

Francken Vrij



Jaargang 16, editie 2



Defect

NOBODY LIKES A SMART-ASS



MAAR WIJ WEL!

Voor een (aanstaande) ingenieur is een netwerk belangrijk. Vakkennis bijhouden, expertise verder ontwikkelen en goed op de hoogte blijven door contacten met andere ingenieurs. Een levend netwerk dus.

25.000 ingenieurs hebben inmiddels de waarde van ons netwerk ontdekt en zijn lid geworden van KIVI NIRIA.

Want door direct contact te kunnen leggen met andere leden krijg je automatisch toegang tot allerlei verschillende bedrijfstakken (van aerospace tot waterbeheer) en diverse functieniveaus (van CEO tot wetenschapper). Zowel in het binnenland als ook in het buitenland. Dat biedt niet alleen perspectieven binnen je eigen vakgebied, maar is ook goed voor het verdere verloop van je carrière.



KIVI NIRIA

Lees meer op: www.kiviniria.nl

Inhoudsopgave



	4	Redactioneel en colofon
<i>Van de voorzitter</i>	5	Hadden we 'voorzittersaura' al gehad?
	6	Verenigingsnieuws
<i>Under the microscope</i>	7	Galileo, Griffith and defects 
<i>Advertorial</i>	12	Geen weerbeelden zonder miniatuurkoelers
<i>Postvak IN</i>	15	Weerstand is evenredig met defecten
<i>An inside view</i>	19	Materials Science 
	26	Reële en imaginaire bazen
	28	Themastrip
<i>In het buitenland</i>	29	Oxford, Engeland
<i>Advertorial</i>	33	Een kijkje achter de schermen bij Optiver
<i>Het leven na Francken</i>	36	Van fotocie tot gezagvoerder



An inside view Materials Science

Pagina 19

Het leven na Francken Piloot bij KLM

Pagina 36



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.

Jaargang:	16, 2011/2012
Nummer:	Februari 2012
Oplage:	1000
Volgend thema:	Standaard
Deadline:	1 mei 2012
Hoofdredacteur:	Arjan Boerma
Redactie:	Jasper Bosch Thijs Huijskes Djim Kanter Guus Winter
Eindredacteur:	Marion Dam

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, ir. E. Detsi, ir. F.R. Innerduin, Paul 'Flep' Flentge, Sytze Jellema, Edwin de Jong, Niels Martens

Adverteerders:

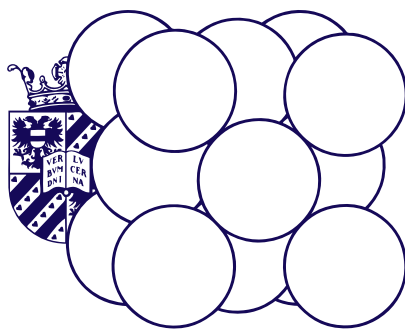
KIVI NIRIA 2, Thales Cryogenics 12, Zernike Institute of Advanced Materials 25, Optiver 33, Brunel 39, Schut Meettechniek 40

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

Laat ik maar met het slechte nieuws beginnen: in verband met een reden staat er geen cryptopuzzel in deze *Francken Vrij*. Helaas, pindakaas. Maar er is wel een winnaar van de vorige editie! Om het geheugen op te frissen: je kon het album *Resistance* van Muse winnen, als je de juiste antwoorden opstuurde: *doting*, *lichtgewicht*, *afgeleide*, *wortel*, *emissie*, *proton*, *grondtoestand*, *meetsysteem*, *integreren*, *brak*, *permutatie*, *bits*, *hoorcollege*, *kristalrooster*, en dientengevolge verticaal de oplossing *thermodynamica*. Tussen de inzenders is geloot waarbij Marton Hutton als winnaar mag gaan bussen. B'vo Marton, je kan je prijs claimen bij redactiefcut Djim.

What we do have, is a record number of international pages, which is a fancy way of saying that they're written in English. These are indicated by the wireframe globe in the back of the page.



Van de voorzitter

Hadden we 'voorzittersaura' al gehad?

Edwin de Jong



We zijn inmiddels een dikke zes maanden onderweg in het academisch jaar en het is alweer acht maanden sinds de wisseling van het Franckenbestuur, beide dus al over de helft. Jammer dat het allemaal zo snel gaat. Maar aan de andere kant, op het moment van schrijven moet een aantal heel grote activiteiten nog plaatsvinden (dus er is eigenlijk weinig om over te klagen: genoeg werk aan de winkel). Denk hierbij bijvoorbeeld aan het Franckensymposium en de Buixie – beide krijgen steeds meer vorm en de commissies zijn lekker hard aan het werk. Er bleek veel interesse voor de Buixie, de bestemming is dit jaar Istanbul en voor het eerst sinds een lange tijd is de inschrijvingslijst overvol. Loten is nooit leuk, maar de belangstelling vanuit de leden is hartverwarmend.

De vereniging staat dus voor een drukke tijd, en dat terwijl er ook al zoveel dingen zijn gebeurd. De verdiende rust in de kerstvakantie was wel nodig, na een lange tijd met veel practica, vakken, maar ook een stapel prachtige activiteiten, waaronder de steeds groter wordende oefensessies, de Franckenjamsessie en een aantal borrels. Zoals elk jaar was het weer moeilijk om in de kerstvakantie veel aan de studie te doen, dat bleek door een serieuze studiesfeer in de Franckenkamer tijdens de tentamenweken, en wel opviel tussen de 9gag- en



Dumpertpauzes door: [??? –Red.]

Defect is wel een thema dat momenteel even bij mij past. Ook bij mij is de beruchte 'dingen-gaan-stuk-door-de-voorzitter'-periode voorbij gekomen. Ik hoefde een tijdje terug maar in de buurt van mijn laptop te komen en dat ding viel uit. Nou bleek dat probleem achteraf een stukje simpeler te zijn dan ik aanvankelijk dacht: de batterij is (zoals gebruikelijk na n jaar) aan het eind van zijn latijn en de stroomkabel zat er gewoon niet goed in, maar het leek wel degelijk of defecten in mijn directe omgeving met een hoger tempo ontstonden dan normaal. Ergens is het ook niet heel erg om nieuwe defecten te introduceren, het zijn immers de defecten die een aantal belangrijke eigenschappen van materialen bepalen.



Verenigingsnieuws

Lezen tot je stuk gaat

Sytze Jellema

Hoe de eerste drie teams het doen, mogen we helaas niet vertellen, omdat John de Mol de rechten opgekocht heeft, maar zaalvoetbalteam Francken 4 (zie Figuur 1) gaat lekker! De najaarscompetitie hebben ze afgerond met een respectabele derde plek. In de voorjaarscompetitie, waar ze uiteraard weer aan deelnemen, staan ze momenteel op de eerste plek.

Excursies en lezingen

In het kader van carrièreoriëntatie hebben we KEMA uitgenodigd om een lezing te

Figuur 1. Hoewel de resultaten in de competitie anders doen vermoeden, had Hilbert op het moment dat deze foto werd genomen nog geen idee dat je bij zaalvoetbal de bal niet met je handen mag aanraken.



geven over gastransport, waar ze gelukkig gehoor aan gegeven hebben. Zelf hebben we ook wat bezoekjes afgelegd, naar lithografiegigant ASML in het verre Veldhoven en ingenieursdetacheringsbureau Brunel dat wat dichterbij huis zit.

Feesten, borrels en oefensessies

Om de winterkou wat te verlichten, kon je bij verschillende gelegenheden een kriek drinken, bijvoorbeeld op het feest 'Prominent in de Tent', het gala met ZaZa, de studievereniging Nederlands, een van de borrels in onze tweede thuisbasis Karakter of het Pienterfeest waar DJ Monsieur du Maigre al vóór de muziek aanwezig was, maar gelukkig wel tot na de muziek bleef.

Om de winterkou te verlichten, kon je trouwens ook gewoon koffie, thee en cake snaaien op de oefensessie voor een of ander sjaarsvak, wat misschien voor de studievoortgang ook wel uit kon.

Aankomend

Wij gaan naar Istanboel! Niet dat je iets aan deze info hebt, want de inschrijvingen voor de buixie zijn al gesloten, maar goed: je weet het nu in ieder geval.

Voor het symposium dat op 15 mei gaat plaatsvinden is wel iedereen welkom! Het thema van dit jaar is 'The nature of Physics' en professor De Hosson zal traditiegetrouw de dag voorzitten.



Under the microscope

Galileo, Griffith and defects

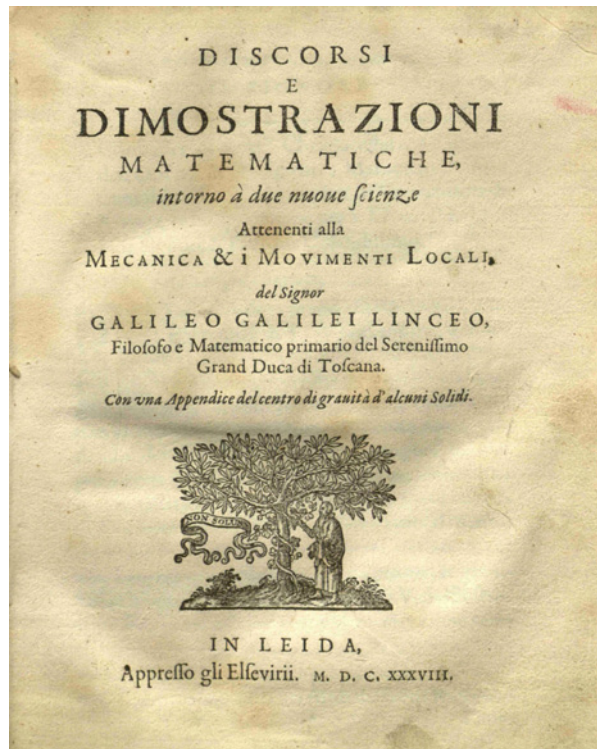
prof.dr. J.Th.M. De Hosson



The year was 1638: Galileo published his *Dialogues concerning new sciences*¹ (see Figure 1). The science listed first by Galileo was his study of ‘what holds solids together?’ and the second ‘why do they fall apart?’ It is fair to say that, since ‘*Dialogues*’, the former question has developed to the core of interests in condensed matter physics, whereas the latter became an important branch of engineering. After the introduction of quantum mechanics, about three hundred years after Galileo, the question ‘what holds solids together?’ became based on phenomena like phonons and collective excitations. These concepts were very successful in explaining functional properties of materials, and led to electronic devices, computers and your mobile phone. In contrast, a similar success was not achieved in explaining the structural properties and the second question of Galileo, namely ‘why do solids fall apart?’ could not be properly answered. Structural properties are determined by the collective behavior of defects rather than by the bonding between atoms and electrons. Even the behavior of one singular defect is often irrelevant. For instance, there exists a vast amount of microscopy analyses on ex-situ deformed solids that try to link observed defect patterns to the mechani-

cal behavior characterized by stress-strain curves. However, in spite of the enormous effort that has been put in both theoretical and experimental work, a clear physical picture that could even predict one stress-strain curve and failure by crack propagation is still lacking. The reason is quite obvious: in fractures we are faced with very non-linear effects. These phenomena are irreversible and far from equilibrium and consequently cannot be treated by common solid state physics approaches. As a result, this area of research has largely been ignored by condensed matter physics. The

Figure 1. The title page for the first edition of the *Discorsi*. Interestingly, Elsevier's logo has not been changed ever since.



¹ G. Galilei, *Discorsi e Dimostrazione Matematiche*. Elsevier, Leiden (1638).

problem was too tough to be 'cracked', so to speak. However, like in all sciences, he that would eat the kernel must crack the nut.

