren gaat door reabsorptie, fluorescentie die uit de golfgeleider ontsnapt, en doordat er een energieverval zit tussen het geabsorbeerde licht en de fluorescentie (Stokes-verschuiving). Garnett wil de golfgeleider in een LSC volledig elimineren en vervangen door fotonische lenzen, om daarmee bovenstaande energieverliezen te vermijden.

Foto: Fotogelissen



Foto: Lukas Helmbrecht

### Wim Noorduin: CHIRAL

#### Crystals of single chirality via non-equilibrium routes

De moleculaire bouwstenen van het leven hebben een spiegelbeeldvorm – zoals een linker- en een rechterhand – die een zeer verschillende biologische activiteit kunnen hebben. Zo zijn aminozuren altijd 'linkshandig' en suikers altijd 'rechtshandig'. Om het juiste effect te hebben moeten geneesmiddelen en andere bioactieve moleculen dan ook de juiste spiegelbeeldvorm hebben, ofwel eenzijdig zijn. Isolatie van de gewenste (eenzijdige) vorm is relatief eenvoudig als in een mengsel de

spiegelbeeldparen (enantiomeren) in afzonderlijke kristallen kristalliseren. Helaas gaat dat voor de meeste enantiomeren niet op, omdat ze zich paarsgewijs ordenen in een kristal en niet gemakkelijk te scheiden zijn. Hierdoor worden eenvoudige productieroutes naar veel essentiële enantiozuivere moleculen belemmerd. Het CHIRAL-onderzoek richt zich op deze fundamentele uitdaging; het doel is nieuwe principes te ontdekken om mengsels van spiegelbeeldvormen om te zetten naar alleen de gewenste spiegelbeeldvorm. •



Foto: Ivar Pei

### ERC Starting grant voor **energieneutraal 'vibrerend brein' dat woorden herkent**

AMOLF-groepsleider Marc Serra-Garcia (Hypersmart Matter) heeft een Starting Grant van 1,7 miljoen euro ontvangen van de European Research Council (ERC). Met het project INFOPASS gaat hij informatieverwerking in passieve elastische structuren onderzoeken. De ERC Starting Grants zijn bedoeld om getalenteerde wetenschappers in de beginfase van hun carrière voor vijf jaar te ondersteunen bij het uitvoeren van grensverleggende onderzoeksprojecten.

#### Continu energieverbruik

Van een mobiele telefoon die wacht op een oproep, tot een fitnessmonitor die klaar is om stappen te detecteren, tot een slimme luidspreker die wacht op een 'Hey Alexa'-commando, onze wereld zit vol met elektronische gadgets die klaar staan om in actie te komen wanneer dat nodig is. Om erachter te komen of actie vereist is, detecteren deze apparaten externe signalen (geluid, versnelling,

enz.) en zetten ze deze om in elektrische signalen. Bovendien voeren ze complexe berekeningen uit om te bepalen of een gebeurtenis (inkomende oproep, spraakopdracht, enzovoort) heeft plaatsgevonden. Het omzetten en analyseren van de signalen kost veel energie. Daarom hebben deze apparaten batterijen nodig, wat een negatieve impact heeft op het milieu. We kennen de situatie allemaal: als we een telefoon een paar

dagen niet gebruiken, loopt de batterij toch leeg, doordat hij continu alert is op oproepen en opdrachten.

#### Energieneutrale detectie

Met INFOPASS wil Serra-Garcia een detectiemogelijkheid realiseren die geen energie kost, waarbij hij zich specifiek richt op spraakherkenning. Hierbij maakt hij gebruik van mechanische resonanties. Precies zoals een stemvork reageert op trillingen van een bepaalde frequentie maar niet op andere, zal een kunstmatig 'vibrerend brein', gemaakt van vele microscopisch kleine stemvorken, alleen resoneren op een bepaald woord en niet op andere woorden. Deze 'resonerende hersenen' zijn zo efficiënt dat het geluid zelf voldoende energie bevat om het woord te kunnen detecteren.

Naast toepassingen in energieneutrale informatieverwerking en het internet of things, wil Serra-Garcia ook de fundamentele vraag beantwoorden hoe 'intelligente' processen zoals spraakherkenning tot stand kunnen komen door een groot aantal 'domme' trillende stemvorkjes met elkaar te verbinden. •

### Vaste aanstelling voor **Said Rodriguez**

Voor groepsleider Said Rodriguez (Interacting Photons) begon de zomerperiode met goed nieuws. Na een tenure-track periode van vierenhalf jaar heeft hij nu een vaste aanstelling als wetenschappelijk groepsleider bij AMOLF. De wetenschappelijke staf, het managementteam, internationale referenten en de Instituutsadviesraad (IAR) spraken zich zeer lovend uit over de behaalde onderzoeksresultaten en over zijn plannen voor de toekomst. •



Foto: AMOLF

# Als je onderzoek op het dak ligt

Na zijn afscheidssymposium bij TNO praat zonnecelexpert Wim Sinke met AMOLF NEWS over zijn meer dan veertig jaar in het vakgebied. Een terug- en vooruitblik op zon in Nederland. "We zijn nog maar net begonnen."

Tekst: Gieljan de Vries • Foto's: Jan Willem Steenmeijer

**"Elegantier dan zonnestroom maakt de natuur het niet: geen energiebron groter en meer aanwezig dan zonlicht, geen energievorm universeler dan elektriciteit."**

**Hoe kan het ook anders:** tijdens dit interview zit Wim Sinke in zijn Pettense werkkamer vol in het zonlicht. Als zonnecelonderzoeker bij TNO, ECN, de Universiteit van Amsterdam en AMOLF heeft hij zich veertig jaar ingezet voor zonne-energie. Mede dankzij Sinkes inspanningen wordt tegenwoordig in heel Nederland zonlicht omgezet in duurzame elektriciteit.

**Hoe begon de fascinatie met de zon?**  
Als natuurkundestudent in Utrecht was ik begin jaren 80 al bezig met zonnecellen. Die waren destijds nog veel te duur. Wij onderzochten daarom manieren om sneller, goedkoper en grootschaliger

plakken van het basismateriaal silicium te produceren. Onze aanpak was gesmolten silicium op een snelle draaischijf gieten, zodat het zou koelen en kristalliseren in een dunne band.

**Succesvol?**

Nee, absoluut niet! Het materiaal koelde veel te snel af en zat daardoor vol imperfecties. Maar ook van fouten leer je, bijvoorbeeld welke processen je onder controle moet zien te krijgen. Toch was die draaischijf bijna mijn laatste bijdrage aan het zonnecelonderzoek. Door mijn fantastische natuurkundeleraar in Middelburg dacht ik aan een carrière als docent. Een lezing van Frans Saris liet me

zien dat er ook in het zonnecelonderzoek veel moois te doen was. Het was spannende natuurkunde en ook nog eens maatschappelijk relevant. Ik was verkocht en hij nodigde me uit te solliciteren naar een promotieplaats bij AMOLF.

**Hoe werd er destijds naar zonne-energie gekeken?**

In de jaren 80 dacht vrijwel niemand dat zonnecellen op afzienbare termijn zouden kunnen concurreren met fossiele energie. Het rendement van tien procent energieomzetting was te laag, de productiekosten veel te hoog. Onder vakgenoten was dat anders, die zagen het potentieel. →



Wim Sinke promoveerde in 1985 op AMOLF bij Frans Saris op het proefschrift *Nieuwe fysische processen voor silicium zonnecellen*. Hij was groepsleider bij AMOLF van 1987-1990 en vertrok daarna naar ECN (nu TNO) om daar een nieuwe afdeling zonne-energie op te zetten.

Hij heeft zich altijd sterk ingezet voor nieuwe initiatieven voor academisch PV-onderzoek, en zo heeft hij ook bijgedragen aan AMOLF's Light Management in Photovoltaics (LMPV) programma. Sinke was jarenlang als gast aan AMOLF verbonden en als deeltijdhoogleraar aan de Universiteit Utrecht en de Universiteit van Amsterdam.

Het LMPV-programma leverde inmiddels ruim 200 gepubliceerde artikelen op en leidde meer dan 100 promovendi, postdocs en masterstudenten op, van wie een groot deel zijn of haar carrière vervolgde op het gebied van duurzaamheid. Sinke functioneerde als een katalysator voor deze successen en zijn invloed blijft merkbaar binnen het nieuwe AMOLF-thema Sustainable Energy Materials. Mede dankzij Sinke werken onderzoekers binnen dit thema niet alleen aan het gebruik van zonlicht voor het opwekken van elektriciteit, maar onderzoeken ze bijvoorbeeld ook de mogelijkheden voor de productie van warmte en chemicaliën.



#### → Wanneer kantelde dat beeld?

In Duitsland bedacht Hermann Scheer dat zonnecellen uit de vicieuze cirkel moesten breken van lage volumes en hoge kostprijzen. Door de markt te vergroten kon je goedkoper produceren, de vraag stimuleren en nieuwe technieken uitproberen. Die aanpak was super succesvol. In Nederland hebben we ons in de jaren '90 op dezelfde manier hard gemaakt voor schaalvergroting.

#### Hoe is het om je onderzoek nu op de daken te zien liggen?

Ik heb een onwrikbaar - en onderbouwd - geloof in de technologie en toepassing van zonne-energie. Dat zoveel mensen dat delen, in Nederland, Europa, wereldwijd, is altijd een enorme bron van arbeidsvreugde geweest. Nederland staat inmiddels wereldwijd op de tweede plaats van de hoeveelheid geïnstalleerd zonnepanelen per hoofd van de bevolking!

### “Ook van fouten leer je, bijvoorbeeld welke processen je onder controle moet zien te krijgen.”

#### Dat schud je soepel uit je mouw.

Geleerd als promovendus bij AMOLF. Als onderzoeker werd je door je collega's stevig doorgezaagd over je werk. Hoe kwam je bij die onderzoeksopzet, hoe had je je metingen geanalyseerd, waarom precies die conclusie? Dat ging er fors aan toe, maar op een veilige manier, om er beter van te worden. Zo was je al gepokt en gemazeld als je je werk presenteerde buiten de muren van het instituut.

Ik heb gemerkt hoe belangrijk het is om te kunnen vertellen over méér dan je onderzoeksresultaten. Zeker in het zonnecelonderzoek krijg je vragen over de bredere context. Het is razend moeilijk om in vijf minuten over te brengen

hoe jouw onderzoek in dat grotere plaatje past. Maar het dwingt je wel om te bedenken wat écht belangrijk is, en wat ballast is. Daar heb je je hele carrière voordeel van.

