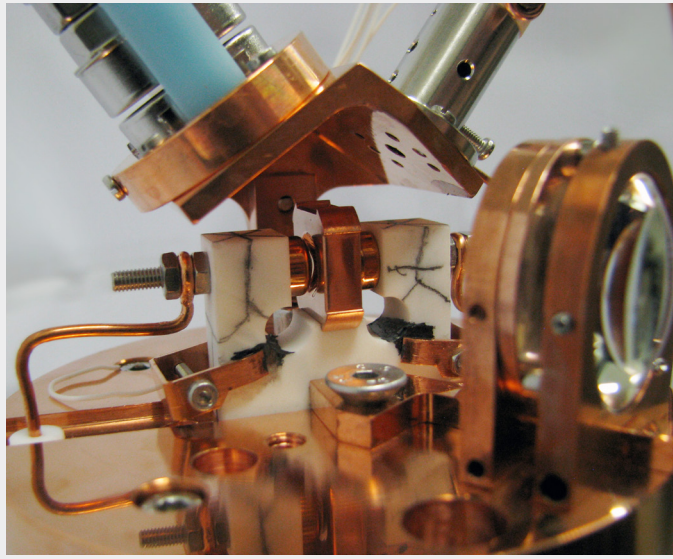
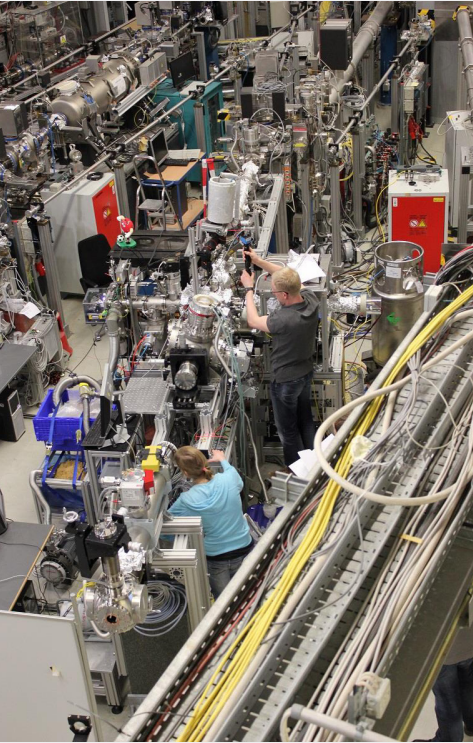




# perio\*diek

op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2013 nummer 3

# Inhoud



## 29 Ultrasnelle Dynamica

Om de fysische eigenschappen van grootte moleculen te bestuderen wil je ze in de gasfase brengen. In dit stuk lees je hoe je met behulp van de electroprayionisatietechniek grote moleculen in de gas fase brengt.

## 15 SprinklerInstalatie

In dit stuk gaat Willem Kuipers je uitleggen hoe je een sprinklerinstallatie kunt modelleren om zo aan de wettelijk voorgeschreven eisen te voldoen.



## 12 De zesde decimaal

Ooit zei men dat de natuurkunde af was en dat er alleen nog maar preciezere meetingen gedaan moesten worden. Het eerste deel van de uitspraak bleek falikant fout maar het tweede deel bleek wel waar. Lees in dit stuk hoe preciesere metingen kunnen leiden tot fundamentele ontdekkingen.

- 4 In het nieuws
- 6 In het nieuws: nobelprijs editie
- 10 SIHB: Zweden
- 14 Van de Voorzitter
- 15 Sprinkerinstallatie
- 17 Separation logic
- 21 De zesde decimaal
- 26 Van het nieuwe bestuur
- 29 Ultrasnele dynamica
- 32 Breinwerk
- 35 Grootmoeders boterkoek

**Redactie** Armin Palavra, Derk Rouwhorst, Steven van der Veeke, Douwe Visser, Bart Marinissen, Oscar Heslinga, Maïke Jaspers, Joyce Popping

**Scribenten** Ronniy Joseph, Karin Dirksen, Willem Kuipers, Herbert Kruitbosch, Gerco Onderwater, Natascha Koelewijn, Thomas Schlathölter, Ronnie Hoekstra, Willeke Rouwhorst.

**Adverteerder** Nedap (p. 8-9), Optiver (p.13), TMC (p. 28), Schut (p. 36).

Ook adverteren? Neem contact op via [bestuur@fmf.nl](mailto:bestuur@fmf.nl).

**Oplage** 1000 stuks

**Druk** Scholma

**ISSN** 1875-4546

**De Periodiek** is een uitgave van de Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging en verschijnt vier keer per jaar. Eerder uitgebrachte Periodieken zijn na te lezen op [perio.fmf.nl](http://perio.fmf.nl). De redactie is te bereiken via [perio@fmf.nl](mailto:perio@fmf.nl).

## Van de redactie

**N**og niet zo'n lange tijd geleden was het zomervakantie. Dagen lang doen waar je zin in hebt, geen moeilijke integralen die opgelost moeten worden of deeltjes die niemand kan zien die erom schreeuwen om bestudeerd te worden. Aan de andere kant heb je misschien de hele vakantie wel moeten werken en heb je helemaal geen tijd gehad om 'niks' te doen. Nu lijkt het alsof de vakantie al weer een enorme tijd geleden is. De stress is weer zoals vanouds; er moet gepresteerd worden. Tentamens moeten gehaald worden, onder-

zoeken moeten afgerond worden en dit terwijl de sociale contacten meer als ooit tevoren om aandacht vragen. Daarom is hier de nieuwe Periodiek. Zet de muziek uit en zoek een rustig plekje op. Wanneer je de Periodiek begint te lezen kom je helemaal tot rust met een boeiend stukje over de innovatie in de exacte wetenschap. Je hoeft je dan even geen zorgen te maken over al het werk dat je nog moet doen. Al je bezigheden zullen geduldig wachten terwijl jij de Periodiek leest •

— *Douwe Visser*

# In het nieuws

## Higgs hoorde toevallig over zijn Nobelprijs van voorbijganger

Peter Higgs staat niet graag in de belangstelling.

De Britse natuurkundige Peter Higgs, die samen met zijn vakgenoot Francois Englert de Nobelprijs voor Natuurkunde ontving voor het ontdekken van het higgsdeeltje, had geen idee dat hij de prijs had gewonnen. Hij nam er pas kennis van toen een vrouw hem op straat feliciteerde. Dat meldt de BBC.

‘Ze feliciteerde me met het nieuws en ik zei: oh welk nieuws?’, aldus Higgs, die net had geluncht. De natuurkundige staat niet graag in de belangstelling en was na de bekendmaking van de toekenning van de prijs niet te vinden voor interviewers.

De 84-jarige Higgs kreeg de prijs samen met de Belg François Englert, omdat ze in de jaren 60 het bestaan van het zogeheten higgsdeeltje voorspelden. Het deeltje, dat door sommigen ook wel het God-deeltje wordt genoemd, geeft alle andere deeltjes massa. Het was het ontbrekende puzzelstuk in het standaardmodel voor de deeltjesfysica.

ANP

## Papieren vliegtuig van 18 meter

Een spanwijdte van 18 meter heeft het toestel, waarmee een team van de Duitse TU Braunschweig een nieuw wereldrecord voor papie-

ren vliegtuigen heeft gevestigd. Het papieren vliegtuig van de TU Braunschweig is door veertien onderzoekers en studenten ontworpen en gebouwd. Het toestel bestaat uit twee vakwerkconstructies van papieren kokertjes, die door de doorlopende vleugel en een stabilisator in de vorm van een omgekeerde V met elkaar zijn verbonden. In totaal is er 70 vierkante meter papier in het toestel verwerkt, dat met vijfhonderd flessen contactlijm en tweehonderd tubes secundelijm aan elkaar is geplakt. In de ontwikkeling en bouw is meer dan 2400 manuren gaan zitten. Een eerste poging vorig jaar om het 24 kg wegende toestel in de lucht te brengen mislukte. Toen brak kort voor de lancering de vleugel in tweeën. De handmatige lancering vanaf een 10 meter lang platform verliep dit maal vlekkeloos, waarna het toestel een vlucht van 18 meter maakte om vervolgens onbeschadigd te landen.



Delingenieur

## Efficiënte deeltjesversneller van glas

Amerikaanse wetenschappers hebben een compacte deeltjesversneller voor elektronen ontwikkeld die bovendien veel efficiënter is dan conventionele exemplaren.

Bijzonder aan deze techniek is de hoge versnellingsgradiënt, die de energietoename van de deeltjes relateert aan de lengte van de versneller. Conventionele installaties hebben een gradiënt van zo'n 30 MeV/m, terwijl die van de optische versneller 300 MeV/m bedraagt. Dit maakt het mogelijk aanzienlijk compactere versnellers te bouwen. Het onderzoeksteam verwacht uiteindelijk een gradiënt van 1 GeV/m te kunnen realiseren.

Delingenieur

## Bedrijf biedt bestuurbare kakkerlak te koop aan

Een Amerikaans bedrijf verkoopt levende kakkerlakken die via een smartphone-applicatie bestuurbaar zijn. Het hoopt daarmee kinderen en tieners te enthousiasmeren voor de hersenwetenschap.

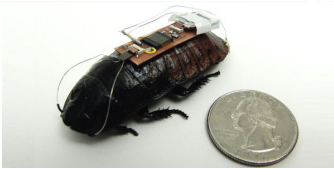
De bedenker van de met elektronica uitgeruste kakkerlak, Greg Gage, presenteerde de Roboroach #12 vorige week op een TEDx-conferentie in Detroit. In juni had Gage al bekendgemaakt dat hij de kakkerlak had ontwikkeld, nu is die dus ook te koop.

Wie zo'n kakkerlak aanschaf bij het bedrijf Backyardbrains, moet zelf nog wat werk doen. Voor 99 dollar plus verzendkosten krijgt de koper per post een pakketje met een kakkerlak, de elektronica en een kleine chirurgiekits thuisgestuurd.

De koper moet eerst de kakkerlak in koud water verdoven, de elektronica op de rug van het beestje

plakken en een draadje in diens borstkas prikken. Dan moet de koper de antennes van de insect trimmen en hier elektrodes inschuiven.

Door die elektrodes ontvangt de kakkerlak signalen, die worden doorgegeven aan het brein. Via bluetooth kan de gebruiker met zijn smartphone het beestje besturen. Zeg nou zelf, wie wil niet zijn eigen bestuurbare kakkerlak?



nu

## VS schakelt zonnecentrale in die ook 's nachts stroom kan leveren

In de Amerikaanse staat Arizona is een reusachtige zonnecentrale in gebruik genomen waarbij met behulp van parabolische spiegels stroom wordt opgewekt. Ook is 's nachts stroom beschikbaar door zout te laten smelten. De recent geopende Solana-zonnecentrale, die 1,45 miljard dollar heeft gekost en door de firma Abengoa Solar wordt geëxploiteerd, beslaat een oppervlak van circa 7,7 vierkante kilometer en zou de grootste in zijn soort zijn. Op dit oppervlak staan 3200 parabolische spiegels opgesteld die continu de beweging van de zon volgen. Deze collectoren focussen het zonlicht op een met vloeistof gevulde buis. Hiermee wordt water verwarmd waar-

na vervolgens een conventionele stoomturbine elektriciteit opwekt. De centrale zou een vermogen hebben van 280 MW, voldoende om circa 70.000 huishoudens van elektriciteit te voorzien. Jaarlijks zal er meer dan een half miljoen ton aan CO<sub>2</sub>-uitstoot worden voorkomen. Bijzonder is dat de Solana-centrale ook 's nachts en bij slecht weer stroom kan leveren dankzij thermische energieopslag. Daarbij wordt overdag vast zout in tanks met behulp van de verhitte vloeistof gesmolten zodat deze dienst kan doen als warmteopslag. De Solana-centrale kan tot zes uur stoom blijven produceren op basis van het gesmolten zout.



tweakers

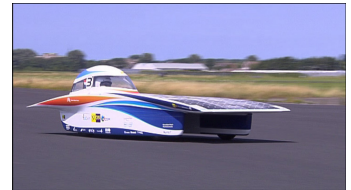
## TU Delft wint World Solar Challenge 2013

Het Nuon Solar Team van de TU Delft deed voor de zevende keer mee. De afgelopen twee edities werden door het Japanse team van Tokai University gewonnen. De Japanners werden nu tweede. Het erepodium wordt gecompleteerd door het Nederlandse Solar Team Twente.

Het parcours van de World Solar

Challenge is in totaal drieduizend kilometer lang. Tijdens de race, die om de twee jaar wordt gehouden, doorkruisen zonnereceteams Australië van Darwin naar Adelaide. Dit jaar deden 38 teams van over de hele wereld mee in drie verschillende klassen.

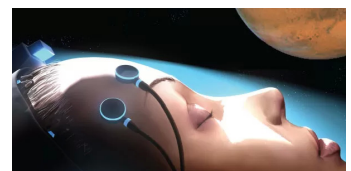
Delft maakte het verschil door extreem efficiënte zonnepanelen mee te nemen, die tijdens de race konden worden ingezet om maximaal gebruik te maken van het zonlicht.



nrc

## Slapend naar Mars

De lange reis naar Mars brengt een groot aantal problemen met zich mee: straling, behoefte aan eten, drinken, toiletteren, enzovoort. Maar al die problemen verdwijnen als sneeuw voor de zon als we de bemanning van zo'n Marssonde een winterslaapje laten doen. NASA denkt er serieus over na en onderzoeker John Bradford onderzoekt momenteel in opdracht van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie of het mogelijk is •



scientas

# In het nieuws: Nobelprijzen editie

Het is weer zover: de winnaars van de Nobelprijzen worden bekendgemaakt. Vanaf maandag 8 oktober 2013 heeft het Nobelcomité dagelijks een nieuwe winnaar van de prestigieuze prijs onthuld. In december ontvangen de laureaten in Stockholm een medaille, een diploma en bijna één miljoen euro. De Nobelprijs is de hoogste eer die je als wetenschapper te beurt kan vallen. Sinds 1901 wordt de prijs jaarlijks uitgereikt aan topprestaties in vijf gebieden: fysiologie en geneeskunde, natuurkunde, scheikunde, literatuur en vrede. Daarnaast sponsort de Bank van Zweden sinds 1968 een Nobelprijs voor de economie.



