

perio*diek

op regelmatige tijden terugkerend mei juni 2007



2 | Van de redactie

DOOR SAMUEL HOEKMAN TURKESTEEN

Dit jaar stond (bijna) ieder perioweekend wel in het teken van een tegenwind. Zo ook het afgelopen weekend. Op het moment van schrijven en de weken hier voorafgaand lagen de computers in de BONK van het RuG-netwerk af. Voor ons betekende dit dat wij niet direct bij ons account en onze bestanden konden. Door gebruik te maken van SFTP hebben we toch weer de mooiste kunnen maken. Het duurde alleen langer dan gepland. Wat eigenlijk niet slecht uitkwam, want er was nog voldoende te lezen en te verwerken na het perioweekend.

Ook deze Periodiek staat weer bol van de leuke en interessante artikelen. De aftrap wordt gegeven door een artikel over exoplaneten, van Hielkes hand. Daarna komt er een artikel van onze scribent op doorreis; Gideon Laugs schrijft over het waarom van het reizen. Onze stoere journalist Jelle van der Zwaag schrijft een zeer aan te bevelen artikel over Andrew Wiles, de oplosser van de laatste stelling van Fermat. Ivar schrijft over Majorana: een geniale natuurkundige die op romantische wijze verdwenen is tijdens de tweede wereldoorlog. Zoals altijd is er een student gevonden die bereid was om een stuk belevenis op te schrijven over studeren in het buitenland: Martijn Kuik, een bekend FMF'er, schrijft over zijn leuke tijd in Beieren. Oud-redactrice Monique van Beek schrijft over haar onderzoek naar het keuzeaxioma. Het zal de meeste lezers niet ontgaan zijn, maar van 14 april tot 9 mei is er een prominente groep FMF'ers

met de noorderzon vertrokken naar het Oosten. Waaronder een tweetal perioedacteurs, het is niet meer dan logisch dat er een stuk over de reis naar het Oosten. Verder vergeet ik Marians momentje en MacBusters te noemen, maar ook dat kun je verderop lezen.

Ik wil deze redactioneel afsluiten met wat *famous last words*. Dit is namelijk de laatste Periodiek die ik maak als hoofdredacteur. Het was voor mij een groot genoegen om dit jaar, vijf keer de mooiste Periodiek ooit te maken. Ik heb er heel veel plezier van gehad en ik heb er veel van geleerd.

Mij werd een tweetal jaar terug verteld dat de perio de mooiste commissie van de FMF is. Het maken van de Periodiek is een mooie ervaring, en ik besef me nu dan ook waarom ik ooit ben begonnen bij de Periodiek. Zonder in tranen te willen uitbarsten wil ik mijn commissie: Wicher, Olger, Jelle, Hielke, Ivar, Marten en Pjotr dan ook heel erg loven en bedanken voor hun toffe ideeën, voor het tē laat afschrijven van stukjes, voor de foodcie, voor de leuke weekenden, niet voor Caketown, voor de nieuwe lay-out, voor de moties tijdens de vergaderingen, voor het niet doen van actiepuntes en eigenlijk voor het maken van vijf mooiste Periodieken. De perio is echt de mooiste commissie van de FMF!

Dan rest mij nu niets meer dan jou een goede vakantie toe te wensen... en voor ik het vergeet, moet ik zeggen dat het breinwerk een leuke uitdaging voor deze zomer is! •

COLOFON

Hoofdredactie

Samuel Hoekman Turkesteen

Eindredactie

Ivar Postma

Redactie

Hielke de Haan, Wicher Visser, Jelle van der Zwaag, Olger Zwier

Opmaakredactie

Pjotr Svetachov, Marten Veldhuis, Willem Hendriks

Scribenten

Monique van Beek, Martijn Kuik, Gideon Laugs, Marian Otter

Met dank aan

Fabian Walraven, Leendert Breukel, Eamon Nerbonne

De Periodiek is een uitgave van de Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging en verschijnt vijf keer per jaar. De redactie is te bereiken via perio@fmf.nl. De deadline voor de volgende Periodiek is 14 september 2007.

Adverteerders

Océ (pag. 9), ASML (pag. 34), BCICT (pag. 40)

Ook adverteren? Neem contact op met bestuur@fmf.nl.

Oplage

1400 stuks

Druk

Scholma, www.scholma.nl

© Groningen, 2007

- 6 **Vreemde nieuwe werelden**
Waar nog niemand is geweest



- 10 **Het mysterie Majorana**
Als een dief in de nacht?



- 14 **Het meesterwerk van Andrew Wiles**
Acht jaar knutselen op je zolderkamertje



- 18 **Reizen... waarom zou je?**
Drie redenen om je biezen te pakken!



- 22 **Studeren in het buitenland**
Siemens AG, Erlangen, Bayern, Deutschland



- 26 **Crazy things in \mathbb{R}**
Je linker- of je rechtersok?



- 30 **Het verre Oosten**
27 dagen in Taiwan en Zuid-Korea



- 36 **MacBusters: Mac als Houdini**
De magie van magnetisme



Advertorial Quinity	12	Advertorial TNO	28
Van de commissaris-intern	17	Advertorial SAI	35
Marian's moment	21	Breinwerk	38

4 In het nieuws

Kwantumcomputer stapje dichterbij

Wetenschappers van een onderzoeksinstituut in Parijs kunnen elektronen één voor één uitzenden. Kwantumcomputers gaan uit van de kwantummechanische eigenschappen van bijvoorbeeld elektronen. Kwantummechanica zegt dat elektronen verschillende taken tegelijkertijd kunnen uitvoeren, en hierdoor kan de kwantumcomputer supersnel werken. Maar om die elektronen te kunnen gebruiken, moet je ze goed onder controle hebben. Het is de wetenschappers gelukt om een enkel elektron onder invloed van een stroomstootje door een elektronengas te laten gaan. Het gas laat de elektronen ongemoeid zodat die dienst kunnen doen als *qubits*, de exotische kwantumversie van de hedendaagse bit.

Bron: Science

Op zoek naar de planeet van Spock

Sterrenkundigen aan NASA's Jet Propulsion Laboratorium concluderen dat het mogelijk zou moeten zijn om aardachtige planeten te vinden rondom de ster 40 Eridani. SIM PlanetQuest (een ruimtetelescoop) zou dergelijke planeten moeten kunnen detecteren. De ster ligt op zestien lichtjaar van de aarde. Star Trek-fans herkennen 40 Eridani als de ster waaromheen Vulcan zou draaien. Om leven mogelijk te maken moet een planeet in een bewoonbaar gebied rondom een ster draaien. In dit bewoonbaar gebied is het mogelijk dat op een planeet vloeibaar water voorkomt. Water is essentieel voor

organismen om lang en voorspoedig te leven. De SIM PlanetQuest zal zo accuraat zijn dat het mogelijk is om een stuiver te detecteren op een afstand aarde-maan.

Bron: PlanetQuest (NASA)

Babi pangang uit het lab

Wetenschappers van de Universiteit Utrecht proberen varkensvlees te laten groeien in hun laboratorium. Vlees gemaakt in het lab zou veel milieuvriendelijker zijn. "Het houden van dieren alleen om ze op te eten is niet goed voor het milieu," aldus Bernard Roelen, voedingswetenschapper aan de universiteit. "Dieren moeten groeien en produceren veel dingen die je niet eet." Het is het team inmiddels gelukt om een dun laagje cellen te laten groeien, nog verre van een schouderkarbonade. Het duurt dan ook nog jaren voordat het in het lab gegroeide vlees bij de supermarkt ligt.

Bron: Reuters

Tafelen met Microsoft

Microsoft heeft een computertafel ontwikkeld. De tafel is in principe een horizontale touch-screen met vier poten eronder. De Microsoft Surface maakt gebruik van de *multi-touch* technologie, die ook Apple gebruikte voor haar iPhone. Om de tafel te bedienen heb je geen muis of toetsenbord nodig, je hoeft alleen je vingers te gebruiken. De tafel is ontworpen om bestanden uit te wisse-

len met mobiele telefoons die erop liggen. De potentiële klanten zijn allereerst te vinden in de horeca. Via de tafel kun je dan bijvoorbeeld het menu oproepen om zo eten en drinken te bestellen. Op YouTube zijn filmpjes te zien waar iemand een foto neemt, de camera op de tafel legt en de net-gemaakte foto 'uit' de camera op de tafel projecteert. De tafels kosten nu nog rond de vijfduizend tot tienduizend dollar. Microsoft zegt binnen drie tot vijf jaar goedkopere, voor de consument gemaakte tafels te kunnen produceren.

Bron: BBC

Plastic tas als kogelvrij vest

Van polyethyleen kunnen niet alleen plastic tassen en boterhamzakjes worden gemaakt, maar ook kogelvrije vesten. In de vorm van superdunne draden kan het materiaal kogels tegenhouden. Het was echter nog niet gelukt om er een flexibel, ultradun vest van te maken. Tot nu! Het is DSM in Heerlen gelukt om van een polyethyleen vezels een vest te maken dat vijftien maal sterker is dan staal en veertig procent sterker dan de huidige generatie kogelvrije vesten.

Bron: NewScientist



Met nanolijm schieten als Spider-man

Wetenschappers van het Rensselaer Polytechnic Institute (New York, vs) ontwikkelden een nanolijm die de manier waarop chips gemaakt worden kan veranderen. Bovenal kan de lijm in de toekomst in fijne draden worden weggeschoten, zoals Spider-man uit de welbekende strip, en sinds kort een drietal films, dat ook



doet. Door een bepaald soort materiaal extreem te verhitten kan het materialen aan elkaar verbinden die normaal niet met elkaar verbonden kunnen worden. De onderliggende technologie is bekend als nanolaagjes, lange koolstofverbindingen die twee materialen aan elkaar kunnen haken. Deze nanolaagjes verliezen hun eigenschappen boven de vierhonderd graden Celsius. Bij toeval vonden de wetenschappers dat een commercieel verkrijgbaar nanolaagje tussen silicaat en koper tussen de 400 en 700 graden een enorm sterke nanolijm vormde. Deze nanolijm kan toegepast worden bij het maken

van computerchips doordat de lijm geleiders en insulators van een chip dicht tegen elkaar aan kan binden. Minder stroomlekkage en dus hogere betrouwbaarheid en prestaties. Bron: Computerworld

Computers sneller door spinlogica

Het is mogelijk om met behulp van de spin- en ladingseigenschappen computerprocessoren sneller te maken. Conventionele productieprocessen hebben een natuurlijke limiet omdat er meer en meer rekenkracht op een processor gepropt wordt. Spintronica, dat gebruik maakt van de spin van elektronen en de elektrische lading, belooft een uitweg hiervoor. Deze uitweg is echter nog niet gevonden met de huidige halfgeleidende materialen. Onderzoekers aan de universiteit van California hebben een plan bedacht voor een halfgeleidend spintronica-apparaat, dat dezelfde logische operaties kan verrichten als een transistor dat kan in een chip. Ook stellen zij dat het mogelijk is om deze logische poorten te integreren op grote schaal.

Bron: New Scientist

Diodes

Een LED die snel zou kunnen schakelen tussen blauw en rood licht, zal leiden tot kleinere pixel voor hoge-resolutie beeldschermen. Normaliter emiteert een LED maar een kleur licht, maar volgens een nieuwe studie is het mogelijk om te switchen tussen twee kleuren, als je europium, een zeldzaam

metaal, toevoegt. Europium kan namelijk in twee chemische toestanden verkeren. De nieuwe LED is gemaakt van een halfgeleidende laag silicium en een laag isolator (siliciumdioxide), waardoor een barrière ontstaat waat geen elektronen door kunnen. Europium is verweven in het siliciumdioxide. Wanneer er een spanning over de barrière wordt gezet kunnen de elektronen toch de barrière door. Dit is het kwantummechanische proces dat *tunneling* heet. Wanneer de elektronen door het silicium heen tunnelen, slaan deze soms in europiumatomen. Hierdoor de vallen europiumatoom in een aangeslagen (hogere energie) toestand. Wanneer deze atomen terugvallen naar de grondtoestand, emitteren ze licht. Door het variëren van de spanning wordt er handig ingespeeld op de chemische toestanden waar europium in kan verkeren en zodoende kan de kleur gevarieerd worden.

Bron: New Scientist

Burning Uranus

Sterrenkundigen hebben een planeet gevonden die ongeveer net zo groot is als Neptunus en bijna volledig bestaat uit water. De planeet heeft een harde kern, daaromheen zit vloeibaar water en tot slot een schil met waterstof en helium. Omdat de planeet vrij dicht om zijn ster draait is de oppervlaktetemperatuur zo'n 600 Kelvin. De planeet is een hete versie van de ijsplaneet Uranus.

Bron: Science

6 | Vreemde nieuwe werelden

DOOR PJOTR SVETACHOV EN HIELKE DE HAAN

Eind april werd de ontdekking gepubliceerd van Gliese 581 c, de eerste bekende exoplaneet die op een dusdanige afstand van zijn ster staat er dat misschien vloeibaar water op zijn oppervlak zou kunnen worden gevonden. Dit vloeibare water zou op zijn beurt voor een miniem kansje zorgen dat leven—zoals wij dat kennen—op deze planeet zou kunnen gedijen. De ontdekking van Gliese 581 c bracht exoplaneten, planeten die rondom een andere ster dan de zon cirkelen, opnieuw in de belangstelling.

Geschiedenis

Het heeft lang geduurd voordat de eerste exoplaneet werd gevonden waarvan men met zekerheid kon zeggen dat het daadwerkelijk om een planeet ging. Het probleem is namelijk dat sterren zoveel licht uitzenden dat de planeten niet meer direct zichtbaar zijn. Dit is te vergelijken met proberen 's nachts het nummerbord van een auto te lezen terwijl deze zijn koplampen aan heeft. Pas vanaf de jaren negentig, met de komst van de Hubble Space Telescope, was de techniek eindelijk zover dat men met zekerheid exoplaneten kon waarnemen. Dit is dus minder dan twintig jaar geleden, terwijl men al eeuwen lang naar de sterren kijkt.

Voor 1990 waren er al wel mensen die beweerden exoplaneten te zien. Vanaf 1855 vermoedde men bijvoorbeeld dat er een planeet was rond het zonnestelsel 70 Ophiuchi en in 1890 beweerde men dat er zelfs bewijs voor was gevonden. Helaas is nu bekend dat er helemaal geen planeten zijn in dat zonnestelsel. Ook in de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw waren er verschillende mensen die beweerden dat ze exoplaneten gevonden hadden maar ook deze beweringen bleken later onwaar te zijn.

Natuurlijk moet iemand de eerste zijn en in dit geval zijn dat drie astronomen uit Canada genaamd Bruce Campbell, G. A. H. Walker en S. Yang. Zij kwamen in 1988 met aanwijzingen voor een planeet rond de ster Gamma Cephei. Maar het duurde pas tot 2003 voordat men genoeg vertrouwen had in de technologie om te zeggen dat die planeet er ook echt was.

Leven?

Inmiddels staat de teller op 243 en elk jaar komen er gemiddeld twintig bij. Geschat wordt dat ongeveer tien procent van de zonnestelsels planeten hebben. Tot nu toe is vooral naar exoplaneten gezocht bij zonnestelsels waarvan de ster qua grootte vergelijkbaar is met onze

zon. Dit omdat de kans dat bij een grotere ster planeten vormen veel kleiner is. Aan de andere kant zal een kleinere ster in de regel kleinere planeten hebben, die moeilijker detecteerbaar zijn.

Van de planeten die ontdekt zijn heeft de eerdergenoemde Gliese 581 c de meeste kans op leven. Helaas zijn de manieren om leven te ontdekken op andere planeten nog lang niet ver genoeg ontwikkeld. De reden dat Gliese 581 c mogelijk leven kan bevatten is omdat deze planeet zich met zijn omloopbaan in het 'bewoonbare gebied' van zijn ster bevindt. Dit is een gebied op een dusdanige afstand van de ster dat water in vloeibaar vorm kan bestaan op de planeet.

Astrometrie

Het opsporen van exoplaneten gebeurt natuurlijk met een telescoop, eigenlijk het enige instrument wat een astronoom tot zijn beschikking heeft om gegevens mee te verzamelen. Maar ondanks dit op het eerste gezicht nogal sobere instrumentarium heeft een astronoom de keuze uit verschillende methoden om planeten te detecteren.

