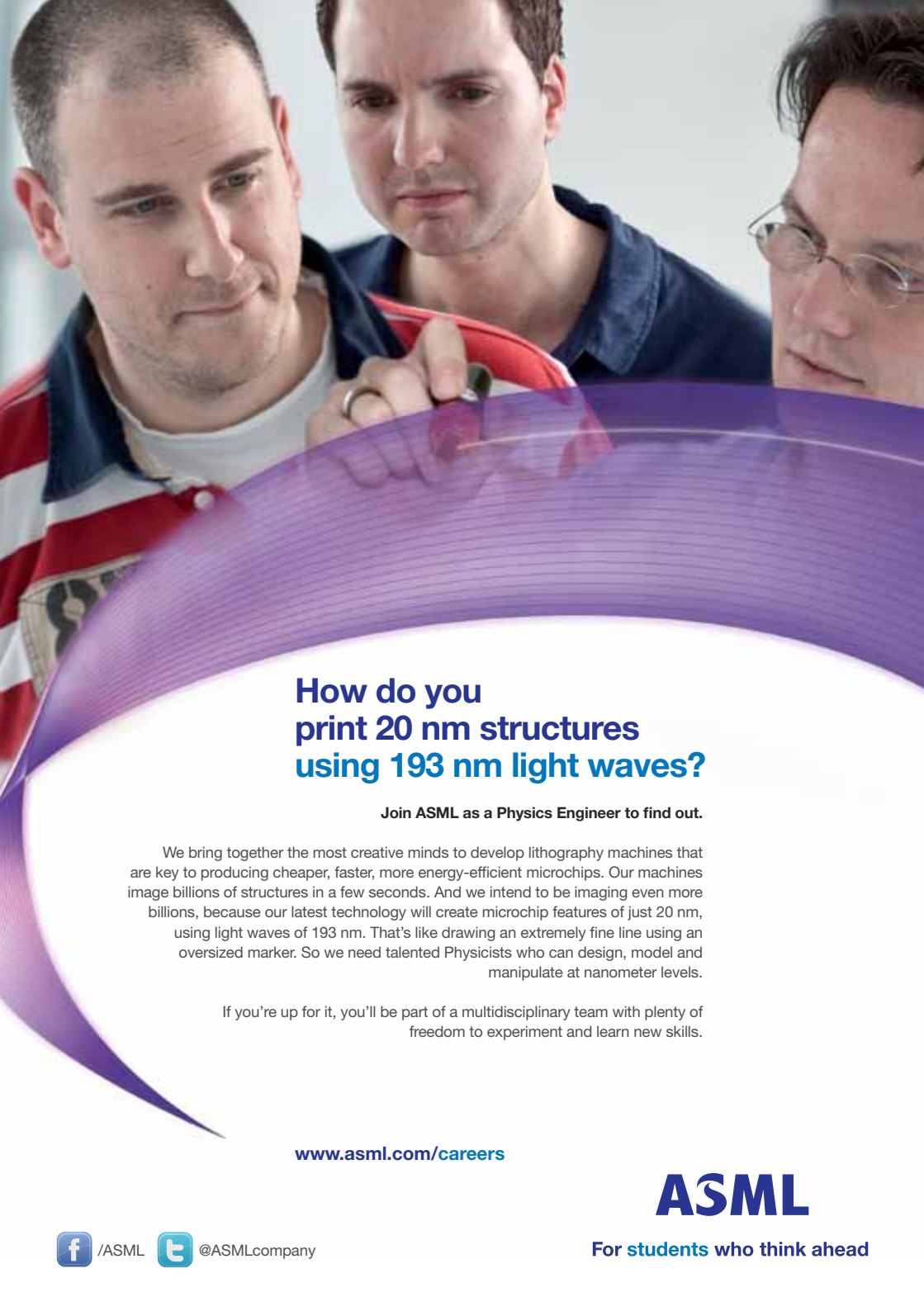


# Francken Vrij





## How do you print 20 nm structures using 193 nm light waves?

**Join ASML as a Physics Engineer to find out.**

We bring together the most creative minds to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips. Our machines image billions of structures in a few seconds. And we intend to be imaging even more billions, because our latest technology will create microchip features of just 20 nm, using light waves of 193 nm. That's like drawing an extremely fine line using an oversized marker. So we need talented Physicists who can design, model and manipulate at nanometer levels.

If you're up for it, you'll be part of a multidisciplinary team with plenty of freedom to experiment and learn new skills.

[www.asml.com/careers](http://www.asml.com/careers)

# ASML

**For students who think ahead**



/ASML



@ASMLcompany

# Inhoudsopgave



|                             |           |                                             |
|-----------------------------|-----------|---------------------------------------------|
|                             | <b>4</b>  | Redactioneel en colofon                     |
| <i>Van de voorzitter</i>    | <b>5</b>  | Over de helft                               |
|                             | <b>6</b>  | Verenigingsnieuws                           |
| <i>Under the microscope</i> | <b>9</b>  | Self-organizations in phase transformations |
| <i>An inside view</i>       | <b>14</b> | Photophysics and OptoElectronics            |
| <i>Djim recenseert</i>      | <b>19</b> | Vaderland                                   |
| <i>Column</i>               | <b>21</b> | Technologie is vooruitgang?                 |
| <i>Serte spreekt</i>        | <b>23</b> | Verkleedpartijtjes                          |
| <i>De theoreet</i>          | <b>25</b> | Transformatiefysica                         |
| <i>Analyse</i>              | <b>28</b> | Gemeenteraadsverkiezingen 2014              |
|                             | <b>32</b> | Puzzel en themastrip                        |

## Inside view

Pagina 14

## Djim recenseert

Pagina 19

## De theoreet

Pagina 25



## Colofon

De Francken Vrij is het periodiek verenigingsorgaan van de Technische Fysische Vereniging 'Professor Francken' en wordt verspreid onder haar leden, sponsors en andere geïnteresseerden.

ISSN: 2213-4840 (print)  
2213-4859 (online)  
Jaargang: 18, 2013/2014  
Nummer: April 2013  
Opplage: Duizend  
Volgend thema: N.t.b.  
Deadline: 31 mei 2014  
Hoofredacteur: Guus Winter  
Redactie: Serte Donderwinkel  
Steven Groen  
Djim Kaners  
Eindredacteur: Paul Wijnbergen

## Redactie-adres:

T.F.V. 'Professor Francken'  
t.a.v. Francken Vrij  
Nijenborgh 4  
9747 AG Groningen  
Telefoon: 050 363 4978  
E-mail: [franckenvrij@professorfrancken.nl](mailto:franckenvrij@professorfrancken.nl)

## Met dank aan:

prof.dr. J.Th.M. de Hosson, prof.dr. M.A. Loi, ir. J.J. van den Berg,  
ir. A.E. Boerma, Jasper Compajen en Janna de Wit

## Adverteerders:

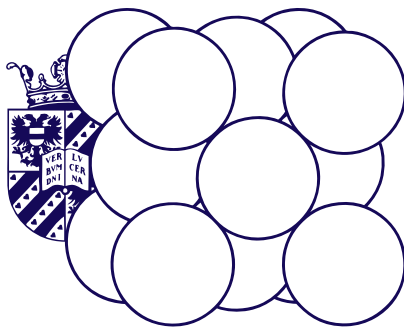
ASML <sup>2</sup>, Shell <sup>8</sup>, Alliander <sup>34</sup>, Schut Meettechniek <sup>36</sup>

Om te adverteren in de Francken Vrij kunt u contact opnemen met de bedrijvencommissaris van T.F.V. 'Professor Francken', via [bedrijvencommissaris@professorfrancken.nl](mailto:bedrijvencommissaris@professorfrancken.nl)

# Redactioneel

"I take pleasure in my transformations. I look quiet and consistent, but few know how many women there are in me." Dit citaat van Anaïs Nin spreekt natuurlijk boekdelen.

De winnaar van de puzzel van de vorige editie heeft de puzzelmaker op zijn vingers getikt. Hij (spoiler) ontdekte dat er maar liefst 22 unieke oplossingen bestonden. Echter, door te stellen dat de woorden horizontaal en verticaal los moesten staan, wist hij de enige door de puzzelmaker bedoelde oplossing te vinden: *juf haas half paas*. Dr. ir. G. Eising, prepareer uw kom en haal uw goudvis op bij Steven.



# Van de voorzitter

## Over de helft

Paul Wijnbergen



We zijn inmiddels alweer ver over de helft van het jaar en de laatste periode is in zicht. Niet alleen zitten het winterledenweekend, de Thalesexcursie en de H-ALV er alweer op, maar het zomerledenweekend en het symposium staan reeds voor de deur. Kortom, de tijd gaat veel te snel voorbij. Het voelt nog als de dag van gisteren dat we als bestuur ingehamerd werden, terwijl inmiddels het volgend kandidaatsbestuur alweer bekend is. Gelukkig hebben we nog twee maanden te gaan waarin genoeg te doen is.

Zo staat komend jaar het zesde lustrum voor de deur. Dat betekent dat de lust-boc, luco en de lustrumexcursiecommissie (SLEF) weer van start mogen gaan. Een goed lustrum staat of valt namelijk met een goede voorbereiding, maar als ik zie hoe fanatiek de commissies nu bezig zijn, maak ik mij daar geen zorgen over.

Ook gaan we plaatsnemen in de stuurgroep voor de nieuwbouw van de Nijenborgh en lijkt er eindelijk schot in de zaak te zitten wat betreft Carreer-Connex. De afspraken met het College van Bestuur zijn rond en de facultaire afspraken liggen er bijna. Als klap op de vuurpijl worden de facultaire introdagen over de hele faculteit gelijk getrokken en daar komen nog de nodige logistieke uitdagingen bij kijken. Gelukkig gaan al deze serieuze zaken gecompenseerd worden met super mooie feesten en

constitutieborrels, en niet te vergeten de buitenlandse reis naar Polen in april. Met die twee maanden zit het dus wel snor en daarom ben ik mijn motivatie voor de laatste loodjes zeker nog niet kwijt.

Gelukkig zijn we ook niet de enige die bijna klaar zijn. Ook andere organisaties

zijn alweer toe aan een wissel. Kijk maar naar de BBD, Expedition Strategy en de universiteitsraad. Als vereniging hebben we met al deze organisaties te maken en ik kan het alleen maar aanraden bij hen te solliciteren. Overal gaat binnenkort verandering plaatsvinden en dat sluit naadloos aan op dit thema van de *Francken Vrij*: transformatie. De vereniging, de opleiding en eigenlijk de hele wereld is er constant aan onderhevig. De eerstejaars groeien al gestaag richting de tweedejaars en de masterstudenten gaan al aardig richting hun afstuderen. Maar over transformatie is genoeg te lezen in deze editie, dus daar zal ik over ophouden. Tot slot wil ik de lezer nog veel leesplezier toewensen met deze nieuwe *Francken Vrij*, maar dat komt uiteraard wel goed. 🍷



# Verenigingsnieuws

## Blij sjaars, gratis gratis fusten en radars

Janna de Wit

**S**inds de vorige Francken Vrij zijn er alweer een heleboel interessante en leuke activiteiten voorbij gekomen. Naast het Shell recruitmentdiner, de Crash&Compile, de BuixieBekendmakingsborrel, het kerstdiner, het gala, het ledenweekend en de Kasteelborrel zijn er de volgende activiteiten geweest.