## Nobelprijs naar onderzoek celtransport

De Nobelprijs voor Fysiologie of Geneeskunde gaat dit jaar naar James E. Rothman, Randy W. Schekman en Thomas C. Südhof. Zij krijgen de prijs voor het ontrafelen van de complexe transportsystemen binnen een cel. Een cel kun je zien als een soort fabriek met allemaal verschillende afdelingen. Iedere afdeling maakt

een product. In het geval van cellen kan dat bijvoorbeeld een hormoon zijn, een signaalstof of een enzym. Is zo'n product eenmaal klaar, dan moet het getransporteerd worden. Naar een andere afdeling binnen de fabriek of naar buiten. Dat transport gebeurt met behulp van kleine blaasjes. Maar hoe weet zo'n blaasje nou waar en wanneer het zijn lading moet lossen? Dat is de vraag die Rothman, Schekman en Südhof met hun onderzoek beantwoord hebben. Dankzij het werk van Rothman, Schekman en Südhof weten we dat het transport van moleculen in een cel strikt gereguleerd wordt. En dat is maar goed ook, want anders zou er in de cel complete chaos ontstaan. Het is dan ook geen wonder dat beschadigingen in het transportsysteem leiden tot ziekte. Zo kunnen beschadigingen in het transport van neurotransmitters zorgen voor een verstoring van de communicatie tussen zenuwcellen in de hersenen. Daardoor ontstaan allerlei neurologische klachten. Een defect in het transport van insuline kan leiden tot diabetes. Ook de cellen van onze afweer zijn voor de uitwisseling van signaalstoffen afhankelijk van het systeem dat de Nobelprijswinnaars beschreven.

[kennislink](#)

## Nobelprijs Natuurkunde voor bedenkers higgsdeeltje

De Nobelprijs voor Natuurkunde gaat dit jaar naar de theoretische bedenkers van het higgsdeeltje, Pe-

ter Higgs en Francois Englert. Dat heeft de Zweedse Academie van Wetenschappen dinsdagmiddag 9 oktober in Stockholm bekend gemaakt. Twee van de theoretici achter het deeltje delen de miljoen euro van de prijs. Het higgsdeeltje is een essentieel onderdeel van de natuurkundige theorie die verklaart hoe deeltjes massa kunnen hebben. Volgens sommige waarnemers is het met de LHC gevonden deeltje nog niet per definitie het gezochte higgsdeeltje. Zij vinden dat het nog steeds te vroeg is voor een Nobelprijs. Het Nobelprjzcomité heeft wel een knoop doorgehakt in de heikele kwestie wie de prijs zou moeten krijgen. Theoreticus Brout overleed in 2011, maar naast Higgs (nu 85) en Englert (81) zijn er meer theoretici die in de jaren zestig en zeventig bijdroegen aan de theorie van de massavorming in materie.

[volkskrant](#)

## Nobelprijs Scheikunde 'brengt experiment naar cyberspace'

De Nobelprijs voor Scheikunde 2013 is toegekend aan Martin Karplus, Michael Levitt en Arieh Warshel. Zij zetten belangrijke stappen in de ontwikkeling van computermodellen voor chemische reacties. Het drietal 'bracht het experiment naar cyberspace', aldus het Nobelprjzcomité. Dat scheelt niet alleen veel labwerk, maar leidt ook tot nieuwe geneesmiddelen, betere zonnecellen en efficiëntere chemische processen.

De winnaars van de Nobelprijs van dit jaar worden vooral gelauwerd vanwege de manier waarop ze de brug hebben geslagen tussen modellering gebaseerd op de klassieke Newtoniaanse benadering en de modellering volgens de principes van de kwantummechanica. Of, in de woorden van het Nobelprijsc comité: “Dankzij het werk van de laureaten zijn in de computational chemistry zowel de appel van Newton als de kat van Schrödinger terug te vinden”. Ondertussen gaan in het veld de ontwikkelingen steeds verder. Steeds slimmere modellen, almaar krachtiger computers: het einde is nog niet in zicht. De droom van Michael Levitt is een computer die het functioneren van complete levende organismen kan doorgronden, gebaseerd op simulaties op moleculair niveau. Een gedurfde gedachte.

kennislink

### Nobelprijs voor de Economie voor onderzoek naar prijsontwikkeling aandelen

De Amerikaanse economen Eugène Fama, Robert Shiller en Lars Peter Hansen hebben de Nobelprijs voor de Economie toegekend gekregen voor hun “empirische analyse van activaprijzen”. Eugène Fama toonde in de jaren zestig onder meer aan dat het heel moeilijk is om aandelenkoersen op de korte termijn te voorspellen, en dat nieuwe informatie snel effect heeft op de koers. Deze bevindingen hadden volgens het Comité “niet

alleen zijn weerslag op het onderzoek, maar ook op de markt”. Als voorbeeld wordt het ontstaan van indexfondsen genoemd.

Robert Shiller toonde in de jaren tachtig aan dat het op de lange termijn wél mogelijk is om prijzen te voorspellen, doordat prijzen en koersen worden beïnvloed door onderliggend dividend. Shiller voorzag zowel de dotcom- als de woningcrisis.

Lars Peter Hansen ontwikkelde een statische methode waarmee de ontwikkeling van koersen te verklaren is.

nrc



### Nobelprijs voor de Vrede naar OPCW

De Nobelprijs voor de Vrede van 2013 is toegekend aan de Organisatie voor het Verbod op Chemische Wapens, OPCW. De OPCW ziet toe op de naleving van de Chemische Wapenconventie. Dit verdrag werd twintig jaar geleden gesloten en trad in 1997 in werking. Het Nobelcomité is van mening dat dankzij de conventie en het werk van de OPCW het gebruik van chemische wapens binnen de internationale gemeenschap als taboe wordt gezien. “Recente gebeurtenissen in Syrië, waar opnieuw chemische wapens zijn gebruikt, hebben de noodzaak onderstreept om dergelijke wapens uit te bannen”, stelt de jury. Momenteel is de organisatie

nauw betrokken bij de inspanningen van de Verenigde Naties (VN) om de chemische wapens in Syrië te vernietigen.

nu



### Nobelprijs voor de Literatuur gaat naar Canadese Alice Munro

De Nobelprijs voor de Literatuur is toegekend aan de Canadese schrijfster Alice Munro. Het comité omschrijft de 82-jarige Munro als een ‘master of the contemporary short story’. In een eerste reactie zegt Munro tegen een journalist van de Canadese krant The Globe and Mail dat ze ‘nooit gedacht had te zullen winnen’: “I am delighted, of course. Terribly surprised. Quite wonderful.” •

nrc



## Nedap: Technology that matters!

*Iedereen zoekt een uitdagende baan, een baan waar daadwerkelijk naar jouw ideeën wordt geluisterd. Bij Nedap in Groenlo vind je die baan! Wout Slakhorst, werkzaam bij Nedap Healthcare vertelt over werken bij Nedap.*

In 2005 is Wout Slakhorst afgestudeerd in Technische Informatica aan de Universiteit Twente. Toen hij in 2011 zocht naar een nieuwe uitdaging heeft hij gereageerd op een vacature voor software engineer bij Nedap Healthcare.

Nedap is een fabrikant van intelligente, technologische oplossingen voor relevante thema's en bestaat uit meerdere marktgroepen. Een van de marktgroepen is Nedap Healthcare. Hun missie is 'meer tijd voor zorg'. Zij ontwikkelen systemen die administratie reduceren en het zorgproces ondersteunen voor de verpleging, verzorging en thuiszorg.

Wout is in april 2011 bij Nedap begonnen als software engineer, zijn taak was om het reeds bestaande softwarepakket 'Ons Planning', voor planning in de thuiszorg, door te ontwikkelen. Dat dingen snel kunnen gaan bij Nedap blijkt uit het feit dat hij na 3 maanden producteigenaar werd van 'Ons Planning'. Hij werd technisch eindverantwoordelijk voor het functioneren van dit softwarepakket.

De marktgroep Healthcare ontwikkelt meerdere systemen, en in zijn eerste jaar bij Healthcare signaleerde Wout dat de informatie-uitwisseling tussen de verschillende systemen verbeterd kon worden. "Toen ik halverwege 2012 constateerde dat de informatie-uitwisseling tussen onze systemen niet altijd even vlekkeloos verliep ben ik gaan nadenken hoe we daar verbetering in konden aanbrengen.



*Wout Slakhorst (L), werkzaam bij Nedap Healthcare.*

Dit is een typisch voorbeeld van hoe wij werken bij Nedap: ik signaleer iets en krijg ook de volledige vrijheid om daar wat aan te doen. Ik ben een idee gaan uitwerken en heb dit aan mijn collega's gepresenteerd. Ondanks dat je de vrijheid krijgt om zelf aan je eigen projecten te werken is het natuurlijk wel van groot belang dat je commitment krijgt van alle collega's. Nedap is een erg platte organisatie dus er is niemand die zegt wat je moet doen maar je wilt wel de meerwaarde aan kunnen tonen van jouw idee. Niet alleen bij medeontwikkelaars maar ook bij de commerciële collega's. Voordat ik het project kon starten moest ik het dus eerst intern verkopen."

"Om mijn idee uit te werken moest er veel ontwikkeld gaan worden. Dat was geen klus die ik alleen aankon, en omdat mijn collega's druk zijn met de doorontwikkeling van de reeds bestaande systemen, ben ik op zoek gegaan naar een andere oplossing. Die heb ik gevonden in Servië! Daar heb ik een aantal erg getalenteerde software ontwikkelaars ingehuurd om mee te werken aan dit project. Het is erg leerzaam om een dergelijk project uit te rollen. In het begin vergt het natuurlijk erg veel tijd om hen te begeleiden, maar inmiddels verloopt het erg soepel. Ik heb tot in detail beschreven hoe ik het wil hebben zodat zij dit compleet zelfstandig kunnen uitwerken, uiteraard blijft het





*"Als jij een goed idee hebt, en je kunt de relevantie voor de marktgroep goed onderbouwen, is er altijd ruimte om je idee werkelijkheid te maken."*

belangrijk om veel contact te hebben om bij te sturen. Dus blijven we dagelijks in gesprek via Skype en Google Plus.

Omdat het producteigenaarschap van 'Ons Planning' goed is verlopen is hij gevraagd om eind 2012 producteigenaar te worden van het administratiepakket van Nedap Healthcare. "Een collega van mij zorgt voor de aansturing

op technisch gebied. Ik daarentegen houd me met name bezig met de roadmap: waar willen we in de toekomst heen met ons product? Daarnaast probeer ik een goede balans te bewaken tussen hetgeen dat de markt wilt en wat wij als ontwikkelaars kunnen waarmaken en van toegevoegde waarde is voor het product.

Daarnaast is het ook een uitdaging om mijn persoonlijke balans te bewaken. Ik moet namelijk mijn tijd verdelen tussen mijn 'eigen project' en het algemene belang van de marktgroep. Om beide goed uit te kunnen voeren is soms 24 uur in een dag niet genoeg. Daarom is, en blijft het belangrijk om scherp te blijven en prioriteiten te stellen, iets wat ik in de afgelopen twee jaar bij Nedap snel heb geleerd.

Ik ben ervan overtuigd dat wat ik de afgelopen twee jaar bij Nedap heb gedaan en geleerd, nooit bij andere bedrijven had kunnen doen. Dit komt mede door de enorme stimulans die er is voor persoonlijk ondernemerschap. Als jij een goed idee hebt, en je kunt de relevantie voor de marktgroep goed onderbouwen, is er altijd ruimte om je idee werkelijkheid te maken. Je wordt uiteindelijk beoordeeld door de resultaten die jij samen met je collega's hebt laten zien en niet door de titel die je op je visitekaartje hebt staan."

Voor de toekomst liggen er nog veel meer uitdagingen voor Wout en Nedap. "De trend in de zorgwereld gaat er waarschijnlijk naar toe dat ook de buitenwereld toegang wenst te hebben tot de informatie in onze systemen. Dat is een uitdaging van een hele andere orde, niet alleen op technisch vlak maar ook politiek gezien. Ik hoop over een paar jaar te kunnen zeggen dat wat we de afgelopen jaren ontwikkeld hebben staat als een huis!"

Nedap is een fabrikant van intelligente technologische oplossingen voor relevante vraagstukken. Voldoende voedsel voor een groeiende bevolking, schoon drinkwater over de hele wereld, slimme netwerken voor duurzame energie zijn slechts een paar voorbeelden van onderwerpen waar Nedap zich mee bezighoudt.

Bij Nedap werken technici, productontwikkelaars, business developers en marke-

teers. Het succes van Nedap is gebaseerd op creativiteit, fundamenteel begrip van technologie en elektronica, en een zeer goede samenwerking met onze klanten. Onze ideeën over markt en technologie vertalen wij in producten die over de hele wereld verkocht worden.

Nedap is altijd op zoek naar net die paar mensen die succesvol kunnen zijn bij ons bedrijf. Daarbij telt niet zozeer wat je de

afgelopen jaren allemaal gedaan hebt, maar wat je de komende jaren nog wilt leren. Waar het om gaat is dat je je bij ons continu verder ontwikkelt en nieuwe inzichten verwerft. Dat is belangrijk voor ons en belangrijk voor jezelf. Als jij je daarin herkent, willen we graag met je praten. Voor alle actuele vacatures kijk op [www.werkenbijnedap.com](http://www.werkenbijnedap.com).

De N.V. Nederlandsche Apparatenfabriek "Nedap" is opgericht in 1929, genoteerd aan de beurs sinds 1947 en is met ruim 700 medewerkers wereldwijd actief.

