

Francken Vrij



Jaargang 18, editie I



Stroming

Gas Consulting & Services

DNV KEMA Gas Consulting & Services is an independent, leading authority and strategic partner on gas and energy market developments.

With our gas consulting and engineering services we:

- Support gas production and transmission companies to safely operate their gas processing facilities and to transport gas in a safe and reliable manner against the best possible cost/quantity rate. By providing technical knowledge and practical experience in the form of research projects, consultancy or technical services throughout the complete life cycle of their infrastructure.
- Serve (gas) market parties with a range of sustainable and clean energy services in order to make their business greener and cleaner
- Are the premier institute in the area of measurement of gas quality and the analysis of the consequences of gas quality variations for infrastructure and end use (as a sound-technical basis for gas quality specifications), and
- Support stakeholders on the gas market with strategic and operational advice on all aspects of the gas business and energy policy

We are open to graduates and interns. To find out more about the roles currently available at DNV KEMA Gas Consulting & Services, please check our website: www.dnvkema.com/careers.

www.dnvkema.com



Inhoudsopgave

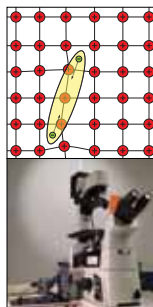
	4	Redactioneel en colofon
<i>Van de voorzitter</i>	5	Vragen zonder antwoord
	6	Verenigingsnieuws
<i>Under the microscope</i>	9	Go with the flow, go with Einstein
<i>Column</i>	14	Geldstroom door luchtstroom
<i>De theoreet</i>	15	Supergeleiding
<i>Thema-artikel</i>	21	Stroming rond vliegtuigvleugels
<i>In het binnenland</i>	25	Roden, Drenthe
<i>Djim recenseert</i>	29	Baklava en onderzeeërs
<i>Serte spreekt</i>	31	Tinder
	32	Themastrip
	34	Puzzel

De theoreet

Pagina 15

In het binnenland

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:	December 2013
Oplage:	Duizend
Volgend thema:	N.t.b.
Deadline:	15 februari 2014
Hoofdredacteur:	Guus Winter
Redactie:	Serte Donderwinkel Steven Groen Dijm 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

Met dank aan:

prof.dr. J.Th.M. de Hosson, ir. J.J. van den Berg, Jasper Bosch,
Jasper Compaijen, Jasper de Wit

Adverteerders:

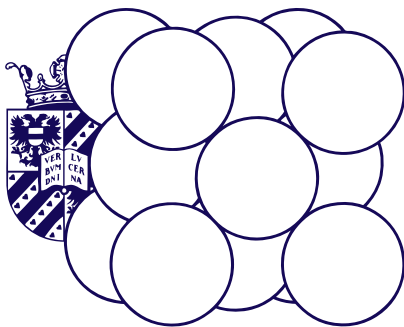
KEMA 2, ASML 8, Brunel 20, Alliander 33, Schut Meettechniek 36

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

Redactioneel

Ruim op tijd voor de feestdagen ligt alweer de eerste editie van de achttiende jaargang van de *Francken Vrij* op je deurmat. De redactie is uitgebreid en de teller staat weer op vijf redactieleden. Serte, hartelijk welkom. Deze editie staat weer boordevol woorden, afgewisseld met een stroming van vrolijke plaatjes. Kortom, leesplezier alom.

Helaas is er geen winnaar van de puzzel van de vorige editie. Of dit komt doordat er geen inzendingen waren laten we in het midden, maar probeer de puzzel op pagina 34 op te lossen. Ik heb gehoord dat er een heuze goudvis te winnen is.



Van de voorzitter

Vragen zonder antwoord

Paul Wijnbergen



De eerste periode zit er weer op en de zomervakantie lijkt alweer uit ons geheugen gewist te zijn. Iedereen heeft zijn eerste tentamens achter de rug en we stromen reeds de tweede periode in. Het is nu dan ook aan mij de eer om voor de eerste keer hier, als nieuwe voorzitter, in de *Francken Vrij* te mogen schrijven.

Als fysici kunnen we bij stroming denken aan bijvoorbeeld elektronenstromen, waterstromen of luchtstromen. In dat geval zijn behoudswetten onlosmakelijk verbonden met stromingen. Altijd is er wel een grootheid constant, zoals impuls of energie. Zo'n constante is echter niet alleen het geval bij fysische stromingen. Ook toen de nieuwe eerstejaars de universiteit binnenstroomden bleef een aantal factoren constant. Het introductiekamp en de eerste collegeweek waren een groot succes. Iets wat ieder jaar eigenlijk gebeurt.

Het resultaat dat hieruit voortvloeide mag er wezen. Als bestuur hebben wij meer dan honderd nieuwe leden mogen verwelkomen en hebben we met trots mogen zien hoe de Borrelcie, Fraccie en alle andere commissies de goudgele gerstenatjes lieten stromen en knetse activiteiten hebben neergezet.

Ook op het studiegelerateerde vlak floreert de vereniging. De studieruimte werd uitstekend benut, de oefensessie van Calculus I

was drukbezocht en de eerste bedrijvenexcursie zit er al op.

Wanneer ik de inzet en gedrevenheid van alle leden en commissies zie, kan ik mij alleen nog maar meer verheugen over dit bestuursjaar.

Dit is namelijk nog maar het begin. Er komen nog zo veel meer mooie activiteiten en er liggen nog genoeg uitdagingen. Hoe gaat het komende jaren verder met de internationalisering van de faculteit? En wat gaat de architect doen met studieverenigingen in de nieuwe Nijenborgh? Vragen waarop nog geen antwoord is. Daarnaast moet de organisatie van de grote buitenlandse excursie komend jaar van start gaan en ook het lustrum staat bijna voor de deur. Kortom, we hebben genoeg te doen en staan voor grote uitdagingen. Ik zie er naar uit om deze met beide handen aan te pakken en er een supermooi jaar van te maken.

Tot slot wil ik de lezer nog veel leesplezier toewensen met deze nieuwe *Francken Vrij*, maar dat zit uiteraard wel snor.



Verenigingsnieuws

Den eersten

Janna de Wit

De eerste *Francken* Vrij van het collegejaar kan natuurlijk nog niet vol staan met grootse activiteiten en excursies, aangezien we hier nog niet aan toe zijn gekomen. Daarom zal ik wat verder uitweiden over de (alsnog grootse) borrels en activiteiten die we tot nu toe hebben gehad.

Casino-activiteit

We begonnen het jaar uitstekend met de casino-activiteit. Met het geweldige systeem 'drink bier en krijg muntjes' kon deze alleen maar kneits worden. Met de muntjes kon er deelgenomen worden aan spellen als Blackjack, roulette, Sic Bo en Russische roulette. Deze laatste heeft gelukkig iedereen overleefd; de jenever viel goed bij de deelnemers. Nadat men erachter kwam dat er een bug zat in Sic Bo (oneindig in-

zetten op mex), liep de boel uit de hand en moest er een maximum gesteld worden aan de inleg. Desondanks was het een geweldige activiteit.

Cocktailparty

Dit jaar was er weer een cocktail party, aangezien deze altijd zo populair is onder de kersverse sjaars. Ook dit jaar vielen de cocktails weer in de smaak. Onder andere de *Flaming Dr. Pepper*, *Screwdriver* en de *Naval Destroyer* werden weggedronken als ranja en de eerste sjaars zijn al gesneuveld in de strijd tegen een plekje in de Kotschie. Dit geeft natuurlijk niet, vroeg of laat kom je er toch wel in!

Septemberbarbecue

Natuurlijk was er de septemberbarbecue en natuurlijk was dit weer een festijn van vlees en bier. Met vier barbecues werd er aan de lopende band vlees geserveerd en na ongeveer acht hamburgers, vijftien satéstokjes, negen worsten en vijf stukken sparerib zat iedereen wel zo'n beetje vol. Daarna werd er nog lang doorgeborreld.

Klaverjastoernooi

Omdat jassen ontzettend populair is in de Franckenkamer, was er weer een klaverjastoernooi. Na veel natjes en pitjes werden uiteindelijk de winnaars Jenny en Sjoerd/Carlos verblijd met een fles Ketel. Op de



Figuur 1. De blackjacktafel tijdens de casinoborrel.

tweede plek kwamen Sjieuwe en Sven, zij kregen een ketel.

Bitterballenborrel

Met meer dan duizend bitterballen (alsnog te weinig) was de bitterballenborrel een groot succes. De Borrelcie liep op en neer met dienbladen vol bitterballen. Helaas waren de meeste dienbladen al leeg voordat ze de Franckenkamer hadden bereikt...