### Oefensessies

Er zijn oefensessies geweest voor onder andere de tentamens van Calculus I, Lineaire Algebra I en Mechanica en Relativiteit. De sessies werden zoals altijd zeer goed bezocht en na afloop hadden we veel blij sjaars.

### VrijMiBo's

Elke eerste vrijdag van de maand is er in

de Franckenkamer een VrijMiBo, ook wel bekend als de vrijdagmiddagborrel. Onder het genot van bier en gratis hapjes komt er elke VrijMiBo een PhD vertellen over zijn onderzoek. Tot nu toe zijn Jasper van den Berg, Gert Eising, Sander Kamerbeek, Jakkro de Jong en Mehdi Sedighi langsgeweest.

### Expedition Strategy

Met vijftientig man van vier verschillende verenigingen was het weer een super mooi evenement. Drie dagen langs alle top consultants en 's avonds heerlijk eten en borrelen. Het was erg gezellig en erg leerzaam!

### Jamsessie

Ook dit jaar was er weer een jamsessie. Veel door de drank overmoedig geworden Franckenleden lieten hun geweldige zang-

en spelkunsten horen, met een kwaliteit die omgekeerd evenredig was met het aantal bier dat er gedronken was. Gelukkig was het oordeel van de luisteraars recht evenredig met het aantal bier dat gedronken was, dus dit ging gewoon prima.



### **Masters of Engineering Lecture**

De Masters of Engineering Lecture vond plaats in café Timeout. Roman Stepanyan van het bedrijf DSM kwam vertellen over nanofibers. Achteraf was er een borrel voor alle aanwezigen en een diner voor degenen die op basis voor hun cv uitgenodigd waren door DSM.

### **Tour de Franckenborrel**

De Borrelcie heeft weer een legendarische borrel neergezet. In teams kon je meedoen aan de Tour de Francken, waarbij je jezelf naar de top kon drinken. Met speciaal voor en door ons ontworpen druksensoren werd er nauwkeurig bijgehouden hoe snel de teams hun biertje opdronken. In de pauzes werd er livestream verslag gedaan vanuit de gang over de ervaringen van de deelnemers.

### **Borrelfractiviteit**

De borrelfractiviteit is een activiteit georganiseerd door de Borrelcie en Fraccie samen. Dit jaar was dit een kroegentocht. Hierbij moesten teams van vijf van kroeg naar kroeg lopen en bij elke kroeg een opdracht uitvoeren of raadsel oplossen onder het genot van meerdere drankjes. Het feit dat het sjaarsteam uiteindelijk won drukte de sfeer wel een klein beetje bij de oude-rejaars...

### **Thales excursie**

Met een afvaardiging van 27 leden zijn we naar het bedrijf Thales in Hengelo geweest. Na inleidende presentaties over de radarsystemen die ze maken, kregen we een uitgebreide rondleiding en mochten we zelfs een radar bekijken. Ook de gratis lunch en borrel waren memorabel. 🍷







## A WORLD-CLASS COMPANY NEEDS WORLD-CLASS TALENT

Working at Shell, you could be helping us tackle one of the great challenges facing our world today – meeting the energy demands of a fast growing global population.

Shell is a company of firsts, so we're looking for fine minds that thrive on innovation. We need people who want to make a big difference – tackling global issues demands big thinking in every way.

Shell technology is at the heart of the world's largest gas to liquids plant, Pearl GTL, helping meet growing demand for cleaner burning energy. Shell has also developed the world's first floating liquefied natural gas facility to help unlock new energy reserves. We believe in making the most of resources whether that's working to build a better energy future or encouraging people to achieve their potential.

So, no matter where you're based within Shell, our graduate programme is designed to allow you to use your talents to the full on a range of major projects. We look to provide day to day responsibilities that will help you grow through experience; continuous learning is also an effective way to develop your strengths. To find out more about opportunities with Shell, visit [www.shell.com/graduate](http://www.shell.com/graduate)

**Let's deliver better energy solutions together.**





# Under the microscope

## Self-organizations in phase transformations

prof.dr. J.Th.M. de Hosson



**T**his special issue of the *Francken Vrij* on *transformations* should be a piece of cake since Dutch science contributed a profound understanding of phase transformations. Proud as a peacock we may say that the field really started with the pioneering work of the Schools of Van der Waals and of Kamerlingh Onnes. Even up to now the classifications of phase transformations (first-order and second-order) are due to Paul Ehrenfest, the successor of Hendrik Antoon Lorentz in Leiden, and also a former student of Ludwig Boltzmann in Vienna (Figure 1).

Ehrenfest's definition of a first-order phase transition is that it exhibits a discontinuity in the first derivative of the free energy with respect to a certain thermodynamic variable. The most well-known first-order transformations are the solid-liquid-gas transitions because they involve a discontinuous change in density, being the first derivative of the free energy with respect to the thermodynamic/chemical potential. After the work of Van der Waals and Ehrenfest's classification (although not fully correct since divergences in the derivatives of the free energy are fully ignored) one may ask after 150 years: is this field of 'transformations' still exciting and novel, or boring instead and rather dull?

A couple of years ago I became interested

in solid-liquid phase transformations at very small time scales. In most solids, but in particular in metals, solid-liquid transitions occur at the picosecond ( $10^{-12}$ s) time scale. But what happens if we shorten the interaction time to say sub-picoseconds (for an overview, see Figure 2)? Luckily enough, that regime became experimentally accessible through recent developments in laser technology, a field in which I collaborate together with Vasek Ocelík, staff member in the Materials Science group, and postdoc Jozef Obona, with my former PhD student, Bert Huis in t' Veld, now professor at the University of Twente. Ultrashort laser pulses are defined by pulse durations in the regime between tens of femtoseconds to tens of picoseconds. With metals and small-bandgap semiconductors, the laser light generates a hot electron gas that can transport the absorbed energy much faster than normal (quasi-equilibrium) heat diffusion. This effect is most pronounced for s-band metals, e.g. gold where the electron-phonon coupling is weak and also where



Figure 1.  
Paul Ehrenfest,  
painted by Harm  
Kamerlingh Onnes  
in 1920.



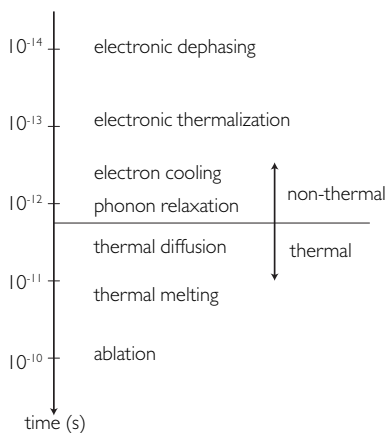


Figure 2. Time scale of phase transformation processes.

ballistic motion of electrons becomes important. With wide-bandgap materials, the high intensities generated with picosecond and in particular with femtosecond pulses can produce very high concentrations of free electrons via multi-photon absorption and avalanche ionization. This may result in optical breakdown within the material. In this regime, the threshold (damage) fluence decreases with pulse duration.

As far as applications are concerned a very promising development is the fabrication of surface micro- and nanostructures with controlled feature sizes down to the nanometer range. Microstructures can be obtained by controlling the beam delivery to the target; nanostructures can result from self-organizing effects in the material after irradiation with ultrashort laser pulses. Such a laser micro/nano-textured surface is depicted in Figure 3. In fact by controlling

the surface texture, both the microstructure and the superimposed nanostructure, it is possible to control the degree of hydrophobicity which can be quantified by contact angle measurements.

### Physics behind

The laser-material interaction is usually described as a one-dimensional version of two coupled nonlinear differential equations (Maxwell, of course! See [1]), which track the temporal temperature evolution of the free electron gas and phonons of the material and is known as the Two-Temperature Model (TTM). The maximum temperature of the target surface depends on the laser parameters (wavelength, pulse duration) and the material properties (reflectivity, light penetration depth, electron and lattice heat capacity, electron thermal conductivity and electron-phonon coupling factor). In metals light is almost exclusively absorbed by free-free electron transitions within the conduction band. Within the electron system, the excitation energy is thermalized within typically 10 ps. Thermalization between the electron subsystem and the lattice is much slower, typically longer than 10 ps, depending on the strength of the electron-phonon coupling. Thus femtosecond laser excitation generates a hot electron gas and no vapor or plasma plume can develop during the pulse and ablation takes place only after the pulse. The absence of thermal effects makes femto- and picosecond laser pulses very interesting for laser

[1]: J.Z.P. Skolksi, G.R.B.E. Romer, J.V. Obona, V. Ocelik, A. J. Huis in 't Veld and J. Th. M. De Hosson, Laser-induced periodic surface structures: Fingerprints of light localization, *Physical Review B* 85, 075320 (2012)

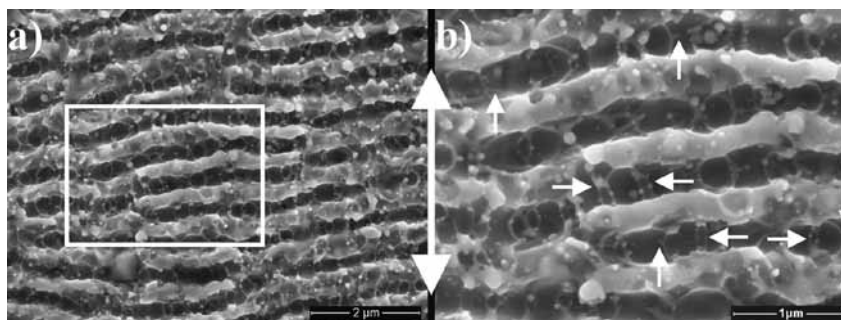


Figure 3. SEM micrograph (a) and detail (b) of a steel sample treated by 210 fs laser pulses, 0.6  $\mu$ J pulse energy. Large white double-head arrow shows polarization direction. On the bottom of valleys solidified residuals of exploded bubbles are well visible. Horizontal white and vertical white single spear-head arrows point to coalescing adjacent bubbles membranes and jets linked to these membranes, respectively.

ablation and ripples are attributed to a self-organizing nanostructure formation known from ion-beam sputtering.

The most common laser-induced periodic surface structures (LIPSS), also referred to as ripples, consist of wavy surfaces which can be produced on metals, semiconductors, and dielectrics. A commonly accepted explanation is that ripples originate from the interference of the incident and reflected or refracted laser light with the scattered or diffracted light near the surface. Scattering of the incident light is supposed to be caused by microscopic roughness of the surface, by defects or by spatial variations in the dielectric constant. The interference between the different waves could lead to an inhomogeneous energy input which, together with positive feedback mechanisms, can cause ripple patterns.