Turning point: in-situ transmission electron microscopy

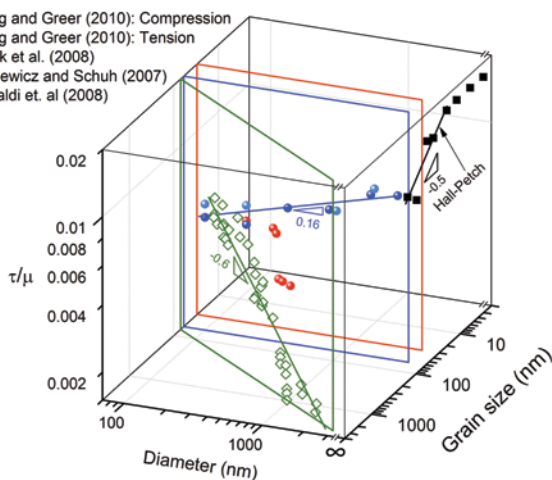
Luckily enough the tide is turning for two reasons. The first reason lies in new instrumental developments, which permit microstructural control on a nanometer scale, often by sophisticated processing. Alongside these developments in processing, it became possible to do in-situ experiments under controlled conditions in conjunction with microscopy analyses, for both structural and chemical information. These developments became particularly relevant for the design of novel nanostructured materials. Ex-situ nanoindentation followed by post mortem TEM does not allow for direct observation of the microstructure during indentation and thus lacks the possibility to monitor deformation events and the evolution of dislocation structures as the indentation proceeds. The recently developed technique of in-situ nanoindentation in a transmission electron microscope does not suffer from these limitations and allows for direct observation of indentation phenomena.

Metallic glasses and size effects

As oxymoronic as it sounds, metallic glasses exist and, as materials, pose remarkable properties, since in their tightly-packed glassy structure, the displacement of atoms at room temperature is obstructed by the potential energy barrier. A metallic glass also

absorbs less energy upon stress-induced deformation compared with crystals, and with no lattice dislocations present, their mechanical properties combine to produce an exceptionally strong material. The metallic glass formation since their inception in 1960 has lead to – firstly – the synthesis of thick bulk materials, and – secondly – to the exploration of different production routes. Plastic deformation in metallic glasses is concentrated in extremely thin (10–20 nm), sheet-like defects known as shear bands and it has been hypothesized, as well as evidenced for a number of years, that there can be considerable temperature rises in these volumes, or not. In bulk, the lack of long-range order is the cause of other remarkable properties. For example, since there is no crystalline structure to keep intact, amorphous metals do not need to be machined to create a desired shape or part. Rather, the material can be heated and injected into a shaped mould, akin to the thermosetting plastics. It can also be turned into a foam, as metallic glasses readily mix with air to create a permanent, lightweight, strong (but brittle) material suitable for insulation, soundproofing, fireproofing, and a host of other applications. For these reasons, much of recent research has been conducted at the nano-scale and, as such, has surrounded the development of (metallic) *glass forming alloys* (GFAs) or *bulk metallic glasses* (BMGs) since they possess unique and interesting properties compared to many other available materials. Since the defects of shear band thickness lies in the range of 10–20 nm for several bulk metallic glasses, transmission electron

Figure 2. 3D representation of intrinsic vs. extrinsic size effects for Ni (and Ni-4%V): single crystalline and nanocrystalline (30 nm and 60 nm grains). Applied shear stress over the shear modulus as a function of grain size and pillar diameter.



microscopy (TEM) is a suitable tool for this kind of analysis of shear band formation in metallic glasses, since their thicknesses are small and it may be expected that shear bands may lead to (nano-scale) structural changes in amorphous materials. In particular a study of the deformation behavior of small sized metallic glass specimens is a relevant route for the exploration of the initiation and evolution of individual shear bands. Size effects are reasonably understood in crystalline materials (see Figure 2, from Greer and De Hosson²) but they also come into play in the applications of metallic glasses in MEMS or nano devices. Various hints to understand the deformation mechanisms of small volume metallic glasses appeared to suggest either improved ductility or increased yield strength at small scales. We discovered that while further decreasing the size to 120 nm level, the deformation becomes apparently fully homogenous (see Figure 3, from Chen *et al.*³). With the term 'homogeneous' we mean that the deformation is smooth and banding-free

(without band-like features), but not that the deformation is uniform throughout the pillar. Initially, a homogeneous bulging/swelling occurs at the top, with increasing displacement. The bulge does not extend downwards, instead plastic flow starts in a virgin area far ahead the tip where the side surfaces continuously bow out upon compression, producing a barrel-like shape leaving two seemingly 'necking' regions at both ends. Importantly, it produces a monotonic 'hardening' as a result of a continuous up-setting effect and lack of shear bands.

The phenomenon of barreling is often a message of good plasticity. 3D *finite element analysis* (FEA) was performed and the result shows that, by treating the material as an isotropic elastic-plastic body characteristic of homogeneous plastic flow, the deformation of the MG nanopillars can be satisfactorily predicted (Figure 3b). The local deformation at the tip of a pillar can be interpreted by either friction or the rounded tip, or their combination as a result of developed local large shear stress shown in

2: J.R. Greer, J.Th.M. De Hosson, "Plasticity in small-sized metallic systems: Intrinsic versus extrinsic size effect". *Progress in Materials Science* **56** 654–724 (2011)

3: C.Q. Chen, Y.T. Pei, Q.V. Kuzmin, Z.F. Zhang, E. Ma, J.Th.M. De Hosson, "Intrinsic size effects in the mechanical response of taper-free nanopillars of metallic glass". *Physical Review B* **83** 180201 (2011).

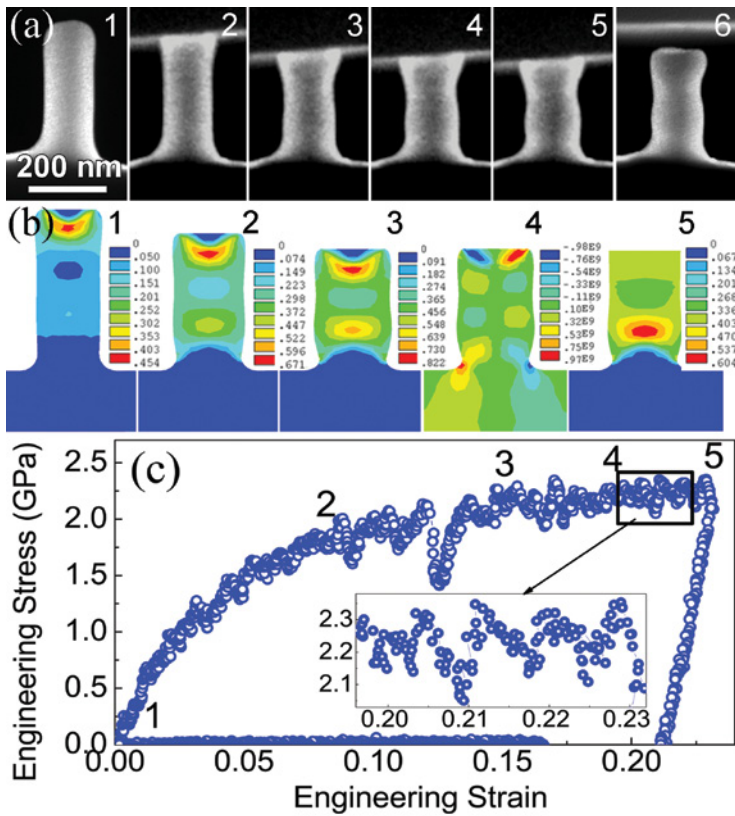


Figure 3. Banding-free deformation of a 125 nm diameter pillar. (a) video frames grabbed at points 1 to 6 marked in the stress-strain plot in (c) (b) 3D FEA of the compression by treating the MG as an isotropic, elastic ideal-plastic solid, taking into account the rounded tip and the tip-punch friction, with (b1-3) being Von Mises-strain at different displacements and (b4) shear strain at the same displacement as in (b3), (b5) compression of a pillar with flat top neglecting friction. (c) HREM showing atomically flat and clean surface of the as milled pillar (c1) and nanoscale inhomogeneity at the “necking” (c2) and “swelling” (c3) regions. Scale bar in (c) represents 5 nm.

Figure 3. The continuous barreling and fat-tening is more likely due to the constraint at the base and shear stress concentration especially.

The present results provide strong support that, microscopically, a larger volume upon plastic yielding has a higher probability to develop larger flow defects (or percolation of flow defects), which are associated to larger jerky events and shear banding in micrometer size pillars. Upon decreasing the size of the pillars, smaller local shear processes (flow defects) become critical and they lead to less inhomogeneous de-

formation. Such a picture of flow defects distribution is reminiscent of flaws/cracks (pre-existing and stress-induced) commonly observed in many alloys and ceramic systems, whose behaviors can be described statistically, depending on the statistical size distribution of the defects.

This is consistent with the experimental observation that in larger pillars deformation is localized in local shear bands which account for a very small fraction of the total volume. In a smaller volume large flow defects have less chance to be developed and smaller local flow defects are dominating the deformation. It should be pointed out that in bulk specimens the scaling of flaw sizes with specimen volume, may statistically lead to a size-dependent fracture stress based on Griffith theory within the framework of continuum mechanics and the weakest link assumption, where the flaws are generally treated as cracks. However, the flow defects in the small size MGs are approaching nanoscale and it is interesting to study if the Griffith theory still holds or breaks down. In addition these flow defects are local (shear) transformations without opening and dissimilar with cracks.

Conclusion and outlook

Definite answers to Galileo and Griffith about defects we may not have yet, but we conclude that recent advances in in-situ transmission electron microscopy can provide new insights about the nucleation and propagation of defects in crystalline and non-crystalline metallic materials that cannot be attained by other means. As far as applications are concerned stainless steel

has traditionally been used for conventional pressure sensors. However, metallic glasses have much higher tensile strength, a lower E , and much better corrosion resistance. Therefore, Zr/Ni-based bulk metallic glasses are expected to produce a new type of pressure sensor with higher sensitivity and better high-pressure properties. This significantly higher sensitivity enables the miniaturization of the pressure sensor. Also the world's smallest heavy load and high durability microgeared motors have been fabricated from Zr- and Ni-based BMG gear parts. Further, nanometer scale Pt-based metallic glasses surfaces produced by focused ion beams having highly functional characteristics can be fabricated. The minimum pattern size of about 20 nm enables the fabrication of the imprinted nano data-pit patterns for the next generation of DVDs and data storage media. Please drop me a note if you are interested.



Further references

O.V. Kuzmin, Y.T. Pei, C.Q. Chen, J.Th.M. De Hosson, "Intrinsic and extrinsic size effects in the deformation of metallic glass nanopillars". *Acta Materialia* **60** 889–898 (2012)

Advertorial

Geen weerbeelden zonder miniatuurkoelers

Thales Cryogenics

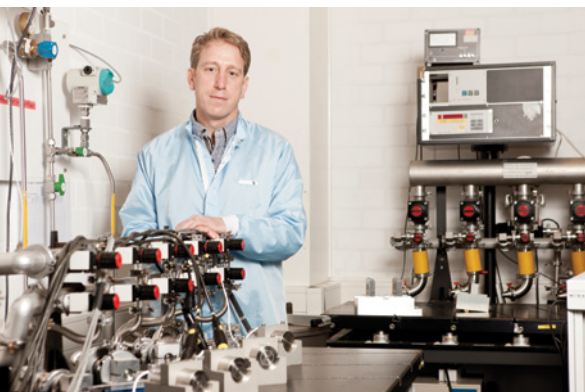
Voor optische instrumenten die vanuit de ruimte de aarde bespieden, is koeling tot 150 à 200 graden onder nul een *must*. Alleen zo verkrijgt u een goede signaal-ruisverhouding. Thales Cryogenics ontwerpt en bouwt de benodigde compressors voor miniatuurkoelsystemen voor nieuwe satellieten, zoals weer- en defensiesatellieten. In 2015 gaan de eerste vernieuwde versies de lucht in. De eisen aan de betrouwbaarheid van de compressors zijn extreem hoog. Van elke gebruikte bout moet zowel het staal als het productieproces gecertificeerd zijn. Om *early failure* op te sporen gaat geen enkele veer van de zuigerophanging de ruimte in zonder miljoenen testbewegingen te maken.