[www.nedap.com](http://www.nedap.com)

nedap  
technology that matters



# Studeren in het buitenland

## *Uppsala, Zweden*

DOOR RONNIY JOSEPH

De Zweden behoren tot de gelukkigste mensen van de wereld en ik wilde een half jaar studeren in het buitenland. Dus natuurlijkerwijs vertrok ik naar Zweden op zoek naar het paradijs en wat deze mensen gelukkig maakt, hoewel andere redenen zoals Engelse colleges en een uitwisselingscontract ook meespeelden. Zo gezegd, zo gedaan kocht ik mijn vliegticket naar Uppsala, Zweden.

**B**ij Zweden denk je misschien aan steden als Stockholm, Göteborg of na het songfestival; Malmö. De echte studentensteden vind je echter in Lund en Uppsala. Deze universiteitssteden onderscheiden zich van de rest via het fenomeen nation. Deze nations zijn de spil van het studentenleven en zorgen voor de studentensfeer die Uppsala regeert. Nations zijn te vergelijken met de Groningse studentenverenigingen. Al zijn deze studentencongregaties, net als de universiteit, zo'n 200 jaar ouder dan hun zusters in Groningen. De Uppsala Universiteit is namelijk opgericht in het jaar 1417 en daarmee gingen enkele middeleeuwse gewoontes gepaard. In Europa, waar het toen gewoon was om in een ander land naar de universiteit te gaan, misten de toenmalige studenten gewoontes en de taal uit hun vaderland en besloten ze bijeen te kluiten in zogenaamde nations. Deze traditie werd ook gevoerd in Zweden. Maar bij gebrek aan buitenlandse studenten besloten de Zweden de nations niet te vernoemen naar landen maar naar regio's uit het eigen Zweedse land.

Traditiegevijs werd je dus lid van de nation die gelieerd was aan de regio waar je vandaan kwam, overigens was het tot 2010 verplicht om lid te worden van een nation. Dat is echter allemaal afgeschaft en is men vrij en blij om wel of geen lid te worden van een nation naar keus. Ondanks de afschaffing van de verplichting is het vrijwel nog steeds de norm om lid te worden, gemotiveerd door verschillende redenen. De eerste reden is dat het lid worden van één bepaalde nation je toegang geeft tot alle nations. De tweede reden is dat de nations de hoge belastingen van de Zweedse overheid



**UPPSALA** Zo ziet de faculteit er uit in de winter.

ontsnappen en daarmee een betaalbaar studentenleven kunnen verzorgen. Elke nation heeft namelijk een eigen pub voor het "eten en drinken", een restaurant met de bijbehorende dinersfeer, een sportclub en vele artistieke werkgroepen. De grotere nations hebben zelfs een eigen club, waar je naast uitgaan ook kan werken voor een lichte vergoeding en gratis eten, maar het belangrijkste wat de nations aanbieden is fika.

Fika is een gebeurtenis die de Zweden helpt om de winter door te komen en niet in een sociaal isolement te vervallen. Het wordt overigens ook gewoon doorgezet in de zomer. Dat gezegd hebbende, heb ik nog niet verteld dat fika een infinitief en een zelfstandig naamwoord is voor koffiepauze met Zweedse kaka. En Zweden zijn verslaafd aan koffie en aan kaka. Over het algemeen hebben Zweden een goede reden nodig hebben om op bezoek te komen, zoals helpen met het inloggen op het universiteitsnetwerk, want zonder deze reden snappen ze niet wat je op hun stoep doet. Een fika is echter de uitzondering op deze regel en kan altijd met of zonder goede reden.

Naast veelvuldig fika'en bij een nation, zijn ze ook dol op gasques. Een gasque is een driegangen diner dat gepaard gaat met enkele Zweedse tradities. Traditie nummer één: zingen en toosten. Hoewel dit wellicht reminisceert aan een cantus verloopt dit toch wel anders. Het zingen wordt geleid door een zangmeester of meesteres en begint al voor de eerste gang. Bij binnenkomst staat de eerste gang al op tafel en ben je verplicht om er gedurende een kwartier naar te staren. Pas nadat iedereen zijn of haar zitplaats gevonden heeft, nadat er een welkomstpraatje gehouden is en

het eerste lied is gezongen mag er gegeten worden. Het is dus geen goed idee om uitgehongerd naar een gasque te gaan. Voordat je echter daadwerkelijk een hap kunt nemen van de eerste gang moet er getoost worden. Het is namelijk gebruikelijk om na elk gezongen lied te toosten en hiermee kom ik terug op het vinden van je zitplaats. De zitplaatsen zijn namelijk zo

*“Zweden zijn verslaafd aan koffie en aan kaka.”*

geregeld dat rechts, links en tegenover je iemand van het andere geslacht zit. Zoals je begrijpt is dit een aardig puzzelwerk.

En deze toewijzing van zitplaatsen bepaalt hoe gemakkelijk het toosten zal verlopen. Voor het toosten heb je de keuze uit, een waterglas, een bier/ciderglas, een wijnglas, dessertwijnglas of een shotglas. Dit laatste is standaardkeus en is gevuld met aquavit, “levenswater”. Een tamelijk naar drankje dat doet denken aan wodka op smaak gebracht met denneboom. Na de keuze van een glas moet de man zijn glas heffen met de dame rechts van hem, daarna met de dame links van hem en tot slot met de dame tegenover hem. Hierna mag uit het glas gedronken worden, hoeveelheid naar keuze. Om het toosten af te sluiten heft de heer het glas weer met de dame tegenover hem, daarna links en dan weer rechts. Voor vrouwen geldt dan de passende volgorde links, rechts, tegenover, drink, tegenover, rechts, links. Dit zingen en toosten zal tijdens de drie uur durende gasque vele malen plaatsvinden. Het eten wordt niet alleen afgewisseld met zingen en toosten maar ook met entertainment. De nations hebben vaak een eigen koor, theatergroep en een spexgroep (cabaret). Deze groepen zorgen voor het vermaak tijdens een gasque en ook moeten ze bedankt worden met gezang en dus de bijbehorende toost. Na de laatste gang en koffie wordt de gasque afgesloten met een lied, natuurlijk, waarbij iedereen op zijn stoel gaat staan en het glas heft. Niemand mag echter van zijn stoel af voordat de ceremonieleider of -leidster weer is gaan zitten.



**VALBORG** Mijn ingenieursteam op weg naar de 2<sup>e</sup> waterval.

Tot slot wil ik nog enkele woorden wijden aan een aantal tradities die ook buiten nations gepraktiseerd worden. De eerste is het vieren van de lente en daarmee het barbecueseizoen; Valborg. (In het Nederlands: het Walpurgisfeest) Deze feestdag vult het gebrek aan Koninginnedag op, omdat deze feestdag plaatsvindt op 30 april. Op deze dag heet men de zon weer welkom na een lange periode van kou en duisternis. Dit betekent echter niet dat het dit jaar op deze lentedag ook daadwerkelijke droog en warm was. Desalniettemin deed ik mee aan enkele tradities waaronder het aardbeien-en-champagneontbijt. Alternatieve ontbijtvarianten op deze dag zijn gepekeld haring met aardappelen of gortepap en bier. Deze laatste twee leken mij niet echt haalbaar om half zeven 's ochtends. De reden voor mijn vroege dageraad was het parti-



**MIDSOMMARSTÅNG** In de traditionele Zweedse viering van de midzomerdag speelt een 'boom' als deze een belangrijke rol.

cipen in een zelfgemaaktepiepschuimenbootrace, waarbij studenten en dit jaar zelfs de rector en vice-rector de wilde Fyris rivier afvaren. Hierbij moet je een "ter land, ter zee"-achtige situatie voorstellen, met zelfgemaakte bootjes en een rivier die door het midden van stad gaat en het aan beide kanten volstaat met mensen. Vervolgens om drie uur 's middags, werpen de studenten hun examenbaretjes in de lucht na een toespraak van de rector, waarna ze een helling afrennen naar hun nations om daar te gaan feesten terwijl ze elkaar onderspuiten met goedkope champagne. Het meenemen van extra kleding wordt dus aangeraden. Tussendoor doet iedereen een poging tot barbecueën, ongeacht het weer, en sluit men de dag af met het ontbranden van vreugdevuren.

Contrasterend met deze studentikoze dag is midzomer, de langste dag van het jaar. De zon gaat inmiddels neer om ongeveer elf uur 's avonds en komt weer op om twee uur 's nachts. Naast het feit dat dit een stevige impact heeft op je slaapcyclus vieren de Zweden het bestaan van deze uiterst zonnige dagen door zich terug te trekken naar hun familie, vaak ver buiten de stad. Dit reduceert de alcoholconsumptie behoorlijk en maakt van deze dag een "familiehappening". Op de midzomerdag bekleeden de Zweden een kruisachtige paal met twee hoepels aan weerszijden van de horizontale balk. Deze midsommarstång wordt op deze dag bekleed met planten en bloemen en hun eigen kruinen worden bekleed met een zelfgemaakte bloemenkrans. Na het voltooiën van deze ochtendvullende taken gaan ze verenigd dansen om de midzomerpaal onder het gezang van vrolijke liedjes over kikkers en biggen. Op deze dag werd ik er helaas uitgedanst door kinderen die nog maar 6 midzomers hebben gezien en daarom liet deze dag toch wel de meest snoezige kant van de Zweden zien.

Hoewel ik je ook nog graag wil inlichten over andere Zweedse tradities, laat ik dat maar achterwegen. En raad ik je aan om zelf te gaan studeren in dit land van vele tradities en behulpzaamheid. Maar wil je meer weten over Zweden, kijk dan nog even naar het optreden van Petra Mede tijdens het Eurovisie songfestival, hejdå! •

	YES	NO
I HAVE UNLIMITED AMBITION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I WORK HARD AND PLAY HARD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I DON'T CRACK UNDER PRESSURE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I HAVE EXCELLENT NUMERICAL SKILLS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I DON'T LIKE TO WASTE TIME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I THINK FASTER THAN MOST PEOPLE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**IF YOU CAN ANSWER YES TO ALL 6,  
YOU'RE READY TO TAKE THE REAL TEST.**

WE ARE SCOUTING FOR **BRILLIANT** MINDS ONLY  
START YOUR CAREER IN **TRADING** → APPLY AT [WWW.OPTIVER.COM](http://WWW.OPTIVER.COM)

optiver 

# Van de Voorzitter

DOOR KARIN DIRKSEN

Een nieuw collegejaar is van start gegaan en dat brengt de nodige veranderingen met zich mee. Zo zijn bijna alle bachelors aan onze faculteit vanaf heden internationale bachelors en dus Engelstalig. Ook staat er een nieuw bestuur aan het roer van de FMF; een bestuur van vier vrouwen en een man. Dit is een unicum in de geschiedenis van de FMF!

**H**et is traditie dat het nieuwe bestuur zich ook in de Periodiek voorstelt en als voorzitter van het 55<sup>e</sup> bestuur der FMF mag ik het spreekwoordelijke ijs breken. Mijn naam is Karin Dirksen en ik ben nu al weer vierdejaars student. Naast mijn bachelor Theoretische Natuurkunde heb ik de afgelopen drie jaar ook het Honours College programma gevolgd. Alsof ik het nog niet druk genoeg had besloot ik naast mijn studie, werk en sociale leven te solliciteren voor de GBE-commissie. Samen met vier leden zat ik in de Grote Buitenlandse Excursie commissie (Simba '13) en hebben we afgelopen collegejaar een studiereis van drie weken naar het prachtige Zuid-Afrika georganiseerd. Na deze uitdaging tot een succesvol einde gebracht te hebben (op het bijna afgeronde eindverslag na) zocht ik een nieuwe uitdaging. Deze uitdaging vond ik door te solliciteren voor het bestuur van de FMF.

Samen met vier inspirerende en gedreven mensen (Maike Jaspers, Natascha Koelewijn, Lianne van Timmeren en Jaap Eising) bestuur ik de vereniging. Daarvoor was wel een ALV van negen en een half uur nodig, wat een nieuw record betekende. Ons bestuursjaar begonnen we goed met een door ons geschreven bestuurslied op de melodie van 'Dromen zijn bedrog'. Een goed begin is nou eenmaal het halve werk. Sinds dat moment is de tijd echt gevlogen. Nu al heb ik zo veel geleerd en mee mogen maken dat ik denk dat het komende jaar een



Karin Dirksen, voorzitter der FMF

groot succes gaat worden. Ik zou dit graag met jullie allemaal willen delen, dus aarzel niet om langs de ledenkamer (de NSFW) te komen of mij aan te spreken in de gang •

# Sprinklerinstallatie

## *Het modelleren van een Sprinklerinstallatie*

DOOR WILLEM KUIPERS

Sprinklerinstallaties worden uit veiligheidsoverwegingen in veel gebouwen gemonteerd. Het systeem bestaat uit een capsule gevuld met vloeistof en een luchtbel die de waterstroom uit de leidingen tegenhoudt. Wanneer de temperatuur in een kamer stijgt, zet de vloeistof uit waardoor er druk opgebouwd wordt binnenin de capsule, tot het punt waarop de capsule barst en de brand wordt geblust.

In een testomgeving wordt hete lucht (135°C) met een snelheid van 2,5 m/s langs de capsule geleid. De capsule moet vervolgens tussen 7 en 35 seconden breken. Met behulp van het vak Product Design by the Finite Element Method is een capsule ontworpen die precies aan de voorgeschreven specificaties voldoet.

Bij het ontwerpen van de sprinkler moet eerst de fysica achter het systeem worden ontleed. Er zijn drie belangrijke fysische verschijnselen te onderscheiden:

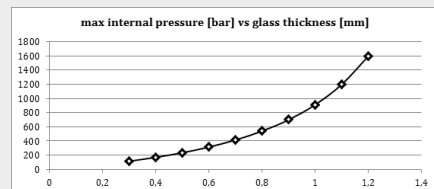
1. Opwarming van de capsule als gevolg van heteluchtstroom;
2. Drukopbouw als gevolg van de opwarming van de capsule;
3. Maximale druk die de capsule kan weerstaan alvorens het breekt.

