

University of Groningen

Moeiteloos inhaleren

Frijlink, H.W.

Published in:
New scientist

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2018

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Frijlink, H. W. (2018). Moeiteloos inhaleren. *New scientist*, (Special 'Engineering in Groningen'), 28-29.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Engineering

in Groningen

een uitgave van
NewScientist

MING CAO

LAAT ROBOTS SAMENWERKEN
DANKZIJ ALGORITMES UIT
DE NATUUR

JACQUELIEN SCHERPEN

OVER SAMENWERKING MET
BEDRIJVEN, BAANBREKEND
ONDERZOEK EN AMBITIES

REVOLUTIE

IN MICRO-ELEKTRONICA
DOOR SPINNENDE
ELEKTRONEN





Faculty of Science and Engineering



The Faculty of Science and Engineering encompasses a vast array of disciplines and research strengths.

We offer a broad range of Bachelor's and Master's degree programmes in the fields of Science, Engineering and the Life Sciences.

Our 11 research institutes pursue fundamental questions while collaborating with partners from industry, the medical world, and other realms of society, on the international and national level.

Education



5,700 students

39 degree programmes
of which:

37 international

18 in engineering

Engineering fields



- Smart industry
- Biobased materials
- Data science and artificial intelligence
- Complex systems
- Chemical, cellular and pharmaceutical engineering
- Electronics of materials
- Energy
- Mechanical engineering of materials
- Advanced Instrumentation & Big Data
- Biomedical engineering

Research



- 11 research institutes
- 1,330 scientific staff:
50% international
830 PhD students
- 1,800 publications a year
EUR 135 mln annual budget

Meer over de Faculty of
Science and Engineering
vind je op
www.rug.nl/fse/



Elmer Sterken



Jasper Knoester



Groningse Ingenieurs

Bij de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) leggen wij de lat hoog: als brede klassieke universiteit willen we in iedere discipline of tot de wereldtop behoren of er zo dicht mogelijk bij zijn. Op onze bètafaculteit, de Faculty of Science and Engineering, zijn we een heel eind op weg. We hebben niet voor niets een Nobelprijswinnaar op scheikundegebied in huis.

Wat velen in Nederland niet weten, is dat de RUG tientallen jaren terug al de ingenieursgraad verleende. Vandaag de dag mogen afgestudeerden van zes technische masters de ir-titel voeren, zoals Technische Natuurkunde en Technische Wiskunde. De ontwikkelingen in onze Bachelor- en Masteropleidingen staan niet stil. We zorgen voor interessante kruisbestuivingen met andere faculteiten. Dat heeft ooit de Master Technische Bedrijfskunde opgeleverd; een echte interdisciplinaire studie waarmee dwarsverbanden gelegd worden die synergie opleveren.

Mijn eigen vakgebied is de econometrie; eigenlijk een soort engineering van de economie. Als je het zo bekijkt, is de nanomotor van professor Ben Feringa ook te beschouwen als engineering, maar dan met moleculen. Engineering blijkt bij uitstek hét vakgebied voor de grote vraagstukken in de nabije toekomst. Als verlengstuk van de natuurwetenschappen brengt het theoretisch onderzoek en experimenten samen. Immers, iets willen en kunnen bewijzen, vergt een praktische en vaak technische aanpak.

Bouwers en ontwikkelaars, ik houd van ze. Ik ben er trots op dat we onze technische wetenschappers in deze special van *New Scientist* in de spotlight zetten. Dat we daarmee misschien wel 'het best bewaarde geheim van Groningen' onthullen, soit.

Elmer Sterken
Rector magnificus van de
Rijksuniversiteit Groningen

Streepje voor

Bij de oprichting van het Groningen Engineering Center (GEC) in 2016 noemden we het al het best bewaarde geheim van Groningen: ons onderzoek en onze opleidingen in engineering. Dat is geen loze kreet. Al decennia werken onderzoeksgroepen van onze faculteit in uiteenlopende engineeringrichtingen - van *smart industries* tot *biobased materials*. We merken het ook al jaren in onze studentencijfers. In de laatste acht jaar kiest 27 procent van onze eerstejaarsstudenten voor een van onze engineeringbachelors. We hebben onze engineering zichtbaar gemaakt. Met het Groningen Engineering Center, en ook in de nieuwe naam van onze faculteit. Voor bedrijven is innovatie belangrijk. Veel dingen die we in het dagelijkse leven gebruiken, zijn ontworpen via engineering. We zien dat onderzoek de industrie kan helpen door oplossingen te bieden voor uitdagingen waar ze tegenaan lopen. Ons Groningen Engineering Center biedt bedrijven daarbij het platform en de ingang naar onze onderzoekers. Het verenigt onderzoekers van diverse engineeringrichtingen binnen onze faculteit. Het GEC heeft daarbij een streepje voor. Het is gevestigd in een brede universiteit waar we niet alleen technische studies hebben. Dat betekent dat engineers kunnen samenwerken met onderzoekers die meer fundamentele wetenschap bedrijven, maar ook met wetenschappers in de geneeskunde of economie.

Jasper Knoester
Decaan Faculty of Science and
Engineering

Volg ons ook op



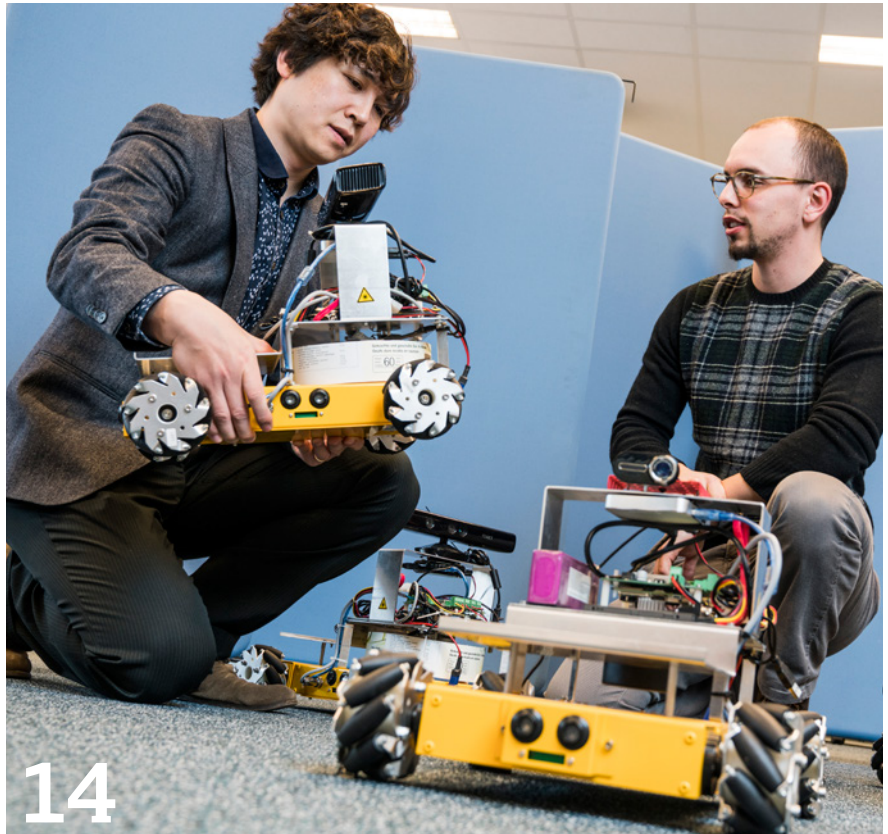
Twitter twitter.com/newscientistnl



Facebook facebook.com/newscientistnl



Instagram instagram.com/newscientistnl



Interviews

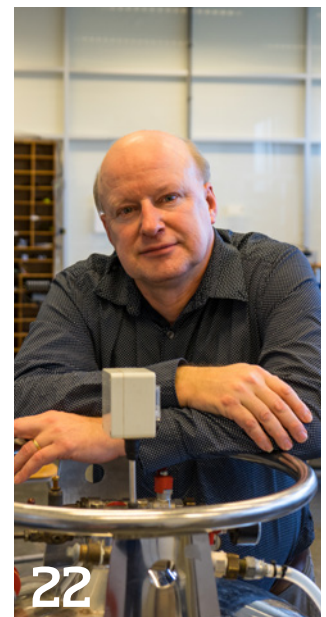
- 06 Jacquelin Scherpen** 'Iets kan technisch mogelijk zijn, maar mensen moeten het wel willen gebruiken'
- 22 Bart van Wees** 'Ik probeer dingen uit te zoeken door iets te bouwen'
- 30 Francesco Picchioni** 'Lesgeven is een afspraak tussen docent en student'

Reportages

- 14 Het lab van Ming Cao** 'Er móeten manieren zijn om individueel denkende robots efficiënt te laten samenwerken, dieren krijgen het ook voor elkaar'
- 20 De week van Kerstin Bunte** 'Het is zwaar, maar daar staat tegenover dat elk nieuw project me weer enthousiast maakt'

Column

- 35 Iris Vis** 'We werken graag samen met partners om de innovatiekracht en kennisbenutting te versterken'





COVERFOTO:
BRAM BELLONI

06 Interview Jacquélien Scherpen

'Het mooie van de RUG is dat we het hele proces, van rekenwerk tot bedrijfsproces, aan de orde laten komen'

In beeld

- 12 Snel. Heel snel** Het grootste cyclotron in Nederland versnelt atoomkernen tot soms wel de helft van de lichtsnelheid – met allerlei praktische toepassingen
- 18 Ondertussen bij Science and Engineering** Oscar Kuipers werkt met zijn team in de Linnaeusborg aan de ontwikkeling van nieuwe antibiotica

- 32 Slimme hulp** Onderzoekscentrum SPRINT loopt voorop in het maken van ortheses: hulpmiddelen die het herstel van knieën en enkels verbeteren en versnellen
- 34 Er schuilt een engineer in iedereen** Science LinX maakt bètaonderzoek en engineering tastbaar voor jongeren via interactieve opstellingen

Infographics

- 26 Zee aan energie** Ocean Grazer is een duurzaam, modulair systeem dat de kracht uit golven en wind omzet in energie en op unieke wijze opslaat
- 28 Moeiteloos inhaleren** Waar andere inhalatoren en medicijnvernevelaars moeilijk in gebruik zijn, levert de lichte Twincer in luttele seconden medicijnen diep in de longen af – zonder gehoest en geproest

COLOFON

KLANTENSERVICE 088-700 2777 of vanuit België: 0031 88 700 2777 voor contact over het lidmaatschap, bestellingen, wijzigingen en vragen. Of mail naar klantenservice@newscientist.nl of kijk op newscientist.nl/faq **Nederland** Postbus 11249, 3004 EE Rotterdam t.n.v. Veen Media, Utrecht **België** Postbus 102, 2910 Essen t.n.v. Veen Media, Utrecht

Tarieven 11 nummers per jaar, incl. porto
Lidmaatschap € 92,85; jongeren € 68,50; Europa € 121,42; buiten Europa € 141,22
Losse nummers € 8,50 (excl. verzendkosten) Een lidmaatschap wordt tot wederopzegging aangegaan, tenzij anders vermeld.

Hoofredactie Jim Jansen
Redactie Jaap Augustinus (beeldredactie), Emmeke Bos, Ruben Boyd, Yannick Fritschy, George van Hal, Marleen Hoebe, Joris Janssen, Wim de Jong (eindredactie), Kristel Kleijer
Tel +31-(0)88-700 2931 **Mail** redactie@newscientist.nl (voor persberichten), info@newscientist.nl (uitsluitend voor vragen aan redactie), lezersservice@veenmedia.nl (voor vragen en wijzigingen in lidmaatschap)
Post Postbus 13288, 3507 LG Utrecht
Bezoek Herculesplein 96, 3584 AA Utrecht
Aan dit nummer werkten mee Jorien Bakker (coördinatie RUG), Pepijn Barnard, Bram Belloni, Gernant Deekens (RUG), René Franssen (RUG), Peter de Jaeger, Monique Kitzen, Peter van der Sijde (RUG), Marcel Spanjer (RUG), Karen Voskamp (RUG), Sebastiaan van de Water, Joost Zonneveld, Mariëlle Zwaanenburg (RUG)
Basisontwerp Sanna Terpstra (Twin Media bv)
Vormgeving Miranda de Groot en Joyce Dekker (Twin Media bv) en Pascal Tieman
Brandmanager Martine Verheij (martine.verheij@veenmedia.nl)
Marketing Milou Snelleman
Sales Alex Sieval (alex.sieval@veenmedia.nl) +31-(0)6 113 803 80
Productiemanager Sonja Bon
Druk Habo DaCosta bv
Distributie Aldipress (NL), AMP (BE)
ISSN 2214-7403
 De uitgever is niet aansprakelijk voor schade als gevolg van druk- en zetfouten.

COPYRIGHT Deze Nederlandstalige *New Scientist* is een maandelijks uitgave van Veen Media onder licentie van Reed Business Information Ltd. De inhoud is deels eerder gepubliceerd in de Engelstalige *New Scientist* © 2018 Reed Business Information Ltd. Alle andere kopij © 2018 Veen Media. Het logo en overige handelsmerken van *New Scientist* zijn eigendom van Reed Business Information Ltd. Niets uit deze uitgave mag op enigerlei wijze worden overgenomen of in een geautomatiseerd gegevensbestand worden opgenomen zonder schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten van de illustraties volgens de wettelijke bepalingen te regelen. Zij die menen nog zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich wenden tot de uitgever.



