

Francken Vrij



Jaargang 15, editie 2



Paar



It's time to rethink the fundamentals

As if the world of energy has ever been a simple one – we are now in a complex era, one in which the demand for energy will exceed the supply within the next decade. It is essential that we improve energy efficiency while managing existing sources and developing new ones. Organizations are seeking ways to adapt to rapid change, discovering that a sustainable energy system plus sound performance and certified standards can provide the flexibility needed to meet the challenges of this century. KEMA is a global authority in energy consulting and testing & certification, active throughout the entire energy value-chain. We understand and recognize the technical consequences of a business decision, as well as the business consequences of a technical decision. Innovative technology has been our starting point for more than 80 years. *That* is experience you can trust. www.kema.com

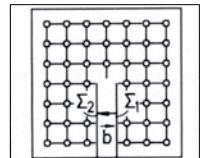
- > Business & technical consulting
- > Technical & operational services
- > Inspections & assessments
- > Testing & certification
- > Research & innovation

Inhoudsopgave

	4	Redactioneel en colofon
<i>Van de voorzitter</i>	5	Voorzittersaura
	6	Verenigingsnieuws
<i>Onder de loep</i>	9	Bosonen zijn sociaal, fermionen asociaal
<i>Exclusief</i>	14	De wetenschap van de paring
	18	Puzzel en themastrip
<i>Het leven na Francken</i>	20	Werkloos zijn is hard werken
<i>Exclusief</i>	23	Wisseling van de wacht
<i>Een kijkje bij</i>	27	Fysica van nanodevices
<i>In het buitenland</i>	32	Leuven, België

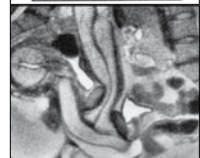
Onder de loep

Pagina 9



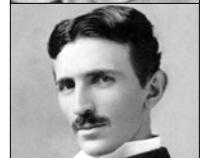
Wetenschap van paring

Pagina 14



Wisseling van de wacht

Pagina 23



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:	15, 2010/2011
Nummer:	Maart 2011
Oplage:	600
Volgend thema:	Symmetrie
Deadline:	1 mei 2011
Hoofdredacteur:	Arjan Boerma
Redactie:	Wopke Hellinga Thijs Huijskes Irina Versteeg Guus Winter
Eindredacteur:	Jasper Bosch
Drukkerij:	Scholma Druk, Bedum

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. M. Schenkel,
drs. A.R. Onur, Arjan Boerma, Jasper Bosch, Hilbert Dijkstra,
Wopke Hellinga, Rudy Schuitema, Irina Versteeg

Adverteerders:

Bosch, Café Karakter, ASML, Brunel, KEMA, Schut Geometrische Meettechniek

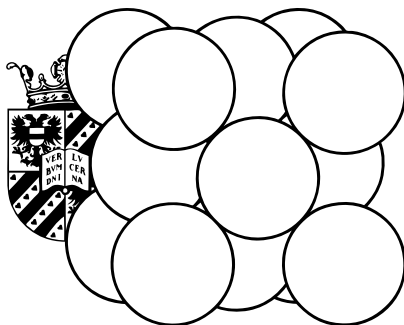
Om te adverteren in de Francken Vrij kunt u contact opnemen met de bedrijvencommissaris van T.F.V. 'Professor Francken', via bedrijvencommissaris@professorfrancken.nl

Redactioneel

Ten eerste wil ik u graag mijn excuses aanbieden voor pagina 28 van de vorige editie: deze was ontstellend lelijk. Mea maxima culpa, het zal niet weer gebeuren.

Mijn voor-voorganger Wendy schreef hier een aantal jaargangen geleden al dat het maken van de Francken Vrij steeds meer op een routine gaat lijken. 'Het layouten kost maar een paar uur tijd met een paar man, de meeste stukjes komen op tijd binnen en de redactie kan het prima met elkaar vinden.'

Het is een kleine stap van routine naar sleur, dus wellicht moeten we blij zijn dat het layoutweekend weer als vanouds belabberd geregeld is. De layout-templates zijn kwijt, de laatste kopij komt zondagavond pas en de halve redactie is *otherwise engaged*. Gelukkig zijn wij die er wel zijn messcherp, en als het goed is merkt u als de lezer helemaal niets van onze perikelen.



Van de voorzitter

Voorzittersaura

Jasper Bosch




Toen ik een jaar geleden in Francken Vrij 14.2 in het stuk 'van de voorzitter' las over de elektro-afwijking van Bijl dacht ik nog "ach, dat zal wel ergens anders door komen". Bijl is nou eenmaal niet de meest voorzichtige persoon die op deze planeet rondloopt. Ik had overigens rond die tijd nog geen flauw benul dat ik deze rubriek dit jaar zou mogen schrijven. Toch heb ik de afgelopen maanden ondervonden dat er wel degelijk iets te zeggen valt voor het zogenaamde voorzittersaura. Naast een falende batterij in mijn iPhone en een onophoudelijke aansenschakeling van mankementen aan mijn fiets weigeren voornamelijk de Francken-computers en -randapparatuur dienst in mijn bijzijn. Thuis valt het vooralsnog wel mee; je moet je voorzittersaura immers niet mee naar huis nemen.

In de loop van het jaar begonnen de computers steeds meer tegenzin te tonen als het ging om het openen van 'deze com-



puter' of het starten van *Word of Call of Duty*. Een oplossing hiervoor leek vrij snel gevonden in de vorm van onze liefvallige secretaris, maar toen de computers erachter kwamen dat Marten alle programma's voor mij startte waren we vrij snel terug bij af. Nieuwe pc's kopen dan maar, dat zou de problemen toch wel tot het verleden doen behoren. Maar niets bleek minder waar: toen ik aanbod de

versgebouwde computers te voorzien van een besturingssysteem bleek dat ook Windows 7 uitgerust is met voorzittersdetectie en weigerde de installatieprocedure dienst in mijn bijzijn. Nadat ik op verzoek van de computercommissie de kamer had verlaten verliep alles ineens vlekkeloos en kon men luttele uren later weer naar hartelust gamen.

De huidige vorm van het voorzittersvirus is gelukkig nog niet overdraagbaar op andere bestuursleden. Mocht er in de toekomst echter een mutatie plaatsvinden dan adviseer ik een quarantaine op Hawaï. 





Verenigingsnieuws

Jonge kaas in nieuwe zakken

Hilbert Dijkstra

In de vorige Francken Vrij was het de eerste keer dat het verenigingsnieuws een plek in de Francken Vrij had gekregen, in deze editie is het alweer als vanouds. Graag geven we hier een overzicht van wat er allemaal is gebeurd in de afgelopen maanden en wat er allemaal staat te gebeuren in de komende periode.

Website

Zoals jullie allemaal hebben kunnen zien heeft de Franckensite een metamorfose ondergaan. De site is helemaal vernieuwd en er is ook een aantal nieuwe rubrieken toegevoegd. Nieuw op de site is het

carrièreplaza waaronder de carrièregerichte rubrieken worden samengevoegd. Hieronder vallen de bedrijfsprofielen, de nieuwe vacaturepagina, het excursie- en lezingenoverzicht en de onderzoeken en stages. Ook nieuw is het weblog. Wekelijks verschijnt er een nieuwe blog van één van de vier bloggers. Houd de site dus in de gaten!

Franckensymposium

Op 7 december vond het jaarlijkse Franckensymposium plaats in de Bernoulliborg. Onder leiding van professor De Hosson als dagvoorzitter liet een aantal experts



zijn licht schijnen op het thema veiligheid. Hierbij kwamen onderwerpen aan bod als crashtestsimulaties bij auto's, veiligheid van het gasnetwerk en voorzorgsmaatregelen bij bestraling in ziekenhuizen. Al met al een zeer interessante en leerzame dag waarna nog lang werd nageborreld.

Borrels en feestjes

De afgelopen maanden zijn er de nodige feestjes de revue gepasseerd waarvan het ene nog mooier was dan het andere. Voor de externe verenigingsborrels zijn we dit jaar weer terug in het oude vertrouwde café Karakter. De afgelopen borrels waren erg goed bezocht en supergezellig. We hopen dat de laatste Karakterborrels van dit jaar zo mogelijk nog gezelliger worden dan de afgelopen borrels.

De Foxxie is ook weer druk in de weer geweest. Het kerstdiner was wederom

een hoogtepunt vlak voor het kerstreces. Erg goed bezocht en er werd superlekker gegeten. Ook de filmavond en het pooltoernooi waren geslaagd met een prima opkomst waarbij het telkens erg leuk is om ook een grote groep eerstejaarsstudenten te mogen begroeten.

Het Labfeest is ook in al zijn glorie hersteld. Als fantastisch feest op de faculteit met veel bezoekers – van student tot promovendus, van alumnus tot professor – was het Labfeest een regelrechte hit. Menig hitje kwam voorbij in de karaokezaal die was geregeld door de Foxxie. De ene keer net iets valser dan de andere, maar dat mocht de pret niet drukken. Een paar dagen na het Labfeest was het Alfabetfeest in Huize Maas. Het thema, dingen met een G, werd als beste uitgedragen door Daniel Chernowitz die zichzelf had verkleed als Ghana en daarmee in de prijzen viel. Naast alle mooie





outfits was het een legendarisch feest waar nog lang over zal worden nagesproken.

Sponsornieuws

Mocht het je onverhoopt zijn ontgaan, sinds november dit jaar hebben we een nieuwe mega-hoofdsponsor: Bosch Technology. Of Jasper zijn vader even lief heeft aangekeken of dat we gewoon een heel mooi filmpje hebben gemaakt laten we in het midden, maar het feit blijft dat we erg blij zijn met het sponsorschap dat we hebben gewonnen. Naast Bosch Technology zijn KEMA en Thales dit jaar hoofdsponsor geworden van Francken. De komende maanden staan, naast de Optiver-excursie, ook excursies richting Thales en Bosch op het programma. We hopen dat jullie allemaal meegaan op deze interessante excursies. Naast de hoofdsponsors ontvangen jul-

lie ook regelmatig een ledenmail van ons waarin we aandacht geven aan een event of inhouse dag van een sponsor. Dit zijn heel interessante en leerzame dagen die ik jullie zeker aan kan raden.