Weersvoorspellingen betrouwbaarder en nauwkeuriger maken: dat is de ambitie voor de derde generatie Meteosat-weersatellieten. De eerste van de zes geplande zogenoemde MTG-satellieten is waarschijnlijk in 2017 klaar voor lancering. Aan boord: hightech infraroodcamera's die vochtigheid in de atmosfeer detecteren lang voordat waterdruppels wolken vormen; en infraroodcamera's die vanuit de ruimte details

zien met een dwarsdoorsnede van slechts 500 meter.

Dit lukt alleen door het ruisniveau zo laag mogelijk te houden met behulp van geavanceerde koelsystemen voor de optische instrumenten. "Bij kamertemperatuur zien de hightech optische systemen in deze satellieten onvoldoende", vertelt dr. ir. Theo Rijks, programmamanager ruimtevaartprojecten en lid van het managementteam van Thales Cryogenics, vestiging Eindhoven.

Rijks gaat met zijn team de compressors voor de koelsystemen van de MTG-satellieten ontwerpen en bouwen, en werkt nu al aan compressors voor een nieuwe Franse defensiesatelliet. De compressors voor beide satellieten – afmetingen ongeveer 21 bij 11 bij 12 centimeter – moeten op allerlei vlak aan extreem hoge eisen voldoen. Een kapot onderdeel vervangen is immers geen optie als een satelliet eenmaal in een baan om de aarde draait. Ze mogen dus gedurende de levensduur van een satelliet van pakweg vijftien à twintig jaar niet kapot gaan. "Mensen willen immers wel elke avond op het journaal mooie weerbeelden en accurate weersvoorspellingen zien. Daarom gaan bijvoorbeeld de veren van de zuigerophanging pas de ruimte in nadat ze eerst 10 miljoen testbewegingen hebben gemaakt om *early failures* op te sporen. En voor vermoeiingsonderzoek testen we zelfs 50 miljoen keer bij een extra grote uit-



wijking van de veer."

Rijks, die als technisch natuurkundige afstudeerde en promoveerde aan de TU Eindhoven, vertelt verder: "Qua ontwerp zijn de grote G-krachten en trillingen die de compressors tijdens de lancering moeten doorstaan bovendien een extra complicerende factor. In dat krachtenveld mag de compressor natuurlijk niet beschadigen. Daarom hebben we in onze testomgeving schokbanken staan die krachten van meer dan 1000g kunnen veroorzaken. Uiteraard doen we ook duurtesten. De langst draaiende compressor is in ons testlab al meer dan tien jaar aan het werk."

Druk-golf

Voor de satellieten maakt Thales compressors voor zogenoemde *pulse tube cryo-coolers*, waarbij de compressor een druk-golf produceert die bij de 'koude vinger' van het koelsysteem voor koeling zorgt. "Twee lineaire motoren in de compressor bewegen twee zuigers, opgehangen in bladveren, die samen een sinusvormige druk-golf maken door tegen elkaar in te bewegen", licht Rijks toe. Bij de koude vinger van dit type koelsysteem zijn geen bewegende delen nodig. En dat is een groot voordeel voor de betrouwbaarheid en levensduur van de koelers. Extreem lage temperaturen bereikt de koude vinger van een *pulse tube cooler* doordat het heliumgas een compressie- en expansiecyclus doorloopt, vergelijkbaar met een Stirling-koelcyclus.

Voor een lange levensduur van de compressor mag de zuiger de omhullende cilinder niet raken. Echter voor een goede compressie, nodig voor extreem lage tem-

peraturen tot 200 graden onder nul, moet de zuiger wel zo nauw mogelijk in diezelfde cilinder passen. Met een precisiedraaibank en een geheim uitlijnprincipe lukt het Thales om de ruimte tussen zuiger en cilinder kleiner dan 20 micrometer, pakweg 5 keer dunner dan krantenpapier, te maken. Ook het maken van de stalen bladveren vereist enorme precisie. "Deze worden gemaakt via een etsproces om de benodigde toleranties te halen. De veren zijn zo ontworpen dat ze alleen beweging van de zuiger toestaan langs de as van de cilinder. In de richting van de cilinderwanden moet de veer juist een hele grote stijfheid hebben om te voorkomen dat de zuiger de wand raakt."

Strakke tijdsplanning

De compressor mag ook geen trillingen doorgeven die de optische instrumenten verstoren. Rijks en zijn team kiezen er daarom voor om voor de satellietprojecten aanzienlijk meer motoren te bouwen dan er nodig zijn. "We zijn op zoek naar de belangrijkste parameters waarmee je kunt bepalen welke twee motoren het best bij elkaar passen en dus voor de allerminste trillingen zorgen."

De tijdsplanning voor beide satellietprojecten is heel strak. "Drie jaar voor de lancering van de eerste MTG-satelliet moeten wij onze compressors al leveren, waarna onze opdrachtgever ze inbouwt in het gehele koelsysteem en verder test." Deadlines bewaken is daarom een belangrijke taak voor Rijks als programmamanager. Afwijkende onderdelen die terug naar leveranciers moeten is een van de tijdvreters. "We

eisen van onze toeleveranciers redelijk extreme nauwkeurigheden. Daarom proberen we in een vroeg stadium met hen mee te denken, eventuele afwijkingen goed door te spreken en de meetmethodes op elkaar af te stemmen."

Van elke gebruikte bout moeten zowel het staal als het productieproces gecertificeerd zijn. "Dat betekent soms dat een fabrikant een speciale batch moet maken van bouten met gecertificeerd staal met bijbehorende langere levertijd. Ook daar moet je qua planning goed rekening mee houden."

Mini-cleanroom

Voor satellieten moeten compressors bovendien veel schoner opgeleverd worden dan voor andere toepassingen. "Voor het maken van de compressors gebruiken we technieken als lassen met een laserbundel, niet echt een schone techniek. Je gebruikt ook lijmen waarvan de dampen voor contaminatie kunnen zorgen. Zulk soort vervuiling gaan we verwijderen via een combinatie van uitstoken en spoelen met stikstofgas, waarna we de compressor verpakken in een stolp met superschoon stik-

stofgas, een soort mini-cleanroom." Voordien is het nog een kunst om aan te tonen dat je de maximaal toegestane vervuiling door koolwaterstoffen niet overschrijdt. "Hoe test je dat? Daar heb je bijna CSI-achtige methodes voor nodig door bijvoorbeeld een stukje oppervlakte af te poetsen met een steriel wattenstaafje en dat naar een gespecialiseerd lab te sturen. Ik denk nu mee met het ingehuurd lab in hoeverre onze wensen voor deze testen haalbaar én betaalbaar zijn."

Rijks koos bewust voor deze uitdagende baan. "We zijn een gespecialiseerde club binnen Thales die voldoende autonomie krijgt. Daardoor combineren we voor mij de slagkracht van een mkb-bedrijf met de voordelen van een groot concern. We hebben een groot moederbedrijf achter ons staan en kunnen tegelijkertijd snel van richting veranderen om op nieuwe ontwikkelingen in te spelen, zoals nu op de vraag vanuit de ruimtevaart." Aan Rijks de taak een speciale productieomgeving voor ruimtevaartapparatuur van de grond te tillen. "We willen deze tak van sport graag uitbreiden."



Over Thales Cryogenics

Thales Cryogenics combineert de slagkracht van een mkb-bedrijf met de voordelen van een groot concern:

- Hightech complexe producten en systemen
- Multidisciplinaire teams
- Forse investering in research en medewerkers

Thales Nederland is de Nederlandse dochter van het internationale Thales-concern. De omzet in 2010 bedroeg 500 miljoen euro. Het bedrijf is actief in professionele elektronica voor defensie- en veiligheidstoepassingen zoals radar en communicatiesystemen en openbaar vervoerssystemen zoals het OV-chipkaartprogramma. Thales is negende op de nationale lijst van R&D-bestedingen en de grootste hightech-werkgever oostelijk van de IJssel.

Vestigingen: Hengelo, Huizen, Delft, Eindhoven, Houten en Enschede

Werknemers: 2.000 in Nederland, 68.000 wereldwijd in 50 landen

Info

<http://www.thalesgroup.com/nl>

<http://www.jobs.thalesgroup.com>

THALES

Postvak IN

Weerstand is evenredig met defecten

ir. Freek Innerduin



“Waar mijn voorouders ophielden met bruggen bouwen, ga ik verder”. Dit prachtige citaat van wijlen mijn vader, ir. Jan Innerduin, is voor mij een motto geworden. Mijn vader doelde op zijn vader en grootvader, respectievelijk Piek en Freek Innerduin – inmiddels lang overleden, ingenieurs bij hart, denkers bij ziel, die menige brug of dijk hebben gebouwd.

Een kleine introductie volstaat wellicht. Laatst zat ik in mijn auto te wachten bij een spoorwegovergang, te wachten op het spreekwoordelijke tot ‘ie op groen sprong, toen ik me besepte dat ik nog steeds aan het wachten was. Een vreemde zin? Wellicht. Ik stond namelijk al ruim vijf minuten te wachten tot de trein voorbij zou rijden. De trein, waarbij ik me toen ging beseffen dat er helemaal geen trein hoefde te zijn, kwam maar niet. “Allemachtig”, dacht ik bij mezelf. “Fretje, ’t zal toch niet zo zijn dat het functioneringssysteem achter deze spoorwegovergangslagbomen defect is?” En daar zat ik. “Verdomde weerstanden ook altijd”. En toen begon het te borrelen – en ik besloot van het project echt eens werk te maken. Een korte toelichting hierbij volstaat als een aardigheid, voor de nieuwsgierigen uiteraard. Ik als afgestudeerd ingenieur loop al jaren niet meer rond in de academische wereld, dat wil zegge, los van de openbare symposia en lezingen die ik nogal eens

tracht te bezoeken. Twaalf jaar geleden was het, toen ik me, op een grijze regenachtige dag, op het moment dat mijn vrouw Trees koffie over de vloertapijt geknoeid had, me lichtjes in mijn hoofd voelde. Ik dacht dat ik flauw ging vallen, immers, ik was de hele dag al in de weer met mijn lesboek klas-sieke elektrostatica, een onderwerp dat menig hoofd doet tolleren. Ik ging maar eens goed zitten, terwijl Trees de dweil haalde, en toen was het dat het idee van het evenredigheidsprincipe van weerstanden en defecten voor het eerst zijn uiterlijke vormen kreeg. De modderbruine vlek over de handgehaakte pers wekte mijn weerstand op en toen bekeek ik met, al zeg ik het zelf, sluwe ogen naar de brandgaten in het tapijt. “Verrek Fretje”, dacht ik, en de rest kwam tot me in een woordenloos idee. Ik zal het in simpele woorden proberen te omschrijven. De plas koffie, die inmiddels behoorlijk aan het door-drenken was¹ en verder stroomde over het tapijt, bleef duidelijk langer haken in de

Postvak IN

Deze ingezonden brief is ingezonden door de inzender. De redactie is nauwelijks verantwoordelijk voor de inhoud. Wil jij ook een brief inzenden, schroom dan niet [klik hier](#).