When created with a linearly polarized laser radiation at normal incidence, these ripples have a periodicity close to the laser

wavelength and a direction orthogonal to its polarization. Ripples having these properties can be produced with either continuous or pulsed lasers and are usually referred to as low spatial frequency LIPSSs (LSFLs). Also, ripples which are either orthogonal or parallel to the polarization, with a periodicity significantly smaller than the laser light, have been observed for laser pulse durations in the picosecond and femtosecond regime. These are often referred to as high spatial frequency LIPSS (HSFLs) in contrast to LSFLs. The influence of polarization, angle of incidence, and wavelength of a laser beam on the ripple formation strongly indicate that the phenomenon is mainly governed by the detailed interactions with the electromagnetic field.

### Materials Science recent findings

In principle three characteristic regimes of energy relaxation with increasing laser pulse fluence exist, i.e. melting, photo-mechanical

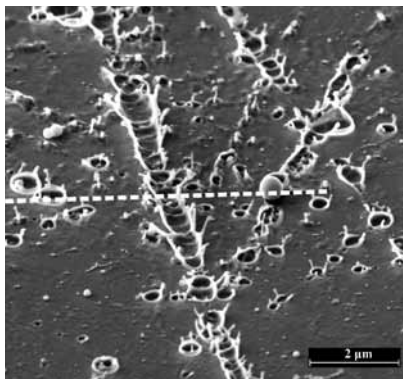


Figure 4. SEM secondary electron image micrographs of the Cu surface treated with a single 6.7 ps laser pulse at a wavelength of 1030 nm and a fluence slightly below  $2.11 \text{ J cm}^{-2}$ .

spallation and phase explosion. Only spallation and phase explosion are the relevant processes responsible for extensive material transport and material removal from the irradiated surface. Spallation ejects molten material from the surface due to laser induced tensile stresses. The ablation behavior changes abruptly when the irradiated matter reaches temperatures close to the critical point in phase diagram which turns it into a mixture of liquid droplets and gas atoms.

In fact the difference between spallation and phase explosion thresholds is very small and experimentally we found that with the local explosions observed in our micrographs (Figure 4 and 5) a mixture of both phenomena exist. The absorbed laser fluence and intensity consequently determine the molten material properties (viscosity, density and surface tension are temperature dependent) and expansion speed of the micro-eruptions. Taking into account a typical expansion speed of the irradiated matter in spallation regime

to be at  $50\text{-}400 \text{ ms}^{-1}$  and the diameter of the micro-eruptions in our experiments around 750 nm (Figure 4 and 5) leads to an expansion time (i.e. solidification) between 1.9 and 15 ns. A rough estimate of cooling rates gives values larger than  $10^{11} \text{ K s}^{-1}$ . It has been shown in our transmission electron microscopy inspection that even these extreme fast cooling rates do not create an amorphous phase in copper, the reason of which is that we are dealing here with a rather pure material. Metallic glasses, e.g. splat cooling introduced in 1960's, induces amorphous phase at cooling rates as low as  $10^6 \text{ K s}^{-1}$ , however, the techniques succeeded only in the case of multi-compositional alloy systems (see [2]).

It has been shown that inhomogeneity in the laser light absorption is not the only determining factor in surface corrugations after treatment with ultrashort pulses. High frequency periodic structures on metallic

[2]: J. Vincenc Oboňa, V. Ocelík, J.Z.P. Skol斯基, G.R.B.E. Römer, A.J. Huis in 't Veld, J.Th.M. De Hosson: Modification of Cu surface with picosecond laser pulses, Applied Surface Science, 2014, DOI:10.1016/j.apsusc.2014.02.104

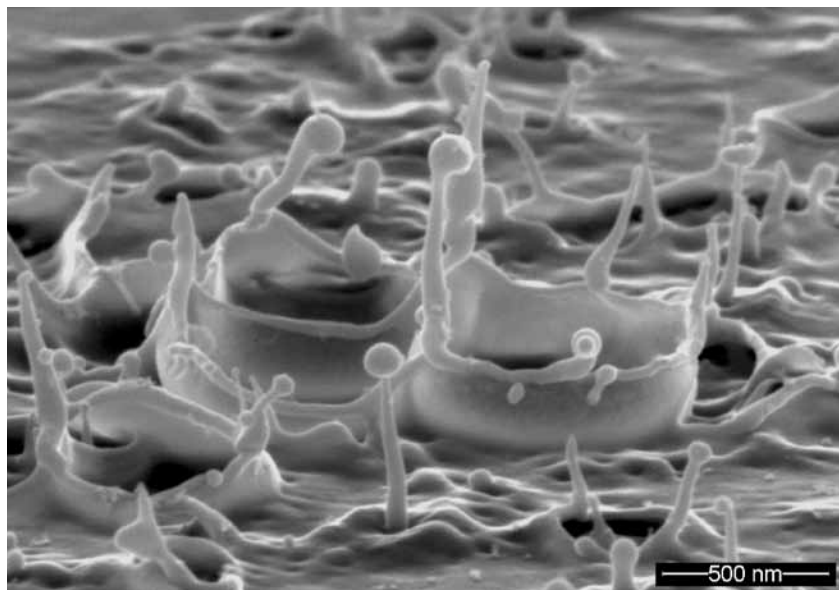


Figure 5. Detailed view of the surfaces shows micro-eruptions or Figure 4.

surfaces are attributed to the process of the absorbed energy relaxation. The explosive boiling of irradiated matter inside the surface scratches and valleys between low frequency periodic structures gives rise to the formation of features orthogonal to side walls of these corrugations. This fully explains why the high frequency periodic structures placed between low frequency periodic structures do not depend on the polarization direction.

In conclusion it goes without saying that phase transformations is still, 150 years after Van der Waals and Kamerlingh Onnes, a lively subject in applied physics. Surface texture for precision equipment and specific textures to influence wetting, i.e. con-

trolling hydrophobic-hydrophilic properties and to achieve optical effects, are attractive subjects for research. Also we will explore in the Materials Science group surface textures for medical applications e.g. tissue engineering since bioadhesion can be controlled.



# An inside view

## Photophysics and OptoElectronics

prof.dr. M.A. Loi

One of the main research interest of the Photophysics and OptoElectronics group is the investigation of organic-inorganic hybrid materials.

Hybrid materials have gained the attention of physicist and materials scientists who wish to combine the properties of very different systems, such as organics and inorganics, inorganics and bio-materials, etc., thus obtaining new qualities or a combination of the best properties of the components. The wide range of possible combinations that are available for many different applications, promises the discovery of new physical properties stemming from the unusual materials assembly of these complex

systems. Here I will give an overview of the physical properties of the hybrid systems that my group has been studying in the last few years.

Among the hybrids that are processable from solution there are a large number of systems that include colloidal inorganic semiconductors. Colloidal semiconducting nanocrystals (NCs) are highly appropriate for device fabrication, owing to their tunable optical properties in the visible and near-infrared, their remarkably broad absorption spectrum, and their high stability under ambient conditions. However, when complex functionalities based on charge transport are required, it is difficult to build functional interfaces between individual na-

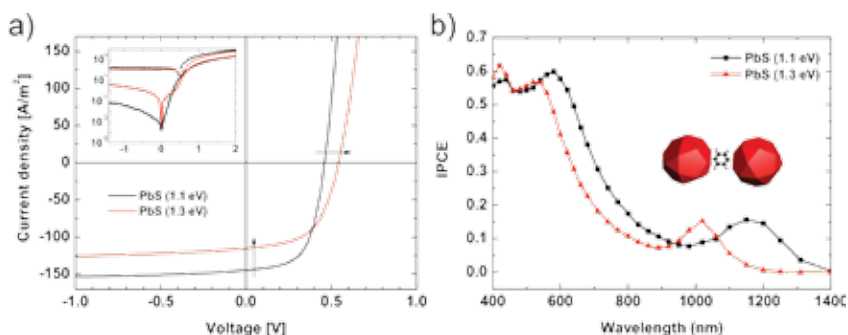


Figure 1. a) J-V characteristics of PbS solar cells composed of two different types of NCs having bandgaps of 1.3 and 1.1 eV. The inset shows the corresponding J-V curves on a logarithmic scale. The power conversion efficiency of the lower band-gap crystals is  $\sim 4\%$ . b) Photon-to-electron conversion efficiency (IPCE) spectra of PbS solar cells. The inset shows the schematics of PbS NCs cross-linked with benzenedithiol (BDT).



nocrystals. Since a ligand shell is needed to prevent aggregation, NCs are generally stabilized with ligands such as carboxylic acids, amines, phosphines, phosphine oxides and alkyl thiols, which are all electrical insulators. These make the NCs assembly also insulators.

Using bi-dentate thiols as post deposition treatment allows the replacement of the insulating ligands, reducing the distance between the NCs, providing the charge conduction to the assembly of NCs that is necessary to fabricate electronic and optoelectronic devices. This strategy has demonstrated to be very successful and my group has reported 4% efficiency Schottky

solar cells in 2010 [1] and 5.2% [2] in 2013. In Figure 1 the JV characteristics and external quantum efficiency, from the 2010 paper, are reported.

The excellent performances of these solar cells depend on the fact that when the NCs are cross-linked by the bi-dentate thiols, their electronic wave functions overlap and the conductivity of the layers increases with respect to layers fabricated with NCs with pristine ligands. Moreover, this approach has the advantage of producing insoluble layers of cross-linked NCs that can

[1]: K. Szendrei, W. Gomulya, M. Yarema, W. Heiss and M. A.

Loi, Appl. Phys. Lett. **97**, 203501 (2010).

[2]: C. Piliego, L. Protesescu, S. Z. Bisri, M. V. Kovalenko and M.

A. Loi, Energy Environ. Sci. **6**, 3054 (2013).

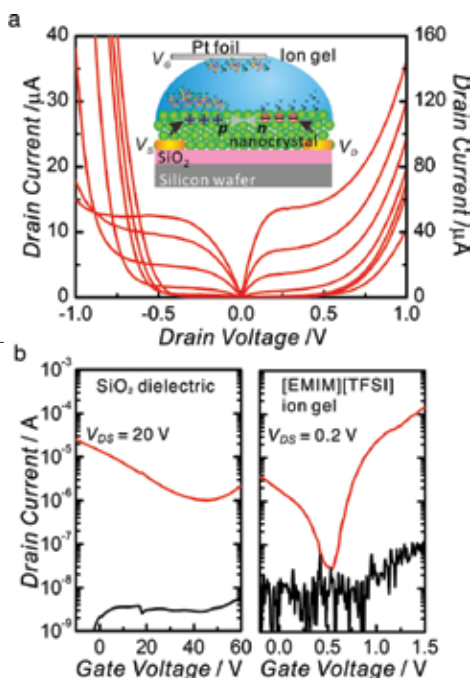


Figure 2. a) *p*-channel and *n*-channel  $I_D$ - $V_D$  output characteristics of ion-gel-gated ambipolar FET of PbS colloidal nanocrystal.  $V_G$  is applied from 0.2 V to -1.0 V for *p*-channel and from -0.2 V to 1.0 V for *n*-channel with 0.2 V increment.  $V_D$  sweep is 10 mVs<sup>-1</sup>. The inset shows a schematic of the ion-gel-gated transistor. b) Comparison of the *n*-channel  $I_D$ - $V_G$  transfer characteristics between conventional  $SiO_2$  (left) and [EMIM][TFSI] ion-gel (right) gateings. The black curves indicate the  $I_G$  leak current.  $V_G$  sweep was 10 mVs<sup>-1</sup>.

be used as components of hybrid devices when sandwiched between layers of organic molecules (this approach is currently investigated in particular in the framework of tandem solar cell devices). Further research in this direction is directed towards the understanding of the physics of the cross-linked layer by mean of transport measurements and in exploiting multiple exciton generation in these thin films. Furthermore, we are currently making efforts for improving the power conversion efficiency of NCs solar cells by investigating the role of the NCs quality and impurity levels, the recently reported solar cells with 5.2% efficiency [2] are a first success in this direction.