Aankomend

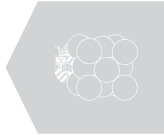
Ook dit jaar gaan we weer op buitenlandse reis met ditmaal als bestemming Praag, Budapest en Wenen. Helaas is de inschrijving al gesloten, maar het belooft een supergave reis te worden.



Onder de loep

Bosonen zijn sociaal, fermionen asociaal

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

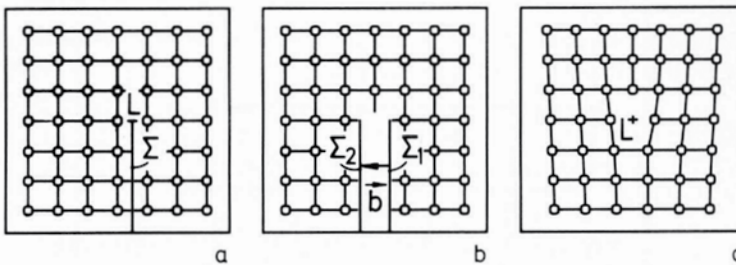


We schrijven het jaar 1635: Galilei, 72 jaar oud, voltooide zijn 'Dialog' over een 'nieuwe' wetenschappelijke vraagstelling: wat houdt een materiaal bijeen en wanneer valt het uit elkaar?¹ Kauwgom is vervormbaar, althans bij kamertemperatuur, maar een baksteen vertoont bros breukgedrag. Ieder materiaal breekt onder een voldoende hoge mechanische belasting, maar hoe precies blijft nogal raadselachtig. Ofschoon sinds Galilei de binding van vaste stoffen adequaat met elektronen en fononen kon worden verklaard, geldt een soortgelijk succes niet bij het voorspellen en begrijpen van het breukgedrag van materialen. De reden daarvan ligt besloten in het collectieve gedrag van defecten. Materialen zijn in feite geen perfecte vaste stoffen, maar 'wanordelijk'. Op microscopische schaal kan deze 'wanorde' bestaan uit allerlei inhomogeniteiten zoals puntdefecten, lijnfouten (dislocaties) en vlakfouten (korrelgrenzen).

Breuk veroorzaakt ook lokaal een forse toename in de 'wanorde' en uitsmering van wanorde over een groter gebied leidt in de regel tot een ductielier materiaal. Omdat initiatie en voortplanting van een breuk zich afspeelt op een nanometerschaal maar gestuurd wordt door de mechanische belasting op de macroscopische schaal van het voorwerp, overspant het scheurprobleem meer dan zes ordes van grootte in lengteschaal. Behalve mechanische spanning spelen temperatuur en deformatiesnelheid ook een dominante rol in een broductielovergang bij het breukgedrag: van baksteen tot kauwgom. De paarsgewijze wisselwerking tussen defecten en de verandering ervan tijdens gebruik spelen daarbij een essentiële rol.

Voor dislocaties grijp ik terug op derdejaarsvak materiaalkunde waarin de Volterra-constructie voor een eenvoudige dislocatie wordt uitgelegd. Een samenvatting staat in Figuur 1. Als we alle verplaatsingen rond een gesloten circuit C optellen, is het resultaat niet gelijk aan nul, maar een

1: Discorsi e Dimostrazione matematiche, Leyden, 1638



Figuur 1. Volterra-constructie van dislocatie in een vierkant Bravais-rooster.



Bravaisroostervector, de zogenaamde Burgersvector

$$\int_C d\mathbf{u} = \int_C \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial s} ds = \mathbf{b}$$

Let wel, de richting van \mathbf{b} is afhankelijk van het referentierooster, hoe je eromheen loopt en van de lijnrichting; het is dus eigenlijk geen echte vector in mathematische zin. Na de introductie van de Burgersvector in 1934 zijn veel fouten gemaakt omdat hij in het begin als een echte vector werd beschouwd.

Behalve defecten met translatie-invariante vectoren zijn ook dislocaties met rotatie-invariante vectoren relevant. Voor een disclinitie is de verplaatsing

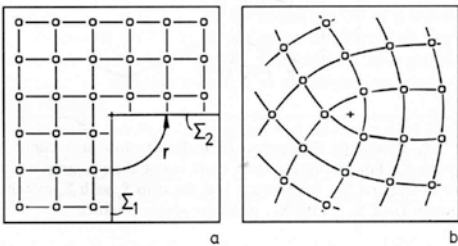
$$\int d\mathbf{u} = 2 \sin(\phi/2) \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r} \quad (\mathbf{r} \in \mathbb{R}^n)$$

waarin ϕ de hoek is tussen twee strips en $\boldsymbol{\omega}$ de rotatieas. Het is alsof je een sinaasappel in n partjes afpelt en de delen op het platte vlak weer aan elkaar probeert te plakken (zie Figuur 2). Een dislocatie is equivalent met een disclinitiedipool² (zie Figuur 3). De conclusie is dat dislocaties behoorlijk sociaal zijn, dat wil zeggen defecten van de

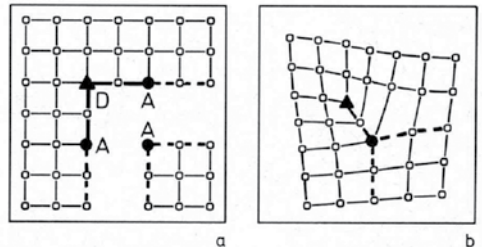
2: M. V. Jaric, Introduction to the mathematics of quasicrystals, Academic Press, NewYork.

tegengestelde Burgersvectoren houden van elkaar, vormen dipolen en disclinities en bewegen collectief. Disclinities bewegen op hun beurt via een rotatie en een fractionele translatie en zij worden ook wel 'dispiraties' genoemd. In al deze gevallen trekken deze topologische defecten van tegengesteld teken elkaar aan.

Elektronen blijken veel minder sociaal. Als een elektron in een bepaalde toestand bezit, wordt die toestand voor een ander elektron in de buurt uitgesloten. Zij houden eigenlijk helemaal niet van elkaar en kennen geen collectief gedrag: fermionen, deeltjes met oneven spin, zijn behoorlijk asociaal. Voor deeltjes met even spin, de zogenaamde bosonen, is het daarentegen anders gesteld. Zij vertonen wel een gezamenlijk gedrag en zijn meer sociaal dan fermionen. Toch hebben ook fermionen een trucje uitgehaald: bij lagere temperaturen kunnen elektronen een Cooper-paar vormen met fononinteracties en dus toch tezamen met een even spin zich als een boson bewegen waarbij de interne wrijving wegvalt, dat wil zeggen de elektrische weerstand verdwijnt en het materiaal wordt supergeleidend (ofschoon supergeleiding niet alleen met Cooperparen beschreven kan worden; John Bardeen, Leon Neil Cooper



Figuur 2. Volterraconstructie van $\frac{1}{2}$ -disclinitie in een vierkant Bravaisrooster.

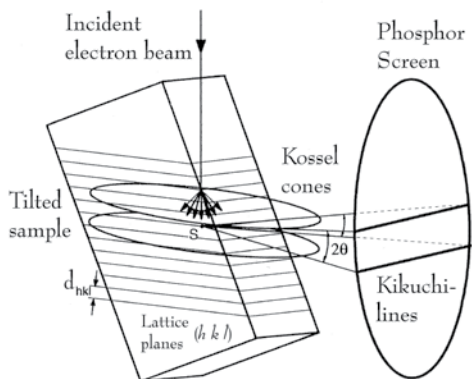


Figuur 3. Een dislocatie in een vierkant rooster is equivalent met een disclinitiedipool.

en John Robert Schrieffer ontvingen hier in 1972 de Nobelprijs voor).

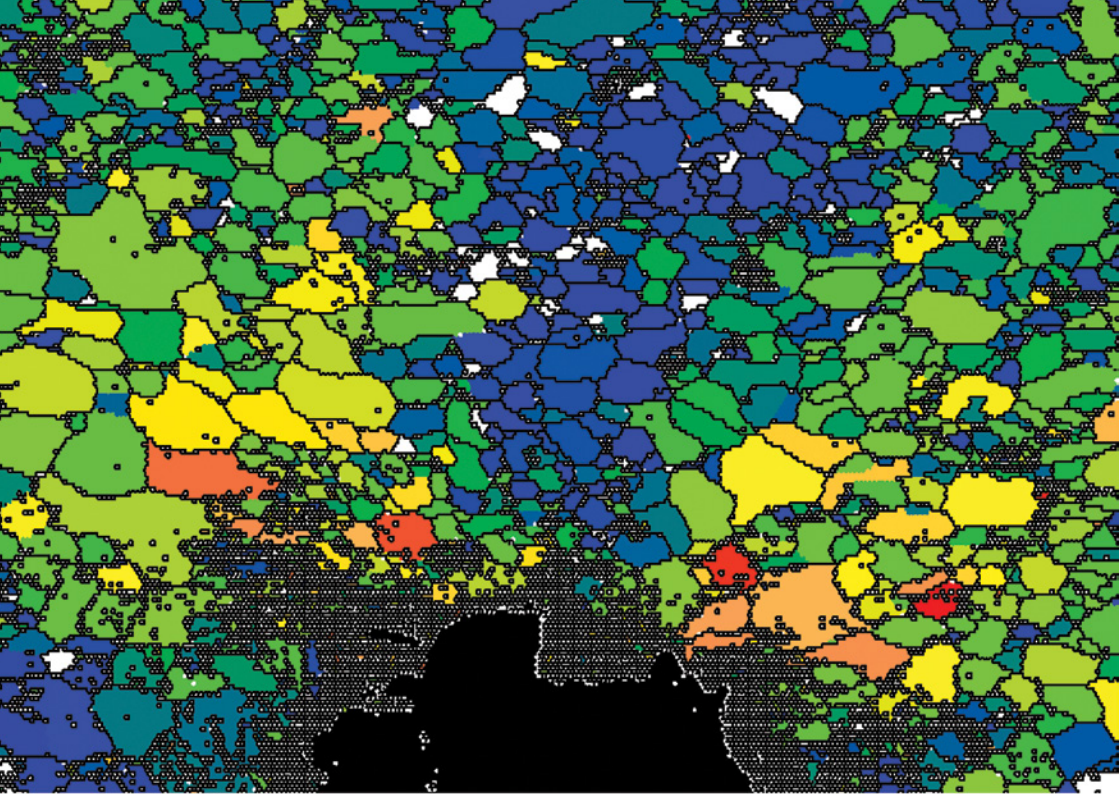
Deze fermionen kunnen prima gebruikt worden om defecten af te beelden. *Orientation Imaging Microscopy* (OIM) is een dergelijke methode die we bij de vakgroep materiaalkunde in huis hebben gehaald voor onderzoek naar de microstructuur, oriëntatie, textuur en korrelgrenseigenschappen. De methode is een relatief nieuwe, zeer krachtige toepassing in *Scanning Electron Microscopy* (SEM) en gebaseerd op *Electron Backscatter Diffraction* (EBSD). Deze techniek werd al in 1954 ontwikkeld door Alam en medewerkers, maar werd pas in 1970 voor het eerst toegepast in de microkristallografie. Mede door de snelle ontwikkeling van zowel hardware als software heeft EBSD, in combinatie met SEM, zich sindsdien gemanifesteerd als een uitdagende analysemethode voor de microstructuur van kristallijne materialen.