Het simuleren van het eerste verschijnsel kan al een flinke opgave zijn. Gelukkig beschikt COMSOL (een computerprogramma gespecialiseerd in Computational Fluid Dynamics) over ingebouwde functies die dit deel van de simulatie flink vereenvoudigen. Gebruik maken van External Convective Cooling met lucht van 135 °C biedt hier dan ook soelaas. Om een idee te krijgen van de drukopbouw binnen de capsule (onderdeel 2) definiëren we een lucht- vloeistofratio  $\gamma$ . De vloeistof (doorgaans wordt glycerine gebruikt) zal door thermische expansie uitzetten waardoor de lucht zal worden samengeperst. De druk van de aanwe-

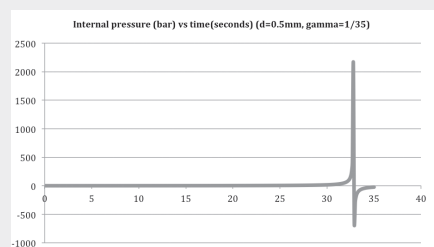
zige lucht in een vast volume laat zich, met behulp van de ideale gaswet, simplificeren tot de volgende formule:

$$P(t) = P_0 \times \frac{\gamma}{\gamma - \alpha \Delta T(t)} \times \frac{T_K(t)}{T_K(0)}$$

Waarbij  $P$  de druk,  $\gamma$  de lucht- vloeistof ratio,  $\alpha$  de thermische expansiecoëfficiënt en  $T_K$  de gemiddelde temperatuur in de capsule zijn. Onderdeel 3 van het probleem kan worden gesimuleerd door de geometrie in de Solid Mechanics module van COMSOL te plaatsen. Hierbij stelt een toenemende boundary load op de binnenkant van het glas de drukopbouw voor. Het glas wat gebruikt wordt is Silica Glass, met een thermische geleidbaarheid van  $k = 1,38 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  en



FIGUUR 1



FIGUUR 2

een treksterkte van 73,1 GPa. Daarnaast is er op de bovenkant van de capsule een constante druk aanwezig.

## Geometrie

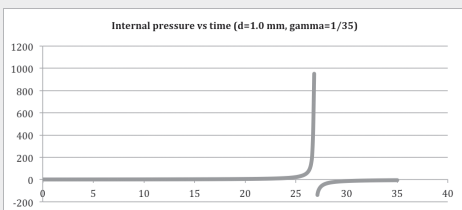
Het kiezen van een goede geometrie is een volgende belangrijke stap om inzicht te krijgen in het probleem. Een verkeerde of overcomplexe geometrie kan er voor zorgen dat de rekentijd van het probleem sterk toeneemt. In het geval van de glycerinecapsule is al snel in te zien dat het probleem as-symmetrisch is. Derhalve ligt het voor de hand om gebruik te maken van een 2D-model. In het geval van een glycerinecapsule voor een brandsprinkler zijn de buitenafmetingen van de capsule steeds constant (20.5 mm), variatie in glasdikte heeft dus ook invloed op het vloeistofvolume.

## Variatie van parameters

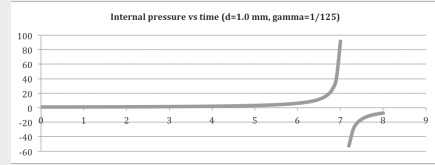
Om de oplossing van het probleem te optimaliseren, zijn er een aantal parameters die gevarieerd kunnen worden. De glasdikte en de lucht- vloeistofratio zijn hierbij de meest voor de hand liggende parameters. Minder voor de hand liggend, maar ook mogelijk, is het variëren van het type vloeistof.

## Glasdikte

Het gedrag van de maximale druk ten opzichte van de glasdikte is (uiteraard) duidelijk. Hoe dikker het glas, hoe meer druk het kan weerstaan. De exacte verhouding is gegeven in figuur 1. De minimale glasdikte is 0,3 mm. Met deze glasdikte kan de waterdruk uit de brandleiding nog net worden weerstaan.



FIGUUR 3



FIGUUR 4

## Drukopbouw

Een capsule met een dikte van 0,5 mm kan maximaal 235 bar weerstaan. Wanneer deze dikte wordt gebruikt met een  $\gamma$  van 1/35, vinden we de drukopbouw zoals weergegeven in figuur 2. Duidelijk is dat de drukopbouw zeer plots plaatsvindt. In dit geval breekt de capsule in 32,7 seconden, wat betekent dat deze voldoet aan de wettelijke eisen. De invloed van de glasdikte wordt duidelijk wanneer deze wordt verdubbeld. De drukopbouw is dan gegeven in figuur 3. Hoewel men zou verwachten dat het glas moeilijker te breken is bij een hogere glasdikte (pas bij 900 bar), gebeurt dit duidelijk niet. Door de vaste buitenafmetingen is er minder vloeistof die opgewarmt kan worden. Uiteindelijk gaat de drukopbouw hierdoor sneller.

## Lucht- vloeistofratio

De invloed van de tweede voor de hand liggende parameter, de lucht-vloeistofratio, is onderzocht door deze aan te passen naar  $\gamma=1/125$ . Het resultaat is weergegeven in figuur 4. Zoals in figuur 4 te zien is, breekt de capsule na 7,1 seconden.

## Conclusie

Er zijn drie belangrijke fysische verschijnselen die een rol spelen in de sprinkler. Bij een toename in glasdikte ontstaat er een afname in reactietijd. Verder kan door alle mogelijke combinaties van parameters uit te proberen eenvoudig de beste verhouding van de parameters berekend worden. Met behulp van het vak Product Design by the Finite Element Method leert men een goede manier om complexe problemen op te lossen. Zo is het mogelijk om een brandsprinkler te ontwerpen die aan vooraf gespecificeerde wettelijke eisen voldoet •



# Separation Logic

DOOR HERBERT KRUITBOSCH

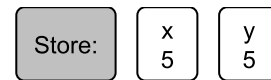
Regelmatig fiets ik van het Zernike naar huis toe, dat is een goede plek om dan eten klaar te kunnen maken, te kunnen eten, te kunnen slapen en soms ook om dan te kunnen werken. Voor al die dingen vind ik het wenselijk om ze thuis te doen, en niet bij de burens, op straat of in een bibliotheek. Toch heb ik nog nooit bewezen dat de handelingen die ik uitvoer om thuis te komen, mij ook daadwerkelijk thuis brengen. Ik zou dus een keer verdwaald kunnen raken of in conflict kunnen raken met andere weggebruikers. Sommige dingen bewijs je niet, ook al wil ik toch echt niet verdwalen. Desalniettemin is het belangrijk dat een wetenschapper een nieuw computeralgoritme of nieuwe datastructuur wel correct bewijst. Zo'n bewijs kan inzicht geven in de werking van het algoritme en onvoorziën, eventueel ongewenst gedrag aan het licht brengen.

Natuurlijk wordt niet elke implementatie van elk algoritme correct bewezen, voor heel weinig websites is bewezen dat als je op een link klikt je naar de juiste pagina gaat. Vaak worden programma's getest, en als zo'n programma het in tien gevallen goed doet, is dat voldoende. Alles bewijzen is vaak te duur, dus gebruiken we onze intuïtie. Waarschijnlijk heb je een lange tijd aangenomen dat  $d \sin(x)/dx = \cos(x)$  zonder ooit een bewijs te zien of überhaupt de volledige definitie van  $d/dx$  te kennen.

Je zou zeggen dat er veel baat bij programmatuur is, die kan aangeven of bepaalde eigenschappen voor een programma gelden. Zulke programmatuur noemen we een *prover*, en bestaat, maar is eigenlijk altijd te langzaam om in praktijk te gebruiken tenzij de gebruiker de prover helpt. Zo'n *prover* gaat typisch elke mogelijke toestand van het programma af, controleert voor elke toestand of de gewenste eigenschappen gelden, en probeert eventuele gelijkwaardige toestanden in één keer te doen. Omdat een 32 bit integer bijvoorbeeld al  $2^{32}$  toestanden kan aannemen, kan deze toestandsverzameling enorm groot zijn. Voor sommige bewijzen zijn *provers* toch heel effectief, daar ga ik nu echter niet op in.

## Logica's

Een logica gaat uit van een syntax voor formules, tautologieën en een aantal bewijsregels die je mag gebruiken om een formule om te schrijven. Uiteindelijk kun je daarmee dan dingen bewijzen, heel formeel en soms een beetje droog. De logica om algoritmes mee te bewijzen is een dynamische logica. Eén regel is dat bij het veranderen van één variabele, alle andere variabelen hetzelfde blijven. Stel we hebben twee variabelen  $x$  en  $y$  die in de store, het geheugen, van ons algoritme staan:

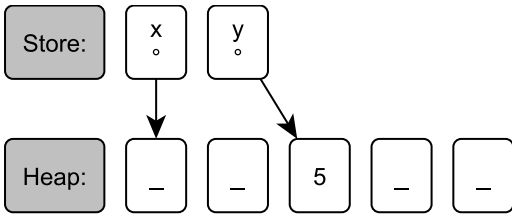


Er geldt  $x=5$  en  $y=5$ , dan kunnen we met een *statement* als  $x:=7$  ( $x$  wordt 7) de store veranderen. We gebruiken daarvoor de Hoare-notatie  $\{A\} S \{B\}$ , hetgeen betekent dat eerst  $A$  geldt en we daarna  $S$  uitvoeren, dat dan  $B$  geldt. In dit geval schrijven we dus:

$$\{x:=5, y:=5\} x:=7 \{x=7, y=5\}$$

Hier verandert  $x$ , maar  $y$  niet, door het statement  $x:=7$ . Deze bewijsregel is in lijn met wat een typische

programmeertaal zou doen. Veel programmeertalen hebben echter niet alleen een store, maar ook een heap. Zo'n heap is een stuk geheugen waar variabelen in de store naar kunnen wijzen, bijvoorbeeld zo:



We gebruiken een `|` om een waarde aan te geven waar we verder niet in geïnteresseerd zijn. In de programmeertaal C kunnen we zo'n store zo initiëren met de `malloc` functie:

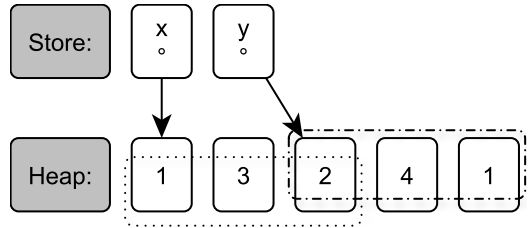
```
int *x = malloc(5*sizeof(int));
int *y = x+2;
x[2]=5;
```

In dynamische logica noteren we  $x[2]=5$ ; als  $[x+2]:=5$ , wat betekent dat de tweede cel na de cel waar  $x$  naar wijst de waarde 5 moet krijgen.

Nu hebben we dus dat  $x[2]=5$  en  $y[0]=_$ . Merk op dat  $x[2]$  en  $y[0]$  naar dezelfde heap cel wijzen. Als we  $y[0]=7$ ; uitvoeren, zouden we kunnen zeggen dat  $\{y[0]=5, x[2]=_ \} x[2]:=7 \{y[0]=5, x[2]=7\}$ , maar dat klopt niet. We gaan ervan uit dat als we  $x[2]$  veranderen,  $y[0]$  onveranderd blijft; dat is niet zo, omdat  $x+2$  en  $y$  naar hetzelfde element wijzen. Wat wel geldt is  $\{y[0]=5, x[2]=_ \} x[2]:=7 \{y[0]=7, x[2]=7\}$ . De logica die we tot nu toe gebruikten is dus niet voldoende. Immers kunnen we iets bewijzen dat niet waar is. We hebben een andere logica nodig.

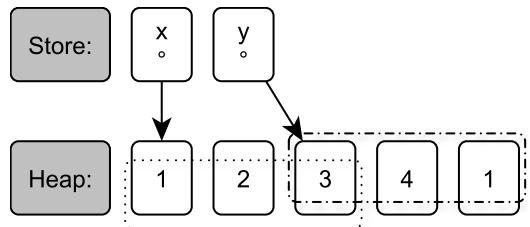
Natuurlijk kunnen we gewoon goed opletten en altijd goed omgaan met *pointers*, dat zijn variabelen die naar de heap wijzen. Desalniettemin is het een fijne gedachte om niet afhankelijk te zijn van alleen onze intuïtie. Stel we willen vijf getallen sorteren, maar

onze intuïtie doet het verkeerd. We beginnen met de volgende store en heap:

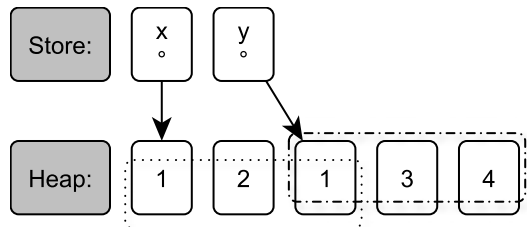


Drie getallen sorteren is makkelijker dan vijf getallen sorteren, dus stel dat we al wel een methode `sort(first element)` hebben die drie getallen sorteert. Eerst sorteren we  $x[0], x[1]$  en  $x[2]$ , dat gaat zo:

```
{true} sort(x) {x[0] ≤ x[1] ≤ x[2]}.
```



Daarna sorteren we  $y[0], y[1]$  en  $y[2]$ ,  $\{x[0] ≤ x[1] ≤ x[2]\} \text{sort}(y) \{x[0] ≤ x[1] ≤ x[2] \text{ and } y[0] ≤ y[1] ≤ y[2]\}$ . Helaas werkt dat ook deze keer niet, immers is door het sorteren van  $y[0], y[1]$  en  $y[2]$  de waarde van  $x[2]$  aangepast, zoals hier:



De eerste drie getallen zijn niet meer gesorteerd en onze merge-sort heeft, voor het mergen, al een bug. Dit lijkt een fout die een programmeur nooit zou maken, en een *goede* programmeur doet dat natuurlijk

niet. Toch is het goed om er over na te denken, bijvoorbeeld om een betere programmeur te worden of algoritmes formeel te kunnen bewijzen.