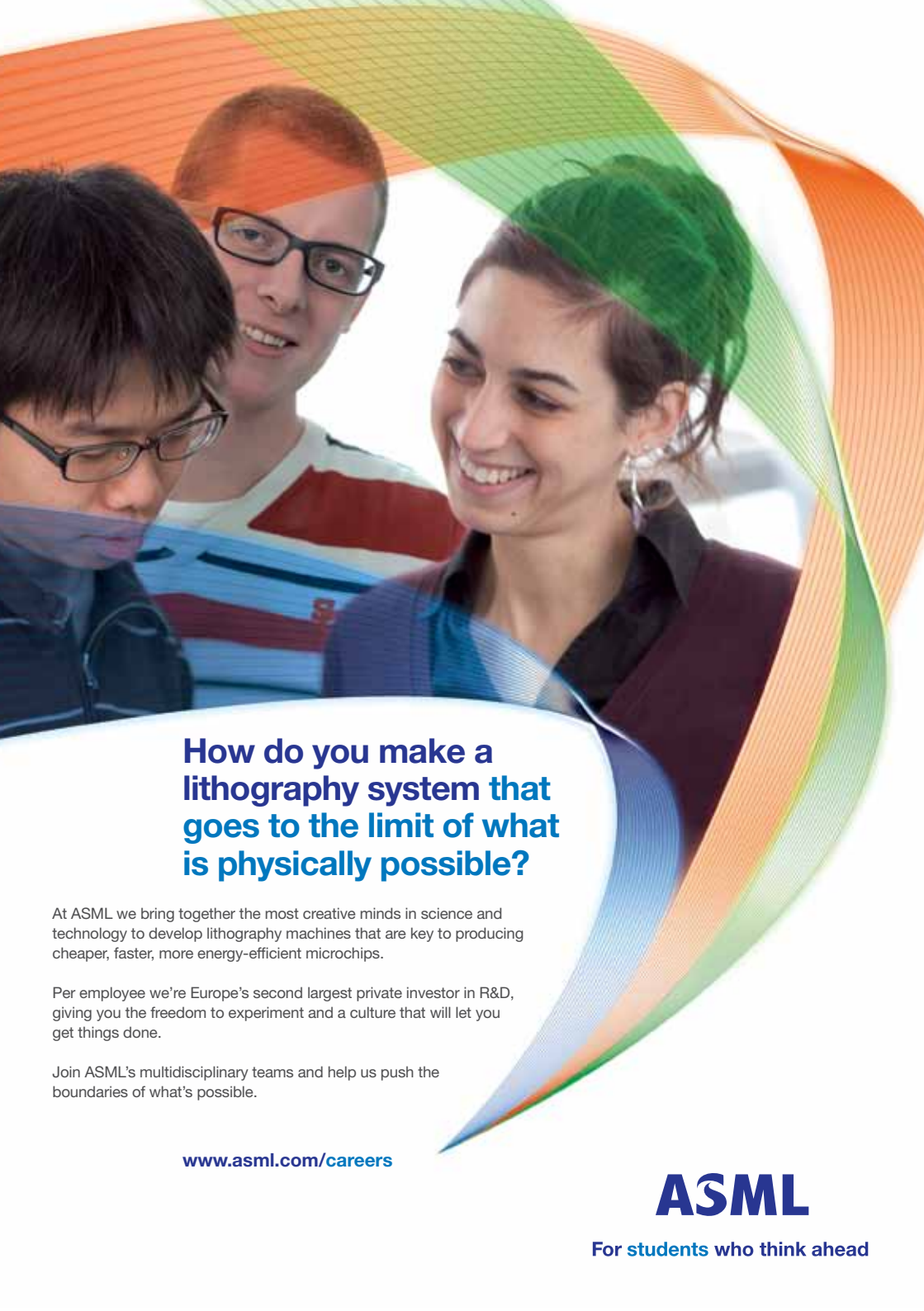
Pooltoernooi

In Cue Action begonnen 13 tweekoppige teams aan een lange, zware strijd die ook wel het jaarlijkse pooltoernooi van Francken wordt genoemd. Hoewel elk team schitterde, gingen uiteindelijk twee Engelse sjaars, die nog niet eens klassieke mechanica hadden gehad, er met de Ketel vandoor. Chapeau!

Oktoberfestborrel

Voor de Oktoberfestborrel was de Franckenkamer omgetoverd tot een Duitse kroeg ten tijde van het Oktoberfest. Het leverde bijzondere taferelen op: iedere deelnemer dronk uit een persoonlijke *Maß*, Duitse drankspellen als *führen* en nazitreinen, speciaal in het leven geroepen, werden fanatiek gespeeld en sommigen hadden zelfs hun *lederhosen* of *dirndl* uit de kast getrokken. Onder het genot van hete bliksem en met lekkere Duitse schlagermuziek op de achtergrond werden alle vijftien ingeslagen kratten Schultenbräu opgemaakt; een geslaagde borrel dus!





How do you make a lithography system that goes to the limit of what is physically possible?

At ASML we bring together the most creative minds in science and technology to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips.

Per employee we're Europe's second largest private investor in R&D, giving you the freedom to experiment and a culture that will let you get things done.

Join ASML's multidisciplinary teams and help us push the boundaries of what's possible.

www.asml.com/careers

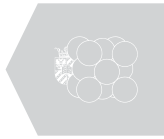
ASML

For students who think ahead

Under the microscope

Go with the flow, go with Einstein

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



The expression 'go with the flow' stands for being relaxed, i.e. accept the situation, rather than trying to alter or control it. Also, 'go with the flow' refers to perform vigorously and enthusiastically. Indeed that would be an appropriate leitmotif and recurrent theme for every student. But does it also apply to something else, like materials? The answer is positive and in this concise summary we will concentrate on functionally graded materials produced by laser melt injection in which 'go with the flow' turns out to be quite essential. The topic has been one of the cornerstones in our Materials Science research programme for a number of years, i.e. it combines clever processing routes with novel performance and detailed microstructural investigations using electron microscopy.

What do we mean with functionally graded materials? The recent resurgence of interest in materials with spatial gradients in composition and structure has been driven by the fact that these materials exhibit characteristics not attainable by conventional materials. Controlled gradients in properties offer attractive challenges for the design of surfaces with resistance to contact deformation and damage. In particular the damage and failure resistance of surfaces to impact can be changed substantially through such gradients.

We found out that injection of ceramic particles into a laser melt pool provides an advanced method to tailor a functionally graded composite layer onto a surface of a metallic substrate. The most important factors that dominate the success of the injection process and consequently the properties of the composite layer are the following: (a) particles dissolution and reaction with the matrix melt at high temperatures, (b) distribution and volume fraction of the injected particles and (c) thermal stresses built up in the composite layer during cooling of the melt pool. For details on the method reference is made to [1] and <http://materials-science.phys.rug.nl>.

Experimental details

The laser melt injection process that we have designed in the group is schematically depicted in Figure 1. An over-defocused beam is used and the focal spot of the beam lies about 10 mm above the substrate surface, which represents a spot of about $\varnothing 3$ mm. Ceramic particles are injected into the laser pool just behind the beam in such a way that the powder stream is positioned close to the beam, but without touching it.

[1]: V. Ocelik and J.Th.M. De Hosson, in: *Advances in laser materials processing technology*, Oxford (UK)-West Palm Beach (USA): Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press, 2010, Chapter 15, pp.426-458. and Y.T. Pei, V. Ocelik, and J.Th.M. De Hosson, *Acta Materialia* 50 (8) 2035-2051 (2002), and J.A. Vreeling PhD Thesis: *Laser melt injection of ceramic particles in metals*, University of Groningen, pp.1-136, 16-11-2001.



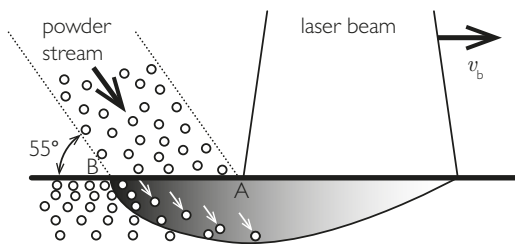


Figure 1. Sketch of the laser particle injection process. The white arrows schematically indicate the maximum injection depth of SiCp at different positions from the starting point A to the end B of the injection process.

This permits the particles to penetrate in the melt to certain depths and the method also avoids reaction of the particles with the melt at higher temperatures. A special powder nozzle developed for laser powder cladding satisfies all the demands of a stable injection process. The key point for the realization of the injection conditions is to extend the laser pool backwards behind the beam as far as possible, which will provide the necessary space for particles to inject without touching to the beam. This is achieved with the aid of relatively high scanning velocities of the beam in combination with appropriate laser powers.

For understanding the dependence of the size of the pool on the beam scanning velocity, finite element analyses (FEA) are executed with a three-dimensional model attaining an estimate of the shape and the temperature profile of the laser melt pool.

The model we have developed takes into account the latent heat and the results are summarized in Figure 2. It appears that both the length and the extended part length of the pool behind the beam increase with increasing beam velocity at constant laser energy density, which is defined as the product of the laser power and the irradiation time on a local area divided by the area of the beam.

Although the FEA result may slightly differ from the real temperature field due to the simplicities made in the model, it gives a clear indication that a powder stream of approximate the same diameter as the beam spot can be injected in the extended part of the pool at high beam velocities without making contact with the beam. This set-up does not disturb the formation of a stable laser pool and favors a well-controlled injection process. Therefore, all

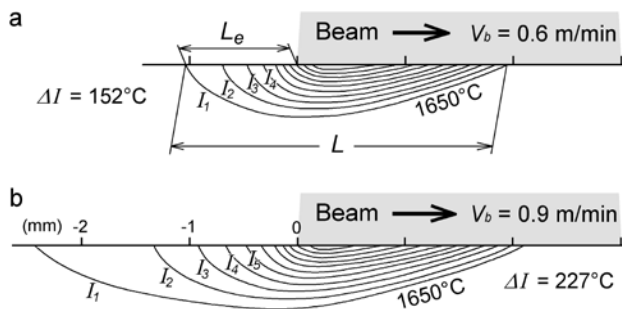


Figure 2. Temperature field and dimensions of the laser pool obtained by FEA modeling at a constant power density (I_0) and different beam velocity of (a) 0.6 m/min and (b) 0.9 m/min.

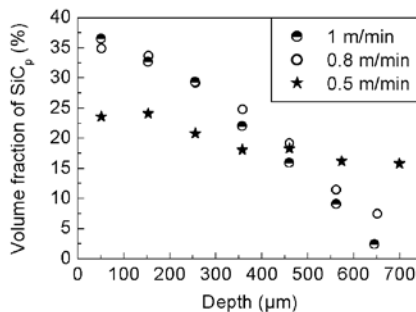


Figure 3. Profile of SiCp volume fraction as a function of the depth in the FGM tracks produced at different velocities of beam scanning.

the problems associated with the flight of ceramic particles through the beam, such as heating up the particles, shadowing the pool and increasing the temperature of the melt, will not arise anymore. It should be realized that the extension of the laser pool strongly relies on the low thermal conductivity ($6.7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$) of $\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ alloy with respect to other alloys or metals.