#### Hoe geef je die les door?

De veilige discussiecultuur van AMOLF heb ik overal waar ik werk proberen in te voeren. Het ergste wat je kan gebeuren is dat je net als Poetin omringd raakt door jaknikkers die je nooit kritiek geven. Da's een recept voor kokervisie. Tijdens ons college aan de Universiteit van Amsterdam kijken we daarom niet alleen naar de fysica, maar ook naar het grotere plaatje van de energietransitie. Studenten waaronder dat enorm.

#### Wat is het grotere plaatje voor die nieuwe generatie?

Deels staan zij voor dezelfde uitdaging als wij veertig jaar terug. De afgelopen decennia hebben we het rendement van zonnecellen verdubbeld van tien naar twintig procent. We moeten nu wéér verdubbelen, naar veertig procent; volgens de huidige inzichten is dat misschien het hoogst haalbare op grote schaal. Zonnecellen moeten dus nog goedkoper, efficiënter en grootschaliger. We zijn nog maar net begonnen!

#### Wat is daarvoor nodig?

Op technologisch vlak liggen er allerlei kansen, zoals 'gestapelde' zonnecellen van verschillende lichtgevoelige materialen. Die zetten elk een ander deel van het zonlicht om in elektriciteit en halen zo meer energie uit zonlicht. Een veelbelovend materiaal, waar bij AMOLF ook veel onderzoekers aan werken, is perovskiet.

Je zou het kunnen printen en met onder meer silicium kunnen combineren. Heel aantrekkelijk, dat zullen we de komende jaren dan ook op de markt zien komen.

#### Is een hoger rendement de grote uitdaging?

We gaan nu een nieuwe fase in, met steeds meer aandacht voor toepassingsaspecten van zonne-energie. Naast onderzoek naar hogere rendementen en goedkopere productietechnieken moeten we zonne-energie circulair maken, integreren en combineren met ander gebruik van oppervlakken. Als de basistechniek voldoende goedkoop is, hebben we genoeg marge om zonneparken zo in te richten dat de biodiversiteit en de bodemkwaliteit er niet onder lijden.

#### Zonnecellen met aandacht voor de mens?

De tijd is voorbij dat we panelen konden plaatsen zonder aandacht voor de hele

toeleveringsketen en de impact op de omgeving. Daarbij gaat het om milieueffecten, arbeidsomstandigheden, politiek-strategische afhankelijkheid, en veel meer. Voor mij betekent het dat we in Europa weer een complete, duurzame maakindustrie van zonne-energie opbouwen en zonne-energie heel grootschalig en verantwoord gaan toepassen. *Freedom energy*, van grondstof via fabricage en gebruik tot en met recycling.

#### Allemaal aan de zonnecellen dus?

Elegantier dan zonnestroom maakt de natuur het niet: geen energiebron groter en meer aanwezig dan zonlicht, geen energievorm universeler dan elektriciteit. Daar moeten we gebruik van maken. De zon levert in Nederland momenteel tien procent van de elektriciteitsvraag, dat moet naar tientallen procenten van de totale energievraag - en eigenlijk nog meer. Ik weet zeker dat zonnestroom dat in zich heeft. •

## Frans Saris 80 jaar

Op 18 april 2022 vierde oud-AMOLF directeur Frans Saris zijn tachtigste verjaardag met een feestelijke bijeenkomst in de Amstelkerk in Amsterdam.

Naast familie en vrienden van Saris waren diverse oud-collega's aanwezig. Ze haalden samen mooie herinneringen op over zijn tijd als promotor en als directeur (1986-1996). Saris ontving als cadeau een originele *elektron multiplier* uit de historische verzameling van instrumenten.

Saris was als directeur en groepsleider belangrijk voor AMOLF: "Frans Saris heeft een cruciale rol gespeeld in de geschiedenis van AMOLF en we plukken nog steeds de vruchten van zijn directeurschap. Zo introduceerde hij bijvoorbeeld het tenure-track systeem waarmee AMOLF internationaal wetenschappelijk talent aantrekt en ontwikkelt. Daarmee heeft hij de internationale wetenschappelijke positie van AMOLF enorm gestimuleerd en is hij de grondlegger van de huidige missie en nationale rol van AMOLF. Hij is dus een belangrijk voorbeeld voor alle directeuren die na hem zijn gekomen", zegt AMOLF directeur Huib Bakker. •



## Datamanagement integraal onderdeel van onderzoek

AMOLF heeft als ambitie om verantwoord en zorgvuldig datamanagement tot een integraal onderdeel van het onderzoek te maken. Dit wil AMOLF bereiken door nieuwe mensen bij binnenkomst te trainen en ze bekend te maken met de zogenaamde *FAIR-principes*. Dit zijn richtlijnen voor de manier van beschrijven, opslag en publicatie van wetenschappelijke data. FAIR is een acronym voor

- *Findable* (vindbaar)
- *Accessible* (toegankelijk)
- *Interoperable* (uitwisselbaar)
- *Reusable* (herbruikbaar).

Maar ook het monitoren van beleidsimplementatie en het verstrekken van (nieuwe) hulpmiddelen draagt bij aan goed datamanagement.

Op 31 maart organiseerden ARCNL en AMOLF gezamenlijk twee bijeenkomsten over datamanagement. De eerste sessie was vooral bedoeld om nieuwe onderzoekers op de hoogte te brengen van eerder geïntroduceerde hulpmiddelen, zoals papieren logboeken, datamanagement plannen en de *replication packages* die het herhalen van onderzoek faciliteren. Tijdens een tweede sessie kwamen nieuwe ontwikkelingen aan bod zoals het elektronische logboek, het online platform 'Zenodo' om data online beschikbaar te maken, en versie management voor code. Tijdens break-out sessies discussieerden de onderzoekers over de FAIR principes. •

## Financiering uit Nationaal Groeifonds voor twee voorstellen met AMOLF-inbreng

Op 14 april maakte de Rijksoverheid bekend 5 miljard euro te investeren en daarnaast 1,3 miljard euro te reserveren voor in totaal achtentwintig Nationaal Groeifonds onderzoeksvoorstellen. Deze investering moet zorgen voor duurzame economische groei in Nederland. AMOLF is betrokken bij twee van deze voorstellen: *De revolutie van zelfdenkende moleculaire systemen* en *Duurzame MaterialenNL*.

### *De revolutie van zelfdenkende moleculaire systemen*

Levende cellen zijn het summum van complexe, zelf-organiserende en autonome systemen op aarde. Het maakt deze cellen buitengewoon aantrekkelijk voor onderzoekers die nieuwe materialen ontwerpen voor toekomstige toepassingen. Denk bijvoorbeeld aan materialen die zichzelf kunnen herstellen zoals huidcellen doen, of die zich aanpassen aan de hand van signalen uit de omgeving. Het ontwikkelen van een dergelijke nieuwe generatie van systemen vereist samenwerking tussen de chemie, biologie en natuurkunde. Het programma ontvangt een bijdrage van 97 miljoen euro uit het Nationaal Groeifonds op voorwaarde dat een aantal specifieke aspecten nader wordt uitgewerkt. Deelnemende organisaties zijn de Radboud Universiteit, de Rijkuniversiteit Groningen, de

TU Eindhoven, AMOLF, de Fontys Hogeschool Eindhoven en enkele Duitse Max Planck Instituten.

### *Duurzame MaterialenNL*

Het voorstel *Duurzame MaterialenNL* heeft betrekking op drie materiaalsectoren die essentieel zijn voor de materialentransitie waarvoor Nederland staat: energiematerialen, constructieve materialen en circulaire plastics. Het voorstel is ingediend door een consortium van 300 Nederlandse organisaties en ook een aantal AMOLF-groepen is betrokken. In de AMOLF NEWS van december 2021 schreven we uitgebreid over de inbreng van AMOLF in dit voorstel.

De overheid heeft voorwaardelijk 220 miljoen euro toegekend aan het groeifondsprogramma *Duurzame MaterialenNL*, bestemd voor het thema circulaire plastics. •



## Kick-off van Europese samenwerking in elektronenmicroscopie

AMOLF gaat met zeven Europese universiteiten, instituten en bedrijven samenwerken in het nieuwe Europese consortium Electron Beams Enhancing Analytical Spectroscopy (EBEAM, [www.e-beam.nl](http://www.e-beam.nl)) aan het ontwikkelen van nieuwe analytische meetmethoden met elektronenmicroscopie. Het consortium richt zich op ultrasnelle en ultra-gevoelige metingen, en de ontwikkeling van nieuwe meettechnieken. Een voorbeeld hiervan is het combineren van de ultrahoge plaatsresolutie van elektronenmicroscopie met nieuwe methodes om een spectroscopische vingerafdruk van een materiaal te maken. Groepsleiders Albert Polman en Wiebke Albrecht leiden het programma. Op 25 april kwamen de deelnemende partijen bij elkaar bij het Spaanse instituut voor nano-optica ICFO voor de kick-off workshop. •

← Promovendi, postdocs en onderzoekers van EBEAM bij ICFO in Barcelona

# Geluid sturen en versterken met nieuwe mechanismes

Met een netwerk van trillende nanosnaartjes is het onderzoekers uit de groep van Ewold Verhagen voor het eerst gelukt om geluidsgolven in een specifieke, onomkeerbare richting te laten lopen en ze gecontroleerd te dempen of te versterken met behulp van licht. Hierdoor ontstaat een laserwerking voor geluid. Tot hun verrassing ontdekten ze nieuwe mechanismes, zogenaamde ‘geometrische fases’, waarmee ze geluid kunnen manipuleren en sturen in systemen waarin dat onmogelijk leek.

Tekst: Bauke Vermaas • Beeld: Petra Klerkx

De wijze waarop elektronen en andere geladen deeltjes reageren op magnetische velden leidt tot vele unieke verschijnselen in materialen. “We wilden al langere tijd weten of we eenzelfde effect als dat van een magneetveld op elektronen, ook zouden kunnen realiseren voor geluid, dat geen lading heeft”, vertelt Verhagen. “De invloed van een magneetveld op elektronen is heel belangrijk: zo kan een elektron in een magneetveld hetzelfde pad niet in omgekeerde richting afleggen. Dit principe ligt aan de basis van allerlei exotisch gedrag op de nanometerschaal zoals het quantum Hall effect en de werking van topologische isolatoren (materialen die stroom perfect

“Dit opent de weg naar een nieuwe soort (meta)materialen met eigenschappen die we nog niet kennen van bestaande materialen”

Groepsleider Ewold Verhagen

geleiden aan de randen en juist niet in de bulk). Voor veel toepassingen zou het nuttig zijn als we hetzelfde kunnen doen voor trillingen en geluidsgolven, en dat we de symmetrie in hun voortplantingsrichting kunnen breken zodat die niet meer omkeerbaar is.”