¹: Terwijl mijn vrouw schreeuwde of een mop en een emmer met een zemen doek ook volstond en ik haar van repliek diende met de letterlijke woorden: “Als het nog langer duurt leg ik nog liever die dweil neer als tapijt en dan mag jij de pers van nu af aan als natte lap gebruiken”.



brandgaten. De gaten die, in het spreekwoordelijke rooster van het tapijt toch disorderlijke defecten voorstelden. En ik moet toegeven dat ik elektrische stroom altijd al als een vloeistroom heb voorgesteld, waardoor de analogie ook makkelijk omgedraaid kon worden: stroom gaat minder makkelijk over defecten. Of beter: stroom gaat niet door defecten. Ik heb toen direct mijn elektrostaticaboek erbij gepakt en in het register 'weerstand' opgezocht en ook het trefwoord 'defect'. Ik spoedde naar de trap op weg naar mijn zolderkamer, terwijl mijn vrouw moeizaam het tapijt opgerold

naar ons achtertuintje sleepte, een prachtig sleepspoor van koffie achterlatend. Ik moet er wel bij opmerken dat we inmiddels niet meer in dat huis wonen.

Het nadeel van de academische wereld is, zoals jullie studenten misschien wel gemerkt hebben, dat er maar een paar mensen bepalen wat er onderzocht wordt, met hun eigen ideeën in hun eigen wereldje en hun eigen gedachtengang. Er is z gezegd weinig ruimte voor een nieuwe of verfrissende blik. Ik heb ter inhoudelijke introductie het eerste hoofdstuk (de verkorte versie) toegevoegd, opdat ik aan min-



der externe referenties hoeft te doen. Wel moet ik er aan toevoegen dat er daarvoor een behoorlijke kennis aan elektrodynamica en fysische materiaalkunde nodig kan zijn om bepaalde verbanden te volgen.

Hoofdstuk I

De korte versie (voor als mensen snel een juiste indruk willen)

Klassiek is de (macroscopische) elektrische weerstand als volgt gedefinieerd: $R = V/I$ (dit is ten grondslag van hypothese S). Oftewel bij constante spanning omgekeerd evenredig met de stroom, oftewel bij constante stroom evenredig met de spanning. De spanning is in de materiaalkundewereld gedefinieerd als $\sigma := F/A$ —omdat we straks over materiaalkundige eigenschappen gaan hebben is het makkelijker om het op deze manier te bekijken—waar we de kracht invullen als elektrische kracht $F = qE$, want dat is nu eenmaal wat we bekijken, de kracht op elektronen zagezegd. Dit leidt ons tot

$$R = \frac{qE}{AI} \quad (1)$$

waarbij

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} \quad (2)$$

in één dimensie is, met φ de potentiaal.

Als je een stuk materiaal beschouwt als een potentiaallandschap dan zie je al heel gauw het verband tussen defecten in het materiaal en de weerstand, immers potentiaalpieken of -dalen hebben direct effect op de weerstand, volgens (2). Maar klassiek gezien doet dit er helemaal niet toe, deze

aanwijzing valt alleen maar in te zien door de afleiding van hierboven. Daarom wil ik graag de volgende hypothesen voorleggen, de ene beschrijft het klassieke beeld, terwijl de andere, naar mijn mening accurater is.

'Hypothese S': de elektrische weerstand in een materiaal (bij constante stroom) is direct evenredig met de spanning in het materiaal.

'Hypothese D': de elektrische weerstand in een materiaal (bij constante stroom) is direct evenredig met de spanning in het materiaal, waarbij defecten in het materiaal verschijnselen dirigeren.

Alhoewel, tot nu toe is altijd uit empirische resultaten gebleken dat 'hypothese S' min of meer goed is. Mijn eerste bezwaar is dat nergens meegenomen wordt dat materiaal dat onder spanning staat uitgerekt kan worden, wat direct invloed heeft op de spanning (google *stress-strain curves*). In 'hypothese S' is er geen verklaring waarom spanning toe- of afneemt. Ik begrijp niet hoe iemand dit ooit over het hoofd heeft kunnen zien. Ik denk dat de eerste wetenschappers zo veel mogelijk wilden beschrijven en daarom alleen maar op macroscopische beschrijvingen bleven, met name Volta. Maar ik vermoed dat ook belangrijke figuren als Feynmann (*quantum electrodynamics*) dit gewoon gedachteloos aangenomen hebben en daarmee schromeloos grof de fout in gingen (naar het blijkt, anders zaten we nu niet met een dergelijke beschrijving).

Zoals een ieder weet, de spanning in een materiaal wordt beïnvloed door defecten in het materiaal. Het rekken van puntdefecten

bijvoorbeeld heeft een direct effect op de spanningsgradiënt om het defect. Dit is ook logisch. Stroom, en daarmee de bundeling van elektronen op de zogenoemde 'defect-schaal', heeft moeite met defecten. Waar het lekker soepel door de atoomroosters kan glijden krijgt het problemen met defecten (ter info: metalen zoals koper hebben een atoomrooster, in dit geval 'kubisch vlakgecentreerd').

De elektronen kunnen makkelijker langs defecten glijden (wat volgens (1) resulteert in een netto verkleind oppervlak, en dus een grotere weerstand) of er over 'hoppen' (afgeleid van het Engelse 'to hop').

Hoppen blijkt alleen mogelijk als de weerstand op de zogenaamde 'open route' hoog is ten opzichte van de 'hopweerstand', of als de al aangelegde spanning hoog genoeg blijkt (als de arbeid W die nodig is om over de defectlengte l te springen gelijk is aan $W = Fl = \sigma V$, waarbij ik nog geen redelijke verklaring heb gevonden voor het volume V).

Als je hier het verband tussen de weerstand en de spanning gaat uitzetten, waarbij op microscopische schaal de spanning lokaal (door defecten) bepaald wordt, dan zul je direct zien dat dat verband overeenkomt met het verband in de macroscopische schaal. Wel zul je een beetje een haaienvandenpatroon in de macroscopische weergave waarnemen. Dit komt door de eigenschappen van de discrete (niet-homogene) defecten. Immers, het aantal

defecten in het materiaal is niet overal even groot, dus de weerstand zal kleine fluctuaties hebben. Helaas heb ik geen grafiekuitzettingen meegestuurd – want ik weet niet hoe dat moet.

Dan wil ik graag afsluiten met de hoop dat het duidelijk is dat 'hypothese S' onvolledig en soms zelfs inaccuraat is en met alvast de omdoping van mijn stelling: 'de weerstand is evenredig met het aantal defecten' naar 'de weerstand is een fenomeen van het aantal defecten', zoals ik het in komende schrijven ga noemen in mijn werk over de elektrische weerstand. Dit omdat het beter het gevoel van de implicaties van 'hypothese D' verwoordt. Hierbij wil ik de volgende aanmerkingen maken:

1. Dit geldt allemaal voor constante stroom. Geven we de stroom de vrijheid (dynamisch) dan gaat dit een stuk ingewikkelder worden, hier heb ik nog geen tijd voor gehad.
2. Bij mijn eerste aanwijzingen tot een bewijs van 'hypothese D' heb ik vooral puntfouten (0-dimensionaal) als defecten genomen, binnenkort geef ik mijn bevindingen vrij waarbij 1- en 2-dimensionale defecten volledig meegenomen worden. Ik wil graag kwijt dat ik ervan overtuigd ben dat dit geen noemenswaardige drempels gaat veroorzaken, wel veel schrijfwerk.



An inside view

Materials Science

prof.dr. J.Th.M. De Hosson and ir. E. Detsi



Modern technology depends critically on the availability of advanced materials. Tailoring these materials with a desirable set of structural and functional properties has always been a dream of materials scientists. The research efforts of the Materials Science group are devoted to make this dream come true. Our group of enthusiastic and talented researchers of twelve different nationalities comprises a strong international team of physicists and engineers who collaborate in multi- and interdisciplinary research projects. Our mission is to carry out innovative and pre-competitive research in the field of nanoscience and nanotechnology with particular emphasis on:

- Nanostructured materials: nano-clusters, nano-foams, nano-objects
- Nanostructured composite coatings: thin films and applications
- Laser surface and interface engineering: thick coatings and applications
- Heterophase and homophase interfaces: fundamentals and applications
- Advances in microscopy: in situ TEM, SEM, AFM, STM, picoforce and peak-force, FIB.

For applications in areas such as coating and surface technology, transportation, communications, production systems and data processing (for details see <http://materials-science.phys.rug.nl/>). The materials are de-



signed and processed by in-house state-of-the-art high power laser systems and vapor deposition techniques. Since properties of nanostructured materials are strongly affected or even controlled by the presence of solid interfaces between similar and dissimilar materials, a considerable part of our research program concentrates on experimental and theoretical work of the characterization of hetero- and homophase interface structures with advanced in-situ electron microscopy methods over various length-scales.

As an example of an exiting research topic in the MK group we concentrate on 'nano-foams', a concerted effort in particular from the computational mechanics viewpoint with professor Patrick Onck of the Micromechanics group.

Nano-foams

Although these materials have existed for over almost fifty years, metal foams have recently become a popular topic of research interest in the materials science community. The commercially available metal foams have random microstructures, but we like to manufacture nano-foams with topologies that lead to properties superior to their stochastic analogues. Selective electrolytic dissolution of the less noble element out of a binary alloy gives rise to a disordered nanoscale foam network. Nanoporous metals have attracted considerable attention in recent years due to their potential for various applications, including catalysts, sensors, actuators, supercapacitors, nano-filters and drug delivery platforms.

In the case of actuators, tuning the electronic charge density at a nanoporous metal interface – during for instance cyclic voltammetry experiments – results in changes in the surface stress of the nanoporous material. Due to its high surface area-to-volume ratio, changes in the surface stress give rise to macroscopic dimensional changes in the nanoporous metal. More specifically, during actuation a narrow space charge layer of atomic dimensions is formed at the surface. In this layer, the electronic density of states changes, which modifies the atomic bonding potentials. As a result, the surface layer tends to favor a lateral atomic spacing that differs from that of the bulk, i.e. creating a surface stress. Despite the limited size of space charge regions in metals due to the efficient electronic screening, it has been shown that these tunable surface stresses can be exploited when the ligament (sub-unit) sizes are on the order of tens of nanometers.

Our new approach for the design of nanoporous metals with multiscale architecture is based on crystal defects in the alloy precursor. Recently we have explored the effect of misorientation angle on porosity formation at grain boundaries to design nanoporous metals with interesting, multiscale, morphologies. Such an approach opens a new route to design nanoporous metals with novel architectures, simply through a control of the initial grain structure of the alloy precursor.

