

# perio\*diek

op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2011 nummer 1

56 41 80	Kolk W vd Zuiderzeestr 33 8531 KG	56 99 17	Kronmeyer P Fregat 9
56 30 82	Kolkman J B Wulp 11 8532 BM	56 41 61	Kroon P de Gemini 68
56 89 4	Kolman J F Grutto 10 8531 RC	56 20 56	Kropff-Stopar N E J Platte
56 12	Kolman S L 't Wijd 32 8531 AC	56 23 80	Kruise H Tjeukemeerstr 8
56 53	Koning G T Fregat 21 8531 AC	54 22 54	Kruithof Alco en Aagje S
56 89 4	Koning F J M de Heegermeerstr 16 8531 RR	56 43 33	Kruijshaar J H Strandloper 1
56 53	Konings Th C Gemini 40 8531 NP	56 22 40	Kruysdijk P F Sirius 42 8531 I
56 89 4	Koningsbruggen C van Fluessenstr 3	53 45 68	Krijger E Schoener 1
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 48 41	Krijnen Jan en Barbara Schoe
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 43 80	Kuipers J Gerben Bootsmastr 1
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 96 03	Kuiper J Wulp 16 8532 BM
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 57 91	Kuiper T Bosruiter 41 8531 K
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 97 32	Kuipers T Corn Houtmanstr 7 85
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	53 31 08	Kuipers F R Gaffelaar 4 8531 DD
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	60 57 89	Kuipers Bouke Grote Beer 41 8531
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 04 06	Kuipers W Jacob de Rookstr 22 853
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 62 29	Kuipers F T Leeuwerik 8 8532 AW
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 40 25	Kuipers B Lijnbaan 63 8531 JN
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 23 71	Kuipers J Orion 27 8531 ND
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 40 92	Kuipers B Pampusstr 12 8531 KA
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 99 94	Kuipers T Parkstr 98 8531 KC
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 35 73	Kuipers I Pollux 20 8531 MW
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	53 32 33	Kuipers M M Slachdrompel 30 8531 NW
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 46 50	Kuipers J Spaanderbank 13 8531 LZ
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 42 73	Kuipers R P W Tjeukemeerstr 10 85
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 34 36	Kuipers A H Trintel 4 8531 PG
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 55 68	Kuipers T J Unkersstr 73 8531 PH
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	53 43 33	Kuipers H Villa 1
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 44 41	Kuipers J
56 89 4	Koninkrijkszaal van Jehovah's Getuigen	56 27 95	Kuipers

# Inhoud

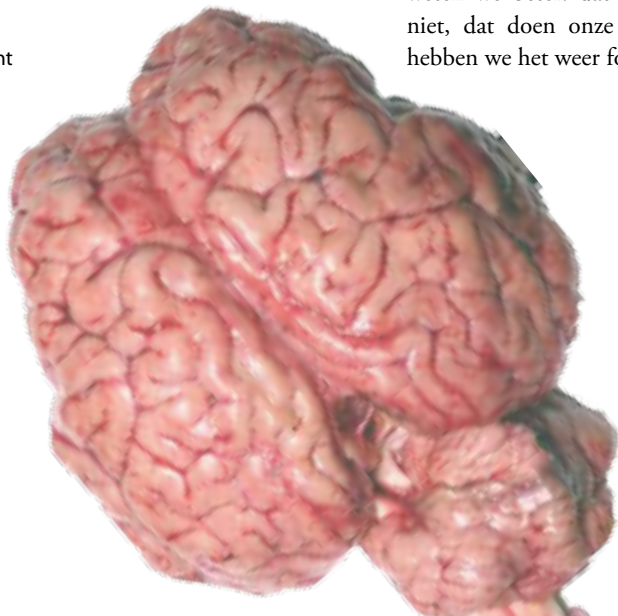
## 14 Natuurkunde in het ziekenhuis

Studeren is leuk, maar wat ga je hierna doen? Als natuurkundige kun je best in het ziekenhuis terecht komen, maar wat zijn dan je taken?