In een SEM wordt een EBSD-patroon verkregen door een goed gepolijst specimen onder een hoek van 70° ten opzichte van de inkomende elektronenbundel te plaatsen. De gediffracteerde elektronen worden opgevangen door een fosforscherms dat dicht op het sample is geplaatst met daarachter een CCD-camera, die de patronen opneemt (zie Figuur 4). De gedigitaliseerde patronen worden naar een computer gestuurd, die daaruit de 3D-oriëntatie van het kristal en mogelijk zelfs de kristallografische fase bepaalt. Bij OIM wordt de elektronenbundel stapsgewijs over het te onderzoeken oppervlak bewogen en wordt op ieder punt op de hiervoor beschreven wijze een EBSD-patroon opgenomen en



Figuur 4. Inelastisch verstrooide elektronen genereren Kikuchilijnen voor orientation imaging microscopy (OIM).

geïndexeerd. Na beëindiging van de meting kan het onderzochte oppervlak op vele verschillende wijzen worden weergegeven. Iedere korrel kan bijvoorbeeld een andere kleur krijgen, zodat een idee kan worden verkregen van de grootte en vorm van de korrels. In het onderzoek wordt naar de spreiding van oriëntaties in de korrels gekeken. Dit geeft een beeld van de mate van deformatie die in de korrel heeft plaatsgevonden. Figuur 5 laat het resultaat van een meting zien. De zwarte lijnen zijn de korrelgrenzen, die hier gedefinieerd zijn als de lijnen die punten verbinden met een oriëntatieverschil van meer dan 15° met één van de aangrenzende punten. De kleur van de korrels is een maat voor de oriëntatiespreiding in die korrel. De schaal loopt van blauw voor een lage spreiding via groen en geel tot rood voor de hoogste spreiding. Een belangrijke vraag voor toekomstig onderzoek is hoe de fundamentele kennis van de voortplanting van defecten in een éénkristal te vertalen naar het breukgedrag van deze polykristallijne materialen. Het blijft



400 jaar na Galilei nog een onbeantwoorde vraag waarbij zelfs de asociale fermionen meer betekenen dan de bosonen. Ik heb mij wel eens afgevraagd of de T.F.V. 'Professor Francken' te vergelijken is met een stelsel van fermionen dan wel bosonen. We hebben het nog niet gehad over de grondtoestanden en dat is voor een volgende keer. Mijn conclusie is dat Francken een goed ontwikkeld stelsel vertegenwoordigt van redelijk sociale bosonen, maar dat deze bosonen zich zelden in de kwantummechanische grondtoestand bevinden en waarin parameters in feite variabelen blijken te zijn!



Figuur 5. Resultaat van een OIM meting aan in-situ gedefformeerd materiaal. De zwarte lijnen zijn de korrelgrenzen. De kleur van de korrels is een maat voor de oriëntatiespreiding in een bepaalde korrel. De schaal loopt van blauw voor een lage spreiding via groen en geel tot rood voor de hoogste spreiding.



AFGESTUDEERD? VIER HET OP KARAKTER!

Café Karakter is de ideale locatie voor:

- (Afstudeer) borrels of (verjaardags) feesten
- Activiteiten en/of borrels van je (studie) vereniging
- bedrijfsfeesten en -borrels

KIJK VOOR MEER INFORMATIE OP: **WWW.CAFEKARAKTER.NL**

C A F E
KARAKTER

WWW.CAFEKARAKTER.NL

KLEINE PELSTERSTRAAT 6
GRONINGEN

T: 050-3187566

Wetenschap van de paring

G-spots, kittelaars en Nobelprijzen

Irina Versteeg

Paar, paren, paring. Een wetenschap *an sich*. Al tijden houdt het mannelijke (en vrouwelijke) wetenschappers bezig. Niet per se alleen wetenschappers touwens. Ook in het normale leven houdt men zich ermee bezig. En met alles eromheen. Eigenlijk doen we alles in het teken van de paring. We denken nergens anders meer aan.

Over de paring, geslachtsgemeenschap of coïtus wordt nogal geheimzinnig en mysterieus gedaan. Het is een moeilijk en delicaat onderwerp om aan te snijden. De Rijksuniversiteit Groningen heeft wereldwijd het voortouw genomen om dit onderwerp eens goed in kaart te brengen. In 2000 hebben Groninger wetenschappers hier zelfs een Ig Nobelprijs voor gewonnen, maar dat later. De reden dat we het überhaupt in kaart moesten brengen was

dat er in alle jaren daarvoor geen objectief onderzoek naar gedaan is. Niet dat het niet geprobeerd is uiteraard.

Da Vinci

Leonardo Da Vinci was een van de eersten. In de renaissance was eindelijk het bekrompen denken van de middeleeuwen voorbij en Da Vinci kon zijn gang gaan. Als zelfverklaard wetenschapper wijdde hij zich aan de meest prangende vragen van die tijd, zoals hoe vogels vliegen of hoeveel de ziel weegt, en ook de vraag waar sperma eigenlijk vandaan komt. Met genoeg lijken en een toch behoorlijk stel hersenen tot zijn beschikking ging hij aan de slag. Eerst maar eens nadenken. Sperma is wit. Wat is er nog meer wit? Daar hoefde hij niet lang over na te denken, ruggenmerg en (de witte stof van) de hersenen natuurlijk! Heel goed hoefde Da Vinci dan ook niet te zoeken. In een lijk vol met spieren, pezen, bloedvaten en alles wat een mens nog meer bezit onderhuids, was het niet moeilijk, zeg maar ronduit eenvoudig, een verbinding tussen ruggenmerg en penis te vinden. Ergo, sperma komt vanuit je hersenen. Da Vinci heeft het nog mooi ingetekend in zijn *'De copulatie'* (Figuur 1). Er werd vroeger dan ook geadviseerd niet te veel te masturberen, iets met hersenbehoud. Ik laat even in het midden of dit de nu nog geldende wetenschappelijke opvatting is.



Figuur 1. 'De copulatie'. "Ik onthul aan de mens de oorsprong van hun eerste, en waarschijnlijk ook tweede, reden van bestaan." - Leonardo da Vinci.

Freud

Een ander ondergeschoven kindje is het vrouwelijk orgasme. Lange tijd heeft het niet eens bestaan; dat krijg je met een door mannen geregeerde wereld. In 1905 heeft Freud eindelijk toegegeven dat vrouwelijke orgasmes bestaan. Maar, een duidelijke maar, een vrouw heeft twee soorten orgasmes. Een vaginale (met de beroemde G-spot waar we zo op komen) en één door stimulatie van de clitoris. Die laatste was dan weer kinderachtig, vond Freud, de normale seksuele respons van een volwassen vrouw was een orgasme door middel van vaginale stimulatie, daar heeft de clitoris niets mee te maken. Bewijs hiervoor gaf hij niet. Het lastige hiervan is dat dat 'volwassen' vaginale orgasme zou moeten komen door een plekje dat niemand kan vinden: de G-spot.

Gräfenberg

De G-spot is in 1981 vernoemd naar meener Gräfenberg ter ere van zijn werk in de jaren '40 over het vrouwelijk geslachtsorgaan en hun seksuele fysiologie. Om de G-spot te kunnen vinden moet je zoeken op ongeveer 50-80 mm diepte aan de voorwand van de vagina', in Figuur 2 aangegeven met nummer 4. Hij zit echter vrij diep en de meeste mensen kunnen hem niet vinden. Dit heeft aanleiding gegeven tot veel kritiek op de G-spot, zoveel zelfs dat tot op de dag van vandaag niet duidelijk is of hij (zij?) wel bestaat. Er zijn wetenschappers die zeggen dat het niets anders is dan een zenuwknop of oppervlakkige banen

van de zenuwen die naar de clitoris lopen. Halverwege 2010 is echter een controversieel artikel gepubliceerd dat het bestaan van de hele G-spot afdoet als een mythe. "This is by far the biggest study ever carried out and shows fairly conclusively that the idea of a G-spot is subjective. It is rather irresponsible to claim the existence of an entity that has never been proven and pressurise women and men too."² Ook dit wordt allemaal weer weerlegd en zo is er eigenlijk nog steeds niks duidelijk.

Responscyclus

Wat gebeurt er nou eigenlijk fysiologisch tijdens de coïtus? Voor zover we weten, niet heel erg veel. Het begint daarvoor. De totale geslachtsgemeenschap wordt beschreven door de seksuele responscy-

2: Burri AV, Cherkas L, Spector TD. Genetic and environmental influences on self-reported G-spots in women: a twin study. British Journal of Sexual medicine 2010 May;7(5):1842-52



Figuur 2. De G-spot wordt aangegeven met nummer 4.

1: De correcte medische uitspraak is trouwens va-'gi-na, met de klemtoon op de gi.

clus (Figuur 3). Deze bestaat uit fases die doorlopen worden. (Pin me er niet op vast, niet iedereen doorloopt alle fases, of heeft daar zin in.)