Microstructural characterization

Figure 1a displays the orientation map based on the [001] inverse pole figure of the cross

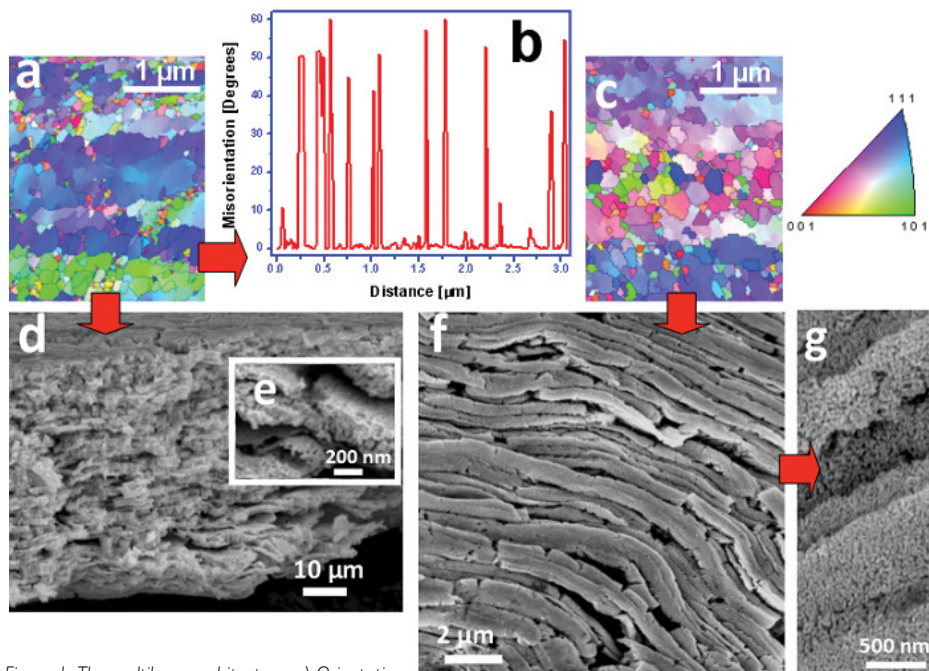


Figure 1. The multilayer architecture. a) Orientation map based on the $[001]$ inverse pole figure of the Au-Pd-Ag precursor with cold-rolled thickness $250\ \mu\text{m}$, annealed at low temperatures. b) Corresponding misorientation profile of the grains. c) Orientation map based on the $[001]$ inverse pole figure of the precursor with cold-rolled thickness $500\ \mu\text{m}$, annealed at low temperatures. d) Bulk cross section of the novel nanoporous Au showing stacked

layers, formed from the alloy precursor displayed in (a). e) It can be seen at higher magnification that these layers are porous. f) Surface cross section of nanoporous Au showing stacked layers, formed from the alloy precursor displayed in (c). g) It can also be seen at higher magnification that the layers are porous.

section of a sample with initial thickness $250\ \mu\text{m}$; the corresponding misorientation profile as obtained from TSL-OIM analysis is shown in Figure 1b. Similarly, Figure 1c displays the $[001]$ inverse pole figure for a sample with thickness $500\ \mu\text{m}$. Both samples were annealed at low temperatures. EBSD analyses of the microstructure of samples heat-treated at low temperatures reveal several interesting features, including

a microband texture, which is generated as follows: as the master alloy was cold-rolled, the grains are elongated and cell boundaries appear in the interior of these grains, i.e. a deformed microstructure is characterized by grain subdivision into cells and subgrains. These porous layers form scales, as can be seen at low and high magnifications on Figure 2a-d. These scales are partially delaminated and also locally attached onto the

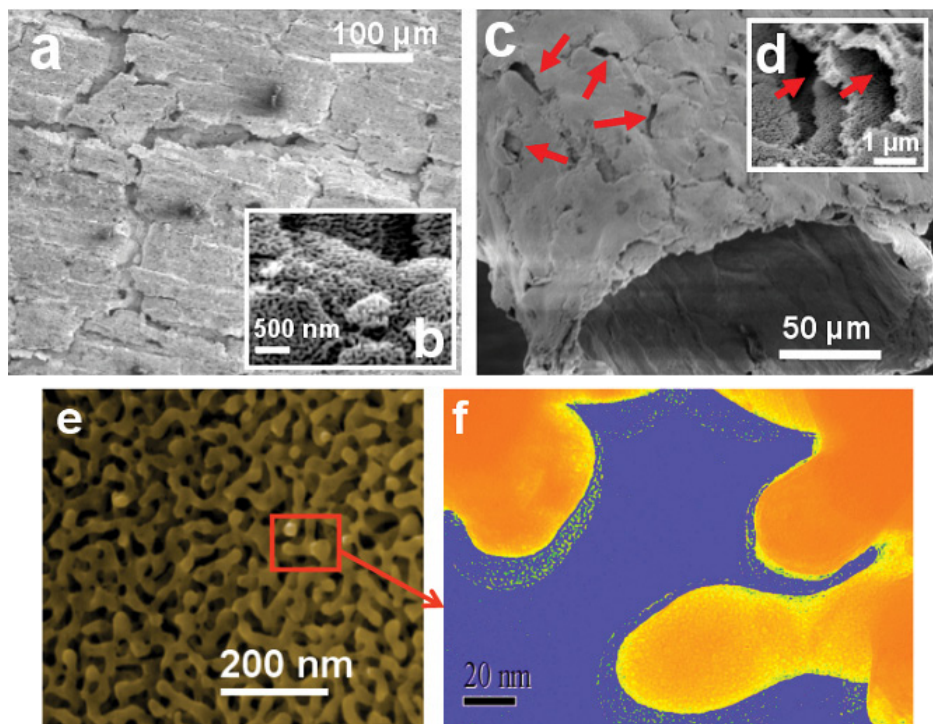


Figure 2. The scale morphology. *a)* Undeformed surface. The layers are formed by scales with characteristic size (diameter) varying between $\sim 10\ \mu\text{m}$ and $\sim 200\ \mu\text{m}$. *b)* Higher magnification micrograph showing the porous structure of the scales. *c)* Deformed surface. The scales are partially delaminated from the underlying layers. *d)* At higher magnification it can be seen that the scales deformed by bending. *e)* Ultra-high resolution scanning electron micrograph showing the porous structure of a Au layer. The average ligament size is 30 nm. *f)* False color transmission electron micrographs displaying individual Au ligaments covered by an oxide formed during the dealloying process.

underlying layers. The partial delamination of the scale is associated to the partial formation of intragranular structures between neighboring microbands during dealloying. The characteristic size (diameter) of a scale

varies between $\sim 10\ \mu\text{m}$ and $\sim 200\ \mu\text{m}$. The scales are indeed locally pinned onto other layers as can be clearly seen at lower magnification: compare the structure of an undeformed sample (see Figure 2a) with that of a mechanically deformed sample (see Figure 2c and d). When a sample is mechanically deformed, partial delamination of the scales is clearly visible as indicated by the arrows on Figure 2c and d. The scales open by bending because they are locally clamped onto the underlying layers.

Giant strains

Strain measurements were performed during cyclic voltammetry experiments. A confocal displacement sensor with a spot

size of $10\ \mu\text{m}$ and a resolution of $9\ \text{nm}$ was used in-situ to probe dimensional changes. Dimensional changes were measured in a direction perpendicular to the layers, and on different samples. Strain amplitudes achieved vary between 3% and 6%. The red curve in Figure 3 displays a strain amplitude of $\sim 6\%$ measured on a sample with the layered morphology. If we compare this to the 0.1% strain amplitude measured on a conventional nanoporous Au sample (see black curve in Figure 3) it is concluded that the strain amplitude is boosted with a factor of almost two orders of magnitude due to the new mesoscopic morphology. The origin of these giant strains is attributed to the deformation mechanism of the layers. Bulk expansion of the ligaments results in a uniform elastic volume expansion of the

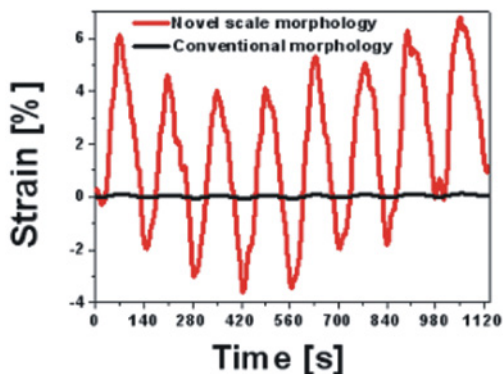
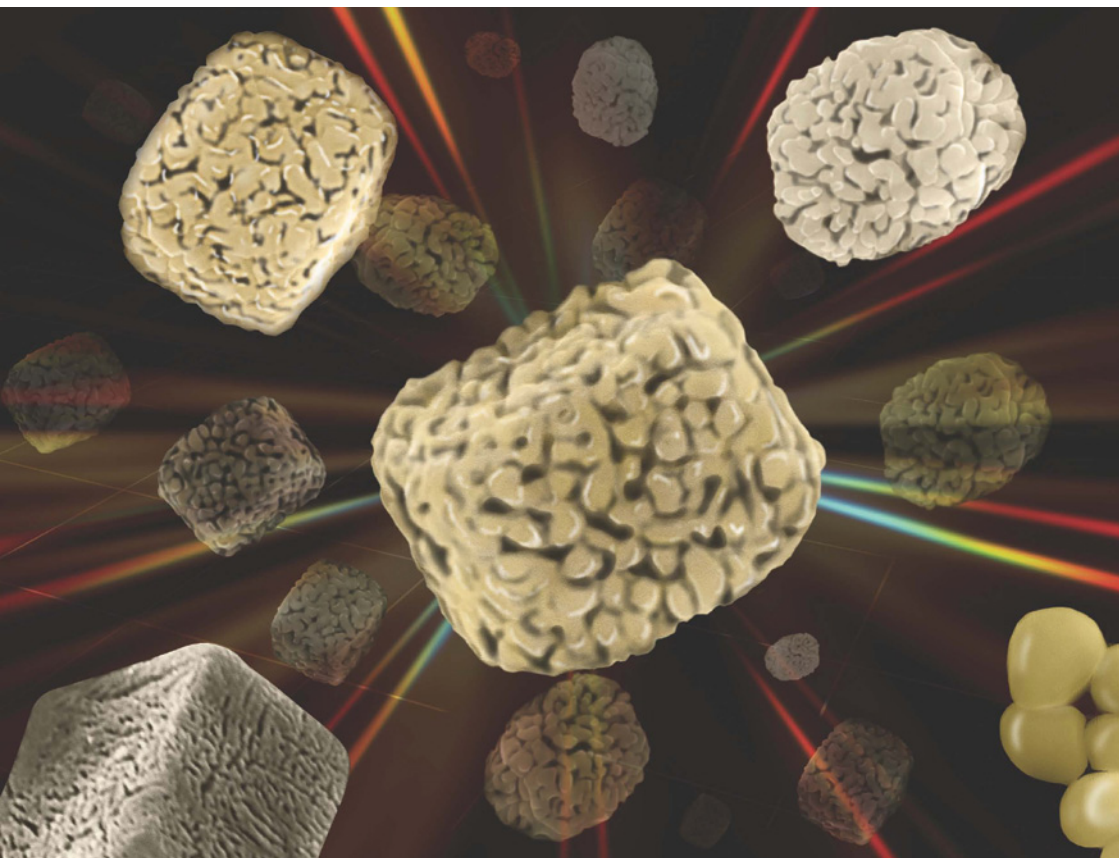


Figure 3. Giant reversible strains. Red curve: giant strain amplitudes up to 6% are measured on nanoporous Au with scale morphology. Black curve: strain amplitudes of 0.1% are measured on the conventional nanoporous Au.

layers up to 0.1-0.2%. However, due to the inhomogeneity in the stacked nanoporous Au layers two adjacent layers do not evenly expand. This gives rise to a misfit strain



between adjacent nanoporous Au scales. Since the scales are locally clamped onto each other, the misfit strain results in deflection, i.e. the nanoporous Au layers deform by bending in a direction out of the plane of the layers (see Figure 2b).

Conclusion and future work

So far we can conclude that nano-foam can be used as sensor (detection of gas and biomolecules) and actuator (at low voltage). Large actuation (1-2 order of magnitude larger than the common dealloyed foams) can be achieved in multilayered structures. A characteristic property of the layered porous materials is that their nanocellular architecture is highly disordered. It is well-known from studies on the behavior of structural cellular metals and metallic foams that disordered architectures are not able to effectively transmit stresses from the ligament scale to the overall (macro) scale, resulting in poor mechanical properties. In collaboration with Polymer Chemistry we have demonstrated how the unique self-assembly properties of block-copolymer based supramolecules may be employed to synthesize nanoporous metals having a well defined and ordered cellular architecture with porosities. Another interesting idea is to exploit nanoporous systems with different geometrical shape, which is relevant for further improvement of the performance of nanoparticles in various applications including catalysis, plasmonics and nanobiomedical technology. Very recently we were able to make nanoporous nanocubes that made it to the cover of a journal on materials physics and chemistry!