## En verder

- 4 In het nieuws
- 11 Waarom Wolter in Wolvega woont
- 16 Studeren in het buitenland
- 18 Zoeken naar de grens van UV
- 20 The Elements of Euclid
- 22 Ronniy's Receptenhoekje
- 24 Beyond SQL
- 30 Breinwerk



## 6 Bijbelse thema's in de fysica

Geloof en wetenschap gaan niet samen, wordt vaak stellig gezegd. Er zijn echter ook interessante overeenkomsten te vinden, waarvan er in dit artikel een paar uiteen zijn gezet.

## 32 Embodied Cognition

Vroeger geloofde men dat ons hart het centrum van alles was en ons lichaam bestuurde. Tegenwoordig weten we beter: dat doet ons hart niet, dat doen onze hersenen. Of hebben we het weer fout?

## 28 Marie Curie

Marie Curie was de eerste vrouw die een nobelprijs won, de eerste persoon die er zelfs twee won en de eerste vrouwelijke professor aan de Parijse Universiteit. Deze strever had echter ook wat sappige schandaaltjes op haar naam staan.



## Van de redactie

**D**ouchen is ontspannend. Mochten mijn huisgenoten het toelaten, dan zou ik uren onder de douche staan tot ik rimpelig ben. Ik denk dat die ontspanning voortkomt uit de combinatie warmte, stoom en een gebrek aan veel geluiden. Hierdoor kun je je even wegtrekken uit drukte van het dagelijkse leven en aan niets denken, of juist vanuit een andere hoek je huidige ideeën over de wereld te bekijken. Wat je dan misschien op zou kunnen vallen is dat religie en wetenschap helemaal niet zo onmengbaar zijn als je in eerste instantie denkt. Ook kunnen denkbeelden binnen de wetenschap veranderen. Binnen

de psychologie en de medische wetenschappen is er namelijk een stroming in opkomst die beweert dat cognitie zich in meer dan alleen de hersenen bevindt.

Soms denk ik ook na over mijn toekomst. Misschien ga ik later werken in het ziekenhuis of bij een bedrijf als ASML. Of zal ik mijn Masteronderzoek doen in Los Angeles? Wie weet, doe ik het allemaal. Het enige wat ik nu zeker weet, is dat deze Perio die hier voor je ligt, weer klaar is. En ik nu urenlang onder de douche kan staan.

— Ronniy

Redactie Marion Dam, Ronniy Joseph, Paulus Meessen, Susan Klooster, Herbert Kruitbosch, Bart Visser.

Scribenten Peter van Abswoude, Roel Andringa, Hendrik Wietze de Haan, Marcel Segbers.

Met dank aan Femke van Seijen, Auke Noordam.

Adverteerder Philips (p. 10), Studystore (p. 21).

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

Oplage 1200 stuks

Druk Scholma

ISSN 1875-4546

De Periodiek is een uitgave van de Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging en verschijnt vijf 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@mf.nl](mailto:perio@mf.nl).

## In het nieuws

### Foto's voor blinden

Blinden hebben niet zoveel aan foto's. Om hen toch ook te laten profiteren van alle technologische revoluties, heeft de Universiteit van Arizona een systeem ontwikkeld dat van een portretfoto een zwart-wit-foto maakt, op zo'n manier dat blinden het kunnen gebruiken om gezichten te voelen op papier. Het maakt een lijnenpatroon van de contouren van het gezicht. Ook worden er lijnen toegevoegd voor rimpels en stippenpatronen voor de kleur. Zo kan een lijnentekening gemaakt worden van het gezicht en kunnen blinden het voelen.

kennislink.nl

### Een liefdevolle partner werkt je tegen

Vaak wordt gedacht dat geliefden helpen om jou gemotiveerd te houden. Je zou denken dat je je goede voornemens bijvoorbeeld beter volhoudt met steun van je partner. Uit een onderzoek gepubliceerd in *Psychological Science* blijkt echter dat de liefde van een partner je motivatie juist kan ondermijnen en je er sneller toe aan kan zetten om te sogggen. De verklaring zit in het onbewuste vertrouwen op iemand anders om je doelen vooruit te kunnen schuiven, wat *self-regulatory outsourcing* wordt genoemd. Steun van je partner is echter wel goed voor het verspreiden van je energie over meerdere doelen.