## Magneetveld voor geluid

In tegenstelling tot elektronen hebben mechanische trillingen geen lading, waardoor ze magneetvelden niet voelen. Daarentegen voelen ze wél de stralingsdruk van licht. Daarom gebruikt de groep van Verhagen laserlicht om mechanische nanoresonatoren te beïnvloeden. In 2020 lieten ze met deze trillende snaartjes zien dat de tijds-omkerings-symmetrie gebroken kan worden voor geluid dat van één resonator naar een andere overspringt: de geluidsoverdracht is dan niet langer in beide richtingen gelijk.

“Het blijkt nu dat als we een netwerk maken van meerdere trillende nanosnaartjes, we daarin allerlei onconventionele trillingspatronen kunnen realiseren door de snaren te beschijnen met laserlicht”, aldus Verhagen. “Zo lukte het ons om geluidsdeeltjes (fononen) in één richting te laten voortbewegen, op dezelfde manier als elektronen in het quantum Hall effect.”

## Versterken

De onderzoekers realiseerden zich dat ze met stralingsdruk het geluid ook naar believen zouden kunnen versterken of verzwakken. “Zoals een kind op een schommel doet door z'n benen uit te strekken of in te trekken op het juiste moment”, zegt Verhagen.

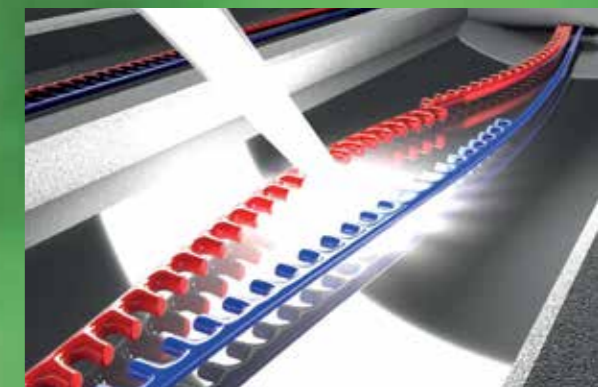
De onderzoekers hebben voor het eerst experimenten gedaan waarin het aandrijvende licht zowel de geluidsgolven versterkt, als zorgt dat ze een effect voelen dat lijkt op een magneetveld. “De combinatie van die versterking en het breken van tijds-omkerings-symmetrie bleek tot allerlei nieuwe, onverwachte natuurkundige effecten te leiden”, zegt Verhagen. “Het laserlicht bepaalt allereerst de richting waarin geluid versterkt wordt. In de andere richting wordt het geblokkeerd. Dit komt door een zogenaamde geometrische fase, een parameter die aangeeft in welke mate de geluidsgolf tijdens zijn rondgang langs de nanosnaartjes verschoven wordt, in dit geval door de stralingsdruk. Ons experiment is zo ingericht dat we die geometrische fase naar wens kunnen instellen. Daarnaast gebruiken we de stralingsdruk van het laserlicht om het geluid te versterken. Het geluid kan zelfs spontaan gaan rondzingen, zoals licht dat doet in een laser. We ontdekten dat de geometrische fase die we aanbrengen, bepaalt of dat gebeurt of niet, en bij welke hoeveelheid versterking.”

## Nieuwe materialen

De onderzoekers ontdekten bovendien dat de wisselwerking tussen de opgelegde geometrische fase en de versterking van het geluid van invloed blijkt op de versterking, richting, en toonhoogte van geluid, in systemen waarin dat niet voor mogelijk werd gehouden. “Geometrische fases zijn van belang in allerlei systemen en materialen. Voor elektronen kunnen ze in combinatie met magneetvelden leiden tot een topologische isolator, maar welke eigenschappen een ‘geluids’-variant op

basis van de ontdekte principes kan hebben, moeten we nog uitvinden. We weten in ieder geval dat het niet gaat lijken op iets dat we al kennen”, aldus Verhagen. “We zouden de gevonden effecten verder kunnen onderzoeken door meer nanosnaartjes aan elkaar te koppelen, in akoestische ‘metamaterialen’ die we controleren met licht. Maar de effecten die we opgemerkt hebben bij het combineren van geometrische fase en versterking zouden moeten gelden voor allerlei golven zonder lading, dus ook voor licht, microgolven, koude atomen. We verwachten dat het met de ontdekte mechanismes mogelijk wordt om nieuwe (meta)materialen te maken met eigenschappen die we nog niet kennen van bestaande materialen.”

Zulke materialen en systemen hebben bijzondere eigenschappen, die wellicht nuttige toepassingen kunnen hebben. Verhagen: “Het is te vroeg om een compleet overzicht te hebben. Wel herkennen we al mogelijke richtingen. Zo zou een éénrichtings-versterker voor golven nuttige toepassingen kunnen hebben in de quantum-communicatie. Ook zouden we sensoren veel gevoeliger kunnen maken door de tijds-omkerings-symmetrie te breken.” •



**Referentie:** Javier del Pino, Jesse J. Slim, Ewold Verhagen, *Non-Hermitian chiral phononics through optomechanically-induced squeezing*, Nature, 2 juni (2022). doi:10.1038/s41586-022-04609-0

Abbeiding: Ricardo Struik

## AMOLF PUBLICATIES UITGELICHT DECEMBER 2021-JUNI 2022

## NANOSCALE

**Correlating structure, morphology and properties of metal nanoparticles by combining single-particle optical spectroscopy and electron microscopy**

M. Dieperink, F. Scalerandi en W. Albrecht  
Morfologie en optische eigenschappen correleren van een enkel nanodeeltje is niet makkelijk. De onderzoekers vatten recente ontwikkelingen samen op het gebied van metalen nanodeeltjes.

## MOLECULAR SYSTEMS BIOLOGY

**Single cell variability of CRISPR-Cas interference and adaptation**

R.E. McKenzie, E.M. Keizer, J.N.A. Vink, J. van Lopik, F. Büke, V. Kalkman, C. Fleck, S.J. Tans en S.J.J. Brouns  
Hoe snel kan een cel vijandelijk DNA opslaan in zijn geheugen? Metingen laten zien dat dit 'leren' met totaal verschillende snelheden gebeurt in identieke tweelingcellen.

## ACS PHOTONICS

**Over 65% sunlight absorption in a 1 μm Si slab with hyperuniform texture**

N. Tavakoli, R. Spalding, A. Lambert, P. Koppejan, G. Gkantzounis, C. Wan, R. Röhrich, E. Kontoleta, A.F. Koenderink, R. Sapienza, M. Florescu en E. Alarcón-Lladó  
Een dunne en flexibele silicium zonnecel is ondoorzichtig gemaakt met behulp van innovatieve nanostructuren, met als resultaat: 65% absorptie van het (lab) zonlicht.

**Photon recycling in CsPbBr<sub>3</sub> All-inorganic perovskite nanocrystals**

M. van der Laan, C. de Weerd, L. Poirier, O. van de Water, D. Poonia, L. Gomez, S. Kinge, L.D.A. Siebbeles, A.F. Koenderink, T. Gregorkiewicz en P. Schall  
Bewijs voor zeer efficiënte recycling van fotonen door middel van veelvuldige emissie en reabsorptie – een belangrijke eigenschap voor efficiënte zonnecellen op basis van perovskiet nanodeeltjes.

## PNAS

**Cross-linkers at growing microtubule ends generate forces that drive actin transport**

C. Alkemade, H. Wierenga, V.A. Volkov, M. Preciado López, A. Akhmanova, P.R. ten Wolde, M. Dogterom en G.H. Koenderink  
Lijmachtige eiwitten genaamd crosslinkers houden niet alleen de cel in het gareel. Ze zorgen ook voor voortbeweging.

**Temporal scaling in C. elegans larval development**

O. Filina, B. Demirbas, R. Haagmans en J.S. van Zon  
Bij de meeste dieren hangt het tempo van de ontwikkeling sterk af van omgevingsfactoren. De onderzoekers vonden een simpel principe dat verklaart hoe de onderliggende cellen hun gedrag afstemmen om zich aan dit veranderende tempo aan te passen.

**Complex pathways and memory in compressed corrugated sheets**

H. Bense en M. van Hecke  
Een stukje geribbeld rubber functioneert als een eenvoudige computer, met geheugen en het vermogen om tot twee te tellen.

## SCIENCE ADVANCES

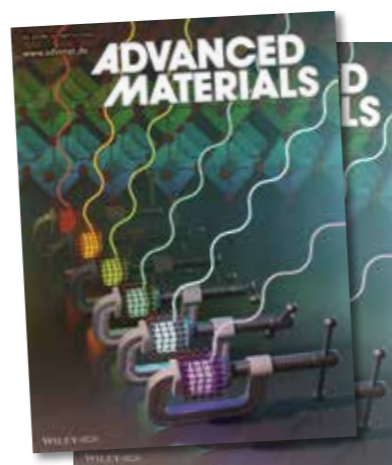
**Protein chain collapse modulation and folding stimulation by GroEL-ES**

M.M. Naqvi, M.J. Avellaneda, A. Roth, E.J. Koers, A. Roland, V. Sunderlikova, G. Kramer, H.S. Rye en S.J. Tans  
Gevoelige manipulatie laat zien dat enkele eiwitketens actief in de holte van een GroEL chaperonne worden getrokken en zich dan spontaan opvouwen.

## CURRENT BIOLOGY

**ppGpp is a bacterial cell size regulator**

F. Büke, J. Grilli, M. Cosentino Lagomarsino, G. Bokinsky en S.J. Tans  
Metingen aan enkele cellen laten zien dat het signaalmolecuul ppGpp essentieel is om de afmetingen van een cel te reguleren, niet alleen de groeisnelheid.



## ADVANCED MATERIALS

**Reversible pressure-dependent mechanochromism of Dion–Jacobson and Ruddlesden–Popper layered hybrid perovskites**

L.A. Muscarella, A. Dučinskis, M. Dankl, M. Andrzejewski, N.P.M. Casati, U. Rothlisberger, J. Maier, M. Graetzel, B. Ehrler en J.V. Milić  
Onderzoekers hebben een nieuw materiaal gevonden waarvan de kleur afhankelijk is van de uitgeoefende druk van buitenaf.

**Light-controlled nucleation and shaping of Self-assembling nanocomposites**

M.H. Bistervels, M. Kamp, H. Schoenmaker, A.M. Brouwer en W.L. Noorduin  
Het is de onderzoekers gelukt om de opbouw van nanocomposieten in de vorm van koralen of vazen tot in de puntjes te controleren met UV-licht.