References

- E. Detsi, M. van de Schootbrugge, S. Punzhin, P.R. Onck and J.Th.M. De Hosson, "On tuning the morphology of nanoporous gold". *Scripta Materialia* **64** 319–322. (2011)
- I. Vukovic, S. Punzhin, Z. Vukovic, P.R. Onck, J.Th. M. De Hosson, G. ten Brinke and K. Loos, "Supramolecular Route to Well-Ordered Metal Nanofoams". *ACS Nano* **5** 6339 (2011)
- E. Detsi, Z.G. Chen, W.P. Vellinga, P.R. Onck and J.Th.M. De Hosson, "Reversible strain by physisorption in nanoporous gold". *Applied Physics Letter* **99** 083104 (2011)
- E. Detsi, E. De Jong, A. Zinchenko, Z. Vukovic, I. Vukovic, S. Punzhin, K. Loos, G. ten Brinke, H.A. De Raedt, P.R. Onck and J.Th.M. De Hosson, "On the specific surface area of nanoporous materials". *Acta Materialia* **59** 7488 (2011)
- E. Detsi, S. Punzhin, P.R. Onck and J.Th.M. De Hosson, "Direct synthesis of metal nanoparticles with tunable porosity". *J. Mater. Chem.* doi:10.1039/C2JM15801A (2012)
- E. Detsi, P.R. Onck and J.Th.M. De Hosson. *PCP Patent* 10156291.6 (2010)



Top Master Programme in Nanoscience

In addition to the 'regular' MSc-programmes in physics, applied physics, chemistry, and chemical engineering, our Faculty offers a selective master programme: the Top Master Programme in Nanoscience. This Programme distinguishes itself from the other programmes through the following characteristics:

- International orientation: all courses are taught in English and some 2/3 of the students come from abroad;
- Taught by leading scientists of the Zernike Institute for Advanced Materials;
- Aimed at a career in top-level research;
- Multi-disciplinary, uniting aspects of chemistry and physics, and aimed at understanding phenomena at the atomic/molecular scale;
- Selective: possession of a BSc-degree does not provide automatic entrance to the Programme;
- Challenging: about 20% heavier than regular MSc-programmes.

The Top Master Programme in Nanoscience aims to train the leading-edge scientists of the future. This is achieved by offering a challenging interdisciplinary programme and by admitting very talented and motivated students only. The educational programme is strongly intertwined with the research at the Zernike Institute: the courses are taught by international top-level scientists, and a large part of the programme consists of actually doing research alongside world-class scientists, using the state-of-the-art facilities of the Zernike Institute. Participants come from all over the world.

Quality assessment

A few years ago, the Programme was evaluated by the Nederlands-Vlaamse Accreditatie Organisatie, and judged to be of exceptional quality. Seven aspects of the Programme were singled out as 'exemplary'.

Application

To apply for the Top Master Programme in Nanoscience, send a motivation letter, explaining why you think this programme is suitable for you, and why you are a good candidate for this programme to dr. Koos Mars (n.j.i.mars@rug.nl), before 1 April 2012. If this letter and your grades are sufficiently promising, you will be invited for an interview with members of the Admissions Board in May 2012. The next cohort of students will start 1 September 2012.

More information

For further information, see www.rug.nl/zernike, or visit prof. Caspar van der Wal (Chair of the Course Committee), dr. Koos Mars (coordinator of the programme) or any of the currently participating students.

Reële en imaginaire bazen

Kwantificeer je baasfactor

Jasper Bosch

Dikwijls hoor je in de Franckenkamer een zin uitgesproken worden als 'die [NAAM], dat is ook wel een reële baas'. Hoewel het al dan niet reële baas zijn van een dergelijk persoon tot op heden geen vurige discussies heeft doen ontbranden, is het een kwestie van tijd totdat een uitspraak met een dusdanig slecht gedefinieerde betiteling tot hevige onenigheden gaat leiden. Om dergelijke misstanden te voorkomen lijkt het me verstandig het begrip 'reële baas' voor eens en altijd duidelijk te definiëren.

Net zoals een stroming laminair of turbulent kan zijn, kan iemand een reële baas zijn of niet. Een benaming voor iemand die geen reële baas is ken ik niet, dus ga ik er voor het gemak maar even vanuit dat zo iemand een imaginaire—in de volksmond ook wel 'laffe'—baas is. Tot zover is alles nog logisch en aannemelijk, dus ik zal m'n best doen om daar zo snel mogelijk iets aan te veranderen.

Om onduidelijkheden te voorkomen introduceren we een strikte definitie die slechts op één manier te interpreteren is. Het onderscheid tussen een reële en een laffe baas kan gemaakt worden door de wortel van een positief dan wel negatief getal te nemen. Dit getal, waar we de natuurlijke logaritme van nemen alvorens de wortel te trekken, is een product van factoren die

een rol spelen in het baas zijn.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat het mogelijk is dat je baasfactor in het verleden anders was dan tegenwoordig, aangezien deze onderhevig is aan veranderingen in je bierconsumptie en je studiegedrag.

Het pilsgetal

Aangezien de term 'reële baas' voornamelijk wordt gebruikt in verband met drank vergelijken we de bierconsumptie met het gemiddelde van Nederland, namelijk 72 liter per jaar.¹ Door het aantal biertjes dat iemand per week drinkt te schatten kunnen we het pilsgetal L als volgt bepalen:

$$L = \frac{52N}{288} \approx \frac{2N}{11}$$

waarbij N het aantal biertjes (Amsterdammers à 0,25 L) per week is, 52 het aantal weken in een jaar en de 288 in de noemer afkomstig is van het aantal Amsterdammers per liter – vier, welteverstaan – vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal liters dat de Nederlander per jaar drinkt. Dit levert een dimensieloos getal op dat aanduidt voor hoeveel gemiddelde Nederlanders je per jaar drinkt: indien $L < 1$ dan drink je minder dan de gemiddelde Nederlander en als $L > 1$ dan drink je meer.

1: Deze informatie is afkomstig van de uiterst twijfelachtige bron blog.nl/biernieuws/2011/07/01/daling-nederlandse-bierconsumptie-stagneert, waarbij opgemerkt dient te worden dat stagneren drinken is.

drinkt $N=20$ biertjes per week en heeft in de eerste twee blokken al zijn vakken gehaald ($T=30$). Het mag duidelijk zijn dat deze sjaars geen reële baas is en zijn baasfactor is dan ook $B=1,25i^5$

Een niet zo willekeurige derdejaars in de tabel heeft 135 punten ($T=135$) en drinkt $N=15$ biertjes per week. Ondanks het feit hij nog geen bestuursjaar heeft gedaan ($J=0$) is hij toch een reële baas ($B=0,57$). Een anonieme oud-voorzitter van Francken hoeft nauwelijks te borrelen om een reële baas te zijn: slechts tien biertjes per week ($N=11$) en $T=230$ studiepunten zijn al goed voor een baasfactor van $B=0,94$.

De niet nader te noemen postdoc blijkt, geheel naar verwachting, de grootste baas te zijn. 24 biertjes per week ($N=24$), een bestuursjaar ($J=1$) en $T=345$ punten

5: Het aantal biertjes dat de eerstejaars moet drinken om een reële baas te worden wordt als oefening voor de lezer overgelaten.

gedurende zijn studie leveren een baasfactor $B=1,44$ op⁶.

Naam	P	I	L	B
Eerstejaars	0,37	0,1	3,64	1,25 <i>i</i>
Derdejaars	0,72	0,45	2,73	0,57
Oud-voorzitter	1	0,77	2	0,94
Postdoc	1	1,15	4,36	1,44

Daar de bovenstaande berekeningen een enkele lezer wellicht de spreekwoordelijke pet te boven zullen gaan is er ook een app om de baasfactor te berekenen, want zo hoort dat tegenwoordig. Op www.professorfrancken.nl/baasfactor kun je binnen luttele seconden achterhalen of je al dan niet een reële baas bent.



6: Momenteel doet de postdoc verwoedde pogingen zijn bierversoep te verlagen naar 22,5 opdat hij een mooie ronde baasfactor van $\sqrt{2}$ bereikt.



In het buitenland

Oxford traditions

Niels Martens



Aangezien Nederland haar kenniseconomie blijkbaar niet meer belangrijk vindt, leek het me verstandig om nog even gebruik te maken van de beurzen voor studeren in het buitenland voordat deze ophouden met bestaan. En welke stad is nou beter om een jaartje te vertoeven dan de stad waar J.R.R. Tolkien zijn *Lord of the Rings* schreef, C.S. Lewis zijn *Narnia* (de pub waar Tolkien en Lewis elke donderdag bijeenkwamen is vijf minuten lopen hiervandaan), Lewis Carroll zijn *Alice in Wonderland*, waar je om de haverklap filmsets van *Morse* tegenkomt, waar elke week een wereldberoemd politicus of wetenschapper komt spreken, waar Emma Watson studeert en waar Johnny Depp vorige maand langskwam. Oxford is zo anders: zoveel ongewone tradities, zoveel briljante sprekers en evenementen, zoveel historie, zoveel rare *societies*. Hoewel het onmogelijk lijkt om ook maar een klein beetje van de *Oxford experience* via dit artikel over te brengen, ga ik toch een poging wagen.

Om het leven in Oxford te begrijpen is het cruciaal om het concept *colleges* (instituten, niet te verwarren met hoorcolleges) te begrijpen. De 38 *colleges* vormen de bouwstenen van Oxford University. Variërend van prachtige twaalfde-eeuwse zandstenen

gebouwen tot lelijke twintigste-eeuwse betonnen blokken vormen ze de plek waar *undergrads* (bachelorstudenten) eten, slapen, werken, les krijgen, bidden en feesten. Maaltijden worden genuttigd in een Harry Potter-achtige eetzaal (de *dining hall* van Christ Church is daadwerkelijk gebruikt voor de Harry Potterfilms) en er wordt gestudeerd in de privébibliotheek. Hierdoor heeft Oxford in totaal ongeveer honderd bibliotheken. Er wordt gebeden in de eigen kapel, kerk of soms zelfs kathedraal. Het aantal priesters per vierkante kilometer in Oxford is, op Vaticaanstad na, het hoogste ter wereld en het aantal kerkkoren komt er dicht bij in de buurt.

Elke *college* kiest een aantal vakgebieden waar ze in specialiseren en zoekt bijbeho-



Figuur 1. Niels in Oxford academic dress.

rende *fellows*. *Fellows* zijn tegelijkertijd onderzoekers aan de universiteit, tutors van de *undergrads* (elke week verdedigen de *undergrads* hun essays gedurende enkele uren in *tutorials*, het paradepaardje van Oxford) en eigenaars van de *college*. Daar komt ook de regel vandaan dat een *fellow* elke avond een gratis viergangendiner in the *dining hall* mag nuttigen. De *colleges* vormen hun eigen minigemeenschap en

...en het achteruitzetten van de klok naar wintertijd, waarbij onze burens een uur lang achteruit om hun college lopen en port drinken om de breuk in het space-time continuum te herstellen.

hebben niet zoveel met de rest van de universiteit te maken.