sciencedaily.com

### Nieuwe 'bewoonbare' planeten

De Kepler-missie van de NASA heeft zijn eerste planeten gevonden die ongeveer even groot zijn als de aarde. Ze liggen in de bewoonbare zone, waar vloeibaar water zou kunnen bestaan op het oppervlak. Er zijn vijf mogelijke planeten gevonden, die rond een kleinere, koudere ster dan onze zon draaien. Er wordt nog verder onderzoek gedaan om te kijken of het daadwerkelijk planeten zijn.

sciencedaily.com

### Chimpansee's rouwen om hun doden

Er is vrij weinig bekend over de manier waarop dieren omgaan met de dood. Het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek in Nederland besloot daarom onderzoek te doen naar chimpansees, de meest naaste familie van de mens. Uit nauwkeurige observaties denken wetenschappers te kunnen concluderen dat deze aapsoort rouwt om zijn doden. Tenminste, moeders rouwen om hun dode kinderen. Het gedrag dat zij rond dode kinderen vertonen, is namelijk anders dan richting levende en best ongebruikelijk. Zo raken moeders met hun vingers de nek van de dode aan, of gaan ze vanaf een afstandje naar het levenloze lichaam kijken. Dit kan komen door de hechte band die moederchimpansees met hun kinderen hebben, doordat ze tot wel zes jaar hun kinderen voeden. De weten-

schappers hopen hiermee beter antwoord te krijgen op de vraag hoe dieren met de dood omgaan.

sciencedaily.com

### Megatouchscreen van de RUG

Dacht je dat het scherm van je iPad een groot touchscreen had? De RUG heeft sinds kort een gekromd touchscreen, ter grootte van een bioscoopscherm in gebruik. Het scherm is gekromd, omdat mensen zich dan beter in kunnen leven in de beelden. Het scherm kan tot 100 aanrakingen tegelijk verwerken. Bij meer aanrakingen wordt hij trager. Het gaat gebruikt worden om onderzoek te doen naar interactiemethodes. Met een scherm van zo'n formaat verandert namelijk de manier waarop mensen interactie aangaan met data en andere mensen en hier zal onderzoek naar worden gedaan.

rug.nl



### IBM speelt weer spelletjes

Nadat de toenmalige wereldkampioen schaken Garry Kasparov in 1997 het onderspit moest delven tegen supercomputer Deep Blue 2 zocht IBM een nieuwe uitdaging. Deze vonden ze in het Amerikaanse quizspel Jeopardy! Tussen 14 en 16 februari slaagde IBM's

## Leuke nieuwtjes uit de wondere wereld der wetenschap

nieuwste supercomputer Watson erin om in drie rondes te winnen van twee oud-kampioenen van de quizshow. De algoritmen en rekenkracht van de computer stelde Watson in staat om antwoord te geven op de vaak cryptische en humoristische quiz-vragen. IBM wil Watson nu gaan inzetten om medische diagnoses te stellen.

tweakers.net



### Met je hoofd tegen de koelkastdeur

Je hoofd tegen de koelkastdeur slaan zou positieve resultaten kunnen hebben op je leerprestaties, als je met de magneten op je koelkastdeur maar de juiste hersengebieden weet te activeren. Onderzoekers aan de Ruhr-Universität Bochum hebben dit ook gedaan bij ratten, zonder het gebruik van koelkastgeweld. Dit deden ze door bepaalde delen van het brein te onderdrukken met magneetvelden waardoor de beestjes beter in staat zijn nieuwe trucjes te leren.

gizmag.com

### Universele USB

Steek jij ook altijd de USB-stekkers verkeerd om in je poort? Dan is er goed nieuws, er bestaat een USB-stekker die altijd in de poort

past. Een schuifstelsel zorgt ervoor dat de plug zichzelf aanpast aan de oriëntatie van je poort. Het gaat hier helaas nog wel over een conceptontwerp dus voorlopig zul je nog naar de locatie van het USB-logo op je stekker moeten kijken.

gizmag.com

### Hersenen uitlezen

Er zijn grote stappen voorwaarts gemaakt in de mogelijkheid om de hersensignalen in je spraakcentrum uit te lezen. Hoewel het tot nu toe slechts mogelijk is om onderscheid te maken tussen een beperkt aantal vooraf gekozen woorden, biedt dit onderzoek perspectief om in de toekomst 'gedachtenlezen' te ontdoen van zijn aanhalingstekens. Patiënten die volledig verlamd zijn, zouden op deze manier weer hun spraakvermogen terug kunnen krijgen.