De oudste en meest recht-toe-recht-aan methode is astrometrie, het simpelweg volgen van het pad van een ster over het firmament. Als een ster een planeet heeft, trekken de beide lichamen elkaar aan als gevolg van gravitatie. Het effect hiervan is door het enorme verschil in massa tussen ster en planeet het duidelijkst zichtbaar bij de planeet, maar ook de ster gaat in een kleine ellipsvormige baan bewegen. Dit zorgt voor kleine afwijkingen in het traject dat de ster volgt over de hemelkoepel. Deze afwijkingen zijn echter maar heel miniem, en dus moeilijk detecteerbaar. Al in de jaren vijftig van de vorige eeuw werd beweerd dat op deze manier exoplaneten waren gevonden, maar pas decennia later, toen de Hubble Space Telescope voorhanden was, kon het al dan niet bestaan van deze kandidaten onomstotelijk worden vastgesteld.

De oplettende lezer zal al hebben opgemerkt dat met deze astrometrische detectiemethode alleen een planeet kan worden gevonden als het vlak van de baan waarin deze rond zijn ster beweegt min of meer loodrecht staat op de denkbeeldige lijn die de Aarde met deze planeet verbindt. Is dit niet zo, dan beweegt de ster enkel een beetje voor- en achteruit als gevolg van de gravitatie van de planeet, en merkt de astronoom niets aan de beweging van de ster over de hemelkoepel.

Dopplerverschuiving

Toch kan ook deze zogenaamde radiale snelheid worden gedetecteerd. Elke ster zendt namelijk licht uit van heel specifieke frequenties, die verband houden met de atoomsoorten waaruit de ster is opgebouwd. De meeste sterren bevatten bijvoorbeeld veel waterstof, en zullen daarom veel licht uitzenden met een frequentie van ongeveer 1420 MHz, of de beroemde golflengte van 21 centimeter. Als de ster echter periodiek van ons af en naar ons toe beweegt, zal er dopplerverschuiving optreden. Uit de mate waarin de waargenomen golflengte afwijkt van deze 21 centimeter kan dan de radiale snelheid van de ster worden afgeleid.

Dopplerverschuiving kan ook op een iets andere manier worden toegepast, namelijk om vast te stellen of een pulsar een planeet heeft. Een pulsar is een neutronenster, een overblijfsel van een ster die is 'gestorven' in een supernova-explosie, maar wel een speciale. De intensiteit van het licht dat een pulsar uitzendt varieert name-

lijk heel regelmatig, en hiervan wordt gedacht dat het wordt veroorzaakt door de rotatie van de ster. Omdat de schommeling in de lichtintensiteit van deze sterren normaliter heel regelmatig is, kunnen kleine Dopplerverschuivingen als gevolg van de gravitatie van een planeet goed worden gedetecteerd.

Transitiemethode

Met de tot nu toe genoemde detectiemethoden, die allen uitgaan van de gravitatie van de planeet op zijn ster, kan enkel de massa van de planeet worden afgeleid. Maar het is ook mogelijk om een schatting te maken van de omvang van de planeet. Dit kan wanneer de planeet tussen de ster en de waarnemer door beweegt en daarmee zorgt voor een tijdelijke afname in de lichtintensiteit van zijn ster. Hoe groter deze afname, hoe groter de planeet. Het spreekt voor zich dat deze transitiemethode maar in een klein aantal gevallen toepasbaar is: de baan van de planeet moet dusdanig zijn dat de planeet precies voor de ster langs beweegt, iets wat onwaarschijnlijker wordt naar mate de planeet verder van zijn ster afstaat.

Microlensing

Een nog minder vaak toepasbare methode maakt gebruik van het verschijnsel gravitationele microlensing. Hierbij wordt licht van een verafgelegen ster afgebogen door het gravitatieveld van een meer nabijgelegen ster, die op deze manier als lens fungeert en het beeld van de verafgelegen ster vergroot. Wanneer er een planeet om deze lensster cirkelt, heeft deze een merkbare invloed op

Artiestenimpressie van Jupiterachtige planeet HD 209458b.



het beeld. Het optreden van een dergelijk lenseeffect is per ster erg zeldzaam, en sterren moeten dus lange tijd in de gaten worden gehouden om een mogelijk effect op te merken. Ook is het moeilijk om potentiële exoplaneten nog eens te controleren, omdat een lenseeffect doorgaans een eenmalige gebeurtenis is, en omdat planeten die met deze methode gevonden worden zich meestal te ver weg bevinden om met de andere detectiemethoden te worden opgemerkt. Toch zijn er door middel van gravitationele microlensing al vier exoplaneten gevonden, en is het tot op heden de enige manier om aarde-achtige planeten rond zonachtige sterren te ontdekken.

Directe waarneming

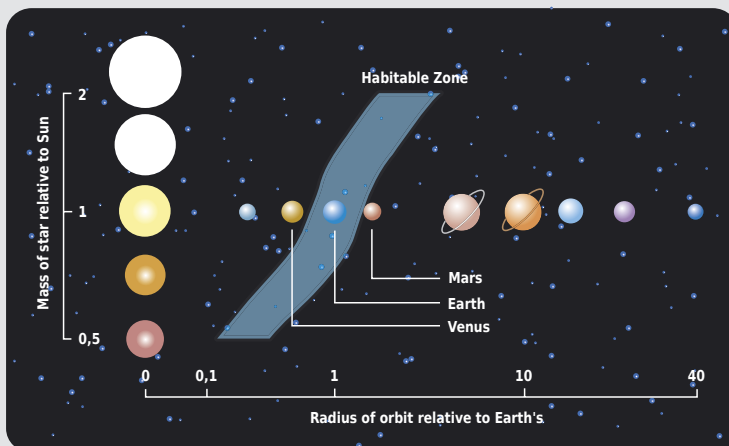
In enkele uitzonderlijke gevallen is het mogelijk om planeten direct waar te nemen. Normaliter is dit dus onmogelijk vanwege de relatief lage lichtintensiteit van een planeet, maar als de planeet erg groot is, veel groter dan Jupiter, de grootste planeet in ons zonnestelsel, niet te dicht bij zijn ster staat en bovendien nog vrij jong en dus heet is zodat hij infrarode straling afgeeft, kan hij zichtbaar zijn door een telescoop. Met deze methode is tot nu toe één planeet buiten ons zonnestelsel ontdekt. Van andere mogelijke kandidaten die direct zijn waargenomen is nog niet zeker of het daadwerkelijk om planeten gaat. Het is goed mogelijk dat het kleine bruine dwergen zijn, gasbollen die het midden houden tussen grote gasvormige planeten à la Jupiter en kleine sterren. Astronomie zou echter astronomie niet zijn als er niet

een flinke discussie bestond over de vraag of een bruine dwerg nu werkelijk iets anders is dan gewoon een uit de kluiten gewassen Jupiter.

Vanuit de ruimte

Bovengenoemde detectiemethoden gaan allemaal uit van observatie vanaf de Aarde. In de nabije toekomst zal het echter mogelijk zijn ook vanuit de ruimte naar exoplaneten te zoeken. Dit heeft als voordeel dat de aardatmosfeer de beelden niet vertroebelt en dat er ook naar de infrarode golflengten kan worden gekeken, die niet tot het aardoppervlak doordringen. Eind vorig jaar heeft de Europese ruimtevaartorganisatie ESA de COROT-sonde gelanceerd en eind volgend jaar zal Kepler volgen. Beide sondes gebruiken de hierboven beschreven transitiemethode om planeten te zoeken met een straal die vergelijkbaar is met die van de Aarde.

In de iets minder nabije toekomst zullen waarschijnlijk meer missies volgen. NASA's Space Interferometry Mission, die momenteel gepland staat voor 2014, zal gebruik maken van astrometrie. ESA's Darwin-sonde, die ook rond die tijd zal worden gelanceerd, zal proberen planeten direct te waarnemen. De *Terrestrial Planet Finder* van NASA zou dit ook moeten doen, maar dit project is opgeschort en het is onbekend of en wanneer deze sonde zal worden gelanceerd. In de tussentijd zullen we het dus nog moeten doen met de artiestenimpressies van deze verre werelden. •



Habitable Zone

Afhankelijk van de massa van de ster is er een zone rond de ster waar vloeibaar water kan bestaan, het zogenaamde bewoonbare gebied. Planeten die zich in dit gebied bevinden kunnen mogelijk leven herbergen.

A photograph of three men on a rocky outcrop overlooking a dense forest. One man is sitting on the rock, while two others stand behind him. The background is a vast, green forest under a blue sky with scattered clouds.

Reizen... waarom zou je?

DOOR GIDEON LAUGS

Voor wie zichzelf ervan wil overtuigen dat er deze zomer maar thuisgebleven moet worden: je bent niet de enige. Legioenen Nederlanders produceren elk jaar weer enkele tonnen argumenten om zichzelf en hun omgeving ervan te overtuigen dat de achtertuin goed genoeg is. Prima, maar vergeet niet dat je pas echt thuis kunt komen nadat je weg geweest bent, dat vakantie en reizen twee verschillende dingen zijn, dat je computer echt wel een tijdje zonder je kan en dat er bij elk argument voor ook een argument tegen hoort.

“Op reis... da's toch allemaal veel te duur?”

Ahh ja, het geld... Het struikelblok van elke student, zelfs als het niet eens over vakantie gaat. Loesje schreef ooit: “Aan het eind van mijn geld blijft er altijd nog een stukje maand over.” Na aftrek van essentiële nerdbehoeften als een nieuwe videokaart of de uitbreiding van Kolonisten, wat blijft er dan nog over? Niet veel! Dit jaar maar niet op vakantie dan? *Think again.*

All-in pakketreizen naar de Malediven zijn inderdaad niet heel goedkoop, dus bewaar die maar liever voor je huwelijksreis (zelfs voor nerds). Nee, wie krap bij kas zit moet creatief zijn en voor wie dat durft, staat er per definitie avontuur te wachten. Doen de sterke verhalen na afloop van de inmiddels weer jaarlijks terugkerende FMF liftwedstrijd een belletje rinkelen? Liften is dé manier om zo goedkoop mogelijk van A naar B te komen, zelfs als de afstand daartussen een overnachting vereist. Zet gewoon een tent op ergens in een bosje, of knoop een hangmatje tussen wat bomen. De ware creatievelingen worden niet alleen beloond met onbetaalbare reiservaringen, maar vooral met de kosten: geen.

Goed, niet iedereen zal liften een goed idee vinden, maar daarmee is het einde nog niet in zicht. Ga fietsen door de Benelux of vlieg met een budget-luchtvaartmaatschappij verder weg. Of tast een tikje dieper in de buidel voor een vliegticket naar landen die te boek staan als spotgoed-

koop: denk aan India of Thailand. Waar in Europa een budget van ongeveer twintig euro per persoon per dag eigenlijk het minimum is, kun je in nogal wat landen buiten Europa daarvan dagen in relatieve weelde leven.

Punt blijft natuurlijk wel dat welke bestemming je ook kiest, je moet zien te leven binnen de grenzen van je budget. De kans dat je op de *leftovers* van een studiebeursje uitkomt bij twee maanden op het privé-palmenstrand van een vijfsterrenresort is vrij klein; stapelbedden op slaapzalen in hostels liggen meer in de lijn der verwachting. Geen buffet-diners maar eerder broodjes kebab van de Turk op de hoek of zelfgemaakte pasta uit de *do-it-yourself*-keuken van een hostel. Goedkoop reizen brengt onvermijdelijk een verminderd luxeniveau met zich mee, maar hoeft daarom nog niet minder leuk te zijn. Het zou je bijvoorbeeld verbazen hoezeer eten bij straatstalletjes vaak het hoogtepunt van lokale (eet)cultuur is, of wat voor ontzettend gezellige *hang-outs* van gelijkgestemden de goedkopere hostels binnen en buiten Europa vaak zijn.

“Maar daar spreekt toch niemand Nederlands?”

Voor wie op zoek is naar lekker veilig en lekker makkelijk: in Zuid-Frankrijk zijn tientallen campings te vinden waar je heel gewoon met Nederlands terecht kunt. Mocht je ietsje verder willen, dan zijn er aan de zuidkust

van Turkije ook nog talloze resorts te vinden die in de zomermaanden veranderen in Nederlandse enclaves. Wees gerust, iedereen om je heen spreekt jouw taal. Al je burens zijn precies hetzelfde als al je burens in Nederland. Lekker veilig, lekker makkelijk.

Het kan ook anders. Statistisch gezien is Nederlands nog steeds een vrij beperkt gesproken taal en de kans dat als je een random bestemming kiest, het gesproken Nederlands beperkt is tot “Goelit” en “Fa Nihstolroy”, is best aanzienlijk. Is dat een probleem? Absoluut niet. Waar je ook naartoe gaat, over het algemeen kan altijd wel iemand opgetrommeld worden die voldoende Engels (of in gevallen als Marokko en de rest van Noord-Afrika; Frans) spreekt of begrijpt om je punt duidelijk te maken, maar soms ook niet. Nog steeds geen probleem. Sterker nog, hier begint het echte reizen.

Gebruik je handen. Gebruik je voeten. Gebaar dat je met een vork eten van een bord in je mond schuift en je zult eten vinden. Vouw je handen onder je geknikte hoofd en je zult een bed krijgen. Mensen over de hele wereld snappen de essentiële gebaren en het is ongelofelijk hoe ver je met een paar eenvoudige, creatieve gebaren kunt komen.

Helemaal mooi wordt het als je een paar woordjes in de lokale taal kent. Niemand verwacht dat je vloeiende volzinnen kunt opratelen, maar als je alleen al “dankjewel” in de taal van het volk kunt zeggen, zul je zien dat er werelden voor je opengaan. Luister naar de patronen in de taal die de mensen om je heen spreken. Stopwoordjes, “ja”, “nee” en “ok” zijn geweldig om te kennen en een paar van die opgevengen uitdrukkingen zo nu en dan laten vallen brengt overal een glimlach op gezichten. Met Nederlands of Engels ergens terecht kunnen is nergens voor nodig. Het enige dat belangrijk is, is een beetje lef, wat creativiteit en een betonnen maag voor als je per ongeluk gefrituurde rat hebt besteld.

“Waarom zo ver? Nederland is toch ook mooi?”

Helemaal correct. De noordelijke stranden van de wadeneilanden zijn zelfs buiten de zomermaanden om fantastische plekken om uit te waaien. Amsterdam biedt zelfs de meest doorgewinterde Nederlander elke dag

nieuwe ontdekkingen. Luchtig Zeeland, natuurgebied Drenthe, heuvelachtig Limburg, musea, festivals. Of dichterbij huis: je eigen kamer, een deur die je achter je dicht kunt doen, zelf lekker eten koken. Nederland heeft absoluut genoeg te bieden om heel lang te kunnen blijven fascineren. Het probleem is alleen dat we het zelf vaak niet meer zien.

Na maanden guur regenweer en compleet doorweekt collegezalen inlopen, ligt de conclusie heel erg voor de hand: Nederland zuigt. Naarmate sleur de overhand neemt en de zomer steeds langer geleden lijkt, wordt het steeds moeilijker om de mooie dingen aan je thuis te blijven zien. Klinkt dit bekend? Zoek het dan voor de afwisseling eens wat verderop. Duik eens *head-first* in een totaal andere cultuur in een totaal ander land, verbaas je over hoe anders dan Nederland dat is en herontdek je thuis.

Met name India staat erom bekend een aanval op alle zintuigen met cultuurshockgarantie te zijn, maar ook dichterbij huis in landen als Marokko, Turkije of zelfs Frankrijk is het cultuurverschil met Nederland vaak al schokkend. Leef een tijd uit de rugzak, zonder de relatieve veiligheid van je eigen huis of kamer en je zult als een ander mens thuiskomen. Al die dingen die in het dagelijkse Nederlandse leven zo ontzettend normaal zijn, lijken ineens al hun kleur terug te krijgen. Een patatje met bij de Febo was nog nooit zo lekker. De paar kilometer naar Zernike waren nog nooit zo fijn fietsen. Je eigen bed sliep nog nooit zo lekker en je computer maakt eigenlijk best een rustgevend geluid.

Een veel gehoorde uitspraak onder fanatieke reizigers is dat het beste onderdeel van reizen thuis komen is. Dat is ook de reden waarom fanatieke reizigers precies dat zijn. Hoe vaker je erop uit trekt, hoe vaker je je over de dingen aan weerskanten van het spectrum kunt verbazen. De drempel ligt stukken minder hoog dan veel mensen denken. Het enige wat er nodig is voor een stel nieuwe ogen, is een beetje lef. Tel je geld en zie hoe ver je daarmee kunt komen. Leer tot tien tellen in een vreemde taal en ga die kennis toetsen. Ren de straat op en steek je duim omhoog! Als het goed is, ben je tegen de tijd dat je dit leest, nog net op tijd om je in te schrijven voor de FMF liftwedstrijd. •

Advertorial Quinity

DOOR PJOTR SVETACHOV EN IVAR POSTMA

Op een zomerse vrijdagmiddag zitten drie redactieleden op een dakterras in het centrum van Utrecht. Hoewel het er goed toeven is, zijn wij hier niet slechts voor ontspanning. Wat doen wij hier? En hoe zijn we hier terecht gekomen?