Functionally Graded Materials (FGM) formation

To characterize the particle distribution as a function of depth, quantitative electron microscopy analysis is carried out with the aid of computer software that works on the principle of image analysis. A profile of the particle distribution along the depth direction of a composite track can be drawn as displayed in Figure 3. It is clear that there is a transition from a homogeneous composite material, produced at 500 mm/min beam velocity, to the graded composite i.e. FGM obtained at beam velocities over 800 mm/min. The higher the beam scanning velocity the steeper is the slope of the profile.

As a typical example: a reaction layer sur-

rounds always the injected SiC particles in Ti-based substrates. Three types of reaction layers can be distinguished (see also Figure 4a): (a) a thin monocrystalline TiC layer with a particular orientation relationship (OR) to SiC_p , (b) a cellular polycrystalline TiC layer and (c) a mixed layer of TiC and Ti_5Si_3 particles. The monocrystalline TiC layer appears relatively smooth, few hundreds nanometer thick and it may grow on one or a few flat facets of a SiC particle. The SiC particles that exhibit a monocrystalline TiC reaction layer are mostly located in the top region of the injection track. In order to obtain crystallographic information of the reaction layers orientation imaging microscopy (OIM) was employed and a typical orientation map of the cellular TiC reaction layer is presented in Figure 4b. The reaction layer on the left facet of the SiC particle consists of more than 20 TiC grains that are displayed in different colors which are assigned on the basis of the local details of the lattice orientation as can be displayed in an inverse pole figure. The TiC grains are connected to each other with high angle boundaries. The preferred orientation of the TiC grains is a growth phenomenon

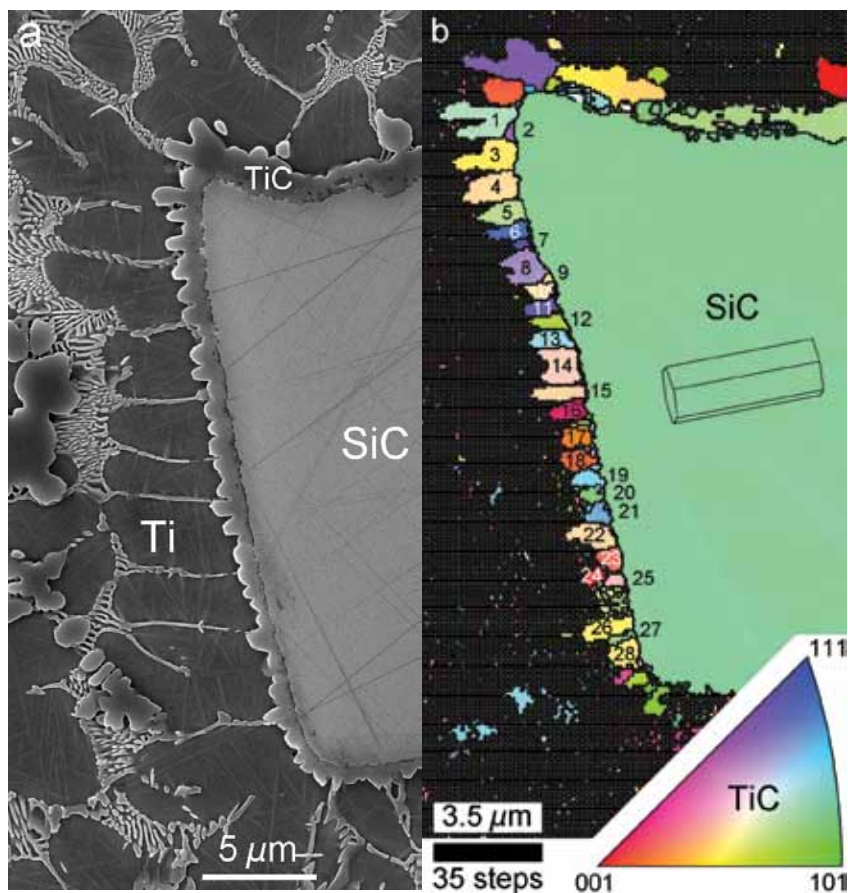


Figure 4. Combined microstructure and crystallographic analysis of a cellular polycrystalline TiC reaction layer: (a) SEM micrograph; (b) [001] IPF map showing TiC grains connected by high angle grain boundaries inside the layer

related to the steepest thermal gradient, as the thermal conductivity of TiC is maximum in the [001] direction. Associated with this growth phenomenon, geometrically necessary tilts of the [001] growing

direction of the TiC grains on the slightly curved facet can still be distinguished in Figure 4b, where the TiC grains 1-14 nucleated on the top half of the facet slightly tilt towards top-left.

“Go with the flow, Go with Einstein”

The FGMs of $\text{SiC}_p/\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ are formed in-situ during a one-step process of laser melt injection flows. To understand the formation mechanism of the FGMs we have developed a simple model that grasps the essentials. The particle injection process can be divided into two stages: penetration through the melt surface and flow of the particles inside the laser pool. To simplify the problem the particles are assumed to be of spherical shape and a vertical component of velocity v_0 approaching the melt surface. If v_0 is larger than the minimum velocity that is necessary to overcome the surface barrier, the particles will penetrate into the melt with a reduced velocity. The forces acting on a moving particle in the melt are Stokes' force and a buoyant force according to Archimedes' principle. The most sensitive parameters that dominate the final injection depth of SiC_p are the viscosity of the melt and the injection velocity of SiC_p .

One of the conclusions is that we should focus not only on the temperature dependence of the viscosity, but also on the interactions with the flow of the injected particles inside the melt. That is to say, rather the effective viscosity a suspension is relevant for the injection processing mechanism. Even the great Einstein was interested in the dependence of viscosity on particle concentrations, but he did not solve the problem for high concentrations. Einstein's approach was valid for a viscosity prediction for the well-dispersed dilute suspension with uniform rigid spheres but not for suspensions at higher concentrations.

Therefore we had to include the crowding effects to describe our laser particle injection method. The main conclusions of our work are the following:

- For the first time particle-reinforced functionally graded materials (FGMs) could be produced with a well-controlled laser melt injection process.

- Three types of reaction layers are observed around SiC_p : a thin monocrystalline TiC layer, a cellular polycrystalline TiC layer and a thick mixed layer of TiC with Ti_5Si_3 particular phases. The TiC reaction layers act as a barrier against the interfacial reaction and its swift formation during rapid cooling stops the dissolution of SiC in Ti-melt. Only the monocrystalline TiC layer exhibits particular orientation relationships with the lattice of SiC.

- A clear physical picture of the flow of particle injection process is obtained on the base of FEA modeling and theoretical calculations. Temperature/viscosity field of the laser melt pool explains the formation of the FGMs by injecting ceramic particles into the elongated part of the laser pool behind the beam. The effective viscosity of the $\text{SiC}_p/\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ suspension dominates the maximum injection depth of SiC_p .



Geldstroom door luchtstroom

Paul Wijnbergen

Het is weer herfst en dat brengt klaarblijkelijk de nodige luchtstromen met zich mee. Ik verbaas me er altijd over hoe zo'n fysisch verschijnsel een land totaal kan ontwrichten. Als het nou echt een orkaan zou zijn zou ik het nog kunnen begrijpen, maar we zijn hier in dit land simpelweg niet voorbereid op ietwat barre weersomstandigheden.

Tot zover vind ik het nog wel acceptabel. We hebben nou eenmaal te kampen met de voorzieningen die er zijn. Waar ik mij mateloos aan kan ergeren, zijn de excuses die we verzinnen wanneer deze voorzieningen disfunctioneren door een luchtstroom. Toen laatst die 'heftige' storm was, hoorde ik alweer verhalen in de trend van: "Wegens het herfstweer rijden er minder treinen". Ja hèhè, het is herfst. In de herfst heb je elk jaar last van herfstweer. Ze zouden er in Rusland mee aan moeten komen zetten: "Wegens het winterweer..." Je zou toch mogen verwachten dat hierop geanticipeerd wordt? Op het Zernike gaat het er precies! hetzelfde aan toe. Er valt een stuk van de gevel van de Linneausborg af en glasplaten vallen van de Bernoulliborg af. Iets wat levensgevaarlijk is. Het mag dan wel de heftigste storm in de afgelopen tien jaar zijn geweest, maar je mag toch hopen

dat architecten ietwat ruimere marges hanteren.

Wanneer er door het seizoensgebonden weer dingen misgaan, moet men ook mans genoeg zijn om toe te geven dat ze het karig voor elkaar hadden. Het is namelijk al sinds jaar en dag bekend dat goedkoop duurkoop is en het geld stroomt al hard genoeg uit de staatskas. Aan de andere kant zou Nederland natuurlijk Nederland niet zijn als het niet voor een dubbeltje op de eerste rang zou willen zitten. Ik vermoed alleen dat de kosten die de luchtstromen en straks in de winter de sneeuwstromen veroorzaken, hoger zijn dan het stromingsproof bouwen van de voorzieningen. Geef een keer wat meer uit, zodat we stevig spul hebben en bespaar toekomstige kosten. Moge alle bestuurders dit advies ter harte nemen.

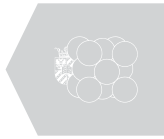
Al met al moet ik deze kritiek wel een beetje relativiseren. Ik begrijp dat bij een bestuurstaak die ook de overheid toebedeeld is dit soort zaken nog wel eens erbij inschieten. Immers, zien we dit ook op kleine schaal bij onze vereniging. Het tostiapparaat is hier een mooi voorbeeld van. Hopelijk is de opvolger van het tostiapparaat een stuk degelijker.



1: Hier dient 'precies' losjes geïnterpreteerd te worden, en kan het naar eigen inzicht ook vervangen worden door: ongeveer.