One of the most interesting questions to be solved about the physics of nanocrystals solids is the nature of the transport mechanism. Recently, the group has engaged in the fabrication of field effect transistors with colloidal NCs showing that this can display mobilities up to  $2\text{ cm}^2\text{ V}^{-1}\text{ s}^{-1}$  [3]. The output characteristics of the devices are reported in Figure 2.

A second family of hybrids nano-systems, which have also great potentiality for optoelectronics, is the one based on carbon nanotubes and organic molecules. This has been subject of intense investigations in the group. Two different classes of hybrids can be defined: the first is the one where the molecules are inserted inside the hollow space of carbon nanotubes, while in the second the organic molecules (conjugated polymers) are used to wrap the external

walls of the nanotube to select the semi-conducting species from the mixture of semiconducting and metallic tubes.

Single wall carbon nanotubes (SWNTs) are extremely robust nano-objects that exhibit unique electron transport, but their small band gap limits them to be only near infrared emitters. In contrast, organic molecules having outstanding photophysical properties often suffer from low stability and poor electrical characteristics. Exploiting the advantages of both SWNTs and organic molecules opens the prospective to obtain fascinating systems with one-dimensional charge transport and light emission in the visible spectral range. Their composite nature provides the exciting possibility of creating nano-scale objects with tunable structures that can be tailored to desired optoelectronic functionalities whilst keeping much of the outstanding electronic properties of the nanotube-shaped carbon allotrope. Recently, I have demonstrated that it is possible to use of the hollow space within SWNTs (so-called pods) to accommodate organic molecules (so-called peas) creating new hybrid systems (see Figure 3). For the first time we demonstrated that this hybrid objects are able of emitting visible light upon photoexcitation (Figure 3c) [4]. In this way we have created a nano-object with totally hybrid physical properties [5,6].

While the potential for using SWNTs in

[3]: S. Z. Bisri, C. Pliego, M. Yarema, W. Heiss and M. A. Loi, *Adv. Mater.* **25**, 4309 (2013)

[4]: M. A. Loi, J. Gao, F. Cordella, P. Blondeau, E. Menna, B. Bártošová, C. Hébert, S. Lazar, G. A. Botton, M. Milko, C. Ambrosch-Draxl, *Adv. Mat.* **22**, 1635 (2010).

[5]: K. Yanagi, H. Kataura, *News and Views Nature Photonics* **4**, 200 (2010).

[6]: M. Milko, P. Puschig, P. Blondeau, E. Menna, J. Gao, M. A. Loi, and C. Draxl, *J. Phys. Chem. Lett.* **4**, 2664 (2013).

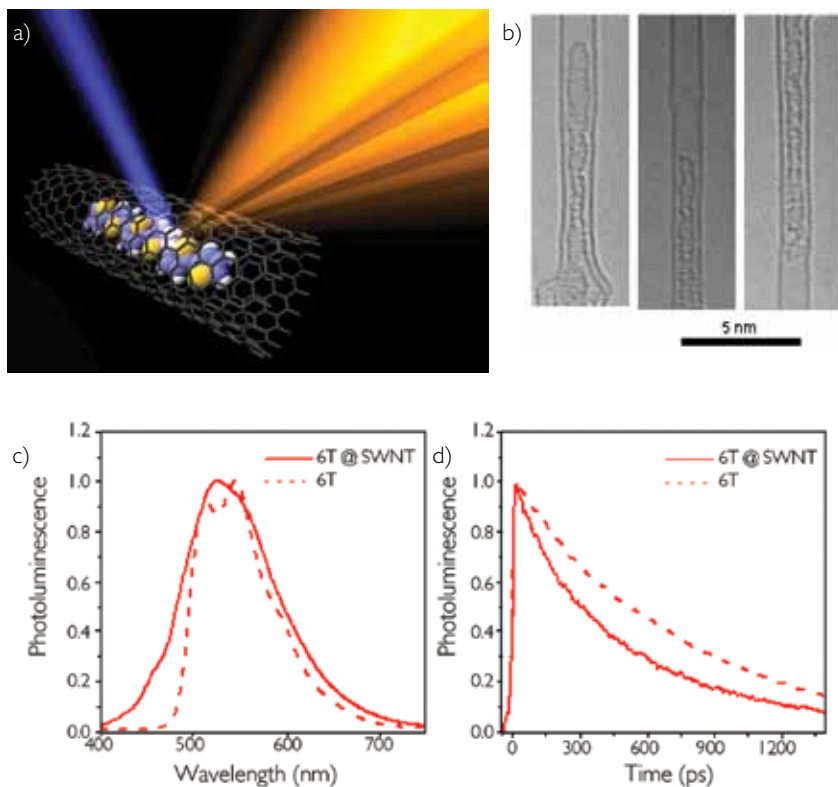


Figure 3. a) Cartoon of the visible light emitting 6T@SWNT peapod. b) Measured TEM images of 6T@SWNT. c) Photoluminescence spectra of 6T and 6T@SWNT. d) PL decays of 6T@SWNT and 6T at 515 nm.

electronic and optoelectronic devices is well known. However, the problem of the separation of metallic and semiconducting SWNTs is one of the factors limiting the practical use of these nano-objects in device applications. Recently, a technique to separate semiconducting SWNTs by wrapping with conjugated polymers was demonstrated. The discrimination mechanism is generally ascribed to the com-

patibility and recognition between the  $\pi$ -electrons of the nanotube walls and those of the conjugated polymer. In the last years my group have not only investigated the working mechanism of the polymer wrapping [7], and the reasons for the high chirality discrimination, but we have also found new polymers able to select large di-

[7]: J. Gao, M.A. Loi, E.J. Figueiredo de Carvalho, M.C. Dos Santos, ACS Nano 5, 3993 (2011).

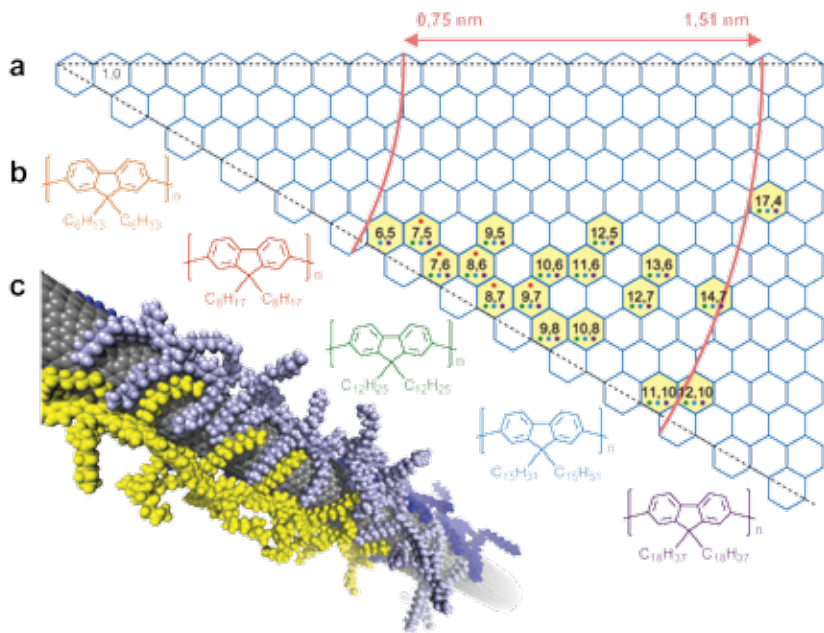


Figure 4. a) Chirality map of SWCNTs selected by polymer wrapping. In yellow the SWCNTs selected are underlined; the color of the dots inside the hexagons indicates which of the polyfluorene derivatives (color code used for the chemical structures) is able to select them. b) Chemical structure of the polyfluorene derivatives used. c) Structure as obtained by molecular dynamics simulations of three PF12 chains wrapped around a (12,10) nanotube after 10 ns at constant-pressure in toluene solution.

ameter SWCNTs which could not be selected before (see Figure 4) [8]. Moreover, we succeeded in applying the selected SWCNTs in highly performing field effect transistors reaching the record on/off ratio of  $10^8$  [9]. In conclusion the Photophysics and Opto-Electronics group aim is to develop new so-

lution processable hybrid semiconductors and to understand their physical properties. From the complementary properties of the organic and inorganic materials we expect new functionalities, while their solution processability and self-assembly allows for easy fabrication.



[8]: W. Gomulya, G. Diaz Costanzo, E. J. Figueiredo de Carvalho, S. Z. Bisri, V. Derenskiy, M. Fritsch, N. Fröhlich, S. Allard, P. Gordichuk, A. Herrmann, S. J. Marrink, M. C. dos Santos, U. Scherf and M. A. Loi, *Adv. Mater.* **25**, 2948 (2013).

[9]: S. Z. Bisri, J. Gao, V. Derenskiy, W. Gomulya, I. Iezhokin, P. Gordichuk, A. Herrmann, M. A. Loi, *Adv. Mater.* **24**, 6147 (2012) (and more articles in preparation).

# Djim recenseert

## Vaderland

Djim Kanters

*Hollandse huishoudens beginnen aan de deur:  
hijgende kranten en blonde zachte bollen*

*als gedrukte zonnen onder een broeierige lucht.  
Dit is een dag om het verschil te maken.*

**Z**o begint het meest recente gedicht van onze Dichter des Vaderland (27 december 2013). Ik heb een klein (maar representatief) volksonderzoek gedaan naar het aantal mensen dat onze Dichter des Vaderland bij naam kon noemen. Een korte quote die als voorbeeld geldt voor de conclusies van dit onderzoek: "Dichter des Vaderland? Is dat die van de smurfen?"