Iemand die hier over nagedacht heeft is John Reynolds [1,2], hij formuleerde de *separation logic*, een logica die over heaps en stores gaat. Formeel is een store een mapping die van een variabele, zoals  $x$ ,  $y$  of  $z$ , naar een integer gaat en een heap is een mapping die van een locatie naar een integer gaat, samengevat:

- Integer:  $\dots, -1, 0, 1, 2, \dots$
- Location:  $0, 1, 2, \dots$
- Variable:  $x, y, z, \dots$
- Store: Variable ! Integer
- Heap: Location ! Integer

Alle toestanden van onze logica bestaan dan uit alle mogelijke combinaties van heaps en stores: **State**: Store  $\times$  Heap. Stel dat voor een heap  $h$  en een store  $s$  geldt dat  $x=5$ , dan noteren we  $s, h \models x=5$ . Maar met zo'n store en zo'n heap kunnen we nog geen dingen bewijzen. Daarvoor hebben we meer notatie nodig, namelijk  $s, h \models E!F$  om aan te geven dat op locatie  $E$  de waarde  $F$  staat, bijvoorbeeld  $[x+2]=5$  noteren we als  $x+2!5$ . Verder willen we kunnen uitdrukken dat bijvoorbeeld  $x+2$  en  $y$  naar verschillende locaties wijzen, dat noteren we zo:  $x+2*y!$ . De  $*$  geeft aan dat de pointers aan beide kanten naar andere cellen wijzen. Een aantal notaties staan uitgewerkt in figuur 1.

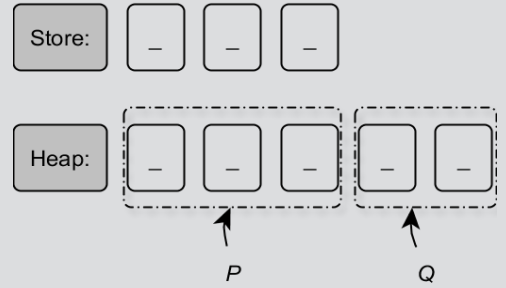
Verder gebruiken we de notatie  $\text{empt}*x!5$  om aan te geven dat naast het element  $x$  op de heap, de heap leeg is en  $y \doteq 5$  als notatie voor  $=$ . De punt op de  $\doteq$  is een *technicality* dat er voor zorgt dat er naast alle  $E!F$  expressies de heap leeg is.

Ten slotte wijst een pointer vaak niet naar één element, maar naar  $N$  elementen, we noemen dat dan een *array*. We kunnen dat noteren als  $x!E_0, E_1, \dots, E_{N-1}$ .

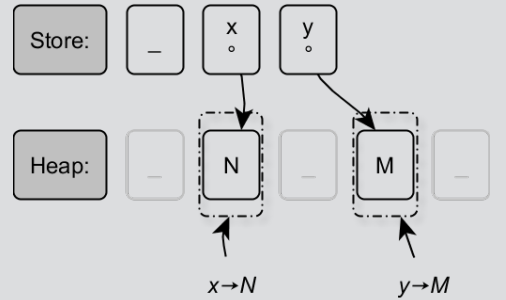
**Operaties**

De separation logic kent verder een aantal opera-

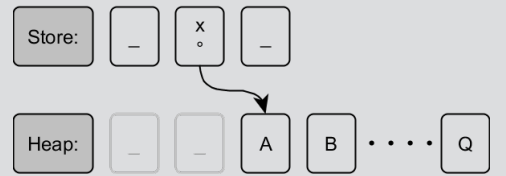
**FIGUUR 1** Separation logic notaties.



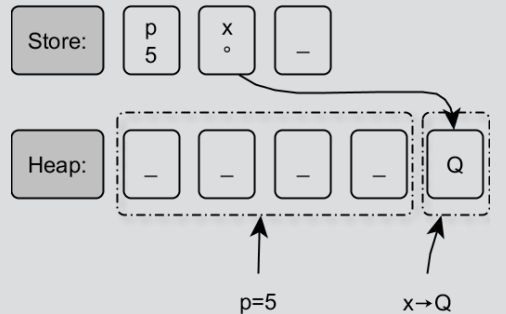
Links op de heap geldt  $P$  en rechts geldt  $Q$ ;  $s, h \models P * Q$



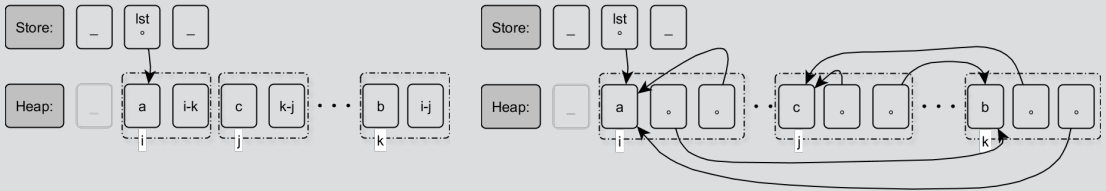
Twee pointers;  $s, h \models y! N * y! M$



Array;  $s, h \models x! A, B, \dots, Q$



Hier staat  $p=5$  toe dat een deel van de heap ongespecificeerd is, we kunnen dit oplossen door  $p \doteq 5$  te gebruiken;  $s, h \models p=5$  and  $x!Q$ .



FIGUUR 2 Doubly Linked list (links) en difference list (rechts).

ties die de heap bewerken. We kunnen bijvoorbeeld geheugen alloceren met `cons`, dat gaat zo:

$$\{x \doteq n\}$$

$$x := \text{cons}(E_0, \dots, E_{N-1})$$

$$\{x! E_0[x/n], \dots, E_{N-1}[x/n]\}$$

Dan worden er dus  $N$  heapcellen gealloceerd en wijst  $x$  dus naar  $A_0$  tot en met  $A_{N-1}$ . Aan de andere kant kunnen we ook naar zo'n cel schrijven, bijvoorbeeld zo:

$$\{E * x + 5! * x + 5 \doteq n\}$$

$$[x + 5] := 4$$

$$\{x! E_0[x + 5/n], \dots, E_{N-1}[x + 5/n]\}$$

We hebben nu het vijfde element van de array  $x$  beschreven met 4. Zoals we eerder al zagen, geven we met `[expressie]` een waarde op de heap aan. We moeten wel uitkijken, de expressie  $E$  moeten we namelijk aanpassen door alle voorkomens van `[x+5]` te vervangen door  $n$ , de waarde voor het statement `[x+5]:=4`. Dit geldt ook voor voorkomens als `[x+4+1]` in  $E$ .

Op soortgelijke manier kunnen we ook lezen uit de heap:

$$\{E * x + 5!_, y = n\} y := [x + 5] \{E \{y!n\} * x + 5!4\}.$$

Ook hier moeten we rekening houden met expressies waar  $y$  in voorkomt.

## Difference List

Veel mensen kennen de *linked list* als een lijst waar iedere waarde tevens twee pointers heeft die naar de

vorige en volgende waarde wijzen. In figuur 2 staat zo'n linked list.

Zo'n lijst heeft helaas drie keer zoveel elementen aan ruimte nodig op de heap, dan er waarden op staan. Een *difference list* lost dat op door één pointer te gebruiken die het verschil tussen de locatie van de volgende en vorige waarde opslaat. Dat is voldoende, omdat je bij het itereren van voor naar achter altijd de locatie van de vorige waarde kent, en dus die van de volgende waarde kunt berekenen. Vice versa werkt dat ook voor van achter naar voor. In figuur 2 staat zo'n difference list.

De separation logic stelt ons in staat om over zulke structuren te redeneren, en ze correct te bewijzen. Voor datastructuren die uiteindelijk door veel programmeurs gebruikt gaan worden is dat erg goed, omdat een programmeerfout veel consequenties kan hebben. Mocht je meer willen lezen over dynamische logica, dan kun je [3] lezen, en voor separation logic is het paper [2] erg goed. Tevens wordt aan de RUG het vak *Dynamic Logic* gegeven, waarin je leert om te bewijzen volgens dynamische logica's •

## Referenties

- [1] Reynolds, John C. "Separation logic: A logic for shared mutable data structures." *Logic in Computer Science*, 2002. Proceedings. 17th Annual IEEE Symposium on. IEEE, 2002.
- [2] O'Hearn, Peter, John Reynolds, and Hongseok Yang. "Local reasoning about programs that alter data structures." *Computer science logic*. Springer Berlin Heidelberg, 2001.
- [3] Goldblatt, Robert. *Logics of time and computation*. Center for the Study of Language and Information, 1987.

# De zesde decimaal

DOOR GERCO ONDERWATER

Er klinkt geroezemoes. Honderden mensen zitten onrustig op hun stoel te draaien en kijken wat om zich heen. Camera's worden klaargezet en het geluid wordt getest. Wereldwijd wordt de live webcast bekeken, ondanks het tijdverschil. Men wacht gespannen op wat er komen gaat.

**E**r blaast iemand in de microfoon. Een rijzige, grijzende man in pak staat op. "Okay, Tim?" Blijkbaar wel, want de man in pak heet iedereen welkom. Het geduld van de toeschouwers wordt vervolgens bijna twee uur op de proef gesteld met een opeenvolging van curves, blokjes en lijnen in mosgroen, mosterdgeel en bordeauxrood en, oh horror!, tekst in het Hagelslag-XXL font, ook wel Comic Sans genoemd. En dan komt eindelijk het hoge woord eruit: "Ik denk dat we 'm hebben!". De menigte barst los in applaus. De camera laat een close-up zien van een kalende man met borstelige wenkbrauwen, die omstandig zijn neus snuit en schijnbaar ontroerd zijn bril weer opzet.

Wát was er nu zo bijzonder dat over de hele wereld honderden, zo niet duizenden mensen aan de buis gekluisterd zaten? De zojuist beschreven gebeurtenis vond op 4 juli 2012 plaats op het grote versnellerlaboratorium CERN in Genève. Er werd wereldkundig gemaakt dat er een nieuw fundamenteel deeltje gevonden was. En dat dit deeltje waarschijnlijk het langverwachte higgsdeeltje was, vernoemd naar de man met de borstelige wenkbrauwen, Peter Higgs.

Het belang van het vinden van dit higgsdeeltje mag afgeleid worden uit één van de bijnamen die het gekregen heeft: het "God"-deeltje. Het is het laatste deeltje van het Standaard Model van de deeltjesfysica



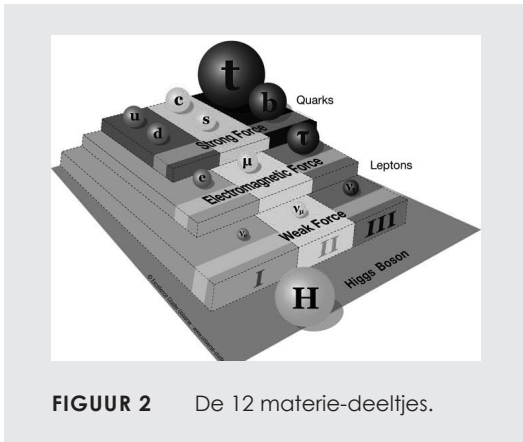
FIGUUR 1 Peter Higgs.

dat nog niet gevonden was, het sluitstuk van het Standaard Model dus. Het Standaard Model is de afgelopen zestig jaar ontwikkeld en verklaart met groot succes nagenoeg alle experimenten die in diezelfde zestig jaar zijn uitgevoerd. Het beschrijft zowel de materie-deeltjes, die allemaal fermionen zijn, als de krachten tussen die deeltjes, die

beschreven worden door bosonen. Niet alleen kwalitatief, maar ook kwantitatief.

Er zijn drie krachten die in de deeltjes-fysica een rol spelen: de welbekende elektromagnetische kracht, de sterke kracht en de zwakke kracht. De sterke kracht houdt de atoomkernen bij elkaar, terwijl de zwakke kracht juist leidt tot radioactief verval. De krachten tussen de verschillende deeltjes worden overgebracht door de uitwisseling van bosonen. Voor de elektromagnetische kracht is dit het foton, of licht-deeltjes, voor de sterke kernkracht het gluon, ook wel lijmdeeltje genoemd, en voor de zwakke kracht de W- en Z-bosonen. Het foton en gluon zijn voor zover we na hebben kunnen gaan massaloos. Het W- en Z-boson daarentegen zijn bijna honderd keer zo zwaar als een proton. Deze grote massa verklaart de zwakte van de zwakke wisselwerking.

In totaal zijn er twaalf verschillende materie-deeltjes (en twaalf vergelijkbare antideeltjes). Deze twaalf deeltjes zijn onderverdeeld in drie zogenaamde



**FIGUUR 2** De 12 materie-deeltjes.

families van vier deeltjes ieder. Twee quarks, één geladen lepton en één neutrino. Vergelijkbare deeltjes in deze drie families gedragen zich nagenoeg identiek. Ieder verschil in gedrag is terug te voeren naar het verschil in de massa's.

De massa van de deeltjes, zowel van de bosonen als de fermionen, is blijkbaar belangrijk om het gedrag van elementaire deeltjes en hun interacties te begrijpen. Maar in de oorspronkelijke theorie zouden alle deeltjes, dus niet alleen het foton en gluon, massaloos moeten zijn. En dat is zeker niet het geval! En daar komt het higgsboson op de proppen. Zoals gezegd vernoemd naar de Schotse theoretisch fysicus Peter Higgs. In 1964 was hij één van de zes natuurkundigen (Robert Brout, François Englert, Gerald Guralnik, Richard Hagen, en Tom Kibble waren de anderen) die een mechanisme beschreven hoe elementaire deeltjes massa zouden kunnen krijgen.