Voordat Oxford ook *graduate* programma's aan ging bieden was de universiteit zelf dan ook niet meer dan een machteloos klein gebouwtje met administratiemedewerkers. Als je iemand met een Oxford-Universitytrui ziet rondlopen weet men meteen dat het een toerist is; studenten zullen alleen kleding, van sjaals tot manchetknopen, van hun eigen *college* dragen. Naast *fellows/tutors* staat er in je *college* een heel leger aan *Welfare Officers* voor je klaar, *scouts* (schoonmakers) die elke dag

langskomen in je kamer, en nog veel meer personeel. Veel studenten klagen dan ook dat ze veel te veel geld kwijt zijn aan *college fees*, maar de waarheid is dat *colleges* zelf 90% van de kosten van een student voor hun rekening nemen. Dit geld sprokkelen ze bij elkaar door goede connecties met steenrijke alumni en eigendommen die ze in de loop van de eeuwen vergaard hebben. Zo bezit Magdalen College haar eigen hertenpark en zijn de drie grootste *colleges* eigenaar van bijna al het onroerend goed in Oxford (veel kavels zijn verhuurd voor periodes van 999 jaar) en er is zelfs een *college* dat half Londen bezit. All Souls College is een oogverblindend steenrijk gotisch *college* dat elk jaar de 70 afgestudeerden met de hoogste cijfers de kans geeft om hun speciaal examen af te leggen. Dit betekent dat je testen moet doen in verschillende vakgebieden van kunstgeschiedenis tot natuurkunde en één woord krijgt waarover je een heel essay moet schrijven. De drie winnaars worden *fellow* van de *college* en mogen de komende zeven jaar op kosten van de *college* promoveren, dineren en wonen.

Het meest kenmerkende aan Oxford (en Cambridge) is dat alles altijd net iets anders moet dan in de rest van de wereld. Het stikt van de rare tradities, met rare outfits, rare liedjes en rare termen. Het jaar begint met *matriculation*: een lange ceremonie in het operagebouw waarbij iedereen *sub-fusc*, *bow tie*, *mortar board* (als *visiting student* zal ik niet afstuderen aan Oxford, dus hoewel ik verplicht ben om een *mortar board* te kopen en in mijn handen te dragen mag ik hem nooit in mijn leven opdoen) en

een *gown* moet dragen (zie Figuur 1) en de *vice-chancellor* in het Latijn een toespraak houdt. Daarna begint iedereen met studeren, maar natuurlijk niet voor een BSc of MSc: die bestaan hier niet. In Oxford studeer je voor een *BPhil*, *MRes*, *MPhil*, *MLet*, *MSt* of *DPhil*. Hiermee lijkt Oxford aan te willen geven dat hun titels meer waard zijn, maar tegelijkertijd krijgen de *undergrads* maar drie keer acht weken per jaar les en alleen aan het eind van het eerste en derde jaar tentamens. Studenten die hun bachelor behalen (negen keer acht weken) kunnen in principe al gaan promoveren!

De paar keer dat men tentamens doet (natuurlijk weer volledig in pak en met *gown*, anders kom je de tentamenhal niet in) staan je medestudenten je buiten op te wachten na afloop en bekogelen je met rotte tomaten.

De avonduren besteedt men aan *fancy* dinertjes. Werkelijk elk excuus wordt hier gebruikt om een gezamenlijk *fancy dinner* te organiseren, waarbij je elke keer weer opnieuw moet winkelen vanwege de nieuwe *dress code* waarvan je de naam nog nooit gehoord had. Ook zijn er *bops* (feestjes, maar feestjes in Oxford zijn natuurlijk geen feestjes, het zijn *bops*) met een thema en een winnaar voor het beste kostuum en op vrijdag een *Formal Hall*, waarbij iedereen moet opstaan als de *fellows* in hun pak en *gown* langskomen op weg naar *High Table* waarna er in het Latijn gebeden wordt. De *bops* worden af en toe afgewisseld door een gala. Een gala is echter niet een gewoon feestje plus galakleding. Een *Oxford Gala* kost soms 250 pond en begint met

een vijfgangendiner. In vijf verschillende zalen spelen vijf verschillende bands, er is een *silent disco*, je kunt lasergamen, er zijn gratis massages, chocoladefontein en een luxueus ontbijt voor diegenen die de ochtend halen. Verdere memorabele momenten zijn *Burns Supper*, een diner op 25 januari alwaar een schotse doedelzakspeler in kilt een ode van Robert Burns opdraagt aan je haggis (schapenmaag) alvorens je hem opeet; *Maymorning*, de ochtend van 1 mei waarbij het beroemde koor van Magdalen College een openluchtconcert geeft en hun eerstejaars proberen van de brug af te springen zonder hun benen te breken; en het achteruitzetten van de klok naar wintertijd, waarbij onze burens van Merton College een uur lang achteruit om hun *college* lopen en port drinken om de breuk in het *spacetime continuum* te herstellen. Tevens wordt het jaar in mijn eigen *college*, Corpus Christi, afgesloten met de jaarlijkse *tortoise race*. De president van Corpus Christi verzorgt gedurende het jaar de Corpus Christi-schildpadden in zijn (roze) huis, en aan het einde van het jaar racen ze tegen elkaar. Aangezien dat het enige moment is dat ze met elkaar in contact kunnen komen, hebben de schildpadden echter meer oog voor elkaar dan voor de eindstreep.

Naast al dit luxueuze vertier wordt er natuurlijk ook nog wat werk verzet. Er zijn standaard drie of vier seminars over theoretische deeltjesfysica per week en daarnaast nog vele bredere praatjes van wereldberoemde wetenschappers. Zodra CERN nieuwe resultaten heeft, worden

deze binnen een paar dagen in Oxford tijdens een seminar gepresenteerd. Kortom, de academische omgeving is geweldig. Verder volg ik een vak 'Quantum Graphs' via een *video lecture* met Imperial College, Bristol University en Warwick University. De belangrijkste reden dat ik hier ben echter, is mijn masteronderzoek in de theoretische astrodeeltjesfysica, onder begeleiding van professor Subir Sarkar en professor Olaf Scholten van het KVI. Aangezien dit geen technische natuurkunde betreft zal ik slechts een korte uitleg geven. De AUGER-detector in Argentinië heeft ultrahoog-energetische kosmische straling (deeltjes, vooral protonen, waarmee de aarde bestookt wordt vanuit de ruimte) waargenomen met energieën van meer dan 10^{20} eV. Dit komt neer op een enkel proton met de energie van een bowlingbal! We hebben geen idee hoe het mogelijk is dat ons universum zulke hoge energieën produceert. Wij onderzoeken of het mogelijk is dat *magnetars* deze straling veroorzaken. *Magnetars* zijn neutronensterren met een extreem sterk magnetisch veld (meer dan

10^{15} gauss). Hoewel de magnetische energie theoretisch voldoende blijkt te zijn om de ultrahoogenergetische kosmische straling te produceren lijkt het er echter op dat de straling uit andere richtingen komt dan de locatie van de *magnetars*. Door te programmeren hoe de straling zich voortplant door het galactisch magnetisch veld, proberen we uit te vinden of deze discrepantie te wijten is aan het magnetisch veld, of dat de kosmische straling toch echt door andere objecten veroorzaakt moet worden.

Helaas schiet de beschikbare ruimte te kort om verder uit te wijden over onderwaterhockey, de Britse beleefdheid die omslaat in kwaadaardigheid zodra er gedronken wordt, de presidenten van Mongolië en Finland, dr. Forrest die kwam vertellen over zijn '*top secret nuclear fusion mission*' gedurende de Koude Oorlog en de astrofysica-professor die onlangs vermoord is. Om hier meer over te weten te komen raad ik je aan om zelf naar Oxford of een andere buitenlandse universiteit te gaan, want studeren in het buitenland is hoe dan ook een onvergetelijke ervaring.



Advertorial

Een kijkje achter de schermen bij Optiver

Arnold Jansen



Hectiek, snelle beslissingen en dat allemaal achter zes schermen. Maar wat doet een *trader* nou eigenlijk precies? Sinds september 2009 ben ik werkzaam bij Optiver na de afronding van mijn master Theoretical Physics in Utrecht. Ik werk als *trader* in het Codec team (*commodities, debt & currencies*), waar we opties verhandelen op staatsobligaties en, in mijn geval, *currencies*. Als *screen trader* handel je alle optie-series van een bepaald product. Dat kan bijvoorbeeld een index zijn of een aantal aandelenfondsen. Aangezien er opties bestaan met verschillende uitoefenprijzen en verschillende expiratiemaanden betekent dat een paar schermen vol met financiële instrumenten waar je in handelt.

Optiver opereert als *market maker*, wat inhoudt dat we in al die individuele instrumenten koop- en verkoopprijzen laten zien waartegen wij bereid zijn om te handelen. Het is de verantwoordelijkheid van de *screen trader* om die prijzen te bepalen. Deze prijzen hangen voor een deel af van factoren die gegeven zijn, zoals de koers van het onderliggende aandeel of index, de uitoefenprijs en het moment van expiratie van de optie. Voor een belangrijk deel hangen de prijzen echter ook af van factoren die niet vastliggen en beïnvloed worden door vraag en aanbod in de markt. De belangrijkste taak van de *screen trader* is

dan ook om een juiste inschatting te maken van het marktsentiment en op basis daarvan de optieprijzen te bepalen. Als je steeds een goede inschatting maakt van de prijzen en erin slaagt met je koop- en verkoopprijzen om het prijsevenwichtspunt heen te gaan zitten, dan zul je gemiddeld genomen ongeveer even vaak een koop als een verkoop doen en zul je steeds de kleine *spread* tussen koop- en verkoopprijs als winst maken. We proberen uiteraard, naast het bieden van liquiditeit aan de markt, onze taak als *market maker* zo winstgevend mogelijk uit te voeren.

Van natuurkunde naar trading

Gedurende mijn master Theoretical Physics realiseerde ik mij dat de echte harde natuurkunde voor mij te abstract was en ik daar te weinig voldoening uit haalde om daar in verder te gaan. Tijdens de Bèta Bedrijvendagen ben ik in aanraking gekomen met Optiver. Ik was op zoek naar een baan waar ik nog steeds bezig kon zijn met cijfers en formules, maar waar ik ook concreet op analytische wijze problemen zou kunnen oplossen. De cijfers komen natuurlijk heel direct terug in mijn baan als *trader*, alleen al door het feit dat ik voortdurend talloze prijzen en handelsvolumes op schermen zie, die overigens per seconde veranderen omdat de financiële markten nou eenmaal een zeer snel en dynamisch karakter heb-



ben waarin informatie van enkele seconden geleden alweer achterhaald kan zijn.

Het analytische aspect zit hem in de benaderingsmodellen die gebruikt worden waarvan het Nobelprijswinnende *Black-Scholes* model het meest gangbare is. Binnen zo'n model is er altijd een vrije variabele die weergeeft wat de te verwachten beweging van de koers van de onderliggende is, de zogeheten volatiliteit, welke voortdurend door de *trader* wordt aangepast op grond van wat hij in de markt ziet gebeuren. Anderzijds is het zo dat je altijd een bepaalde correlatie verwacht tussen opties met bijvoorbeeld dezelfde uitoefenprijs maar met verschillende expiratedata of vice versa. Als *trader* ben je voortdurend dergelijke correlaties aan het bestuderen waarbij je eigen creativiteit een heel grote rol speelt.

Voordat ik bij Optiver begon vroeg ik me af of ik geen achterstand had doordat ik geen financieel-economische achtergrond had. Al snel bleek echter dat dit geen enkel probleem vormt, omdat je de eerste drie weken een intensieve theorietraining krijgt over optietheorie, handelssystemen en tradingstrategieën. Binnen een maand begin je vervolgens te handelen met kleine volumes,

maar al wel met echt geld. Na twee maanden krijg je een 'echte' *desk*. Dit betekent dat je verantwoordelijk wordt voor een *desk* waar de opties op een bepaald product worden gehandeld. Als je bij Optiver laat zien dat je goed bent in wat je doet, dan krijg je ontzettend snel de kans om nog meer verantwoordelijkheid te krijgen. Dit kan in de vorm van het handelen van een 'zwaardere' *desk* tot het intern doorgroeien naar een leidinggevende functie.

A day in the life

Een typische dag als handelaar bij Optiver begint rond acht uur met het opstarten van je *desk* en de handelssystemen. Voordat de markten openen om negen uur bestudeer ik het financiële nieuws op verschillende websites en is er een korte ochtendbijeenkomst van de handelaren, waarin het belangrijkste nieuws wordt besproken en er een inschatting gemaakt wordt in hoeverre dit van invloed is op de handel en de optieprijs. Om negen uur openen de meeste Europese indices en aandelenbeurzen en begint het handelen. Meestal zijn de eerste uren vrij hectisch.