gizmag.com



### 3D-geluid

Nu de 3D-films steeds populairder worden, kan het geluid natuurlijk niet achterblijven. We kennen al jaren surround-sound waarbij je met een grote hoeveelheid spea-

kers kunt horen van welke kant het geluid komt. Professor Edgar Choueiri van Princeton University heeft nu een algoritme ontwikkeld dat crosstalk tussen twee geluidsbronnen kan voorkomen. We kunnen nu met slechts twee gewone speakers ons gehoor de illusie geven dat een vlieg rond je hoofd vliegt en op je oor land. Een demo hiervan is te vinden op de website van het princeton 3D3A lab.

<http://www.princeton.edu/3D3A/>

### Antigeluid tegen tandartsboor

Sommige mensen halen met gemak hun nagels over een krijtbord of maken hun tanden schoon met de punt van een vork. Gelukkig hoeven we het geluid van een tandartsboor niet meer aan deze opsomming van tergende geluiden toe te voegen. Geïnspireerd door de technieken die in de auto-industrie worden gebruikt om het lawaai van de banden op de weg te onderdrukken heeft een professor van King's College London een apparaat ontwikkeld dat het geluid van een tandartsboor onderdrukt en ervoor zorgt dat je naar een muziekstuk of de bemoedigende woorden van je tandartsassistent kunt luisteren.



# Bijbelse thema's in de fysica

DOOR ROEL ANDRINGA

Tegenwoordig hebben veel mensen het idee dat de Bijbel en de wetenschap qua gedachtegoed lichtjaren uit elkaar liggen. Daarom is het aardig om eens de 'overeenkomsten' tussen bijbelse ideeën over 'de schepping' te vergelijken met heersende opvattingen in de fundamentele natuurkunde.

Genesis: de schepping

Het scheppingsverhaal beschreven in het bijbelboek Genesis kent een paar hoofdthema's. Het eerste thema wat aangestipt zal worden is die van de schepping zelf. Het scheppingsverhaal begint als volgt [1]:

*"In het begin schiep God de hemel en de aarde. De aarde was nog woest en doods, en duisternis lag over de oervloed, maar Gods geest zweefde over het water."*

De hemel en de aarde worden geschapen in een woeste begintoestand. De *Enuma Elisj*, het scheppingsverhaal van de Babyloniërs, wat nogal wat overeenkomsten bevat met dit Joodse scheppingsverhaal [2], verhaalt over een 'oerchaos'. Het verhaal gaat verder:

*"God zei: 'Er moet licht komen,' en er was licht. God zag dat het licht goed was, en hij scheidde het licht van de duisternis; het licht noemde hij dag, de duisternis noemde hij nacht. Het werd avond en het werd morgen. De eerste dag."*

Zoals recentelijk nog door Ellen van Wolde werd benadrukt, maar wat in rabbijnse traditie al eeuwenlang gesuggereerd wordt, scheidt God hier door te scheiden [3]. Vanuit een begintoestand die vormloos lijkt te zijn worden de belangrijke elementen van de schepping gecreëerd. Wat hier opvalt is de vertaling die je in veel Nederlandse bijbels zult tegenkomen. In veel vertalingen, zo ook in [1], eindigt het vers met 'De eerste dag'. Dit is *niet* wat er letterlijk staat [5]. Letterlijk staat er: 'Dag één', in het Hebreeuws *jom echad*. *Echad* betekent 'één', maar ook 'eenheid' of 'uniek zijn'. Op die manier wordt het gebruikt in Deuteronomium 6, wanneer God via Mozes het volk Israël toesprekt met de woorden: "Hoor Israël, God onze God, God is *echad*."

De daarop volgende dagen in het scheppingsverhaal worden echter wel met ordinalen aangeduid: 'de tweede dag, de derde dag...'. Dat suggereert wellicht dat de auteur van dit scheppingsverhaal die eerste dag benadrukte als de dag waarop de schepping nog een eenheid, oftewel *echad* was. Zo gaat het verhaal verder, tot en met de zevende dag. Daarna worden Adam en Eva gecreëerd naar Gods evenbeeld, in tegenstelling tot de dieren die naar hun soort zijn geschapen.