Met dit mechanisme werd het mogelijk om te laten zien dat de elektromagnetische interactie en de zwakke interactie eigenlijk twee manifestaties waren van één en dezelfde interactie. Zoals Maxwell de elektrische

en magnetische krachten unificeerde in de elektromagnetische kracht, deden Sheldon Glashow, Steven Weinberg, en Abdus Salam dat voor de elektromagnetische en zwakke krachten, die nu gezamenlijk als elektrozwakke kracht door het leven gaan. Bovendien zou er naast het foton en de W- en Z-bosonen nog een ander deeltje nodig zijn, het higgsboson. En dat is nu dus eindelijk ontdekt.

Dus je zou kunnen denken dat nu alle ingrediënten van het Standaard Model gevonden zijn, de deeltjes-fysica dus wel "af" is. En dat alles wat ons rest het meer en meer nauwkeurig meten is van de constanten die in het Standaard Model een rol spelen. Hier dringt zich een sterke gelijkenis op met de situatie van de natuurkunde zo'n dikke honderd jaar geleden.

Rond 1900 zou William Thompson, beter bekend als Lord Kelvin, gezegd hebben dat "er nu niets nieuws meer te ontdekken is. Alles wat ons rest is meer en meer precieze metingen ... de toekomstige waarheden van de exacte wetenschappen moeten gezocht worden in de zesde decimaal." Wel waren er destijds nog een

*"De toekomstige waarheden moeten gezocht worden in de zesde decimaal."*

aantal openstaande problemen, zoals het foto-elektrisch effect en de zwarte straler, waarvan men dacht dat die binnenkort wel met de toen bekende natuurkunde opgelost zouden kunnen worden. Vervolgens

werden de relativiteitstheorie en kwantummechanica ontwikkeld en volgde de ene na de andere ontdekking van weer een nieuw fundamenteel deeltje.

Zitten we nu voor de deeltjesfysica ook in zo'n situatie? Dat kan natuurlijk nooit met zekerheid gezegd worden. Wel weten we dat er net als in 1900 nog een paar losse eindjes zijn. Waarom heeft het Standaard Model bijvoorbeeld zo veel onverklaarbare parameters, ongeveer dertig, waarvan we de waarden alleen maar kunnen weten door ze te meten?

Wat schuilt er achter het bestaan van drie families? Waarom niet zes of twaalf? En hoe komt het eigenlijk dat deeltjes en antideeltjes zich niet vergelijkbaar gedragen, ofwel waar komt de schending van de CP-symmetrie vandaan?

Daarnaast zijn er nog een aantal dingen die gewoon niet echt lekker verklaard kunnen worden. De samenstelling van het heelal is er daar één van. De hoeveelheid materie in het heelal blijkt vele malen groter dan verklaard kan worden met gangbare theorieën, inclusief het Standaard Model. Tot wel 10 miljard maal! En tegelijkertijd is alle antimaterie verdwenen.

En misschien nog wel verontrustender is het dat de ons bekende materie maar zo'n vier procent lijkt te beslaan van de totale inhoud van het heelal. Ongeveer een kwart lijkt te bestaan uit donkere materie. Dat is materie die geen licht geeft en dus niet gevoelig is voor de elektromagnetische interactie. Deze vorm van materie is echter wel gevoelig voor de zwaartekracht. Haar bestaan kan bijvoorbeeld aangetoond worden door de beweging van sterren en sterrenstelsels te bekijken. De overige zeventig procent lijkt te bestaan uit donkere energie. De aanwezigheid hiervan leidt ertoe dat het heelal versnelt uitdijt. Maar wat donkere energie nou precies is, is nog volkomen onduidelijk.

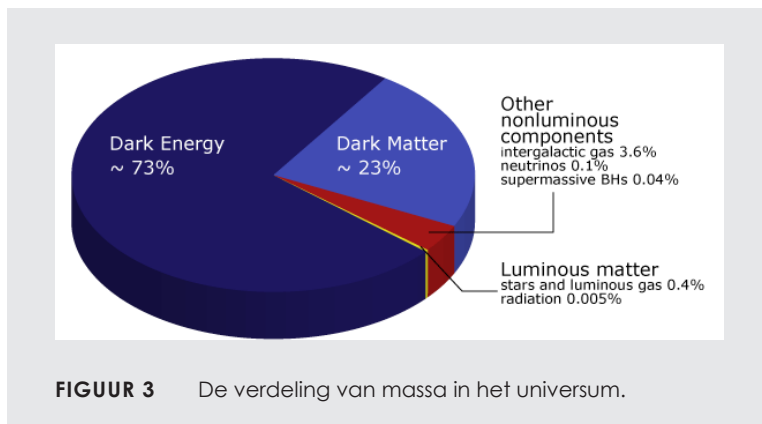
Tenslotte is het ook een doorn in het oog dat de zwaartekracht nog steeds niet samen met de andere drie fundamentele krachten beschreven kan worden. Kwantummechanica en de algemene relativiteitstheorie blijken bij hoge energieën korte afstanden, de Planck schaal, onverenigbaar en tot onzinnige resultaten te leiden.

Er wordt volop gespeculeerd hoe de opvolger van het Standaard Model er uit zal zien. Bijvoorbeeld met modellen

op basis van een super-symmetrie tussen fermionen en bosonen, of met extra dimensies. Hoewel vele van deze theorieën veelbelovende eigenschappen bezitten, is nog geen van hen al experimenteel bevestigd. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door de bijbehorende nieuwe deeltjes te vinden. Want nageenoege ieder van deze nieuwe theorieën voorspelt wel nieuwe deeltjes. Ze zijn echter wel altijd zwaar en dus niet makkelijk te vinden.

Zware deeltjes kunnen, net zoals het higgsboson, gemaakt worden door met voldoende energie andere deeltjes op elkaar te schieten. Einstein heeft immers laten zien dat energie en massa equivalent zijn,  $E=mc^2$ . Het kan echter ook anders, namelijk door gebruik te maken van het onzekerheidsprincipe van Heisenberg. Die stelt dat het product van de onzekerheid in energie en tijd tenminste gelijk is aan de constante van Planck. Dus is het mogelijk dat zware deeltjes spontaan verschijnen, zolang het maar héél erg kort is. In dit korte bestaan kunnen deze deeltjes echter wel subtiel de eigenschappen van andere deeltjes beïnvloeden.

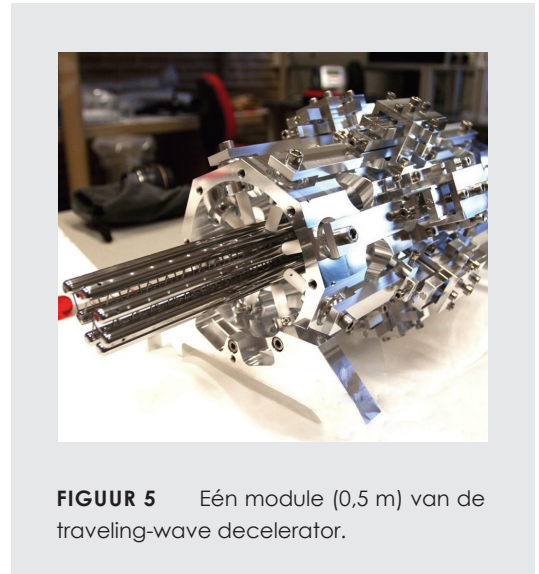
Een elegante manier om het bestaan van nieuwe zware deeltjes vast te stellen is dus door hun effect op de eigenschappen van "alledaagse" deeltjes te bepalen. Deze eigenschappen moeten dan echter wel met grote precisie voorspeld kunnen worden. En daar komen we dus terug bij de voorspelling van Lord Kelvin, namelijk dat de toekomst van de natuurkunde te vinden is in de zesde decimaal. Niet per se



letterlijk. Maar wel door een combinatie van metingen en berekeningen met grote precisie. Een bijkomend voordeel is dat je vaak in een klap gevoelig bent voor een heel scala aan deeltjes; dat is echter ook direct de tekortkoming, want als je wat vindt kun je vaak niet precies zeggen wát het precies is. Dat er iets is, staat dan echter wel vast.

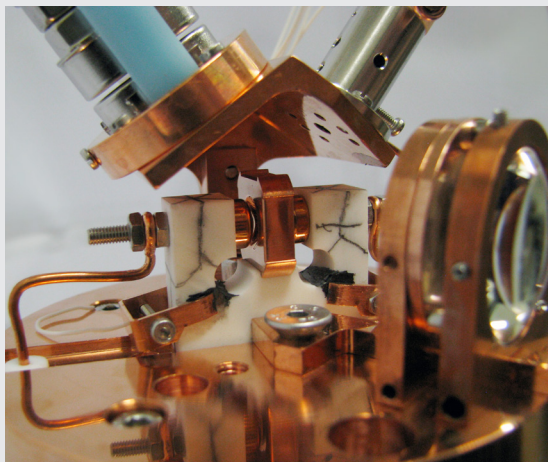
In onze onderzoeksgroep wordt op deze manier gezocht naar tekenen van nieuwe natuurkunde. Een veelbelovende manier is door naar de symmetrie-eigenschappen van eenvoudige systemen te kijken, zoals fundamentele deeltjes, atomen en kleine moleculen. In het bijzonder zijn we geïnteresseerd in symmetrie in de gedragingen van een systeem en z'n spiegelbeeld. Dit staat bekend als pariteit.

Van de drie interacties in het Standaard Model kan alleen de zwakke wisselwerking de pariteits-eigenschappen van een systeem veranderen. Dit wordt pariteits-schending genoemd. Modellen voor nieuwe natuurkunde voorspellen soms extra pariteits-schende interacties. Of deze voorspelling klopt kan



**FIGUUR 5** Eén module (0,5 m) van de traveling-wave decelerator.

onderzocht worden door héél nauwkeurig het effect van de zwakke wisselwerking op de eigenschappen van een atoom of molecuul te meten. Dus door naar atomaire pariteits-schending te zoeken.



**FIGUUR 4** De opstelling van het ion-experiment.

Dit doen we door nauwkeurig de structuur van radiumionen en strontium-fluoride moleculen te bestuderen. Het ion-experiment maakt gebruik van één enkel radiumion dat ingevangen wordt met een elektrisch veld en beschoten wordt met lasers. Naar verwachting zal dit experiment in een meting van ongeveer een week lang de meest precieze meting ooit, gedaan op cesium atomen, met een factor vijf verbeteren. Daarnaast wordt er hard gewerkt om de bijbehorende theoretische voorspelling met voldoende precisie te maken. Met een eventueel verschil zouden we het bestaan van extra bosonen aan kunnen tonen met een massa tot  $5 \text{ TeV}/c^2$ . Dit is meer dan 5000 keer zo zwaar als een proton, en bijna 65 keer zo zwaar als het W-boson, het zwaarste “normale” boson. Ook bij de grote deeltjesversneller LHC op CERN kunnen deeltjes van dergelijke massa gevonden worden, maar dat kost dan al gauw een aantal jaren meettijd.





**FIGUUR 6** De auteur en zijn opstelling.

Vergelijkbaar onderzoek is ook mogelijk met moleculen, met een nog grotere gevoeligheid. Door de rijke molecuulstructuur wordt de gevoeligheid voor verstoringen, zoals pariteits-schending of zelfs het effect van donkere materie, enorm versterkt. Hiervoor moeten deze moleculen echter wel stil staan. Er wordt dus een molecuul-afremmer gebouwd om dit voor elkaar te krijgen. Een technisch hoogstandje, want de moleculen zijn elektrisch neutraal. Door gebruik te maken van het Stark effect kunnen de moleculen in ongeveer vijf meter bijna volledig tot stilstand gebracht worden.

Een tweede interesse is het onderzoeken van het verschil in de eigenschappen van deeltjes en antideeltjes. Deze hangt samen met de symmetrie-eigenschappen van een systeem onder tijdsomkeer. Deze symmetrie is lichtelijk geschonden en is bijvoorbeeld nodig om het deeltjesoverschot in het heelal te verklaren. Een bijzonder gevoelige methode is het zoeken naar een per-

manent elektrisch dipool moment (EDM) van een simpel systeem, in ons geval het Xenon atoom. Als deze een grootte ongelijk nul heeft, is dat een indicatie voor het schenden van zowel pariteit als de tijdsomkeer-symmetrie. Het Standaard Model voorspelt een onmeetbaar kleine waarde, dus als er een dipoolmoment gevonden wordt is dat onmiddellijk een indicatie voor het bestaan van een nieuwe bron van symmetrie-schending.

Tenslotte kan een theorie slechts zo goed zijn als haar experimentele verificatie. Dit geldt natuurlijk ook voor de relativiteitstheorie, die gebaseerd is op de veronderstelling dat er geen absolute snelheid en oriëntatie mogelijk zijn, de Lorentz-symmetrie. Deze symmetrie is al veelvuldig getest, maar nauwelijks voor processen of eigenschappen waarbij de zwakke wisselwerking betrokken is. Om de samenhang tussen de verschillende metingen te begrijpen ontwikkelen we een fenomenologisch model. Daarnaast meten we met grote gevoeligheid of de levensduur van een radioactieve natrium kern afhangt van zijn oriëntatie ten opzichte van een cosmologisch referentiekader. Mocht dit zo zijn, dan is dat een indicatie dat de Lorentz-symmetrie gebroken is. Verder laat de theorie zien dat de gevoeligheid toeneemt als de deeltjes met grote snelheid bewegen. Daarom hebben we onze zoektocht uitgebreid naar het LHCb experiment op CERN, waar deeltjes met hoge energie bestudeerd kunnen worden.