De eretitel die Anna Vegter nu vier jaar mag dragen, tot eind 2016, is uiteraard niet alleen symbolisch. Er wordt flink geld over de spreekwoordelijke balk gegooid om de geliefde dichtster aan het werk te houden. Vier keer per jaar dient Anna met een gedicht op de proppen te komen dat handelt over de nationaal belangrijke kwesties. Ik heb even geteld en Anna heeft in haar eerste jaar (2013) acht gedichten geschreven als Dichter des Vaderlands, helaas was het voor mij erg lastig (listig ook) om te deduceren welke vier hiervan over die 'nationaal belangrijke kwesties' gingen. Rondkijkend op de website van onze Dichter des Vaderlands begon ik hier meer over te begripen. Hier staan namelijk een aantal van

de bedoelingen en goede voornemens van Vegter uitgezet. Zo wordt er in een korte introductie vermeld: "Ook zal Vegter initiatief nemen om het schrijven van poëzie te populariseren en tegelijk het niveau te verhogen." Als taalpurist, een intrinsieke eigenschap van alle dichters, zou Anna hier exact moeten weten wat ze zich op de hals haalt. Het woord 'tegelijk' speelt hier een sluwe doordachte rol. 'Initiatief nemen om het schrijven van poëzie te populariseren' is natuurlijk een koud kunstje. Je belt bijvoorbeeld een willekeurig persoon in het telefoonboek,

zegt de persoon die opneemt dat hij een gedicht moet schrijven en vervolgens iemand anders moet bellen om hetzelfde te doen. Eenmaal opgehangen klopt je je handen eens goed af, want 'initiatief nemen' kan jou niet meer afgepakt worden. Dit alles tegelijk doen met het verhogen van het poëtisch niveau is andere koek. Er worden ieder jaar honderdduizenden sinterklaasgedichten een kwartier voor pakjesavond met de rijmgenerator gegenereerd. Hierdoor zakt dit niveau waarschijnlijk tot ongekende dieptes. Het schrijven van een gedicht, al heeft het een poëtisch ongekend hoog niveau, lijkt me dan toch water naar de zee dragen.

*"Dichter des Vaderland? Is dat die van de smurfen?"*

Gelukkig is er voor alle problemen die de Dichter des Vaderland tegenkomt een begeleidende functie. De Denker des Vaderlands. Onze denker René Gude, heeft als vierjarenplan zichzelf als doel gesteld om te gaan meedenken. Dit in volledige tegenstrijd met zijn voorganger Hans Achterhuis, die als eerste Denker des Vaderlands in debatten graag tegen heersende opinies indacht. In een interview die de Trouw publiceerde legt René Grude zijn verrasende maar spreekwoordelijke *U-turn* nader uit: "Als ik nu Achterhuis volg – en dat wil ik – dan moet ik tegendenken tegen zijn tegendenken; min maal min is plus: ik ben dus tot meedenken veroordeeld!" Geen speld tussen te krijgen lijkt me. Positief nieuws dus voor Anna, want voor de volgende vier jaar heeft ze een meedenkende Denker des Vaderland. Ik heb meer dingen opge-

zocht die onze Denker des Vaderlands allemaal bezighouden, maar op een sporadisch interviewtje in de Trouw na is er niet veel te vinden. Logisch ook, het lijkt me verstandig om zo snel mogelijk een Schrijver/Notulist des Vaderland te installeren om René's gedachten op papier te zetten. Maar niet voordat we een nieuwe Werkloze des Vaderland hebben gevonden, onze huidige (Sandra de Vries) heeft namelijk een baan. Vervolgens laten we de hele bende fotograferen door onze Fotograaf des Vaderland, Ilvy Njikiktjen. Wat een pret. Ik ben verplicht alle mensen die de titel "... des Vaderland" tegenwoordig dragen en er geld aan verdienen te belonen met een dikke 8, lekker bezig! Ik geef alle mensen die met deze titels strooien en er geld voor betalen een pijnlijke 3, minder netsjes. Dit stukje geef ik een 5,5.



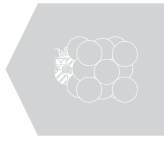
*Figuur 1. Drieënhalve passievrucht in volle glorie.*



# Column

## Technologie is vooruitgang?

Paul Wijnbergen



**H**eden ten dagen leven wij in een wereld van technocratie en automatisering. Technologie zorgt ervoor dat wij minder arbeid hoeven te verrichten en veel ouder kunnen worden. Het brengt ons louter vooruitgang en daarom moeten we dat delen met de rest van wereld. Immers zit de rest van de wereld toch ook te wachten op technologie? Aldus de mening van een gemiddelde bètastudent.

Persoonlijk vraag ik mij af of het wel klopt dat iedereen in de wereld behoefte heeft aan meer technologie. Ik denk dat dit een heel Westerse manier van denken is en dat het helemaal niet zo vanzelfsprekend is dat andere, vooral niet-westerse culturen hier op zitten te wachten. Als men even de geschiedenisboeken induikt, komt men er al vrij snel achter dat internationale samenwerking en ontwikkelingshulp stamt uit de tweede helft van de twintigste eeuw. Dit fenomeen is zo snel als normaal aangenomen, dat men lijkt te vergeten dat die transformatie wellicht bij andere culturen helemaal nog niet heeft plaatsgevonden.

Het Westen lijkt soms niet te begrijpen waar zijn vijanden vandaan komen en ziet de gemeenschappelijke drijfveer van hun vijanden niet in. Zo zien zij de moslim-extremisten in het Midden-Oosten totaal los van de communisten in China, terwijl zij wel degelijk een gemeenschappelijke vi-

sie hebben. Wij begrijpen niet waarom die mensen niet zijn zoals wij, terwijl dit ergens wel te verklaren valt.

Vroeger heeft het Westen zich niet altijd even netjes gedragen en heeft in het koloniale tijdperk zijn vuilste kapitalisme laten zien. We brachten 'moderne' cultuur en technologie, terwijl we het land leegroofden. Zoals wij het wilden, moest het gebeuren, met alle gevolgen van dien. Culturen zoals die van de Chinezen werden verdrukt en de Westerse manier van denken werd opgelegd. Japan is toen weliswaar vroeg overstag gegaan en heeft zich snel

de Westerse cultuur aangemeten. Dit bracht echter wel grote onvrede onder de bevolking, omdat de burgers niet meer konden leven volgens de normen en waarden waarmee zij al eeuwen leefden. De kapitalistische graai-cultuur kwam op tot frustratie van de conservatieve Japanner. Dit leidde uiteindelijk tot een weerwoord, bijvoorbeeld in de Tweede Wereldoorlog door de kamikaze-strijders. De haat tegen het Westen was zo groot, dat jonge mannen bereid waren hun leven te geven voor het behoud van de Japanse normen en waarden.

*We brachten  
'moderne' cultuur  
en technologie,  
terwijl we het  
land leegroofden.*





Al met al heeft het Westen niet zo'n goede naam gekregen bij niet-westerse culturen. Het Westen was kapitalistisch, het had geen principes en deed alles voor zichzelf. Niet-westersen zien dus een gevaar voor zichzelf in de Westerse cultuur en is zich daar tegen gaan verzetten. Voorbeelden zijn dus kamikazestrijders, maar ook moslimextremisten en het communisme kunnen gezien worden als een protest tegen het Westen. Al-Quaeda verzet zich met man en macht tegen het Amerika, dat symbool staat voor het Westen en het communisme veracht

*Zo bang als Geert Wilders is voor de mosliminvasie, zo bang is bijvoorbeeld het Midden-Oosten voor de invasie van het Westen.*

alles wat kapitalistisch is en looft het tegenovergestelde. Wanneer men er dus door de ogen van de vermeende 'vijanden' van het Westen kijkt naar het verspreiden van technologie, kan men het ook als een verspreiding van het Westen zien.

Het kijken door de ogen van vijanden naar het Westen wordt ook wel 'occidentalisme' genoemd en andersom 'oriëntalisme'. Voor meer informatie hierover verwijst ik graag naar *Occidentalism: The West in the eyes of its enemies* door Buruma en Margalit. Zo bang als Geert Wilders is voor de mosliminvasie, zo bang is bijvoorbeeld het Midden-Oosten voor de invasie van het Westen. Ik vind het dus kortzichtig dat mensen bij het verspreiden van technologie roepen

dat het vooruitgang biedt, omdat het gemakken brengt. Een vraag die in mijn ogen dus zeker gesteld moet worden, is of het binnen de desbetreffende cultuur past en of die cultuur er wel op zit te wachten. Op die manier kan voorkomen worden dat culturen ernstig ontzet worden en zo creëren we minder redenen om het Westen te haten. Bovendien kan je je afvragen waar wij het idee vandaan halen, dat wij onze 'moderne' technologie zomaar mogen opdringen aan anderen, zonder dat daarom gevraagd is? Dit is in mijn ogen een belangrijke ethische vraag. Immers zit een nomadisch volk in de woestijn niet te wachten op een auto, omdat ze al sinds jaar en dag op per kameel reizen.

Het lijkt me dan ook nuttig dat de discussie over het al dan niet verspreiden van technologieën een keer bij het vak WETeM gevoerd gaat worden en dat er dus echt over wetenschapsethiek gepraat gaat worden, in plaats van de voorgekauwde discussie over het neerplempen van windmolens in het Waddengebied keer op keer te voeren.



# Serte spreekt

## Verkleedpartijtjes

Serte Donderwinkel

**E**r is een aantal dingen waar je na je basisschooltijd goed klaar mee was. Met een licht schaamtegevoel keek je als middelbare scholier terug op het tijdperk waarin je nog geen last had van acne, geen mobiele telefoon had en vooral nog niet zo stoer was. Rare dingen deed je toen. Urenlang spelletjes spelen op toffe sites zoals *spele.nl*, met plezier op de bank ploffen bij mama om daar een kopje thee en een koekje te nuttigen en je vrijwillig hullen in vreemde uit de verkleedkist opgegraven outfitjes. Je dacht nog wel zo volwassen te zijn geworden, maar toen kwam je studententijd. En jawel, daar zit je dan. Uur na uur stuur je aapjes aan om ballonnetjes, soms van ordinair rubber, soms van keramiek of lood, om nog van *MOAB-class*-ballonnen te zwijgen, te vernietigen. Ook dat koekje en die thee

ben je weer gaan waarderen, want niks is zo aangenaam in het weekend als een zichzelf vullende voorraadkast legen en je laten vertroetelen door paps en mams. De grootste herontdekking uit de tijd van poppen-, bouw- en andere motoriekverbeterende hoeken is echter met stip op één het concept verkleedpartijtje.