Het volgende thema wat interessant is, is de zogenaamde zondeval. Deze zondeval beschrijft nog eens een overgang, maar dit keer van een ideale wereld zonder zonde naar een wereld met zonde. Adam en Eva wonen in de tuin van Eden ('plezier') en alles lijkt koek en ei. Totdat het kwaad, in de vorm van de slang, Eva verleidt tot het eten van de vrucht van een boom. Niet zomaar een boom: de boom in het midden van de tuin, die kennis zal verschaffen over goed en kwaad. Eva zwicht en eet de vrucht, en neemt haar man Adam mee in haar dwaasheid. De consequenties zijn vergaand: God stuurt Adam en Eva de tuin uit, zodat ze niet ook nog eens van de boom van het eeuwige leven kunnen eten opdat ze zoals God kunnen worden.

Vooraf in de Christelijke traditie was dit verhaal een verklaring voor het kwaad en onrecht in de wereld<sup>1</sup>. Een toestand van onenigheid wordt zo verklaard vanuit de breking van een harmonieuze toestand: de tuin van Eden.

<sup>1</sup> Om Tertullianus, een bekend kerkvader, aan de vrouwen in zijn gemeente, te citeren: "Weten jullie dat elk van jullie een Eva is? De toorn Gods rust op jullie geslacht tot op deze dag; en jullie schuld zal noodzakelijk blijven voortbestaan. Jullie zijn de poorten van de duivel. Jullie hebben zelf de vloek van die boom over je uitgeroepen. Jullie waren de eersten die de wet van Mozes overtraden. En jullie waren het die hem hebben verleid toen de duivel dat zelf niet durfde; jullie hebben Adam, het beeld van God vernietigd." [6]

Symmetrieën en symmetriebreking

Symmetrieën spelen een erg belangrijke rol in de fundamentele natuurkunde. Zoals de natuurwetten de gebeurtenissen ordenen, zo ordenen de symmetrieën de natuurwetten. In het standaardmodel beschrijf je interacties door abstracte, interne symmetrieën uit te breiden naar symmetrieën die je 'ijksymmetrieën' noemt [7]. Het behoud van energie en impuls schrijft men bijvoorbeeld toe aan symmetrieën van de ruimtetijd. In snaartheorie speelt conforme symmetrie op het oppervlak wat de snaar traceert in de ruimtetijd een cruciale rol. Conforme symmetrie is de invariantie onder ruimtetijd herschalingen zodat er geen intrinsieke lengteschaal bestaat. Het behoud van deze symmetrie na het kwantiseren vertelt je hoeveel dimensies de ruimtetijd heeft en wat de bewegingsvergelijken zijn van de deeltjes die we als excitaties van de snaar beschrijven [8].

Wat daarbij opvalt is dat ook situaties die 'niet' symmetrisch zijn, vaak vanuit symmetrie-aannames worden beschreven: de symmetrie is/was er in bepaalde gevallen wel, maar is verbroken. Zo blijkt het standaardmodel, de theorie die subatomaire interacties beschrijft via de eerder genoemde ijksymmetrieën, veel moeite te hebben met het feit dat deeltjes massa hebben. Deze massatermen neigen er namelijk naar om die ijksymmetrie te verbreken. De oplossing? Er wordt een veld geïntroduceerd, wat er voor zorgt dat de 'grondtoestand' van de theorie de symmetrie verbreekt. De deeltjes van het standaardmodel vreten als het ware de vrijheidsgraden van dit veld op om massa te verkrijgen, en er blijft één vrijheidsgraad over: het illustere Higgsdeeltje. Zo kun je toch massatermen in de theorie introduceren zonder direct de ijksymmetrie te verbreken.

Een ander voorbeeld is supersymmetrie [9], een vermeende symmetrie tussen de deeltjesklassen die we 'bosonen' en 'fermionen' noemen. Elk boson en fermion heeft een superpartner, waarbij de superpartner dezelfde massa heeft als het deeltje zelf. Het is wiskundig gezien een prachtige symmetrie en snaartheorie zou er moeilijk zonder kunnen. Als we de symmetrie

voor waar aannemen, moeten we echter stellen dat ze toch in elk geval 'gedeeltelijk' verbroken is. De voorspelde superpartners worden namelijk niet waargenomen.

