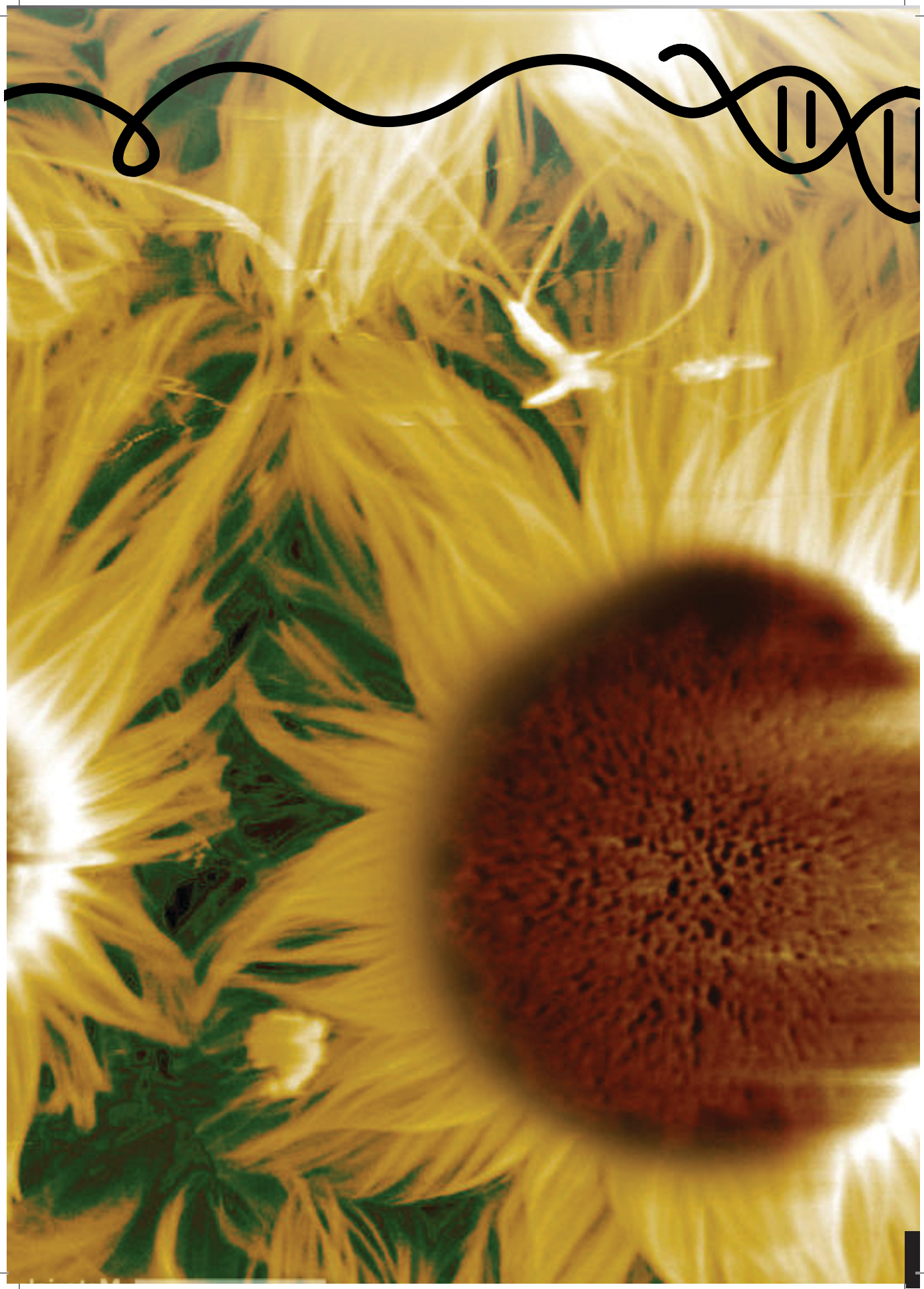


mRNA

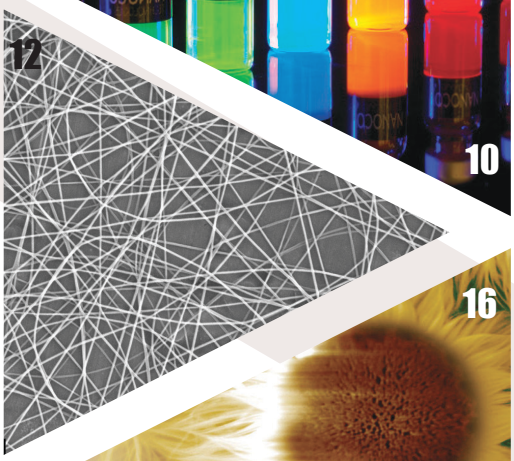
Research: *Claire Wyman*

First impression: *TNW-South*

Interview: *Adriaan Houtsmuller*

Brei- en haakbeurs: *de Nanofibers*

Officieel orgaan der S.V.N.B. Hooke te Delft || jaargang 1 editie 3 - juni 2016



Inhoud

Presidentieel	**4**
Research: Claire Wyman	**5**
Secretarieel Jaarverslag	**8**
Nano news: Quantum dots	**10**
Brei- en haakbeurs: op zoek naar nanofibers	**12**
Meerdaagse Excursie 2016	**14**
Cover story: Nano art	**16**
iGem explained	**18**
Interview: Adriaan Houtsmuller	**19**
Commissie interviews	**22**
YOUNG Medical Delta	**24**
Ouderdag 2016	**25**
Expedition: TNW-South	**28**
Randi Column	**30**
Activiteitenkalender	**31**

Cover image:
'Field of Sunflowers', S.K. Hark, Chinese University of Hong Kong. Materials Research Society. This Scanning Electron Microscope image is composed of nanowires, each about ten nm in diameter. They were grown from a silicon oxide compound in process known as Vapour-Liquid-Solid.

Images:
topbritishinnovations.org, erasmusmc.nl
nanoteckmag.com, sacrit.blogspot.nl

Redactie

Hoofdredacteur: Myrthe Smit
Eindredacteur: Celebrity Groenendijk
Notulerend Penningmeester: Bas Nieuwenhuis
Kapitein InDesign: Guus Kolpa
Kapitein InDesign: Melina Dekker
Journalist: Mart Last
QQ: Kees van Bezouw

Beste lezer,

Terwijl buiten de zon de TU weer tot leven brengt, schrijf ik mijn laatste redactioneel van dit collegejaar. Eind mei zijn een aantal nanobiologen naar Leuven gegaan om hier vooraanstaande bedrijven te bezoeken en de stad te verkennen. Het bezoeken van de cleanroom van 5200 m^2 was een fantastische ervaring. In deze enorme ruimte ontwikkelt en test IMEC nieuwe nano-elektronica. Ook de rondleiding in de plaatselijke bierbrouwerij door onze fanatieke gids zal ik niet snel vergeten.

Ondertussen begint de tentamenstress bij de meeste mensen weer op te lopen. Mocht je behoefte hebben aan een pauzemoment, dan biedt deze mRNA hopelijk een uitkomst. De redactie heeft opnieuw haar best gedaan om de lezer te vermaken in zware tijden. Wij kijken alweer uit naar de zomervakantie, IntroN en de OWee.

Tenslotte wil ik je namens de hele mRNA succes met de tentames en een fijne vakantie wensen. Mocht je in de vakantie ineens een fantastisch idee voor het IntroN boekje hebben, mail dit dan vooral naar mrna-hooke@tudelft.nl.

Liefs,

Myrthe Smit
Hoofdredacteur der mRNA

De mRNA is een officieel orgaan van de Studievereniging voor Nanobiologen, de S.V.N.B. Hooke. De gedrukte versies worden onder de leden gedistribueerd.
De commissie streeft ernaar de kopierechten van gebruikte teksten en afbeeldingen te handhaven. Mocht u geloven het recht te hebben op gebruikte stukken, dan vragen we u ons te contacteren.
De commissie behoudt het recht om ingestuurde stukken te verkleinen, te veranderen of te weigeren. Wij danken iedereen voor hun bijdrages.

Jaargang 1. Editie 3.
Oplage: 140, uitgave: juni 2016
Pdf-versie wordt publiekelijk geüpload op de Hooke website.

S.V.N.B. Hooke
Lorentzweg 1, kamer E306
2628CJ Delft
+31 015 2781639
mrna-hooke@tudelft.nl
www.hooke.tudelft.nl

Waarde leden,

Het jaar zit er weer bijna op. We kunnen terugkijken op een ontzettend mooi jaar! Na de start van het jaar met het IntroWeekend zijn er veel mooie nano-activiteiten geweest: een ledendiner, de eerste diesweek, het eerste BEP/MEP-event en daarnaast de wintersport, eerste uitgave van de mRNA, een ouderdag, meerdaagse excursie en alle andere activiteiten die je in het materiaal van de Fotosynthecie terug vindt. Wij zijn als bestuur ontzettend trots op de leden die het allemaal mogelijk hebben gemaakt en het enthousiasme waarmee iedereen het hele jaar mee heeft gedaan.