De Rijksuniversiteit Groningen profileert zich steeds meer op het gebied van engineering. Het is vooral de integrale benadering van technische toepassingen die in het oog springt. Een gesprek met hoogleraar Jacqueliën Scherpen, voorzitter van het Groningen Engineering Center (GEC), over samenwerking met het bedrijfsleven, baanbrekend onderzoek en ambities.

'Iets kan technisch mogelijk zijn, maar mensen moeten het wel willen gebruiken'



Interview Jacqueline Scherpen



$$U = -k_x(x + x_0) - k_y y^2$$

$$S_d = S_I + \frac{1}{2} \|y\|_{k_D}^2$$

$$\left. \frac{dS_d}{dx} \right|_{x=x_*} = 0 \quad \dots \quad \left. \frac{dS_x}{dx} \right|_{x=x_*} = 0$$

$$\left. \frac{dy_i}{dx} k_D y_i \right|_{x=x_*} = 0$$



In case only Φ
PHI (gradient) str
preserved.
Not if D is ad

Tekst: Joost Zonneveld
Beeld: Bram Belloni

Hoe heeft engineering in Groningen zich ontwikkeld?

‘Toen ik hier in 2006 kwam, had ik aan de TU’s van Twente en Delft gewerkt. Daar had engineering een duidelijke plek binnen de universiteit. Hier in Groningen gebeurde veel, maar het was allemaal wat verstopt, verspreid over verschillende instituten. Ik weet nog dat ik op een kennisfestival stond, vertelde dat ik werkte op het vlak van engineering aan de RUG en mensen mij vreemd aankeken. En dat terwijl hier al sinds de jaren vijftig, zestig onderzoek wordt gedaan op gebied van engineering. Dat is in de laatste twee decennia verder uitgebouwd en nu hebben we alle activiteiten op het gebied van engineering gebundeld in het Groningen Engineering Center.’



Wat was de gedachte daarachter?

‘We wilden meer zichtbaar zijn. Als er eenheid zit in het brede veld van onderzoek op het gebied van engineering, zijn wij voor onze *peers*, onze collega’s aan de andere universiteiten, beter herkenbaar. Hetzelfde geldt voor aankomende studenten en voor het bedrijfsleven.’

‘We hebben het onderzoeksinstituut ENTEG, het Engineering and Technology Institute Groningen, waarbinnen het industrial en chemical engineeringonderzoek wordt verricht. Daarnaast hebben we met het Groningen Engineering Center een breder samenwerkingsverband opgericht, waarin alle engineeringonderzoek en -onderwijs dat in verschillende instituten van de RUG wordt uitgevoerd, gebundeld is. Naast zichtbaarheid naar buiten is een doel van het Groningen Engineering Center ook het bevorderen van meer samenwerking tussen onderzoek en onderwijs en met de meer fundamentele wetenschappen.’

Waar leidt dat toe?

‘De kracht van Groningen is dat we door verbinding te maken met de sterke wetenschapsgebieden binnen onze eigen faculteit, het universitair medisch centrum en andere disciplines binnen de universiteit steeds beter in staat zijn ons engineeringonderzoek en -onderwijs doelbewust in te zetten voor het ontwerpen van nieuwe producten en processen.’

CV

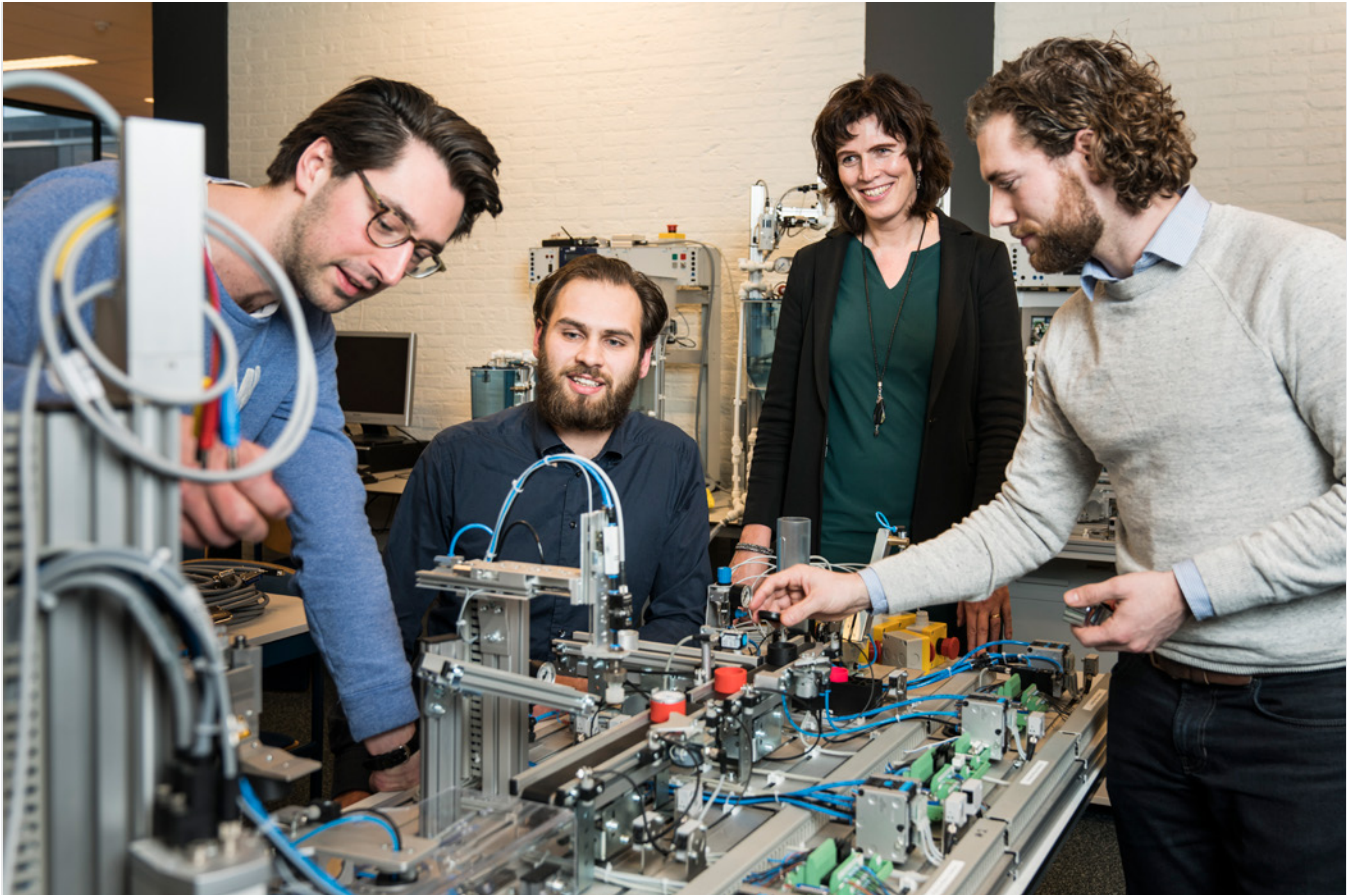
CV Jacqueliën Scherpen

Jacqueliën Scherpen (Schoonebeek, 1966) studeerde toegepaste wiskunde aan de Universiteit Twente. In 1994 promoveerde ze op het proefschrift *Balancing for nonlinear systems*. Aan de TU Delft was zij onder meer universitair hoofddocent bij de Regeltechniekgroep van Elektrotechniek, die later opging in het Delft Center for Systems and Control. Sinds 2006 is zij hoogleraar Systems and Control aan de Faculty of Science and Engineering van de Rijksuniversiteit Groningen. In 2013 werd Scherpen directeur van ENTEG, Engineering and Technology Institute Groningen. Sinds 2016 is zij voorzitter van het Groningen Engineering Center, het centrum dat al het onderzoek en onderwijs van de RUG omtrent engineering bij elkaar brengt. Scherpen heeft in onder meer Japan, de Verenigde Staten en Frankrijk als gastonderzoeker gewerkt.

‘Het universiteitsbestuur hecht daar ook belang aan. Het universiteits- en faculteitsbestuur hebben enkele jaren geleden in hun investeringsagenda expliciet de verdere ontwikkeling van engineering aan de RUG gestimuleerd met extra financiële middelen. Dat sluit aan bij de maatschappelijke behoefte, omdat er bij bedrijven veel vraag naar ingenieurs is.’

Hoe wordt met bedrijven samengewerkt?

‘Studenten doen masteropdrachten bij bedrijven en promovendi doen onderzoek in samenwerking met bedrijven. Een voor-



beeld is een bedrijf als AVEBE, waarmee we samen biotechnologisch onderzoek doen naar koolhydraten als bron van nieuwe materialen en chemicaliën. Ook werken we samen met bedrijven als Philips Drachten, waar nieuwe consumentenproducten worden geproduceerd. Of met Fokker Hoogeveen, waar gewerkt wordt aan de ontwikkeling van thermo-electrica. Het is een samenwerking op het gebied van slimme fabrieken, industrie 4.0, zoals het ook wel genoemd wordt.

‘Onze onderzoekers werken samen met bedrijven aan robotisering voor slimmere fabrieksprocessen. Hoe kun je robots beter met elkaar laten samenwerken? Kunnen zij gezamenlijk zware materialen tillen en naar de juiste plek brengen? Hoe kun je verder produceren als een robot niet functioneert, zonder een hele productielijn stil te leggen? Veel onderzoek richt zich op de sensoren-systemen die de samenwerking tussen robots kunnen verbeteren, maar het mooie van de RUG is dat we het hele proces, van

rekenwerk tot bedrijfsproces, aan de orde laten komen. Het is die integrale benadering die wij belangrijk vinden en die ons onderscheidt van andere universiteiten.’

Waarom is een integrale benadering van belang?

‘Als je nieuwe technieken en producten ontwikkelt, zijn verschillende andere onderzoeksgebieden van belang voor inbedding in de maatschappij. Als je bijvoorbeeld bezig bent met technisch

energie-onderzoek, dan speelt acceptatie van mensen een rol, maar ook wetgeving en economie, om maar een paar terreinen te noemen.

‘Ik doe zelf onderzoek naar slimme energiesystemen. Het gaat om systemen waarbij wasmachines op uitgestelde momenten draaien, wanneer er voldoende schone energie beschikbaar is. Maar ook om elektrische auto’s waarvan de accu’s opgeladen moeten worden en het reguleren van energieverbruik in huis, op kantoor of bij

‘Het is die integrale benadering die wij belangrijk vinden en die ons onderscheidt van andere universiteiten’ ↗

de industrie. Een belangrijke vraag bij al die onderzoeken is wat mensen accepteren, wat hun wensen zijn en aan welke knoppen zij willen draaien. Om daar antwoord op te krijgen, werk ik samen met omgevingspsychologen. Misschien niet iets wat je verwacht als je met engineering bezig bent, maar wel uitermate belangrijk.'

Wat houdt uw onderzoek precies in?

'Ik werk aan het optimaliseren van energiegebruik. Hoe mensen daarmee omgaan verschilt. De een vindt comfort het belangrijkste, een ander het milieu, weer een ander heeft vooral een financiële motivatie. Daarnaast speelt de capaciteit van de energie-infrastructuur een rol, omdat het energienet niet overbelast mag raken. Ook zijn er lokale factoren, zoals de burens waaraan je als bewoner met zonnepanelen wellicht energie wil leveren. Door al die elementen samen te brengen in een - gedeeltelijk door ons ontwikkeld - rekensysteem, is het mogelijk een lokaal energienetwerk te optimaliseren. We zijn nu heel ver met de ontwikkeling van de algoritmes.'

Dergelijk onderzoek heeft direct impact in de maatschappij?

'Ja, het is veel rekenwerk, maar als je dat slim implementeert, leidt het tot een betere inbedding van hernieuwbare energie en slimmer energiegebruik. We hebben met verschillende netbeheerders al gesproken over een proeftuin om een dergelijk systeem uit te proberen in de praktijk. Het kan iets zijn dat impact heeft, omdat het de inpassing van hernieuwbare energie in goede banen leidt en mensen kan helpen besparen.'

'Het is maar een voorbeeld van het brede terrein van engineeringonderzoek aan de RUG. Zo zijn onderzoekers samen met het Universitair Medisch Centrum Groningen bezig met het thema Healthy Aging. Ze werken aan slimme preventie-, rehabilitatie- en interventietechnologie om de mobiliteit van ouderen te verbeteren. Het gaat dan om informatietechnologie die waarschuwt als mensen die slecht ter been zijn dreigen te vallen, om allerlei technische hulpmiddelen en om het verbinden daarvan met het menselijk lichaam.'