We zitten om tafel met Leendert Breukel van het softwarebedrijf Quinity. Het eerder genoemde dakterras hoort bij het bedrijfspand van Quinity dat het bedrijf deelt met het postkantoor. Boven het postkantoor heeft Quinity drie verdiepingen. Binnengekomen hoef je alleen de bordjes te volgen. Een warm onthaal met een kop koffie en we voelen ons gelijk thuis. Leendert stelt voor in het zonnetje te gaan zitten waar zijn collega's ook net aan het lunchen zijn.

Quinity's geschiedenis

Quinity is een jong bedrijf, dat zo'n zeven jaar geleden werd opgericht. Geen gunstig moment voor infomatica-bedrijven want dit was precies de periode waarin de internetbubbel barstte. De meeste nieuwe bedrijven overleefden deze periode dan ook niet. Quinity was hier een uitzondering in. Maar Quinity wist niet alleen te overleven, het wist zelfs in een tijd van recessie flink te groeien. Sinds de oprichting is het bedrijf elk jaar gegroeid en inmiddels zijn er zo'n 85 werknemers in dienst. De kracht van het bedrijf ligt in de bedrijfsstrategie, weet Leendert te vertellen.

Strategie

Op de strategie willen we wat dieper ingaan. Mochten we immers makkelijk rijk kunnen worden in de softwaresector dan zullen wij dit niet nalaten. Leendert gunt ons dit geheim. Quinity heeft er vanaf het begin altijd voor gekozen om de focus in een specifieke sector te leggen: de financiële. Bij de financiële sector moet je vooral denken aan banken en verzekeraars. Naast een specifieke sector is er ook gekozen voor slechts één programmeertaal. De specialisatie van Quinity bleek een gouden greep. De werknemers zijn goed ingewerkt in de financiële wereld. Het opstellen van een eisenpakket voor een product wordt hierdoor veel makkelijker. Ook kan software worden hergebruikt of doorontwikkeld. Het bedrijf heeft standaardcomponenten ontwikkeld waarmee toekomstige projecten veel sneller verlopen dan bij de concurrentie. Voorbeelden van standaardcomponenten zijn functionaliteitscomponenten voor het afhandelen van polisaanvragen of componenten voor het ontwikkelen van formulieren. De snelle levering en scherpe prijs maken Quinity een sterk bedrijf en geliefd bij klanten.

Leendert Breukel

Leendert werkt pas enkele maanden bij Quinity. Het is zijn eerste echte baan sinds hij afstudeerde in de informatica te Delft. Hij koos Quinity destijds omdat het bedrijf precies in het plaatje past dat hij zocht. Als voordeel noemt hij de korte duur van projecten, de meeste duren slechts enkele maanden. Dit zorgt ervoor dat je ook de presentatie van het eindproduct meemaakt. Dit zorgt volgens Leendert voor veel voldoening. Er wordt bij Quinity gewerkt in kleine teams waardoor je snel verantwoordelijkheid krijgt. Daarnaast is het makkelijk je te ontwikkelen in een jong bedrijf als Quinity. Door de groei is er veel vraag naar mensen waardoor de oudere werknemers al snel doorgroeien binnen het bedrijf, soms al binnen een jaar. Als groentje mag je aan de hand van een senior mee naar de klant. Binnen de kortste keren ben jij echter de senior en laat je een andere nieuweling de kneepjes van het vak zien. De sfeer is dan ook erg goed en van een duidelijke scheiding in de hiërarchie is geen sprake. Iedereen kan bij elkaar aankloppen. "Je kunt hier doen wat je wil en kan" en "iedereen doet hier een beetje van alles," aldus Leendert, waarmee hij de diversiteit van het werk bij Quinity illustreert.

Sfeer

Aan de hand van Leendert ging de redactie wat bedrijfs-sfeer opsnuiven. Voor het interview was ons de huiselijke sfeer al opgevallen. Tijdens de lunch stonden de tafels in de "woonkamer" vol met brood en beleg. Inmiddels is dit alles al weer netjes opgeruimd. Naast eettafels is er ook een hoekje met banken. Een belachelijk grote plasma-tv siert de muur. Eronder hangt een PlayStation 2, voor de ontspanning. Maar naast elektronische speeltjes heeft deze verdieping ook een pingpongtafel. Deze tafel is, in tegenstelling tot de PlayStation, wel in gebruik. Dit betekent niet dat er niet hard gewerkt wordt. In de aparte kamers werken steeds groepjes van drie tot zes mensen. In de muren is veel glas verwerkt waardoor het zonlicht alle ruimtes duidelijk verlicht.

Een ander voorbeeld wat de sfeer kenmerkt, is de maandelijkse medewerkersvergadering. Op deze vergadering wordt iedereen op de hoogte gesteld van de bedrijfsstrategie, de projecten en andere facetten die voor de mede-

werkers van belang zijn. Deze meeting wordt afgesloten met een borrel.

Projecten

Zoals gezegd focust Quinity zich op de financiële sector. Zo heeft Quinity projecten gedaan voor ABN AMRO, Rabobank en vele grote verzekeraars. Door alleen te focussen op de financiële sector heeft Quinity grote naamsbekendheid opgebouwd. De meeste klanten komen weer via andere klanten in aanraking met Quinity.

Quinity gebruikt de DSDM (Dynamic Systems Development Method) voor het ontwikkelingsproces. Door goed gebruik te maken van eigen gereedschap en componenten kunnen projecten al binnen drie maanden aan de klant geleverd worden.

Carrière

Bij Quinity kan je terecht komen door gewoon te solliciteren. Maar afstuderen is bij Quinity ook mogelijk. Tijdens de sollicitatie doorloop je een procedure die uit drie onderdelen bestaat. Je begint met een oriënterend gesprek met twee medewerkers van het bedrijf. Daarna komt het assessment. Als laatste heb je nog een gesprek met twee directeurs van Quinity.

Als je bij Quinity komt werken doorloop je eerst een intensief trainingsprogramma om het framework dat intern gebruik wordt onder de knie te krijgen. Aan het begin zal je vooral aan de technische kant werken. De gesprekken met de klant zijn eerst weggelegd voor mensen die al langer bij Quinity werken en/of al veel kennis hebben van hoe alles werkt in de financiële sector. De eerste gesprekken met de klant gebeuren meestal samen met mensen die al meer ervaring hebben zodat je gemakkelijker de benodigde vaardigheden kan ontwikkelen.

Naast het initiële trainingsprogramma heeft Quinity ook een cursusaanbod voor zijn werknemers. Je kan dan uit een lijst zelf kiezen welke cursussen je graag wilt volgen en in overleg met de directie wordt bepaald of je de cursussen mag gaan volgen. Het wordt binnen het bedrijf

vanuit de directie gestimuleerd om jezelf te ontwikkelen en dus af en toe een cursus te volgen.

Bij Quinity kan je zowel voltijd als in deeltijd werken. Wat de redactie opviel was dat ook projectmanagers in deeltijd kunnen werken. Meestal neemt het managen van een project namelijk veel tijd in beslag. Echter, bij Quinity zijn er ook managers die een 32- of 36-urige week draaien. Verder is er natuurlijk compensatie voor overwerken.

Zoals gezegd kan je ook afstuderen bij Quinity. De meeste afstudeeropdrachten bij Quinity hebben te maken met onderzoek. Dit omdat de meeste universiteiten dit eisen maar ook omdat het aanleren van de gebruikte componenten en gereedschappen veel tijd van je afstudeerperiode in beslag kan nemen. Onderzoek betekent vaak het kijken naar nieuwe technologie of het helpen van verfijnen van het productieproces of de componenten.

Quinity heeft zeker een goed indruk bij de redactie achter gelaten. Quinity is een jong, gefocused en interessant bedrijf. Het is ook een groeiende onderneming. Na nog wat foto's te hebben gemaakt nam de redactie afscheid van Leendert Breukel. Het was een leuke dag en omdat het weer nog goed was besloot de redactie om in Utrecht nog even na te kletsen over het leuke gesprek

en een lekker ijsje te eten op het centraal station. •



Sfeerimpressie bij Quinity

14 Het meesterwerk van Andrew Wiles

DOOR JELLE VAN DER ZWAAG

Na zichzelf acht jaar af te sluiten van de buitenwereld slaagde Andrew Wiles erin een eeuwenoud wiskundig raadsel op te lossen. Het raadsel van Fermat. Fermat had in de zeventiende eeuw in een van zijn boeken een stelling opgeschreven. In de kantlijn had hij geschreven dat hij de oplossing, het bewijs voor de stelling, had gevonden. Maar hij schreef dat de marge te klein was om het op te schrijven.

Eeuwenlang hebben de meest knappe koppen van de wiskunde zich over de stelling gebogen, maar tevergeefs. Andere stellingen die Fermat had opgesteld werden één voor één bewezen. Maar het leek erop dat de stelling, inmiddels omgedoopt tot de Laatste Stelling van Fermat, niet bewezen kon worden. Totdat in 1993 een Amerikaan uit het niets een lezing gaf en daarin vertelde het bewijs gevonden te hebben.

Een droom was uitgekomen voor Wiles, die al sinds zijn tiende hield van raadsels. Hij zocht de hele plaatselijke bibliotheek af naar raadsels. Ook wiskundige, waarvan op de laatste pagina's van een boek de oplossing werd gegeven. Tot hij het boek *The Last Problem* van Eric Temple Bell tegenkwam. Daarin stond een raadsel dat niemand kon oplossen: de Stelling van Fermat. "Het leek zo simpel, maar de knapste wiskundigen konden het niet oplossen." Wiles raakte geobsedeerd.

De Laatste Stelling van Fermat

De Laatste Stelling van Fermat lijkt heel erg op de stelling van Pythagoras, $x^2 + y^2 = z^2$. De bekende stelling die je op de middelbare school in je hoofd gestampt krijgt. Hij zegt dat de som van de kwadraten van twee zijden van een rechthoekige driehoek gelijk is aan het kwadraat van de schuine zijde. Nu bestaan er groepjes van drie gehele cijfers waarvoor de stelling van Pythagoras geldt, de zogenaamde 'pythagorean triplets', vrij vertaald: pythagoreaanse drielingen. Neem de getallen 3, 4 en 5. Vul deze in de stelling van Pythagoras in en je krijgt een correcte som: $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 = 5^2$. 3, 4 en 5 maken een triplet.

Nu kun je deze stelling uitbreiden door niet naar machten van twee, maar bijvoorbeeld naar machten van drie te kijken. Hij wordt dan $x^3 + y^3 = z^3$. Bestaan er voor deze vergelijking ook pythagoreaanse drielingen? Het antwoord is nee. Maar het is nog een hele klus om dat te bewijzen. Pythagoras uitbreiden naar machten van drie

en zeggen dat hiervoor geen triplets bestaan, was voor Fermat niet genoeg. In 1639 schreef hij de volgende stelling op:

Voor n groter dan twee bestaan er geen gehele oplossingen voor de vergelijking $x^n + y^n = z^n$.



Pierre de Fermat.

De ‘ n ’ staat dus voor alle getallen van 3 tot oneindig. Zo bijvoorbeeld: $x^3 + y^3 = z^3$, maar ook $x^{101} + y^{101} = z^{101}$. Volgens Fermat bestaat er geen groepje van drie gehele getallen waarvoor de som klopt: De Laatste Stelling van Fermat. Om deze stelling te bewijzen zal je voor elke waarde van n moeten controleren of er een pythagorean triplet voor bestaat. Fermat schreef in de marge dat hij inderdaad het bewijs voor zijn stelling had gevonden.

De opmerking van Fermat in de kantlijn intrigeerde zo dat sinds die tijd talloze wiskundigen zich bezig hebben gehouden met het bewijs. Stukje bij beetje werd de stelling ontrafeld. Euler bijvoorbeeld, een briljante wiskundige. Hij bewees rond 1700 dat als n vier is, de stelling van Fermat klopte: er waren geen hele getallen te vinden die pasten in $x^4 + y^4 = z^4$. Hij probeerde dat bewijs uit te breiden naar alle waardes voor n groter dan 2. Het lukte hem uiteindelijk voor $n = 3$. Maar het lukte hem niet om de andere n 's te kraken. Maar Euler was al heel ver. Als je $n = 3$ hebt bewezen dan heb je de stelling ook voor veelvouden van drie bewezen: 6, 9, 12, 15, ... en hetzelfde geldt voor $n = 4$. Voor bergen waarden voor n werd de stelling van Fermat bewezen.

En wat nog mooier is: 3 is een priemgetal, een getal alleen deelbaar door 1 en zichzelf. De rest van de getallen op de getallenlijn zijn dus veelvouden van priemgetallen. Je hoeft de stelling dus ‘alleen’ voor priemgetallen te bewijzen en je hebt hem voor alle waarden n bewezen.

In de jaren die volgden kwamen er verschillende wiskundigen die hun bijdrage leverden bij het oplossen van de stelling. Er waren er zelfs die dachten het bewijs gevonden te hebben om het even later weerlegd te zien worden. Het begon er langzamerhand op te lijken dat de stelling onmogelijk te bewijzen was.



Andrew Wiles

Wiles begon in 1975 wiskunde studeren. Hij moest nu zijn kinderdroom om Fermats stelling te bewijzen tijdelijk loslaten. Er moest brood op de plank komen en met het werken aan een eeuwenoud raadsel, dat niet op te lossen leek, was geen geld te verdienen. Wiles ging zich op de universiteit bezighouden met zogenaamde elliptische vergelijkingen. Een tak van wiskunde die later van pas zou komen bij zijn uiteindelijke bewijs.

Ondertussen zorgde de komst van de computer ervoor dat vele n 's vielen. Met brute kracht kon een computer alle mogelijkheden langs gaan en zo controleren of voor een bepaalde n de stelling van Fermat standhield. Er waren door de computer nog geen drie hele getallen gevonden waarvoor de vergelijking klopte. Fermat had waarschijnlijk gelijk. Maar dat ‘waarschijnlijk’ is het hem. Een vermoeden is voor wiskundigen niet goed genoeg.

Taniyama-Shikura-conjectuur

In de jaren vijftig stelden twee Japanse wiskundigen, Taniyama en Shikura, een vermoeden, een zogenaamde conjectuur op die cruciaal bleek te zijn voor het oplossen van Fermat. Het vermoeden bracht twee totaal verschillende vakgebieden van de wiskunde bij elkaar: elliptische vergelijkingen (het vakgebied van Wiles) en exotische wiskundige objecten die modulaire vormen hetten. Niemand had nooit aan een verband tussen deze gebieden gedacht. Het idee leek absurd.

Maar in de jaren die volgden dachten steeds meer wis-



Het beruchte artikel met de missende kantlijn.

kundigen dat de Jappers best eens gelijk konden hebben. Als dat zo was, zou dat fantastisch zijn. Een moeilijk probleem in het ene gebied kon met geheel andere technieken in het andere gebied (wellicht) simpel worden opgelost.

Het vermoeden, dat de naam Taniyama-Shikura-conjectuur kreeg, moest daartoe wel bewezen worden. Dat bleek net zo moeilijk als de Laatste Stelling van Fermat.

Een aantal jaar later liet de Duitse wiskundige Gerhard Frey nog een verband met Fermat zien. Hij bewees dat als de Stelling van Fermat niet waar was, er een elliptische vergelijking bestond die compleet nonsens is in modulaire vorm. Dus als er een verband is tussen elliptische vergelijkingen en modulaire vormen, dan kan Fermat onmogelijk ongelijk hebben. Bewijs het Taniyama-Shikura-vermoeden en je hebt de Stelling van Fermat bewezen.

In 1986 hoorde Wiles van de lezing van Frey. Hij was verrukt. Wiles zou niet het idee hebben met iets zinloos bezig te zijn als hij Fermat kon bewijzen. Daartoe moest hij namelijk de conjectuur bewijzen en dat zou heel wat betekenen in de wiskundige wereld.

Hij besloot er in de zomer van datzelfde jaar voor te gaan. Wiles probeerde alles te vinden wat te maken had met modulaire vormen en elliptische curves. En als het even kon werkte hij thuis, waar hij zich terugtrok op de zolder. In een wereld waar samenwerken de norm was, trok Wiles zich terug. Hij vertelde niemand waarmee hij bezig was en kwam niet naar conferenties. Hij gaf alleen nog wat colleges. Een onderzoek dat hij kort voor zijn opsluiting had gedaan publiceerde hij beetje bij beetje, zodat het voor de buitenwereld leek alsof hij met iets anders bezig was dan Fermat. Alleen zijn vrouw wist waar haar man eigenlijk mee bezig was. Zeven jaar was hij bezig. Ondertussen maakte Wiles de ene wiskundige doorbraak na de ander in het oplossen van Fermat, maar publiceerde die nooit.