Zelf kunnen we ook terugkijken op een mooi jaar waarin de incasso's mogelijk zijn gemaakt, het pinapparaat ons heeft weten te redden, de ledenmail jullie geïnformeerd heeft, we een volledig ledenbestand gemaakt hebben, de website up-to-date is gehouden, er een meerjarenplan geschreven is, een samenwerkingsvoorstel voor bedrijven gerealiseerd is, er een minor-informatieboekje gemaakt is en een beleid en evaluatie protocol ervoor heeft gezorgd dat doelstellingen behaald zijn. Dit is lang niet alles, maar het zijn allemaal dingen waar we trots op zijn en waar de leden hopelijk hun voordeel uit kunnen halen en waardoor ze hun plek kunnen vinden bij onze mooie vereniging.

Dit is alweer mijn laatste presidentieel. Het stokje wordt overgedragen aan vijf mensen die zich op zijn minst net zo hard gaan inzetten voor jullie. Hopelijk zien we jullie nog steeds bij alle Hooke-activiteiten en natuurlijk bij de dinsdagborrel.

Ik heb gezegd,

Valérie Pourquié
President der S.V.N.B. Hooke

Technology reveals live action of proteins in DNA repair

Claire Wyman is a professor of Molecular Radiation Biology at the Erasmus MC. She is also the academic director of Nanobiology! We asked her to tell us a bit about the research she conducts at the department of Cell Biology.

I am very lucky to experience the development of new tools and methods for studying individual bio-molecular processes in quantitative detail. To quote the physicist Freeman Dyson: "The effect of concept driven revolution is to explain old things in new ways. The effect of tool driven revolution is to discover new things that have to be explained." It is the ability to discover new things that we currently don't entirely understand that I think is most fun. Here's a story from the ongoing research in my group.

Let´s begin with a broad idea and consider life at one level as the complex coordination of intricate molecular interactions, organized in time and space for robust function. In this context we study homologous recombination, which is a cellular process essential for maintaining the genetic information encoded in DNA. Homologous recombination is linked to both cancer development and cancer treatment but I'm interested in how it works fundamentally. I leave the translational topic to my colleagues. The central step of homologous recombination is the exchange of base paired partners between homologous DNA molecules. This creates genetic diversity in meiosis, supports DNA replication and repairs DNA breaks.

Proper efficient homologous recombination depends on the sequential action of many proteins acting on a series of different DNA structures. Conversely, inappropriate DNA rearrangements, which are more dangerous than the original problems homologous recombination needed to solve, have to be avoided. Each step of this process requires proteins arriving at the right place at the right time. This can be defined by quantitative measurements of the diffusive behavior of individual molecules. We have done just this for several homologous recombination proteins, using new tools and analysis methods. These tools include:

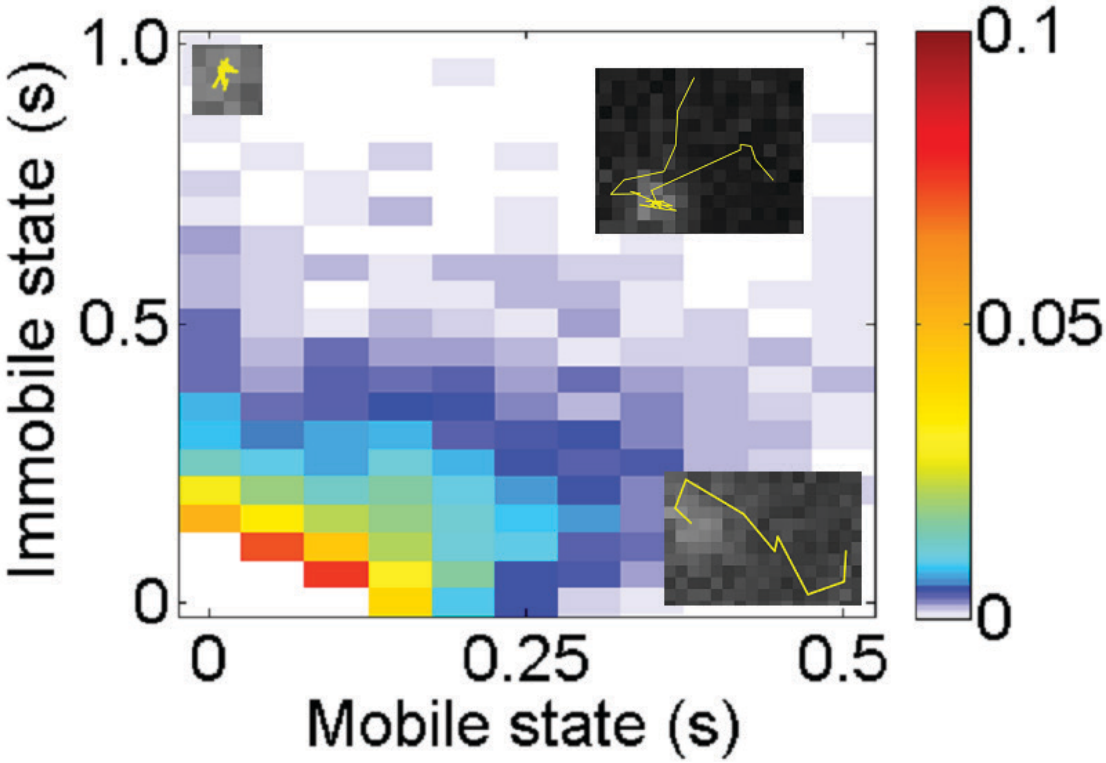
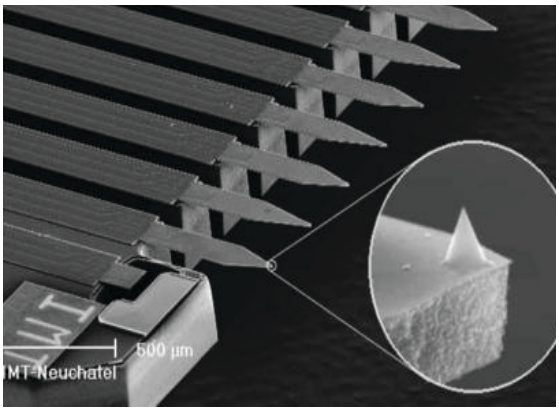


Fig. 1 Diffusion of individual BRCA2 particles in mammalian cell nucleus.
Each particle track (n=4126) was classified based on how much time BRCA2 moved or stayed still during the time it was observed. The frequency of tracks with the times spend mobile and immobile, indicated on the X and Y axes, is indicated by the color scale. Inset images with overlay tracks are examples (upper left completely immobile, upper right go-stop-go and lower right completely mobile) of particle trajectories for this position on the histogram. For all the details see; Reuter et al, (2014) BRCA2 diffuses as oligomeric clusters with RAD51 and changes mobility after DNA damage in live cells, J. Cell Biology 207, p. 599-613. doi: 10.1083/jcb.201405014.

(1) engineering cells with endogenous expression of GFP-tagged proteins tested to be functionally just like cells with the normal un-tagged protein (2) Microscopes and detectors for fast sensitive imaging to follow single fluorophores in real-time in living cells and (3) Image analysis programs to automate the process of extracting quantitative parameters.

We first looked at BRCA2, a tumor suppressor protein essential for early steps of homologous recombination mediated DNA repair. BRCA2 delivers the DNA strand exchange protein, RAD51 to DNA sites where it has to work. Implicitly thus, BRCA2 also keeps RAD51 from acting where it should not. We followed BRCA2 fused to GFP and expressed at normal levels from its endogenous promoter using oblique illumination microscopy with single particle tracking analysis.

These are the things we discovered: (1) BRCA2 particles moved relatively slowly in a manner characterized by frequent transient immobility on average moving for only half of the time we observed them (Figure 1). (2) BRCA2 moves about the nucleus in clusters, typically 2 or



An image of the atomic force microscope, obtained by a scanning electron microscope. The tip of the AFM is highlighted. The tip has a diameter of 2 microns, the size of a smoke particle. Image from NASA.

3, possibly together with other proteins. (3) All of the nuclear RAD51 is moving around the nucleus in these BRCA2 particles. These discoveries suggest a lot of new ideas about how proteins assemble, work and disassemble in the nucleus. The quantitative balance between non-specific and specific interactions will be key to new understanding. We assume that structural changes in BRCA2 are needed to release bound RAD51 and load it onto DNA. We study this by scanning force microscopy imaging of purified proteins (Figure 2). We are making variants of BRCA2 and RAD51 to see what determines their in vivo behavior. We have a lot of experiments and explaining yet to do. With a little luck we might get to use some new tool.

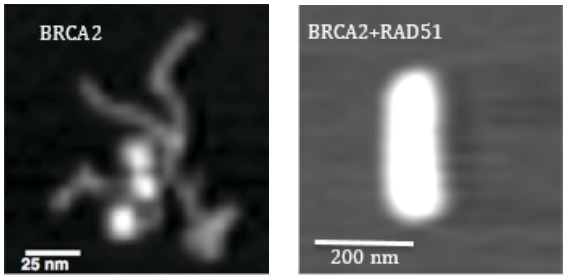


Fig. 2 Scanning force microscopy images of purified human BRCA2 without and with bound RAD51 showing different conformations. BRCA2 alone is extended and irregular, a dimer is shown. With bound RAD51 larger oligomers form, the complex shown has about 10 BRCA2 molecules and 50 RAD51 molecules and has a regular shape. Grey scale indicates height in the range of 0-10 nm black to white.

As the San Francisco radio personality Wes "Scoop" Nisker always said at the end of his news broadcast: "If you don't like the news … go out and make some of your own." I hope you like the science I have described but more importantly I hope Nanobiology will prepare you to go out and make some science/news of your own.