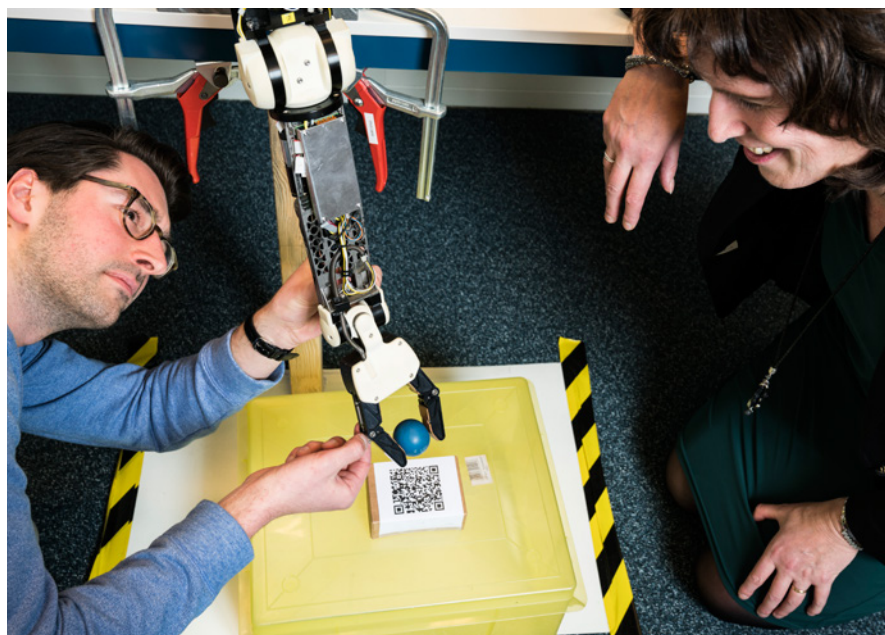
'Nog een mooi voorbeeld is het onderzoek naar de omzetting van biomassa in duurzame biobrandstoffen en biobased chemicaliën. Of de ontwikkeling van de



Ocean Grazer, waarmee uit lage golven al efficiënt energie gewonnen kan worden [zie ook pag. 26, red.]. Het werk van chemisch technologen om CO₂ af te vangen en vervolgens op productieve wijze in te zetten, is ook een mooie uitdaging, vind ik. En met SRON, het Netherlands Institute for Space Research, werken we aan meet- en regeltechniek voor satellieten. Op weer een ander terrein, dat van logistiek, zijn engineers bezig met het optimaliseren van productielijnen. Het zijn stuk voor stuk mooie voorbeelden waarbij gewerkt wordt aan oplossingen die maatschappelijk relevant zijn.'

Dit zijn voorbeelden van lopend onderzoek. Ziet u ook nieuw talent opstaan?

'Jazeker. We zijn dit jaar begonnen met het uitreiken van een jaarlijkse prijs voor het beste promotieonderzoek op het gebied van engineering aan de RUG. De finalisten hebben stuk voor stuk heel mooi wetenschappelijk, maar ook maatschappelijk relevant onderzoek gedaan. Sebastian Trip heeft algoritmes voor power stations ontwikkeld, Dymphy van der Wilk heeft nieuwe stappen gezet in de ontwikkeling van mechanische enkels. En runner-up Gert Salentijn heeft 3D-printtechnieken gebruikt om onder andere met papier een



Welke ambities hebt u als het gaat om engineering aan de RUG?

‘We zijn vrij ver met het opzetten met een masteropleiding Werktuigbouwkunde. Deze opleiding zal in september 2019 van start gaan. In die master kunnen we onze ervaring en werkzaamheden op het vlak van advanced instrumentation, energieprocesonderzoek, werktuigbouwkundige materiaalkunde en slimme fabrieken inzetten. De kennis en ervaring hebben we dus al in huis.

‘We willen onze banden met het bedrijfsleven ook beter structureren. Er vestigen zich steeds meer bedrijven op de campus, onder meer omdat ze dicht bij onze onderzoekers in de buurt willen zitten. Daarnaast verstevigen we de verbinding met het mkb via het nieuw op te richten Groningen Engineering Business Center. Juist het midden- en kleinbedrijf kent veel start-ups en bedrijven die innovatieve ideeën verder willen ontwikkelen, maar niet goed weten waar ze bij ons moeten zijn voor de juiste expertise. Met een financiële bijdrage van de noordelijke provincies kunnen we hen helpen, met bijvoorbeeld studentprojecten die aansluiten bij onze expertise.

‘Daarnaast kun je denken aan verdere samenwerking op het vlak van de ontwikkeling van slimme industrie, maar ook aan de samenwerking met de (bio)chemische bedrijven in de Eemsdelta.’

Als u moet aangeven wat engineering in Groningen interessant maakt, voor onderzoekers en toekomstige studenten, hoe zou u dat samenvatten?

‘Groningen is in eerste instantie natuurlijk een heel mooie stad om te studeren, te werken en te wonen. We hebben op onze campus alle faciliteiten die je als onderzoeker nodig hebt. Daarnaast streven wij een hoge kwaliteit van onderwijs en onderzoek na, en zien wij dat dat internationaal gewaardeerd wordt. De maatschappelijke relevantie van ons onderzoek, op de korte en lange termijn, is groot. Dat is iets wat aankomende studenten, denk ik, zal aanspreken. En dat geldt mogelijk ook voor de integrale benadering in ons onderzoek en onderwijs, die echt een toegevoegde waarde heeft. Niet alleen voor de onderzoeksresultaten, maar ook door te zien dat een probleem altijd meerdere facetten heeft. Iets kan technisch mogelijk zijn, maar mensen moeten het wel willen gebruiken.’ ■

test te ontwikkelen voor een slimme en goedkope on-site analysetechniek voor ziektediagnose. Een mooi voorbeeld van pharmaceutical engineering.

‘Het idee van de winnaar Laurens Polgar, die in het licht van de circulaire economie een manier heeft gevonden om rubbers te hergebruiken, krijgt waarschijnlijk – net als de innovatie van de nummer twee – een vervolg als zelfstandig bedrijf. Dat start-ups ontstaan uit onderzoek dat hier op de campus ontwikkeld wordt, is mooi om te zien.’

Hoe staat engineering aan de RUG er internationaal voor?

‘We hebben een aantal internationaal vooraanstaande wetenschappers in huis. Zo won technisch natuurkundige Bart van Wees de Spinozapremie voor zijn onderzoek naar grafeen. Systeembiooloog Oscar Kuipers werd enkele jaren geleden be-

noemd tot Simon Stevin Meester. En wat mijn eigen vakgebied betreft, systeem- en regeltechniek, staan we in de top-30 wereldwijd en eerste in Nederland in de internationale ARWU-ranking. Dat is een grote waardering.’

Willen jullie niet wat veel met de integrale benadering van engineering in Groningen?

‘We zijn inderdaad ambitieus. We streven die integrale benadering na en zoeken ook nadrukkelijk de samenwerking met het bedrijfsleven. Per thema of onderwerp kan dat ook goed. En als je het niet doet, kan je wel een mooi product hebben ontwikkeld, maar weet je niet of dat ook functioneert in de praktijk. Daarvoor is samenwerking nodig. Tegelijkertijd is het natuurlijk wel zo dat elke onderzoeker wetenschappelijk moet presteren in zijn of haar eigen vakgebied.’

‘Dat start-ups ontstaan uit onderzoek dat hier op de campus ontwikkeld wordt, is mooi om te zien’ ◀

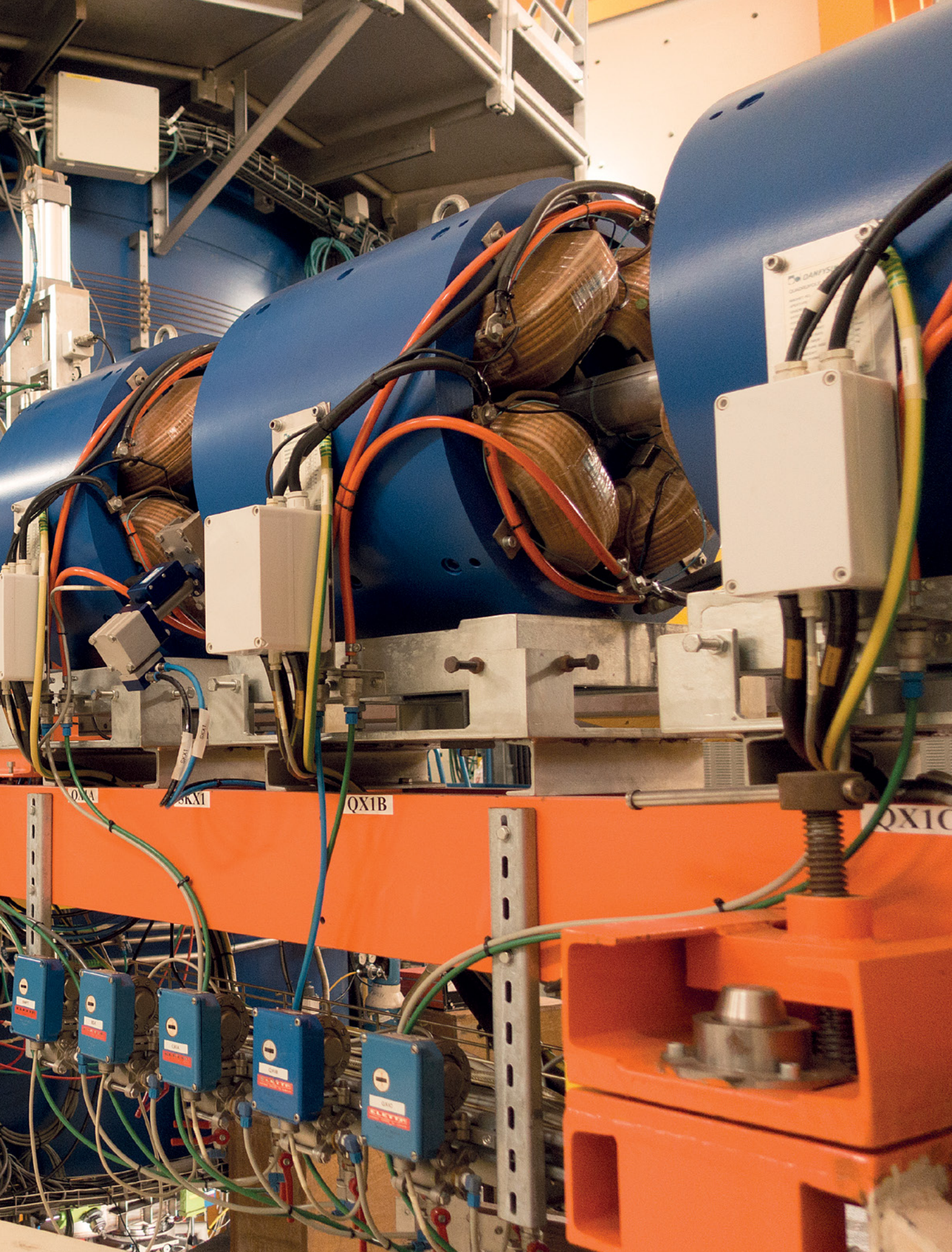


INGEZOOMD

Snel. Heel snel

Het supergeleidende cyclotron AGOR van onderzoekscentrum KVI-CART van de Rijksuniversiteit Groningen is het grootste cyclotron in Nederland. Het indrukwekkende apparaat, dat haast volledig draait op groene stroom, versnelt atoomkernen tot soms wel de helft van de lichtsnelheid. Dit is nuttig voor fundamenteel onderzoek in de kern- en deeltjesfysica, maar heeft ook toepassingen in praktisch onderzoek op het gebied van radiotherapie met protonen en ionen. Ook kan het bijvoorbeeld de stralingshardheid van elektronica voor lucht- en ruimtevaart bepalen. De experimentele opstellingen worden door wetenschappers, engineers en technici van KVI-CART ontwikkeld en zijn op Europees niveau tamelijk uniek in hun soort.

Kijk voor meer info op
rug.nl/kvi-cart



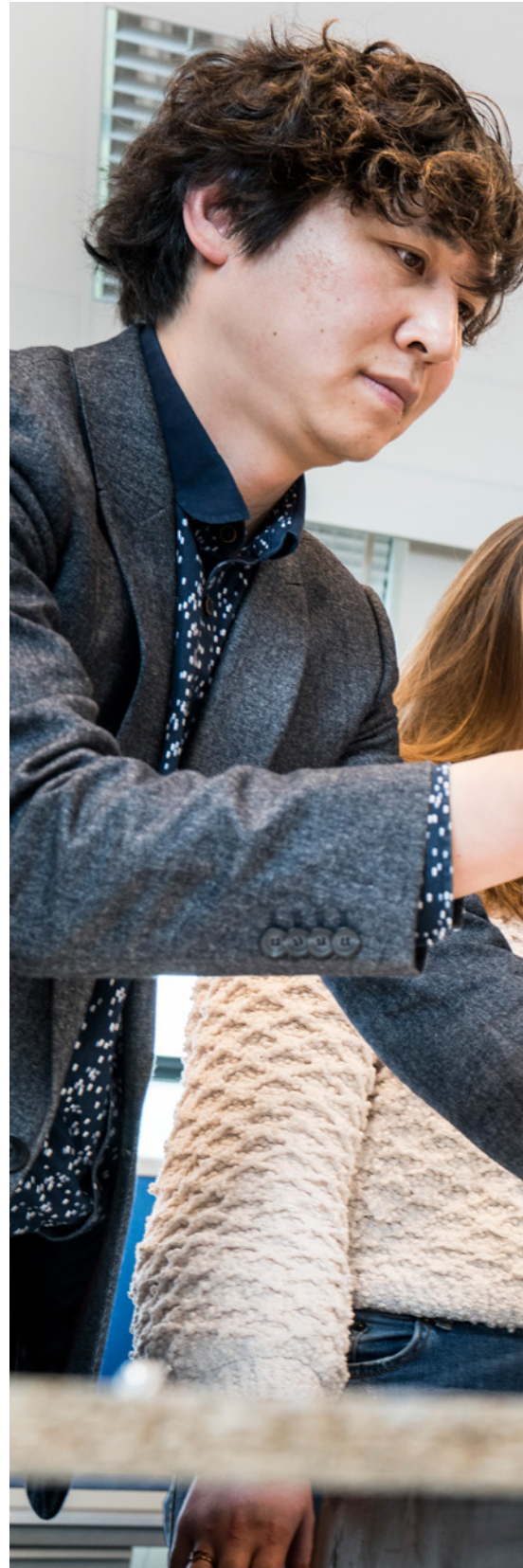
Natuur weet antwoord

Spreeuwen en mieren presteren met minimaal denkvermogen iets wat voor de slimste robots te ingewikkeld is: functioneren als een collectief. Daarom spiekt hoogleraar Ming Cao graag bij de natuur.