In mei 1993 moest Wiles nog de laatste familie elliptische vergelijkingen koppelen aan modulaire vormen en was hij klaar. Hij keek naar een artikel waar een 19e

eeuwse techniek werd besproken. Hij realiseerde dat hij dat nodig had om het bewijs te volbrengen. Diezelfde maand schreef hij het laatste deel van het bewijs. Hij presenteerde die op een conferentie in Cambridge. De (wiskundige) wereld stond op zijn kop.

Te voorbarig

Voordat een bewijs als waar wordt aangenomen, moet deze worden bekeken door ‘referees’. Deze bekijken of de wiskundige niet ergens een fout heeft gemaakt, een aanname heeft gedaan die niet mag. Zo ook bij het bewijs van Wiles. Die zomer druppelden er vragen binnen van referees, maar Wiles kon ze allemaal beantwoorden. Maar toen stuitte er iemand op een fout die Wiles niet kon beantwoorden. “De fout is zo abstract dat ik hem niet kan uitleggen. Zelfs uitleggen aan een wiskundige vergt maandenlange studie van die persoon”, zegt Nick Katz, de bewuste referee.

De fout bleek fundamenteel voor het bewijs, maar onoplosbaar leek het ook niet. Wiles sloot zich weer op op de zolder. En een jaar lang bleef hij met zijn handen in het haar zitten. Hij had het bijna opgegeven, toen hij voor de laatste maal zijn bewijs nog eens goed overzag. En opeens had hij het: vroeg in het stadium had hij een methode overboord gegooid en daarvoor een andere gebruikt. Hij zag nu dat hij die andere ook moest gebruiken. Hierdoor vielen alle stukjes op zijn plaats. En daarmee was het levenswerk van Wiles afgerond.

Wiles had niet alleen de stelling van Fermat opgelost, maar ook twee totaal verschillende vakgebieden met elkaar verbonden. Voor de wiskundige wereld was dat het eigenlijke meesterwerk. •

*Rozes are red
Violets are blue
Fermat is dead
but his theorem is true*

Van de commissaris-intern

DOOR IVAR POSTMA

“Vogeltje wat zing je vroeg. Is de nacht nog niet lang genoeg? Nee, de nacht is altijd veel te kort. Omdat het tegen vieren, Zo ‘s morgens tegen vieren, Omdat het dan pas echt gezellig wordt.”

De carnavalskraker uit 1980, van wijlen Nico Haak, beschrijft een pijnlijke waarheid die zelfs voor een noorderling niet te ontkennen is.

Vroeg. Iedere ochtend zingen de vogeltjes de zon wakker. Enkele uren later zingt ook mijn wekker zijn eigenaar wakker. Geeuwend beklagt hij zich, geheel in zichzelf, over de vroegte. Nou ja, ik moet niet zeuren, de GWK gaat pas om negen uur open. Menig scholier, arbeider en zelfs student is dan al druk bezig met de dagelijkse besommeringen. Waarom is het voor mij dan toch een kwelling?

Simpel. Te vaak kom ik niet aan mijn ANH slaap. Dat staat voor ‘aanbevolen nachtelijkse hoeveelheid’ en die is wat mij betreft minstens een uur of acht. Om die te halen moet je wel rond middernacht in bed kruipen. Dit zou geen probleem vormen, ware het niet dat het meer dan eens, en vaak zelfs enkele malen per week, ook na twaalf uur nog übergezellig is. Dus ja, de nacht is altijd veel te kort! Ik pleit voor een viertal extra uren per nacht. Dan kan ik op alle borrels en feesten mijn sociale plicht vervullen en de volgende ochtend toch fris uit bed stappen.

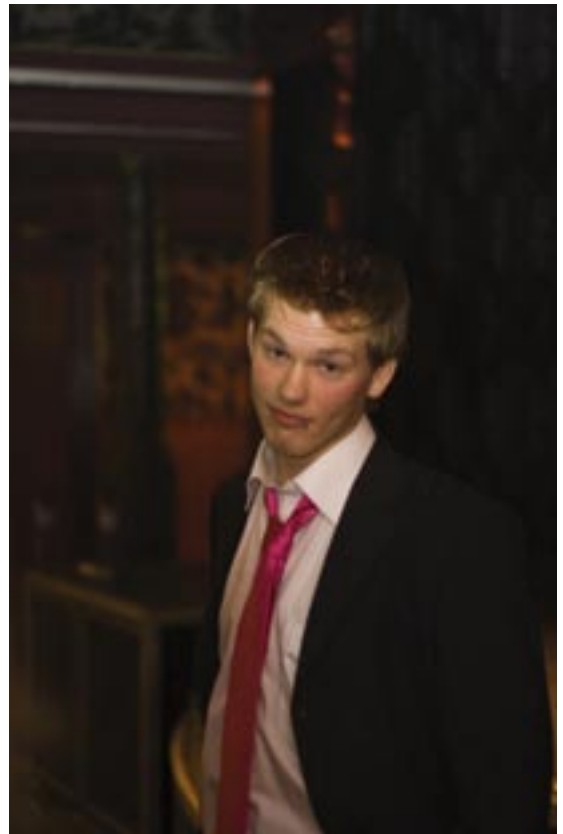
Nu ik er over nadenk, zou ik tussen negen en vijf ook wel wat extra tijd kunnen gebruiken. Na een dag van e-mailen, bellen, gebeld worden, vergaderen, overleggen, posters maken, koffie en thee zetten, stukjes schrijven, plannings bijhouden, brieven schrijven, zakenlunches, activiteiten bezoeken, notulen *spellchecken*, college volgen (ook niet onbelangrijk), practicum maken en natuurlijk de contacten met de leden onderhouden, blijft er altijd nog werk voor morgen liggen. Zeker als je af en toe stiekem probeert te sporten en de band met je familie, vrienden en andere sociale contacten wilt onderhouden. Om van hobby’s nog maar niet te spreken. Iedere minuut is kostbaar.

Dagen van 32 uur lijken vooralsnog niet haalbaar en ik leg me daarbij neer. Ik zal me maar aanpassen. Flexibel was toch al een modewoord. Moet ik me misschien minder druk maken? Meer delegeren? Minder borrelen?

Minimaal gaan presteren? Wordt het leven daar leuker van?

Laatst zat ik op een vrijdagavond met een vermoeide kop—resultaat van veel te veel sociale verplichtingen—mijn week op te sommen en te klagen over mijn chronische slaapttekort. Het publiek tegenover mij, want zo zie ik de wereld graag, wachtte de waslijst rustig af en vroeg vervolgens heel confronterend: “Waarom doe je het jezelf dan aan?”

Tja, waarom maakt deze commissaris-intern zich zo druk? Waarom kwelt hij zichzelf zo? Vragen als deze spoken nooit lang door mijn hoofd, want stiekem heb ik het antwoord al klaar: Het is maar een jaartje. Binnenkort mag ik slapen. •





*“Nou nee,
ik ga liever
naar Océ”*

Océ R&D: voor fysici die niet geïsoleerd willen werken.

Als jonge fysicus kun je bijna overal aan de slag. Maar als je niet ergens in isolement wilt werken, kom je al gauw uit bij Océ R&D. Want bij ons werk je altijd in een multidisciplinair team. Samen met onder meer chemici, werktuigbouwers, elektrotechnici, informatici en industrial designers. Als fysicus speel je een belangrijke inhoudelijke rol, want veel van je vakgebieden komen aan bod: van magnetisme tot vloeistofdynamica, van elektriciteit tot de perceptie van kleur. Zoals je misschien weet is Océ een van 's werelds grootste printerfabrikanten. In een sterk concurrerende markt blijft Océ succesvol dankzij eigen technologie, focus op klanten en slimme innovaties. Fysica was, is en blijft daarbij altijd van groot belang.

Als R&D-teamlid werk je in een informele cultuur, waar je het beste uit jezelf kunt halen. En Océ biedt talloze doorgroeimogelijkheden in techniek, management en business. Zowel in Nederland als daarbuiten.

Uiteraard verwachten we veel van onze nieuwe collega's. Je bent in je vakgebied aantoonbaar een toptalent. En als persoon ben je oplossingsgericht, creatief én communicatief. Sta je aan het begin van je loopbaan? Neem dan nu het initiatief en maak kennis met de R&D van Océ via onze site jobs.oce.nl of telefonisch via 077-3593011.



**Printing for
Professionals**

Het mysterie Majorana

DOOR IVAR POSTMA

Er zijn vele categoriën wetenschappers, mensen van tweede en derde rang, die hun best doen, maar nooit ver komen. Ook zijn er eersteklas mensen, die grote ontdekkingen doen, fundamenteel voor de ontwikkeling van de wetenschap. En dan zijn er ook de genieën, mensen zoals Galilei en Newton. Ettore Majorana was een van hen.

Deze lovende woorden werden ooit gesproken door Enrico Fermi, een van de meest spraakmakende Italiaanse wetenschappers van de vorige eeuw. In 1938 won Fermi de Nobelprijs. Hij was een van de vaders van de kwantumtheorie en was mede-ontwikkelaar van de eerste kernreactor. Fermi werd in zijn onderzoek geassisteerd door een groep veelbelovende jonge wetenschappers. Deze groep ging door het leven als de Via Panisperna Boys, vernoemd naar de straat waarin het laboratorium stond.

De Via Panisperna Boys

De oorsprong van het instituut dat door Fermi geleid werd ligt bij de Italiaanse minister Orso Maria Corbino, ten tijde van de Mussolini-dictatuur. Corbino was zelf natuurkundige en in die hoedanigheid herkende hij de grote potentie van Fermi. In 1924 wees hij Fermi aan als hoofd van de vakgroep Theoretische Natuurkunde, het begin van een modern onderzoekscentrum.

Fermi stelde een onderzoeksgroep samen uit jonge, getalenteerde Italiaanse onderzoekers: Edoardo Amaldi, Ettore Majorana, Bruno Pontecorvo, Franco Rasetti, Emilio Segrè en Oscar d'Agostino. Allen natuurkundigen, behalve D'Agostino die de chemie als vakgebied had. De groep richtte zich in het begin vooral op spectroscopie, een techniek die middels elektromagnetische straling de aanwezigheid van moleculen of atomen aantoonde. Het onderzoek verplaatste zich in de richting van atoomkernen, in die tijd een splinternieuw onderzoeksgebied waarin nog veel onbekend was. Het lukte in die tijd al om radioactieve stoffen te creëren door atomen te beschieten met neutronen waarbij alfadeeltjes vrijkwa-

men. Aan de theoretische kant van dit onderzoek deden Enrico Fermi en zijn pupil Ettore Majorana belangrijke ontdekkingen. Er werd veel duidelijk over atoomkernen en de krachten die binnen deze kernen bestaan (ook wel: Majorana-krachten). In 1933 en 1934 publiceerde de onderzoeksgroep artikelen over de fundamentele theorie achter bètaverval (het vrijkomen van een elektron of positron).



De politieke ontwikkelingen van die tijd, met name de jodenvervolgving, het fascisme in Italië en de Tweede Wereldoorlog, dreef de groep onderzoekers uit elkaar. Velen vluchtten het land uit. Pontecorvo verhuisde naar Parijs waar hij verder ging met het onderzoeken van botsingen tussen neutronen en positronen. Het binnenvallen van de nazi's in de stad betekende het einde van dat onderzoek. Pontecorvo vluchtte naar Spanje en later naar de vs.

Franco Rasetti verhuisde pas na de oorlog naar de vs. Hij was tijdens de oorlog gevraagd voor het beruchte 'Manhattan Project', waar de eerste atoombommen

vervaardigd werden. Hij weigerde op morele gronden.

De joodse Emilio Segrè durfde het niet aan om terug te keren naar Italië na een vakantie in Californië. De Italiaanse dictator Mussolini had naar Hitlers voorbeeld antisemitische wetten in werking gesteld waardoor Segrè niet langer veilig was in eigen land. Van 1943 tot 1946 werkte hij als een van de leidinggevendenden in het Manhattan Project. Uiteindelijk werd hij genaturaliseerd staatsburger van de Verenigde Staten. Segrè ontdekte het

antideeltje van het proton en won in 1959 een Nobelprijs. Ook Fermi werkte mee aan het Manhattan Project en ook hij werd genaturaliseerd tot Amerikaan.

Majorana

Ettore Majorana werd geboren op 5 augustus 1905 op Sicilië. Zijn talent in de wis- en natuurkunde zorgde ervoor dat hij al voor zijn twintigste verjaardag aan de slag kon bij de groep van Fermi. In 1928 publiceerde hij zijn eerste artikel over zijn onderzoek atoomspectroscopie dat zich richtte op Fermi's statistische model van de atoomstructuur. Enkele jaren later volgde het eerste artikel over auto-ionisatie van Majorana's hand, wat beschrijft hoe atomen spontaan overgaan van een neutrale staat naar een geïoniseerde staat. Ook in de daaropvolgende jaren publiceerde Majorana een aantal artikelen van grote klasse. Deze gingen onder andere over zijn onderzoek naar de massa van neutronen en het gedrag van atomen in variërende magnetevelden.

Net als zijn collega's had Ettore een angstige blik op de wereld van de jaren dertig. De dictaturen van Hitler en Mussolini boezemden alle burgers angst in. Zeker in de hoek van de natuurkundige genieën. Hoewel velen een joodse achtergrond herbergen was vooral hun intelligentie een grote vloek voor hen. Albert Einstein, de meest bekende en wellicht grootste natuurkundige uit die tijd, waarschuwde voor Adolf Hitler en de ontwikkeling van kernwapens door de nazi's.

Waar velen naar Amerika vluchtten liep het met Majorana anders. Hoe het hem precies verging vertellen de geschiedenisboeken echter niet. Of in ieder geval bestaat hier veel onduidelijkheid over...

Verdwijning

Op 27 maart 1938 vaart Ettore Majorana met een boot van Palermo, Sicilië naar Napels aan de westkust van Italië. Hier zal hij echter nooit aankomen. Als de boot in Napels arriveert is Majorana verdwenen. Spoorloos verdwenen. Al snel komen verschillende theorieën over zijn verdwijning naar voren.

De autoriteiten stellen een onderzoek in maar Majorana's lichaam wordt niet gevonden. Er volgen meer onderzoeken, allen zonder succes. De politie waant hem dood. Als datum van zijn overlijden wordt 27 maart genoteerd.

Hiermee is voor de rechercheurs de kous af. Zij houden het op zelfmoord. Voor zijn dood schreef Majorana twee brieven. Beiden waren negatief gestemd en in beiden zouden lichte aanwijzingen staan die in de richting van zelfdoding wijzen. Een sluitende zaak: ongelukkig met de wereld waarin hij leeft, besluit Ettore zichzelf van kant te maken tijdens zijn reis van Palermo naar Napels. Naast deze theorie bestaan er nog twee hypothesen over hoe het hem verging.

De tweede theorie is onwaarschijnlijker en veel fantasierijker. Een enkeling speculeert dat Majorana ontvoerd zou zijn door buitenlandse instellingen. In de hoop als eerste een nucleair wapen te kunnen maken, waarmee de op handen zijnde oorlog naar eigen hand te zetten viel, waren machtsinstanties op zoek naar briljante natuurkundigen. Uiteindelijk zou de ontwikkeling van de atoombom ook het einde van de Tweede Wereldoorlog betekenen. Het feit dat meerdere personen uit Majorana's onderzoeksgroep zouden meewerken aan de creatie van de eerste atoombom bewijst dan ook dat Majorana van grote waarde zou kunnen zijn geweest voor de nazi's of de geallieerden.

De mooiste, meest dromerige theorie is er een voor een ware romanticus. Ettore Majorana zou zijn eigen dood in scène gezet hebben. In zijn visie had Majorana zich de vernietigende kracht van een atoombom al ingebeeld. Hij wilde niet dat de kennis om te beschikken over een dergelijk wapen bij Mussolini of wie dan ook terecht zou komen. De slimme Majorana verdween als een dief in de nacht waarna iedereen hem dood achtte. In alle stilte bouwde hij een nieuw leven op met een nieuwe identiteit, mogelijk in Italië, mogelijk daarbuiten. Bewijzen voor deze theorie zijn er eigenlijk niet. Evenals de bewijzen voor de overige twee hypothesen. Toch verscheen in Italië een nieuwsbericht, jaren na de oorlog, over een man die beweerde ooit een groot natuurkundige te zijn geweest. Wellicht is de briljante Ettore iedereen te slim af geweest. •

Een nieuw begin

DOOR MARIAN OTTER

| 21

Soms, als alles weer eens tegen lijkt te zitten, droom ik erover om weg te gaan en ergens anders helemaal opnieuw te beginnen. Een nieuwe plek, het liefst natuurlijk met een lekker klimaat, nieuwe vrienden en vooral de kans om je leven helemaal opnieuw in te richten zoals jij dat wilt.