## PHYSICAL REVIEW LETTERS

**Spontaneous symmetry breaking in a coherently driven nanophotonic Bose–Hubbard dimer**

B. Garbin, A. Giraldo, K.J.H. Peters, N.G.R. Broderick, A. Spakman, F. Raineri, A. Levenson, S.R.K. Rodriguez, B. Krauskopf en A.M. Yacomotti

Voor het eerst is spontane symmetriebreking theoretisch beschreven en experimenteel aangetoond in een symmetrisch systeem van twee gekoppelde – laser aangedreven – optische trillholtes.

**Breakdown of spin-to-helicity locking at the nanoscale in topological photonic crystal edge states**

S. Arora, T. Bauer, N. Parappurath, R. Barczyk, E. Verhagen en L. Kuipers  
Onderzoekers van TU Delft en AMOLF hebben zogenaamde 'topologische' lichtgolven in fotonische kristallen afgebeeld, en ontdekt dat hun polarisatie anders is dan verwacht.

## ACS APPLIED ENERGY MATERIALS

**Direct patterning of CsPbBr<sub>3</sub> nanocrystals via electron-beam lithography**

C.D. Dieleman, J.S. van der Burgt, N. Thakur, E.C. Garnett en B. Ehrler  
Perovskiet nanokristallen zijn zeer efficiënte emitters. De onderzoekers hebben een manier gevonden om van deze emitters een nanopatroon te maken.

**Reduced barrier for ion migration in mixed-halide perovskites**

L. McGovern, G. Grimaldi, M.H. Futscher, E.M. Hutter, L.A. Muscarella, M.C. Schmidt en B. Ehrler  
Perovskieten met een mix van halides zijn belangrijk voor de volgende generatie zonnecellen. Maar nu blijkt dat deze mix ook leidt tot ionenmigratie, wat de stabiliteit beïnvloedt.



Kaart van Amsterdam, zo groot als de breedte van een haar, gemaakt van metaal-halide nanokristallen.

## THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS

**Water-induced restructuring of the surface of a deep eutectic solvent**

R. Gera, C.J. Moll, A. Bhattacharjee en H.J. Bakker  
Het toevoegen van water aan een diep-eutectische vloeistof leidt tot een verrassende moleculaire herstructurering van het oppervlak, met gevolgen voor de reactiviteit van de vloeistof.

## NATURE COMMUNICATIONS

**Conformal elasticity of mechanism-based metamaterials**

M. Czajkowski, C. Coullais, M. van Hecke en D.Z. Rocklin  
Een in het lab ontworpen metamateriaal kan als een marionet worden aangestuurd.

## ECOLOGY LETTERS

**Decreasing relatedness among mycorrhizal fungi in a shared plant network increases fungal network size but not plant benefit**

A.van't Padje, M. Klein, V.E.A. Caldas, L. Oyarte Galvez, C. Broersma, N. Hoebe, I.R. Sanders, T.S. Shimizu en E.T. Kiers  
Planten zijn afhankelijk van een voedingsstofhandel in een 'ondergrondse markt' van schimmels. Met behulp van quantum dot-labels is ontdekt dat genetische verwantschap van de schimmels effect heeft op het handelsvoordeel van de plant.

## NANOPHOTONICS

**Super-resolution imaging: when biophysics meets nanophotonics**

A.F. Koenderink, R. Tsukanov, J. Enderlein, I. Izeddin en V. Krachmalnicoff  
Hoe superresolutie microscopietechnieken die ontwikkeld zijn voor de biofysica ook nanofotonische eigenschappen op nanometerschaal kunnen ontrafelen – een perspectief op tien jaar kruisbestuiving tussen twee vakgebieden.

## NUCLEIC ACIDS RESEARCH

**HI-NESS: a family of genetically encoded DNA labels based on a bacterial nucleoid-associated protein**

F.Z.M. Rashid, E. Mahland, M. van der Vaart, D.E.C. Boer, M. Varela Alvarez, B. Henneman, D.J.W. Brocken, P. Voskamp, A.J. Blok, T.S. Shimizu, A.H. Meijer, M.S. Luijsterburg, J. Goedhart, F.G.E. Crémazy en R.T. Dame  
Genexpressie wordt beïnvloed door de organisatie van chromosomaal DNA, maar de meeste beeldvormingsmethoden vervormen ook het DNA. De onderzoekers ontwikkelden een nieuw fluoescerend label gebaseerd op het eiwit H-NS dat deze problemen oplost.

## SCIENCE

**Continuous-wave frequency upconversion with a molecular optomechanical nanocavity**

W. Chen, P. Roelli, H. Hu, S. Verlekar, S.P. Amirtharaj, A.I. Barreda, T.J. Kippenberg, M. Kovylyna, E. Verhagen, A. Martínez en C. Galland  
Met behulp van trillende moleculen slaagden de onderzoekers erin onzichtbaar infrarood licht om te zetten naar zichtbaar licht.

## PHOTONICS RESEARCH

**Hybrid photonic-plasmonic cavities based on the nanoparticle-on-a-mirror configuration**

A.I. Barreda, M. Zapata-Herrera, I.M. Palstra, L. Mercadé, J. Aizpurua, A.F. Koenderink en A. Martínez  
Ontwerp van een nieuw soort trillholte die licht opsluit in een attoliter, tussen een metalen bol en een fotonisch kristal, en dat gedurende de tijd waarin licht normaliter een millimeter reist. •



## 1,1 Miljoen voor onderzoek naar veelbelovende halide-perovskiet materialen

NWO heeft binnen het Open Technology Programme (OTP) 1,1 miljoen euro toegekend aan het onderzoeksvorstel 'Achieving Semiconductor Stability from the Ground Up' van AMOLF-groepsleiders Bruno Ehrler en Erik Garnett.

### Instabiliteit beheersen

Halide-perovskiet is een veelbelovend nieuw materiaal voor de productie van halfgeleiders voor opto-elektronische toepassingen zoals zonnecellen, leds en stralingsdetectoren. De eigenschappen van dit materiaal zijn even goed of zelfs beter dan die van traditionele halfgeleiders. Het materiaal kent echter ook nadelen die een grootschalige implementatie tegenhouden. Zo kan het slecht tegen bepaalde chemische en elektrische omstandigheden. Ook licht en hoge temperaturen maken het materiaal instabiel. De onderzoekers ontwikkelen in het voorgestelde onderzoek nieuwe detectiemethodes waarmee ze - met nanometer ruimtelijke resolutie - de verandering van halide-perovskiet onder invloed van licht of elektrische invloeden kunnen volgen. Met de verkregen inzichten kunnen ze de (in)stabiliteit van halide-perovskiet beter controleren, waardoor ze de degradatie

kunnen verminderen en perovskiet materialen kunnen maken waarvan de eigenschappen geprogrammeerd kunnen worden. Met de honoreringen in het OTP financiert NWO excellent onderzoek met een

focus op implementatie van de resultaten. Naast AMOLF is een drietal bedrijven betrokken bij het project: EDAX (onderdeel van Ametek), CL Solutions (onderdeel van Delmic) en Amsterdam Scientific Instruments (ASI). •

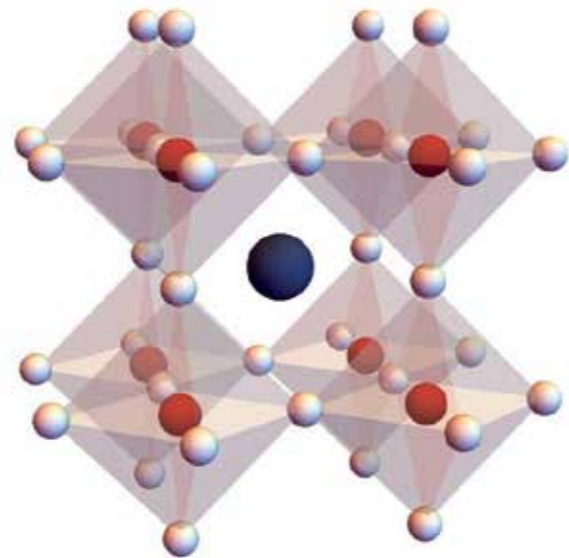


Foto: Wessel Zwart

Foto: AMOLF

## Chemische reacties bekijken en sturen met licht

AMOLF en de Universiteit Utrecht hebben binnen het programma Sleuteltechnologieën, onderdeel van het Kennis- en Innovatieconvenant (KIC) van NWO, 1,9 miljoen euro ontvangen om radicaal nieuwe katalytische reactoren te ontwikkelen met plasmonische systemen.

Het project Sensing and Steering Catalytic Reactions with Light (CatLight) is een multidisciplinaire samenwerking tussen AMOLF (Alarcón Lladó, Albrecht, Ehrler, Garnett en Polman), de Universiteit Utrecht (Weckhuysen, Hutter, Rabouw) en de industriële partners BASF, ExxonMobil, Shell, Toyota, DENSsolutions en Delmic.

In chemische reactoren is veel energie nodig voor reacties met katalysatoren, hulpstoffen die een reactie in gang zetten of versnellen. Binnen het CatLight-project worden conventionele warmtebronnen vervangen door bronnen gebaseerd op licht- en nanofotonische concepten, waardoor een nieuw platform ontstaat voor efficiënte katalyse met een grote nauwkeurigheid.

### Onderzoek

Het consortium ontwikkelt een geheel nieuwe methode om commercieel relevante katalytische processen actiever, selectiever en energiezuiniger te maken. Het combineert daarvoor de uitgebreide ervaring met licht-materie interacties bij AMOLF, de unieke spectroscopische technieken voor het onderzoeken van katalytische processen aan de Universiteit Utrecht, en de know-how van chemische reacties van de chemische en analytische industriële partners.

CatLight gaat intense lichtpulsjes gebruiken om chemische reacties te controleren op de plek van de katalysator. Daarvoor plaatsen de onderzoekers in het reactievat een 3D-netwerk van optische golfgeleiders met plasmonische nanoreactoren. In die plasmonische nanodeeltjes worden de lichtpulsjes uit de golfgeleiders geabsorbeerd en omgezet in warmte. Deze nanoreactoren worden zo lokaal verwarmd, in tegenstelling tot wat plaatsvindt in de huidige chemische reactoren. Tegelijkertijd maakt de optische excitatie het mogelijk 'mee te kijken' met de reactie. Via het optische 3D-netwerk kunnen de onderzoekers tijdens de reactie realtime thermische en spectroscopische metingen doen aan de stoffen in de chemische reacties, en zo deze reacties in ruimte en tijd volgen.