Een laatste voorbeeld komt uit de kosmologie. Het heelal ziet er op grote schalen homogeen en isotroop uit: een symmetrie van de ruimtetijd. Deze symmetrie ziet men ook terug in de kosmische achtergrondstraling. Echter, we weten dat het vroege heelal niet 'exact' deze symmetrieën kan hebben gehad. Anders was materie nooit gaan samenklonteren tot sterrenstelsels. De symmetrie moet dus verbroken zijn en in dit geval denkt men dat dit komt door kwantumfluctuaties die minieme instabiliteiten veroorzaakten in het vroege heelal. Zonder deze minieme instabiliteiten zouden wij nooit gevormd zijn zodat we miljarden jaren later dit soort vragen kunnen stellen.

In alle voorbeelden wordt een niet-harmonieuze toestand beschreven als de breking van een harmonieuze toestand: Eva die niet van de vrucht kon afblijven.

Een universum uit het niets

Een ander idee waar veel mensen graag mee dweepen is het idee dat het universum uit het 'niets' is ontstaan. In de Joodse en Christelijke filosofie staat dit idee bekend als *creatio ex nihilo*. Hoewel de kosmologie op dit moment bitter weinig kan zeggen over het ontstaan van het universum, is het idee zelfs in Hawkings nieuwste boek *The grand design* nogal aanwezig:

*"Because there is a law such as gravity, the Universe can and will create itself from nothing. Spontaneous creation is the reason there is something rather than nothing, why the Universe exists, why we exist. It is not necessary to invoke God to light the blue touch paper and set the Universe going."* [10]

Het idee dat de schepping uit het niets is gevormd, is niet echt bijbels. Eén van de weinige bijbelse teksten hierover vinden we in het Deuterocanonieke boek: 2 Makkabeëën. Daarin houdt een moeder, wiens zeven kinderen al ter dood gebracht zijn in opdracht

van Antiochus en zelf ook op het punt staat te sterven, een toespraak. Met de dood op de hielen slaat ze op de filosofietoer:

*“Nu vraag ik je, mijn kind, kijk naar de hemel en de aarde en alles wat ze bevatten, en besef dat God dit alles niet gemaakt heeft uit iets dat al bestond, en weet dat ook de mensheid op dezelfde wijze ontstaan is.”*

Het scheppingsverhaal in Genesis impliceert dit nergens; je zou het eerste vers uit het verhaal ook kunnen vertalen als *“In het begin, toen God de hemel en aarde schiep...”* Het begin van wat blijft dan onduidelijk; het kan net zo goed het begin van het scheppen zelf zijn. Het is vooral de voor het Christendom immens belangrijke kerkvader Augustinus geweest die de doctrine van de *creatio ex nihilo* naar voren schoof in de Christelijke theologie; in het Jodendom heeft het idee nooit een prominente plaats gehad, om de eerder genoemde redenen.

Toch heeft Augustinus interessante gedachten gehad over ruimte en tijd. Griekse filosofen als Parmenides wierpen de vraag op waarom het universum op een tijdstip A gecreëerd zou zijn en niet op een tijdstip B. Augustinus reageerde daarop in zijn werk *‘De civitate dei’*:

*“But why did it please the eternal God to create heaven and earth at that special time, seeing that He had not done so earlier? ... Now, it does not follow that it was by chance rather than by a divine reason that God localized the world in this spot instead of in another, even though no human reason can comprehend the divine reason and although this particular place has no special merit that it should be chosen in preference to an infinite number of others. Nor, in the same way, does it follow that we should suppose that it was by accident that God created the world at that specific time rather than before, even though previous times had been uniformly passing by throughout an infinite past and there was no difference which would cause this time to be chosen in preference to another... it is silly to excogitate a past time during which God was unoccupied, for the simple reason that there was no such thing as time before the universe was made.”* [11]

Met andere woorden: Augustinus schoof als verklaring naar voren dat ruimte en tijd tegelijk gecreëerd werden met de rest van de schepping en niet als container functioneerden waarin de schepping plaatsvond. Een idee wat kosmologen toch aantrekkelijk in de oren moet klinken.