Als je langere tijd met dezelfde mensen omgaat, merk je dat hoe zij jou zien niet is hoe je nu bent, maar een combinatie van hoe je vroeger was en hoe je nu bent. Het beeld dat vrienden van elkaar hebben veranderd langzamer dan de persoon zelf en alle in het verleden doorlopen fasen vormen samen met de huidige persoonlijkheid een totaalbeeld. Daarbij komt nog dat de eerste indruk heel lang doorwerkt in dit beeld. Helaas of gelukkig is het zo dat de eerste paar seconden bepalend zijn voor hoe iemand de eerstkomende tijd tegen je aan zal kijken. Heb je het verpest, dan zul je heel erg hard je best moeten doen om te bewijzen dat de intuïtie van je partner onjuist was. Ben je echter gezegend met het vermogen om een goede indruk te maken, dan krijg je heel veel gedaan. Hier kun je handig van profiteren, totdat mensen erachter komen hoe je echt bent. Maar dan is het natuurlijk al te laat. Het is niet voor niets dat vaak van oplichters wordt gezegd: "Op het eerste gezicht leek het zo'n aardige man."

Vakantie of stage in het buitenland is een goede manier om het opnieuw beginnen te oefenen. Vantevoren is het handig om je tactiek te bepalen. Ga je volledig jezelf zijn of ga je jezelf ietsje mooier voordoen dan je bent? Of je voordoen zoals je denkt dat een ander wilt dat je bent? Natuurlijk hangt dit ook af van hoe lang je ergens bent. Als het voor een paar weken is, is een mooi masker opzetten prima vol te houden. Een jaar wordt wel ietsje lastiger. Hoewel je ook dan nog lang kan profiteren van je goede eerste indruk.

Ik heb het me anders voordoen geprobeerd. Een interessant experiment. Vakantie naar Spanje, al mijn kleding van vroeger uit de kast gehaald. Niets, behalve mijn piercing, kon nog verraden hoe ik werkelijk ben. De hele vakantie volgehouden, veel gelijkgestemde (dachten zij) mensen ontmoet. Maar doen alsof je erbij hoort voelt toch niet hetzelfde als er echt bij horen. Jezelf houd je niet voor de gek. Ik begon mezelf te missen. Met één persoon contact gehouden na de vakantie, die in Nederland zei: "Ik vind je zo eigenlijk veel leuker." Eens maar nooit weer dus.

Nu blijf ik gewoon mezelf. Mensen mogen me leuk vinden om wie ik ben... of niet. Ik merk dat ik het leuk vind om nieuwe mensen te leren kennen, om te zien of we matchen en te ontdekken hoe deze mensen tegen mij aankijken. Absoluut anders dan de mensen die ik al langer ken. Ik merk dat ik nu een volwassener, evenwichtigere en zelfstandigere indruk maak. Toch is het wel verleidelijk om bepaalde delen van je persoonlijkheid, waarvan je denkt dat ze gewaardeerd worden, te benadrukken en andere, waarvan je denkt dat ze minder in de smaak vallen, een beetje te verdoezelen. Dat doet iedereen, denk ik. Je bent in verschillende omgevingen net een beetje anders, om de omgang met de mensen aangenamer te laten verlopen.

Hoe goed je ook je best doet om je negatieve kanten weg te moffelen, ze zijn er wel en je zult ermee geconfronteerd worden. Je persoonlijkheid is natuurlijk nog steeds hetzelfde en zal in je gedrag tot uiting komen. Uiteindelijk zullen ook je nieuwe vrienden zien wie je werkelijk bent en je daarop beoordelen. Hoe langer je ze kent, hoe meer ervaringen en observaties ze hebben die samen een totaalbeeld van jou vormen. Uiteindelijk zit je dus weer net zo vast als voor je opnieuw begon. Nieuwe mensen, nieuwe plek, zelfde verhaal.

En dan? Als alles weer eens tegen lijkt te zitten, kun je erover dromen om weg te gaan en ergens anders helemaal opnieuw te beginnen... •



22 | Studeren in het buitenland

DOOR MARTIJN KUIK

Als je het einde nadert van je afstuderen bij de researchgroep van Professor Blom ga je toch langzaam bedenken waar je eigenlijk stage wilt gaan lopen. Een ding stond voor mij vanaf het begin als een paal boven water en dat was dat ik mijn stage in het buitenland wilde gaan doen. Volgens mij is het de bedoeling dat je tijdens de studie technische natuurkunde eerst stage gaat lopen en daarna pas aan je afstudeeronderzoek begint. Maar ik vind afstuderen, en dan met de contacten van je professor een leuke stageplek zoeken, een veel logischere route. Ondanks dat het in de praktijk ook vaak op deze manier gaat, wordt daar vooral in het buitenland erg raar tegenaan gekeken. Met de wetenschap dat ik mijn onderzoek had gedaan over organische zonnecellen en dat ik daardoor via andere onderwerpen bij mijn onderzoeksgroep ook bekend was met de organic light emitting diodes (OLED's) in het achterhoofd, ben ik gaan zoeken. Het fabriceren van zonnecellen en oleds is praktisch hetzelfde, alleen de theorie is een beetje anders. Daarbij meegenomen dat je bij OLED's na een dag processen ook nog echt resultaat ziet, je diode gaat licht geven, wilde ik wel eens weten of ik dat ook leuk vond. Aangezien het onderwerp organische electronica redelijk *hot* is en mijn professor behoorlijk wat goede contacten heeft was het niet moeilijk om buitenlandse stages te vinden. Na veel mailen en internetten kwam ik bij Siemens in Duitsland uit. Mijn onderzoeksgroep doet mee in het OLLA project (www.olla-project.org). Dit project is een samenwerking van Europese bedrijven en onderzoeksgroepen in onderzoek voor verbetering van witte OLED's voor "lighting applications". Dus via dit project is een buitenlandse stage snel geregeld. En zo kwam ik terecht bij Siemens in Erlangen.

Erlangen en omgeving

De plek voor mijn stage was het op een na grootste Siemens complex ter wereld in Erlangen, Duitsland. Erlangen ligt in het noorden van Beieren en is eigenlijk te vergelijken qua gezelligheid en uitstraling met Groningen, al heeft het qua bezienswaardigheden niet echt veel intressants anders dan dat er wel 17 verschillende bierbrouwerijen zijn. Het is een stad die eigenlijk bepaald wordt door drie grote invloeden. De universiteit die het samen met het naburige Neurenberg deelt (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg); het deel van de universiteit dat in Erlangen staat is het medische deel en dat is ook weer niet zonder reden want het onderzoek daar gaat nauw samen met het medisch onderzoek van

Siemens. Het Fraunhofer instituut (Fraunhofer-Gesellschaft); dit instituut heeft door heel Duitsland vele vestigingen maar nou juist dit deel heeft de bekende MP3 encoding uitgevonden. En tot slot bepaald Siemens een groot deel van het Erlangense stadsbeeld.

Zoals gezegd ligt Erlangen in het noorden van Beieren en als het al niet erg genoeg is dat Beieren door de rest van Duitsland als een apart land wordt beschouwd, vinden de mensen in het noorden van Beieren dat zij, ten opzichte van alle andere Beierse mensen, toch weer een slagje anders zijn. Het gaat hier dan om het noordelijk gebied dat Fränkische Schweiz heet. Ik merkte dit al snel doordat ik niet al te enthousiast moest doen over Mark van Bommel en Roy Makaay die bij FC Hollywood spelen (FC Bayern München) maar dat ik interesse moest tonen in het lokale FC Nürnberg dat toen ik arriveerde hoog in de Bundesliga stond. Erlangen en ook een groot deel van het Siemenscomplex liggen in een zeer bosrijk gebied met aan de noordkant van Erlangen een vrij grote heuvel, der Burgsberg. Gelukkig had ik al even op Google Earth de omgeving goed bekeken en mijn mountainbike meegenomen!

Qua verbindingen ligt het plaatsje erg mooi. Er gaat een snelweg vlak langs het stadje en het ligt op de treinroute naar Neurenberg en München. Hierdoor gaan er veel treinen langs en stopt er zelfs de ICE. Dat de treinverbinding zo goed is, is vooral erg makkelijk met betrekking tot de leuke uitstapjes. Neurenberg, dat 15 kilometer verderop ligt, is een erg mooie traditionele Beierse stad met een hele mooie Altstadt. Al moet je Altstadt misschien niet te serieus nemen want Neurenberg is natuurlijk vooral bekend vanwege de Neurenberg tribunaal. Het grootste deel van de binnenstad is vrij nieuw omdat het plat gegooid is in de Tweede Wereldoorlog. Toch ziet het er erg mooi en traditioneel uit. Een beetje buiten het centrum van Neurenberg is het Reichparteitagsgelände. Dit is een hoofdkwartier geweest van de nazipartij en op dat landgoed staat nu het stadion van FC Nürnberg, het ijshockeystadion van de Nürnberg Ice Tigers, de Zeppelintribune, een enorm grote glazen expositie hal (Messezentrum Nürnberg) en een groot museum over de Reichpartei. Allemaal zeer de moeite waard om eens te bezoeken! De enige stad die de Tweede Wereldoorlog wel goed overleefd heeft is het nabij gelegen, en ook weer goed te bereiken, Bamberg. Hier zijn dus de echt oude traditionele huisjes, steegjes, beekjes, bruggetjes en kerkjes te zien.

Siemens AG

Als je bedenkt dat Siemens wereldwijd bijna een half miljoen mensen in dienst heeft, verwacht je wel wat groots. En dat was dus ook zo. Toen ik mij de eerste dag om negen uur moest melden bij een van de poorten, werd me verteld dat ik dan wel met een taxi naar het juiste gebouw zou worden gebracht. Eenmaal bij het juiste gebouw werd ik hartelijk ontvangen en viel de ontspannen maar toch professionele sfeer mij meteen positief op. Siemens Erlangen wordt bezet door ongeveer 22.000 mensen waarvan zo ongeveer 600 studenten. Tijdens mijn stage was ik onderdeel van het departement Corporate Technology Materials & Microsystems 1 (CT MMI). Waarbij corporate betekent dat deze afdeling geen externe klanten heeft en dus meer gericht is op research. Zoals het vanuit ons Hollandse perspectief Duitsers be- taamd, was het verdere papierwerk (deurpasjes en dergelijke) lekker snel geregeld en kon ik meteen aan de slag. Omdat ik al wat ervaring met diodes fabriceren had, in de vorm van zonnecellen, kon ik eigenlijk vrij snel in een al lopend project instappen.

Wat ik ook nog even moet melden is dat, omdat Siemens zo groot is en, misschien omdat het Duitsers zijn, alles voor hen eigenlijk vrij standaard is. Toen ik op zoek was naar een kamer bleek dat Siemens een eigen agentschap in dienst heeft die at soort dingen voor je regelt. Toen ik aankwam moest ik me inschrijven bij de gemeente en aangeven bij de belastingdienst. Hier hoefde ik niet eens zelf over na te denken. Ik kreeg een handleiding voor stagiaires uit het buitenland waarin alles tot in detail stond uitgelegd.

Wat me bij Siemens is opgevallen, is dat er een net iets andere cultuur heerst binnen het bedrijf dan dat ik zou verwachten bij een Nederlands bedrijf. Als stagiaire was ik daar een zogenaamde “Praktikant” maar ik was niet de enige student die daar werkte. In Duitsland is het, voor mij toen onbekende, fenomeen “Werkstudent” heel normaal. Dit zijn studerende studenten die gewoon studeren “an der Uni” maar ook bijverdienen bij Siemens. Zij pendelen zo op een dag steeds tussen colleges en bijbaantje. Voor zover ik weet, gebeurt dit niet bij grote Nederlandse bedrijven.



Ik moet zeggen dat ik erg geboft heb met mijn collega's bij Siemens. Mijn directe begeleider was een erg aardige blonde Finse die net begonnen was met promoveren. Samen met haar en haar man ben ik in het begin toch maar even op een speedcursus Duits gegaan omdat ik merkte dat mijn Duits toch redelijk was weggezaakt. Omdat ik de moeite deed om mij het Duits snel goed machtig te maken en omdat ik erg leuke collega's had werd ik vrij gemakkelijk opgenomen in de groep waardoor ik vrij natuurlijk wordt uitgenodigd voor tripjes, uitgaan, sporten, lezingen en nog veel meer. Ik heb eigenlijk geen vrij uur stil gezeten. Dit resulteerde in het feit dat ik vooral in de eerste anderhalve maand in de weekenden niet veel meer deed dan slapen. De indrukken en het de hele tijd Duits praten zijn in het begin toch best een behoorlijke omschakeling.

Tot slot kan ik nog zeggen over Siemens dat ik me tijdens de lunchpauzes elke dag weer verbaasd heb. Het lunchen gebeurt namelijk in een enorme grote hal waar echt iedereen van het complex 's middags gaat eten maar waar het eigenlijk nooit tot opstoppingen of lange wachtrijen

komt. Daarbij was het elke keer weer een avontuur wat er deze keer weer op het menu zou staan. Er was altijd keuze uit meerdere menu's. Ik maakte er een sport van om de voor mij meest onbekende menu's te kiezen. En tot mijn verbazing waren dat dan juist de menu's die door de Duitsers zelf als normaal beschouwd werden. Natuurlijk verwachtte ik al een hoog gehalte aan menu's met worstjes en zuurkool maar dat het zo erg zou zijn had ik niet verwacht. Dingen als een halve kip met frietjes die je in twintig minuten weg moet zien te werken, of een zuurkool in maggisoep waren voor mij echt uitdagingen. Ik had niet verwacht dat het verschil qua eten toch nog zo groot zou zijn. Ik was aangenaam verrast.

OLED's

Mijn stage had dus betrekking op OLED's. In het gebied van de OLED's kan er onderscheid gemaakt worden tussen de opgedampt *small molecule diodes* en de *gespincoate polymeer diodes*. Bij Siemens worden beide type OLED's gemaakt maar mijn onderzoek had betrekking op de opgeloste polymeer diodes die via *spincoating* worden gefabriceerd. Ik had hier al ervaring mee vanuit mijn



werk bij de onderzoeksgroep van professor Blom dus ik kon zoals gezegd vrij eenvoudig instappen in het project. De basisstructuur van een OLED is een glasplaatje waarop een transparante geleidende indium-tinoxide (ITO) structuur is aangebracht. Deze laag gaat dienen als anode van je diode en moet dus, in vaktermen, gaten in de polymeerlaag injecteren. Een gat is niets meer dan een plek waar een elektron niet zit en dus betekent dat net zoveel als elektronen uit je polymeerlaag trekken. Omdat dit proces met alleen ITO nog niet ideaal is, wordt er een extra laag aangebracht. Deze, ook weer doorzichtige, laag heet PEDOT:PSS en wordt vanuit een oplossing in water aangebracht op de glas/ITO laag. Door de glas/ITO sample in een houder te zetten en snel te laten rond draaien na het aanbrengen van de oplossing kan de juiste dikte, van ongeveer honderd nanometer, worden ingesteld; het zogenaamde *spincoaten*. Bovenop de PEDOT:PSS laag wordt dan de, ook weer ongeveer 100 nm dikke, *light emitting polymer* gespincoat. Dit polymeer zorgt voor het uiteindelijke uitgezonden licht. Daarbovenop worden dan de contacten opgedampt. Deze contacten moeten dienen als een kathode van de diode en moeten dus elektronen goed injecteren in je device. Een standaard keuze voor een OLED is door dit dan te doen met een combinatie van barium met aluminium. Nou is het zo dat er bij de opgedampte OLED's al erg goede resultaten zijn behaald (soms zelfs beter dan halogeenlampen) met de verschillende kleuren en efficiencies maar bij de gespincoate devices ligt alles net even iets lastiger. Maar het grote voordeel voor spincoaten ligt hem in het feit dat spincoaten gewoon stukken makkelijker en goedkoper is. Bij opdampen moeten er steeds opdampkamers vacuüm gezogen worden en dat kost veel tijd vereist grote en dure opstellingen. Bij spincoaten moet welliswaar de kathode ook opgedampt worden maar men is naarstig op zoek naar een alternatief waarbij dat niet hoeft. Verdere uitdagingen liggen in het feit dat de diodes de juiste lange levensduur moeten hebben om in een verkoopbaar produkt te kunnen komen. De meeste polymeren zijn nog niet "luchtstabil" waardoor er een overkapping over het device moet. Het niet-luchtstabil zijn resulteert ook in een verkorte levensduur van diodes die zijn gemaakt op flexibele substraten. Flexibele doorzichtige substraten laten eigenlijk altijd nog weer vocht en zuurstof door (zie de plastic zakjes in je vriesvak) die het polymeer aantasten. Verder zijn de juiste kleuren ook

een uitdaging in het OLED veld. Zoals gezegd is het OLLA project bedoelt om witte OLED's te produceren maar zoals bekend bestaat wit uit drie basiskleuren; rood, groen en blauw. En zoals ook bekend is er niet één kleur wit. Er is zacht wit, hel wit, pastel wit en ga zo maar door. Hoe verkrijgt men deze kleuren? Blauwe, rode en groene "blokjes" in de polymeren? Of misschien de drie kleuren lagen op elkaar? Met het probleem dat de oplossing van de tweede laag de eerste laag eigenlijk weer oplost als met dat gespincoat wil gaan doen? Tot slot is het opschalen naar grotere oppervlakten een interessante uitdaging. De test oppervlaktes zijn vaak iets van vijf bij vijf millimeter maar met een doel als "lighting applications" zal dat toch wat groter moeten, voor lief nemend de problemen die daar bij komen kijken.