Claire Wyman

Photo: Erasmuc MC

Secretarieel Jaarverslag

De eerste grote activiteit van dit collegejaar was de Diesweek met het thema 'Kinderfeestje' om de eerste verjaardag van de vereniging te vieren. In korte tijd heeft de ATP een geweldige week neergezet met als afsluiter het Diesfeest. Later volgden nog activiteiten als lasergamen, een BBQ in het Delftse Hout en een ledendiner met de Crazy 99. Deze laatste activiteit was georganiseerd door ATP2 en ATP3 samen en heeft ervoor gezorgd dat mensen hun grenzen verlegden door dansjes te doen in de binnenstad, random mensen aan te spreken en in grachten te zwemmen.

Op 14 januari 2016 was de eerste mRNA release borrel. Op deze borrel werd vol trots de eerste editie van ons verenigingsblad gepresenteerd. Het is een mooie mix geworden tussen de serieuze en wat minder serieuze zaken. Sinds de eerste editie is de mRNA steeds verbeterd en nu ligt alweer de derde editie voor je. Daarnaast zal de mRNA het IntroN boekje voor de nullen in elkaar zetten. De rest van de voorbereidingen voor het Introweekend Nanobiology 2016 zijn ook in volle gang en het gaat weer een prachtig weekend worden.

Vrijdag 29 januari vertrok een dappere delegatie naar Zuid-Frankrijk. Na lang wachten mochten we de bergen op en heerlijk zoevend naar beneden over coq. Na een klein stukje rood bij pirouette bleven skilift 5 en 12 over, we waren al bijna bij de top. Via Longe Combe kon je de weg vervolgen tussen twee prachtig besneeuwde bergen door. Ideeën over welke pistes we gingen pakken, barstten los. Er was zoveel te doen en zoveel te zien. “Rocher” bleek het antwoord, nog een rode piste. “Rocher” is rood. Zo rood als de vlammen uit je ergste nachtmerries. Zo rood als de vlammen van het vagevuur. Zo rood als het shotje dat je die avond dronk in de Chalet.
Wat was het een feest daar. Dingen gehoord, dingen gezien, dingen dubbelgezien.

Dit jaar mocht Hooke voor de tweede keer mee doen met de FeCo. Binnen een week was LABdance uitverkocht en samen met LIFE, TG en de VvTP is er voor gezorgd dat het feest weer een groot succes was.

Begin april hebben alle studenten dankzij SOX hun ouders kunnen laten zien wat Nanobiology inhoudt. Er was een college, een ethiekdiscussie, een pubquiz en een practicum. Later in het jaar heeft de commissie ook nog een symposium georganiseerd met het thema ‘The Enigma: Cracking the Code of Life’.

Een maand geleden vond de Meerdaagse Excursie naar Leuven plaats. De studenten (en Antonio) hebben het erg naar hun zin gehad. De bedrijven sloten goed aan op ons vakgebied en ook de uitjes naar de bierbrouwerij en het museum vielen in de smaak. Eerder in het jaar heeft de Cohecie nog een BEP/MEP event georganiseerd. Hier konden studenten en onderzoeksgroepen elkaar beter leren kennen. Ook zijn er meerdere lunchlezingen en excursies georganiseerd.

Daarnaast wil ik nog even melden dat dankzij de Fotosynthecie er beeldmateriaal beschikbaar is van alle activiteiten die dit jaar hebben plaatsgevonden.
Dankzij alle actieve leden was dit jaar een groot succes!

Liefs,

Mandy Segers
Secretaris der S.V.N.B. Hooke

Quantum dots:
Powering the future

In 1985, Louis Brus discovered colloidal semiconductor nanocrystals. This discovery earned him the 2008 Kavli prize for Nanoscience. These nanocrystal semiconductors have since spiked interest in researchers and inspired them for their projects. Mark Reed dubbed these structures "quantum dots" in 1988.

Quantum dots spark great interest due to their particular electronic and physical properties. These qualities result from their incredibly small size (2-10 nm). At this scale, the particle behaves like a 3-D infinite potential well, where electrons can be excited by a photon and oscillate as a certain wavelength to satisfy the infinite potential well solution. In this regime, as the particle becomes smaller, the band gap becomes larger. As the band gap increases, so does the energy of the photon emitted by the particle. Summarized, smaller particles respond to shorter wavelengths (blue) while larger particles emit longer wavelengths (red).

Infinite potential well:
A model to describe the probability of the position of a particle in a box with impenetrable walls. In the nanometer range, the model produces solutions at discrete energy levels.

Band gap:
The energy range in which no electrons can exist. Photons need a minimum of this amount of energy to excite electrons in the semiconductor.

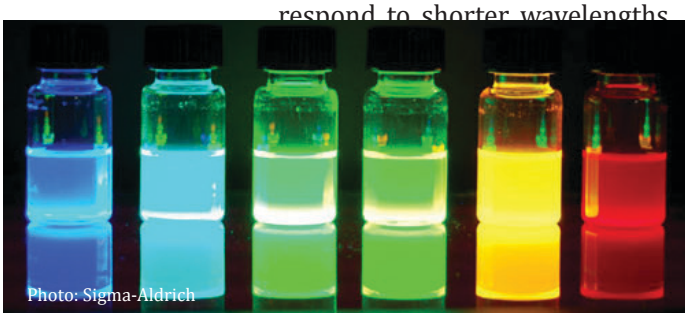


Photo: Sigma-Aldrich

Quantum dots covering the whole visible spectrum

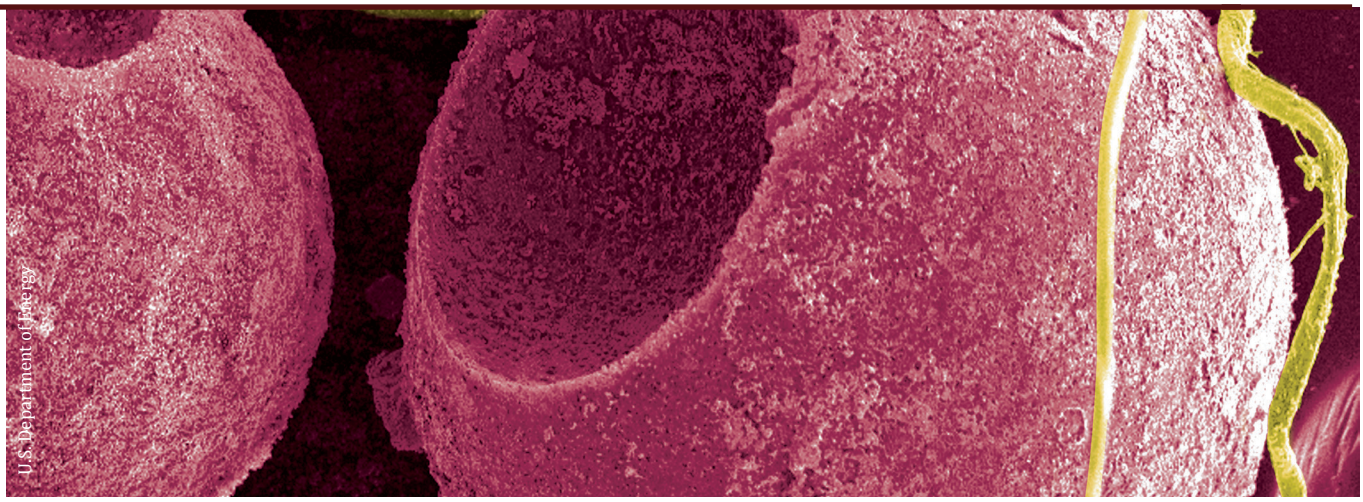
Over the past few decades, this technology has been massively improved and the production has been scaled up. Quantum dots are close to being commercially available. They are foreseen to be prevalent in many future applications, ranging from new transistors to optical applications and medical imaging. While some applications might seem distant, quantum dots have already been incorporated in commercial products. For example: Samsung has incorporated quantum dots into their new line of televisions. The quantum dots are said to have greater colour accuracy, over a billion different colours and double the brightness of regular LED TVs. Quantum dots seem poised to take over the future of optics.

LED:
Light-emitting diode: the most prevalent source of light in the modern world. Using the reverse process of a solar cell, electric current through a semiconductor can excite electrons and in turn emit photons.

One of the most hailed improvements quantum dots will bring is in the field of photovoltaics. In 2014, solar cells worldwide have an electric capacity of 178 gigawatts, which is a 40-fold increase compared to 2006. One of the greatest challenges in solar power remains the efficiency. This efficiency is limited by the Shockley-Quiesser limit to roughly 32% for a solar cell consisting of only one band gap. Using multiple vertical layers with different band gap sizes in the cells can increase the efficiency. One of the applications of quantum dots in

Shockley-Quiesser limit:
The maximum possible efficiency of a solar cell for a single semiconductor crystal. The reason this efficiency is so low is due to radiation of the material itself, impedance, but mostly by not covering the whole spectrum.