Door deze nieuwe optisch aangedreven katalysetechnologie worden energie en warmte zeer lokaal ingezet bij chemische reacties. Dat leidt tot een ingrijpende andere manier van katalyseren en daarmee tot een duurzamere manier om belangrijke chemische reacties uit te voeren. •

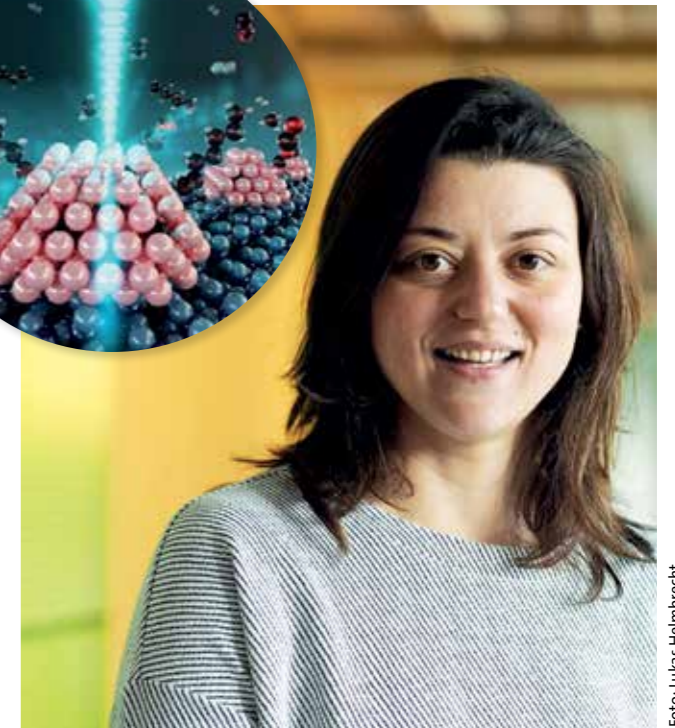
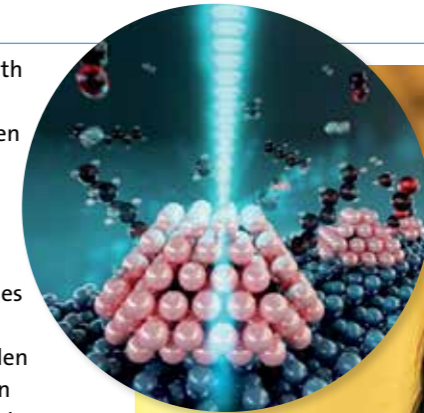


Foto: Lukas Heimbrecht

“Het gebruik van licht biedt de mogelijkheid om chemische reacties te beheersen op een manier die we met conventionele verwarming nooit kunnen bereiken. Door licht geïnduceerde verwarming met lichtpulsjes kunnen we bijvoorbeeld op korte tijdschaal sterke energiegadiënten creëren, waardoor chemische reactieroutes gerealiseerd worden die nu nog niet mogelijk zijn.”

Esther Alarcón Lladó  
consortiumleider



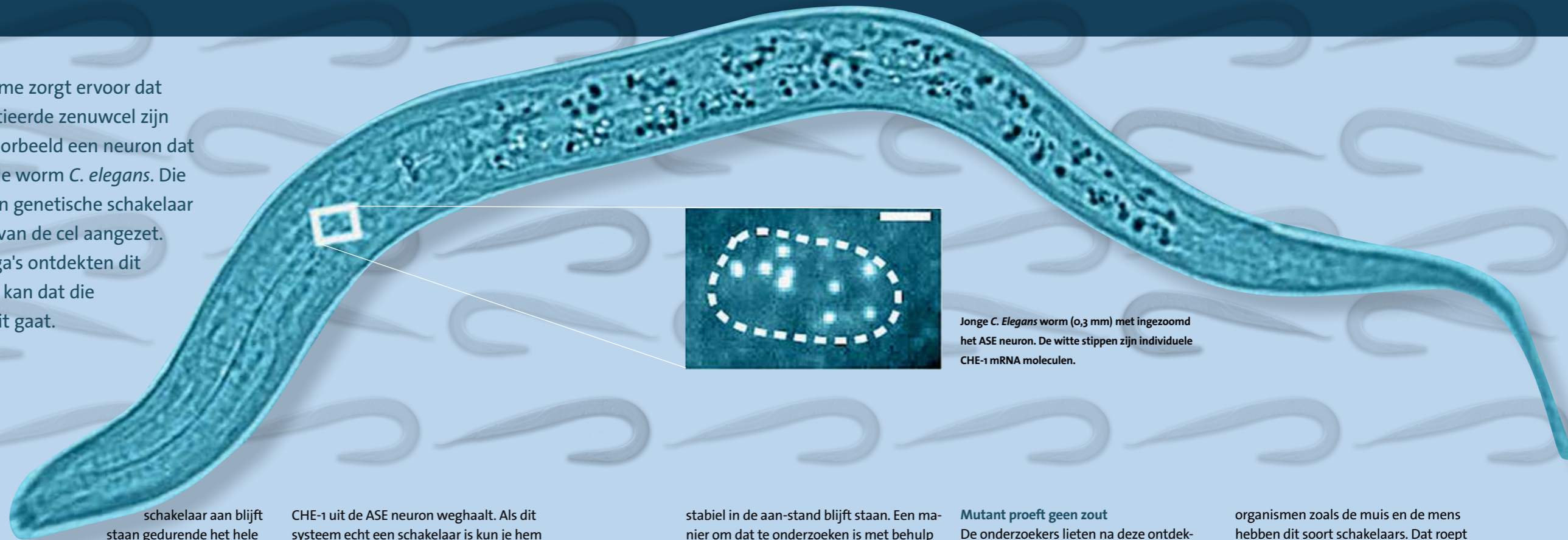
### TEKNOLOGY

Op 31 mei nam de Soft Robotic Matter groep deel aan het door NWO georganiseerde TEKNOLOGY 2022 Innovation Festival. Ze presenteerden hier onder andere de zachte grijphand en een viervoetige lopende robot die een vloeistofcircuit gebruikt om de verschillende poten aan te sturen. Op de foto de aanwezige groepsleden, v.l.n.r.: Jelle de Vries, Sergio Picella, Alberto Comoretto en Mannus Schomaker. •

# *C. elegans* schakelt zijn neus voor **zout** niet per ongeluk uit

Een genetisch mechanisme zorgt ervoor dat een eenmaal gedifferentieerde zenuwcel zijn identiteit behoudt, bijvoorbeeld een neuron dat zout kan detecteren in de worm *C. elegans*. Die identiteit wordt door een genetische schakelaar tijdens de ontwikkeling van de cel aangezet. Jeroen van Zon en collega's ontdekten dit mechanisme en hoe het kan dat die schakelaar nooit meer uit gaat.

Tekst: Bastienne Wentzel



Jonge *C. Elegans* worm (0,3 mm) met ingezoomd het ASE neuron. De witte stippen zijn individuele CHE-1 mRNA moleculen.

Tijdens de ontwikkeling van een organisme krijgt iedere cel een eigen identiteit, zoals een spiercel of zenuwcel. Genetische schakelaars in de cel zetten die functie tijdens de ontwikkeling aan. Een voorbeeld van zo'n schakelaar bevindt zich in het ASE neuron, een speciale zenuwcel in het wormpje *C. elegans* dat zout kan detecteren om voedsel te vinden. De schakelaar in het ASE neuron is het eiwit CHE-1. Dit eiwit stimuleert niet alleen de productie van honderden verschillende andere eiwitten, die samen verantwoordelijk zijn voor het waarnemen van zout, maar ook de productie van zichzelf. Hierdoor blijft CHE-1, als het eenmaal tijdens de embryonale ontwikkeling is aangezet, permanent in het ASE neuron aanwezig – de schakelaar is aangezet. Zonder CHE-1 kan het wormpje geen zout waarnemen. Het is dus belangrijk dat de

schakelaar aan blijft staan gedurende het hele leven van het diertje. Van Zon merkte op dat de productie van eiwitten zoals CHE-1 in de cel sterk kan variëren. Daardoor zou de schakelaar door toevallige fluctuaties in de cel ook af en toe spontaan uit moeten gaan. Waarom gebeurt dat niet? vroeg hij zich af. Is het wel een 'echte' schakelaar? In samenwerking met onder anderen Gert Jansen, specialist op het gebied van *C. elegans* aan het ErasmusMC in Rotterdam, onderzocht hij deze vragen.

#### Sterke binding

Om te beginnen toonden de onderzoekers aan dat het daadwerkelijk om een schakelaar gaat. Met een techniek die het mogelijk maakt om één enkel molecuul te meten in een cel bestudeerden de onderzoekers wat er gebeurt als je alle

CHE-1 uit de ASE neuron weghaalt. Als dit systeem echt een schakelaar is kun je hem op die manier uitzetten, en weer aanzetten door het eiwit terug te brengen. Is het geen schakelaar, maar zorgt het eiwit voor een permanente verandering in de cel, dan kun je het eiwit weghalen zonder dat het ASE neuron zijn identiteit en zijn vermogen zout te detecteren verliest. Het eerste bleek het geval. Van Zon zegt dat dit de eerste keer is dat is aangetoond dat een dergelijke genetische schakelaar ook uit kan. "Het mooiste vind ik dat we met een simpele manipulatie de cel zijn identiteit kunnen laten vergeten en zo een grote potentiële zwakte van dit soort schakelaars kunnen laten zien."

#### Simulatie ontdekt stabiliteit

Dan blijft de vraag waarom onder normale omstandigheden deze schakelaar zo

stabiel in de aan-stand blijft staan. Een manier om dat te onderzoeken is met behulp van computersimulaties. De computer berekent wat er gebeurt als er iets verandert in de cel, bijvoorbeeld de concentratie of bindingssterkte van het CHE-1 eiwit. Uit de berekeningen bleek dat de schakelaar extreem lang in de aan-stand bleef staan wanneer CHE-1 veel sterker zijn eigen productie stimuleerde dan die van alle andere eiwitten die voor het waarnemen van zout verantwoordelijk zijn. In dat geval is het namelijk zo dat als door een natuurlijke fluctuatie in de cel de hoeveelheid CHE-1 heel laag wordt, de aanmaak van die andere eiwitten - en dus het waarnemen van zout - tijdelijk wordt stopgezet om er voor te zorgen dat de productie van CHE-1 zelf weer op peil komt. Dat is een zichzelf versterkend effect waardoor de schakelaar aan blijft staan.