Uit het voorgaande valt wel af te leiden dat dit wetenschapsveld een *crossover* is van natuurkunde en scheikunde. Het natuurkundige deel bestaat uit het analyseren van de stroom-spanning grafieken van de devices (dit geeft dan belangrijke informatie over de gaten en elektronen stromen binnenin het device) en het onderzoeken van de morfologie van de lagen en zijn geëmitteerde kleuren. En het scheikundige deel bestaat uit het synthetiseren van de juiste polymeren. Ik heb me, gelukkig, alleen maar bezig gehouden met het natuurkundige deel.

Dit werk bij Siemens heb ik zo leuk gevonden dat dit mij uiteindelijk heeft doen besluiten om nog even in dit vakgebied te blijven en ik ben dan ook nu aan het promoveren bij de vakgroep van Professor Blom.

Bergkirchweih

Uiteindelijk moest ik na vijf maanden weer terug naar Nederland, maar niet zonder een heel erg leuk cadeau te hebben gekregen van mijn Duitse collega's. Ze hadden namelijk geld ingezameld maar dat zou ik alleen krijgen en mogen uitgeven als ik weer terug zou komen voor het grote, tien dagen durende, traditionele bierfeest in Erlangen, Bergkirchweih eind mei. Zo is het gekomen dat ik samen met wat collega's uit de onderzoeksgroep van professor Blom een paar weken geleden weer te vinden was in Duitsland en drie dagen lang, met superlekker weer, bier heb zitten drinken met pretzel op de Burgsberg. *Der Berg ruft!* •

De paradoxen, tegenspraken en felle discussies zijn wat de wiskunde zo boeiend maken. Een van de meest verhitte discussies zal wel gevoerd zijn over het gebruik van het keuzeaxioma. Zo op het eerste gezicht ziet het er tamelijk onschuldig uit:

Keuzeaxioma: *Gegeven een verzameling $S = \{S_i\}$ van niet-lege verzamelingen bestaat er een functie f zodanig dat $f(S_i) \in S_i$ voor alle $S_i \in S$.*

Het enige wat dit zegt is dat, gegeven een willekeurig aantal niet-lege verzamelingen, het mogelijk is om uit elke verzameling een element te kiezen. Merk op: er is geen enkel probleem met dit axioma als de functie (zogenaamde keuze functie) goed gedefinieerd is. Er treden alleen problemen op wanneer we zeggen: ‘de functie bestaat en we weten niet wat hij is.’ Een beroemd voorbeeld is het volgende: gegeven een oneindig aantal paren sokken moeten we het keuzeaxioma gebruiken om van elk paar een sok te kiezen. Gegeven een oneindig aantal paren schoenen hoeven we het keuzeaxioma niet te gebruiken, we kunnen namelijk als keuze functie nemen ‘kies de linkerschoen.’ Het is nu precies gedefinieerd welk element we uit elke verzameling kiezen, en dan vervallen alle problemen.

Het keuzeaxioma heeft geleid tot enkele vreemde stelling, waaronder het goede-ordeningsprincipe. Dit principe zegt dat het mogelijk is om elke verzameling zo te ordenen dat het een kleinste element heeft. Dit is redelijk vreemd als we kijken naar bijvoorbeeld de verzameling \mathbb{R} . We moeten dan het keuzeaxioma gebruiken om een nieuwe ordening te construeren:

De maat genomen

Stel $F = \{f_1, f_2, f_3, \dots\}$ is een aftelbare verzameling, en leg om elke f_i het interval $(f_i - \frac{\epsilon}{2^i}, f_i + \frac{\epsilon}{2^i})$. Dan $F \subset \bigcup_{i=1}^{\infty} (f_i - \frac{\epsilon}{2^i}, f_i + \frac{\epsilon}{2^i})$. De maat van deze vereniging is kleiner of gelijk aan de lengte van alle intervallen bij elkaar opgeteld:

$$m(F) \leq \sum_{i=1}^{\infty} \frac{2\epsilon}{2^i} = \epsilon \sum_{i=1}^{\infty} \frac{2}{2^i} = 2\epsilon$$

We laten nu ϵ naar 0 lopen en zien zo dat de maat van de aftelbare verzameling F gelijk moet zijn aan 0.

Beschouw de verzameling A . Volgens het keuzeaxioma hebben we een keuze functie f en kunnen we een punt $a_1 = f(A)$ kiezen. Dit element definiëren we als het ‘kleinste’ element. Het volgende element wordt $a_2 = f(A \setminus \{a_1\})$ en zo gaan we door: $a_i = f(A \setminus \bigcup_{j < i} \{a_j\})$. De verzameling A kan nu geschreven worden als $A = \{a_1, a_2, \dots\}$, met $a_i < a_{i+1}$.

Meetbaarheid

Het probleem waar wij naar zullen kijken is het bestaan van niet-meetbare verzamelingen in \mathbb{R} . We zullen werken met de Lebesguemaat:

Definitie 1. *De Lebesguemaat van een verzameling $A \subset \mathbb{R}$ wordt gegeven door $m(A) = \inf\{\sum |I_i| : A \subset \bigcup I_i\}$ waar I_i intervallen zijn in \mathbb{R} .*

Om de maat te berekenen gaan we de verzameling dus zo dicht mogelijk benaderen met intervallen. Wat hier staat is eigenlijk ‘pak een lineaal en kijk hoe lang je verzameling is’. Een interval heeft bijvoorbeeld als maat de lengte van het interval. Om zo’n maat toe te kunnen kennen aan een verzameling moeten we dicht genoeg bij de verzameling kunnen komen, vandaar dus de volgende definitie van meetbaarheid:

Definitie 2. *Een verzameling A is meetbaar als voor elke $\epsilon > 0$ er een gesloten verzameling G en een open verzameling O bestaan zodanig dat $G \subset A \subset O$ en $m(O \setminus G) < \epsilon$.*

De Bernsteinverzameling

We zullen nu met behulp van het goede-ordeningsprincipe een niet-meetbare verzameling construeren: de Bernsteinverzameling. De Bernsteinverzameling B is een verzameling reële getallen zodanig dat elke overaftelbare gesloten verzameling een punt bevat uit B en een het complement B' .

Beschouw eerst de verzameling F van overaftelbare gesloten verzamelingen. Met het goede-ordeningsprincipe kunnen we deze verzameling ordenen, en ook elke verzameling in F . Dus we krijgen dat F er uitziet als:

$$F = \{F_1, F_2, F_3, \dots\}$$

en elke F_i is ook geordend, dus:

$$F_i = \{a_i, b_i, c_i, \dots\}$$

Onthoud wel dat F en F_i beide overaftelbaar zijn, ook al lijkt het alsof er nu een aftelbare lijst is gemaakt.

De Bernsteinverzameling construeren is nu niet heel lastig meer. Laat $\{a_1, b_1\}$ de eerste twee elementen van F_1 zijn. Definieer nu $\{a_i, b_i\}$ als de eerste twee elementen van $F_i \setminus \bigcup_{j < i} \{a_j, b_j\}$, dus de eerste twee elementen van F_i ongelijk aan alle eerder gekozen elementen. Neem nu als B de vereniging van alle a_i 's: $B = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$. Het complement B' bevat nu onder andere alle b_i 's. Elke gesloten overaftelbare verzameling F_i bevat de twee elementen a_i en b_i en dus een punt uit zowel B als B' .

Nu moeten we nog inzien dat minstens een B en B' onmeetbaar is. Stel A is een meetbare subverzameling van B . We kunnen aantonen dat A dan maat 0 moet hebben. Als A meetbaar is, weten we dat er een gesloten F en een open G bestaan zodanig dat $G \subset A \subset O$ en $m(O \setminus G) < \epsilon$. We weten dat F aftelbaar moet zijn, elke overaftelbare gesloten verzameling bevat immers een punt uit B' en kan dus niet bevat zijn in B . F heeft dus maat 0, zoals elke aftelbare verzameling in \mathbb{R} .

Echter, we hebben nu $G \subset A \subset O$, $m(G) = 0$ en $m(O \setminus G) < \epsilon$. De maat van G moet willekeurig dicht bij de maat van F kunnen komen, en de maat van F is 0. Dit betekent dat ook A maat 0 moet hebben. Dus elke meetbare verzameling in de Bernsteinverzameling B heeft maat 0. B is een subverzameling van zichzelf, dus als B meetbaar is, moet hij maat 0 hebben. Een zelfde argument kunnen we voor B' opstellen.

Het probleem treedt nu op dat $\mathbb{R} = B \cup B'$, maar als B en B' beiden meetbaar zijn, dan hebben ze allebei maat 0, en \mathbb{R} heeft dan ook maat 0. Dit kan niet, dus tenminste een van B of B' moet onmeetbaar zijn.

We naderen nu een leuk gevolg van het bestaan van de Bernsteinverzameling, namelijk:

Theorema 1. *Elke verzameling A met positieve maat bevat een niet-meetbare subverzameling.*

Het bewijs hiervan is nu heel makkelijk geworden. Construeer eerst een stel Bernstein verzamelingen B en B' , en beschouw de twee verzamelingen $B \cap A$ en $B' \cap A$. Stel ze zijn beiden meetbaar. Maar $B \cap A \subset B$, dus dan moet de maat van $B \cap A$ gelijk zijn aan 0. Hetzelfde geldt voor $B' \cap A$. Dit betekent echter dat $A = (B \cap A) \cup (B' \cap A)$ dan ook maat 0 zou moeten hebben, en dit is een tegenspraak met het feit dat A positieve maat zou hebben. $B \cap A$ en $B' \cap A$ kunnen dus niet allebei meetbaar zijn.

Dus de conclusie is dat in elke verzameling waar je je lineaal langs kunt leggen een verzameling zit waarbij dat niet kan. Bij onmeetbare verzamelingen is er sprake van tegenspraak zowel als we aannemen dat de verzameling maat 0 heeft, als wanneer we aannemen dat de verzameling positieve maat heeft. Er is dus niet eens een schatting mogelijk van de maat van de verzameling.

Dit is toch wel een curieuze conclusie, en één waardoor men zich af gaat vragen wat er nou mis is: een aanname die intuïtief toch heel waar aanvoelt (keuzeaxioma, of een conclusie die absurd is maar logisch uit het gegeven voorkomt. Als we zeggen dat het het eerste is, dan corrigeren we heel misschien het probleem van het keuzeaxioma wel, maar als we op niet-intuïtieve wijze axioma's moeten kiezen, hoe doen we het dan wel? •



Het blijft maar advertorials regenen. Het lijkt een vaste trend te worden: om half negen op Groningen Centraal te staan en vervolgens de trein te nemen naar een bijna willekeurige stad. Bij het bedrijf hopen we vaak te lunchen en uiteraard een kijkje achter de schermen te krijgen. Voor deze advertorial zijn we naar TNO geweest. Maar gelukkig voor ons bevond deze vestiging van TNO zich in Groningen! Dat is dan ook meteen het eerste wat opvalt: TNO ligt gewoon achter een woonwijk in Groningen-Zuid/Noord-Zuid.

Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

TNO staat voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Er werken ongeveer 4500 mensen bij TNO, waarvan zo'n 375 bij TNO ICT. TNO ICT heeft vestigingen in Delft, Groningen en Enschede. In Groningen werken ongeveer 75 mensen voor TNO ICT. TNO valt uiteen in vijf kerngebieden, namelijk: Kwaliteit van Leven, Defensie en Veiligheid, Industrie en Techniek, Bouw en Ondergrond en Informatie- en Communicatietechnologie. Bij TNO Groningen ligt de nadruk op de laatste: IT. Het doel van deze afdeling is bedrijven helpen met IT-innovatie. In de praktijk komt dit er op neer dat er gezorgd wordt voor concrete toepassingen voor bedrijven.

Fabian Walraven

De redactie sprak met Fabian Walraven. Fabian heeft zelf informatica gestudeerd aan de RuG en specialiseerde zich in Software Engineering. Op dit moment is hij werkzaam bij de afdeling Mobile IT. Fabian heeft zijn stage en later ook zijn afstudeeronderzoek bij TNO gedaan. Na zijn studie wilde Fabian nog wel technisch inhoudelijk bezig zijn maar hij vindt het ook leuk om klanten te helpen innoveren. Kort door de bocht gezegd richt Mobile IT zich op de link tussen (het mobiele) netwerk en applicaties, en biedt oplossingen aan verschillende telecom operators.

Fabian geeft aan dat het werken in deze tak voor hem ideaal is. Aan de ene kant is hij nog technisch-inhoudelijk bezig als informaticus en aan de andere kant brengt zijn werk enige commercieel inzicht met zich mee. Het leek hem dan ook in eerste instantie prettig om toch nog iets met zijn studie te doen en dan met name in de software ontwikkeling. In zijn huidige taken komt dit terug en dat vindt Fabian dan ook zeer prettig. Aan de andere kant komt er ook het eerder genoemde commerciële inzicht bij kijken. Als er bepaalde problemen zijn,



dan moet je deze technische begrippen vertalen voor de klant. Fabian vindt het zelf leuk om een verhaal duidelijk te maken in combinatie met technische kennis.

Op de werkvloer

Tijdens zijn studie had Fabian al een eigen IT-bedrijfje. Toch vroeg hij zich af wat hij precies wilde met zijn carrière. Wilde hij verder met zijn eigen bedrijf, wilde hij werken bij een bedrijf of was er misschien het een en ander te combineren? Tijdens zijn afstuderen werd hem duidelijk dat hij graag bij TNO verder wilde. De sfeer bij het bedrijf speelde hier een grote rol in. "Veel mensen hebben dezelfde motivatie en dezelfde achtergrond als ik, en dat stimuleert," aldus Fabian. Wat de redactie opviel was dat er opvallend weinig pakken gedragen worden bij TNO.

Toen wij in de gangen bij TNO wat aardige portretfoto's van Fabian aan het schieten waren, werden we (lees: Marten) door een van Fabians collega's aangeschoten. De beste man was nieuwsgierig naar de fotografie apparatuur. Marten had namelijk zijn op afstand bestuurbare flitser en mensenhoge standaard meegenomen. Toen de flitser in actie was gezien vroeg de collega zich af hoe de synchronisatie tussen camera en flitser geschiedde. Ook bij TNO zit er kennelijk een aantal fervente fotografen.

Bekende projecten

We vroegen Fabian of hij een aantal grote projecten van TNO kon opnoemen. Hij noemde als voorbeeld IJkdijk (www.ijkdijk.nl). IJkdijk is een initiatief om vanuit de aanbodzijde van het watermanagement oplossingen te zoeken naar eventuele problemen in de toekomst. Het komt erop neer dat de beweging van het water is te volgen met behulp van sensors die tactisch geplaatst zijn rond een dijk.

Een ander project is Coolrun, misschien bekend van de Batavierenrace. Coolrun is een toepassing die de exacte locatie van de renners bepaalt en doorgeeft aan een centrale zodat die het overzicht houdt. De afgelopen Batavierenrace is Coolrun gebruikt om de locatie van de verschillende universiteitsteams bij te houden. Naast de locatie werd ook de hartslag van de lopers en de snelheid ten opzichte van elkaar bepaald.

Carrière

Zoals inmiddels bekend, is een van de manieren om bij TNO te komen via je afstuderen. Het blijkt dat je ongeacht je bèta-achtergrond met een goede motivatie en instelling alvast een voetje voor hebt. Er lopen namelijk niet uitsluitend informatici rond bij TNO, maar bijvoorbeeld ook natuurkundigen. Ook via de conventionele methode van solliciteren is het mogelijk om bij TNO binnen te komen. Op de website www.tno.nl kom je via de link 'werken bij TNO' op een pagina waar projecten voor ieder instapniveau te vinden zijn.