U.S. Department of Energy


U.S. Department of Energy

solar cells is in trying to improve the range of band gap energies that can be absorbed. Silicon has a band gap of roughly 1.1 eV, converting up to 29% of incoming radiation to electricity. Quantum dots can be produced with a broad range of band gaps, allowing for absorbance of a much broader part of the solar spectrum. Currently, quantum dots still have a lower efficiency than regular methods. However, the advantage of using quantum dots is the fact that they can be manufactured in bulk. The process of manufacturing quantum dots is relatively uniform, allowing for the production of quantum dots corresponding to many different wavelengths.

Another application of quantum dots in photovoltaics is through incorporation in windows. Windows have often been thought of as a tool to capture solar energy, since they are so ubiquitous. To capture solar energy on surfaces, such as windows, solar concentrators must be used. A luminescent solar concentrator is a network of incredibly small solar cells. These solar cells are connected to each other and eventually converge in a small output to deliver their electricity. The use of quantum dots has been significantly increased by the use of quantum dots.

New developments in this field have made quantum dots a much more attractive option than current alternatives. A new and very promising material to use in quantum dots is CISeS (Copper, Indium, Selenium, Sulfide), due to its capability to be absorb radiation from a large part of the solar spectrum. Consequently, the visible sunlight coming through a window would only be slightly dimmed, rather than the colouration being distorted. Another added bonus to the CISeS quantum dot is the fact it does not contain any highly toxic compounds, as many previous quantum dots did. New studies incorporated the new quantum dots into existing acrylate polymers.

The future looks bright for quantum dots, one barrier being overcome after another. Scale of production and efficiency are rapidly improving, whilst toxicity and cost are decreasing. The potential applications of quantum dots are incredibly versatile, ranging from medicine and optics to solar cells and even better television screens!

De Redactie

Indium:
While promising, indium is also a relatively rare metal, which has been mined at a rapid rate. If it is mined at the current rate, the projected economically viable indium will be depleted in 14 years if more is not found.

Lokaal verslag: Brei- en haakbeurs

Op een doodgewone zaterdagmiddag kwamen wij, Bas, Kees en Mart, aan bij de oude broodfabriek in Rijswijk waar die dag de jaarlijkse brei- en haakbeurs plaats zou vinden. Een milde lentezon sneed vast de scherpe randjes van ons dagprogramma af. Wat er te verwachten viel wisten wij niet, maar we waren wel benieuwd of onze vermoedens zouden kloppen. Voor de poorten van een beurs staan, overkomt je niet elke dag. Eenmaal binnen werden we door de - toen nog - goedlachse garderobejuffrouw er vriendelijk op geattendeerd dat we de enige jongemannen waren. Zo wisten we dat onze grijze cellen een goede toevoeging zouden zijn aan de gelijk haarkleurige mensenmassa. Om de aard van onze aanwezigheid ietwat te verhullen, dachten wij dat we op ons minst een wollen trui aan zouden moeten doen. Wisten wij veel dat zelfs na het passeren van de zestig een ernstig bijziende het verschil tussen machinaal danwel handmatig verworven weefsels nog van honderd breinaalden afstand kon zien. Aldus was minder dan twee minuten na binnenkomst onze minderheidspositie bevestigd. Jong, man, wollen trui: we waren unieker dan we dachten.

Na wat slap acclimatiserend gezwam in de koffiehoek, besloten we resoluut de beursvloer op te stappen. Gelijk vielen ons de alomtegenwoordig opgehangen kunstwerken op. We hadden het idee dat het breien

Bron: Breidag.nl

voornamelijk gericht is op het maken van truien en misschien eens een tapijtje, maar kwamen er snel achter dat de breipassie van sommigen verder dan daar reikt: we proefden gebreide garnalen en ham, kwamen gebreid servies tegen en durfden zelfs snel een gebreide sigaret te proberen. Overal en alles was wol.

Het was ongeveer hier waar we besloten om zelf te leren haken en we gingen snel op zoek naar een geschikt patroon. Waar de een ironisch genoeg juist een huismuis mee naar huis nam, had de rest meer moeite iets moois te vinden. Na een luchtig gesprek met een mevrouw die gebreide wijnglazen ten toon stelde, moesten we onze meerdere in deze bekennen toen bleek dat het jaren van oefening kostte om op haar niveau te komen. Ongelukkig dwaalden onze ogen langs de overige kramen in de hoop op een nieuw kunstwerk-in-wording.

Enkele meters verder stuitten we, Kees in het bijzonder, op een schitterende gebreide kikker voor boven de schouw. Zijn verkoper was ongetwijfeld een vakman en wist ons binnen een minuut weg te jagen met het meest indrukwekkende stuk jargon wat we ooit tegen zijn gekomen. De nomenclatuur van organische chemie was er niks brei.

Onze zoektocht naar goedkoop produceerbare nanowires en wollen representaties van het cytoskelet leverde absoluut niet op waar we voor kwamen. In de gebreide tauge was geen microgrammetje E. coli te vinden, en de gehaakte bacteriofagen die we dachten te zien bleken een fata morgana. Wel ontdekten we dat wol en linnen, mits er niet te veel spanning op komt te staan, vrij goed gehoorzamen aan de wet van Hooke. Onze tijd hier is niet voor niets geweest.

De Redactie

Bron: Breidag.nl

Meerdaagse Excursie Leuven

Op 27 mei 2016 vertrokken we vol goede moed richting Leuven. Helaas werd onze pret al snel gedrukt door een kapotte brug. Na een korte crisissituatie bleek het busnetwerk van Mechelen en Leuven toegankelijk genoeg om de reis voort te zetten. Van ieders voorhoofd drupte een ziltige uitscheiding – ook wel zweet of zweth – toen we de bus uit kwamen. Echter was er geen tijd voor rust: we werden verwacht bij IMEC.

De Cohecie zoekt een locatie voor de meerdaagse excursie. v. l. n. r. Bram, Stefan, Jacobus, Lieke. Kees is afwezig.

Ondanks dat wij ruim een uur waren vertraagd, werden wij goed ontvangen; tijdens de rondleiding werd geen hookje overgeslagen. We hebben de volledige tour, van koffie corner tot cleanroom, gekregen. Met nieuwe inzichten over onderwerpen als 'the internet of things' werden we wéér geconfronteerd met onze vijand, de bus. Gelukkig was deze uitdaging er één die we vol bravoure aangingen; een koude beloning lag in het verschiet.

Onderweg naar Leuven werd de eerste officiële nieuwe ledendas verkocht.

Maar ach en wee, de kelen bleven nog even droog. Tot onze blijdschap kwam dit slechts omdat de Cohecie ons eerst nog wat wilde leren. Over het algemeen nemen wij onze koele versnaperingen voor lief. Om ons het harde werk achter de drank te laten zien, heeft de commissie een rondleiding in een huisbrouwerij verzorgd. Hier werd ons in geuren en kleuren verteld wat er allemaal komt kijken bij het brouwen van een biertje. Na een goed avondmaal was het tijd voor de langverwachte escalatie. Door de vertragingen werd de kroegentocht wat ingekort, maar dat maakte het einde in 'de Bierkelder' zeker niet minder leuk.

Een huisbrouwerij is een heel kleine brouwerij die direct in verbinding staat met een café, waar het bier direct uit het vat wordt verkocht.
De huisbrouwerij 'Domus' die we hebben bezocht bestaat sinds 1985. Ze brouwen twee huisbieren, de Con Domus en Nostra Domus. Tijdens het avondmaal hebben wij hier van mogen proeven en we waren zeker niet teleurgesteld!

DEN D·O·M·U·S HERBERG • HUISBROUWERIJ

Drie excursiegangers waren uitgeteld na een warme dag op bezoek bij twee bedrijven.

De volgende ochtend stond iedereen weer fris klaar om ReGenesys en reMYND te bezoeken, ondanks de schade, aangericht door de voorgaande avond. Bij ReGenesys werd uitgelegd hoe stamcellen gebruikt kunnen worden om de lange termijn gevolgen van een beroerte te reduceren. De volgende innovatieve houding tegenover chronische problemen kwam vanuit reMYND. Hun idee is dat we bij alzheimer, parkinson en diabetes niet langer de symptomen willen bestrijden, maar dat we de ziekte bij de wortel aan willen pakken. Na een korte blik op reMYND's muizenhuis, was het tijd voor de volgende attractie: de botanische tuin.

Nadat sommigen ontdekt hadden dat ze allergisch zijn voor bepaalde planten en anderen een dutje of een terrasje hadden gepakt, was het tijd voor een maaltje en moest de tennis arm worden opgewarmd. De volgende activiteit was namelijk een rondje bowlen. Na het omgooien van een aantal kegels was menig man van mening dat het weer hoog tijd was om aan de markt wat drankjes naar binnen te kegelen.

De volgende ochtend al was het tijd om afscheid te nemen van de eerste excursiegangers. Degenen die nog niet klaar waren met België vertrokken gezamenlijk naar Brussel. Hier kon men nog genieten van dinosaurus skeletten in het Natuurhistorisch Museum en een speciaal biertje. Na deze ervaringen was het tijd om een punt te zetten achter de meerdaagse excursie. Het was geweldig. Het is al vaak gezegd, maar het kan niet genoeg benadrukt worden: "Bedankt Cohecie voor een geweldig weekend!".