#### Mutant proeft geen zout

De onderzoekers lieten na deze ontdekkingen ook zien dat de resultaten in de praktijk kloppen. Zo maakten ze een genetische mutatie in het wormpje waardoor het eiwit CHE-1 juist niet meer goed zijn eigen productie aan kan zetten. Zoals verwacht gaat de schakelaar in dat geval al snel spontaan uit en kan het diertje geen zout meer proeven. Van Zon denkt dat dit mechanisme van een stabiele schakelaar wel eens in meer cellen een rol kan spelen. "Ook andere

organismen zoals de muis en de mens hebben dit soort schakelaars. Dat roept bij mij de vraag op of dit mechanisme heel algemeen is. Kunnen onze zenuwcellen ook worden uitgezet door één eiwit weg te halen? En zo ja, gebruiken ze dan dit mechanisme om dit te voorkomen tijdens de vele decennia dat die cellen in onze hersenen leven? Daarom willen we dit idee breder gaan testen met andere cellen, eerst in *C. elegans* en later ook in andere dieren." •

**Referentie:** Joleen J.H. Traets, Servaas N. van der Burght, Suzanne Rademakers, Gert Jansen, Jeroen S. van Zon, *Mechanism of life-long maintenance of neuron identity despite molecular fluctuations*, eLife, 6 januari (2022). doi: 10.7554/eLife.66955

# AMOLF bruist

## LMPV symposium

Op de foto de deelnemers aan het jaarlijkse *Light Management in Photovoltaics* (LMPV) symposium op 17 juni voor het AMOLF gebouw. De sprekers waren Anna Fontcuberta i Morral (EPFL), Bob van der Zwaan (Universiteit van Amsterdam), Prashant Kamat (University Notre Dame, IN, USA) en Patricia Schulze (Fraunhofer ISE). Aan het einde van de dag werd afscheid genomen van TNO ECN en AMOLF onderzoeker Wim Sinke die met pensioen gaat. Zie ook het interview met Sinke op bladzijde 6-9.



17  
JUNI 2022



25  
MEI 2022

## DACG Voorjaarsbijeenkomst

Op 25 mei organiseerde de Dutch Association for Crystal Growth (DACG) haar voorjaarsbijeenkomst op AMOLF, met als lokale organisatoren AMOLF groepsleider Wim Noorduyn en PhD student Marloes Bistervels. Naast een breed scala aan kristallisatie- en nucleatiegerelateerde onderwerpen stond ook de uitreiking van de KNCV Piet Bennema Kristalgroei prijs 2021 op het programma. Hans Hendrikse, promovendus uit de Self-Organizing groep was een van de drie genomineerden voor deze proefschriftprijs, die gewonnen werd door Ricardo Cunha (Institute of Energy and Environmental Technology in Duisburg).

## Future of the Physics of Life workshop

De internationale workshop *The Future of the Physics of Life* op 16 en 17 juni, georganiseerd door groepsleiders Pieter Rein ten Wolde en Tom Shimizu, was met ruim 100 deelnemers een groot succes. De workshop concentreerde zich op recente ontwikkelingen in de biofysica en de toekomst van dit onderzoeksveld. De deelnemers waren enthousiast over de uitstekende voordrachten, de inspirerende discussies en de goede uitwisseling van ideeën.



16/17  
JUNI 2022

## AMOLF Summerschool 2022

Eind juni druppelden bij AMOLF de internationale gastonderzoekers binnen. Twee weken lang troffen internationale samenwerkingspartners op het gebied van nanophotonics, photovoltaics en energy materials en AMOLF-studenten elkaar tijdens lezingen, discussies en experimenten. Het hoogtepunt van de zomerschool was een workshop bij Artis op 1 juli. Het laatste onderdeel was de discussiesessie 'Am I Alone?' georganiseerd door de PhD studenten, waarin ze door medestudenten voorgedragen dilemma's van jonge onderzoekers ter discussie stelden. •



1  
JULI 2022

BLIK OP DE ALUMNUS

# Veroudering van schilderijen op **moleculair niveau** snappen

Tekst: Anita van Stel

“Hoe komt de wittige waas op de Nachtwacht? Waarom migreren loodionen uit een verflaag naar het oppervlak en verschijnen er kristallen? Die complexe processen in verf willen we op moleculair niveau snappen.”

Aan het woord is prof. dr. Katrien Keune, hoofd Science van het Rijksmuseum. Op 1 oktober 2021 werd ze benoemd tot bijzonder hoogleraar Moleculaire Spectroscopie aan de Universiteit van Amsterdam. Bij het Rijksmuseum geeft Keune leiding aan een divers team van meer dan tien bètawetenschappers. Ze promoveerde in 2005 bij AMOLF bij Jaap Boon en was er van 2005 tot 2006 postdoc.

## Boon legde de basis

“Het Molart onderzoek van Jaap Boon, dat in 1996 op AMOLF startte, was het eerste project in Nederland waarin op een moleculaire manier naar schilderijen gekeken werd”, stelt Keune. Mijn promotieonderzoek wees uit dat pigmenten en bindmiddelen in verf veel meer met elkaar geïntegreerd waren dan iedereen dacht.” Onder leiding van Boon werd de basis gelegd voor het onderzoek aan verouderingsprocessen van schilderijen met massaspectrometrie. Secondary-ion mass spectrometry (SIMS) was toen een van de nieuwere technieken, zegt Keune. De toepassing van moleculaire spectroscopie (met zichtbaar licht, UV-, infrarood- en röntgenstraling) in haar huidige onderzoek, onder meer naar de Nachtwacht, steunt op de AMOLF-fundamenten.

## Staven met wetenschappelijke data

“Aan de verandering van het uiterlijk van schilderijen zitten veel facetten”, legt Keune uit. “De Nachtwacht ziet er niet uit zoals Rembrandt hem 380 jaar geleden schilderde. De kleuren zijn vervaagd en er zijn korsten ontstaan van nieuw gevormde zouten vermengd met oude vernisresten. Hoe kun je die veilig verwijderen? Ons vakgebied is relatief jong en heel veel weten we nog niet. Naast de analyse

met spectroscopietechnieken onderzoeken we in het lab bijvoorbeeld ook reinigingsmethodes. Elk besluit tot reiniging of restauratie wordt gestaafd met wetenschappelijke data.”

## Materialen

Dat een scheikundige in een museum gaat werken ligt niet voor de hand. Voor Keune is het Rijksmuseum de ideale omgeving: “Binnen dit vakgebied wordt iedereen gedreven door één gezamenlijk doel: we willen allemaal het beste voor ons erfgoed en met de gezamenlijke expertise komen we verder.” Terugblikkend op haar tijd bij AMOLF zegt Keune dat het instituut haar als jonge wetenschapper een vruchtbare basis gaf: “Ik kon me optimaal ontwikkelen. Overigens was de multidisciplinaire manier van werken, met Humanities en Kunstgeschiedenis, destijds revolutionair. In de manier waarop Keune naar kunst kijkt, schuilt de parallel met de collega's bij AMOLF: “Ik ben breed geïnteresseerd in kunst, maar vooral geïntrigeerd door de materialen die kunstenaars gebruiken en de functie die ze een materiaal geven.”

## Leerstoel

Keune is benoemd op de John van Geuns leerstoel Moleculaire Spectroscopie. De leerstoel is ondergebracht bij de groep voor Moleculaire Fotonica bij het Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences en valt binnen het focusgebied Chemistry of Complex Systems and Materials. Keune ontwikkelt daar het vak Analytical methods for cultural heritage, dat in januari 2023 start. “We willen studenten leren om met een multi-analytische toolbox complexe vraagstellingen rondom objecten te onderzoeken.” •



Foto: Jordi Huisman

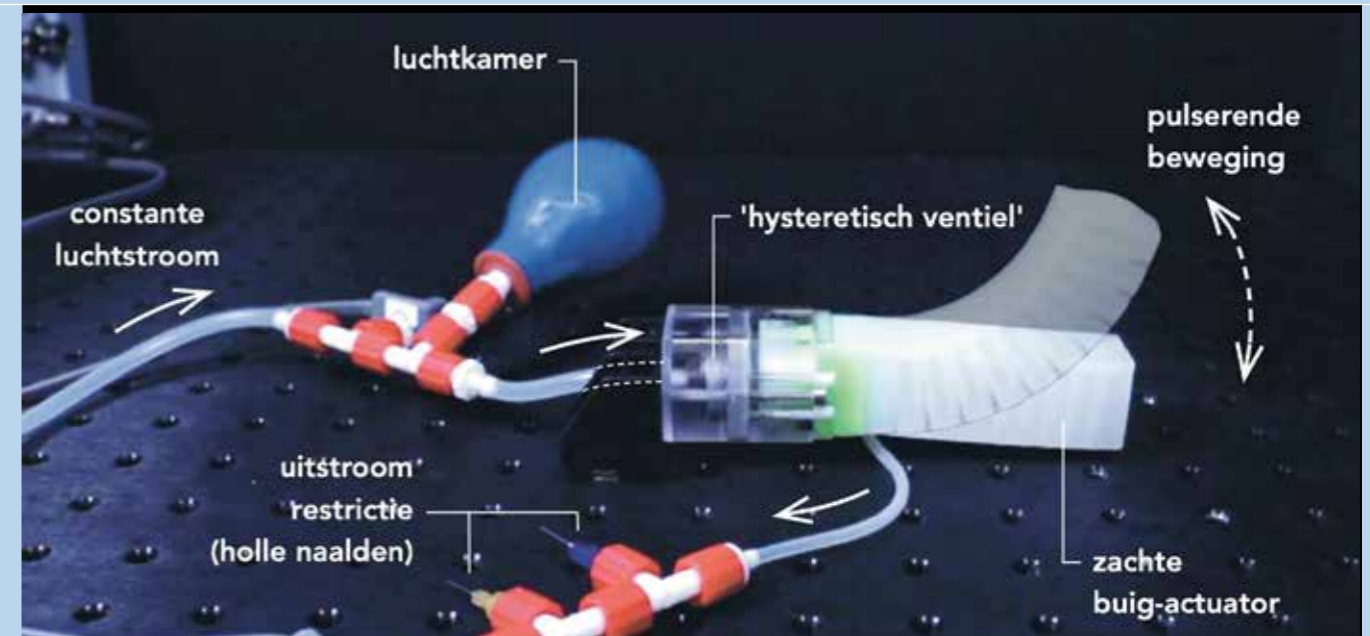


# Sputterende ketchupfles laat zachte robots soepel lopen



Een slim ontworpen drukventiel laat zachte robots zonder computerbesturing reageren op hun omgeving. Dat brengt robots dichterbij die bewegen en voelen als levende wezens. Zulke ontwerpen zijn beter geschikt voor het verkennen van ruig en onbekend terrein of voor medische toepassingen.