Tekst: Sebastiaan van de Water
Beeld: Bram Belloni

Zes robotvissen dobberen doelloos rond in een klein zwembad. Ze hebben een duidelijke opdracht meegekregen, maar lijken die niet op te volgen. Zelfs de aanwezigheid van hoogleraar netwerken en robotica Ming Cao (41) in het lab motiveert ze niet om in actie te komen. Wat is er aan de hand? De vissen hebben hun zwemvaardigheden vaak genoeg bewezen. Twee trofeeën in de kast achter het zwembadje getuigen van knappe prestaties op het WK robotwaterpolo. Een video op YouTube laat zien wat er gebeurt wanneer je zo'n visrobot in een vijver met echte vissen laat rondzwemmen. Dankzij interne scharnieren, stabiliserende vinnen en een rubberachtig omhulsel beweegt de robot zó natuurgetrouw door het water, dat levende vissen niet wegvlugten voor hun kunststof neef, maar hem gefascineerd volgen. Eén ding is zeker: deze zes robotvissen kunnen uitstekend zwemmen, mits ze daarvoor kiezen.

De reden dat ze dat nu niet doen, heeft te maken met het experiment dat plaatsvindt in dit zwembad. Aan de rand van het bad bevindt zich een batterij. De vissen zijn geprogrammeerd om daar energie te tanken. Nutriëntrijk voedsel, vanuit hun perspectief. Maar de batterij wordt geblokkeerd door een obstakel. Dat obstakel wegduwen kost energie, weten de vissen. Misschien wel meer dan ze kunnen tanken. In theorie zouden ze kunnen samenwerken. De last verdelen. Maar hoe moeten ze dat coördineren? Ze hebben niet de capaciteit om met elkaar te overleggen. Ze kunnen slechts voor zichzelf de beslissing nemen: ga ik als eerste proberen het obstakel weg te duwen? Of wacht ik tot een andere vis dat doet, en profiteer ik vervolgens? Net zoals wielrenners in een achtervolgende groep die geen van allen zichzelf willen opofferen om de ontsnapte koploper terug te halen, maken de robotvissen een beslissing die individueel rationeel, maar collectief irrationeel is: ze doen niets.







Ming Cao (41) is in 2007 gepromoveerd aan de Yale University in de VS. Vervolgens was hij postdoc aan de Princeton University. Sinds 2008 werkt hij aan de RUG. In 2016 werd hij hoogleraar netwerken en robotica. Cao is verbonden aan het Engineering and Technology Institute Groningen.

Briljant algoritme

Voor een wetenschapper die oorspronkelijk als elektrotechnisch ingenieur is opgeleid, aan de Tsinghua Universiteit in Beijing, praat Cao opvallend graag over mieren en honingbijen. 'Dit is de paradox: het zijn stuk voor stuk kleine beestjes, met beperkt denkvermogen, maar toch krijgen ze gezamenlijk grote dingen voor elkaar. De ene mier verkent de omgeving, de andere zorgt voor eten, en weer een ander ruimt rommel op. Die taakverdeling werkt heel goed. Maar hoe komen ze tot die coördinatie? Er is geen collectief brein. Geen leider die alles bepaalt, geen bureaucratie. Toch lukt het hen wat onze meest geavanceerde robots, geprogrammeerd door de beste wetenschappers, niet lukt. Daarom laat ik me graag inspireren door de natuur.'

Niet dat Cao elke woensdagmiddag zijn kaplaarzen aantrekt en met zijn groep internationale PhD-studenten erop uittrekt om in Groningse weilanden naar mieren te speuren. 'Nee, dat lijkt me geen efficiënte taakverdeling,' zegt Cao. Hij wijst uit zijn raam naar buiten, naar een groot groen gebouw, de Linnaeusborg. 'Ik ga liever daarheen voor antwoorden.' De gekronkelde vorm van het gebouw staat symbool voor de dubbele helix van DNA. In dit pand bestuderen de biologen van de RUG de gedragingen van organismen. 'Vier miljoen organismen bevolken onze planeet. Vier miljoen verschillende antwoorden op de vraag: hoe overleef je op aarde?,' stelde de Britse bioloog en televisiemaker David Attenborough ooit.

Converseren met biologen is voor Cao als bladeren in een antwoordenboek vol gouden ideeën. Een interessante overlevingsstrategie is bijvoorbeeld die van spreeuwen. Zodra de zomer op zijn einde begint te lopen, clusteren ze samen in groepen van honderden of duizenden tegelijk. Dagelijks houden ze imponerende luchtschouw. Hongerige adelaars vliegen liever een wolkje om dan deze dansende zwerm aan te vallen.

Het bijzondere is dat geen spreeuw ooit hoeft te oefenen alvorens hij kan meedansen. Er is geen choreograaf, geen leider. Net als bij mieren lijkt de coördinatie welhaast vanzelf te ontstaan. Hoe kan dat? Cao: 'Een recent wetenschappelijk artikel concludeerde dat elke spreeuw twee simpele regels volgt: elk individu houdt zes dichtbij vliegende soortgenoten in de

Autonoom functioneren

Dit experiment werd een jaar geleden uitgevoerd in het laboratorium van de Faculty of Science and Engineering van de Rijksuniversiteit Groningen. 'Het illustreert een van de problemen met robots,' vertelt Cao nu, zittend in zijn werkkamer. 'Het lukt wetenschappers en ingenieurs niet om groepen robots goed te laten samenwerken. Zodra je de individuele algoritmes probeert op te schalen, ontstaan er problemen. Terwijl het cruciaal is dat robots op termijn als een zelf-regulerend collectief fungeren.'

Voorbeeld: stel dat je vijftien robotkarretjes in een omgeving loslaat om de boel in kaart te brengen. Dat zou op Mars kunnen zijn, of op de oceanbodem, of op *ground zero* van een nucleaire ramp. Je zou elke robot door een mens kunnen laten besturen, op afstand. 'Hoogst inefficiënt. Je wilt dat ze autonoom kunnen functioneren,' zegt Cao. Oké, optie twee dan: je zou ook een supercomputer de hele groep tegelijk kunnen laten besturen en coördineren. Op

die manier zouden de zes vissen het obstakel zeker hebben weggeduwd. 'Maar een computer die voortdurend alle sensorische input en individuele algoritmes tegelijk met elkaar moet verrekenen, vreet exponentieel veel rekenkracht. Dat is onhoudbaar.' Toch móéten er manieren zijn om individueel denkende robots efficiënt te laten samenwerken, denkt Cao. 'Dieren krijgen het immers ook voor elkaar.'

'Er móéten manieren zijn om individueel denkende robots efficiënt te laten samenwerken, dieren krijgen het ook voor elkaar'

gaten en probeert in het midden van die zes te blijven. Zodra een spreek dreigt te botsen met een ander, remt hij af. Dat is alles.' De collectieve prestatie ontstaat bij de gratie van een briljant algoritme, braaf opgevolgd door duizenden individuele vogeltjes.

'Voor biologen vormen dergelijk inzichten het eindpunt van hun onderzoek. Gelukkig ben ik ingenieur,' zegt Cao glimlachend. 'Voor mij is dit pas het begin.' Bewapend met kennis van biologie, psychologie en sociologie trekt Cao zich terug in zijn kamer. Tussen de rode theepotten en Chinese waterverfschilderijen spendeert hij het gros van zijn tijd, de lessen van de natuur vertalend naar wiskundige modellen. Vandaaruit distilleert hij algoritmes die nuttig kunnen zijn voor robots. Tenslotte volgt de stap naar het grote lab, waar hij en zijn staf vrij experimenteren met allerlei soorten robots. Zo rijden in het lab drie of vier robotkarretjes autonoom rond. Niet kriskras door elkaar, botsend en elkaar afsnijdend, maar keurig in formatie. Met dank aan simpele sensoren en algoritmes. 'In formatie rijden zal heel handig blijken in loodsen, bijvoorbeeld bij het vervoeren van lange balken of driehoekige staartvlakken van een vliegtuig,' zegt Cao.

Focus verbreden

Verderop in het lab staan op een tafel zwarte robotarmen. Het zijn er vier, maar hadden er evenzogoed vierhonderd kunnen zijn. Net zoals spreekuizen zijn ze zo geprogrammeerd om alleen de dichtstbijzijnde armen in de gaten te houden en hun bewegingen te kopiëren. Laat er één bewegen en binnen een mum van tijd doen ze allemaal hetzelfde, zonder dat voor deze coördinatie veel rekenkracht nodig is. Ze maken nog net geen honing, maar vormen ontegenzeggelijk het begin van een zelfregulerend netwerk.

'Ook het probleem met de robotvissen hebben we opgelost,' vertelt de hoogleraar. 'Hoe? Door ze verschillende persoonlijkheden te geven. Bij dieren in de natuur zie je immers ook ongelijke neigingen tot het nemen van initiatief en het volgen van anderen. Nadat we dit concept hadden verwerkt in hun algoritmes, herhaalden we het experiment talloze keren. Nu kwam de samenwerking wél van de grond. Nog steeds zonder enige communicatie tussen de vissen. Er ontstonden vaste rollen:

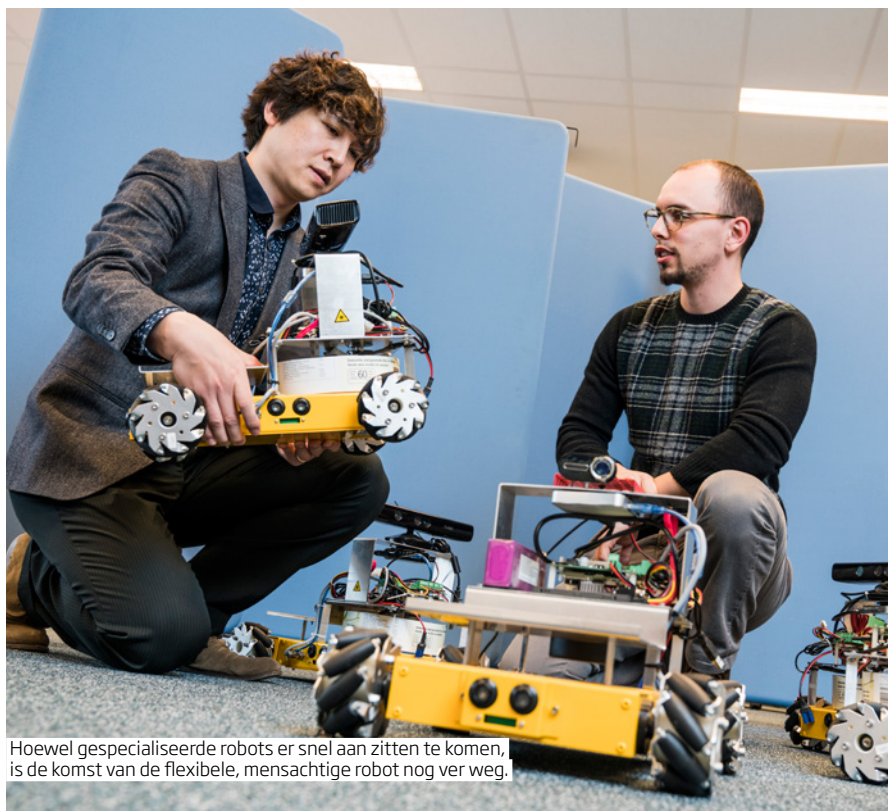
leiders, helpers en freeriders. Toevallig is leiderschap een *hot topic* in de biologie. We ontleen dus niet alleen kennis uit andere velden, we voegen ook kennis toe. Dat is het mooie aan onze multidisciplinaire benadering.'

Ingenieurs kunnen zich niet langer beperken tot alleen maar sleutelen aan machines, oordeelt de professor. 'Die tijd is voorbij. Ik probeer mijn studenten bij te brengen dat we onze focus moeten verbreden. We hebben kennis van kunstmatige intelligentie, biologie, psychologie, sociologie en economie nodig om succesvolle robots te bouwen. Gelukkig werken experts in alle relevante vakgebieden hier in Groningen op loopafstand van elkaar. Een aanzienlijk voordeel ten opzichte van bijvoorbeeld Delft of Twente.'