De Redactie

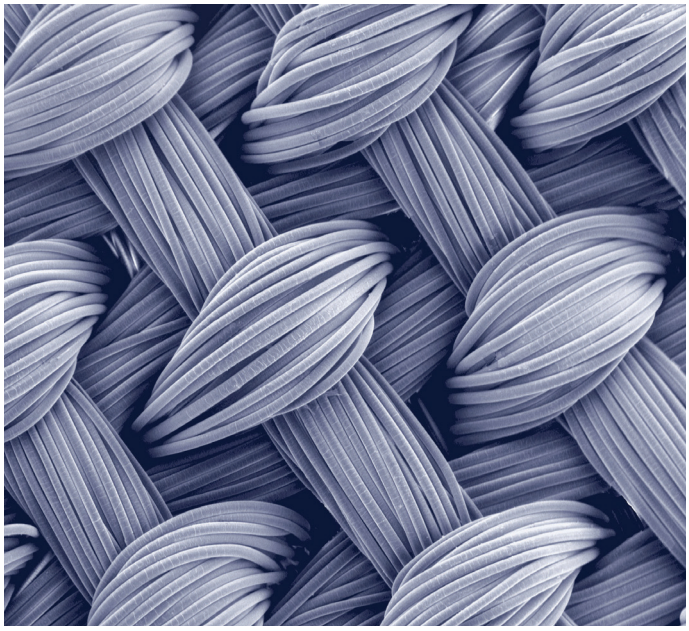
Rechts: Buiten het Natuurhistorisch Museum wachten ze met onze nieuwe vriend Antonio, vrijdagavond ontmoet in de Bierkelder.
Onder: De groepsfoto na bezoek ReGenesys en reMYND.

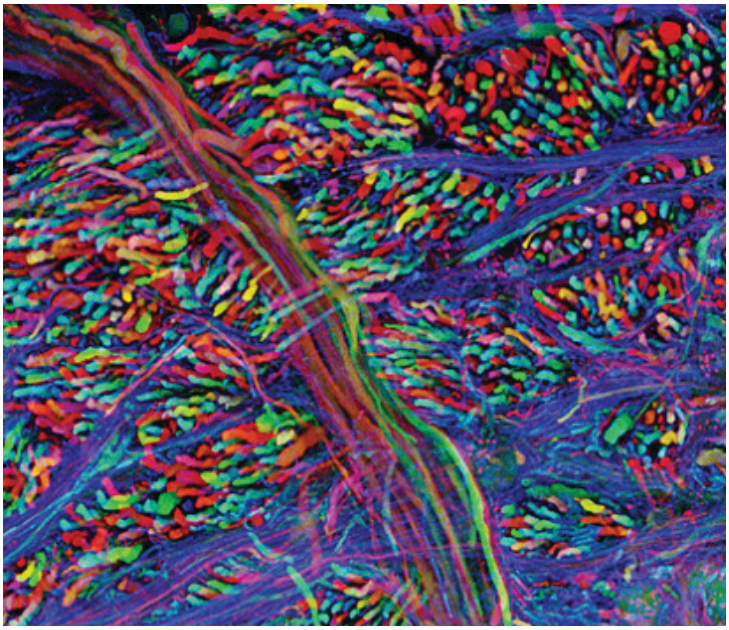
Nano Art

Apart from being functional, biology, physics and math, the three main sections of Nanobiology, have another valuable characteristic; they can be strikingly beautiful.

Jeff Lichtman, Molecular and Cellular Biology, Harvard University (below).

'Brainbow', a genetic method where each individual nerve cell is labeled to identify and track axons and dendrites over long distances, using light microscopy. In this image, the brainstem is shown.





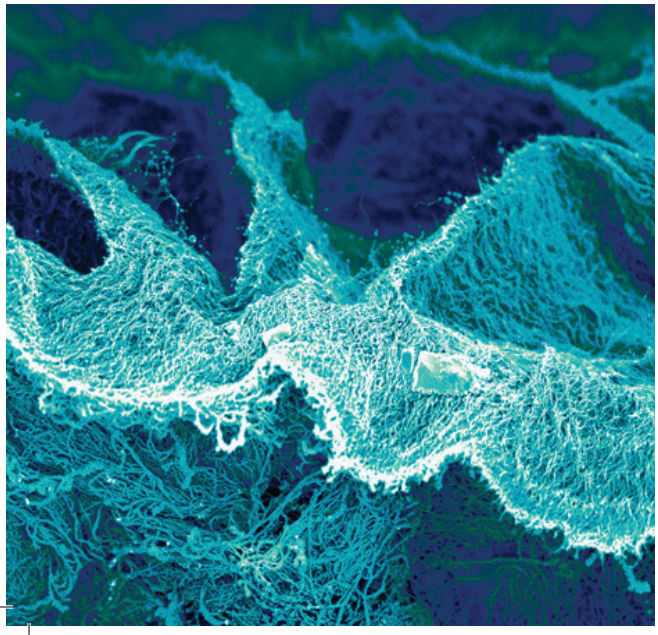
Winners of Bioart - ompetition by FASEB

Frank Moutos and Farshid Guilak, Duke University Medical Center, Durham, NC (above).

Tissue engineering is used to accelerate natural cartilage repair and growth. This image shows a three-dimensionally woven biomaterial scaffold seeded with cells that grow to become new tissue as the fibers are resorbed.

Xiawei Ou, University of Arkansas for Medical Sciences, Brain development and nutrition (right).

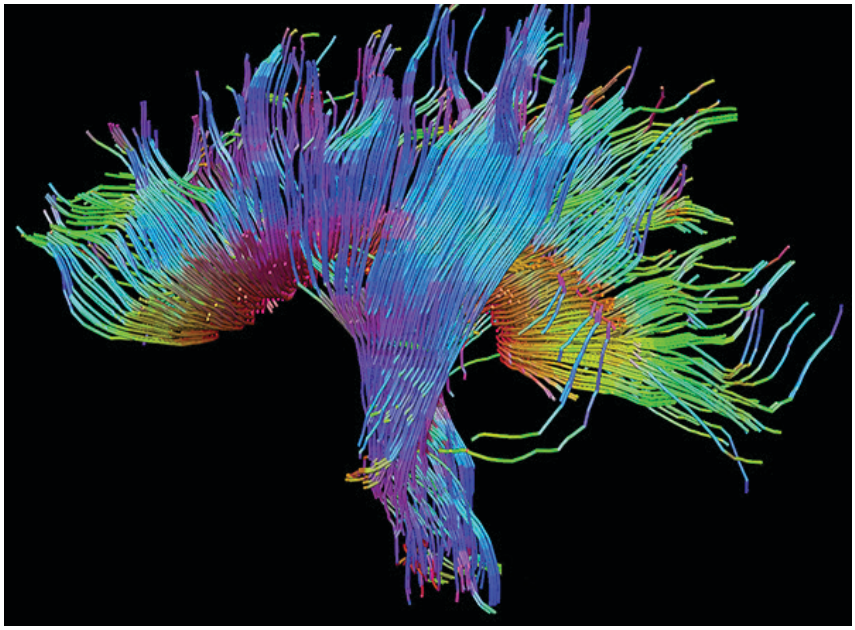
Diffusion tensor imaging (DTI) permits non-invasive 3D visualization of nerve fibers connecting regions of the human brain. In this image, two nerve fibers can be seen.



Winners of NanoArt - competition by Nanosciences Foundation

Sayari Biswas, , Indian School of Mines (ISM), Dhanbad, India. (right)
Dye Sensitized Solar Cell.
TiO_2 nanoparticles form flowers with nanometric petals (around 10 nm thick) oriented in different directions. This increases the available surface area and thus the amount of absorbed solar energy and the efficiency of the cell.

Jonathan Quinson, University of Oxford, UK. (bottom left)
'Nanosea', A multi-walled carbon nanotube network "decorated" with platinum nanoparticles in order to achieve high electrocatalytic currents. These high-surface area electrodes are particularly interesting for next generation energy devices such as fuel cells or new catalyst systems.



Images:
faseb.org
fondation-nanosciences.fr
cbs.fas.harvard.edu
nanoart21.org

NanoArt winner of april 2013

Mathieu Vigouroux. (left)
'Nanopyramids', a picture taken after a specific high-temperature regrowth process. The texturization method leading to thoses nanopyramids aims to increase the effective surface area.

'Nanopores', by Jean Constant. (twice left). Mathematical art showing a 3D model of a Fano plane.

The iGEM team, with three nanobiology students: Célina, Tessa and Liza!

This year, nine girls and one guy form the new TU Delft iGEM-team, called 'Opticoli'. International Genetically Engineered Machine is a competition in synthetic biology: you may come up with any project you want, as long as it is in this field of expertise. At the end of the summer 300 teams from over the whole world, including us, will present their project in Boston, USA!

This year, we will be making lasers and biological lenses using *E. coli*. Making fluorescent cells is easy, but how do you make a cell shoot a laser? We will achieve this in two ways. First of all, we will express a protein called silicatein, which will synthesize a layer of polysilicate, which is basically glass, around the cell wall. Secondly, we will express genes for the synthesis of intracellular polymers in the cell. This way, when you express a fluorophore, the photons do not leave the cell, but keep bouncing off at the cell walls and excite other fluorophores.

Consequently, a stronger beam of light arises with only one wavelength: a biolaser. Also, using the silicatein, we want to make biological lenses that can act as a microlens. The most important question is: why do we want to do this? The goal with the *E. coli* lasers is to improve the imaging techniques and resolution for single cell imaging and multicellular communities. With the biological lenses we aim to produce sustainable and lightweight lenses that can be used in e.g. smartphones or solar panels. In this way, the current expensive lenses can be replaced, which makes research cheaper and easier to access for everyone. We will be the first people to make such a biolaser and the biological microlenses, which is of course very cool!