Zodra je werkzaam bent bij TNO kun je je verder ontplooiën. Je kunt namelijk een aantal cursussen volgen. Voor iedere starter is het verplicht de starterscursus te volgen. In deze cursus leer je bijvoorbeeld wat TNO precies voor bedrijf is. Ook is er een starterscursus klantgericht handelen waarmee je commercieel inzicht opdoet. Verder zijn er nog meer cursussen te volgen die afhangen

van je voorkeur. Als je bijvoorbeeld interesse hebt in beveiliging of je hebt het nodig voor een project dan is het mogelijk om hier een cursus in te volgen.

Er zijn verschillende loopbanen mogelijk bij TNO: je kunt de consultatiekant op, waar je je voornamelijk bezig houdt met het geven van adviezen aan je klanten op basis van technische projecten die je hebt gedaan. Een andere mogelijkheid is om technisch-inhoudelijk bezig te blijven en aan projecten te werken. Maar een combinatie van dezen is ook zeer goed mogelijk. Een andere optie is om je meer met het bedrijf te gaan bemoeien. Je zou dan in de hoek van het projectmanagement komen te zitten. In het algemeen is het zo dat de eerste paar jaar van je loopbaan bij TNO algemeen is, en dat je je pas daarna richt op een bepaalde richting zodat je eerst een beetje van alles kan meemaken en zo leert welke richting meer bij je past.

Werkflexibiliteit

Zoals Fabian al eerder aangaf werken er gemotiveerde mensen met dezelfde achtergrond bij TNO. In praktijk komt het erop neer dat iedere werknemer zijn verantwoordelijkheid voorop stelt. "Werk wil je goed doen," aldus Fabian. Wat betreft de werktijden is Fabian duidelijk: thuiswerken kan altijd, maar contact met je collega's is natuurlijk belangrijk. Je kunt van elkaar leren, en zo weet je waar anderen mee bezig zijn. Daarnaast is het natuurlijk een stuk gezelliger! Je tekent namelijk wel een aantalurencontract. De meeste mensen komen voor negen uur 's ochtends binnen en gaan tegen half zes weg, maar van een negen-tot-vijf mentaliteit is geen sprake. Meestal is het zo dat men het gezonde verstand gebruikt met de werktijden. Het is altijd mogelijk om vrije dagen te kopen. Zo is het mogelijk om een aantal vrije dagen te krijgen in ruil voor bijvoorbeeld de dertiende maand. Jaarlijks is er een evaluatie waarin het afgelopen jaar en de projecten die je doet met je worden doorgenomen. Je krijgt tijdens deze evaluatie dan coaching en je kunt je doelen bijstellen voor het aankomende jaar, indien je dat wilt.

De redactie heeft een leuke tijd bij TNO en een leuk gesprek met Fabian Walraven gehad. Wij zijn heel wat wijzer geworden en vinden TNO een boeiend bedrijf. Zeker omdat je eigenlijk steeds met projecten bezig bent en dat je ook als niet-informaticus bij deze ICT-vestiging van TNO terecht kan. •

Hoe zou het voelen om rond te lopen in een volledig onbekende omgeving? Om te proeven van de Aziatische sfeer van het leven met al haar eigenaardige gebruiken? Dit was het culturele aspect van de studiereis Orange Tigers naar Taiwan en Zuid-Korea waarvoor een koene delegatie FMF'ers de studie tijdelijk terzijde schoof.

Taiwan

Brak, dat zou een goede omschrijving van onze lichamelijke én geestelijke conditie kunnen zijn. Gebroken en brak. De eerste dag tenminste. De vliegreis vanaf Schiphol duurde twaalf uur en zette ons om 00:00 Nederlandse tijd af in Hongkong. De ochtend was er al begonnen. Slapen was niet echt een optie: wie eens gevlogen heeft weet dat dit slecht te doen is aan boord. Cocktails nuttigen, films kijken en anderen uit een hazenslaap houden leken de enige middelen ter verdrijf. Een nachtje doorhalen dus, maar dat zijn we wel gewend. Alleen waren we er nog niet. Hongkong was slechts een pleisterplaats waar anderhalf uur vertoeft diende te worden voordat een korte vlucht ons om 10:00 lokale tijd in Taipei bracht. En midden overdag slapen in een nieuw, onbekend land was natuurlijk geen optie.

Eigenlijk is er maar één manier om een stad echt te leren kennen. Te voet. Het blokvormige stratenpatroon van Taipei leent zich daar uitstekend voor. Er is wel meer in deze wereldstad dat weg heeft van een typisch Amerikaanse stad als New York. Gele taxi's en elkaar overschreeuwende reclame domineren het straatbeeld. Dit alles is te danken aan de economische bloei van het land dat de American dream probeert waar te maken.

Toch heeft het veel van haar Aziatische karakter behouden. Wie vanuit de drukke boulevards een zijstraat indrukt, waant zich in het kloppend hart van Taipei. De steegjes en straatjes zijn bezaaid met kleine restaurants, kraampjes en winkeltjes. Een vrouwtje probeert wat centjes te verdienen, haar vreemde vruchten en groenten uitgestald op de handkar die ze op verbazingwekkend levendige wijze voort trekt. Aziaten gekleed in heldere, loshangende oranje en rode kledij verkopen wierook en afgodsbeeldjes in de buurt van taoistisch/boedhistische tempels. Massa's scooters wurmen zich door het verkeer, de gaten vullend die de taxi's laten vallen. Het leven lijkt zich te voltrekken in een chaotische brij van activiteiten, die op de een of andere manier haar eigen exotische ordening schijnt te kennen.

Levendig Taiwan

Taiwanezen leven op straat. Eten buiten de deur gebeurt regelmatig in letterlijke zin; meat-on-a-stick, gegrilde octopus en tofu lonken vanuit de kleine kraampjes en fungeren als een uitstekend alternatief voor de McIn-vloed. De drukte die dit in de straatjes oplevert vertaalt zich in een gezellige, losse sfeer. De oorzaak van deze openbare gemoedelijkheid is te vinden bij de mensen thuis. Wonen in de metropool Taipei, met haar 2,6 miljoen inwoners, is duur en onderkomens zijn vaak niet meer dan een kamer met bed. Eten vindt daardoor noodgedwongen elders plaats. De huiselijke sfeer, met al haar openhartige facetten, heeft zich hierdoor verplaatst naar de straat. Het subtropische klimaat vergemakkelijkt dit doordat het ook 's avonds buiten goed toeven is. Toch heeft dit alles ook keerzijden.

Een verzuchtende opmerking van een Taiwanees dat Nederland zo schoon is geeft aan dat de hygiëne in Taiwan soms ver te zoeken is. Inderdaad doemt soms het beeld op waarin honden scharrelen tussen de kraampjes, raten wegschieten in het vuilnis en het onderscheid tussen keuken en straat niet altijd even goed te maken is.

Ook een moment van rust en privacy lijkt moeilijk te vinden. Niet dat de doorsnee Taiwanees zich daar aan stoort, want slapen kan per slot van rekening overal. Zijn sobere onderkomen en drukke leven geeft weinig ruimte voor relaxen. 'Werken' is het credo en het lijkt er bijna op dat ze het liefst zo veel mogelijk uren maken. De oorzaak voor hun ijver moet gezocht worden in het Confucianisme. Deze stroming is een complexe filosofie die onder andere eerbied en gehoorzaamheid jegens seniors voorschrijft. Gedrag dat nogal eens als onwennend wordt ervaren door westerse leidinggevendenden. De directeur van het NTIO, het Nederlandse handels- en investeringsbureau in Taipei, ziet zijn personeel voor hem op het werk verschijnen en na hem weg gaan. Ook in het weekend is zijn kantoor verre van uitgestorven. Als keerzijde bekommert de leidinggevende zich om hen met weldaad en zorg. Diners, uitstapjes en cadeau's komen vaak van

zijn hand. Deze laatste worden door de werknemer vaak doorgegeven aan familie en vrienden in plaats er zelf van te profiteren.

Nightlife

Om ook een deel van het sociale leven van Taiwanese op te snuiven doken de Orange Tigers regelmatig het nachtleven in. Hiervoor diende vaak de stad doorkruisd te worden, iets waar de taxi's zich uitstekend voor lenen. Voor een schamele 100 NTD (omgerekend 2,25 euro) cruise je de stad door. Een hippe clubscene ontbreekt natuurlijk niet, maar de weinige pubs lijken enkel voor de toerist te bestaan. Een uitgaansleven zoals in Groningen is er onbekend. Nee, in Taiwan zit men eerder bij vrienden thuis thee te drinken. Ook is het goed mogelijk dat de KTV aangedaan wordt. Karaoke TeleVision is immens populair en wordt beleefd in aparte zalen waar onbeschaamd met vrienden meegebruld kan worden met Westerse en Aziatische nummers. En de drank vloeit daarbij rijkelijk. Thee, wel te verstaan, want de locals schuwen de kwalijke gevolgen van alcohol. Gelukkig voor de gerstenat-minnende mens doen de KTV's niet moeilijk over het meenemen van een groot aantal units gerstenat. Sterker nog, ze tippen ons zelfs op een nabije 7-Eleven.

Een van de Aziatische geneugten waar in volle teugen van genoten kan worden zijn de befaamde hot springs. Beweerd wordt dat men er als nieuw uit komt. Een cultuur leren kennen betekent actieve deelname, en dus sprongen we enthousiast het bad in. Een vergissing, zo bleek: deze baden worden niet voor niets hot genoemd. Er was keuze uit vijf verschillende zwavelbaden, variërend van koud tot heet. Daar geen van ons de juiste volgorde wist kozen de meest stoutmoedigen onder ons het meest nabije bad. Toch is het lauwe bad het lekkerst. Met uitzicht op Aziatische en Europese adamskostuums wordt hier in alle gemak over de naakte waarheid des levens gediscussieerd. Nog mooier is het modderbad, waar je jezelf en mede-badgenoten met modder kan besmeuren. Je een paar uur terugwanen in onze voorouderlijke tijd blijkt inderdaad heel ontspannend. Aziaten hebben dat goed begrepen. En ondanks dagenlange zwavelstank en bijna verbrande ledematen



voelden wij ons als fenixen herboren uit hun as. Taiwan is een heerlijk land!

Zuid-Korea

Het was 24 april; de dag dat 25 FMF'ers en twee stafleden vanuit heerlijk Taipei de biezen pakten en vertrokken richting Seoul (spreek uit: "Soul"). Het tweede Aziatische land kwam inzicht. Zou Seoul net zoals Taipei zijn? Zouden de mensen net zo aardig en behulpzaam zijn als in Taiwan? Zouden ze net zo hard werken? Hoe is de cultuur daar? Merk je iets van de vijandigheden met Noord-Korea?

Het eerste wat opvalt, is het verschil in luchtvochtigheid. In tegenstelling tot Taiwan is de lucht in Zuid-Korea zeer droog. Een welkome afwisseling. Wat ook opvalt is



de verwestelijking. Het straatbeeld wordt getekend door McDonalds zaken, Burger Kings, Subways, 7-Elevens, grijze taxi's, zwarte taxi's (voor de elite), Aziatische meisjes in té korte rokjes en schoenen met té lange hakken, scholieren die wild worden als er een lange Hollander langsluipend en 's avonds naar huis zwalkende Koreanen die iets te diep in het glaasje hebben gekeken. Om nog maar te zwijgen over de oude versierde tempels die pronken tussen de vele wolkenkrabbers.

Het *meat-on-a-stick* concept heerst minder. Het was bijvoorbeeld veel eenvoudiger om een 'westers' restaurant op te zoeken en daar 'fatsoenlijk' te eten. Iets dat door menig GBE'er als prettig werd ervaren nadat een aantal van hen een buikgriepje opgelopen hadden.

Het nationale (bij)gerecht van Korea is kimchi en je krijgt het dan ook letterlijk bij elk maaltijd van de dag. Kimchi is een koud gerecht, zoals de meeste bijgerechten in Korea, en bestaat uit gefermenteerde chilipepers (jammie!) en chinese kool. Zuid-Koreanen dichten aan kimchi vele heilzame aspecten toe. Een daarvan is de beperking tot een kleinschalige verspreiding van SARS in Zuid-Korea.

Het is overigens niet gebruikelijk in Zuid-Korea om voor je eigen avondeten te zorgen. Zeker niet als je bij een

bedrijf werkt en in een centrumgebied woont. In Zuid-Korea is het gebruikelijk om met je collega's naar een bar of restaurant te gaan en daar het avondmaal te nuttigen. Wat veel mensen uit de zakenwereld vervolgens doen is veel bier drinken in een nabijgelegen bar. Waarna zij zwalkend naar een karaokecentrum gaan. Na de laatste barren te zijn afgestrompeld, hopen zij dan te eindigen in een bed. De jongere Koreanen gaan overigens vaak op stap naar nachtclubs en met hun alcoholgebruik lijkt het mee te vallen.

Crossing the border

In principe is er een wapenstilstand tussen Noord en Zuid. Beide landen worden gescheiden door een vier kilometer breed gebied dat de demilitarized zone (DMZ) heet en waar vrijwel niemand woont. Aan beide zijden staan in totaal een miljoen soldaten klaar om elkaar te lijf te gaan, als het moet. Er is een grijs gebied binnen deze zone waar Noord en Zuid letterlijk oog in oog met elkaar staan. In deze zogenoemde Joint Security Area (JSA) staan soldaten van beide partijen vrijwel tegenover elkaar. De Zuid-Koreaanse soldaten dragen afschrikwekkende uniformen met grote donkere zonnebrillen. Wanneer je in deze JSA staat dan bekruipt je een angstaanjagend gevoel; je wordt voortdurend in de gaten gehouden door een Noord-Koreaanse officier. In het toeristengedeelte van de JSA kijk je recht tegen een grijs en grauw Maoïstisch

gebouw aan waardoor de rillingen over je rug lopen. Tussen de gebouwen van Noord en Zuid staan een aantal blauwe huisjes. In deze huisjes wordt vaak het overleg tussen beide landen gehouden. Er gaan veel geruchten rond over de huisjes en de omgang daarmee door Noord-Koreaanse officieren. Zo zouden zij naakt op de tafels dansen... Door de Amerikaanse veiligheidsmacht die in de DMZ de veiligheid waarborgt wordt je verboden om rare gebaren te maken omdat dit als propaganda tegen het Westen gebruikt zal worden. Wat vreemd is, is dat ondanks deze vijandige sfeer je in het overige deel van Zuid-Korea niets merkt van een dreigende oorlog.



Zowel Taiwan als Zuid-Korea waren een fantastische tijd, de commissie heeft een geweldige reis neergezet. Er was geen moment voor jezelf, we waren altijd in de weer om ergens te komen. Altijd proberen het meeste en het mooiste te zien. Het was keuzes maken tussen verschillende plaatsen om heen te gaan. De Orange Tigers heb-

ben veel cultuur opgesnoven, veel indrukken gekregen. Het is nu alweer een paar maanden geleden dat we er zijn geweest, maar de herinneringen blijven. Ze noemen het dan ook niet voor niets het Verre Oosten. Ik ben blij dat we het van dichtbij hebben mogen meemaken. •



vermaak	karaoke, DDR, thee drinken thuis	karaoke, DDR, gamen bier en soju zuipen	croegensport bierdrinken
sport	baseball	baseball, soccer	soccer
studentenleven	geen	geen	uitbundig
eten	chinees	kimchi	prak
klimaat	(sub)tropisch	gematigd	gematigd
plaatselijk bier (7-Eleven)	660 ml, 32 NTD (€ 0.72)	660ml, 1500 Won (€ 1.20)	500ml, € 0.89
vervoer	taxi, auto, scooter	taxi, metro	auto, fiets
gemiddelde maaltijd restaurant	175-500 NTD (€ 4.00-10.00)	5000-10000 Won (€ 4.00-8.00)	€ 10.00-15.00



Een complexe operatie

Verschillende technici

Teamwork

Hevige concurrentie

Onderzoek

Ontwikkeling

Cleanroom

Technologische doorbraak noodzakelijk

Lange dagen

Ontwerpen en testen

Opnieuw beginnen

De tijd dringt

Kan niet bestaan niet

Een nieuw ontwerp

Een grens verlegd

Samen verder.