Professioneel heeft Cao nooit getwijfeld over Groningen. Privé wel. 'Mijn vrouw en ik waren gewend aan Beijing en later New York. Toen we in 2008 een klein huis aan de rand van Groningen betrokken, schrokken we. Grazende koeien waren onze burens. De stilte was heel erg wennen. Maar inmiddels vinden we het hier prima. Onze

'We hebben kennis van kunstmatige intelligentie, biologie, psychologie, sociologie en economie nodig om succesvolle robots te bouwen'

dochter groeien hier goed op. We blijven, voorlopig.' En dat is maar goed ook, voor de RUG. Want hoewel gespecialiseerde robots volgens Cao er snel aan zitten te komen, is de komst van flexibele, mensachtige robots nog ver weg. Laat staan robots die brutaal wetenschappelijke velden met elkaar verbinden. Om de Amerikaanse filosoof Elbert Hubbard te parafraseren: één robot kan het werk verrichten van vijftig gewone mensen. Maar geen vijftig robots kunnen het werk verrichten van één buitengewoon mens. ■



Hoewel gespecialiseerde robots er snel aan zitten te komen, is de komst van de flexibele, mensachtige robot nog ver weg.

Ondertussen bij Science and Engineering

In de Linnaeusborg, het gifgroene gebouw van de Faculty of Science and Engineering op de Zernike Campus, werkt hoogleraar moleculaire genetica Oscar Kuipers. Met zijn team onderzoekt hij allerlei bacteriën - met name de antibioticaresistente.

Door Emmeke Bos

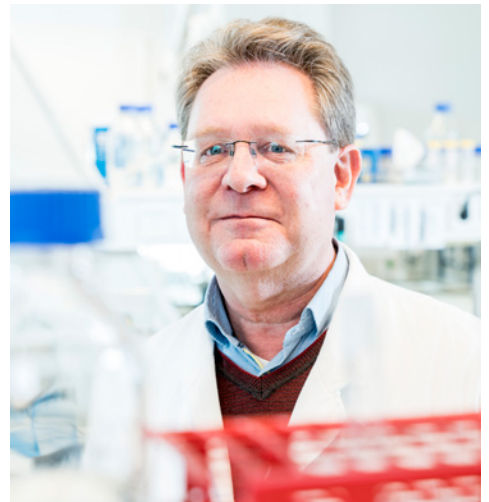


Kuipers ontwikkelt met zijn team ook antimicrobiële stoffen voor de voedings- en landbouwindustrie. In hun petrischaaltjes kweken de onderzoekers natuurlijke middelen die planten gezonder en voedsel langer houdbaar maken.

BRAM BELLONI

Kuipers (midden): 'Mijn functie bestaat voornamelijk uit het begeleiden van promovendi en postdocs. Ook probeer ik met originele ideeën subsidies voor nieuwe projecten binnen te halen.'

BRAM BELLONI

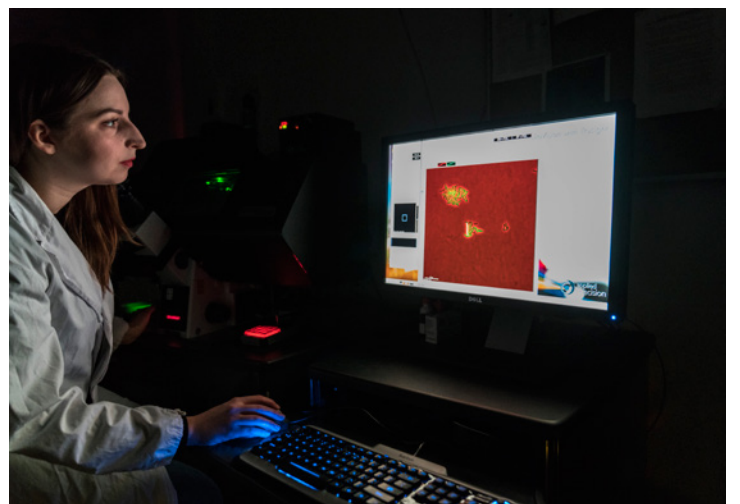


Kuipers: 'Steeds meer ziekteverwekkers worden immuun voor bestaande antibiotica, maar het duurt lang om nieuwe te ontwikkelen. Daar zijn we nu volop mee bezig.'

BRAM BELLONI



De Linnaeusborg richt zich als een reptiel op uit de grond. In de zonnige zuidkant wordt onderzoek gedaan naar planten, in het noordelijke deel naar dieren. De brug ertussen is bestemd voor moleculair onderzoek.
RU



Onderzoeker Luiza Morawska volgt live de bacterie *Bacillus subtilis* met een speciale fluorescentie-microscoop. De kamer is donker, zodat het fluorescentiesignaal niet wordt verstoord. Morawska onderzoekt hoe bacteriën genen op elkaar overdragen.
BRAMBELLONI

De week van... Kerstin Bunte

Er zijn dagen waarop Kerstin Bunte (36), universitair docent computer science, meer met algoritmes interacteert dan met mensen. Dagen dat ze haar potlood tot een stompje terugbrengt, formules op papier krabbelend. Dat zijn haar favoriete dagen. Maar die kwamen deze week niet voor.

Ik weet dat veel mensen programmeren ingewikkeld vinden, maar dit soort dilemma's, waar je niet te maken hebt met harde data maar met *gut feeling*, vind ik veel ingewikkelder.'

Dinsdag

'Mijn vriend is allang gestopt met vragen hoe laat ik 's avonds thuiskom. Ik hoop vandaag 19.30 uur te halen. Maar ik betwijfel het. Dankzij acuut ingelaste vergaderingen en lawines aan e-mails groeit mijn to-dolijst met het uur. Het college dat ik vandaag gaf, liep drie minuten uit. Studenten laten dat meestal niet gebeuren, maar dit is voor hen een supermoeilijk vak. Advanced Algorithms and Data Structures heet het. Het gaat vooral over formules. Met veel Griekse letters. Ik wil graag dat alle 86 studenten de materie écht begrijpen. Een van de trucs die ik gebruik, is zo min mogelijk informatie op de powerpointsheets zetten. Ik schrijf de formules ouderwets op het bord. Dan móéten ze wel opletten, willen ze bij het tentamen een voldoende halen. Nadeeltje is wel dat in de collegezaal alleen een klein whiteboard hangt. Tegen het einde van de les zat ik op mijn knieën de onderste regels vol te kalen. Wie heeft eigenlijk ooit die mooie grote blackboards van de muren gesloopt?'

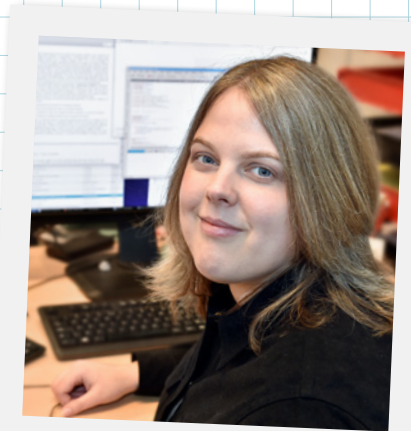
Woensdag

'Ik heb de hele ochtend en middag niets gegeten. Een bewuste keuze. Sinds ik dit

Door Sebastiaan van de Water

Maandag

'Welke tekortkoming is bij jonge onderzoekers het minst problematisch? Met die vraag worstel ik vandaag. We zoeken met spoed een PhD-student voor een nieuw project: Sundial. Het idee is om met zelfbedachte algoritmes patronen te identificeren in foto's van het heelal. Wellicht kunnen we zo de geschiedenis van het universum verder ontsluiten. Vandaag sprak ik via Skype de derde en laatste kandidaat voor de PhD-plek, een studente uit China. Haar cv is indrukwekkend. Ze heeft al drie papers gepubliceerd. Maar begrijpt ze ook echt de algoritmes die ze voor haar onderzoek heeft gebruikt? Of heeft ze vooral instructies van haar begeleider opgevolgd? Ik heb haar scherp ondervraagd, maar eigenlijk weet ik het antwoord nog steeds niet. Ook de twee andere kandidaten - één uit Iran, één uit Mauritius - hebben kwaliteiten én tekortkomingen. Dus twijfel ik.



jaar met *intermittent fasting* ben begonnen, sla ik ontbijt en lunch over. Dat bevalt goed. Ik voel me fysiek en mentaal scherp. Dat is nodig ook, want mijn to-dolijst is weer eens gegroeid. Ik ben vandaag uitgenodigd om in twee nieuwe commissies zitting te nemen. Waarschijnlijk hadden ze voor de balans een vrouw nodig. Ik heb ja gezegd, maar veel leuker vond ik vandaag de gesprekken met masterstudenten over hun scripties. Eentje loopt stage bij een staalbedrijf en gebruikt algoritmes om de kwaliteitscontrole daar te verbeteren. Soms ben ik jaloers op hem. Dan denk ik terug aan vijftien jaar geleden en hoe heerlijk het was om ál je tijd te kunnen besteden aan één enkel project.'



Donderdag

'Dankzij wiskunde kunnen we zieke baby's helpen. Mooi hè? Ik sprak vandaag met een PhD-studente over een project dat betrekking heeft op zeldzame bijnieraandoeningen bij pasgeboren baby's. Farmaceutische bedrijven hebben vaak geen interesse om nieuwe medicijnen voor dergelijke ziektes te ontwikkelen, omdat het ze weinig oplevert. Maar als deze baby's niet geholpen worden, gaan ze vaak drie of vier dagen na de geboorte dood. Met algoritmes vergelijken we de urinedata van gezonde baby's met die van zieke baby's, en kijken we in hoeverre we bestaande medicijnen kunnen gebruiken om afwijkende waarden naar een optimaal niveau te brengen. Ik wil de PhD-studente niet te veel helpen. Ze moet leren zélf oplossingen te bedenken. Maar gezien het thema zou ik haar graag op weg helpen. Ingewikkeld.'

Vrijdag

'Ik ben compleet van mening veranderd! Na college te hebben gegeven en een stapel papers van feedback te hebben voorzien, heb ik vandaag de kandidaten voor de PhD-plek bij Sundial opnieuw geïnterviewd, samen met een collega uit

Birmingham. Onze favoriet tot dusver, de Chinese studente, bleek toch minder kennisvol dan we eerst dachten. De Iraniër daarentegen bewees over een dieper begrip van de materie te beschikken dan we vorige keer hadden ingeschat. Misschien kiezen we alsnog voor hem. Nog een voordeeltje: als we een man aannemen, dan brengt dat de genderbalans binnen onze projectgroep naar 50/50. We hebben nu namelijk, en dat is heel zeldzaam binnen computer science, meer vrouwen dan mannen.'

Zaterdag/Zondag

'De universiteit is niet verlaten in het weekend. Wel rustig. Je komt vooral types tegen zoals ik: onderzoekers met harde deadlines, die niet graag thuiswerken. Sommigen ervaren veel stress. Dat valt bij mij wel mee. Oké, het is inderdaad zwaar, maar daar staat tegenover dat elk nieuw project me weer enthousiast maakt. Op de stapel staan bijvoorbeeld onderzoeken met betrekking tot LDL-cholesterol en bloedvergiftiging. Interessant toch? Dankzij algoritmes kan ik de grensgebieden van verschillende wetenschappelijke velden verkennen. Dat maakt zelfs dit soort weken waardevol. Vooral achteraf.' ■

'Het is zwaar, maar daar staat tegenover dat elk nieuw project me weer enthousiast maakt.'



'Ik probeer dingen uit te zoeken door iets te bouwen'

Natuurkundige **Bart van Wees** werkt aan wat velen een nieuwe, revolutionaire vorm van elektronica noemen. Zelf houdt hij niet zo van zulke kreten. 'Je moet het eerst laten zien.' En dat doet hij. Zijn onderzoek naar 'spintronica' leverde hem tal van mooie publicaties op en in 2016 zelfs de belangrijkste onderzoeksprijs van Nederland: de Spinozapremie.

Tekst: René Fransen
Beeld: Marcel Spanjer

Toen Bart van Wees van de TU Delft overkwam naar de Rijksuniversiteit Groningen ging hij werken aan supergeleiding, het fenomeen waarbij elektronen zonder enige weerstand door een materiaal zoeven. Maar na een paar jaar verschoof zijn aandacht naar een nieuw terrein, een eigenschap van diezelfde elektronen: de spin.

Ieder elektron gedraagt zich als een klein magneetje, dat heet de 'spin'. Wanneer in een materiaal de spins van de elektronen bijna allemaal dezelfde kant op wijzen, heb je een magneet. Maar dat is niet wat Van Wees zo interessant vindt. 'De elektrische lading van elektronen is eigenlijk maar saai, ze hebben alleen een negatieve lading waar je niets aan kunt doen. Hun spin is een ander verhaal, die heeft drie vrijheidsgraden,' legt hij uit. De spin kan omhoog/omlaag, naar voren/achteren of naar links/rechts wijzen.