*De afname in comfort en bewegingsvrijheid wordt ruimschoots goedge maakt door de aanblik van de andere kostuums.*

Zodra de eerste tekenen van een inschrijfflijst en een al dan niet kekke poster zich op de deur van de Franckenkamer beginnen te vertonen gaat het hart van menig verkleedfanaat sneller kloppen. Het is weer tijd voor een groot knutsel- en jutfestijn. Vastberaden als je bent om niet te vallen voor die ene outfit waar iedereen straks in verschijnt stel je mindmaps en ideeënlijstjes op. Na lang wikken en wegen bedenk je dan ineens dat je altijd al een avondje als heg/melkpak/radioactief afval/ander willekeurig zelfstandig naamwoord door het leven hebt willen



*Figuur 1. Hoe zoiets meestal begint.*

gaan. Stad en Ommeland zoek je af in jouw queeste naar potentiële onderdelen van je kostuum. Uiteindelijk eindigt je meestal met een naar kettingroker riekend jasje van de Mamamini en een snoezig hoofddeksel van de So Low. Voor de items die nog nooit iemand op de markt heeft gebracht doe je een beroep op je prikpen en knutsellijm totdat je outfit perfectie benadert. Het feest kan beginnen.

Terwijl je fanatiek de kartonnen delen van je pekske beschermt tegen het noordelijke klimaat en het gebrek aan aerodynamica door dat snoezige hoedje tracht te trotseren, begeef je je naar de feestlocatie. Daar gearriveerd begint het spektakel pas echt. De afname in bewegingsvrijheid en comfort ten opzichte van je dagelijkse kloffe wordt ruimschoots goedge maakt door de aanblik van de kostuums waar de rest zich in gehuld heeft. Ruwweg zijn de aanwezigen in drie categorieën in te delen. De eerste categorie bestaat uit mensen die het kunnen. Hun kostuum is samengesteld met humor, creativiteit en aandacht en ze zijn dan natuurlijk ook nog heel aardig. Je haat ze. De tweede categorie bestrijkt het gros van de feestvierders en is samen te vatten als 'leuk'. Geinige kostuums, prima uitgevoerd, maar niet bijster memorabel. Binnen deze categorie vallen ook de verzamelingen mensen die er per ongeluk allemaal hetzelfde uitzien. Dit konden zij ook niet weten, dus een beetje zielig is het wel. Dan heb je als derde groep nog de recalcitranten en aangewaaiden die zich er met een grappig strikje of kakverhaal vanaf denken te kun-



*Figuur 2. Hoe zo iets soms afloopt.*

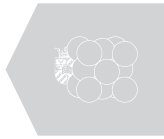
nen maken. Zij trekken zich verder niet bijster veel van het thema aan en 'houden niet zo van verkleeden'. Gek is dat.

Over waar deze wijdverspreide passie voor gekke pakjes vandaan komt valt te twisten. Het is natuurlijk een uitstekende manier om je normale leventje, dat louter bestaat uit bier drinken, jassen en ballonnetjes poppen even achter je te laten en eindelijk eens aardbei te kunnen zijn. Andere scholen psychologen beschouwen het als uit de oertijd overgewaaid instinct om uit camouflageoogpunt flexibel te zijn wat betreft verschijning. Feit is dat verkleeden een fijne bezigheid is. Na die zes jaar bikelen op de middelbare school waarin we eventjes te stoer waren om de verkleedkist in te duiken hebben we het ook wel weer verdiend. Behoor jij tot die derde groep mensen? Geef dan toe aan je diepgewortelde verlangens en doe de volgende keer wat beter je best, wil je?

# De theoreet

## Transformatiefysica

Jasper Compaijen



**T**ransformaties, transformaties en nog eens transformaties... daar zal de theoreet wel gek op zijn hoor ik ze denken. En dat klopt natuurlijk ook: transformaties zijn bij uitstek iets waar theoreten gek op zijn. Soms zijn ze gewoon leuk of mooi, soms handig of zelfs noodzakelijk. Het is natuurlijk uitermate aantrekkelijk om nu allerlei voorbeelden van transformaties te gaan noemen en uit te gaan leggen waarvoor ze gebruikt kunnen worden, maar ik heb het vermoeden dat dan slechts een paar uitverkoenen het einde van deze column zullen halen. Bovendien kom je de meeste transformaties vanzelf tegen bij vakken waar deze veel gebruikt worden. Bijvoorbeeld lorentztransformaties bij relativiteitstheorie, bogoljoebovtransformaties bij vastestoffysica en fouriertransformaties kom je natuurlijk overal tegen. In plaats van nog meer van deze trivia te spuien, wil ik graag een nieuw, spannend stukje fysica met jullie delen: transformatiefysica.

In 2006 werden twee baanbrekende artikelen met praktisch hetzelfde onderwerp, naast elkaar in dezelfde uitgave van het vooraanstaande tijdschrift *Science* gepubliceerd: *Optical conformal mapping* door Ulf Leonhardt<sup>1</sup> en *Controlling electromagnetic fields* door de groep van David Smith<sup>2</sup>. Het

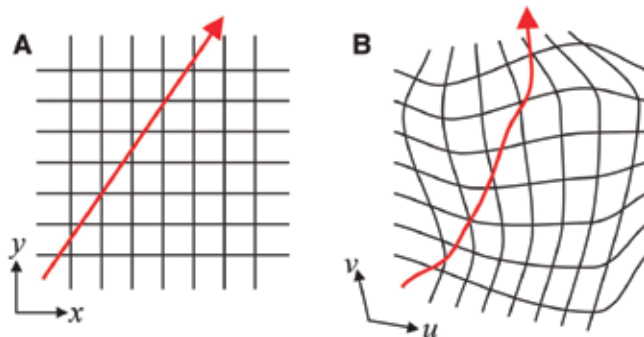
idee achter beide onderzoeken was om een wiskundige beschrijving te geven van *optical cloaking*, het onzichtbaar maken van een object.

Deze twee artikelen worden gezien als het begin van de transformatieoptica. Het achterliggende concept kan gek genoeg het eenvoudigst worden uitgelegd door een analogie te maken naar de kromming van de ruimtetijd in relativiteitstheorie: zware objecten zorgen lokaal voor een kromming van de ruimte, waardoor iets dat normaal gesproken rechtdoor zou bewegen, wordt afgebogen richting het zware object. Voor mensen die niet zo goed abstract kunnen nadenken wordt vaak een voorbeeld gegeven van een bowlingbal op een trampoline waar men vervolgens een tennisbal langsheen probeert te rollen. Wat je dan ziet is dat de tennisbal wordt afgebogen in de richting van de bowlingbal. Dus in plaats van dat de bal een gekromde beweging uitvoert in ons 'normale' coördinatenstelsel, beschrijven we de beweging nu als een 'rechte' beweging in een gekromd stelsel. Het is exact dit inzicht dat Leonhardt en Smith gebruikten om de breking van licht te beschrijven.

Zoals we allemaal nog van de middelbare school weten, veranderen lichtstralen van richting als ze een medium met een andere brekingsindex binnengaan. Opnieuw kunnen we dit beschrijven door het licht

1: Leonhardt, *Science* 312, 1777 (2006)

2: Pendry, *Science* 312, 1780 (2006)



Figuur 1. Coördinatentransformatie voor breking (ref. 2).

van richting te laten veranderen in ons bestaande, rechte coördinatensysteem, maar we kunnen ook zeggen dat het materiaal met een andere brekingsindex, lokaal ons stelsel verandert.

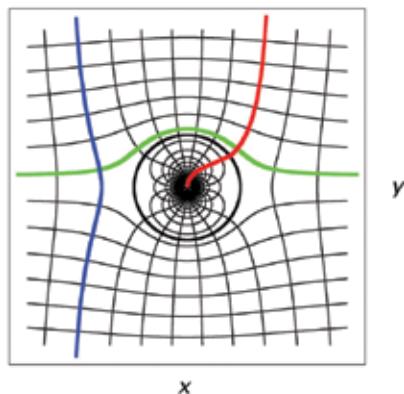
Het voorbeeld in Figuur 1 laat duidelijk zien dat de lichtstraal nog steeds door dezelfde roosterpunten gaat, het zijn de roosterpunten zelf die verplaatsen. Binnen deze theorie worden alle verstoringen (zoals een verandering van brekingsindex) beschreven met een bepaalde coördinatentransformatie. De grote kracht van deze methode is dat *reverse engineering* relatief eenvoudig toepasbaar is: je bedenkt eerst welk pad het licht moet afleggen, vervolgens zoek je de juiste transformatie erbij en dan kan je meteen afleiden welke brekingsindex je waar neer moet zetten om dit voor elkaar te krijgen.

Een bekend voorbeeld is de zogenaamde *circular cloak*. Stel dat we in staat zijn om een coördinatentransformatie uit te voeren, die een gat in ons stelsel maakt. Dat betekent dat elk object dat we in dat gat zetten, geen interactie met licht meer zal hebben. Om iets echt onzichtbaar te ma-

ken moeten we echter nog een stapje verder gaan; we moeten namelijk als waarnemer niet kunnen waarnemen dat er een gat in het stelsel zit. Dit betekent dat al het licht zich om het gat moet splitsen en daarna weer netjes bij elkaar moet komen, met dezelfde snelheid en fase. Een coördinatentransformatie die dat beschrijft is gegeven in Figuur 2. Voor de liefhebbers: ja, dit is een conforme afbeelding (zie *Francken Vrij 18.1, red.*), de rechte hoeken zorgen ervoor dat het licht ver weg van het gat zich weer voorplant alsof er geen gat is. Voor deze transformatie kan uitgerekend worden hoe de brekingsindex er als functie van de ruimte uit moet zien. Een probleem is dat we in werkelijkheid geen continu verloop van brekingsindex kunnen produceren en dus een gelaagd systeem moeten bouwen. Daarnaast zijn niet alle brekingsindices beschikbaar in de natuur en zijn we dus nogal bewerkt in de toepassingen. Dus voor slimmeriken onder jullie die denken: hmm, dit is allemaal al in 2006 bedacht, waarom heb ik nog geen toepassing voorbij zien komen? Nou, daarom dus! Bovendien zie je niet zo snel een toepassing van onzichtbaarheid

voorbij komen, dus zo slim ben je nu ook weer niet. Zie ook het roze olifantje met ontzichtsbaarheidsmantel in Figuur 3.

Het probleem van de beperkte hoeveelheid brekingsindices die de natuur te bieden heeft, wordt in de praktijk vaak opgelost door gebruik te maken van metamaterialen. Dat zijn kunstmatige materialen die bestaan uit een periodieke structuur met een periode veel kleiner dan de golflengte van het licht. Het licht ziet het materiaal dan als een continuüm met bepaalde optische eigenschappen, die afhankelijk zijn van de materialen waaruit het metamateriaal is opgebouwd. Een stapel van glas, goud, glas, goud, etc. is bijvoorbeeld een metamateriaal indien de laagdikte veel kleiner is dan de golflengte. Op deze manier zijn materialen te maken met nieuwe, exotische eigenschappen, zoals een hele hoge, hele lage of zelfs negatieve brekingsindex. Uiteraard is het niet eenvoudig om optische metamaterialen te fabriceren en daarom zal het nog even duren voordat de eerste ontzichtsbaarheidsexperimenten gedaan kunnen



Figuur 2. Coördinatentransformatie voor cloaking.

worden. Voor radiogolven, waarvoor dezelfde theorie opgaat alleen dan met een veel grotere golflengte, is het allemaal wat eenvoudiger en heeft men aangetoond dat het inderdaad mogelijk is om, met behulp van bovenstaande theorie, objecten ontzichtsbaar te maken voor een radar. Dit is een heel andere methode dan die al toegepast wordt op bijvoorbeeld stealthbommenwerpers. Die worden namelijk heel klein op de radar, maar zeker niet ontzichtsbaar.