De theoreet

Supergeleiding
Jasper Compaijen



Soms overkomt het je gewoon, je net opgeschoonde inbox wordt bevuild met een mailtje van ons-alle-lieftallige 'Secretary Kanters' met de vraag of ik de komende twee weken ergens nog wat tijd over heb om een nieuwe *De theoreet* te schrijven. Gezien dat toch alweer een tijdje geleden is en ik begreep dat het lay-outweekend er aankomt, heb ik besloten om toch maar even in de pen te klimmen.

Het thema stroming is voor ingenieurs natuurlijk uitermate interessant, zij zijn immers de aangewezen personen om al die mooie wetenschappelijke vindingen in iets toepasbaars te verwerken en er de rest van het volk blij mee te maken. Men kan dan denken aan bijvoorbeeld het manipuleren van elektronenstromen met allerhande elektronische schakelingen. Hoewel dit uiteindelijk niet per se heel eenvoudig hoeft te zijn, bestaat het in feite uit het samenrapen van reeds goed begrepen fysica. Iets interessanter wordt het wat mij betreft als het gaat om het uitrekenen van stromen in de aero- of hydrodynamica. In dit geval moeten de Navier-Stokes-vergelijkingen worden opgelost, en in ook maar een beetje te complexe omgeving is dat absoluut niet triviaal. Gezien mijn kennis over dit onderwerp een beetje roestig is, wil ik hier niet verder over uitweiden (lees meer over aerodynamica op pagina 21, red.).

Waar ik het deze keer over wilde hebben is het feit dat in sommige materialen, bij voldoende lage temperaturen, elektronen door het materiaal kunnen stromen zonder dat ze weerstand ondervinden, dat wil zeggen: ze worden supergeleiders. Naast dat dit voor een hoop nieuwe technologie heeft gezorgd, zit er een mooie hoop vastestoftheorie achter, dus dat komt voor mij ook weer mooi uit.

Supergeleiding is ontdekt door 'onze eigen' Heike Kamerlingh Onnes (zie Figuur 1) op 8 april 1911 in Leiden. Wellicht is het overbodig om te melden, maar de reden dat ik 'onze eigen' schrijf is dat hij hier in Groningen geboren is, gestudeerd heeft én gepromoveerd is. Het onderwerp van zijn thesis was: Nieuwe bewijzen voor de aswenteling der aarde. Op zich natuurlijk heel aardig, maar het valt wel een beetje in het niet met de latere ontdekkingen die hij heeft gedaan. Op een ander vlak heeft hij wel een hele belangrijke bijdrage aan Groningen gehad. Onder zijn leiding is GSC Vindicat atque Polit van faillissement gered door te beginnen met de exploitatie van bier en wijn, en zoals we allemaal



Figuur 1. Heike Kamerlingh Onnes



weten heeft hij met die beslissing de plank niet geheel misgeslagen.

Het begin van zijn wetenschappelijke roem kwam toen hij er in 1908 als eerste in slaagde om helium (kookpunt : 4,2K!) vloeibaar te maken. Door het verlagen van de druk was hij zelfs in staat om een temperatuur van 1,5K te bereiken. Hierdoor verwierf hij met zijn lab internationale faam en veel beroemde wetenschappers kwamen dan ook naar zijn lab voor experimenten. De beschikbaarheid van deze lage temperaturen openden de mogelijkheid om te kijken wat er met de weerstand van metalen gebeurde als de temperatuur in de buurt van

het absolute nulpunt komt. Er waren drie verschillende ideeën:

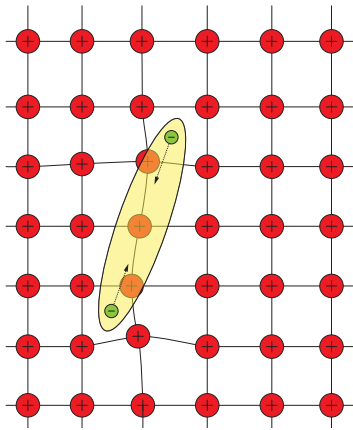
1. de weerstand zou een constante waarde bereiken door onzuiverheden in het metaal (Matthiessen)
2. de weerstand zou oneindig groot worden omdat elektronen niet meer bewegen bij lage temperaturen (Lord Kelvin)
3. de weerstand zou volledig wegvallen

omdat het ionenrooster niet meer trilt en de beweging van elektronen niet meer verstoort (Lorentz). In 1911 maten Onnes en Holst dat weerstand van kwik plotseling wegviel bij een temperatuur van 4,2K. en in 1913 kreeg Onnes de Nobelprijs "voor zijn onderzoek naar de eigenschappen van ma-

terie bij lage temperaturen, dat onder andere tot de productie van vloeibaar helium heeft geleid." Het heeft een poos geduurd voordat er een bevredigende verklaring kwam voor dit verschijnsel, maar we kunnen in ieder geval al de conclusie trekken dat de koude temperaturen Lord Kelvin een beetje naar zijn paasei waren gestegen. Hoewel de theorieën van Matthiessen en Lorentz niet juist bleken te zijn, zaten ze wat intuïtie betreft wel op de goede lijn: uit de experimenten bleek inderdaad dat de metalen erg zuiver moesten zijn om supergeleidend te worden. Het heeft uiteindelijk tot 1957 geduurd voordat een goede theorie opgesteld kon worden, de zogenaamde BCS-theorie, opgesteld door Bardeen, Cooper en Schrieffer, die in 1972 beloond werden met de Nobelprijs.

Normaal gesproken ondervindt een stroom weerstand in een materiaal doordat de elektronen last hebben van een afstotende kracht die ze van elkaar ondervinden en van vibraties in het ionenrooster waar ze door heen stromen. Als de temperatuur heel laag wordt, zullen de vibraties in het rooster vrijwel verdwijnen. De lading van de elektronen blijft gelijk en dus zou men verwachten dat ze elkaar blijven afstoten. Cooper deed echter de geniale ontdekking dat er bij lage temperatuur ook een aantrekkende kracht tussen de elektronen werkt en ze zogenaamde Cooper-paren gaan vormen. De oorsprong van deze kracht in ligt in de interactie die de elektronen met elkaar hebben via het rooster, de elektron-fonon-elektron-interactie. Als een elektron langs een positief geladen ion beweegt, zal niet alleen het elektron

Maar we kunnen in ieder geval al de conclusie trekken dat de koude temperaturen Lord Kelvin een beetje naar zijn paasei waren gestegen.



Figuur 2. Cooper-paar-vorming

afgebogen worden, maar het ion ook, hetzij in mindere mate. Hierdoor raakt het rooster een beetje gepolariseerd en kan het een aantrekkende kracht hebben op het tweede elektron (zie Figuur 2). Deze gepaarde elektronen hebben een lagere energie dan de 'gewone' elektronen en vormen de nieuwe grondtoestand met een energie gat naar de eerste aangeslagen toestand. Als de temperatuur zo laag is dat de thermische energie kleiner is dan het energiegat tussen de toestanden, dan zullen de Cooper-paren niet gestoord worden door de roostervibraties en ongestoord kunnen bewegen. Van de kwantummechanica weten we dat elektronen fermionen zijn met een spin van een half. De Cooper-paren bestaan uit twee elektronen en hebben dus een heeltallige spin. Het zijn bosonen en die vinden het helemaal geen probleem om lekker knus bij elkaar in de buurt te komen. Hoewel er natuurlijk heel veel meer achter zit en dit echt de simpele semiklas-

sieke huis-tuin-en-keuken-uitleg is, is dit wel ongeveer het idee. Voor de liefhebbers of mede-theoretici: er staat een behoorlijk volledige en duidelijk uitleg in hoofdstuk 10 van *Introduction to Solid State Physics* van onze grote vriend Charles Kittel.

Hoewel ik dit stukje natuurlijk als theoreticus schrijf, wil ik het laatste stukje toch een klein beetje buiten het boekje gaan en iets over toepassingen zeggen. Het is namelijk zo dat het feit dat elektronen kunnen stromen zonder weerstand te ondervinden nogal wat interessante implicaties heeft. Stel je bijvoorbeeld een supergeleidende ring voor waarin een stroom loopt. Onder ideale omstandigheden zou deze voor eeuwig door blijven stromen. Zelfs onder realistische omstandigheden kan men uitrekenen dat de levensduur van zo'n stroom groter kan zijn dan de leeftijd van het heelal. Van dit principe wordt gebruik gemaakt bij het maken van supergeleidende magneten, die bijvoorbeeld in MRI-scanners worden toegepast. Het wordt natuurlijk pas echt leuk voor ingenieurs op het moment dat er materialen gevonden worden die supergeleidend zijn bij temperaturen hoger dan bitterkoud. Het huidige record voor hoge-temperatuur supergeleiders ligt rond de 130K voor koperoxide-gebaseerde materialen, zoals $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$. Je kan je voorstellen dat dit niet het eenvoudigste materiaal is om te begrijpen, maar het college *Theoretical Condensed Matter Physics* van Mostovoy volgen, of eens binnen te lopen bij de *Solid State Materials for Electronics Group* van Palstra is al hele aardige stap in de richting. En met deze goede raad, rust ik mijn koffer.



Op 12 oktober 2014 viert T.

6^e LUS

Solliciteer naar één van
door te mailen naar bestu

Lustrumcommissie

De lustrumcommissie organisee
rond de dies natalis.

SLEF (Stichting LustrumExcursies

De SLEF organiseert een driew
tisch oord waar relevante techn
ven zullen worden bezocht.

F.V. 'Professor Francken' haar

TRUM

de volgende commissies

ur@professorfrancken.nl

ert de activiteiten in de week

Francken)

eeke excursie naar een exo-

nische universiteiten en bedrij-

Where talent meets opportunity

Brunel Engineering haalt het beste uit technische specialisten. We bieden startende specialisten echt uitdagende projecten. Bij interessante opdrachtgevers. In de bouw, civiele techniek en infrastructuur. Maar bijvoorbeeld ook in olie & gas, high tech en energie. Zo kun je steeds opnieuw kiezen wat het beste past bij je eigen ambitie. En blijf je jezelf en je marktwaarde ontwikkelen. Kom gerust eens langs en stippel met onze accountmanager een persoonlijk carrièrepad uit.