Via de spin van een elektron is dus meer informatie te versturen dan via de lading. Die is altijd negatief, dus werkt gewone elektronica op de aan- of afwezigheid van de lading. De spin kan verschillende waarden hebben, dat is een van de mogelijke voordelen van spintronica. Een ander voordeel is dat computers nu gescheiden systemen hebben voor verwerking en opslag van gegevens: verwerken gebeurt in een processor die met elektronen werkt, opslag vindt (meestal) plaats in een magnetisch



CV

Bart van Wees

(1961)

- **1985** afgestudeerd in Technische natuurkunde, TU Delft
- **1989** promotie TU Delft, cum laude
- **1991** overstap naar Rijksuniversiteit Groningen
- **2000** hoogleraar Physics of Nanodevices
- **2009** verkozen tot lid KNAW
- **2013** workpackage leader (spintronics) in EU Flagship Project Graphene
- **2014** verkozen tot Fellow of the American Physical Society
- **2016** winnaar Spinozapremie

materiaal. Het heen en weer versturen van gegevens tussen geheugen en processor kost tijd en energie. Bij spintronica is het mogelijk opslag en verwerking van de spins op dezelfde chip te combineren die sneller en zuiniger is.

Wereldrecords

Het zijn voordelen, maar Van Wees is terughoudend. 'Je moet uitkijken met dit soort

kretologie. Dat spintronica uiteindelijk minder energie zal gebruiken dan gewone elektronica moeten we eerst nog bewijzen. Als er een werkend prototype is mag je dat pas zeggen.' Sowieso is hij niet direct bezig met toepassingen. 'Dat is niet mijn motivatie. Ik probeer dingen uit door iets te bouwen en kijk wat er gebeurt.'

Spintronica, benadrukt van Wees, is een breed veld waarin tal van systemen en

Promoveren bij Van Wees

Ludo Cornelissen is bijna klaar met zijn promotieonderzoek onder leiding van Bart van Wees. Hij kwam naar Groningen na een master technische natuurkunde aan de TU Delft. Talieh Ghiasi is ongeveer halverwege haar promotie. Zij verhuisde vanuit Iran naar Groningen voor de topmaster nanoscience, deed haar afstudeeronderzoek bij Van Wees en werd gegrepen door het wetenschappelijke klimaat op het lab. Dus bleef ze om er aan haar proefschrift te werken.

Wat hebben zij geleerd van Bart van Wees? Cornelissen: 'Dat de simpelste verklaring vaak de meest waarschijnlijke is. Dit klinkt misschien als een open deur, maar die regel kennen en hem daadwerkelijk kunnen toepassen zijn twee verschillende dingen.' Ghiasi leerde vooral om out of the box te denken. 'Daarnaast ben ik onder de indruk van de manier waarop Bart direct doorheeft wat een experimenteel resultaat betekent. Hij ziet wat er op nanoschaal gebeurd moet zijn om dit resultaat te krijgen.'

Gaan ze na hun promotie door in de wetenschap? Ghiasi denkt nu van wel. 'Ik geniet enorm van mijn werk, zowel van het onderzoek dat ik doe als van alles wat ik leer. Het is dus waarschijnlijk dat ik verder ga in academisch onderzoek.' Dat geldt niet voor Cornelissen: 'Het werk dat we hier doen is behoorlijk fundamenteel en de toepassingen liggen toch al snel tien tot twintig jaar in de toekomst.' De onverwachte vondsten die daar uit komen vindt hij prachtig, maar de komende jaren wil hij zijn kennis en ervaring liever iets concreter inzetten. 'Ik ben erachter gekomen dat dit beter bij mij past. Daarom begin ik na mijn promotie bij een ingenieursbureau op het gebied van geavanceerde mechatronica en robotica. Heel wat anders dan nanoscience dus, maar ik denk dat veel van de vaardigheden die ik heb opgedaan als onderzoeker ook als ingenieur goed van pas komen.'

materialen worden uitgetest. Dat past goed in het Zernike Institute for Advanced Materials van de RUG, waar Van Wees aan verbonden is. 'Je kunt niet goed voorspellen wat gaat werken, of welke nieuwe eigenschappen je zult ontdekken. Zo werkt wetenschap meestal niet.' En als duidelijk is welke toepassingen mogelijk zijn, is het werk van de academicus gedaan, vindt hij. Dan is het aan de industrie om er iets moois van te maken.

Van Wees werkt met twee systemen: grafeen en niet-geleidende magneten. Grafeen is de tweedimensionale versie van koolstof: een plat stuk 'kippengaas' van één enkel laagje koolstofatomen. Het bijzondere materiaal is in 2004 ontdekt. 'Daarbij werd duidelijk dat het een prima geleider is van elektronen en van warmte. En naar wij ontdekten ook van elektronenspins.'

Het lab van Van Wees heeft verschillende wereldrecords op zijn naam staan voor spintransport in grafeen. Maar hoewel het transport goed gaat, kent grafeen een flink nadeel: het is niet goed mogelijk de spins in

laatste maanden is de groep van Van Wees dit doel steeds dichterbij genaderd. 'Al werk ik niet aan toepassingen, we hebben dat wel in ons achterhoofd.'

Graag praktisch

Een tweede doorbraak bereikte Van Wees in een niet-geleidende magneet. Elektronen kunnen er niet doorheen, maar spinstromen wél. Dat lijkt raar, maar elektronen kunnen hun spin doorgeven aan hun buurman. Denk maar aan de wave die door een stadion gaat: alleen de golf verplaatst zich, alle toeschouwers blijven op hun plek. Zo'n spingolf heet ook wel een 'magnon'. 'Wij hebben als eersten laten zien dat je inderdaad met magnonen signalen door zo'n isolator kunt sturen. En recent hebben we zelfs een transistor gemaakt die werkt met een magnonenstroom.'

Zo bouwen Van Wees en zijn medewerkers stapje voor stapje hun kennis over spintransport en de beïnvloeding er van uit. Van Wees is opgeleid als ingenieur en houdt het onderzoek graag praktisch. 'We gaan van

'We gaan van observatie naar observatie en verkennen wat er gebeurt'

grafeen te beïnvloeden. En dat is juist wat je graag zou willen: van een 1 een 0 maken of omgekeerd is de basishandeling van elke computer. Recent is daar in het Groningse lab iets op gevonden. Een promovendus van Van Wees legde op een laagje grafeen een tweede laagje van een ander tweedimensionaal materiaal: molybdeen diselenide. 'In dit materiaal kun je de spinrichting wel beïnvloeden. En wat we zagen was dat die eigenschap van het molybdeen diselenide zo op het grafeen was over te brengen.'

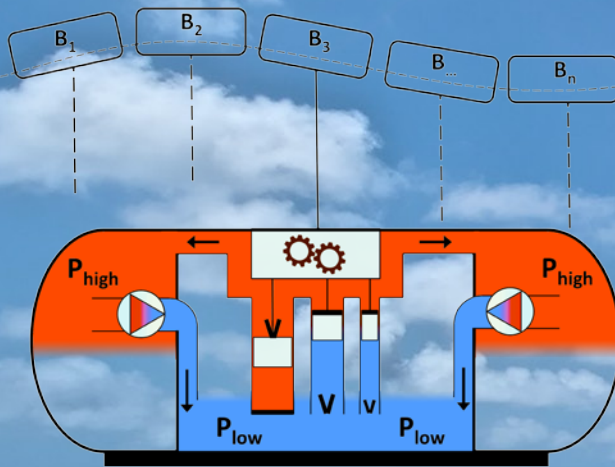
Dat was een belangrijk resultaat, een van de cruciale doorbraken die nodig zijn om met grafeen echte spintronica te kunnen bouwen. In een spintransistor moet je de spintroom aan en uit kunnen schakelen. De

observatie naar observatie en verkennen wat er gebeurt. De drijfveer daarbij is pure nieuwsgierigheid.' Onderzoek naar zwarte gaten of elementaire deeltjes is aan hem niet besteed. Nieuwe opstellingen bouwen en testen welke tastbare resultaten dat oplevert, dat is zijn stijl.

Hij brengt deze werkwijze ook over op zijn promovendi. 'Ik leer ze gezond kritisch te denken. Ze moeten zich afvragen: wat ga ik doen en hoe zorg ik dat het een duidelijk resultaat oplevert? Daar is geen vast recept voor, dus dat is best ingewikkeld.' Kritisch lezen van het werk van anderen is ook belangrijk. 'Ik merk te vaak dat wetenschappers zomaar achter elkaar aanhobbelen zonder zelf goed na te denken.' ■

Zee aan energie

De Ocean Grazer van de Rijksuniversiteit Groningen is een efficiënte oplossing voor duurzame en hernieuwbare energiewinning op zee. Het systeem zet de kracht uit golven en wind om in energie, die vervolgens in een uniek opslagsysteem wordt bewaard. Elk Ocean Grazer-systeem levert een veel hogere energieoutput dan afzonderlijke golf- of windenergiesystemen. Door de verliesvrije opslag van energie uit wind en golven kan de Ocean Grazer bovendien voldoen aan de vraag van de fluctuerende energiemarkt. Zo gaat er geen kostbare duurzame energie verloren en wordt voorkomen dat er piekbelastingen ontstaan in energienetwerken op zee.

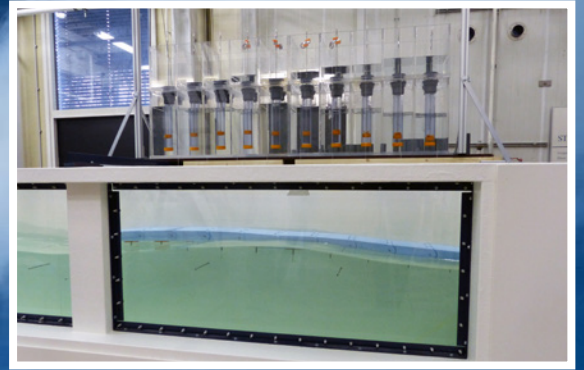


Een schematisch model van het flexibele golf-energiesysteem met energieopslag. De drijvende boeien drijven zuigers aan door de beweging van golven.

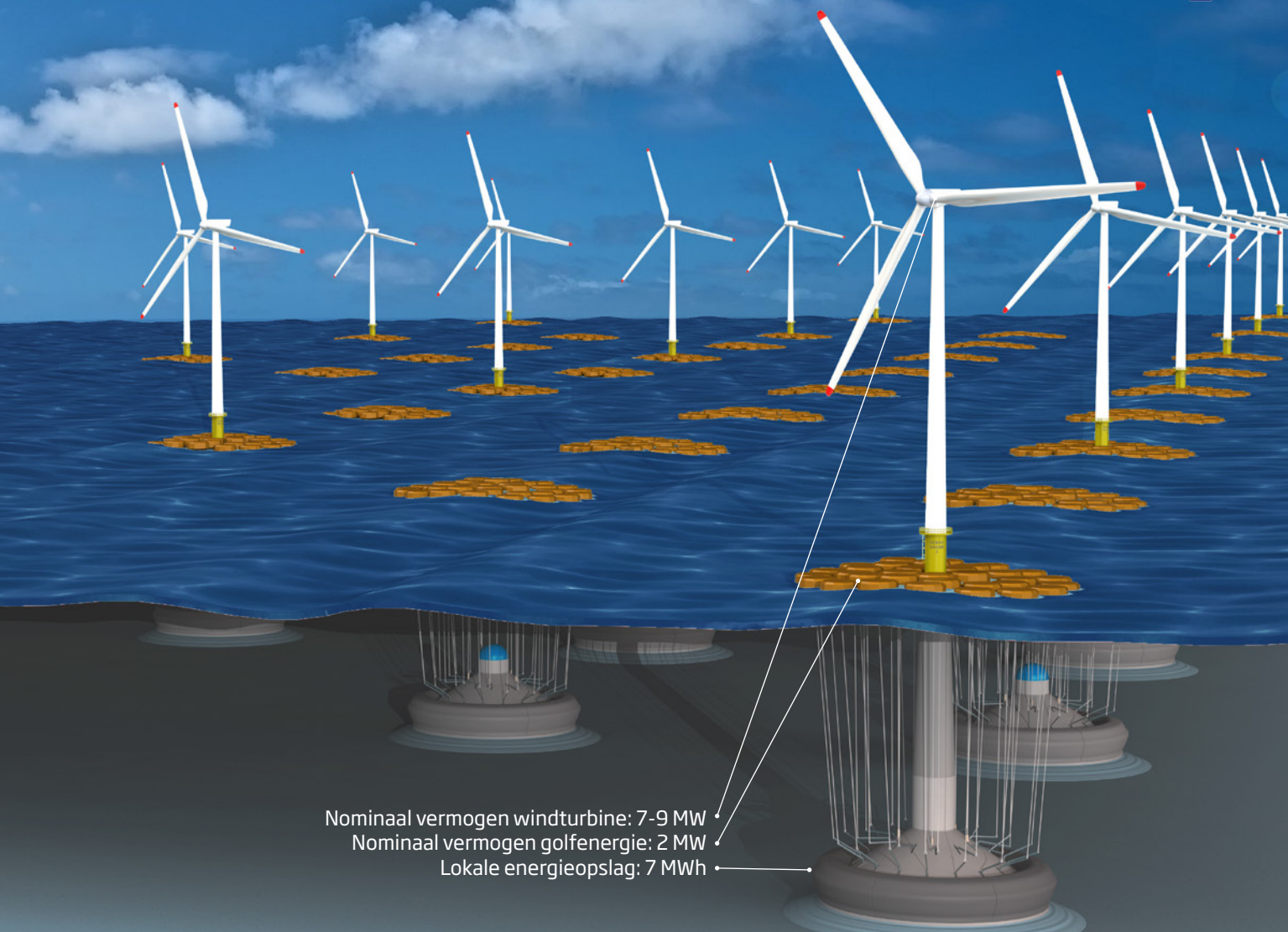
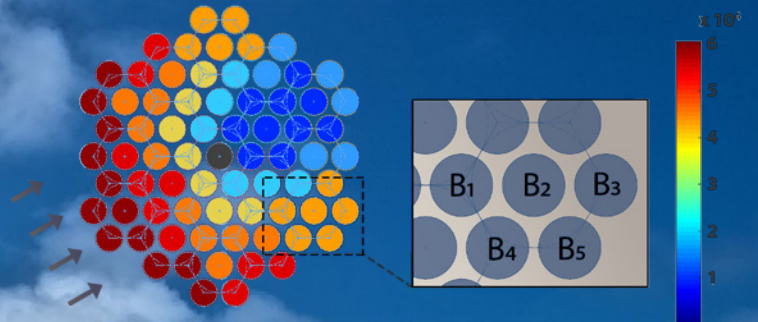
Binnen het opslagsysteem wordt water van een lage druk naar een hoge druk verpompt, waarbij slim gebruik wordt gemaakt van de hydrostatische druk van de oceaan. Deze opgeslagen energie wordt vervolgens via turbines omgezet in elektriciteit. Een waterkrachtcentrale in het klein.