Tekst: Gieljan de Vries • Foto's en illustratie: AMOLF



Bij robots denken we vaak aan onbuigzame machines, aangestuurd door een centrale computer die over elke stap moeten nadenken. Levende wezens bewegen juist soepel doordat er intelligent gedrag zit ingebakken in hun lichaam. Dat lijkt ideaal voor robots die voortdurend moeten omgaan met mensen, zoals in de medische zorg. Het onderzoeksveld van soft robotics werkt dan ook aan robots van zachte, flexibele materialen.

Bas Overvelde, hoofd van de Soft Robotic Matter groep: "Wij willen robots maken zonder centrale computer, die kunnen bewegen en reageren op hun omgeving dankzij ingebouwde reflexen in het robotlichaam." In het vakblad *Matter* presenteert Overvelde's team zo'n zachte robot die werkt op luchtdruk, zonder elektronica. De robot loopt én kan van ritme veranderen door te reageren op de omgeving, dankzij een slim ontworpen ventiel.

## Ketchupfles

Het hart van de nieuwe zachte robot is een 'hysteretisch ventiel', zoals de onderzoekers hun uitvinding noemen in hun publicatie. Buitenstaanders zouden het ventiel kunnen herkennen als een variant op de opening van een ketchupfles. "Dat zorgt ervoor dat je ketchup makkelijk kunt doseren en dat de vloeistof niet lekt", zegt Overvelde: "Toch gaat de ketchup soms sputteren als je 'm ondersteboven houdt en er hard in knijpt." De opening klappert dan snel open en dicht. Moderne flessen zijn aangepast zodat ze zo min mogelijk sputteren, maar Overvelde en collega's vroegen zich juist af of je met dit normaal gesproken ongewenste gedrag een robot kan laten bewegen.

In een computermodel ontwierpen de onderzoekers eerst de eigenschappen van het ventiel, zoals de stijfheid van de minuscule

flapjes in de ventielopening. Daarna werden de ventielen gemaakt door siliconenrubber in een nauwkeurig 3D-geprinte mal te gieten. Met een laser sneden ze daarin kleine inkepingen. Zo ontstaat een ventiel dat normaal dicht is, opeens opengaat als de druk hoog genoeg is, en pas weer sluit als de druk een stuk is gezakt. Sluit je dit ventiel aan op een pomp en reservoir, dan ontstaat vanzelf een ritme van druk opbouwen en lucht doorlaten. Zo worden de 'spieren' van de zachte robot afwisselend opgepompt en ontspannen.

Het nieuwe onderdeel lijkt simpel, maar bleek verborgen krachten te hebben, vertelt promovendus Luuk van Laake. "Toen we een computermodel maakten van twee van zulke ventielen die waren aangesloten op hetzelfde reservoir, bleken ze heel precies om en om in beweging te komen. Compleet onverwacht, maar het bleek vervolgens ook echt te werken." Zo konden de onderzoekers

een vierpotige robot bouwen met een natuurlijk loopritme, zonder commando's van buitenaf. Ook een zachte grijpband met vijf ritmisch trommelende vingers bleek haalbaar.

## Reageren op de omgeving

De ultieme droom van zachte robotontwerpers is een robot die niet alleen beweegt, maar ook reageert op zijn omgeving. Van Laake: "Uiteindelijk wil je een robot die vanzelf van loopritme verandert als die een obstakel tegenkomt, puur omdat de 'spieren' en 'gewrichten' reageren op de tegendruk." Dat reageren op de omgeving lukt in

het lab al aardig. Als de onderzoekers kortstondig een luchtslangetje afsluiten door er even in te knijpen, verandert de druk in het robotlichaam. De robot schakelt dan naar een ander loopritme. "Onze zachte robot kan reageren op de omgeving zonder dat daar opdrachten van een centrale computer voor nodig zijn", legt Van Laake uit.

## Efficiënt

Voordat de zachte robot aan het zorgbed staat, is er nog een weg te gaan. Maar de vooruitzichten zijn goed, denken de onderzoekers. Overvelde: "Je ziet hier hoe je met simpele onderdelen complex gedrag kunt maken, zonder een computer die elke

beweging heeft voorgekauwd." Een zachte robot die beweegt door ingebouwde natuurlijke reflexen scheelt volgens Van Laake niet alleen rekenkracht, maar ook energie. "In levende wezens zie je ook dat veel beweging en gedrag voortkomt uit de bouw van het lichaam en de mechanica van spieren in plaats van allemaal te worden voorgeschreven vanuit de hersenen." Zo balanceert ons hart automatisch de druk in de linker- en rechterkamer, en hergebruiken we de elastische energie die tijdens het lopen bij elke stap wordt opgeslagen in onze pezen. "Dat blijkt enorm efficiënt. Er is wat dat betreft nog heel veel gedrag om te verkennen." •

**vimeo** Video van dit onderzoek: [vimeo.com/726720105](https://vimeo.com/726720105)

**Referentie:** Lucas C. van Laake, Jelle de Vries, Sevda Malek Kani, Johannes T.B. Overvelde, *A fluidic relaxation oscillator for reprogrammable sequential actuation in soft robots*, *Matter*, 8 juli (2022) doi.org/10.1016/j.matt.2022.06.002

## Wie heeft de beste zachte robot?

Begin april troffen zachte robotica onderzoekers elkaar tijdens het jaarlijkse RoboSoft congres in Edinburgh. Naast lezingen was er door de organisatie ook een dag uitgetrokken voor een wedstrijd voor zachte robots. De Soft Robotic Matter groep van Bas Overvelde was een van de zes deelnemende teams.

Het AMOLF-team werd flink uitgedaagd. De focus lag dit jaar op de autonomie van de zachte robots en voor het eerst moesten de robots objecten zelfstandig lokaliseren, oppakken en verplaatsen. Een lastige, maar wel ontzettend leuke opdracht was het oppakken van een whiskyfles met een grijpparm om vervolgens een glas vol te schenken.



Foto's: AMOLF

Voor technicus Niels Commandeur was het een leuke en leerzame ervaring. Hij kijkt terug: "Het was mooi om te zien dat de teams succes hadden met vaak heel verschillende oplossingen en dat er dus niet maar één goedwerkende aanpak is."

Behalve Commandeur deden ook de onderzoekers Jelle de Vries, Sergio Picella en Shibo Zou mee aan de wedstrijd. Helaas ging een ander team er met de prijs vandoor...

## AMOLF in nieuw consortium voor ontwikkeling perovskiet zonnecelfolie



Foto: TNO Research

Onder leiding van AMOLF-groepsleiders in het Light Management in New Photovoltaic Materials (LMPV) expertise centrum is een nieuw consortium opgezet voor de ontwikkeling van perovskiet zonnecelfolies die geschikt zijn voor rolproductie. Dit consortium ontving recent een Kennis- en Innovatieconvenant (KIC) subsidie van NWO binnen de call 'Innovaties voor wind- en zonne-energie'. De samenwerkende partijen in het consortium zijn academische organisaties en mkb-bedrijven. Het totale toegekende bedrag is 1,5 miljoen euro.

### Fundamenteel onderzoek

In het project werken materiaalonderzoekers aan de ontwikkeling van tandem zonnecelfolies (twee zonnecellen in serie) gebaseerd op halide-perovskieten. Dit materiaal heeft een rendement van 25% voor de omzetting van zonlicht naar elektriciteit en wordt op een innovatieve en milieuvriendelijke manier geproduceerd. Op dit moment ontbreken voor de productie van deze folies nog twee essentiële elementen: een perovskiet

materiaal met een lage bandkloof en een materiaal wat de in de folies gegenereerde electriciteit efficiënt kan transporteren. De onderzoekers beogen in de toekomst een duurzame en schaalbare productietechnologie mogelijk te maken. Om het aandeel van schadelijk lood te verminderen fabriceren ze op tin gebaseerde lage bandkloof halide-perovskiet folie met een optimaal fotonvoltaïsch rendement.

### Van wetenschap naar maatschappij

Naast de wetenschappelijke vraagstukken zal het consortium ook onderzoeken hoe de opgedane kennis toegepast kan worden in de maatschappij. Hiervoor analyseren de onderzoekers de economische levenscyclus van de materialen in de nieuwe, circulaire producten. Een voordeel van de rolproductietechnologie is dat het opschaling van de productie van dunne folies mogelijk maakt: dit gaat zelfs honderd keer sneller dan de productie van conventionele silicium zonnepanelen. Een belangrijke focus van het consortium ligt daarom op het overbrengen van kleinschalige productie (in laboratoria) naar groot-schalige rolproductie.

De betrokken organisaties in het PerFoRM (Perovskite Foils by Roll-to-roll Manufacturing) consortium zijn: AMOLF, Universiteit van Amsterdam (UvA), TNO Energy Transition - Solliance, VDL Enabling Technologies Group, SALDtech, HyET Solar, Delmic CL Solutions en Roland Berger Consulting.



Foto: AMOLF

### Cum laude promotie

"Ik was verrast en zag het helemaal niet aankomen. De speech van Albert Polman raakte me."

Op 2 juni promoveerde Andrea Cordaro (Photonic Materials) cum laude aan de Universiteit van Amsterdam. Zijn promotors waren Albert Polman, Andrea Alù (CUNY, New York) en Jorik van de Groep (UvA). Cordaro verdedigde zijn proefschrift getiteld *Metasurfaces for analog optical processing: High-index dielectric metasurfaces performing mathematical operations*. We vroegen hem naar zijn ervaringen bij AMOLF en zijn plannen voor de toekomst.

### Waar gaat je onderzoek over?

Met de komst van nieuwe technologieën, zoals augmented reality (AR), zelfrijdende auto's en kunstmatige intelligentie stijgt de vraag naar technieken om razendsnel grote bestanden en afbeeldingen te verwerken. Beeldverwerking gebeurt meestal digitaal, maar de micro-elektronica die hiervoor nodig is vertraagt het proces. Analoge optische verwerking is een veelbelovend alternatief, maar er zijn nog veel beperkingen.

In mijn proefschrift introduceer ik verschillende platforms gebaseerd op meta-oppervlakken die dergelijke beeldverwerkingstaken uitvoeren of complexe wiskundige vraagstukken oplossen. Dit gebeurt op een schaal die past op een computerchip. Die optische verwerking gaat overigens de digitale computers niet vervangen; het is een aanvulling en daarmee een stap in de richting van hybride optische en elektronische dataverwerking.

### Is er AMOLF-onderzoek buiten je eigen vakgebied dat in de afgelopen vier jaar je aandacht trok?

Ik vond vooral de optomechanische nanostructuren die de groep van Ewold Verhagen ontwikkelt fascinerend, omdat deze structuren toegang geven tot de wereld van de quantummechanica.