Op deze manieren proberen we inzicht te krijgen in de manier waarop de volgende revolutie in ons begrip van de natuur op het kleinste niveau eruit zal zien. Want dat er geen fundamentele ontdekkingen meer mogelijk zijn is hoogst onwaarschijnlijk. Wanneer deze ontdekkingen plaats zullen vinden en waaruit zij zullen bestaan laat zich echter slechts raden. Tot die tijd zullen we met de grootst mogelijke gevoeligheid zowel experimenteel als theoretisch blijven zoeken naar de volgende hint van wat er nog komen gaat •

# Van het 55<sup>e</sup> bestuur der FMF

DOOR NATASCHA KOELEWIJN

Dat er tegenwoordig meer vrouwen in de bètawereld terechtkomen is zeker duidelijk te zien in de samenstelling van het nieuwe bestuur. Vier vrouwen en één (nu nog psychisch gezonde) man. Tezamen met ons enthousiasme is dat natuurlijk het eerste wat opvalt. Wat veel mensen niet weten is wie er achter de functies schuilen. Wie zijn deze mensen? Dus doe ik een voorstelronde namens mijn medebestuurleden en mijzelf.

**D**ames eerst; Waarschijnlijk is deze jongedame het minst bekend onder de leden. Lianne van Timmeren beklimt voortaan de befaamde penningmeesterstoel. Binnen de FMF had ze nog geen commissies gedaan. Wel bij Veracket, haar tweena-favoriete plek, waar ze de bestuurskilo's tot een minimum beperkt met wekelijkse fanatieke trainingen. Deze schattige blondine is nu vijfdejaars wiskundige en bezig met het afronden van de mastervakken. Doorgaans zul je haar serieus bezig zien, want zij doet naast sporten, studeren en besturen ook nog studentassistentenschappen en ze werkt in het Sprookjeshof. Ergens vindt ze nog tijd om gezellig te borrelen, vaak tot in de late avonduren.

De nieuwe voorzitter, Karin Dirksen, heeft net zo'n druk schema. Tussen het begeleiden van practica en gastvrouw zijn bij een appartementencomplex door schopt ze ons allen goed onder de kont. Haar repertoire binnen de FMF is iets groter. Als eerstejaars Theoretische Natuurkunde had ze nog niets met onze vereniging, maar het jaar daarna werd ze actief in de Meiscie. Sindsdien is ze niet meer weg te slaan. Onderhand derdejaars met het Honours College op haar cv en ervaring in verschillende soorten commissies denkt ze nu het besturen van de vereniging wel aan te kunnen.

Nog een bestuurslid die ik heb leren kennen in de meisjescommissie is Maïke Jaspers. Een studente derdejaars Technische Wiskunde met het Honours

College, die op het punt staat haar bachelor af te ronden. Nu staat ze bekend als de commissaris-intern. Door de speech van de toenmalige voorzitter der FMF tijdens de propedeuse-uitreiking is haar moeder overtuigd van de rol van een studievereniging. Op aandringen van haar werd Maïke lid. Nu haalt deze pittige tante zelf mensen over hun studentenleven kleur te geven met een lidmaatschap bij onze studievereniging. Meer dan eens maak ik mee dat zij op magische wijze studenten motiveert (actief) lid te worden. Ze staat altijd open voor een gesprek en van deze vrolijke meid krijg je vanzelf een goed humeur.

Babbelen kunnen we allemaal, maar Jaap Eising, net begonnen aan zijn master Wiskunde, spant de kroon. Uren, soms dagen, bellen en mailen met bedrijven om de juiste persoon aan de lijn te krijgen. Deze commissaris-extern heeft een volhardendheid van jewelste. Tevens weet hij met zijn vlotte babbelen en vriendelijke uitstraling dezelfde overtuiging over te brengen als de intern. Hij heeft nog niet veel commissies op zijn lijstje, maar toch is hij als een vis in het water. Met hem in het bestuur wordt er eer gedaan aan een klassieke rolverdeling: de man haalt het geld binnen en de vrouwen geven het uit.

Tenslotte zal ik iets over mijzelf vertellen. Ik ben Natascha Koelewijn, zesdejaars Technische Natuurkunde. Met zeven commissies en zes jaar lidmaatschap ben ik wel de ouwe rot van het bestuur te noemen. Ik volg dit jaar een aantal vakken, speel badminton en

*“We gaan volop genieten van het komende bestuursjaar.”*



**VAN LINKS NAAR RECHTS:** Maïke Jaspers commissaris-intern & vicevoorzitter, Karin Dirksen voorzitter, Jaap Eising commissaris-extern, Natascha Koelewijn secretaris en Lianne van Timmeren penningmeester.

ben tevens als gastvrouw een collega van Karin. Onlangs ben ik begonnen met gitaarlessen en dit bevalt mij goed. Misschien dat ik dit jaar tijdens het ledenweekend ook wat mee kan pingelen. Doorgaans voel ik mij de mama van al het jonge grut, maar ik voel ook zeker dat we een hecht team zijn.

*“Vier vrouwen en één nu nog psychisch gezonde man.”*

We hebben nu al de eerste porties stress en strubbelingen meegeemaakt. Desondanks, hebben we tot nu toe ook al veel leuke momenten beleefd. We gaan volop genieten van het komende bestuursjaar en gaan zeker het onderste uit de kan halen •



**ZIE HET ALS...  
WERKEN AAN  
DE TOEKOMST**

**TMC Physics** heeft de ambitie oplossingen voor haar klanten te bedenken die competitief voordeel bieden. Fysica en natuurkundige vraagstukken zijn de passie, de oplossingen zijn de drijfveer.

[WWW.TMC.NL](http://WWW.TMC.NL)

**TMC**

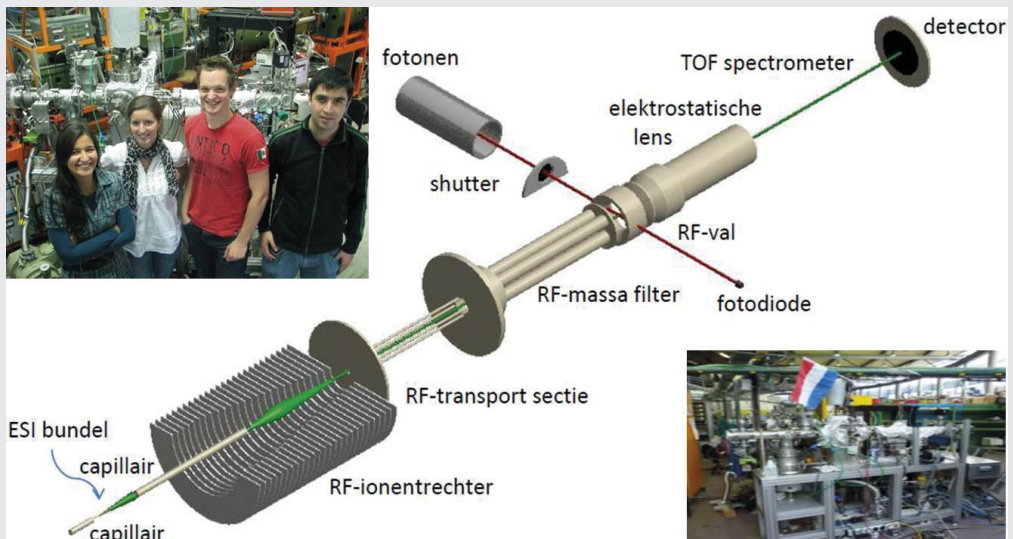
# Ultrasnelle dynamica in moleculen

DOOR THOMAS SCHLATHÖLTER EN RONNIE HOEKSTRA

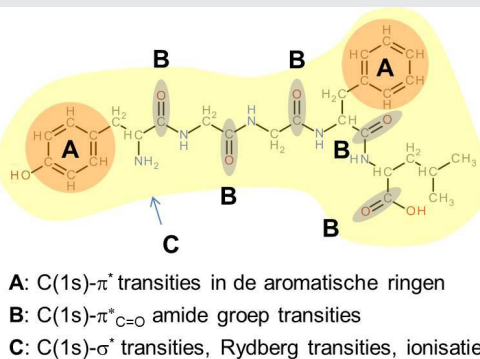
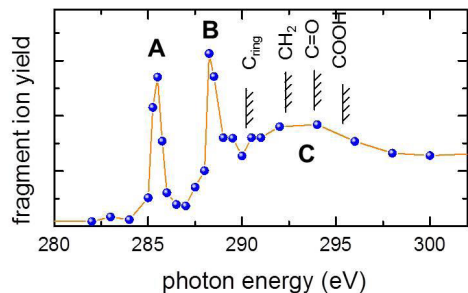
In de natuur komt functionaliteit bijna altijd neer op dynamica van complexe moleculen. Als bijvoorbeeld een retinalmolecuul in het netvlies van ons oog een foton absorbeert, dan veroorzaakt deze excitatie binnen een picoseconde ( $10^{-12}$  s) een structurele moleculaire verandering. In de nieuwe structuur kan het retinalmolecuul aan een eiwit koppelen en een cascade aan vervolprocessen veroorzaken, met als uiteindelijk resultaat dat een elektrische puls via de optische zenuw naar de hersenen wordt gestuurd en wij het foton “zien.”

In principe is de lijn van dit soort processen goed begrepen, echter (kwantum-)fysische details van de allereerste ultrasnelle elektronendynamica (femtosecondetijdschaal) en de koppeling naar de resulterende structurele dynamica is nog steeds verre van begrepen. Actionspectroscopietechnieken voor complexe moleculen, zoals recent ontwikkeld in onder ande-

ren onze groep, zullen het de komende jaren mogelijk maken om deze ultrasnelle elektronendynamica in beeld te brengen. Dit gebeurt met behulp van de ultrafelle, ultrakorte röntgenflitsen van de eerste vrije-elektronenlasers, zoals FLASH, FERMI@ELETTRA en LCLS.



**FIGUUR 1** De nieuwe experimentele opstelling om grote moleculen met behulp van een electrospraybron (ESI) te laten vliegen, te transporteren, te scheiden op massa en te vangen in een RF-val om hun dynamica te kunnen bestuderen met spectrometrietechnieken. De rode lijn is de fotonenbundel die gebruikt wordt als startschot voor de dynamische processen. De foto's tonen de opstelling tijdens metingen bij het BESSY II-synchrotron in Berlijn.



**FIGUUR 2** Links - Opbrengst aan ringfragmenten afkomstig van de neurotransmitter leucine-enkephalin als functie van de fotonenenergie (hier: zachte röntgenstraling). Rechts - Markering van de onderdelen van de neurotransmitter welke het sterkst absorberen bij specifieke fotonen-energieën.

Experimenteel worden dynamische processen in biomoleculen vaak in de vloeibare fase bestudeerd, omdat biomoleculaire systemen hier hun activiteit laten zien. Een alternatieve aanpak is metingen doen aan geïsoleerde biomoleculen in de gasfase. Zonder een chemische omgeving kunnen intrinsieke biomoleculaire eigenschappen beter worden bestudeerd en het is zelfs mogelijk om de interactie van een biomolecuul met een klein aantal watermoleculen te bekijken.

Het is echter niet triviaal om complexe biomoleculen zoals eiwitten of DNA in de gasfase te brengen, of zoals John Fenn (Nobelprijs 2002) het verwoordde: “Hoe laat je olifanten vliegen”. In veruit de meeste gevallen is verdampen geen optie omdat de moleculen tijdens het verdampen uit elkaar vallen door de vereiste hoge temperaturen. In onze groep hebben wij er daarom voor gekozen om electrosprayionisatie (ESI) in te zetten. ESI is de door John Fenn ontwikkelde techniek die veel in massaspectrometers wordt toegepast. De eerste stap bij ESI is “de vloeibare fase,” dat wil zeggen dat de moleculen in een oplosmiddel zitten. In

## “Hoe laat je olifanten vliegen?”

de ESI-bron wordt er een bundel van elektrisch geladen druppels gemaakt door de vloeistof te sproeien in een sterk elektrostatisch veld. Deze nanodruppeltjes worden in een vacuümkamer gezogen. Vervolgens verdamp het oplosmiddel en ontstaat er een bundel van intacte biomoleculaire-ionen. Het feit, dat de biomoleculen geïoniseerd zijn, heeft nog een groot bijkomend voordeel:

ionen kunnen relatief eenvoudig door radiofrequente (RF) velden gecontroleerd worden. Wij gebruiken bijvoorbeeld een RF-massafilter om ongewenste ionen (ionen met een andere massa) weg te kunnen filteren en zo een bundel van alleen de gewenste biomoleculen te creëren. Nu blijft nog het probleem dat de dichtheid van ionen in zo’n bundel voor de meeste experimenten een orde van grootte te klein is. De oplossing hiervoor is het vangen en verzamelen van de ionen in een RF-val.

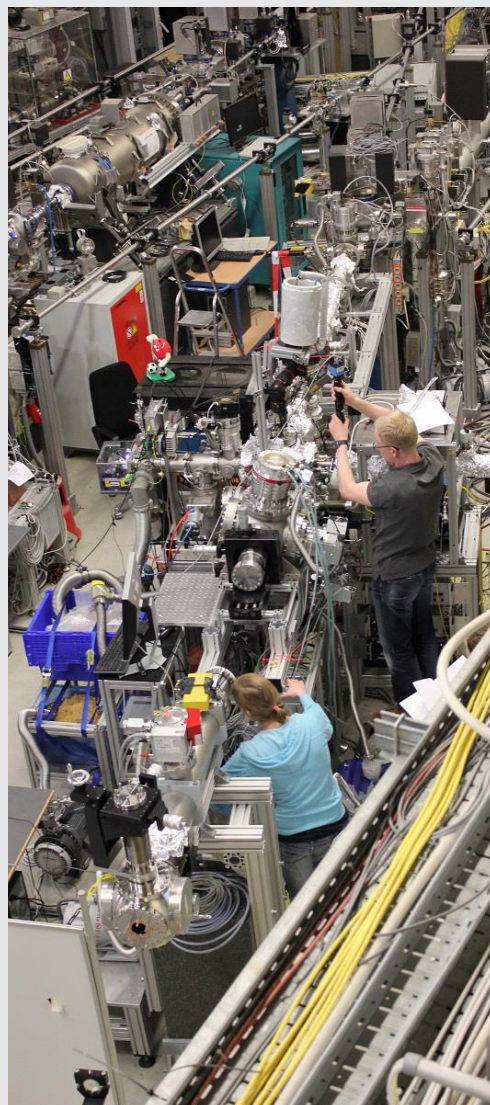
Typisch verzamelen wij 10000 eiwit- of DNA-ionen in een wolkje met een diameter van 300 micrometer. De resulterende dichtheid is nog steeds veel te laag voor klassieke absorptiespectroscopie en vraagt om de

toepassing van actionspectroscopy. Ruwweg gesproken, bij absorptiespectroscopie bepaal je hoeveel fotonen bij een bepaalde energie worden geabsorbeerd, dit vereist veel moleculen en een relatief beperkt aantal fotonen. In het geval van weinig moleculen (bijvoorbeeld omdat ze moeilijk te isoleren zijn) is de ontluikende actionspectroscopytechniek de aangewezen methode. Hierbij kijk je naar het effect van de fotonen op het molecuul bijvoorbeeld het ontstaan van moleculaire fragmenten of elektronen. Dit vergt echter intense fotonenbundels.