Er is niets bijzonder 'optisch' aan de theorie voor transformatieoptica en er wordt dan ook hard gewerkt om dit concept toe te passen in andere velden. Met name de *cloaking*toepassingen krijgen veel aandacht, zoals akoestische, thermische en seismische *cloaks*. Het veld is nog jong, dus er valt nog een hoop te doen. Mocht je interesse hebben om je steentje bij te dragen, dan is het boek van Ulf Leonhard, *Geometry and Light* een uitstekend beginpunt. Hopend jullie weer een beetje wijzer te hebben gemaakt, rust ik mijn koffer.

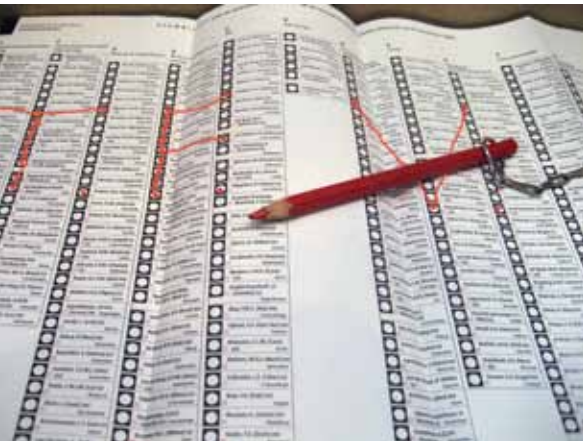


Figuur 3. James Clerk Maxwell en zijn vrouw. Zie vooral het roze olifantje met de ontzichtsbaarheidsmantel bij mevr. Maxwell op schoot.

**D**e uitslag van de gemeenteraadsverkiezingen heeft duidelijk zijn sporen achtergelaten in Groningen. Voor het eerst sinds de Tweede Wereldoorlog is de Partij van de Arbeid niet de grootste partij van Stad. Waar is het toch fout gegaan met de arbeiders? En waarom heeft D66 opeens wel de meeste zetels in de gemeenteraad? Een grondige analyse.

Alhoewel de gemeenteraad op lokaal niveau opereert heeft de gemiddelde kiezer hier natuurlijk lak aan. Daarom is alleen de nationale politiek belangrijk in de keuze om voor of tegen een bepaalde gemeentepartij

*Figuur 1. Kijk mam, ik heb 27 vakjes rood gemaakt.*



te stemmen (en uiteraard om te bepalen hoeveel vakjes op het stemformulier je deze keer rood gaat maken). Om de reden kijken we in deze analyse slechts naar de landelijke partijen en kunnen we Student en Stad,<sup>1</sup> de Stadpartij en de Libertarische Partij niet aan de kaak stellen. Overigens sluiten we de Piratenpartij ook uit, arrr.

Alle politieke partijen zijn in te delen in een zogeheten politiek spectrum, naar gelang hun ideologieën en verkiezingsprogramma's. We kiezen ervoor om een tweedimensionaal landschap te maken waarbij de eerste dimensie links-rechts is en de tweede dimensie progressief-conservatief. Helaas is er niet echt een definitie van politiek links en politiek rechts, dus hoe links of rechts een partij is wordt eigenlijk bepaald door de partij zelf. Om toch een beetje een gevoel te geven voor links en rechts: als partijen voor staatsingrepen zijn om een grotere gelijkheid te realiseren, dan noemt men ze links. Als partijen bestaande ongelijkheden in inkomen en macht redelijk of onvermijdelijk vinden, noemt men ze rechts.

Ook zijn er meerdere definities voor progressief en conservatief. Vooruitstrevend tegen behoudend wordt het meest gebruikt. Een andere mogelijkheid is hoeveel persoonlijke vrijheid een partij aan haar burgers wil geven. Een progressieve par-

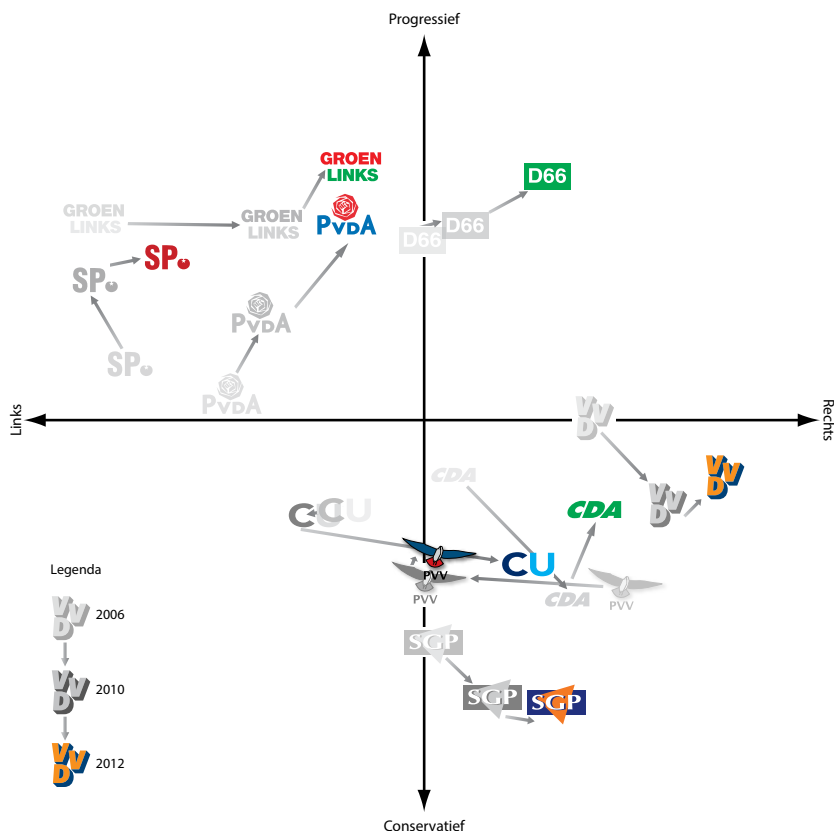
1: In de volksmond bekend (?) als Lijst Bervoets.

tij wil een zo groot mogelijke persoonlijke vrijheid, waar een conservatieve partij bepaalde normen, zoals vanuit geloofsovertuigingen, wil handhaven.

Met behulp van een keuze uit bovenstaande definities bepaalde André Krouwel, politicooloog van de VU in Amsterdam, de posities van de politieke partijen in ons landschap in 2006, 2010 en 2012, zie Figuur 2. Maar

hoe kunnen we dit nou gebruiken om de huidige posities van de partijen te voorspellen, die juist zo belangrijk zijn voor de uitslag van gemeenteraadsverkiezingen? Nou, dat is relatief makkelijk. Het enige wat we nodig hebben zijn de twee verplaatsingsvectoren die elke partij in Figuur 2 heeft. We nemen bijvoorbeeld de grote winnaar van de verkiezingen, D66. De eerste verplaatsings-

Figuur 2. Positie politieke partijen in 2006, 2010 en 2012 volgens André Krouwel.





# En nu vooruit D66

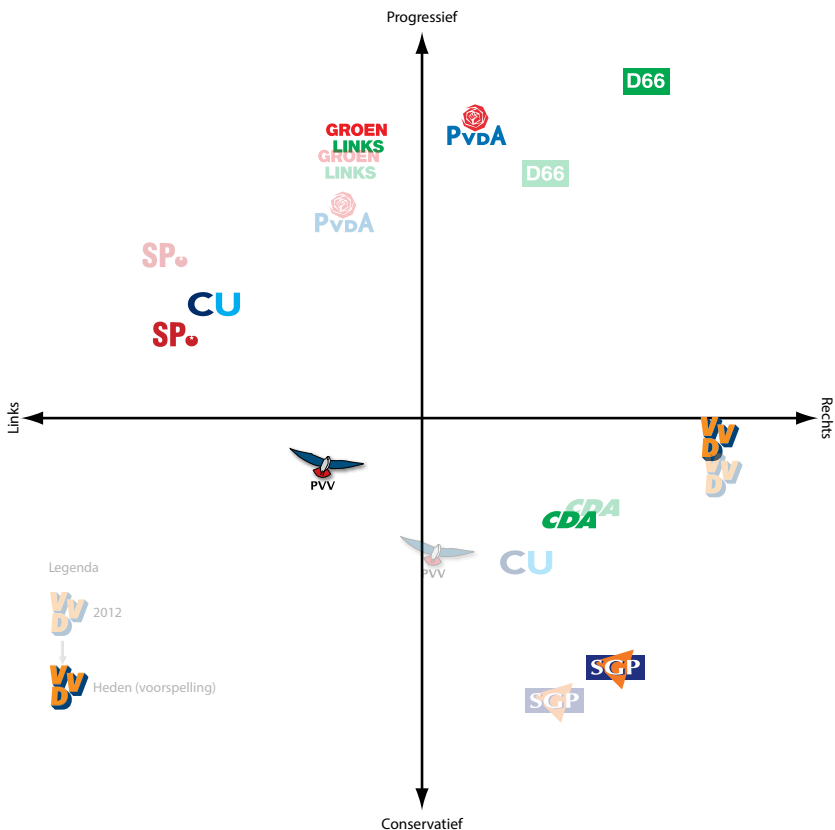
# Straks binnenstebuiten D66

*Figuur 3. Misschien heeft de slogan van D66 ook met hun winst te maken.*

vector,  $u_{2006-2010}$ , (van lichtgrijs naar ietsje donkerder lichtgrijs) heeft een lengte van 2 a.e. (arbitraire eenheden) en de tweede verplaatsingsvector,  $u_{2010-2012}$ , (van ietsje donker lichtgrijs naar kleur) heeft een lengte van 4 a.e. We nemen aan dat de lengte lineair is en verwachten dus nu een verplaatsingsvector  $u_{2012-2014}$  met een lengte van 6 a.e. We weten dus dat D66 in 2014 ergens op de cirkel met straal 6 a.e. en met als middelpunt de positie van D66 in 2012 zit, maar waar precies? In acht nemende dat  $u_{2010-2012}$  eigenlijk een rotatietransformatie is ten opzichte van  $u_{2006-2010}$  (gevolgd door een amplitudetransformatie), doen

we de solide aanname dat de hoek tussen verplaatsingsvectoren constant is. Bij D66 is de hoek tussen  $u_{2006-2010}$  en  $u_{2010-2012}$   $12^\circ$  en dus moet de hoek tussen  $u_{2010-2012}$  en  $u_{2012-2014}$  ook  $12^\circ$  zijn. Op deze manier kunnen we de huidige posities van alle politieke partijen bepalen, zoals afgebeeld in Figuur 4.