### Wat was je eerste reactie op je cum laude promotie?

Ik was verrast en zag het helemaal niet aankomen. De speech van Albert Polman raakte me.

### Wat is de volgende carrièrestap?

Ik start in september als junioronderzoeker bij AMOLF. In het najaar wil ik dan op zoek gaan naar een postdoc positie of een technische functie bij een bedrijf.

### En wat zegt promotor Albert Polman?

Andrea heeft een bijzonder proefschrift geschreven op een onderwerp dat voor ons helemaal nieuw was. Hij combineerde ultra-precieze fabricage van nanogestructureerde oppervlakken, theoretische modellering, simulaties en toepassingen in optische en elektronische schakelingen, en dat allemaal op een zeer hoog niveau. Daarbij heeft hij heel efficiënt samengewerkt met internationale partners. En met zijn metaoppervlakken maakte hij de beste zonnecel ooit die met processtappen op AMOLF is gemaakt: een rendement van 33%. Andrea was ook een toegewijde ondersteuner van een groot aantal collega's met wie hij samen experimenten uitvoerde. De cum laude is zeer verdiend.

## Wiskundige bewerkingen met de lichtsnelheid

Het onderzoek van Andrea Cordaro krijgt op AMOLF een vervolg in de onderzoeksgroep van Albert Polman dankzij een OTP financiering van het project *Mathematics at the speed of light: Analog optical computing metasurfaces*. Het project wordt uitgevoerd samen met Jorik van de Groep bij de UvA. Met industriële partners ontwikkelen de onderzoekers nieuwe technieken om schakelbare analoge optische beeldverwerking te realiseren. Samen met WITec (Ulm) en SCIL Imprint Solutions (Eindhoven)

worden nieuwe meetinstrumenten en schaalbare productieprocessen ontwikkeld zodat metaoppervlakken op grote schaal kunnen worden geproduceerd voor toepassingen in bijvoorbeeld augmented reality.

Het NWO-domein Toegepaste en Technische Wetenschappen, verantwoordelijk voor het Open Technologieprogramma, financiert het project met 850.000 euro. De industriële partners investeren 92.000 euro met cash en in-kind bijdragen.

## Nieuwe medewerkers

### OIO'S

Colin Meulblok  
Daphne Dekker  
Finn Bohte  
Parisa Omidvar  
Rohit Raj  
Zabreen Nissar

### POSTDOCS

Nebojsa Jukic  
Patrick Spath  
Vahe Galstyan

### STAGIAIRS

Arik Alderden  
Aymeric Jacquemin  
Benjamin Duncan  
Caspar Breed  
Casper De Ly  
Felix Kahane  
Guusje Mouton  
Lars Peeters  
Leonie Thomas  
Marco Heijnen  
SaFyre Reese  
Thomas Wigmans  
Yunus Taskopru

### GASTEN

Anja Tiede  
Bertrand Braeckveldt

### ONDERSTEUNEND PERSONEEL

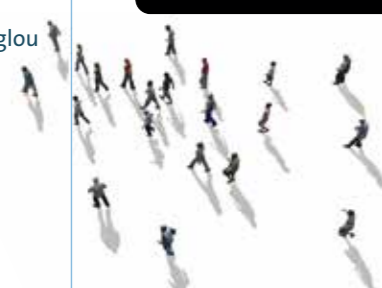
Aniel Sewtahal  
Arthur Karsten  
Kallinikos Taouktsoglou  
Mieke van Berlo  
Puck Beekman  
Remco Kempe  
Sean Mottles •



## Expeditie Next 2022 AMOLF in Franeker

Op 6 mei was de binnenstad van het Friese Franeker omgetoverd tot een groot wetenschapsfestival voor kinderen en hun families. AMOLF deed mee met een hologram-opstelling in theater De Koornbeurs. De bezoekers konden daar een levensgroot hologram van zichzelf laten maken en bewonderen, en er een kleinere versie van maken voor op hun smartphone. Met 5000 bezoekers was deze tweede editie van het Expeditie Next festival, dat wordt georganiseerd in het kader van de Nationale Wetenschapsagenda, een groot succes.

De hologram-opstelling staat ook op het Open Dag programma (1 oktober). •



## AGENDA

9

SEPTEMBER

**Symposium**  
*Light for Driving  
and Monitoring  
Chemical Reactions*

1

OKTOBER

**Open dag**  
Amsterdam  
Science Park

2

NOVEMBER

**Symposium**  
*Information  
in Matter*

## IN DE PRIJZEN



**Nika van Nielen** (Photonic Materials groep) kreeg op de Nanometa2022 conferentie in Seefeld (Oostenrijk) een van de twee Nanophotonics Poster Awards voor haar poster: *Time-resolved pump-probe cathodoluminescence spectroscopy on Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>*. •

**Ariane Mader** (Self-Organizing Matter groep) won de posterprijs in de categorie Chemistry of Materials tijdens NWO Chains (online) met haar poster *Multi-Layered Barium Carbonate Structures Induced by the Small Organic Dye Acid Orange 7*. •



Met haar lezing *Light-controlled nucleation and shaping of self-assembling nanocomposites* viel **Marloes Bistervels** (Self-Organizing Matter groep) twee keer in de prijzen: op 25 april won Bistervels de jaarlijkse Young Speakers Contest tijdens de Fysica2022 dag van de NNV, en op 15 juni kreeg ze de Lecture Award tijdens de 1st Annual HIMS Meeting. •



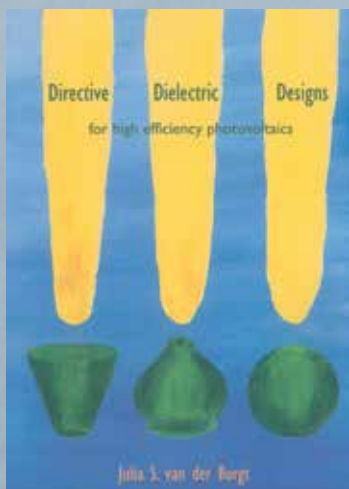
**Alex Lambertz** (3D Photovoltaics groep) won de prijs voor beste presentatie tijdens het *Latsis Symposium on Earth-Abundant Materials for Future Photovoltaics – SeeFuturePV* in Lausanne. De titel van zijn voordracht was *Ultra-Thin Si Solar Cells With Hyperuniform Disordered Light Trapping*. •



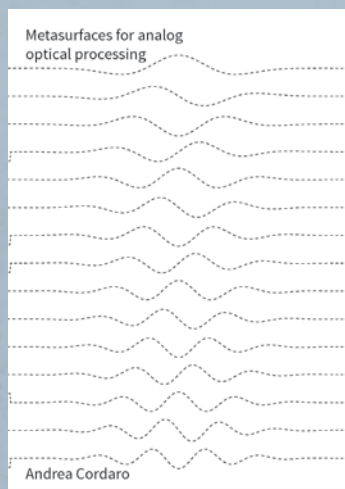
**WOMBAT** 2022  
4<sup>th</sup> Workshop on Optomechanics and Brillouin Scattering  
Max Planck Institute for the Science of Light, Erlangen, Germany

**Jesse Slim** (Photonic Forces groep) ontving voor zijn lezing *Chiral thermal transport induced by optomechanically-mediated synthetic magnetism* de prijs voor beste lezing tijdens het congres WOMBAT2022. •

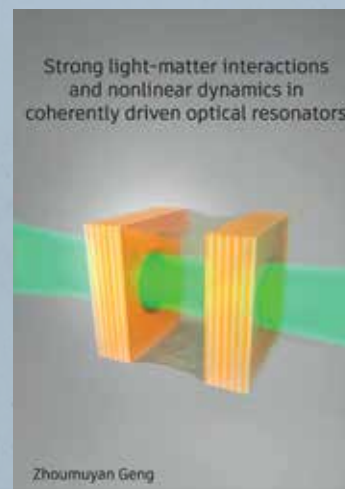
# AMOLF proefschriften JANUARI - JULI 2022



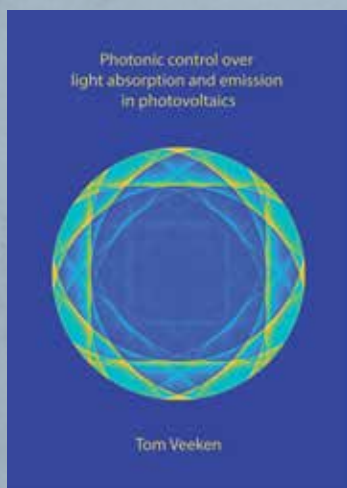
**Directive dielectric designs for high efficiency photovoltaics**  
Julia van der Burgt  
Universiteit van Amsterdam



**Metasurfaces for analog optical processing: high-index dielectric metasurfaces performing mathematical operations**  
Andrea Cordaro  
Universiteit van Amsterdam



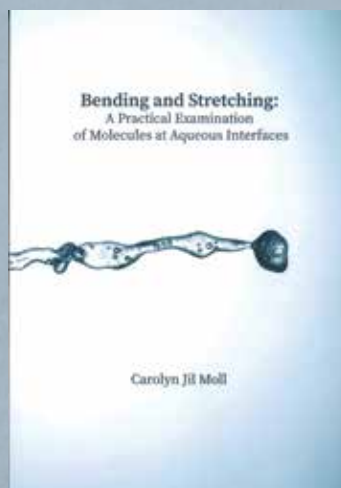
**Strong light-matter interactions and nonlinear dynamics in coherently driven optical resonators**  
Zhounmuyan Geng  
Universiteit van Amsterdam



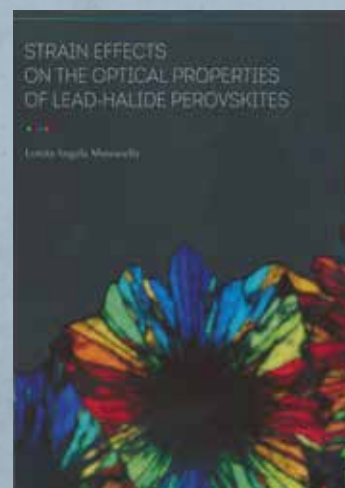
**Photonic control over light absorption and emission in photovoltaics**  
Tom Veeken  
Universiteit van Amsterdam



**Ion migration in lead halide perovskite solar cells**  
Lucie McGovern  
Rijksuniversiteit Groningen



**Bending and stretching: a practical examination of molecules at aqueous interfaces**  
Carolyn Moll  
Universiteit van Amsterdam



**Strain effects on the optical properties of lead-halide perovskites**  
Loreta Muscarella  
Rijksuniversiteit Groningen