De eerste fase is libido, ofwel zin in seks. Het klinkt als een open deur, maar het wordt nogal eens overgeslagen. Voor libido zijn androgenen nodig, met name testosteron. Dit seksueel verlangen is in causale zin een respons op een situatie, bedoeld om seksuele interactie mogelijk te maken. Het maakt deel uit van de *condition humaine*, met andere woorden, je moet zin hebben om zin te maken of laten komen. Hierbij houd je onbewust rekening met verschillende parameters, onder andere veiligheid. De tweede fase is opwinding. Fysiologisch is dit goed waar te nemen. Er zijn algemene verschijnselen zoals versnelde pols en ademhaling en een verhoogde bloeddruk en spierspanning. De verschillende organen worden beter doorbloed bij man en vrouw. Om een erectie te krijgen is een vijftwintig- tot zestigvoudige toename van de bloedstroom naar de penis noodzakelijk. Dit bloed vult de *corpora cavernosa*,

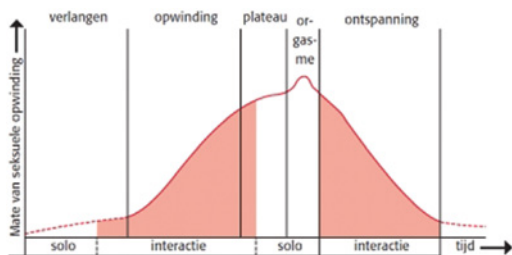
hierdoor is zwelling mogelijk. Het bloed kan niet meer wegstromen, nog niet duidelijk is of dit alleen passief of ook actief geblokkeerd wordt. De clitoris heet in het Nederlands ook wel 'kittelaar', letterlijk betekent dit 'dat wat omsloten is'. Vrij typerend, want voor de meeste mensen geldt de clitoris als een klein knopje. Het is echter een groot piramidevormig erectiel systeem. Uit embryologisch oogpunt stemt de clitoris overeen met de penis, alleen ligt het grootste gedeelte wat meer onder het oppervlak. Bij opwinding trekt de clitoris zich echter terug achter het *os pubis* (schaambeen) en verdwijnt achter de slijmvliesplooï. Weg knopje.

De derde fase is de orgasme fase. Het zogeheten *point of no return*. Tijdens het orgasme gaan er golven door de genitaalstreek. Er zijn samentrekkingen van het spierweefsel van de bekkenbodem iedere 0,8 seconde, die zich drie tot vijftien keer herhalen.

De vierde fase is de herstelfase. Deze krijgt vaak niet zoveel aandacht. Subjectief wordt het orgasme gevolgd door gevoelens van ontspanning, tevredenheid en intimiteit. De man heeft nu een redelijk lange *refractaire periode*, een periode van fysiologisch herstel en is dus niet in staat tot een orgasme. Vrouwen hebben daarentegen een veel kortere refractaire periode en zijn in staat tot meerdere orgasmes vlak na elkaar.

Ig Nobel

Hoe ziet zo'n geslachtsgemeenschap er dan uit? Nu komen we op de Ig Nobelprijs voor geneeskunde van Groningen uit 2000. Onderzoekers van het UMCG lieten



Figuur 3. De seksuele responscyclus.

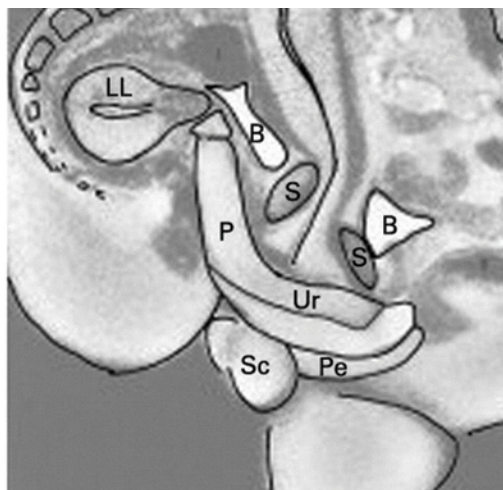
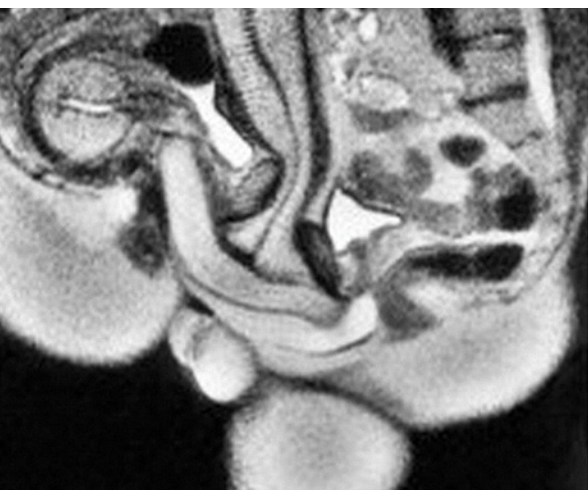
mensen coïtus hebben in een MRI-scanner. MRI staat voor *magnetic resonance imaging*, hierbij worden waterstofatomen aangeslagen door radiogolven. Na een bepaalde tijd vallen ze terug in grondtoestand onder het uitzenden van een foton. Door te meten hoeveel straling met verschillende golflengtes terugkomt weet je waar de waterstofkernen zitten. Ieder weefsel heeft een verschillende dichtheid waterstofkernen en hierdoor kunnen details in anatomie worden weergegeven. Het voordeel van MRI is dat de patiënten geen last hebben van stralingsbelasting. Helaas zijn de apparaten, en dus ook de plaatjes, wel heel erg duur. Je kunt zelf de resultaten zien in Figuur 4. Er is niet heel veel geleerd van dit onderzoek, maar we kwamen er bijvoorbeeld wel achter dat de vaginawand opgerekt wordt tijdens coïtus. En een van de mooiere bevinden was wel dat tijdens de missionarispositie de penis de vorm had van een boomerang en dat nog een derde van de lengte bestaat uit de wortel, die dus niet zichtbaar is.

Wat we leren van dit hele verhaal is dat de wetenschappelijke wereld nog steeds geen algemene consensus heeft bereikt

over wat er zich rond en tijdens de coïtus afspeelt. Dappere pogingen zijn gedaan door Da Vinci, Freud en Gräfenberg. We hebben een paar stappen genomen, maar tegelijkertijd zijn we er een aantal achteruit gegaan. We kunnen mooie plaatjes maken, maar wat er precies gebeurt en hoe het werkt kunnen we nog steeds niet zeggen. Misschien is dat maar goed ook. Het is een beladen en ook een heel belangrijk onderwerp en het verdient ook wel in mysteriën gehuld te zijn. En mochten we toch meer willen onderzoeken wordt het misschien tijd een fysicus in te schakelen (met name voor de fysiologie erachter), want de medische wereld heeft hard gefaald.



Figuur 4. Afbeelding van coïtus in een MRI-apparaat.



Prijspuzzel

Om een paar minuten mee bezig te zijn
Arjan Boerma

Het is de bedoeling dat u in het rooster op de pagina hiernaast de woorden invult die hiernaast beschreven worden. In de vakjes waar hetzelfde cijfer staat, moet dezelfde letter worden ingevuld. Mocht u dit goed doen, dan komt in de dikomlijnde kolom een technisch natuurkundig vakgebied te staan.

Als u de juiste antwoorden voor 1 mei e-mailt naar franckenvrij@professorfrancken.nl, dan maakt u kans op het boek 'The Trouble with Physics' van Lee Smolin.

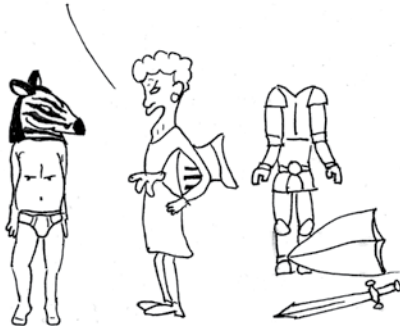
1. Doen appels niet. 2. Δ . 3. Zuid-Hollander zou dit zelf met *Ph* spellen. 4. Altijd zo geweest. 5. Lineair zelfrespect. 6. Halfgeleide afrestering. 7. Theoretisch model 's vervelend. 8. Paar Warschauwers. 9. Gevechtlijn op de green. 10. Verenigingsjaar '10/'11. 11. Corporaal pars pro toto, vaak als tweetal. 12. Waar eten we, bij de schroef of de rand? 13. Holomorf over **C**. 14. Heeft toestemming voor een luizeneitje. 15. Tijdelijk meisje. 16. Vernuftig alternatief voor drs. 17. Ordening. 18. Ongegrond.