Het is natuurlijk in één oogopslag te zien waarom de PvdA het zo slecht gedaan heeft: ze is duidelijk over één van de twee assen gesprongen en heeft daarmee flink wat kiezers verloren. Bij de PVV is het zelfs zo erg dat ze überhaupt niet heeft meegedaan in Groningen. Tja, zelfkennis is belang-



Figuur 4. Voorspelling politiek landschap met huidige posities politieke partijen.

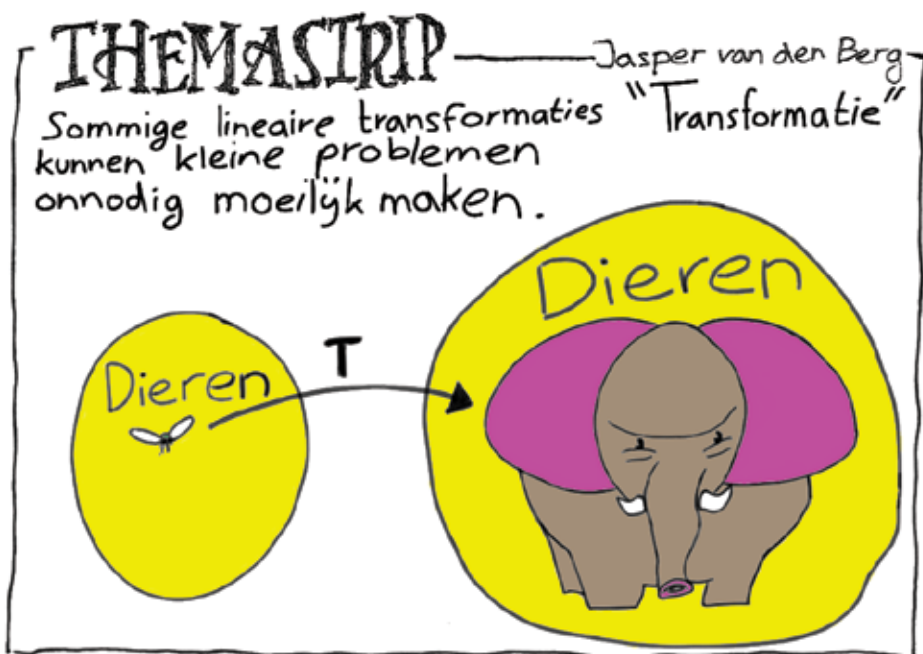
rijk, minder PVV dus ook. De VVD komt akelig in de buurt van de as, en verliest daarmee net als de PvdA drie zetels. Dat de ChristenUnie geen zetels verliest komt natuurlijk doordat ze beide assen doorkruist. Toch is het opvallend dat ze niet meer zetels van de SP heeft afgepakt die toch aardig in haar buurt zit. D66 heeft het goed gedaan door meer

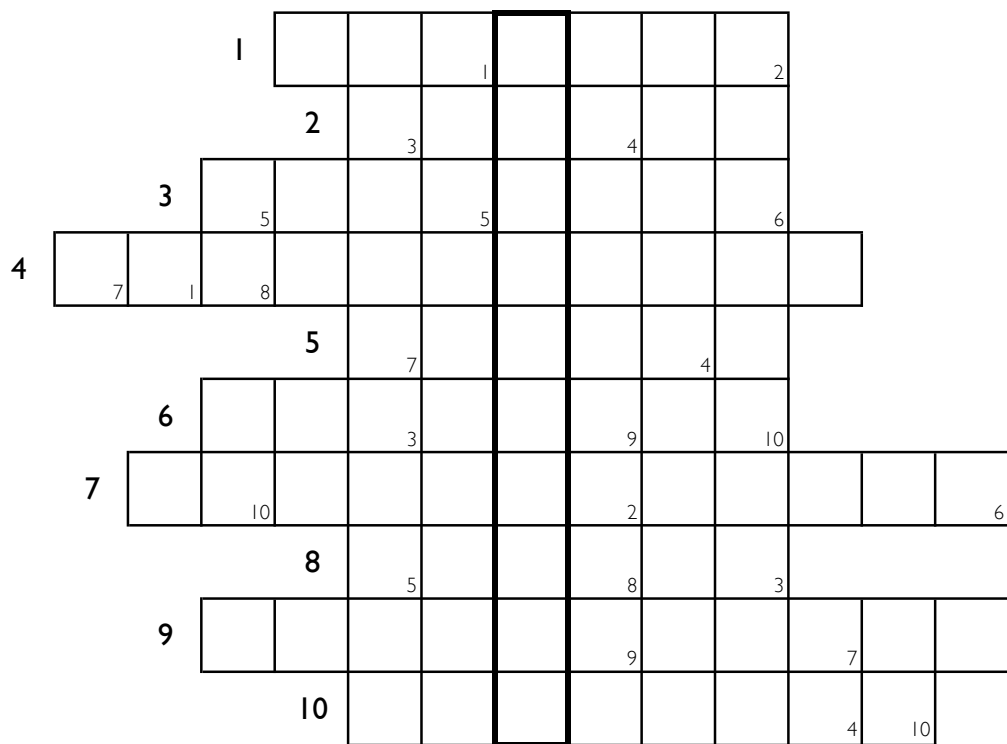
rechts en progressief te zijn. Toch moet ze niet te vroeg juichen; in de prognose voor de volgende verkiezingen is ze helemaal niet meer te vinden in het politieke landschap.



**D**e nevenstaande hints zijn cryptische of gewoon belabberde omschrijvingen van de antwoorden van de prijspuzzel op de volgende pagina. Om je een beetje op weg te helpen, staat in een aantal vakjes een cijfer; waar hetzelfde cijfer staat, moet ook dezelfde letter staan. Als je alles goed doet of geluk hebt, dan komt in de dikomlijnde kolom een woord te staan. E-mail je antwoorden voor 31 mei naar [francken-vrij@professorfrancken.nl](mailto:francken-vrij@professorfrancken.nl) en maak kans op een papaja.

1.  $^1\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{123}\text{I}$ , o.a.
2. Heb je met een sur-jectieve smartphone overal.
3. Bij zijn.
4. Bijvoorbeeld: dat je erop kan surfen.
5. Gevolg van Haagse proefballonnetjes?
6. Oud-student heeft energie per tijd.
7. "J-E-N-E-V-E-R".
8. Practicum voor schakers?
9. Ginder schor getransformeerd.
10. Literair alternatief voor de Francken-kamer.







Kun jij 2.156 huishoudens blij maken met een berg afval?

## Samen slimmer met energie

Zie jij afval of biogas? Als een van de grootste en meest innovatieve netbeheerders van Nederland daagt Liander je uit om slimme oplossingen te bedenken in een traineeship.



iedereen energie

## Kies jouw uitdaging

Bij Liander kun je kiezen uit vier traineeships: technisch, management, IT en financieel. Welk traineeship je ook kiest, je werkt mee aan de belangrijkste energieontwikkelingen van dit moment. Je kunt kantoren helpen om slim energie te besparen, een haalbaarheidsonderzoek doen naar nieuwe IT in onze netwerken of jouw technische kennis inzetten voor een duurzame woonwijk. Omdat het energielandschap volop in ontwikkeling is, zijn jouw mogelijkheden eindeloos.

## Snel groeien naar een topfunctie

In het traineeship word je intensief begeleid. Om snel te groeien, blijf je opleidingen volgen. Jouw ontwikkeltraject is uniek en afgestemd op jouw wensen. Hoe meer initiatief je toont, hoe interessanter het traineeship voor je wordt.

## Contact

Wil jij snel hogerop komen en investeren in de toekomst? Dan is het Liander Traineeship iets voor jou. Kijk voor meer informatie op [werkenbijliander.nl](https://werkenbijliander.nl) en meld je online aan.

Liander  
Campus Recruitment  
Postbus 50  
6920 AB Duiven

 [werkbijliander](https://twitter.com/werkbijliander)  
 [werkenbijliander](https://www.facebook.com/werkenbijliander)  
 [Liander](https://www.linkedin.com/company/liander)  
 [werkenbijliander.nl](https://werkenbijliander.nl)



Trainee aan het woord

## Mooi samenspel tussen techniek en maatschappelijke relevantie

“Bij Liander zie je een heel mooi samenspel tussen techniek en maatschappelijke relevantie.” We staan echt middenin de samenleving en zijn heel serieus bezig met duurzaamheid en maatschappelijk verantwoord ondernemen. Dat is hier geen ‘window dressing’, maar krijgt ook echt inhoud. Ik ben heel blij dat ik hier na mijn wetenschappelijke opleiding in de praktijk verder kan werken aan mijn ontwikkeling en mijn steentje kan bijdragen aan een goede, duurzame energievoorziening.

Joyce van den Hof  
Technisch trainee Liander



**Schut Geometrische Meettechniek** is een internationale organisatie met vijf vestigingen in Europa en de hoofdvestiging in Groningen. Het bedrijf is ISO 9001 gecertificeerd en gespecialiseerd in de ontwikkeling, productie en verkoop van precisie meetinstrumenten en -systemen.

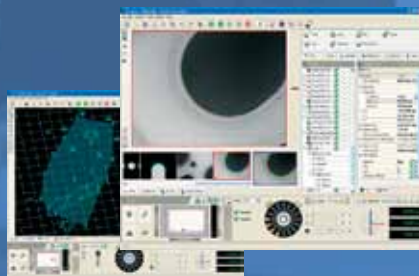
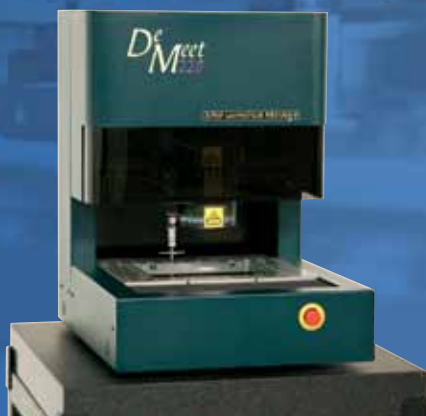
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de sfeer is informeel met een "no nonsense" karakter.

Op onze afdelingen voor de technische verkoop, software support en ontwikkeling van onze 3D meetmachines werken mensen met een academische achtergrond. Hierbij gaat het om functies zoals **Sales Engineer**, **Software Support Engineer**, **Software Developer (C++)**, **Electronics Developer** en **Mechanical Engineer**.

Er zijn bij ons ook mogelijkheden voor een technisch interessant **stage-** of **afstudeerproject**. Dit kan in overleg met de docent worden afgestemd.

Open sollicitaties zijn ook zeer welkom. Voor echt talent is altijd ruimte.

Voor meer informatie kijk op [www.Schut.com](http://www.Schut.com) en [Vacatures.Schut.com](http://Vacatures.Schut.com), of stuur een e-mail naar [Sollicitatie@Schut.com](mailto:Sollicitatie@Schut.com).



**APPROVE**  
for *D<sup>e</sup> Meet*