Vandaag nog de eerste stap zetten? **Let's meet op brunel.nl**

Thema-artikel

Stroming rond vliegtuigvleugels

Guus Winter



Het kan ruim vijfhonderd ton wegen en kan toch langer in de lucht blijven dan een eend. Met een beetje hulp van Newton kan een vliegtuig met een gewicht van zo'n tachtig olifanten vliegen. Stroming langs de vleugels is hier de drijfkracht, maar is het ook mogelijk om eenvoudig de liftkracht op een vleugel te berekenen?

Om de liftkracht te kunnen berekenen willen we het snelheidsveld $\mathbf{v}$ van de lucht om de vleugel weten. Om het allemaal eenvoudig te houden, nemen we aan dat de stroming een twee-dimensionale potentiaalstroming van een onsamendrukbare vloeistof is. Een potentiaalstroming is een rotatievrije stroming van een homogene, niet-viskeuze vloeistof (in ons geval lucht). Het snelheidsveld $\mathbf{v}$ moet dan voldoen aan $\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$ (onsamendrukbare vloeistof) en $\nabla \times \mathbf{v} = 0$ (rotatievrije stroming). Omdat $\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$ bestaat er een vectorveld $\mathbf{A}$ zodat $\mathbf{v} = \nabla \times \mathbf{A}$. We nemen het twee-dimensionale snelheidsveld $\mathbf{v} = (u, v, 0)$ en $\mathbf{A} = (0, 0, \Psi)$. Uit $\mathbf{v} = \nabla \times \mathbf{A}$ volgt

$$\frac{\partial \Psi}{\partial y} = u \quad \frac{\partial \Psi}{\partial x} = -v$$

De functie Ψ wordt de stroomfunctie genoemd, omdat de kromme $\Psi = \text{constant}$ de stroomlijnen geeft.¹

$$1: \frac{\partial \Psi\{x, y(x)\}}{\partial x} = \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \frac{\partial \Psi}{\partial y} \frac{dy}{dx} = 0 \Rightarrow \frac{dy}{dx} = -\frac{\frac{\partial \Psi}{\partial x}}{\frac{\partial \Psi}{\partial y}} = \frac{v}{u}$$

Hoe komen we aan deze stroomfunctie voor een vliegtuigvleugel? Simplificatie van een vleugel brengt ons een sferische vleugel in vacuüm. Aangezien een vliegtuig in vacuüm niet werkt en wij een twee-dimensionaal snelheidsveld hebben, vervangen wij het vacuüm voor lucht en is de vleugel een cirkel. Omdat het snelheidsveld twee-dimensionaal is, is het handig om gebruik te maken van de complexe stroomfunctie $\chi(z)$, waarbij $z = x + iy$ en Ψ het imaginaire gedeelte van χ .²

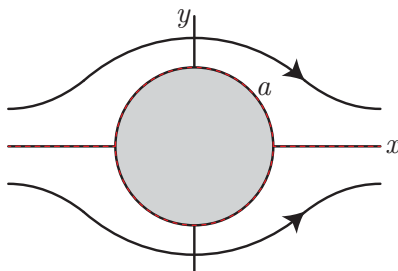
Terug naar de vleugel. We beschouwen een parallelstroming $(U, 0)$ over een cirkel met straal a , zoals weergegeven in Figuur 1.

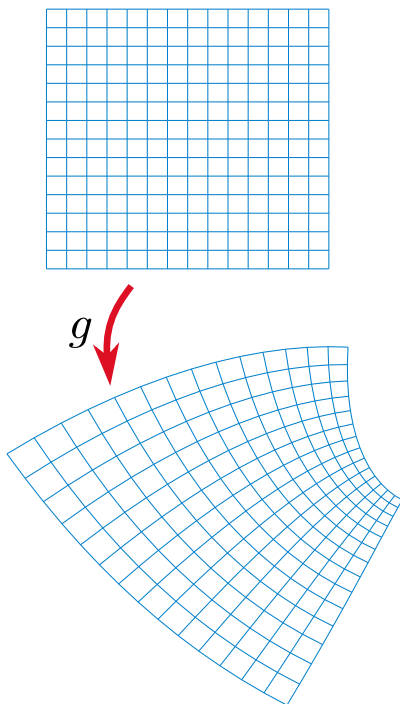
2: Het reële gedeelte van χ is de potentiaal functie Φ , waarbij $\mathbf{v} = \nabla \Phi$.

Disclaimer

Alle gebruikte formules en de meeste afbeeldingen zijn te vinden in het dictaat *Stromingsleer van A.E.P. Veldman*. Wil je hier meer over weten, dan raad ik je aan in periode 4 het vak *Fluid Dynamics* van dr. B. Carpentieri te volgen.

Figuur 1. Stroming rond een cirkel.





Figuur 2. Bij een conforme afbeelding blijven de hoeken hetzelfde na de transformatie.

De complexe stroomfunctie χ wordt dan gegeven door

$$\chi(z) = U \left(z + \frac{a^2}{z} \right)$$

waardoor de stroomfunctie wordt gegeven door

$$\Psi = U \left(y - \frac{a^2 y}{x^2 + y^2} \right)$$

De stroomlijn $\Psi = 0$ geeft de rode stippellijn in Figuur 1, en is dus de stroming om een cirkel.

Op het oog een aardige formule, maar natuurlijk te simpel, want een vleugel is helemaal niet een cirkel. Om toch deze simpele formule te gebruiken, maken we gebruik van conforme afbeeldingen. Een conforme afbeeldingen in een analytische afbeelding $\zeta = g(z)$, waarbij de hoeken na de transformatie hetzelfde blijven, zie Figuur 2.³

Als we dit gebruiken voor een complexe stroomfunctie in het ζ -vlak, krijgen we

$$\chi(\zeta) = \chi(g(z)) = \chi^*(z)$$

Dit geldt natuurlijk ook voor de imaginaire delen, dus voor een stroomlijn in het ζ -vlak geldt $\Psi(\zeta) = \text{constant}$, dus $\Psi^*(z) = \text{constant}$ en derhalve ook een stroomlijn in het z -vlak. Kortom, stroomlijnen worden afgebeeld op stroomlijnen.

Een veel gebruikte afbeelding is de Joukowski⁴-afbeelding als in Figuur 3 die een cirkel met straal a afbeeldt op een plaat met lengte $4a$ en wordt gegeven door

$$z = \zeta + \frac{a^2}{\zeta}$$

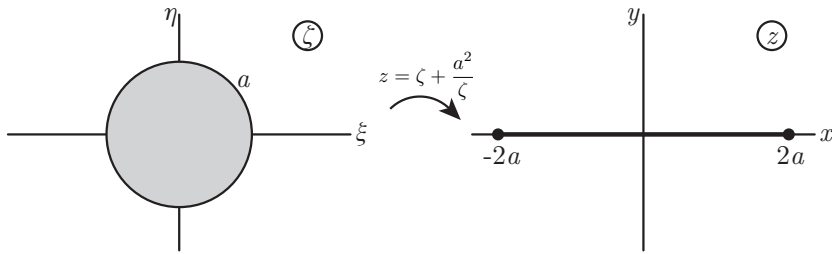
Als we eerst de afbeelding $\zeta = \tilde{\zeta} e^{i\alpha}$ uitvoeren op de complexe stroomfunctie om een cilinder, krijgen we

$$\chi(\zeta) = U \left(\zeta e^{-i\alpha} + \frac{a^2}{\zeta} e^{i\alpha} \right)$$

wat de stroming onder een hoek α is.

3: $\zeta = \xi + i\eta$.

4: Vernoemd naar de Rus Nikolaj Zjoekovski en op vele verschillende manieren geschreven.



Figuur 3. Joukowski-afbeelding.

Gebruiken we vervolgens de Joukowski-afbeelding, dan krijgen we een stroming rond een plaat onder een hoek α , zoals te zien in Figuur 4. Dit begint al aardig op een vleugel te lijken. $\chi^*(z)$ is echter niet makkelijk te vinden, omdat de inverse van de Joukowski-afbeelding niet triviaal is. Echter, om de kracht op de vleugel te berekenen is dit gelukkig ook niet nodig, maar hier kom ik later op terug.

Een probleem bij deze complexe stroomfunctie is dat de snelheid op de achterkant van de plaat naar oneindig gaat. Om toch een beetje bij de werkelijkheid te blijven, eisen we dat de snelheid op de achterkant eindig is. Dit wordt ook wel de Kutta-

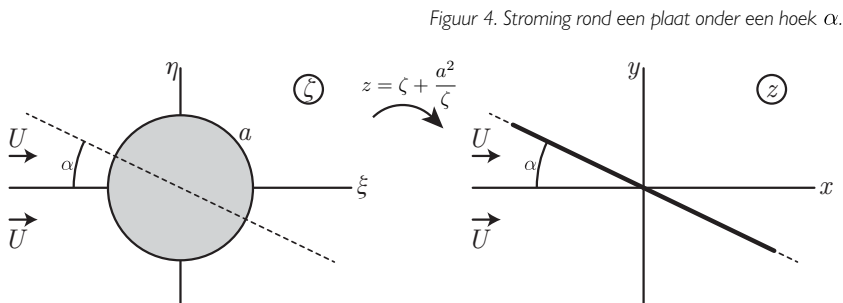
Joukowski-afstroomvoorwaarde genoemd. Hiervoor tellen we een wervel rond de oorsprong in het ζ -vlak op, wat in feite betekent dat de cirkel gaat ronddraaien met een snelheid Γ . Daarom gaat de plaat in het z -vlak ook ronddraaien.⁵ De complexe stroomfunctie is

$$\chi(\zeta) = U \left(\zeta e^{-i\alpha} + \frac{a^2}{\zeta} e^{i\alpha} \right) + \frac{i\Gamma}{2\pi} \ln \zeta$$

Om aan de Kutta-Joukowski-afstroomvoorwaarde te voldoen, moet Γ voldoen aan $\Gamma = 4\pi U a \sin \alpha$. Γ hangt dus af van de grootte van de plaat, de snelheid van de stroming en de invalshoek op de plaat.