The iGEM team

If you want to know more about this awesome project, you can follow us on Facebook (TUDelft iGEM), Instagram (@igemtudelft) and our website: 2016.igem.org/Team:TU_Delft.

Adriaan Houtsmuller

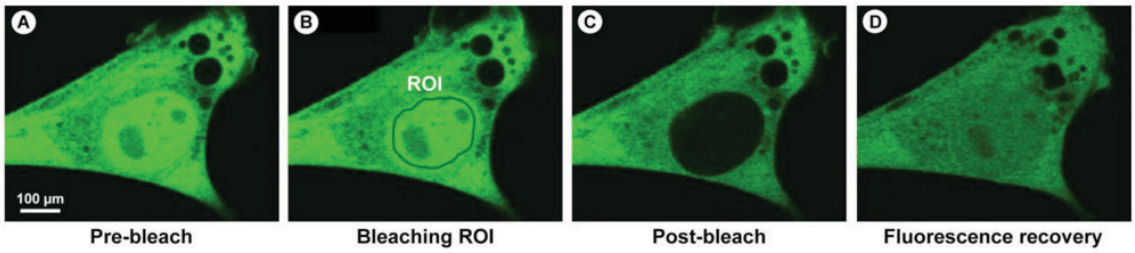
Het is de man die ervoor zorgt dat iedere nanobioloog blind alle negentien aminozuren en één iminozuur kan tekenen. Soms is hij ietwat onhandig met microfoons, maar het ontbreekt hem nooit aan enthousiasme. Hij heeft ons kennis laten maken met vakken als Biomolecular Programming en Nanoscopy. Hierna de weg naar een succesvol bestaan als wetenschapper en docent.

"Mijn wetenschappelijke carrière is in Amsterdam begonnen met de studie Biologie. Mijn interesses bleken echter meer richting de informatica te liggen en daar heb ik leren programmeren. Bij toeval las ik over een stage bij de afdeling Moleculaire Biologie aan de UvA, waar de vakgebieden samen kwamen. Beelden die met een confocale microscoop gemaakt werden, moest ik verwerken tot digitale modellen. Deze stage bleek de ideale keuze voor mij te zijn. Mijn achtergrond in de informatica leidde ertoe dat mijn interesse in de biologie weer werd aangewakkerd. Bij dezelfde afdeling heb ik vervolgens mijn PhD gedaan over de organisatie van chromosomen gedurende de profase. Aan de hand van 3D reconstructies hebben we gezien dat chromosomen tijdens de profase in lussen lijken te zijn opgehangen aan het kernmembraan. Later is onder andere door Bas van Steensel in het NKI met biochemische technieken bevestigd dat dit plaatsvindt op de laminen.

Vervolgens ben ik begonnen als Postdoc bij het Erasmus MC. Dit is voor velen de moeilijkste periode in hun carrière. Naast het feit dat je jezelf continu moet bewijzen, heb je ook geluk nodig om hogerop te komen. Mijn geluk was dat de ontdekking van GFP precies samenviel met de start van mijn carrière. GFP heeft een enorme revolutie ontketend. Samen met Wim Vermeulen ontdekte ik - in tegenstelling tot wat iedereen toentertijd dacht – dat kerneiwitten vrij diffunderen en alleen aan DNA binden als het nodig is. Ook konden we aan de hand van photobleaching van GFP bepalen hoeveel eiwitten er aan het DNA gebonden zijn. Toen dacht ik: "Bingo, dit wordt het helemaal." Deze doorbraak bleek cruciaal voor mijn carrière: in plaats van een dun houten balkje had ik nu een groot blok beton om op verder te bouwen.
Als beginnende Postdoc gebruikte en onderhield ik de eerste confocale microscoop van het EMC. Toen al droomde ik van een bescheiden centrum voor microscopie. Dit is veel beter gelukt dan verwacht, in 2011 is het Erasmus Optical Imaging Centre namelijk opgericht. Hier coördineren wij het gebruik en onderhoud van verschillende vooruitstrevende microscopen en ontwikkelen wij nieuwe technieken."

Waarom is Nanobiology volgens u van belang voor de wetenschap?

"Tot enkele jaren geleden waren er echt twee werelden: hier (in Rotterdam, red.) zaten de biologen, en in Delft de natuurkundigen. Als je aan een student hier vroeg om een integraal uit te rekenen, stond het zweet al op zijn voorhoofd. In mijn optiek zijn het begrijpen van wiskunde en kunnen programmeren een randvoorwaarde om de biologie te doorgronden. Anderzijds heb je ook inzicht in de experimenten nodig, iets dat bij natuurkundigen weer vaker ontbrak. Deze twee uitersten moeten samengevoegd worden in één persoon. Op het moment dat



Een voorbeeld van de photobleaching techniek die prof. Houtsmuller beschrijft.

Cees Dekker, Frank Grosveld, Claire Wyman en anderen de studie begonnen op te zetten, heb ik me dan ook direct aangeboden."

Zoveel natuurkunde en biologie, past dit wel in één persoon?

"Zeker weten. Ik ben er wel van overtuigd dat jullie meer in het lab zouden moeten staan. Je kunt nog zoveel kennis hebben, maar zonder veel praktijkervaring word je denk ik nooit een echte (nano)bioloog."

Om deze twee vakgebieden samen te laten komen, is natuurlijk veel integratie tussen de twee universiteiten nodig. Hoe vindt u dat het hier momenteel mee staat?

"Jullie zullen nog keuzes maken. Afgelopen jaar heeft op één iemand na iedereen zijn bachelor eindproject in Delft gedaan. Blijkbaar vinden jullie dat toch een aantrekkelijkere stad. Ik heb echter wel het idee dat over enkele generaties volledige integratie mogelijk is.

Ook op wetenschappelijk niveau zijn er verschillen. In Delft probeert men systemen zo veel mogelijk uit te kleden om op die manier de functies en eigenschappen te bepalen. Op het Erasmus bekijkt men een levende cel in zijn geheel, om hier vervolgens mee te experimenteren. Beide methodes zijn nodig om uiteindelijk iets te begrijpen van het leven. Misschien moet er zelfs een nieuwe wiskunde ontwikkeld worden om deze complexiteit te doorgronden. Overigens vindt er ook op dit gebied steeds meer integratie plaats. Zo hebben we momenteel een samenwerking waarbij de TU Delft test samples ontwikkeld die wij hier met onze microscopen kunnen bekijken, waarna we de resultaten samen beoordelen."

Wat was u voor student?

"Ik ben wedstrijdleider en secretaris van de schaakvereniging van de UvA geweest; dit was een geweldige tijd. We organiseerden toernooien, onder andere het Nederlands Studentenkampioenschap, en natuurlijk de wekelijkse interne competitie, waarna er altijd veel tijd voor gezelligheid was. Verder was ik de gelukkige eigenaar van een Commodore 64, waarop ik allerlei algoritmen programmeerde, onder andere om spellen zoals Mastermind of Risk te simuleren. Dit klinkt misschien zwaar "nerdy", maar programmeren was destijds al een grote hobby. Tenslotte speelde ik veel gitaar; met vrienden heb ik ooit een eigen cd uitgebracht. Toen ik net begonnen was op het EMC probeerde ik deze aan mijn nieuwe collega's te verkopen, ik kan me achteraf niet meer voorstellen dat ik zo ongegeneerd was."

Wat is uw favoriete celorganel?

"Ik heb helemaal geen favoriet organel. Als ik er toch één moet kiezen is dat het mitochondrion. In zo'n klein volume gebeurt zo ontzettend veel; een paar moleculen kunnen de chemische balans al veranderen. Verder vind ik de analogie met de dunne darm wel leuk, de darm neemt voedingsstoffen op waaruit mitochondriën energie halen en beide hebben van binnenuit een enorm geplooid oppervlak om dit zo goed mogelijk te doen."

Heeft u nog een boodschap voor de lezer?

"Geloof niet zomaar in dogma's en zeker niet in centrale dogma's."

Adriaan Houtsmuller

Cohecie

Voorzitter: Bram Verhagen
Secretaris en Thesaurier: Lieke Michielsen
Commissaris Extern: Jacobus Dijkman
QQ: Kees van Bezouw en Stefan Hagedoorn

Waarom zijn jullie de leukste commissie?
De Cohecie is de optimale combinatie work hard, play hard met als climax de Meerdaagse Excursie waar we onze breinen gaan kraken bij bedrijven. Daarna gaan we strijdend tegen een katerhoofd de volgende dag beginnen.
Wie heeft er de meeste straf-adtjes?
Lieke: sowieso Bram. De ene helft krijgt hij omdat hij agenda's vergeet te maken, de andere omdat hij zijn to do's niet doet. Of hij is er niet en zit op skype of hij zit in Portugal of bij een tentamen.
Wat verwachten jullie dat het leukste is in Leuven?
Stefan: Het bushokje waar je om vijf uur 's ochtends toch wel terechtkomt na het stappen.
De rest: de Bioincubator. Dat is de bioreactor die we gaan bezoeken.
Wat is jullie advies aan de lezer?
Jacobus: ga mee met alles wat we organiseren, want het wordt sowieso episch.
We hebben nog een excursie georganiseerd nadat de mRNA uitkomt (excursie naar NKI op 23 juni, red.).
Waar zou een ideale MDE heengaan als Leuven er niet was?
Naar Assen, Rotterdam of Amsterdam.
Met meer geld naar zouden we naar Tokio of Australië gaan.