THEMA STRIP

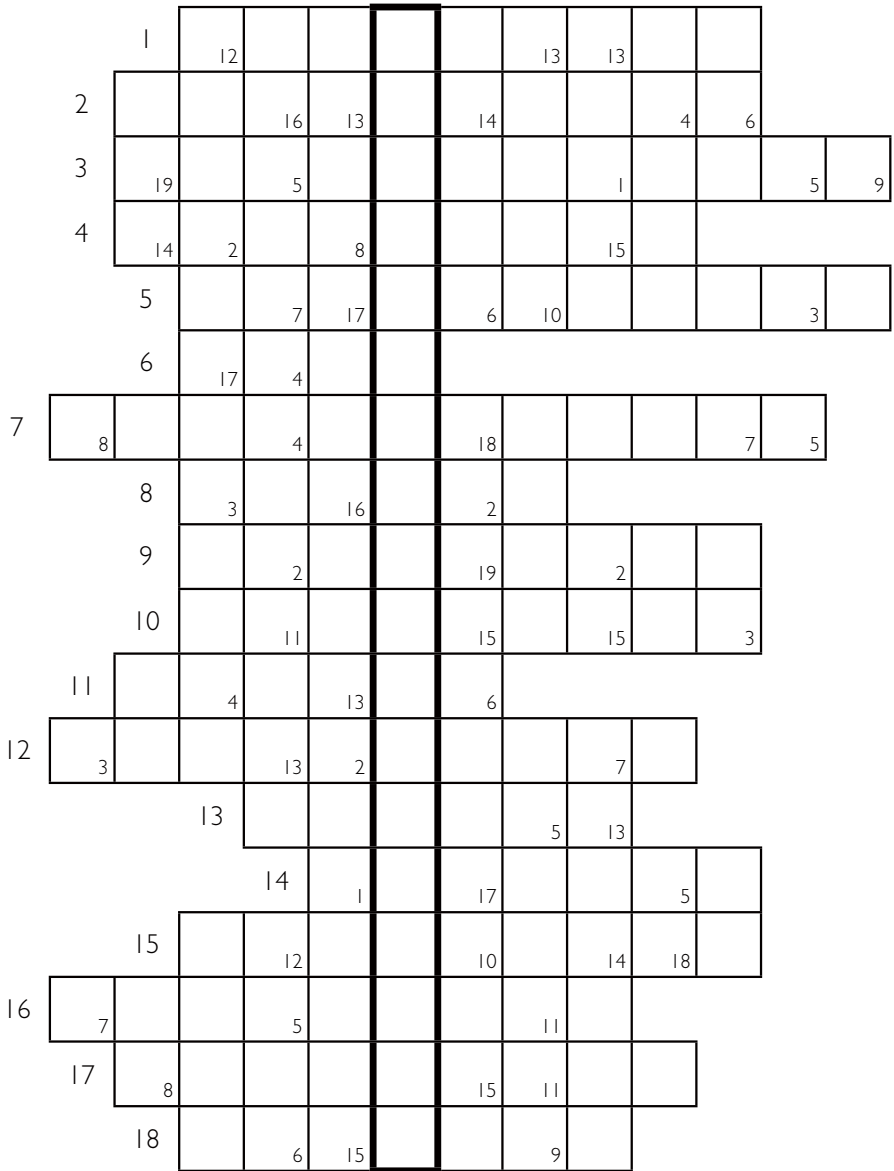
Jasper van den Berg

"Paar"

Een paar aanmerkingen



Al jarenlang kibbelde het echtpaar over elkaars voorkeuren wat betreft vrijetijds-kleding.



Het leven na Francken

En ineens heb je je bul

ir. Mark Schenkel

Stap je zeven jaar geleden nog Nijenborgh 4 binnen, onzeker over je studiekeus en in de vaste overtuiging dat dit gebouw bevolkt moet zijn door het ergste soort studenten die er zijn: natuur-, wis- en scheikundestudenten. Dat kan nooit gezellig zijn.

Maar afgezien van die laatste categorie was dat een behoorlijk verkeerde inschatting! Opeens was daar Francken en een club medestudenten waar ik gelijk mee uit de voeten kon. De afgelopen zeven jaar zijn fantastisch geweest. Feesten, studeren en talloze nevenactiviteiten met een Franckenbestuursjaar als absoluut hoogtepunt. Mooie bijkomstigheid van al die activiteiten is dat je cv er gelijk mooier van wordt. En daar moet je het als werkzoekende toch van hebben, schijnt.

En dan merk je ineens hoe hard er getrokken wordt aan een pas afgestudeerd technisch natuurkundige. Ondanks de crisis. Al tijdens mijn studie kreeg ik (vaak via Francken) de kans veel bedrijven eens van wat dichterbij mee te maken, via inhouse-dagen, congressen en case studies. En nu moet ik, al wat wijzer geworden door al die activiteiten, mijn definitieve keuze gaan maken. Wat wordt mijn eerste werkgever? Wil ik de breedte in? Of de diepte? Meer de commerciële kant, of de publieke? Dat soort vragen kan je je tijdens je studie al stellen, maar mijn ervaring is dat je er eens echt voor moet gaan zitten om dit soort overwegingen grondig te maken. Er met vrienden en vriendinnen over praten. En wat helpt is uiteindelijk gewoon maar eens bij wat bedrijven langsgaan, waar je via-via al eens van gehoord hebt. En zo zit je ineens in de wachtkamer bij een strategieconsultant in Amsterdam. Om vervolgens via wat omwegen bij een technische consultant in Groningen uit te komen. En omdat je toch tijd over had, toch nog maar een paar recruitmentactiviteiten van wat andere bedrijven bij langsgaan. Een voor jou relevant congres meepakken. Werkloos zijn is hard werken! Ik heb het geluk gehad nog wat geld over te houden aan mijn stage in de Verenigde Staten, en zodoende bekostig ik mijn woon- en (kuch) leefkosten vooralsnog zelf. Maar het einde van die pot nadert


Wie is Mark?

Mark Schenkel was in het jaar 2007-2008 voorzitter van T.F.V. 'Professor Francken'. Hij heeft stage gelopen in de Verenigde Staten en heeft zijn afstudeeronderzoek gedaan bij de vakgroep materiaalkunde. Als kersverse young professional schrijft Mark iedere maand een blog over zijn ervaringen als kersverse young professional op www.professorfrancken.nl, waarvan we de eerste editie hier publiceren.

Behalve Mark verzorgen ook Jasper van den Berg, promovendus bij de vakgroep fysica van nanodevices, Thijs Huijskes, studentlid van het opleidingsbestuur, en Sven van der Meer, eerstejaars technische natuurkunde, een maandelijks blog. Je kunt ze volgen op de vernieuwde website van Francken, www.professorfrancken.nl.

snel, en voor die tijd wil ik toch echt een nieuwe werkgever te pakken hebben, liefst niet bij de plaatselijke horeca. Dan is het einde zoek.

Een aantal weken geleden ben ik in de luxepositie gekomen om aanbiedingen van twee verschillende bedrijven te krijgen. En dan merk je pas echt waar je allemaal rekening mee moet gaan houden bij de keuze, naast de relevantie en inhoud van je werk. Je collega's, je groeipotentieel in het bedrijf en de buitenlandmogelijkheden, om zo maar eens wat te noemen. En dan zijn er nog de arbeidsvoorwaarden. En de secundaire arbeidsvoorwaarden. Ondanks dat dit een luxeprobleem is, zo'n keuze is lastig!

Lastig of niet, de keus heb ik een paar dagen geleden gemaakt en 1 maart 2011 zal mijn eerste werkdag zijn. Ik ben zeer benieuwd naar mijn eerste ervaringen als *young professional*. 



Morgen kunnen we 10-nm-chips maken. Vandaag mag jij bedenken hoe.

Bij de chipproductie werd tot nog toe Deep UV-licht gebruikt (193 nm). Om kleinere chips mogelijk te maken, werkt ASML nu aan de toepassing van Extreem UV-licht (13.5 nm).

In het vacuüm zijn vluchtige koolwaterstofmoleculen aanwezig. EUV-fotonen slaan deze organische moleculen uiteen.

Door het neerslaan van vrije koolstof-atomen (0.5 nm) op de spiegels in het vacuüm-systeem wordt de reflectie verminderd.

Een systeem van magnetisch gestuurde spiegels in een vacuüm 'kneedt' het EUV tot een constante bundel, sterk genoeg om het silicium te belichten, voor de chipproductie van 10-nm-structuren.

ASML zoekt naar oplossingen om het spiegelsysteem schoon te houden. Schoonvegen behoort niet tot de mogelijkheden.

Voor engineers die vooruitdenken

Profiel: Wereldwijd marktleider in chip-lithografiesystemen | Marktaandeel: 65% | R&D-budget: 500 miljoen euro | Kansen voor: Fysici, Chemici, Software Engineers, Elektrotechnici, Mechatronici en Werktuigbouwkundigen | Ontdek: ASML.com/careers



ASML

Wisseling van de wacht

Tesla en de opkomst van de wisselstroom

Jasper Bosch en Wopke Hellinga



Als er zich een nieuwe speler op de markt begeeft waar jij het monopolie hebt zijn er een aantal scenario's denkbaar. In één daarvan trek je zelf aan het langste eind omdat jouw technologie nu eenmaal superieur is. In dat geval kun je middels steekhoudende argumenten die ontspringen uit heldere logica aantonen dat het alternatief niet interessant is en leeft iedereen nog lang en gelukkig. Is het echter duidelijk dat jouw methode ondergeschikt is aan die van de nieuwkomer, dan weet je dat je vroeg of laat het onderspit zult delven. In dit geval is het heel makkelijk om te vervallen in kinderachtige openbare ruzies waar niemand beter van wordt.

Thomas Alva Edison maakt een soortgelijk proces mee bij de invoering van zijn gelijkstroom. Gasverlichting is de standaard en de monopolisten proberen elektriciteit op elke mogelijke wijze zwart te maken. Edison leert van deze ervaring, wat natuurlijk niet wil zeggen dat hij het op een andere manier aanpakt als Nikola Tesla met een alternatief voor gelijkstroom komt. In gedeelte.

Tesla komt oorspronkelijk uit Kroatië en is al van jongs af aan gefascineerd door elektriciteit. Zijn talent is zo veelbelovend dat hij in 1884 op 28-jarige leeftijd een baan aangeboden krijgt door Edison, de succesvolle zakenman wiens bedrijf in gezwinde opmars is met het alternatief voor gasver-

lichting. Nikola moet onderaan de ladder beginnen, maar werkt zich al snel omhoog en krijgt uiteindelijk zelfs de taak toegewezen om Edisons inefficiënte gelijkstroom-generator te verbeteren. Hij zou hiervoor rijkelijk beloofd worden met een bonus van vijftigduizend dollar, een fortuin in die tijd. Wanneer hij de oplossing aan Edison presenteert, wuift die echter zijn vraag naar de beloning weg met de woorden "Tesla, je begrijpt onze Amerikaanse humor niet". Dit laat onze vriend Tesla, met z'n stoere snor, niet over zijn kant gaan. Hij neemt ontslag maar vergeet even dat hij eigenlijk helemaal geen eigen kapitaal heeft en ziet zich dus gedwongen enige tijd de kost te verdienen als bouwvakker.