Met deze complexe stroomfunctie kunnen

5: Je kunt dit voorstellen als een lopende band.



Figuur 4. Stroming rond een plaat onder een hoek α .

we de kracht op de plaat berekenen. De eerste stelling van Blasius zegt

$$F_x - iF_y = \frac{1}{2}i\rho \oint \left(\frac{d\chi^*(z)}{dz} \right)^2 dz$$

$\chi^*(z)$ weten we niet, maar we kunnen wel gebruik maken van

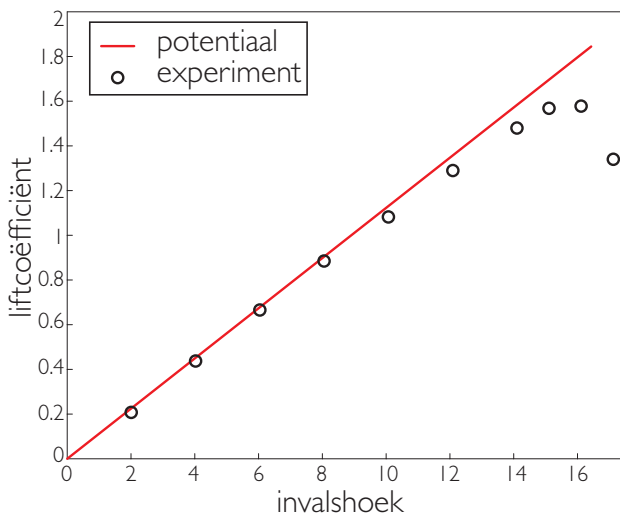
$$\left(\frac{d\chi^*(z)}{dz} \right)^2 dz = \left(\frac{d\chi(\zeta)}{d\zeta} \right)^2 \left(\frac{dz}{d\zeta} \right)^{-2} \frac{dz}{d\zeta} d\zeta$$

$\chi(\zeta)$ weten we wel en dus is de integraal met behulp van de residuenstelling op te lossen, wat leidt tot

$$F_x - iF_y = -i\rho U \Gamma e^{-i\alpha}$$

De totale liftkracht $|F_x - iF_y|$ wordt gegeven door $\rho U \Gamma = 4\pi\rho U^2 a \sin \alpha$. Voor kleine invalshoeken geeft dit een lineaire relatie tussen de liftkracht en de invalshoek.

We hebben dus nu de liftkracht op een plaat in een uniforme stroming, maar komt dit een beetje overeen met de – iets complexere – werkelijkheid? Experimenten laten zien dat voor invalshoeken tot ongeveer 10° de potentiaaltheorie goed overeenkomt, zie Figuur 5. Vliegtuigen vliegen ook onder zo'n kleine hoek, want bij invalshoeken groter dan ongeveer 15° gaat de liftcoëfficiënt hard omlaag, wat kan resulteren in een uit de lucht vallend vliegtuig. Conforme afbeeldingen kunnen worden gebruikt om een betere voorstelling van een vleugel te geven. Echter, omdat het in feite afbeeldingen zijn van dezelfde cirkel in het ζ -vlak, maakt dit voor de liftkracht niet uit. Ook zijn niet altijd conforme afbeeldingen te vinden voor alle vleugelprofielen. Tegenwoordig worden zulke stromingsproblemen daarom numeriek opgelost.



Figuur 5. Liftcoëfficiënt tegen de invalshoek. De potentiaaltheorie geeft voor kleine hoeken een goede overeenkomst met de experimenten.

In het binnenland

Roden, Drenthe

Jasper Bosch



Normaal gesproken heet deze rubriek 'In het buitenland'. Het toeval wil echter dat er momenteel geen prominente Franckenleden in het buitenland op stage zijn. Ik ben wel op stage, niet in het buitenland, maar blijkbaar is Drenthe bij gebrek aan beter buitenlands genoeg.

Drenthe? Ja, Drenthe. Tijdens de Bèta Bedrijvendagen raakte ik namelijk in gesprek met iemand van Lambert Instruments, een klein bedrijf in Roden dat zich specialiseert in wetenschappelijke camera-apparatuur. Hier zou ik tijdens mijn stage mee kunnen werken aan de ontwikkeling van een

product dat tegen het einde van 2013 op de markt zou komen. Dit sprak mij wel aan. Fotografie is namelijk een hobby van me en dit leek op een mooie combinatie van de studie technische natuurkunde en fotografie.

Sinds ik in mei begonnen ben met de stage heb ik meegewerkt aan een aantal projecten. Het bedrijf specialiseert zich in de toepassing van beeldversterkers in camera-apparatuur voor uiteenlopende doeleinden. Zo heb ik een paar dagen met een hogesnelheidscamera mogen werken en ben ik inmiddels voor een ander project druk bezig met het karakteriseren van een



nieuw camerasysteem. Dat houdt in dat ik een hoop metingen doe met als doel het in kaart brengen van de eigenschappen van het nieuwe systeem.

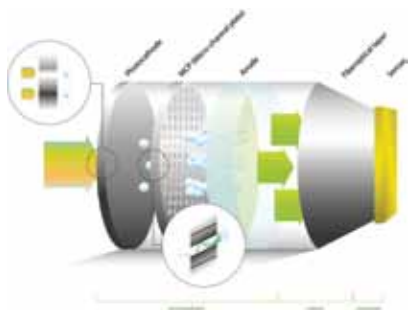
Voordat ik kan uitleggen wat er zo interessant is aan dat nieuwe systeem, moet je ongeveer weten hoe het huidige systeem in elkaar zit. Dit soort camerasystemen wordt gebruikt in de celbiologie. Onderzoekers bekijken daarbij biologische samples met een optische microscoop. Van die samples komt niet zo veel licht af, om de simpele reden dat een te hoge lichtintensiteit schadelijk is voor het sample. Aan de microscoop is een camerasysteem bevestigd dat wordt gebruikt om het beeld van het sample op te nemen. Dit camerasysteem heeft, zoals elk camerasysteem, een bepaald ruisniveau dat wordt veroorzaakt door donkerstroom en het uitlezen van de sensor. Je kunt je voorstellen dat een zwakke lichtintensiteit moeilijk te onderscheiden is van de ruis. Daarom wordt het licht dat de camera binnenkomt 'versterkt' met behulp van een beeldversterker.

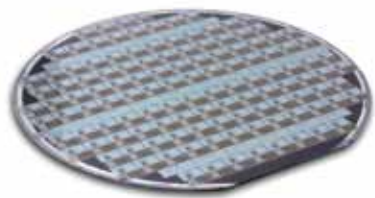
Een beeldversterker is bedoeld om foto-

nen te 'vermenigvuldigen'. Aan de ingang van de beeldversterker, zie Figuur 1, bevindt zich de fotokathode. Wanneer er een foton op de fotokathode valt, ontstaat er een elektron. De relatief positieve potentiaal van de *micro-channel plate* (MCP) ten opzichte van de fotokathode trekt dit elektron aan. In de MCP botst het elektron tegen de wanden van de kanaaltjes aan. Bij deze botsingen ontstaan ook elektronen en die gaan zich ook door het kanaaltje begeven. Door dit proces is dat ene elektron dat de MCP binnenkwam omgezet in een wolkje elektronen tegen de tijd dat het de uitgang van de MCP bereikt. Dit wolkje elektronen wordt richting een fosforschermscherm versneld met behulp van een elektrisch veld. Bij botsing met het fosforschermscherm worden de elektronen omgezet in fotonen. Zo wordt één foton dus vermenigvuldigd tot een groepje fotonen.

Dit groepje fotonen wordt via een taps toelopende optische vezelbundel uiteindelijk opgevangen door een CCD-sensor. Eén enkel foton zou op slechts één pixel van de sensor terechtkomen. Het groepje fotonen is enigszins verstrooid, en daardoor kan het gebeuren dat de fotonen over meerdere pixels verspreid worden. Hierdoor is het uiteindelijke beeld iets onscherper dan het onversterkte beeld, maar dit weegt niet op tegen de verbeterde signaal-ruisverhouding die de versterking met zich meebrengt. Het nieuwe camerasysteem heeft meerdere voordelen. Eén daarvan is dat het gebruik van een beeldversterker niet meer

Figuur 1. Schematische weergave van een beeldversterker.





Figuur 2. Wafer met sensoren voor het nieuwe camerasysteem.

nodig is [1]. De elektronen worden in het nieuwe systeem pas vermenigvuldigd nadat ze in de sensor zijn waargenomen. Het uiteindelijke beeld is hierdoor scherper, omdat er geen groepje fotonen meer verspreid wordt over meerdere pixels. Eén van de vakgebieden waar men veel gebruik maakt van deze technologie is, zoals ik al eerder vertelde, de celbiologie. Onderzoek doen met levende cellen is lastig omdat de cellen niet bepaald stilzitten. Om enig inzicht te krijgen in de processen die plaatsvinden in cellen worden sommige eiwitten gekleurd met behulp van fluoroforen. Fluoroforen zijn stoffen die een soort luminescentie vertonen als ze worden beschienen met licht met een relatief korte golflengte λ_{ex} . Door de interactie van een foton met een fluorofoor kan een elektron in het fluorofoor in de aangeslagen toestand komen. Na enige tijd valt het elektron terug naar zijn grondtoestand en hierbij kan het de overige energie uitzenden in de

vorm van een foton met een langere golflengte $\lambda_{fl} > \lambda_{ex}$. Dit proces staat bekend als fluorescentie. Het verschilt per fluorofoor hoe lang het duurt totdat een aangeslagen molecuul een foton uitzendt. Dit karakteristieke tijdsinterval wordt de nalichttijd of *fluorescence lifetime* genoemd. Een typische nalichttijd is in de orde van enkele nanoseconden. Je kan je dus wel voorstellen dat het niet bepaald triviaal is om dit te meten. Er zijn eigenlijk twee manieren waarop men de nalichttijd doorgaans meet: in het tijdsdomein en in het frequentiedomein. In het tijdsdomein wordt het sample met een korte lichtpuls geëxciteerd en meet men vervolgens gedurende korte tijd de intensiteit van de fluorescentie. Door het meetmoment op verschillende tijdstippen na de excitatie te laten plaatsvinden kan vervolgens het verval in lichtintensiteit van de fluorescentie worden bepaald. Omdat

Figuur 3. Prototype van het nieuwe camerasysteem (links) aangesloten op een microscoop.