Commissie interviews

Waarom zijn jullie de leukste commissie?
De naam IntroN zegt genoeg. Wij verzorgen de eerste kennismaking met de vereniging. Wij leggen bij de zygoten het fundament voor liefde voor de vereniging. Zonder ons zouden zij geen verbondenheid met de vereniging of elkaar voelen. Zonder IntroN wordt het een chaos, dan stort alles in.

Wie heeft de meeste strafadtjes en waarom?
Ilias. De drempel is lager om Ilias straf-adtjes te geven, want hij moet Ice Tea drinken. Eigenlijk moet hij karnemelk adten, want momenteel is het nog veel te aangenaam voor hem. Hij komt vaak te laat en zonder agenda; daar heeft hij dit aan te danken.

Wat gaan jullie de zygoten leren?
Allen: Vliegen. Glitters zijn mooi. Plunderen. Varen. Kaartlezen.

Hebben jullie nog een boodschap voor de lezer?
Hoe noem je een bijeenkomst van citrusvruchten?
Een citruspers?
Nee. Een persconferentie.
Om in het Peter Pan thema te blijven:
je wordt wel oud maar nooit volwassen.
Take the leading strand to Neverland.

take the leading strand to
NEVERLAND
IntroN '16

IntroN

Voorzitter: Ilias Zarguit
Vice President, Commissaris Acquisitie: Bowy la Rivière
Secretaris, Commissaris Promo: Lieke Ceton
Commissaris Spel, Logistiek en Promo: Joep Kneppers
Commissaris Spel en Logistiek: Floor de Jong
Commissaris Kook en Bar: Arent Kievits
QQ / Thesaurier: Fiona Murphy
QQ: Mandy Segers

YOUNG Medical Delta: “bouwen aan een nieuw netwerk”

Begin maart 2016 zetten 7 masterstudenten en promovendi hun handtekening onder een nieuw initiatief: YOUNG Medical Delta. Hiermee gingen ze de uitdaging aan om een nieuwe generatie de samenwerking laten ervaren tussen wetenschap, bedrijfsleven en onderwijs enerzijds, en tussen de disciplines van levenswetenschappen, gezondheid en technologie anderzijds. Sindsdien is er veel op de commissie afgekomen.

YOUNG Medical Delta team, met derdejaars Nanobiology-student Marloes Adank.

Roel Kamerling, directeur van de Medical Delta organisatie, stelde in maart al dat YOUNG Medical Delta een vooruitgang zou betekenen voor de Medical Delta als geheel. Om dat voor elkaar te krijgen, werden de commissieleden voor een jaar aangesteld om, redelijk autonoom, de activiteiten vorm te geven. “Het is ontzettend leuk om daar bij te horen,” aldus Drs. Carla van Alem, promovenda aan het LUMC en voorzitter van de nieuwe commissie.

“Iedereen in de commissie is erg gemotiveerd waardoor er snel gewerkt wordt. We hebben al vele stappen in de goede richting gezet.” YOUNG Medical Delta is druk met het werven van leden. De Facebook site had binnen 12 uur na de start al 100 likes (“Wow, great everyone!” reageert Kamerling op de pagina). Van Alem: “Wij leggen de fundamenten voor dit initiatief. Commissies na ons zullen daar hopelijk de vruchten van plukken.” Al met al kost het Van Alem als voorzitter wat meer tijd van oorspronkelijk voorzien. “Maar misschien was ik naïef in mijn verwachtingen.”

De commissie wordt van links en rechts benaderd om de jonge Medical Delta achterban te mobiliseren voor netwerkbijeenkomsten of carrièredagen. “Ik had niet gedacht dat er zoveel op ons af zou komen,” vervolgt Van Alem. “We zijn nu bezig om leden te werven en een aanmeldformulier online te zetten, zodat we die leden straks gericht kunnen informeren, onder andere door middel van nieuwsbrieven.”

YOUNG Medical Delta neemt de komende maanden deel aan verschillende evenementen en organiseert eind 2016 haar eerste ‘eigen’ evenement. “We zijn nog volop aan het brainstormen wat dat gaat worden.” Andere zaken die nog op de to-do lijst staan, zijn: uitbreiding richting startende ondernemers en het opzetten van een stagedatabase. Van Alem hoopt dat het initiatief een grote toegevoegde waarde zal hebben voor de Medical Delta: “Houd ons maar in de gaten!”

YOUNG Medical Delta team

Report: De ouderdag

Zaterdag 2 april 2016

Het is een zonnige zaterdag in april, maar toch staat het onderwijscentrum van het Erasmus MC vol met mensen. Het is ouderdag! Dé kans voor de studenten Nanobiology om hun familie te laten zien wat hen doorgaans bezig houdt. Voornamelijk de eerstejaars hebben hun ouders, broertjes, zusjes, opa's en oma's vanuit alle hoeken van het land naar Rotterdam laten komen voor een onvergetelijke dag.

De dag gaat van start met een welkomstpraatje van de altijd goedgemutste studieadviseur Fleur Kruijsdijk. Zij drukt de studenten nog eens op het hart dat zij trots op zichzelf mogen zijn deel uit te maken van het Nanobiology Studyprogram. Glunderende ouders alom! Hierna wordt het woord gegeven aan dr. Hyun Youk voor een minicollege Physics. Youk doet erg zijn best om zijn verhaal voor iedereen begrijpelijk te maken en waar het onverhoopt toch niet meer te volgen is, maakt het oneindig enthousiasme van de docent een heleboel goed. Na de koffie en thee vertellen de studentes Valérie Pourquié en Marit van der Does over de projecten die ze naast hun studie doen. Algemene boodschap: haal zo veel mogelijk uit je studententijd, want de mogelijkheden zijn eindeloos!

's Middags zijn er verschillende activiteiten om in de praktijk te kunnen ervaren hoe het is om nanobioloog te zijn. Zo is er een discussie over ethische vraagstukken binnen de levenswetenschappen. Daarnaast is er een quiz om te testen hoeveel men geleerd heeft. Tot slot is er een microscopiepracticum waarbij C. elegans en zebravisjes te zien zijn.

Om het inhoudelijke deel van het programma af te sluiten is er een praatje van Claire Wyman, waarna men doorging naar de borrel! Hier kon nagepraat worden over de nieuw verkregen inzichten en ervaringen onder het genot van een koud biertje. Proost!

Rachel Los
President SOX

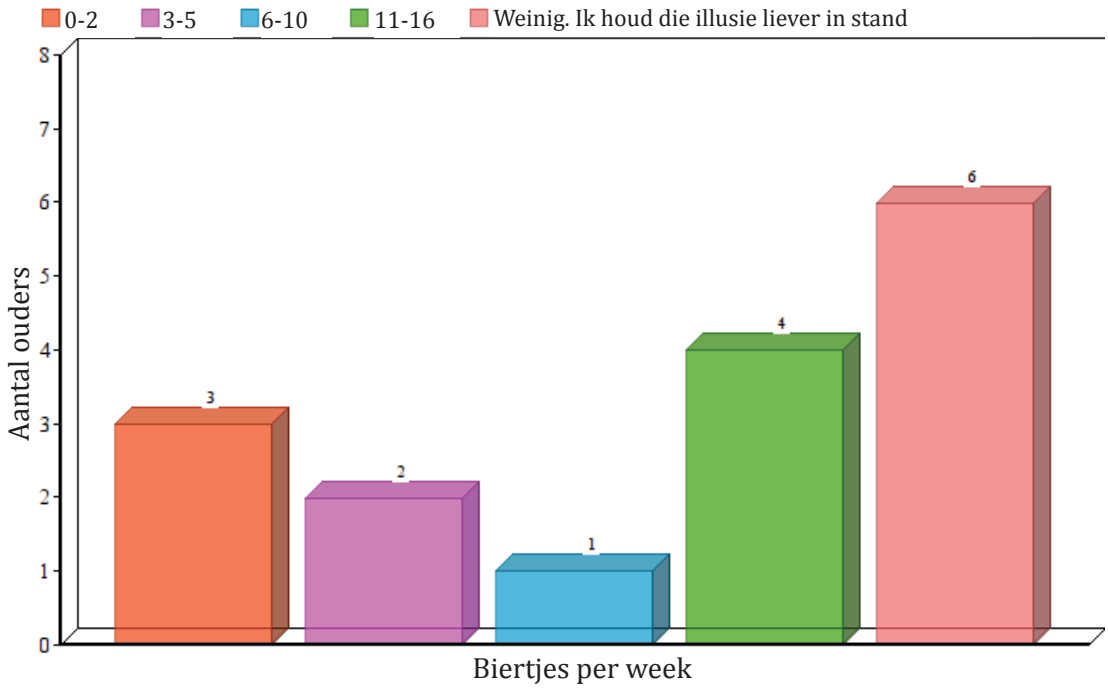
De ouderdag was het ideale moment voor onze journalisten om op pad te gaan. Eerder is er al onderzocht wat studenten Geneeskunde en Natuurkunde weten over onze opleiding. Nu is het de beurt aan de ouders: hoeveel weten zij over de studie Nanobiology en haar studenten?