Door de integratie van technologieën en infrastructuur is de Ocean Grazer een efficiënte oplossing voor duurzame en hernieuwbare energiewinning op zee. Het systeem is bijzonder geschikt om in een energiepark te installeren. Modules zonder windturbine kunnen in tussenruimtes geplaatst worden (zie afbeelding rechts), waardoor optimaal en efficiënt energie wordt gewonnen.

Een zijaanzicht van de drijvende boeien in een golfbad. Op kleine schaal wordt getest hoe de boeien bewegen en hoe energie uit golven wordt opgenomen en kan worden opgeslagen.



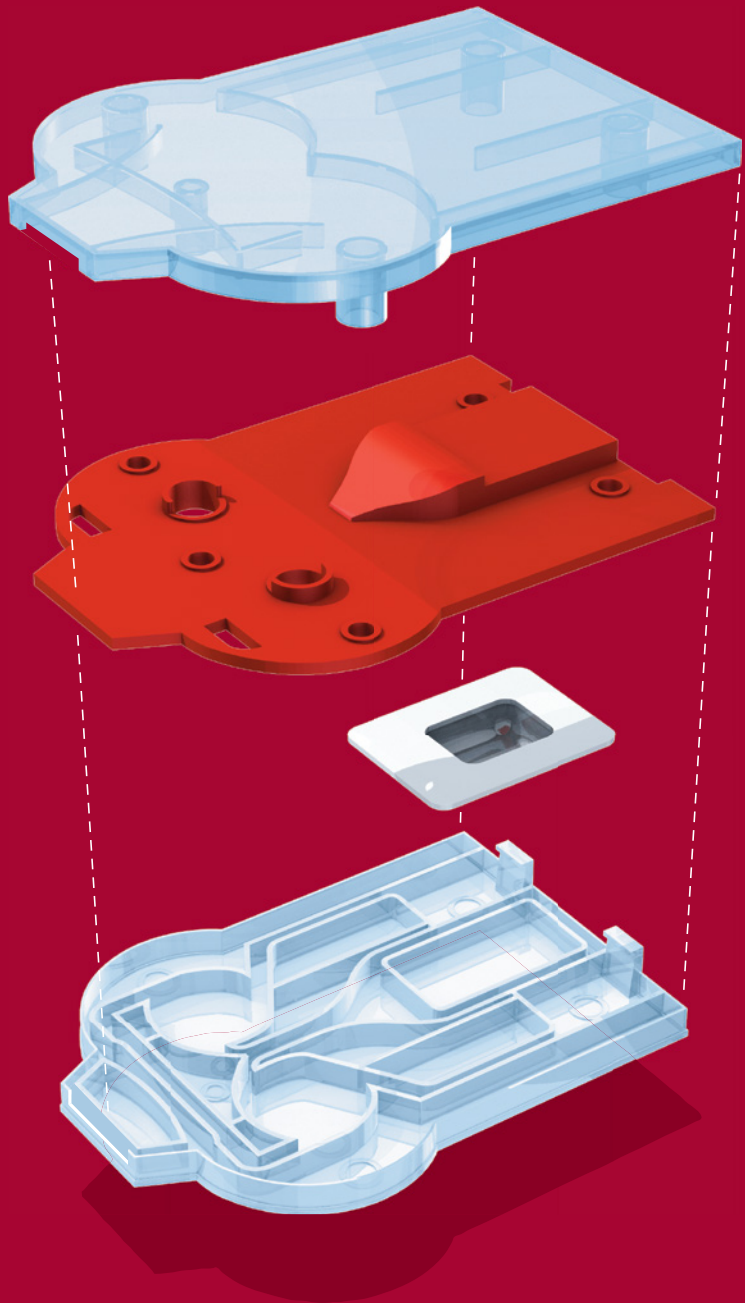
De verdeling van opgewekte golfenergie van de verschillende boeien die om de windturbine in het midden drijven. Door de boeien dicht op elkaar te plaatsen, maximaliseer je de opbrengst binnen de beschikbare ruimte.



Nominaal vermogen windturbine: 7-9 MW
Nominaal vermogen golfenergie: 2 MW
Lokale energieopslag: 7 MWh

Moeiteloos inhaleren

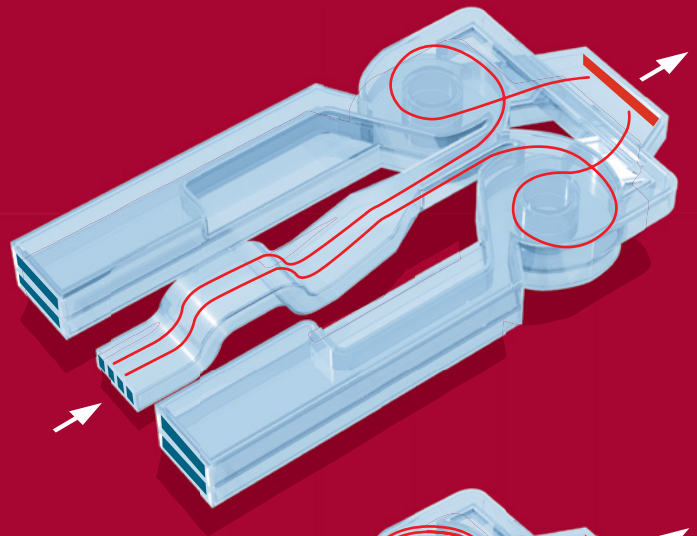
Ziehier de Twincer. Deze bedrieglijk simpel ogende poederinhalator is ontworpen door Groningse engineers onder leiding van Erik Frijlink en Anne de Boer. Waar andere inhalatoren en medicijnvernevelaars moeilijk in gebruik zijn, levert de lichte Twincer in luttele seconden medicijnen diep in de longen af, zonder gehoest en geproest. Hoe zit dit knappe staaltje ingenieurswerk in elkaar?



De Twincer is een single-use poederinhalator van plastic. Hij bestaat uit drie afzonderlijke platen waartussen een lading medicijnen in poedervorm is geplaatst.

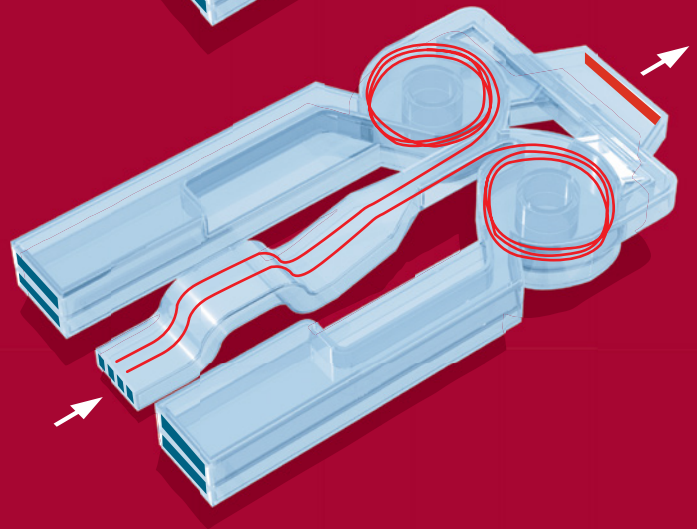
De grote truc van het succesvol inhaleren van poedermedicijnen is dat de medicijndeeltjes tussen de 1 en 5 micrometer zijn. Grotere deeltjes zouden blijven plakken in de keel en daardoor de longen niet goed bereiken. Door het ingenieuze ontwerp van de Twincer worden alleen kleine deeltjes opgezogen.

De lading medicijnen heeft de neiging om samen te klonteren door vanderwaalskrachten, vergelijkbaar met sneeuwvlokjes die samen een sneeuwbal vormen.

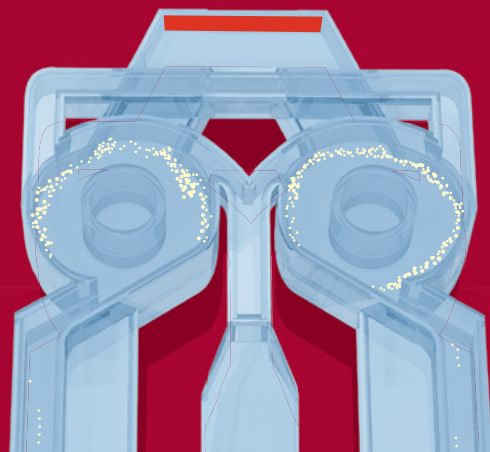


In de Twincer zitten twee cycloontjes waar het poeder doorheen draait wanneer de gebruiker inhaleert. In die cycloontjes blijven grote deeltjes ronddraaien, doordat de centrifugale kracht voor deze groter is dan de zuigkracht van de lucht.

De grote deeltjes blijven daardoor ronddraaien, botsen met elkaar en met de wand, en breken uit elkaar in kleinere deeltjes. Alleen de kleine deeltjes van 1 à 3 micrometer kunnen aan de centrifugale kracht ontsnappen en schieten de longen van de patiënt in.



Bindmiddel of andere hulpstoffen van bepaalde grootte blijven achter in de Twincer, die na gebruik vanwege hygiënische redenen wordt weggegooid.





Interview Francesco Picchioni

Francesco Picchioni
in gesprek met collega-
onderzoeker Ranjita Bose.

'Lesgeven is een afsprake tussen docent en student'

Francesco Picchioni is hoogleraar chemische technologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij ontwikkelt polymeren (kunststoffen) uit biomassa en werd voor zijn vernieuwende manier van lesgeven in 2010 verkozen tot Gouden Docent. We spreken de goedlachse en rap pratende professor telefonisch.

Tekst: Peter de Jaeger
Beeld: Peter van der Sijde

U woont zeventien jaar in Nederland. Is er verschil tussen het Italiaanse en Nederlandse academische onderwijs?

'Oh ja, absoluut. Hier kunnen studenten meepraten over hoe het onderwijs kan verbeteren. Dat is heel bijzonder – naar mijn weten is Nederland het enige land in de wereld waar dat kan.'

U bent in 2010 gehonoreerd als Gouden Docent van het jaar door de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging. Een jaar later werd u door de universiteit verkozen tot docent van het jaar. Wat is het geheim van een goede docent?

'Dat wil ik niet zeggen, anders ben ik mijn competitie kwijt (lacht). Nee, even serieus. Lesgeven is een afspraak tussen docent en student. Als docent doe je je best om de materie goed uit te leggen, zodat de stof goed wordt ontvangen door de student. Je moet ze bij de les houden door af en toe een grapje te maken en ervoor te zorgen dat de stof makkelijk te begrijpen is, zónder in te leveren aan wetenschappelijke kwaliteit.'

'Doceren is altijd een gezamenlijk proces. Mijn motto is: *teaching is not just telling and learning is not just listening*. Doceren gaat niet zozeer over kennis vergaren, daar is de tijd te kort voor, maar over vaardigheden bijbrengen, bijvoorbeeld om de manier van redeneren en denken in de wetenschap te begrijpen. Als ik een voorbeeld geef van een polymeer, is de kans nihil dat de student later als afgestudeerde in een bedrijf met precies datzelfde polymeer te maken krijgt. Studenten moeten leren logisch in systemen te denken, en communicatief sterk zijn.'

Hoe pakt u dat aan?

'Nou, ik gebruik bijvoorbeeld mijn eigen geschiedenis om de wetenschappelijke methode uit te leggen. Ik laat op de kaart van Europa zien dat ik geboren ben in Umbrië,

op mijn 18e naar Pisa ging, daarna naar Eindhoven en nu zit ik in Groningen. Als je die punten op de kaart met elkaar verbindt, ontstaat een min of meer rechte lijn naar het noorden. Heel simpel. Daarna gebruik ik dat principe als ervaring. Stel dat ze hier in Groningen moe worden van mij en ik vertrek. Als dat volgens diezelfde lijn gebeurt, zou ik terechtkomen op een eiland voor de kust van Noorwegen. Dat is een simpele manier om uit te leggen hoe je vanuit observatie tot een theorie of hypothese kunt komen en vervolgens iets kunt voorspellen.'

Wat voor soort onderzoek doet u?