De Atomic and Molecular Physics-groep is gespecialiseerd in het gebruik van technieken om de interactie van energetische ionen en fotonen met biomoleculen te bestuderen. Als lichtbronnen gebruiken wij derde generatie synchrotrons, zoals BESSY II in Berlijn (Duitsland) of MAXlab in Lund (Zweden) die de benodigde hoge flux van fotonen in het verre ultraviolet en het zachteröntengebied kunnen leveren. Een typisch spectrum is in figuur 2 weergegeven. Door het kiezen van geschikte golflengtes kan de fotonenabsorptie in een bepaalde plaats in het molecuul worden gelokaliseerd (bij 285,5 eV absorberen bijvoorbeeld alleen de twee ringen). De resulterende gelokaliseerde ionisatie is een belangrijke eerste stap voor het filmen van bewegende ladingen in complexe biomoleculaire systemen. Begin 2013 hebben wij de tweede stap gezet en de opstelling aan de vrije-elektronenlaser FLASH in Hamburg aangesloten (zie figuur 3). FLASH levert ultrakorte en ultrafelle pulsen van hoge-energiefotonen. De pulslengtes zijn met 50 femtoseconden korter dan typische tijdschalen van ladingsbeweging in grote biomoleculen. Het is nu dus dan mogelijk om met twee fotonenpulsen waarbij je het tijdsverschil tussen de twee pulsen varieert, deze ladingsbewegingen te volgen: de eerste puls ioniseert een te kiezen plek in het molecuul en de tweede puls breekt het molecuul. De opbrengst van molecuulfragmenten als functie van het tijdsinterval tussen de pulsen is dan een eerste maat voor de snelheid waarmee de lading langs het molecuul beweegt.

Het doel voor de toekomst is om uiteindelijk de ultrasnelle elektronische en structurele dynamica in

moleculen te kunnen filmen op moleculaire tijdschalen, door deze zogenaemde “pump-probe-methode” verder te ontwikkelen en te combineren met afbeeldingstechnieken •



**FIGUUR 3** Het installeren van onze opstelling aan de 500 meter lange vrije-elektronenröntgenlaser FLASH in Hamburg (februari 2013).

# Vorig Breinwerk

## *Meer of minder*

DOOR DE REDACTIE

**R**onnie Tamming wint het vorige breinwerk. Dit was deze keer niet omdat hij de juiste oplossing wist te vinden, ook niet omdat hij de beste oplossing heeft gevonden, nee het vorige Breinwerk was door een typfout niet op te lossen.

Ronnie was de enige die de redactie hiervan op de hoogte bracht en wint daarom de Breinwerkprijs. Voor de mensen die nog steeds niet kunnen slapen van het vorige breinwerk staat de 'goede' versie hieronder •

## Puzzel

### Horizontaal (H)

1. Minder dan ( $7V + 15H$ )
3. Minder dan ( $9H + 14V$ )
5. Meer dan ( $18H \times 9$ )
7. Minder dan ( $2V \times 12V$ )
9. Minder dan ( $16V \div 2$ )
10. Minder dan ( $9H$ )
11. Minder dan ( $7H$ )
15. Meer dan ( $1V + 3H$ )
17. Meer dan ( $8V \times 9$ )
18. Minder dan ( $7V - 3H$ )

### Verticaal (V)

1. Meer dan ( $9H \times 4$ )
2. Meer dan ( $15H$ )
3. Minder dan ( $13V$ )
4. Minder dan ( $1V \times 2$ )
6. Minder dan ( $11H$ )
7. Minder dan ( $8V \times 2$ )
8. Minder dan ( $3V + 9H$ )
12. Minder dan ( $13V - 9H$ )
13. Minder dan ( $18H$ )
14. Meer dan ( $4V$ )
16. Minder dan ( $4V \div 3$ )

1		2		3		4
		5	6			
	7				8	
9					10	
	11	12		13		
14		15				16
17				18		



# Nieuw Breinwerk

## *Zenuwinzinking*

DOOR DE REDACTIE

Bij het vorige Breinwerk is door de redactie een grote fout gemaakt. Deze fout heeft bij de redactie voor een zenuwinzinking gezorgd. Na een lang en intensief traject van vele therapeutische sessies was de redactie bijna weer in staat om meer Periodieken te gaan uitbrengen, totdat dit stuk binnenkwam. Geen enkel redactielid heeft enig idee over wat goed of fout is in deze tekst. Daarom wil de redactie jullie dringend vragen om hun te helpen bij hun moeilijke en stressvolle taak. Stuur jouw 'goede' oplossing van de tekst voor 23 november 2013 naar [perio@fmf.nl](mailto:perio@fmf.nl) en voorkom dat de redactie nog een zenuwinzinking krijgt. Vermeld in je tekst ook duidelijk wat je hebt veranderd. Onder de goede inzendingen wordt 'het Groene Boekje' verloot.

De volgende zes punten gelden als fout:

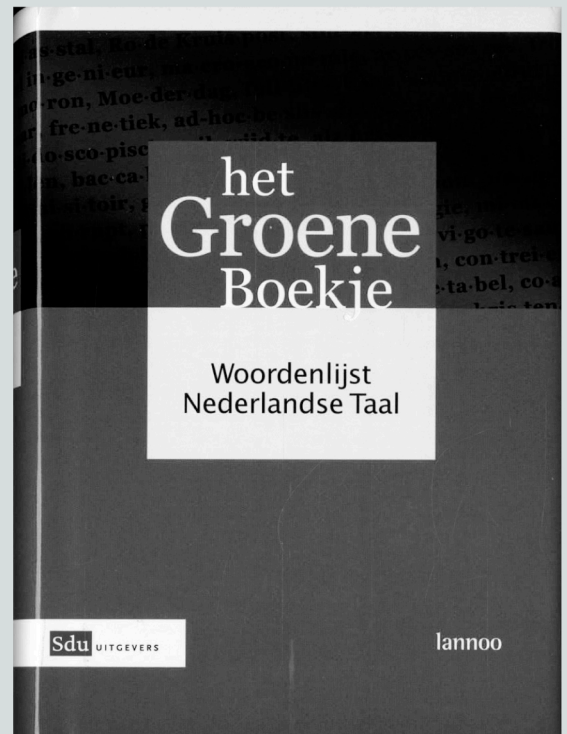
1. spelfouten (meerdere fouten in een woord mogelijk);
2. het onjuiste gebruik van koppeltekens en/of afbrekingstekens of het ontbreken daarvan;
3. het niet op de juiste manier aaneenschrijven van samenstellingen;
4. fouten tegen het gebruik van accenten, apostrofen, en trema's;
5. het gebruik van hoofdletters als het kleine letters moeten zijn;
6. het gebruik van kleine letters als het hoofdletters moeten zijn.



## De opgave

De kennis van het nederlands schrift is bij studenten in het universitère onderwijs al jaren op een abominabel niveau. Hoewel na een opleiding in de hogere sectorren van het middelbaar onderwijs verwacht zou mogen worden dat een succesvolafgestudeerde scholier genoeg schrijfvaardigheid heeft om een opleiding in het wetenschappelijk onderwijs te kunnen volgen, blijkt op de universitijd nog altijd dat menig student zelfs van de meest bazale regels geen kaas heeft gegeten. Verschillende hoger onderwijsinstellingen hebben de laatste jaren dan ook een taaltoets ingevoerd om te verifiëren of de student in spé wel vaardig genoeg is om essays, artikelen en scripties te schrijven in nagenoeg foutloos Nederlands. In dat opzicht hebben studenten met een interesse in de zuivere wetenschappen een frapant voordeel. Het Nederlands is bij menig opleiding al uitgefaseerd als taal waarin het onderwijs verzorgd wordt. In plaats daarvan wordt verwacht dat de student afdoende kennis heeft van de wetenschappelijke lingua franca: Engels. Maar aangezien het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs niet tot doel heeft om leerlingen met een zogenaamde 'native' vaardigheid af te leveren, kunnen studenten nog niet aan de port geweigerd worden. Evenmin is er noodzaak om een taal toets af te nemen, omdat het Nederlands schrift niet behoort tot een van de noodzakelijke verworvenheden van een natuur of sterrenkundestudent. Dat creëert alleen wel een merkwaardige situatie, waarbij kennis veronderstelt wordt die helemaal niet tot de technieken behoort van een hbo- of vwo-alumnus. De moedertaal van de Nederlander is nog altijd het Nederlands. Hoewel er veel waarde gehechd wordt aan het Engels in onze langzaam angliserende samenleving, is het zeker niet ondenkbaar dat een potentiële bèta-student niet beschikt over voldoende bekwaamheid om een opleiding te volgen zonder in de problemen te komen met het begrip van de leer stof ter oorzaak van de gebruikte taal. Het is dan ook ononbeerlijk dat de bevoegde instanties in de komende jaren besluitvorming op gang zetten in zake de wetenschappelijke voorbereiding die studenten noodzakelijkerwijs nodig hebben. Er is modifikatie nodig van het vroeg eenentwintigste eeuwse onderwijs systeem, waarin scholieren

die een keuze maken voor het bèta onderwijs eenzelfde scholing in het Engels krijgen als degene die zich liever bezighouden met economische of geschiedkundige-theorieën. Hoewel beter jong geleerd dan oud gedaan ook hier het devies is, wat zou betekenen dat al in het lager onderwijs meer nadruk komt te liggen op de angelsaxische taal, is het op zijn minst aanbevelingswaardig om vanaf het zestiende levensjaar een uitgebreidere scholing te verzorgen in het Engels voor die studenten die aangeven een bijzondere interesse in een wetenschappelijke carrière te hebben. Het moge lastig zijn om op latere leeftijd nog een taal te leren, het zijn niet de bètas die maar dom zijn en we mogen van de Feynman's en Dijkgraven van de toekomst verwachten dat zij wel een tandje bij kunnen zetten •



# Grootmoeders boterkoek

DOOR WILLEKE ROUWHORST

Ik vond in één of ander blad dit overheerlijk recept en wilde dit graag delen met iedereen die ook van bakken houdt. De boterkoek is heel snel en makkelijk te maken en het resultaat mag u zelf proeven. Vooral schoolgaande, fietsende jeugd is er dol op.

## Ingrediënten

- 300 g zachte roomboter
- 100 g fijne kristalsuiker
- 100 g witte basterdsuiker
- Snufje zout
- 300 g bloem
- 1 ei opgeklopt met iets melk

## Materiaal

- Huishoudfolie
- Oven
- Boterkoekvorm (diameter 28 cm)

## Bereiding

- Klop de boter met de suikers en het zout tot een romig geheel.
- Meng de bloem erdoor en kneed het tot een samenhangend geheel.
- Bedek het deeg met huishoudfolie en laat het minimaal een uur rusten in de koelkast.
- Vet een boterkoekvorm in met wat boter.
- Druk het deeg in de vorm en maak de bovenkant plat.
- Bestrijk de bovenkant met het opgeklopte ei met melk en maak er met een vork een mooi ruitpatroon in.
- Bak de boterkoek in een voorverwarmde oven op 200 graden Celsius in ongeveer 20 minuten goudbruin en gaar.
- Laat de koek afkoelen voordat u hem in stukjes snijdt en serveert •

**Moeilijkheid:**



**Aantal personen:**

6-8

**Bereidingstijd:**

+/- 1,5 uur voorbereiding

+/- 20 min bakken

+/- 1 uur koelen



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

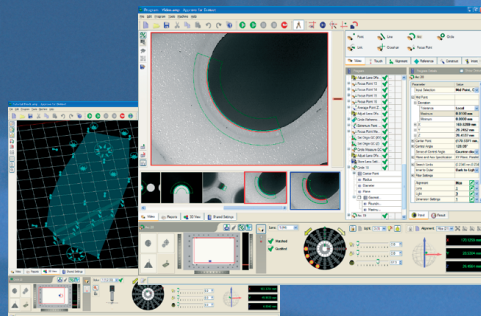
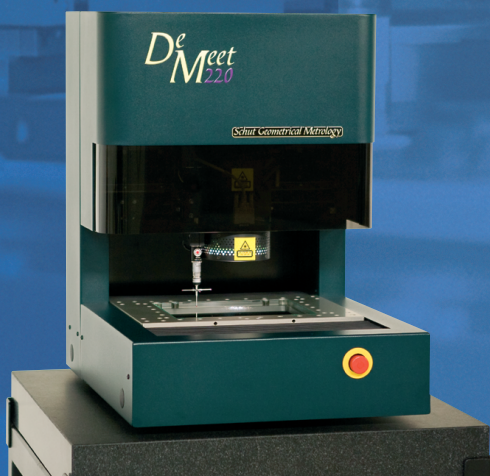
Aangezien we onze activiteiten uitbreiden, zijn we continu op zoek naar enthousiaste medewerkers om ons team te versterken. Als jij wilt werken in een bedrijf dat mensen met ideeën en initiatief waardeert, dan is Schut Geometrische Meettechniek de plaats. De bedrijfsstructuur is overzichtelijk en de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

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

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

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

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



**APPROVE**  
for De Meet