Bij het beschrijven van de studie komen de meeste ouders niet erg ver. Sommigen weten ons te vertellen dat de studie een combinatie is van disciplines op de nanoschaal, terwijl anderen juist menen dat de studie bestaat uit veel natuurkunde en mechanica. De beschrijving dat Nanobiology een combinatie is van de 4 bètavakken vinden we behoorlijk accuraat. Naast een paar ingelichte ouders bestaat het grootste deel van de aanwezigen uit zeer ongeïnformeerde ouders. Of deze groep nooit luistert naar hun kind of dat er thuis niet genoeg verteld wordt, kon niet worden achterhaald.

"Als hij langer dan vijftien minuten aan het huilen was, zetten we hem voor de wasmachine."

Hoewel antwoord op de vraag naar de natuurkundige kennis van de ouders vaak eindigt met "ken ik überhaupt een natuurkundige?" of de naam van Einstein, interviewen we er een paar die wel degelijk iets weten over dit deel van ons

Hoeveel bier denk jij dat jouw zoon of dochter per week drinkt

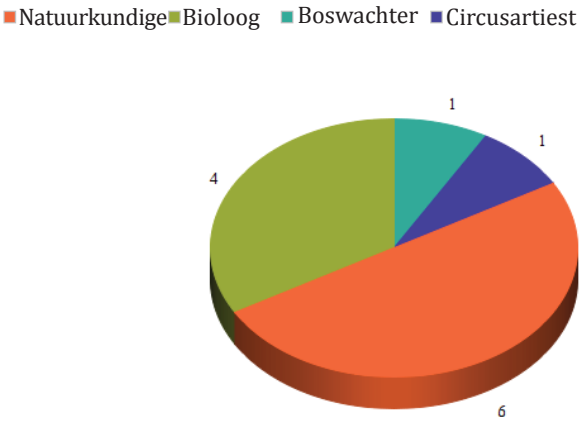


vakgebied. Deze ouders vertelden over hun traumatische ervaringen met 'de wet van behoud van ellende'. Ze weten als geen ander hoe de appel op het hoofd van Newton viel en hebben bovenal een hekel aan de manier waarop zwaartekracht bijdraagt aan hun rugklachten.
Het favoriete gespreksonderwerp van de ouders was niet geheel onverwachts de desbetreffende zoon of dochter. Eerste woordjes, zoals 'okkie,' 'urkel' of 'zelf', worden opgehaald en er worden leuke anekdotes verteld: "als hij langer dan vijftien minuten aan het huilen was, zetten we hem voor de wasmachine. Dat vond hij schitterend." Ze kunnen nog niet voorspellen of hun kinderen uiteindelijk in het onderzoek zullen eindigen, maar veel ouders zien hun kinderen over tien jaar wel in het buitenland werken.

Al met al beoordelen we de ouders als goede kenners van de studenten hoewel ze over de bierconsumptie van hun kind liever niet nadenken. Aan hun inschattingen te zien herinneren ze over hun eigen studententijd nog net zo weinig als over de vakken natuurkunde en biologie die ze lang geleden gehad hebben.

De Redactie

Is jouw zoon meer natuurkundige of bioloog?



Ook zegt 50% van de ouders dat ze zelf wel Nanobiology zouden willen studeren!

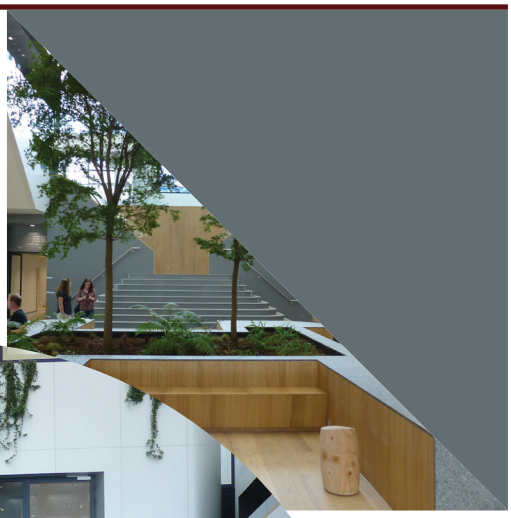
"Hij was met de ladder op het dak geklommen en zei toen ik geschokt reageerde: 'dat is niet moeilijk hoor, dat leer ik jou ook wel'."

Excursion: TNW-south

On a sunny Thursday afternoon we travelled to the north of Rotterdam, better known as TNW-south. Guided by the commissioner of education, Fiona Murphy, we entered the new hub for everything related to Life Sciences. We moved through the automatic doors and were stopped by our guide before we could enter the atrium. Our first sightseeing stop was directly to our left. We entered the room that soon will be known as the Lab, the new bar. A spacious area with a modern design, hardwood floors and an amazing sound system. The next stop was the new room for the board of S.V.N.B. Hooke, a clear improvement compared to the current room. A pleasant place to work and when the work is done, a three meter walk will get you to the bar.

Afterwards it was time for us to explore the rest of the building, first up: the atrium. We were positively surprised by the size, the plants, trees, and the attention to detail. When we went upstairs to the soon-to-be coffee corner, sunlight was falling on the upstairs courtyard. Combined with the Erlenmeyer flask lampshades, the new TNW building can only be described as a space that breeds creativity and calmness. A perfect place for studying and researching. We can't wait to move in!

De Redactie



Zoals de beste verhalen voortkomen uit avonden die je eigenlijk niet gepland had, zo bezitten ook de personen die het niet verwachten de beste verhalen. Daarom biedt de mRNA een podium voor deze onwetende helden door middel van de randi(aantal_leden) column. We pakten de ledenlijst, openden Matlab, voerden 'randi(aantal_leden)' uit, keken bij welk lid het nummer hoorde en vroegen deze persoon een column te schrijven over een willekeurig onderwerp.

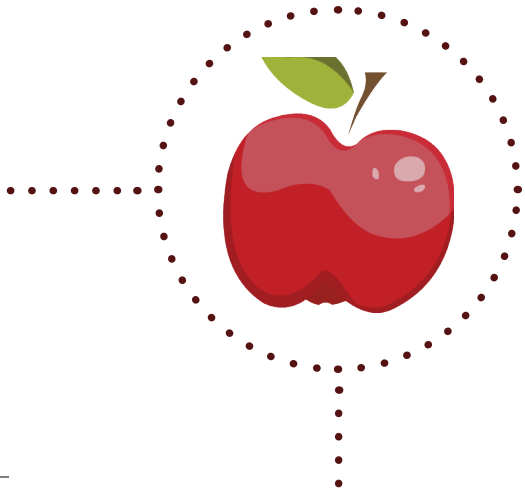
```
ans =

    76
```

De anti-appel

Picture: Carolien Bastiaanse

Donderdag 21 april vertrokken we voor twee dagen met een groepje Honours studenten naar Genève om CERN te bezoeken. De relatie tussen CERN en Nanobiology lijkt ver te zoeken, maar er wordt wel degelijk aan biologische applicaties gewerkt. De PET en MRI scan vinden hier hun oorsprong. Naast deze nanobiologisch verantwoorde redenen, was het eigenlijk ook gewoon een punt op mijn bucketlist. De reis begon met een half uur vertraging, want blijkbaar zag de motor het niet direct zitten om te starten. Desondanks verliep onze vlucht voorspoedig. De eerste dag stond totaal in het teken van het instituut. CERN betreden staat gelijk aan een nieuw land binnengaan. Laat je niet afschrikken door de bouwvallige panden van de instelling, aangezien 90% van je omgeving een sterke Chernobyl vibe afgeeft. Het geld wordt zeer evident in onderzoek gestoken, hetgeen meteen de passie van meer dan 2500 staff members toont.



Het gaafste onderdeel was de AntiMatter Factory, iets wat in eerste instantie misschien klinkt als Charlie's Chocolate Factory maar veel meer wonderen bevat. We werden rondgeleid door een Japans mannetje dat bijzonder duidelijk was in zijn verhaal. Hij vertelde dat antimaterie ontstaat bij botsingen en dat ze die antimaterie bij CERN kunnen onderscheiden en bestuderen. In het begin konden ze dit soort antideeltjes slechts een microseconde observeren. Al snel kon dit verlengd worden naar duizend seconden. Als antimaterie in contact komt met normale materie, zet het zich om in normale materie. Op CERN onderzoeken ze of antimaterie hetzelfde of precies het tegengestelde gedrag vertoont van normale materie. Dus… zou die anti-appel dan op Newtons hoofd gevallen zijn of vloog deze simpelweg naar boven?

Gabriele Kockelkoren

Universiteitsfonds Delft

medical delta
we add

De mRNA is deze editie mede mogelijk gemaakt door Medical Delta en het Universiteitsfonds Delft.

23 juni - Excursie NKI
1 juli - Eindejaarsbarbecue

15 t/m 18 Augustus Eurekaweek
19 t/m 21 Augustus - IntroN
21 t/m 25 Augustus - OWee

27 juni t/m 1 juli - tentamens

Eerstejaars
27 Juni - Lab Course Nanobiology 2
28 juni - Analyse 3
29 juni - Physical Biology of the Cell
30 juni - Linear Algebra 2
1 juli - Biomolecular programming

Tweedejaars
28 juni - Computational Science
29 juni - Journal Club
1 juli - Image Analysis