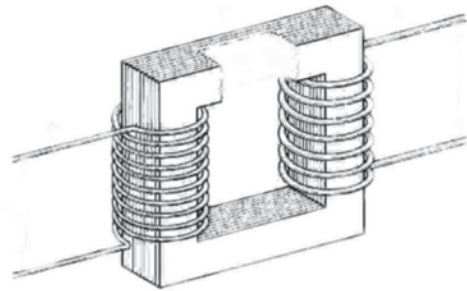
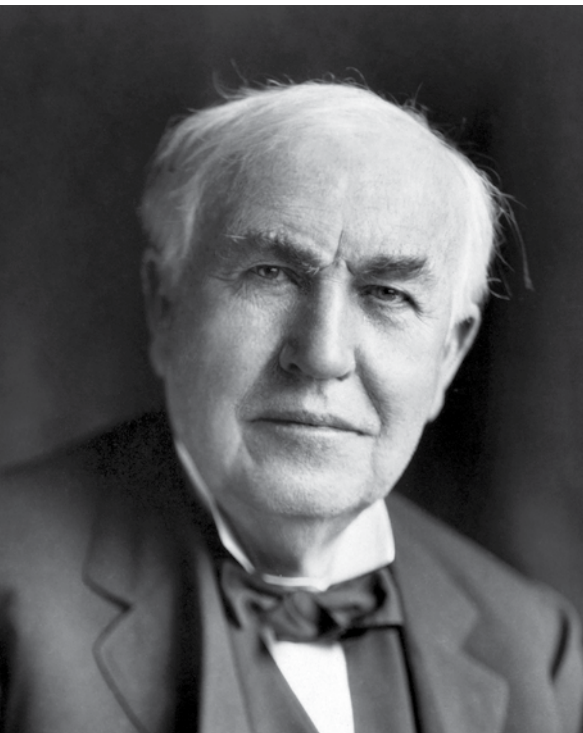
In 1888 begint het er weer wat zonniger uit te zien voor Tesla: hij realiseert zijn plannen voor een inductiemotor en gaat aan de slag voor George Westinghouse. Samen ontwikkelen ze een bruikbare toepassing voor wisselstroom en daarmee begint het gesodemierter. Edison heeft net de concurrentie, van de gasverlichting, de nek omgedraaid en ziet de bui al hangen. Hij is bekend met de capaciteiten van Tesla en heeft eigenlijk geen zin in een nieuwe speler op de markt. Hij begint een lastercampagne om wisselstroom in een kwaad daglicht te stellen. Hierbij gebruikt hij de Amerikaanse standaardmethode voor het overtuigen van het grote publiek: angst. Omdat hij

weigert toe te geven dat zijn systeem het niet kan opnemen tegen de wisselstroom moeten vele dieren het ontgelden. Allerlei beesten, van kleine onschuldige aapjes tot grote olifanten worden op vakkundige wijze geëlektrocuteerd om het publiek angst aan te jagen.

Als klap op de vuurpijl vindt Edison de elektrische stoel uit, maar omdat zijn technici de benodigde spanning onderschatten ontspoot de eerste elektrocutie tot een onnodig afschrikwekkende marteling waarbij het slachtoffer, de veroordeelde William Kemmler, in eerste instantie slechts zwaar gewond raakt. Na een aantal herhalingen is het gewenste resultaat bereikt en poogt Edison nog even het werkwoord *to Westinghouse* in te voeren als synoniem voor elektrocuteren.

Uiteindelijk wordt duidelijk dat wisselstroom bij lage frequenties gevaarlijker

Figuur 1. Thomas Alva Edison (1847 - 1931)



Figuur 2. Transformator

kan zijn dan een vergelijkbare dosis gelijkstroom, de fluctuaties bij wisselstroom kunnen namelijk het ritme van het hart verstoren. Dit is alleen het geval bij lage frequenties en komt dus bijna nooit voor, maar toch: één-nul voor Edison.

Het grote voordeel van wisselstroom ten opzichte van gelijkstroom is echter het gemak waarmee de hoogte van het voltage veranderd kan worden. Deze mogelijkheid is er ook bij gelijkstroom, alleen kost het daarbij veel meer energie en is het technisch ook lastiger.

Een transformator dankt zijn bestaan aan het feit dat een elektrisch geladen spoel een magnetisch veld kan opwekken en vice versa. In het geval van wisselstroom wordt er een aantal keer een draad om een zijkant van een ijzeren 'vierkant' gewonden, ditzelfde wordt gedaan aan de andere kant van het vierkant (zie Figuur 2). De verhoudingen tussen het aantal windingen geeft de transformatie in het voltage V aan volgens $V_{uit} = V_{in} N_{in}/N_{uit}$, waarbij N het aantal windingen is. Deze transformatie kan

alleen plaatsvinden met wisselstroom, omdat elektriciteit wordt geïnduceerd door een verandering in het magnetisch veld. Dit veranderende magnetisch veld wordt veroorzaakt door een veranderend voltage in de wisselstroom. Bij gelijkstroom kan dit veranderende magnetisch veld alleen worden opgewekt door de draden fysiek te veranderen. Dit kan gedaan worden door ze bijvoorbeeld met een bepaalde frequentie aan en af te sluiten van de transformator om zo een wisselend magnetisch veld op te wekken. Dit was einde 19^e eeuw technisch zo lastig en had een dermate hoog energieverlies, dat het veranderen van het voltage van gelijkstroom niet praktisch was. Het gevolg was dat het voltage dat in huishoudens gebruikt wordt dus met hetzelfde voltage opgewekt en vervoerd moet worden. Dit is het grootste nadeel van gelijkstroom. Het energieverlies per seconde in een kabel is namelijk evenredig met de weerstand vermenigvuldigd met de stroom in het kwadraat ($P_v = I^2R$).

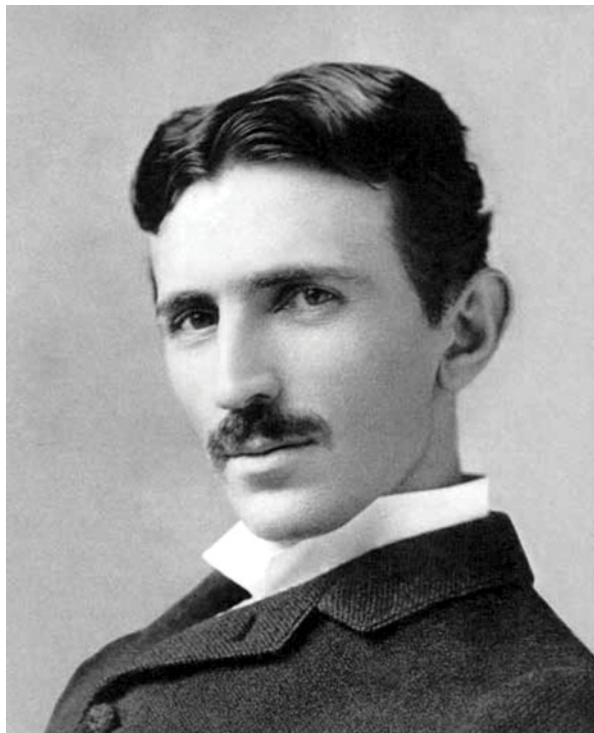
Wanneer je de mogelijkheid hebt om het voltage te verhogen kun je meer energie vervoeren met hetzelfde amperage. Omdat Edison hetzelfde voltage moest aanhouden als dat in huishoudens werd gebruikt, in die tijd 100 V, had hij een enorm energieverlies in vergelijking met de wisselstroom van Tesla die simpelweg het voltage kon opvoeren, en daarmee het amperage laag kon houden (elektriciteit wordt tegenwoordig met 10000 V door de hoogspanningskabels vervoerd).

Het grote verschil in efficiëntie en dus in kosten werd pas echt duidelijk toen er in

Chicago een mega-evenement werd georganiseerd: de wereldtentoonstelling van 1893. Zowel Tesla als Edison maken een offerte om dit evenement van elektriciteit te voorzien. Edisons laagste bod is een miljoen dollar, dat van Tesla een half miljoen.

Als de zon ondergaat en de wereldtentoonstelling in een zee van licht verandert dankzij de wisselstroom van Tesla, is het voor de elite duidelijk dat wisselstroom de toekomst heeft: de tussenstand is één-één. Na dit grote succes worden er grote investeringen gedaan in het nieuwe fenomeen wisselstroom. Bij de Niagarawatervallen worden drie generatoren van 3,8 MW gebouwd. De opgewekte elektriciteit kan zonder onoverkoombaar verlies vervoerd worden en voorziet de hele stad Buffalo van energie. Dit is dan ook het moment waarop het grote publiek overtuigd raakt van wisselstroom: tien-één voor Tesla.

Figuur 3. Nikola Tesla (1856 - 1943)



Met deze beslissende slag wint wisselstroom de strijd en verdwijnt gelijkstroom naar de achtergrond. Toch wordt gelijkstroom tegenwoordig op een terrein gebruikt waar wisselstroom tot nu toe geen optie is. Dit terrein is ontstaan met de komst van computers waarin veel transistors zitten. Transistors werken alleen met gelijkstroom en zijn als hoofdbestanddeel van een chip cruciaal voor veel moderne apparaten. Al deze apparaten hebben dus een adapter nodig om de wisselstroom uit het stopcontact om te zetten naar gelijkstroom en daarbij gaat vanzelfsprekend energie verloren.

Een ander terrein waar gelijkstroom de kop opsteekt is de wereld van de *photovoltaïcs*. In de zonnecellen op het dak van je huis wordt namelijk gelijkstroom opgewekt. Voordat je dit echter aan de processor van je laptop kunt voeren, moet het omgezet worden in wisselstroom zodat het via het

stroomnetwerk zijn weg kan vinden naar het stopcontact. In de adapter van je laptop wordt het weer keurig omgezet naar gelijkstroom en al met al raak je op die manier een groot deel van je goedbedoelde zonne-energie kwijt.

Voor nieuwe huizen zou je dus kunnen overwegen om een tweede stroomnetwerk aan te leggen waar alleen gelijkstroom in loopt. Naast het feit dat dit een dure grap is, zal ook alle apparatuur in zo'n huis erop ingesteld moeten zijn. Hoewel dit technisch allemaal wel bol te werken valt, blijft het de vraag of het grote publiek hier al wel op zit te wachten. Zonnecellen op het dak zijn met de huidige groene stroming wel hip, maar een apart stopcontact voor je laptop en smartphone gaat misschien nog iets te ver voor veel mensen.