Rond lunchtijd zien we in het algemeen dat de financiële markten stabiliseren. Het is



echter niet zo dat we ons vervelen op de rustige momenten. Deze grijp je aan om na te denken over verbeteringen in bijvoorbeeld het handelssysteem of in bepaalde handelsstrategieën.

's Middags bereid je jezelf voor op de opening van de beurzen in Amerika om half vier en, een uur eerder, al eventueel op de macrocijfers die bekend worden gemaakt. Dit genereert gewoonlijk veel handel, dus je dient op dit soort moment echt alert te zijn. Om half zes sluiten de Europese aandelenmarkten en zijn de meeste *traders* uitgehandeld. Je voert nog wat administratieve handelingen uit, bespreekt de dag kort na en rond zes uur is het tijd om naar huis te gaan.

Eigenschappen van een trader

Als handelaar is het ten eerste belangrijk dat je affiniteit met cijfers en een zeer goed numeriek inzicht hebt. Je bent niet letterlijk de hele dag aan het rekenen, maar wel voortdurend bezig met getallen en het is noodzakelijk dat je een goed geheugen hebt hiervoor. De meerwaarde als natuurkundige is dat je dit kunt combineren met een sterk analytisch inzicht, wat je in staat stelt om handelsstrategieën te verbeteren en verfijnen. Daarnaast is een fanatieke en competitieve instelling van belang. Als je te vrijblijvend in deze business staat, ben je steeds net te langzaam met het nemen van beslissingen. Het snel nemen van beslissingen is dan ook belangrijk, omdat kansen in de markt zich vaak maar een fractie van een seconde voordoen. Je moet dan niet twijfelen, want je dient soms een beslissing

te nemen zonder dat je volledige informatie hebt. Ik heb zelf ervaren dat dit als natuurkundige in het begin lastig kan zijn, omdat je gewend bent eerst alle kanten van een vraagstuk te bekijken om vervolgens met een exacte oplossing te komen waarvan je dan ook zeker weet dat het de juiste is.

Wat maakt Optiver voor jou de ideale werkgever?

Ik vind Optiver een fantastisch bedrijf om voor te werken omdat het me de kans geeft om te werken met ontzettend gemotiveerde mensen uit allerlei culturen. Iedereen heeft een ontzettende *drive* om te willen winnen, een instelling het elke dag weer goed te willen doen. Daarnaast is het in mijn ogen uniek dat je in een omgeving van zeer jonge mensen – de meeste *traders* zijn starters rechtstreeks vanuit de universiteit – zo snel al zo veel verantwoordelijkheid kunt krijgen. Toch blijft de sfeer op de handelsvloer en binnen het bedrijf heel informeel. Denk niet dat van je verwacht wordt dat je strak in pak op je werk verschijnt. Een t-shirt en gympen is ook prima. Als je als natuurkundige twijfelt of je verder wilt in de wetenschappelijk wereld, maar denkt dat het uiteindelijk toch niet concreet genoeg zal zijn dan is een baan als *trader* bij Optiver zeker het overwegen waard. Je kunt je met je analytische inzicht volledig uitleven op het herkennen van allerlei soorten verbanden tussen gerelateerde financiële instrumenten, terwijl je tegelijkertijd met iets bezig bent dat direct resultaat geeft. Ik heb dit zelf ervaren als een ideale combinatie.



Meer weten?

Wil je meer weten over trading of meer informatie ontvangen over deelname aan een in-house day? Neem dan contact op met Kim Ruijter (Recruiter Trading) via 020-7087000 of stuur een mailtje naar recruitment@optiver.com.



Het leven na Francken

Van fotocie tot gezagvoerder

Paul 'Flep' Flentge

Een nachtje doorhalen, denkend aan Mexico – ik doe het nog steeds. Wat dat betreft is er voor mij weinig veranderd sinds mijn actieve Franckentijd eind vorige eeuw. Het was in de tijd dat de eerste Francken Vrij nog in Wordperfect 6.1 in elkaar werd gezet en ik maakte foto's nog met Kodakfilmrolletjes. Dat vrijdagavond, in een geur van frituur en (later) gegrilde hamburgers, de dobbelstenen op tafel rolden. Bij het horen van het woord Mex(ico) werd iedereen weer wakker om te kijken wie de pineut was. Dat gaf weer adrenaline om verder te gaan. Voor mijn werk vlieg ik nu een paar keer per jaar naar Mexico, wat ook een nachtje doorhalen inhoudt. Het is fijn om op z'n moment weer even aan de fijne tijd bij Francken terug te denken.

Gek genoeg heb ik de studie technische natuurkunde niet eens afgemaakt. Na een aantal jaren heb ik een nieuw actieplan gemaakt, wat inhield dat ik overstapte op technische bedrijfswetenschappen. Voor mij een goede keus en misschien was ik achteraf met 17 jaar wel iets te jong om direct te gaan studeren. TBW heb ik met veel plezier afgemaakt in de richting 'logistiek en planning'. Dan aan het werk zou je denken, maar het doorkomen van de selectie van de KLM-luchtvaartschool weerhield mij daar voorlopig van. Nog een opleiding dus, en wel die van piloot. Het eerste jaar

van de opleiding was theorie in Eelde. Vervolgens een half jaar vliegen in Arizona en daarna afronding van de opleiding in Eelde op tweemotorig propeller en een *full flight simulator*. Een heel leuke, intensieve opleiding. Praktisch werken/denken is dan belangrijk want er is in een vliegtuig geen tijd om uitgebreid dingen te gaan uitrekenen. Vuistregels en hoofdrekken zijn weer aan de orde en belangrijke getallen moet je gewoonweg uit je hoofd leren. In een later stadium wordt het samenwerken in de cockpit belangrijk. Na het afronden van mijn vliegopleiding in 2005 was KLM weer volop nieuwe vliegers aan het aannemen. En gelukkig kon ik dan ook in 2006 als co-piloot op de Boeing 747-400 beginnen (of in KLM-taal als *coco 74*). Je wordt ingezet als *crew relief pilot* op vluchten langer dan acht uur. Dit heeft te maken met de rust- en werktijdenwet. De gezagvoerder en de co-piloot doen de start en de landing, op kruishoogte gaan we vervolgens rouleren waardoor één van ons altijd rust heeft. Een leuke startfunctie om te leren wat operationeel vliegen voor een airliner inhoudt. Bij KLM is de training gericht op een '*speak up*-mentaliteit'. En dat is niet alleen heel veilig, maar zorgt ook voor een fijne werksfeer. De 747 divisie bestaat uit ongeveer 240 gezagvoerders en evenveel co-piloten. Elke vlucht vlieg je weer met andere mensen. Dan is het helemaal prettig



om gelijkwaardig bij het team te horen. Vier keer per jaar trainen we in de simulator allerlei situaties, waarbij we met allerlei soorten defecten te maken krijgen. Het 'technisch afhandelen' van een storing gebeurt aan de hand van de *non-normal checklist*. Vervolgens moet er natuurlijk besloten worden hoe verder gevlogen wordt. Gaan we uitwijken naar een ander veld? Hoe is het weer daar? Hoeveel brandstof hebben we nog? En uiteraard wordt het ons ook niet makkelijk gemaakt tijdens de rest van de trainingsvlucht. Defecten op kristallografisch niveau hoop ik niet meer tegen te komen tijdens mijn carrière. Vliegtuigen worden gemaakt om te vliegen: na een lange vlucht van tien uur stijgen ze binnen drie uur weer op. Daar komt bij dat het op een kruishoogte van 39000 ft al gauw -60°C is. En na een *descent* van minder dan een

half uur staat de kist in tropisch weer van $+30^{\circ}\text{C}$. En dan heb ik het nog niet eens gehad over mechanische belasting tijdens turbulentie bijvoorbeeld. Het doet me dan goed om te weten dat er veel slimme (materiaalkundige) bèta's betrokken zijn bij het ontwerpen, fabriceren en onderhouden van een vliegtuig.

De vijf jaar die ik nu bij KLM werk zijn voorbij gevlogen. Het ritme is gemiddeld vier dagen weg en vier dagen vrij. De schema's zijn zo dat we af en toe ook een paar dagen op de bestemming verblijven. De ideale kans natuurlijk om erop te trekken met een paar collega's. Rondreizen in Japan, op jungletocht in Suriname, op safari in Zuid-Afrika, Hongkong bij nacht, Shanghai en Chinees nieuwjaar in Beijing hebben allemaal heel mooie herinneringen opgeleverd. Af en toe is het ook mogelijk om vrienden mee

te nemen. Zo zijn twee Franckenvrienden van mij, Martin Hommes en Redmer van Tijum, mee geweest naar *Sequoia National Park*. Heel gaaf dat zoiets mogelijk is.

Iedereen die bij KLM is aangenomen zal in principe zijn hele carrière daar werken. Bij aanname wordt gekeken of je geschikt ben om gezagvoerder te kunnen worden. Uiteraard moet daar zelf wel hard aange werkt worden, maar we hoeven elkaar niet te beconcurreren, wat de veiligheid alleen maar ten goede komt. Mijn volgende functie zal copiloot Boeing 737 worden. Een kleiner vliegtuig dus, maar wel een zwaardere functie. Het andere grote verschil is dat er een paar vluchten per dag gemaakt worden binnen Europa. Je bouwt dus heel snel ervaring op. Na een aantal jaren is het dan mogelijk om omgeschoold te worden naar 'copiloot intercontinentaal'. Daarna volgen 'gezagvoerder 737' en vervolgens 'gezagvoerder intercontinentaal'. Dit is zo grofweg de carrière die voor je staat.

Er werken heel veel mensen met een verschillende achtergrond die allemaal van vliegen houden. Dat geldt niet alleen voor het cabinepersoneel, maar ook voor de vliegers. Er zijn vliegers met een universitaire achtergrond, ex-luchtmachtvliegers, mensen die heel veel zweefvliegen, maar ook mensen die parttime werken en er een klein bedrijfje naast hebben. Binnen KLM zijn er ook mogelijkheden om in de toekomst iets naast het operationeel vliegen te gaan doen. Instructeur worden is een optie, maar technisch-vlieger of manager van een divisie is ook een mogelijkheid. Daarnaast zijn er bij de vakbond veel commissies waar aan deel genomen kan worden. Voorbeelden zijn 'werk- en rusttijdenregeling', 'aeromedisch', 'security' en de ledenraad. Hoewel KLM een heel groot bedrijf is, lukt het goed om een prettige werksfeer te creëren. Dat ervaar ik als het mooiste van mijn werk. En natuurlijk ook de mooie uitzichten en de tourtjes op bestemming.



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**



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.

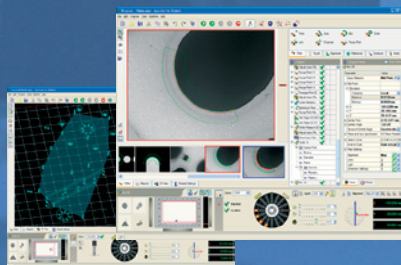
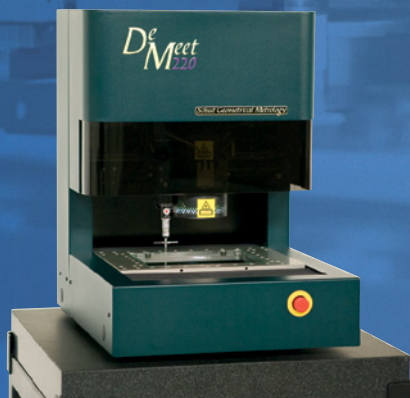
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de 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 *De Meet*