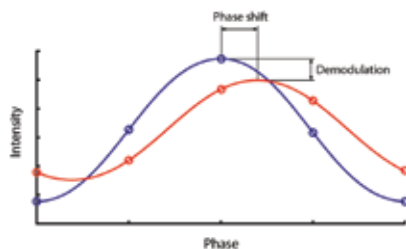
[1]: Q. Zhao et al., Modulated electron-multiplied fluorescence lifetime imaging microscope: all-solid-state camera for fluorescence lifetime imaging, *Journal of Biomedical Optics*, vol. 17, num. 12 (2012)

bekend is dat de waargenomen intensiteit I exponentieel afvalt als functie van de verstreken tijd t sinds de excitatie, kan de nalichttijd τ worden bepaald uit:

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

In het frequentiedomein, de methode die wij gebruiken, wordt gebruik gemaakt van een lichtbron die met een frequentie van tientallen megahertz aan en uit gaat. De camera neemt een beeld op, hierbij wordt de gevoeligheid van de camera met dezelfde frequentie gevarieerd als de lichtbron. Het resultaat is dat er een bepaalde lichtintensiteit wordt waargenomen. Door vervolgens de fase van de camera te verschuiven en weer een beeld op te nemen wordt een andere lichtintensiteit gemeten. De fase wordt een aantal keren verschoven en vervolgens wordt door de gevonden lichtintensiteiten een sinus gefit (zie Figuur 4). Uit de verschuiving van de gemeten lichtintensiteiten ten opzichte van het signaal van de lichtbron wordt tenslotte de nalichttijd bepaald [2].

[2]: FR. Boddeke, Quantitative Fluorescence Microscopy, Technische Universiteit Delft (1999)



Figuur 4. Faseverschuiving van het fluorescentielicht (rood) ten opzichte van het excitatielicht (blauw).

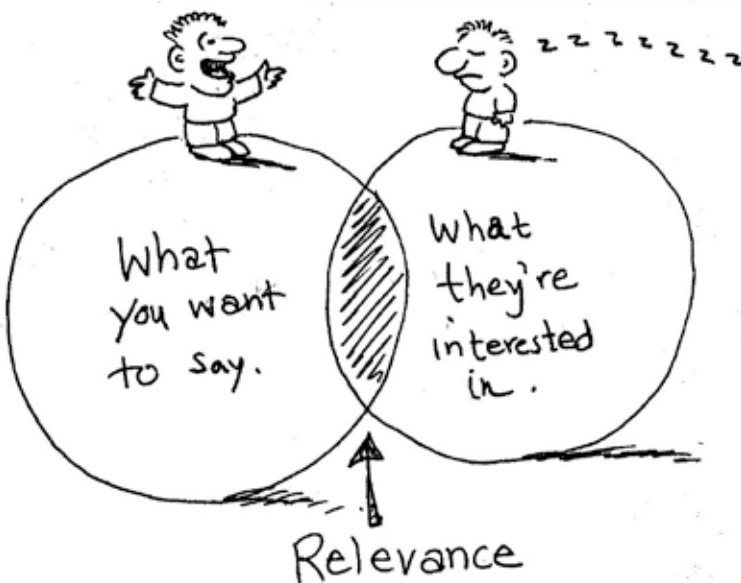
Tot zover het technische deel van mijn verhaal, want je vraagt je natuurlijk ook af wat er zoal te doen is in het exotische Roden. Bijzonder weinig, kan ik je vertellen. Naast de jaarlijkse kermis gebeurt hier volgens mij niet zo veel. Wat wel leuk is om te weten, is dat het bedrijf is opgericht door een oud-student van Jan Francken. Tijdens een koffiepauze kwam ik eens aan de praat met de oprichter, Bert van Geest. Hij heeft technische natuurkunde gestudeerd in Groningen en was in 1963 een van de eerste studenten van Jan Francken. Het Zernike bestond toen nog niet en de afdeling technische natuurkunde zat aan de Westersingel. Van Geest studeerde af bij Jan Francken, op het onderwerp elektronenoptica. Inmiddels is hij met pensioen, maar een deel van de kennis die hij bij Jan Francken heeft opgedaan wordt nog steeds toegepast binnen het bedrijf.



Djim Kanters

het gebruiken van ontzettend veel grote of kleine, overbodige, nutteloze, nietstoevoegende bijvoeglijk naamwoorden, of het gebruiken van een irrelevant citaat, quote of figuur. Vreselijk irritant. Als je een lezer wilt binden dien je te allen tijde relevant te blijven (zie Figuur 1).

Figuur 1. Relevantie kan best belangrijk zijn.



staat, schreeuwt hij tegen ze: "So avoid using the word 'very' because it's lazy. A man is not very tired, he is exhausted. Don't use very sad, use morose. Language was invented for one reason, boys – to woo women – and, in that endeavor, laziness will not do. It also won't do in your essays." Dat heeft heel veel indruk op me gemaakt, het heeft me doen beseffen hoe mooi het geschreven woord kan zijn. Voor elk stuk dat ik moet schrijven denk ik nog heel even terug aan dit moment. Slagzinnen of ook wel slogans genoemd volgen dit principe op de voet; dat maakt ze krachtig en memorabel. Bakkerij Dam uit Nieuw-Beijerland is een bedrijf die dit tot in perfectie uitvoert met de bijna poëtische slogan: "Hé! Cake je naar m'n gebak?" Maar ook wat grotere bedrijven: stofzuigerfabrikant Electrolux gebruikte jaren de prachtzin "Nothing sucks like an Electrolux". Prachtig. Er zijn helaas ook genoeg tegenvoorbeelden te vinden, bedrijven die de plank volledig mislaan en de kracht van een slagzin doen vervagen met onnozel pretentieuze filosofisch gebrabbel in de leegte. Toyota adverteerde bijvoorbeeld een hele poos met "Today. Tomorrow. Toyota." Daar heb ik natuurlijk helemaal niks aan. Ik kan alleen maar aannemen dat in de pitch voor deze slogan het enige argument was: omdat het zo lekker allitereert. 'Wetenschappelijk onderzoek', gepubliceerd in het *Journal of Consumer Research*¹ stelt het volgende vast op basis van vijf experimenten: "Slogans cause reverse priming effects (i.e., behavioral effects op-

posite to those implied by the slogan)". Ik was niet alleen onder de indruk van de term *reverse priming* en ga ik dat vanaf nu te pas en te onpas gebruiken, maar ik was zeker ook onder de indruk van de directe verklaring van bepaalde omstandigheden in de Franckenkamer. Heinenken adverteert al millennia met de kort maar krachtige slagzin: 'Biertje?' Dit roept stante pede een *reverse priming effect* op waardoor mijn trek in pils in afgunst en walging verandert. Dit verklaart waarom er in de Franckenkamer enkel nog Hertog Jan pilsener gedronken wordt. Er waren tijden dat er nog in overvloed Grolsch in de koelkast lag, maar als je nu met het *reverse priming effect* in je achterhoofd naar de Grolschslogan "Je hebt bier, en je hebt Grolsch" kijkt, is al gauw duidelijk waarom onze groene vriend langzaam bij beetje uit de kamer is verdwenen. Hertog Jan moet dit al lang hebben geweten, de slogan "Hoogst persoonlijk" zou *reverse prime*-technisch dus een gevoel opleveren als "Met z'n allen" of "Voor iedereen", wat ook de sfeer van de Franckenkamer typeert.

Het hele recenseren schiet er de laatste tijd een beetje bij in, maar voor de vorm geef ik het artikel van Larve, Adton en Andere wel een cijfer tussen de één en de tien. 