Een bijzondere markt, waarin de technologische ontwikkelingen elkaar in een razend tempo opvolgen, vraagt om bijzondere medewerkers. Om een bijzondere mentaliteit. Om commitment aan elkaar. Het commerciële inzicht, de passie voor techniek, de resultaatgerichtheid en de teamgeest van alle medewerkers hebben ASML gebracht waar het nu staat: aan de

wereldtop. Het commitment van ASML aan haar medewerkers uit zich onder andere door een omgeving te creëren waarin zij hun ideeën kunnen vormgeven en zich professioneel kunnen ontwikkelen. Samen verder, zodat het nooit eenzaam wordt aan de top. ASML is één van de meest vooraanstaande leveranciers van ic-productiesystemen ter

wereld. Wereldwijd, op meer dan vijftig regionale verkoop- en servicelocaties, weet ASML zich verzekerd van het commitment van zo'n 5000 betrokken medewerkers. Commitment aan je klanten kun je immers pas geven, als je zeker weet dat je het ook krijgt van je medewerkers. Wil je meer weten over ASML, kijk dan op www.careers.asml.com



ASML
Commitment

3TU. School for Technological Design Stan Ackermans Institute

Boost your career!

Are you a graduate young professional or currently completing your Master of Science programme at a (technological) university? Are you looking for an even faster successful career in industry or business? Then you should consider applying to one of the technological designer programmes at the 3TU. School for Technological Design, Stan Ackermans Institute.

Together the three Dutch universities of technology – Delft University of Technology, University of Twente and Eindhoven University of Technology – offer ten exceptional two-year programmes that will put you on a faster track to a successful career in industry. In addition to broadening your technological expertise, you will also learn more professional skills that will enhance your career opportunities. Industry offers engineers from our programmes excellent jobs, because of the strong reputation of our graduates.

The two-year, full-time programmes all lead to a Professional Doctorate in Engineering (PDEng) degree. If you are accepted into one of the programmes, you will be appointed as a trainee for the duration of two years and will receive a salary. All technological designer programmes are taught in English.

Differences between a doctoral and designer's programme

In a doctoral programme more emphasis is placed on scientific research. A designer's programme involves on the one hand increasing your knowledge, and on the other hand applying that knowledge in industry by carrying out a design project in industry during the second year of your programme.

Software Technology (ST)

Location: Eindhoven University of Technology

The development of software for advanced systems has many different aspects, including requirements, specification design and implementation, testing deployment and organisation. The ST programme focuses on the project-based design and development of software for resource-constrained software-intensive systems such as real-time embedded systems.

Logistics Management Systems (LMS)

Location: Eindhoven University of Technology

The logistics and management of complex industrial processes require insight in planning, organising and controlling the flow of goods from raw material to end user, as well as logistics aspects of workflow management. The LMS programme is designed to broaden, increase and integrate your knowledge and skills in the field of logistics.

Process and Equipment Design

Location: Delft University of Technology

The PED programme trains MSc graduates to become qualified designers capable of designing 'fit for purpose' and 'first of a kind' products, processes and equipment. It encourages trainees to actively look beyond the boundaries of their own discipline and to recognise the challenges and restrictions imposed by product chain management, time and money.

Architectural Design Management Systems (ADMS)

Location: Eindhoven University of Technology

ADMS is a programme for young academic graduates who want to gain competences for the improvement and innovation of architectural design processes, both in relation to the remodelling of such processes and to their organisation and management.

Design and Technology of Instrumentation (DTI)

Location: Eindhoven University of Technology

Instruments have replaced the human eye, ear and nose as sensors in high tech environments such as industrial labs, production lines or hospitals. The core of the DTI programme is the design of these systems.

Mathematics for Industry (MI)

Location: Eindhoven University of Technology

Mathematics is making an increasing contribution to the design of industrial products and processes. The MI programme is designed to develop problem solving abilities that focus on the mathematical components of design processes taking place in industrial environments.

Information and Communication Technology (ICT)

Location: Eindhoven University of Technology

The ICT programme trains you in designing innovative professional systems that

can process, store and convey information. Special attention is given to communication with the (global) environment such as wireless and electro-optical communication.

Process and Product Design (PPD)

Location: Eindhoven University of Technology

The process industry demands an integrated approach to chemical, physical and mechanical processes. The PPD programme focuses not only on process design, but also on the relationship between the product, its functionality and its microstructure.

User System Interaction (USI)

Location: Eindhoven University of Technology

Consumer electronics, modern interactive websites or innovative shopping aids for elderly people require user-friendly interaction between humans and systems. The USI programme trains you as a designer with the skills to develop these interactions.

Bioprocess Engineering (BPE)

Location: Delft University of Technology

In the BPE programme, you will develop into a visionary teamworker with a strong, state-of-the-art, background in the Biosciences & Chemical Engineering knowledge required for innovative bioprocess design.

More information: www.3TU.nl/SAI

Een onaantastbare vindingrijkheid, dat is het kenmerk van MacGyver. Deze actieheld wist zich jarenlang uit lastige situaties te bevrijden met slechts een minimaal arsenaal aan alledaagse voorwerpen. Of het nou ging om het maken van een bom uit fietsonderdelen of het omtoveren van een cactus tot een accu, Macs wetenschappelijke kennis kende geen grenzen. De periorredactie gaat op zoek naar de feiten achter de heldendaden, met deze keer: “hoe ontsnap je met stroom?”

De aflevering

Als actieheld hoeft je lang niet altijd het gevaar op te zoeken: soms komt het gevaar wel naar jou. Zo geschiedt wanneer Mac een stel vergeten hockeykaartjes op gaat halen van zijn werk. Een snode dame is bezig een bom te planten en de huurling heeft er geen problemen mee MacGyver op te blazen. Sterker nog, ze verwacht er een flinke bonus van haar opdrachtgever voor.

Wanneer MacGyver wil vertrekken hebben de terroristen reeds de liften uitgeschakeld. Opeens wordt er geschoten en in een flits is Mac duidelijk wat er aan de hand is. Zo snel mogelijk neemt hij de trap naar beneden. De onderste deur blijkt echter naar buiten te openen en ertegenaan staat een Amerikaans slot, een stang die schuin tegen de deur is vastgezet. Met de terroristen op de hie-len moet Mac in allerijl een truc verzinnen. Gelukkig weet hij waar het rommelhok zit, alwaar hij een kraan, twee twaalf volts batterijen en koperdraad vindt. Van deze spullen bouwt hij een elektromagneet om de stang door de deur heen om te duwen. Met de nodige moeite om de vliegende kogels te ontwijken weet Mac inderdaad de deur te openen en de terroristen uit te schakelen. Jammer genoeg mist hij zijn hockeywedstrijd, maar het is bijna eind goed al goed.



De theorie

Je kunt een boel leuke trucjes uithalen met elektriciteit. In 1825 ontdekte electriciën William Sturgeon na veel spelen de elektromagneet, een apparaat waarmee je een magneetveld aan kunt leggen dat zowel qua vorm als sterkte goed te controleren valt. Een elektromagneet maak je in principe al door een stroom door een spoel heen te sturen, wat een tamelijk homogeen magnetisch veld in de spoel oproept. Magnetische veldlijnen komen recht de spoel uit, buigen om en bijten zichzelf in de staart. De spoel vormt zo in principe een magnetische dipool, net als een hoefijzermagneet, waarmee je kracht op stukken ijzer en ander magnetisch materiaal kunt uitoefenen. Zo'n spoel levert echter een relatief zwak veld. Wat we eigenlijk bedoelen met een elektromagneet is een spoel, gewikkeld om een kern van magnetisch materiaal, dat door zijn deeltjesconfiguratie het veld van de spoel vele malen kan versterken. Dit is meestal het zogeheten weekijzer, een mengeling van zacht ijzer en silicium, maar andere ijzermengsels, met als duidelijk kenmerk dat ze kunnen roesten, werken ook wel. Maak je de spoel groot genoeg en neem je magnetisch genoeg materiaal, dan kun je dit principe zo ver opschalen als je wilt, totdat je hele auto's of nog zwaardere zaken op kan tillen.

Het experiment

Een Amerikaans slot zoals in de serie is natuurlijk een aardig groot brok ijzer. Het leek daarom raadzaam om in eerste instantie onze pijlen op een wat bescheidener stuk magnetisch metaal te richten, om daarna maar eens te zien in hoeverre de krachtpatserij die Mac vertoont bereikt kan worden. We haalden er een dicht gewikkelde spoel met ongeveer zestig windingen bij, gemaakt van koper met een dun isolatielaagje om de stroom in goede banen te leiden, daar waar de draden elkaar raken. In gebouw 15 van Nijenborgh 4 vonden we een mooi, lang, lichtelijk roestig stuk ijzer met onbeduidende eerdere scheikundige doeleinden om als kern te gebruiken. Het mag dan geen weekijzer geweest zijn, maar daar zijn

kranen zoals Mac ze kon vinden ook niet van gemaakt. De twaalf volts batterij werd bij niet geheel stom toeval in een winkel voor elektronica gevonden, in de vorm van twee sets van twaalf AA-penlights in serie. Neem daarbij nog een beetje ducttape om de boel bij elkaar te houden en je bent klaar om uit Nijenborgh 4 te ontsnappen... of in ieder geval om een mooie poging te doen.

De geur van smeltend metaal vulde vlug de gwk, onze zelftoegevozen met ontsnappingmateriaal gevulde gevangenis, toen bleek dat de stroom van twee twaalf volts batterijen door een dun koperdraadje een rook- en lichtshow oplevert. Vreemd, daar had Mac totaal geen last van. Ook de extra ducttape isolatie tegen de rap toenemende hitte in de draadjes, die je toch echt met de vingers bij elkaar dient te houden voor goed contact, kwam als een onvoorziene vertraging van onze vlucht. Maar ondanks deze kinken in de koperdraad liep er klaarblijkelijk een flinke stroom door de spoel. Eerst maar eens kijken wat het effect hiervan au naturel is, zonder magnetische kern, met behulp van het meest bescheiden stukje voor handen zijnde ijzer: een naald, aan een draad, opgehangen aan een potlood, tussen twee pakken hagelslag. Na een aantal malen contact maken bleek de naald, pal voor de magneet gehangen, een paar minieme tikjes te krijgen, maar niets om over naar huis, of in de perio te schrijven. Ietwat skeptisch door dit minieme vertoon van spierballen door Macs opstelling haalden we de kern erbij.

Het is goed hier te vermelden dat wij als redactie sterk voor strenge veiligheidsregels zijn. Ook zijn wij ons bewust van een bepaalde voorbeeldrol, in onze rol van publicisten. Niets is zo belangrijk als ongedeed de practicumruimte te kunnen verlaten na een dagje wetenschap. Naast onze blijdschap dat er geen gewonden zijn gevallen, zijn we dan ook enigzins beschaamd, aangezien het

inbrengen van de spoel zorgde voor een zich op hoge snelheid voortbewegende vlijmscherpe roestige naald, waar wij geenszins tegen beschermd waren. Bij eventueel nabootsen van de proef raden wij de lezer dan ook een robuust jack aan, zoals, hoe kan het ook anders, Mac vaak draagt, evenals een beschermende bril.

Maar zoals gezegd hadden we de naald een fikse opdonder gegeven. Zelf een paar centimeter van de spoel verwijderd, met een derde pak hagelslag ertussen in de functie van deur, kon de naald moeiteloos heen en weer geschoven worden. Maar één naald maakt nog geen zomer en een dikke staaf van een meter is geen naald, dus werd MacIvars sleutelbos onderworpen aan ons speeltje. En hier ging ons enthousiasme in rook op, toen bleek dat zelfs slechts een enkele sleutel niet over de luttele afstand van een pak hagelslag kon worden gemotiveerd te bewegen. Het ging bij lange na niet lukken.

De conclusie

Magneten zijn conceptueel niet zo ingewikkeld, je draait ze zo in elkaar. Het doel van de dag was dan ook niet om de wetten van Maxwell over elektromagnetisme nog eens even grondig aan de tand te voelen, maar om te kijken of met de door de aflevering gespecificeerde artikelen een deur geopend kan worden. De twaalf volts batterijen, het koperdraad, het niet al te speciale stuk ijzer: alles lijkt overeen te komen. Misschien was Macs batterij wel twee of drie keer zo sterk als de onze, maar zelfs dan kom je lang niet aan de "tour de force" die Mac liet zien. Misschien had hij wel een kraan van extreem magnetisch weekijzer zoals ze nu niet meer gemaakt worden, maar de perioredactie heeft geen aanwijzingen dat die ooit gemaakt zijn. Dus wat is er dan aan de hand? *Gebust*, dat is er aan de hand. Sorry lezers. Sorry Mac. •



38 | Vorig Breinwerk

DOOR HANS JORDENS

Het oude breinwerk was een opgave fysische aard en verzonnen door Hans Jordens, allen welbekend van het vak Mechanica. Het was dan eigenlijk ook geen verassing dat de aard van de opgave in dit vakgebied lag. Wat velen niet wisten was dit een dergelijke opgave gewoon in de aantekeningen voor dit vak terug te vinden was.

Een iemand was echter kien genoeg om de boekenbon in de wacht te slepen. Kasper Duivenvoorden heeft een aardige oplossing ingestuurd, aldus Hans Jordens. Hans Jordens wist er bij te melden dat Kasper het twee massa-systeem keurig had opgelost en dat hij aardig op weg was met het meerdere massa-systeem! "Kasper heeft zeker 3/4 goed," aldus de heer Jordens.

Voor de oplossing, tekst en uitleg van het breinwerk verwijst de redactie door naar Hans Jordens.

Binnenkort krijgt Kasper zijn uitwerking, plus commentaar van de heer Jordens en natuurlijk de felbegeerde boekenbon thuisgestuurd! •

Corbijn

DOOR FMF FOTOCIE

Het is alweer tijd voor de inmiddels jaarlijks terugkerende Corbijn fotowedstrijd! Trek de wijde wereld in met je camera en maak foto's in de onderstaande categorieën, en win eeuwige roem en gratis exposure (no pun intended)! Stuur inzendingen voor begin september naar fotocie.nl.

Urban
Spontaan
Out of place
Prikkel je zintuigen
Thema Serie

Nieuw Breinwerk

DOOR EAMON NERBONNE EN SAMUEL HOEKMAN

Voor de zomermaanden een culinair breinwerk voor jullie. De Periodiekredactie is een aantal keer gezellig met z'n allen uit eten geweest en iedere keer is er per ongeluk een menukaart meegenomen. Op de volgende pagina zie je alle verzamelde menukaarten. Deze menukaarten moeten wel terug naar de werkelijke eigenaar. Helaas is de redactie vergeten welke menukaart bij welk restaurant hoort. Weet jij van welke eetgelegenheden deze kaarten zijn?

Stuur je antwoord naar perio@fmf.nl voor 14 september

1

2

3

4

5

6

9

7

10

8



Waar is een probleem altijd het begin van een oplossing?

Een file aan de grens doordat de goederen in vrachtwagens niet ingeklaard kunnen worden, digitale aangiften die niet door systemen verwerkt worden. Bij het Centrum voor ICT van de Belastingdienst kan een kleine storing in de complexe automatisering direct grote gevolgen hebben. Dat wil niet zeggen dat je als stagiair bij ons elke dag met het zweet in je handen naar je werk gaat; ook wij maken wel eens een fout. Niets menselijks is ons namelijk vreemd. Maar wat we wél met zekerheid kunnen zeggen, is dat we alles in het werk stellen om fouten te voorkomen of dat we ze zo snel mogelijk oplossen.

De Belastingdienst is altijd bezig om het voor belastingplichtigen zo transparant mogelijk te maken om aan hun fiscale verplichtingen te voldoen. Een dergelijke belofte vraagt het nodige van de mensen van het Centrum voor ICT. Niet alleen veel kennis en flexibiliteit, ook moeten onze medewerkers én stagiairs zich als geen ander kunnen verplaatsen in onze klant: de Belastingdienst.

Achter de schermen – letterlijk en figuurlijk – zijn we dan ook dag in, dag uit bezig met het waarborgen van de continuïteit van de automatisering. Elk probleem zien we als het begin van een oplossing. Altijd kijken we of we de dienstverlening kunnen verbeteren. Soms door nieuwe technologieën te gebruiken. Maar vooral ook door bestaande producten te verbeteren, waardoor de betrouwbaarheid nog hoger wordt.

Bij het Centrum voor ICT vind je als stagiair een scala aan systemen, draaiend op diverse platforms. Je vindt er uiteenlopende terreinen als beveiliging, datawarehousing, architectuur, applicatieontwikkeling en webtechnologie.

Natuurlijk kun je als stagiair bij het Centrum voor ICT zelf ook rekenen op de nodige backup. En met ruim 4.000 verschillende carrièremogelijkheden op het gebied van informatiesystemen, software, hardware en datacommunicatie is je stage wellicht het begin van een mooie loopbaan in de ICT. Kijk voor meer informatie over onze uitgebreide stage-mogelijkheden onder de button 'Stages' op www.belastingdienst.nl/ict.

**Belastingdienst
Centrum voor ICT**

Werk waar je trots op bent