Een kijkje bij nanodevices

Fysica van nanodevices

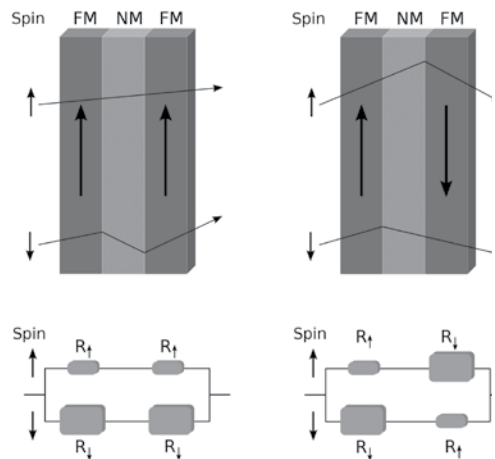
drs. A.R. Onur



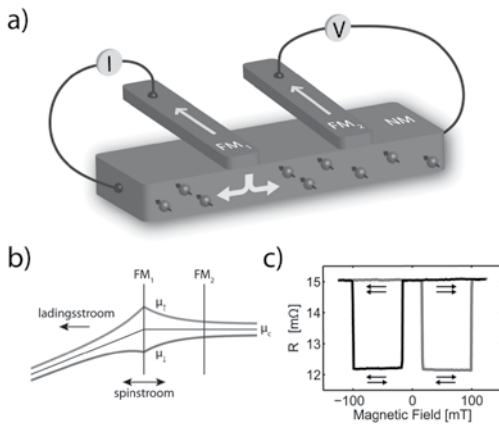
Bij de onderzoeksgroep fysica van nanodevices, onder leiding van professor Bart van Wees, wordt het gedrag van elektronen in kleine structuren bestudeerd. Wanneer de afmetingen van deze structuren vergelijkbaar worden met de vrije weglengte van de elektronen die erin opgesloten zitten dan moet het gedrag van deze elektronen volgens de regels van de kwantummechanica beschreven worden. Dus moet rekening gehouden worden met het golfkarakter van het elektron, en met een andere bij uitstek kwantummechanische eigenschap: de spin. De elektronspin speelt al lang een belangrijke rol in de verwerking van data, namelijk via de op magnetisme beruste werking van harde schijven. In de vroege ontwikkeling van deze technologie (vanaf de jaren 50) waren hiervoor grote (elektro)magneten nodig maar vooral na 1988 kwam daar snel verandering in door de ontdekking van de Giant Magnetoresistance (GMR) door Grunberg en Fert. Dit leidde tot een enorme toename van de opslagcapaciteit van harde schijven. Mede door deze vinding is een nieuw vakgebied ontstaan, dat nu spintronica heet. Veel van het onderzoek bij Fysica van Nanodevices draait om de ontwikkeling van deze nieuwe, op spin gebaseerde vorm van elektronica.

De basis voor de werking van moderne harde schijven is de spinkleef, afgebeeld in

Figuur 1. Twee ferromagneten (FM) aan weerszijden van een normaal metaal (NM) laten, afhankelijk van hun onderlinge oriëntatie, relatief gemakkelijk elektronen met een bepaalde spin-waarde door. De verhoogde weerstand van de antiparallelle configuratie staat bekend als GMR. In een harde schijf wordt één van de FM gerepresenteerd door magnetische domeinen op een draaiende schijf. Deze domeinen vormen de geheugenbits, het uitlezen van een bit gebeurt door een weerstandsmeting.



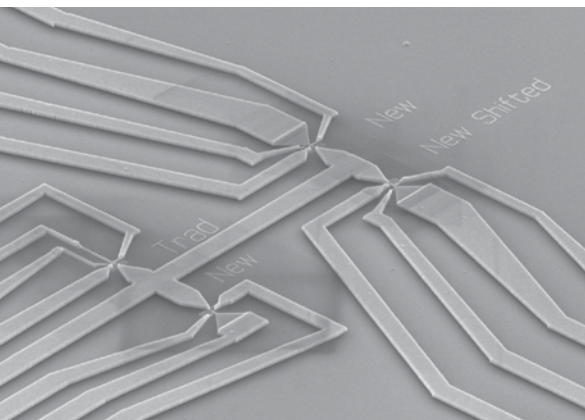
Figuur 1. Een spinkleef. Elektronen worden sterk verstrooid aan het oppervlak van een ferromagneet (FM) met tegengestelde magnetisatie-richting. Het onderstaande equivalente weerstandsmodel laat zien dat de parallelle configuratie een lage weerstand biedt voor één van de elektronspinwaarden, terwijl de antiparallelle configuratie een hogere weerstand biedt voor alle elektronen.



Figuur 2. (a) Schematische weergave van een niet-lokale spin-klep. (b) Chemische potentiaal voor spingepolariseerde elektronen in het NM. (c) Weerstand (V/I) als functie van een extern magneteveld, de waarde van dit veld en hysteresis-effecten bepalen of het systeem in de parallelle dan wel antiparallele configuratie staat.

Voordeel van deze magnetische vorm van geheugenopslag is dat het niet-volatiel is, data blijft behouden na het uitschakelen van de stroom. De data op een harde schijf is echter relatief langzaam toegankelijk, daarom gebruiken we in onze computers snel toegankelijk geheugen (*rapid access memory*, RAM) gebaseerd op elektronische halfgeleidertechnologie. Maar de informatie in het RAM-geheugen moet iedere tien seconden uitgelezen en ververs worden, wat leidt tot een hoog energieverbruik.

Figuur 3. Een SEM-weergave van de in de tekst omschreven 'thermale spin-klep'.



De spintronica heeft mede als toepassing dat het halfgeleiderlektronica en spingebaseerde opslagmethoden kan integreren en daardoor kan leiden tot efficiëntere chiptechnologie. Dat dit zeker de moeite waard is, bewijst een ruwe schatting van de bijdrage aan CO_2 -emissie door de moderne communicatietechnologie: ruwweg 3%, evenveel als de bijdrage van de luchtvaart. Deze bijdrage zal nog stijgen door de aanleg van grote serverparken, mits er geen verbetering van de technologie plaatsvindt. Belangrijk in de spintronica is het bestuderen van de injectie en het transport van spins in materialen. Een door onze groep ontwikkeld device hiervoor, de niet-lokale spinplep¹, is afgebeeld in Figuur 2. Een aangelegde stroom over FM1 en NM zorgt voor injectie van spin-gepolariseerde elektronen vanuit de FM in het NM. Spintransport vindt plaats via diffusie naar de regio van FM2. De spanningsmeter over FM2 en NM kan nu het overschot aan elektronen met een bepaalde spinwaarde meten. Het niet-lokale karakter van deze geometrie (er loopt geen aangelegde ladingsstroom op de lokatie waar de spinaccumulatie gemeten wordt) maakt het bijzonder geschikt voor het bestuderen van puur spintronische effecten.

Een alternatief voor het injecteren van spins door het aanleggen van een stroom wordt gegeven door het Seebeckeffect: wanneer over het grensvlak van twee materialen, gekarakteriseerd door verschillende Seebeck-coëfficiënten, een temperatuurgradient aangelegd wordt, leidt dit tot een spanning.

1: F.J. Jedema, A.T. Filip & B.J. van Wees. *Nature* **410** 345–348 (2001)

Dit effect is de essentie van het meten van temperatuur met een thermokoppel. Als we nu in Figuur 2 de stroombron weg nemen en FM1 verwarmen dan leidt dit dus ook tot injectie van spin-gepolariseerde elektronen in het NM, die vervolgens bij FM2 gedetecteerd kunnen worden. Dit effect is experimenteel bevestigd door onze groep². Misschien zal dit mechanisme in de toekomst kunnen dienen om restwarmte van het ladingstransport in een chip te gebruiken om spintronische processen aan te sturen, wat ook weer interessant zou zijn met betrekking tot energieverbruik.

Een materiaal dat heel interessant is voor de toekomst van de elektronica is grafeen, een enkele laag koolstofatomen. Eén van de eerstverwachte toepassingen van dit nieuwe materiaal zijn snelschakelende transistoren, met een schakelfrequentie groter dan 1 THz. De snelle respons van deze transistoren hangt sterk af van de mobiliteit van de elektronen in het grafeen (die hoger is dan in ieder ander materiaal), maar die mobiliteit is dan weer afhankelijk van het substraat waarop het grafeen ligt. Daarom wordt in onze groep studie gedaan naar grafeen op siliciumoxide, siliciumcarbide en boornitride. Daarnaast is er recent een methode ontwikkeld om grafeen 'hangend' in vacuüm te kunnen onderzoeken. Dat grafeen ook gebruikt kan worden voor spintronische toepassingen heeft onze groep laten zien door spininjectie in grafeen te meten via de hierboven beschreven niet-lokale structuur³.

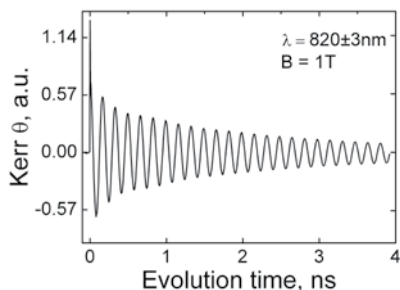
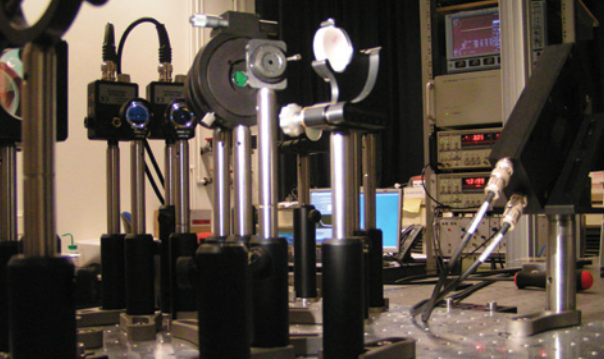
2: A. Slachter, F.L. Bakker, J.-P. Adam & B.J. van Wees. *Nature Physics* **6** 879–882 (2010)

3: N. Tombros, C. Jozsa, M. Popinciuc, H.T. Jonkman & B.J. van Wees. *Nature* **448** 571–574 (2007)

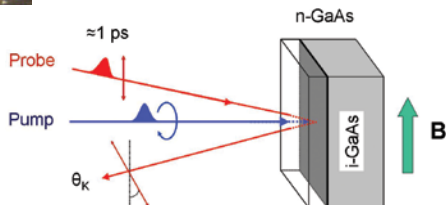
Een andere richting binnen de spintronica is om niet alleen de discrete waarden (op en neer) van de elektronspin te gebruiken voor informatieverwerking, maar ook de fase van een coherente superpositie hiervan. De zo gevormde kwantumbit wordt in onze groep onderzocht met optische technieken in halfgeleidermaterialen. Het optisch manipuleren en uitlezen van een spintoestand kan op hele kleine tijdschalen gebeuren met laserpulsen. Een dergelijk experiment is te zien in Figuur 5 (volgende pagina). Omdat circulair gepolariseerd licht impulsmoment bezit kan het spin-gepolariseerde ladingsdragers creëren in een halfgeleider zoals galliumarsenide. Het licht van een lineair gepolariseerde laserbundel zal roteren na verstrooiing door deze gepolariseerde ladingsdragers. Deze gegevens

Figuur 4. De devices die we onderzoeken, produceren we zelf in de cleanroom.