1: J. Laran, A.N. Dalton, and E.B. Andrade, The Curious Case of Behavioral Backlash: Why Brands Produce Priming Effects and Slogans Produce Reverse Priming Effects, *Journal of Consumer Research* (2011)

Serte spreekt

Tinder

Serte Donderwinkel



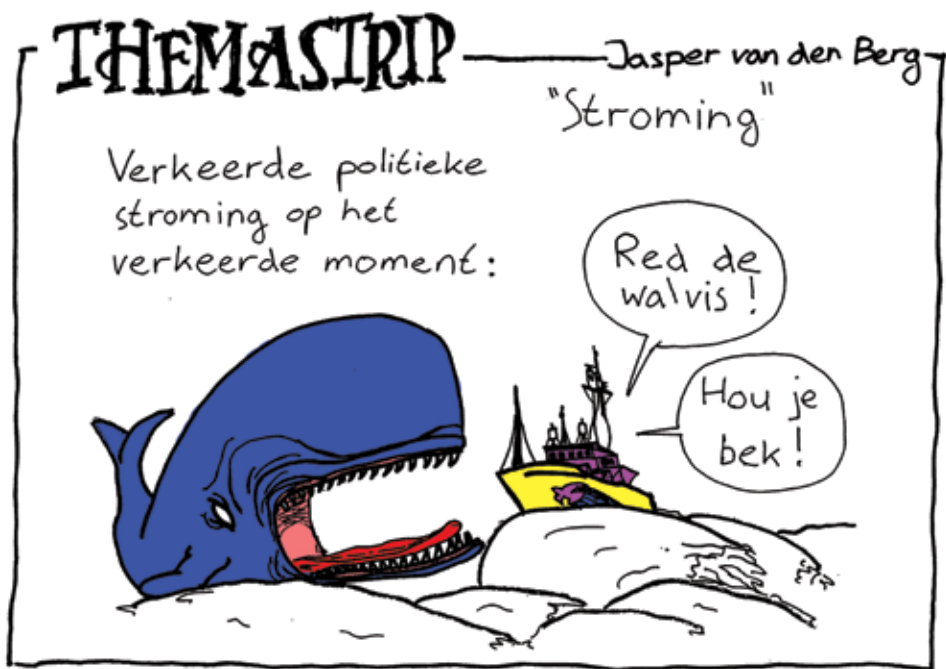
Wij, de **smartphonegeneratie**, de pixelpiraten, de verbindingsverslaafden, hebben een nieuwe hobby. Het heeft niks te maken met napratende katten met gekke stemmetjes, het laten ontploffen van gelatine door een rijtje van drie gelijkgekleurde snoepjes te vormen of het sturen van stiekeme naaktfoto's of gekke bekken die na tien seconden in het niets verdwijnen, maar alles met stroming. Na de eindeloze whatsapps, likes en al het andere waarvan telefoontjes gaan trillen, stroomt er nu iets anders binnen, namelijk hitsige leden van het andere geslacht. Jazeker, het gaat hier over Tinder, de nieuwe bezigheid van touchscreenminnend Nederland.

Deze app garandeert een constante mannen- of vrouwenstroom, afhankelijk van de ingestelde voorkeur, richting jouw telefoon, bestaande uit mensen in jouw regio die graag door jou gekeurd willen worden. Dat keuren gebeurt uiteraard niet op basis van karakter, huwelijkse staat of inkomen, maar slechts op basis van de witheid van iemands tanden, de lengte van de mat, de aanwezigheid van acne en alle andere dingen die iemand besloten heeft niet op zijn geüploade foto's te willen verbergen. Eén druk op het kruisje en de foto verdwijnt uit je scherm, maar druk je op het hartje dan geef je aan je potentieel te willen voortplanten met de jongeman/-dame in kwestie.

Dit selectieproces is op zijn eigen absurde, mensonterende manier, toch ook wel leuk. Zonder pretenties selecteer je iemand op diens lieve glimlach of strakke buikje, hopen de persoon aan de andere kant ook voor het hartje kiest. De vleeskeuring die normaal in de kroeg plaatsvindt is verplaatst naar een afstandelijker, veiliger medium. Je zult namelijk nooit te weten komen of je geen match bent doordat je paardenkop de ander niet aanstond, of doordat je simpelweg nog niet langs bent gekomen in zijn stroom gewilligen. De afwijzing wordt je bespaard, terwijl de waardering die je voelt zodra je wel geliket wordt blijft. Verder biedt de app grapjassen onder ons een uitstekende kans om die lollige openingszinnen die ze in al die jaren van Tinderloosheid bedacht hebben en zelf een beetje om gegrinnikt hebben, maar nooit durfden te gebruiken op een levend lijdend voorwerp, eindelijk toe te passen en te publiceren op 9GAG. Dit kan zomaar jouw weg naar tien-duizenden duimpjes en eeuwige faam zijn! De praktijk leert echter dat elk Tindergesprek, of het nou begon met een al dan niet hilarische openingszin of een goed geprobeerde "Hoi, alles goed?" toch wel enigszins ongemakkelijk is. Je kent elkaar niet, en het enige dat je over elkaar weet is de vorm van elkaars gezicht en/of sixpack en het feit dat je elkaar wel zou doen. Dat zijn niet bijster veel gemeenschappelijke factoren

of aanknopingspunten voor een gesprek. Dat weerhoudt de hitsige student er uiteraard niet van om kakverhalen naar de ander te spuien in de hoop op toch op elkaar aansluitende karakters of op z'n minst een gesprek. In de korte maar turbulente geschiedenis van Tinder hebben deze wanhopige pogingen tot contact al tot Tinderdates, Tindertongzoenen en ongetwijfeld zelfs Tinderseks geleid. Het wachten is op de eerste Tinderbaby die het levenslicht zal zien, maar zelfs voor een premature bevaling is de app nog te jong.

Het knelpunt in dit succesverhaal blijft toch het gebrek aan wederzijdse interesses. Het zou zoveel schelen als je een garantie had dat je iets deelt met je Tinder-matches. Een sterke verbondenheid, iets zo sterk als het Franckengevoel. Vandaar dat het mij, na het daverende succes van Spotted Franckenkamer dat binnen twee dagen tot de eerste Franckenbaby leidde, een goed idee lijkt om dit goede concept van Tinder uit te breiden tot iets met een grotere slagingskans. Daarom, S[ck]rip(t)t(c)ie, waar blijft de Franckentinder?





Woonwijken hun
eigen stroom
laten opwekken

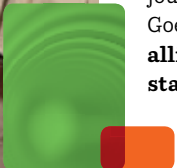
Zelf energie krijgen van
duurzame innovaties

Alliander zoekt naar innovatieve oplossingen om onze samenleving duurzamer en energiezuiniger te maken. Als jij je met 7.000 collega's wilt inzetten voor betrouwbare energiedistributie aan 3,3 miljoen klanten, krijg jij bij ons de ruimte om te groeien.

technisch trainees m/v

Nieuwe ideeën leiden tot nieuwe toepassingen in de bouw. Een voorbeeld van zo'n duurzame innovatie is de warmtepomp, waarbij omgevingswarmte wordt gebruikt om huizen te verwarmen. Zeer efficiënt, maar niet zonder uitdagingen. Je hebt geen gasnet meer nodig, maar belast het elektriciteitsnet zwaarder. Als trainee werk je mee aan dit soort duurzaamheidsvraagstukken.

Ben jij een ambitieuze starter met een achtergrond in bijvoorbeeld Elektrotechniek of Energietechniek? Dan investeren wij graag in jouw ontwikkeling met een technisch traineeship, toegesneden op jouw professionele en persoonlijke groei. Goed vooruitzicht? Ontdek onze traineeships op [**alliander.com/trainee**](http://alliander.com/trainee). Of neem contact op via [**starter@alliander.com**](mailto:starter@alliander.com).



alliander iedereen energie

Paaspalindroomjufzeeslag. Snap jij het?

Steven Groen

Eén ei is geen ei, twee ei is een half ei, drie ei is een paasei. Ken jij het nog, paaspalindroomjuffen?

Voor degenen wie het wat minder helder bijstaat, even een korte opfrissing van hoe het werkt: het is ongeveer als juffen, maar dan in een viertallig stelsel in plaats van een tientallig stelsel en met korte woorden in plaats van cijfers. De eerste drie elementen zijn respectievelijk *geen*, *half* en *paas*. *Haas* is het nul-element van het systeem. Palindromen (bijvoorbeeld *geen-half-geen*, maar niet enkele elementen als *paas*) of elementen waarin de combinatie *paas-haas* voorkomt zijn verboden, deze worden dan ook vervangen door *JUF*. De elementen na *paas* zijn dan ook *geen-haas*, *JUF*, *geen-half* en *geen-paas*. Als dit concept duidelijk is kun je bezig met het daadwerkelijk oplossen van de puzzel.

In deze puzzel, die wel wat van zeeslag wegheeft, moet namelijk in elk vakje *geen*, *half*,

paas, *haas* of *JUF* komen te staan. Het volgende is belangrijk: het eerste, het tweede, het derde, het vierde, het vijfde, het achtste, het dertiende, het 37^e en het 69^e van de elementen van paaspalindroomjuffen die niet *JUF* zijn staan in de puzzel verstopt. De volgorde van de woorden in het element moet van boven naar beneden of van links naar rechts kloppen. Elk woord is ook een aantal punten waard, dit komt van pas bij het oplossen van de puzzel. Hierbij is *JUF* 0, *haas* 1, *geen* 2, *half* 3 en *paas* 4 punten waard. Het getal achter een rij of kolom is de som van het aantal punten in die rij of kolom. De oplossing van de puzzel is een code van paaspalindroomjuf-woorden (inclusief *JUF*!), die in de puzzel te vinden zijn. Oplossingen kunnen worden gemaild naar franckenvrij@professorfrancken.nl of worden gemeld bij de redactie. Onder de correcte inzendingen wordt een goudvis verloot. Succes!



								3
		c		d				11
								0
							b	8
								8
								2
		a						10
								6
4	4	6	0	16	7	3	8	

Oplossing:

	a	b	c	d
--	---	---	---	---



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.

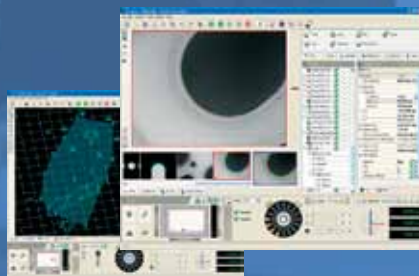
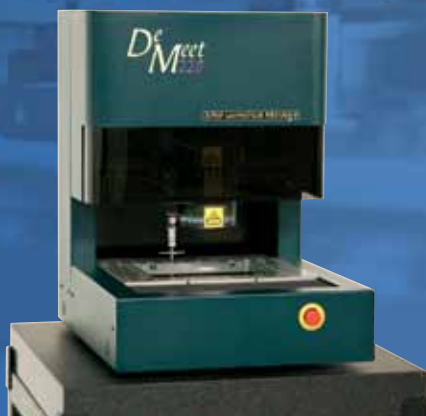
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de 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 en Vacatures.Schut.com, of stuur een e-mail naar Sollicitatie@Schut.com.



APPROVE
for *D^e Meet*