'We proberen nieuwe chemische producten te ontwerpen die voldoen aan de eisen van de klant. Zo kwam een Gronings bedrijf naar ons toe dat met bacteriën polyesters maakt. Samen proberen we nu schuimen te maken van deze polyesters. Die beestjes hoeven alleen maar wat voeding te krijgen, vervolgens doen ze al het werk.'

'Een laagwaardige toepassing van piepschuim is bescherming van je nieuwe tv. Maar er zijn ook hoogwaardige toepassingen, zoals *smart foams*. Dat zijn bijvoorbeeld schuimen voor plantenkwekers met additieven erin, zoals voedingsstoffen die na verloop van tijd worden vrijgegeven aan de planten. Het schuim moet geïmpregneerd worden met nutriënten, zonder dat de kwaliteit van het potje daaronder lijdt. Dat zijn leuke uitdagingen.'

'Mijn onderzoek gaat vooral over het ontwerpen van polymeren – dat zijn lange ketens van macromoleculen – uit biomassa ter vervanging van kunststoffen uit aardolie. Veel chemische producten zijn colloïden, dat is een dispersie van kleine vaste deeltjes in een vloeistof. Typisch voorbeeld is tweecomponentenlijm zoals je die in de bouwmarkt koopt. Om die oplossing stabiel te maken wordt een polymeer toegevoegd. Wij hebben hiervoor een derivaat van aardappelzetmeel gebruikt. Zetmeel- en andere biopolymeren worden ook ontworpen om olie efficiënter uit de grond te halen.'

Hoe werkt dat?

'Olie blijft de komende honderd jaar nog steeds belangrijk als energiebron en als uitgangsmateriaal voor allerlei producten, bij gebrek aan voldoende alternatieven. Daarom is voorlopig nog elke druppel olie hard nodig. Wanneer olie niet meer spontaan

naar boven komt uit het boorgat, wordt er vlakbij een tweede gat geboord. Daar persen ze water in dat in staat is om olie weg te duwen. Maar dat lukt maar een beetje. Dat heeft te maken met verschil in viscositeit van water en olie. Water is dun en olie is dik. Een van de manieren om dit probleem aan te pakken is een (bio)polymeer in water oplossen, waardoor het op appelstroop begint te lijken. Dat dikke water is veel beter in staat om olie naar boven te persen. Samen met Shell en het Franse SNF zoeken we naar verschillende biopolymeren die dat kunnen. Het project wordt gesponsord door het Dutch Polymer Institute.

'Een ander belangrijk accent van het onderzoek ligt op materialen die je kunt hergebruiken. Jaarlijks worden in Nederland alleen al 100 miljoen autobanden afgedankt. Die worden meestal verbrand. Wij hebben een manier gevonden om autobanden en andere rubberproducten te recyclen. Dat is moeilijk bij rubber, want dat materiaal bestaat uit lange ketens van polymeren met chemische verbindingen ertussen. Bij verhitting worden niet alleen de onderlinge bruggen tussen die ketens verbroken, maar ook de ketens zelf. Dat wil je niet, want dan houd je geen bruikbaar uitgangsmateriaal meer over. Wij hebben een chemische techniek ontwikkeld waarbij de verbindingen tussen de ketens al bij lage temperatuur afbreken, terwijl de ketens zelf intact blijven.'

Wordt dat al opgepikt door de industrie?

'We hebben patent aangevraagd op deze methode, bedrijven zijn geïnteresseerd en staan op het punt een pilot te beginnen. Maar daar kan ik verder nog niks over zeggen.' ■

CV

CV **Francesco Picchioni**

Francesco Picchioni is in 1971 geboren in Terni, Italië. Hij promoveerde in 2000 in Pisa en deed daarna een postdoc in Eindhoven. Sinds 2003 is hij verbonden aan de RUG: tot 2007 als universitair docent, daarna als universitair hoofddocent en sinds 2013 als hoogleraar aan het Engineering and Technology Institute Groningen.

Slimme hulp

Beter en sneller herstellen kan met ortheses, die een verzwakt deel van het lijf ondersteunen. In de ontwikkeling van dit hulpmiddel loopt de RUG voorop.

Door Emmeke Bos

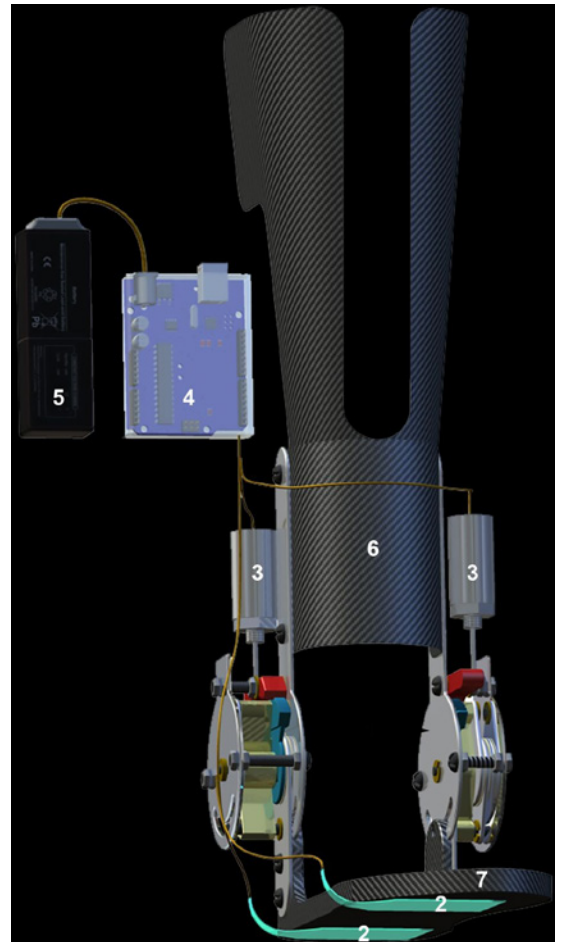
De samenleving vergrijsst, dus hebben steeds meer ouderen zorg nodig. Researchcentrum SPRINT wil ouderen helpen zo lang mogelijk zelfstandig te blijven. Door technologie slim in te zetten, kan de zorg beter en goedkoper worden. SPRINT (Smart Prevention, Rehabilitation & Intervention Technologies) is een consortium van bedrijven, zorginstellingen, de Rijksuniversiteit Groningen, het UMCG en de UT. Een deel van hun onderzoek richt zich op het ontwerpen van betere ortheses. Dit zijn hulpmiddelen die een verzwakt of beschadigd deel van het lichaam ondersteunen. De knie- en enkelortheses van SPRINT verbeteren en versnellen het herstel. ■



'Bij sommige mensen is het kraakbeen in de knie verdwenen, wat erg veel pijn doet. Door deze orthese wordt de knie ontlast,' zegt Bart Verkerke, hoogleraar biomedische productontwikkeling en technisch wetenschappelijk directeur van SPRINT. 'We hopen dat het kraakbeen dan weer aangroeit. Dat is iets waarvan niemand dacht dat het kon. We hebben deze orthese nu bij één iemand getest en zij liep na twee maanden met de orthese weer pijnvrij. Op dit moment zijn we bezig het bij meer mensen te testen.' Op de foto is te zien hoe onderzoeker Charissa Roossien een knie-orthese bevestigt.



GERARD KINGMA



Verkerke: 'Dit is een vrij technische orthese die bedoeld is voor mensen met slappe of niet werkende enkelspiers. De huidige enkelorthesen bestaan uit stukken hard plastic die de hele voet vastzetten. Dat maakt het moeilijk om ermee te lopen. Onze orthese daarentegen zit veel slimmer in elkaar. Onder de voet zitten twee sensoren (nr. 2 op de foto) die meten wanneer welk deel van de voet de grond raakt. De sensoren sturen dan veren aan beide kanten van de orthese aan. Door de veren op het juiste moment aan en uit te zetten, worden de enkelspiers ondersteund en kunnen de mensen weer goed lopen.'



Jongeren bouwen aan magnetische meesterwerken en ontdekken zo de werking van magneetvelden. 'Door te experimenteren met magneten ontdekken leerlingen dat techniek overal is,' stelt Renske de Jonge, coördinator scholennetwerk bij Science LinX. 'Zonder magneten hadden we bijvoorbeeld geen radio, computer of deeltjesversneller gehad.'

Er schuilt een engineer in iedereen

Tekst: Emmeke Bos Beeld: Bram Belloni

Science LinX van de Faculty of Science and Engineering maakt bètaonderzoek en engineering tastbaar. Via interactieve opstellingen in de faculteitsgebouwen maken de studenten van de toekomst spelenderwijs kennis met technologie en wetenschap. Zo komen ze erachter dat in iedereen een engineer schuilt. [Kijk op: rug.nl/sciencelinx](http://rug.nl/sciencelinx) ■





Scholieren experimenteren met een demo-model van een smart grid, een slim energienetwerk. De Jonge: 'In de toekomst wordt meer energie lokaal geproduceerd, denk aan zonnepanelen en windmolens. Daarvoor moeten we overschakelen naar een smart grid, dat beter om kan gaan met het wisselende energieaanbod. Bij deze game ga je daar zelf mee aan de slag. De uitdaging is om vraag en aanbod goed op elkaar af te stemmen.' De opstelling is onderdeel van RE:charge, een expositie over energietransitie.



Veelbelovend

Als Dean of Industry Relations en hoogleraar/onderzoeker aan de RUG zoek ik graag de interactie met bedrijven, non-profitorganisaties en overheden. Een ontmoeting ergens in het land, een gesprek bij de koffieautomaat of een persoonlijk bezoek aan een bedrijf: allemaal mogelijke startpunten voor wederzijdse inspiratie, kennisuitwisseling en vragen stellen. Zo kreeg ik onlangs de vraag van een directeur van een bedrijf hoe de stap naar *smart industry* te zetten. Een aantal voorbeelden van bijbehorende vragen: welke technologische innovaties kunnen worden ontwikkeld om productieprocessen realtime op een robuuste manier aan te sturen? Welke vaardigheden hebben medewerkers dan nodig? Welke verdienmodellen spelen een rol? Hoe kunnen we op een goede en verantwoorde manier omgaan met de grote hoeveelheid data die wordt verzameld?

Kortom, een actueel en complex thema waarbij vele vragen, in een grote variëteit aan vakgebieden, wachten op een antwoord. De Rijksuniversiteit Groningen heeft al deze vakgebieden in huis. Dit biedt onder meer de unieke mogelijkheid om technische studies te plaatsen in een brede omgeving en interdisciplinaire onderzoeksprojecten op te pakken, waarbij we graag samenwer-

ken met partners om zo de innovatiekracht en kennisbenutting te versterken. In een samenwerkingsprogramma zoeken we naar een invulling gekoppeld aan belangrijke bouwstenen: onderzoek, onderwijs, talentontwikkeling en maatschappelijke impact.

Steeds meer bedrijven zoeken samen met de Rijksuniversiteit Groningen naar mogelijkheden om deze dynamiek te vergroten door bijvoorbeeld een vestiging op de Zernike Campus. Hiermee worden de voedingsbodem voor talent- en ideeontwikkeling en het ecosysteem voor hoogwaardig onderzoek verder uitgebouwd. Duidelijke voorbeelden van deze dynamiek zijn te zien bij Syncom en AVEBE. Bedrijven die zich gevestigd hebben op

Zernike en hun faciliteiten openstellen voor studenten, ondernemers en onderzoekers. Zo functioneert Innolab Chemie als incubator om chemische deskundigheid vanuit de RUG door te ontwikkelen en levert hiermee een belangrijke bijdrage aan kennisontwikkeling en economische groei. Recent heeft het bedrijf Demcon zich gevestigd op een steenworp afstand van de RUG om de samenwerking in onderzoek en onderwijs met onder ander het Groningen Engineering Center te versterken.

Kansen om dit model uit te bouwen zijn er volop en de dynamiek tussen kennisontwikkeling en bedrijvigheid ziet er veelbelovend uit.

We werken graag samen met partners om de innovatiekracht en kennisbenutting te versterken



Iris Vis is Dean of Industry Relations aan de RUG en hoogleraar Industrial Engineering aan de Faculteit Economie en Bedrijfskunde van de RUG.



Groningen's engineering degrees Shaping future engineers

Our 18 engineering degree programmes shape new leaders in the engineering field. Our faculty offers a home for those who are looking for a combination between science and its applications to real-life problems, educating students in an interdisciplinary, dynamic and competitive environment.

The faculty's total of 39 science and engineering degree programmes are located on our growing, modern Zernike campus, offering high end facilities and housing different collaborating engineering companies.



"I've spent 16 months in Groningen and every day was worth it: I took special courses, worked on a renowned research project and even spent 6 months doing an internship at a big Dutch company."

Mariana Cecilio de Oliveira Monteiro, Master's student Chemical Engineering

Master's degree programmes:

- Applied Mathematics
- Applied Physics
- Artificial Intelligence
- Biomedical Engineering
- Chemical Engineering
- Computing Science (specialization in Software Engineering)
- Energy and Environmental Sciences
- Human-Machine Communication
- Industrial Engineering and Management
- Mechanical Engineering (to begin in 2019)
- Water Technology (joint degree)

Bachelor's degree programmes:

- Applied Mathematics
- Applied Physics
- Artificial Intelligence
- Chemical Engineering
- Computing Science
- Industrial Engineering & Management
- Life Science and Technology

rug.nl/fse/education