Figuur 5. (linksboven) Gedeelte van een optische opstelling. (rechtsonder) Schematische weergave van het Kerr-rotatie-experiment. (rechtsboven) Gemeten rotatie van de polarisatie van de probe-bundel als functie van tijd. De oscillaties representeren elektronspinprecessie in een extern veld van 1 T, exponentiële demping van de amplitude representeert decoherentie van de gecreëerde spintoestand.



worden gebruikt in de afgebeelde Kerr-rotatieopstelling. De pompbundel zorgt voor spinpolarisatie en het verstrooide signaal van de probebundel leest de spintoestand uit. De oscillaties komen overeen met de spinprecessieperiode in een extern veld. De exponentiële demping geeft de decoherentie van de spin-toestand weer. Voor bijna al het onderzoek dat we doen, ontwerpen en maken we zelf nanostructuren met behulp van geavanceerde ets- en lithografie technieken. Omdat de experimenten die we doen altijd een fun-

damenteel karakter hebben kunnen we onderzoeksprojecten aanbieden voor zowel studenten natuurkunde als technische natuurkunde. Als je interesse hebt in een project dan kun je meer informatie vinden op www.nanodevices.nl. Zo, dit was een kijkje bij fysica van nanodevices. Lekker makkelijk gedaan trouwens, een kijkje nemen bij een vakgroep door mij een stukje te laten typen... kom anders gewoon eens echt kijken! Je vindt ons op de eerste en tweede verdieping boven de Franckenkamer. 

Figuur 6. De FND-groep anno 2010, tijdens een groepsuitje naar Outdoorpark Grollo.



Oplossingen bedenken die nog niet zijn bedacht. De wereld verrijken.
Opdrachtgevers verder helpen met denkracht en daadkracht.
Jezelf overtreffen. Via Brunel Engineering.
Ook ingenieur? Kijk op brunel.nl/engineering voor meer informatie.



Brunel
Engineering

Providing Professionals



In het buitenland

Leuven, België

Rudy Schuitema

Uppsala of Singapore? New York of Sao Paulo? Boston misschien? De mogelijkheden om een tijd in het buitenland te verblijven zijn eigenlijk enkel beperkt door jezelf. Daarom moet je goed bedenken wat je zelf wilt en waarom. Ik had besloten dat ik wel naar het buitenland wilde, maar dat ik wel de mogelijkheid wilde om af en toe terug naar Groningen te reizen. Dan valt merendeel van de bovenstaande oorden eigenlijk af, maar dat betekent zeker niet dat je daardoor niet in een leuke stad terecht komt. Mijn uiteindelijke keuze viel op Leuven.

Leuven is een echte studentenstad in Vlaanderen, België. Het is de vestigingsplaats van de Katholieke Univeriteit Leuven,

die de oudste is van de Benelux. Het telt zo'n 90 000 inwoners waarvan er 30 000 student zijn, dat biedt natuurlijk perspectief voor een hoop gezelligheid.

Dit is echter niet de hoofdreden dat ik voor Leuven gekozen heb. Ik wilde eigenlijk per se mijn industriële stage bij een bedrijf doen. Dit leek mij toch relevanter dan weer een onderzoek bij een universiteit daar ik ook de intentie had om na mijn studie in het bedrijfsleven een baan te gaan zoeken. En laat er nou juist een kneitersgaaf bedrijf/instituut in Leuven zitten, genaamd Imec.

Imec is een naar eigen zeggen leidinggevend onderzoeksinstituut in nano-elektronica en nanotechnologie. Met 1650 werknemers, waarvan meer dan 550 industriële residenten en gastonderzoekers, een totaalopper-



vlakte van 8800 m² cleanroom en een omzet van ongeveer 270 miljoen euro is het een van de grootste nano-instituten van Europa. Imec doet onderzoek naar nanotechnologie dat ongeveer 3 tot 10 jaar voorloopt op de industrie. Hierdoor is het meestal voor bedrijven als Sony, Intel en Samsung vaak nog te duur om er zelf onderzoek aan te doen en is het vaak niet meer interessant voor de meeste universiteiten. Imec doet dit onderzoek en krijgt daarvoor van alle bedrijven een grote pot geld.

Via George Palasantzas kwam ik met wat mensen bij Imec in contact en kon ik een stage krijgen bij de geheugengroep, specifiek in de resistive RAM (RRAM). De beste mensen hadden uiteraard mijn cv gelezen en gezien dat ik met *phase-change* RAM gewerkt had voor mijn master en dachten waarschijnlijk een geheugenexpert binnengehaald te hebben. Niets is natuurlijk minder waar, want tot mijn eerste werkdag had ik geen idee wat RRAM was en wat ik moest doen. Gelukkig had ik een heel chille begeleider en was ik binnen een paar weken ingeburgerd in de wereld van RRAM. RRAM is een nieuw soort geheugentype dat dezelfde geometrie heeft als een condensator, dus met een elektrode, een isolator en dan weer een elektrode. Als je spanning over deze elektrodes zet kunnen ionen migreren vanuit de ene elektrode, door de isolator, naar de andere. Op deze manier kan er een geleidend filament door de isolator gevormd worden. Dit zorgt ervoor dat de weerstand over de elektrodes drastisch daalt. Bij het omkeren van het voltage zullen de ionen weer terug willen migreren wat er voor zorgt dat het filament

ergens breekt. Dit zorgt voor een verhoging in de weerstand. Dit verschil in weerstand kan worden uitgelezen als een binaire 1 of 0 en zo heb je een heel simpel *memory device*, met als groot voordeel dat het erg klein te maken is (in de orde van 20 nm). Mijn stage bestond uit het karakteriseren van verschillende soorten RRAM-cellen van verschillende materialen.

*Brazilianen die dronken zijn
beginnen te dansen, Russen gaan
bierflessen op elkaar stapelen,
Chinezen vallen gewoon direct
in slaap en leren beginnen met
glazen en fietsen te gooien.*

"Erg interessant allemaal", zal het gemiddelde Franckenlid zeggen, "maar valt er daar nog wat te zuipen?": "Jazeker", is het antwoord. Dit was natuurlijk een andere goede reden om naar België te gaan, want bier brouwen, dat kunnen onze zuiderburen zeker. En met een ratio studenten/burgers van 1 op 3 is er ook geen gebrek aan horeca in dit stadje. De 'oude markt', het centrum van het uitgaansleven in Leuven, wordt met meer dan vijftig kroegen dan ook wel de langste toog van Europa genoemd. Er zijn in Leuven erg veel foute kroegen met als klap op de vuurpijl de beruchte 'Seven Oaks'.

Dit is een soort 'Blauwe Engel' waar ze zeventig verschillende jeneveren schenken. Succes gegarandeerd dus!

Een ander fenomeen dat Leuven kent zijn de zogenaamde 'facbarren'. Dit zijn barren gerund door studenten van een bepaalde faculteit. Hier kun je doordeweeks bier halen voor een euro. Erg leuk, al was mijn stagebegeleider hier niet altijd even blij mee. Helaas zijn deze tenten niet in het weekend open omdat Belgische studenten blijkbaar zelf hun was niet kunnen doen en dus *en masse* op vrijdag naar thuis-thuis gaan.

Gelukkig woonde ik in een flatje waarvan de gang compleet bestond uit stagestudenten van Imec. Dit betekende dat ik met tien andere ingenieurs (met een standaardver-

deling van negen mannen en één vrouw) vanuit alle hoeken van de hele wereld woonde, die dus ook niet in het weekend naar huis konden. Het feit dat we met zoveel verschillende culturen op één gang woonden maakte het erg interessant en leerzaam. Zo heb ik bijvoorbeeld geleerd dat Brazilianen die dronken zijn beginnen te dansen, Russen bierflessen op elkaar gaan stapelen, Chinezen gewoon direct in slaap vallen en leren direct met glazen en fietsen beginnen te gooien.

Al met al was het een erg toffe en leerzame ervaring en ik kan dan ook een ieder van harte aanbevelen zijn stage in een ander land te doen. En zoals je ziet, dat hoeft niet eens superver weg te zijn om een leuke tijd hebben.





Timo Totté (25)

Product Engineer - Bosch Transmission Technology



BOSCH

Technologie voor het leven

“Veel ruimte voor persoonlijke ontwikkeling”

Tijdens mijn studie HTS Werktuigbouwkunde voelde ik me al aangetrokken tot de automotive sector. Nadat ik me verdiepte in het bedrijf en de competenties was ik erop gebrand om hier en nergens anders aan de slag te gaan. Met circa 130 locaties in 25 landen is Bosch de belangrijkste automobielleverancier ter wereld. Dat is wel iets om trots op te zijn.

Als Product Engineer kan ik mijn hart ophalen aan de ontwikkeling van nieuwe transmissie-concepten en het uitbouwen van dat succes. Bosch geeft je veel ruimte voor persoonlijke ontwikkeling. Voor elk wat wils, dat is de kracht van Bosch. Realiseer jouw ambities.

Kijk op www.bosch.nl of scan de tag.



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.

Schut Geometrische Meettechniek is een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de sfeer is informeel met een "no nonsense" karakter.

Op de afdelingen voor 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**.

Voor dergelijke functies zijn ook stageplaatsen beschikbaar, die eventueel uitzicht bieden op een baan.

Indien je geïnteresseerd bent, kun je altijd contact opnemen om een afspraak te maken voor een oriënterend gesprek op onze hoofdvestiging.

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.