### Eén unieke theorie

Het Jodendom was waarschijnlijk de eerste monotheïstische religie. In het oude testament wordt opgeroepen om één God te aanbidden. Hierbij wordt overigens het bestaan van andere goden nog niet ontkend, een opvatting die ook wel henotheïsme genoemd wordt. Marcelo Gleiser, een Braziliaanse astrofysicus, schuift in zijn nieuwste boek [13] het idee naar voren dat de wetenschappelijke zucht naar één fundamentele, unieke theorie die allesverklarend zou zijn qua verwachtingen, overeenkomsten bevat met het monotheïsme. Bij het monotheïsme kun je als criticus de vraag stellen: waarom is er eigenlijk slechts één God, en niet twee, tien, een heel elftal of tachtig? Op dezelfde manier kun je deze vraag stellen in de fundamentele natuurkunde over het bestaan van een unieke fundamentele theorie.

Fysici hebben zo natuurlijk hun redenen om te geloven dat de natuur zich laat unificeren op bepaalde energieschalen. Eén reden is dat volgens het standaardmodel op een bepaalde energieschaal de koppelingconstanten<sup>2</sup> van de drie fundamentele krachten bijna aan elkaar gelijk worden. Dat dit ‘bijna’ is, en niet volledig, is geen verrassing: het standaardmodel wordt gezien als een effectieve theorie, die op hoge energieschalen correcties nodig zal hebben. Supersymmetrie bevordert deze samenkomst van de drie koppelingsconstanten. Dat is een indicatie dat deze drie krachten zich op hoge energieschalen laten beschrijven

<sup>2</sup> De naam koppelingsconstante is in die zin nogal ongelukkig. De sterkte van een interactie, bijvoorbeeld de elektromagnetische, hangt af van de energieschaal waarop je het proces bekijkt. Dit is het gevolg van kwantumfluctuaties, oftewel lusprocessen. Hoe de koppelingsconstanten precies afhangen van de energieschaal wordt beschreven door de zogenaamde renormalisatiegroep, of *RG-group*.

als één kracht, en op lagere energieschalen deze symmetrie wordt verbroken. De grote successen uit het verleden omtrent unificatie zouden dan bijna impliceren dat zwaartekracht hier ook aan toegevoegd kan worden. Als dit al mogelijk is, dan is het de vraag of deze unificatie uniek zal zijn. Waarom niet twee wiskundig mogelijke unificaties, of tachtig? Of, zoals snaartheorie op dit moment lijkt te impliceren, 10<sup>1500</sup>? Het idee van één unieke theorie die zich laat blootleggen via wiskundige consistentie kan heel aantrekkelijk zijn, maar is het realistisch?

### Religie en wetenschap

In hoeverre religieus gedachtegoed en religie onze wetenschap heeft beïnvloed zou een heel artikel op zich zijn [12]. Het is in elk geval goed om het religieuze denken niet altijd lijnrecht tegenover het wetenschappelijke denken te zetten en open te staan voor eventuele overeenkomsten. Eén reden daarvoor is dat het goed mogelijk is dat, hoewel de wetenschappelijke methode om onze wereld te leren kennen behoorlijk verschilt van de religieuze methode,

beide methodes wellicht voortvloeien uit één enkele eigenschap van de mens: haar verwondering over die overweldigende natuur. Overeenkomsten proberen te vinden tussen wetenschappelijk en religieus denken kan dan een manier zijn om dieper na te denken over de fundamenten van ons (wetenschappelijk) denken. •

### Referenties

- [1] Bijblijb.net, De Nieuwe Bijbelvertaling
- [2] Karen Armstrong, “Een geschiedenis van God”
- [3] Ellen van Wolde, “Terug naar het begin” (oratie)
- [4] Jitschak Dasberg, vertaling van de Thora (Choemasj)
- [5] Biblia Hebraica Stuttgartensia (grondtekst Tenach)
- [6] Tertullianus, De Cultu Feminarum, I.I – 2
- [7] Michael Peskin en Daniel Schroeder, “An introduction to quantum field theory”
- [8] Joseph Polchinski, “String theory, vol.1+2”
- [9] Ian J. R. Aitchison, “Supersymmetry and the MSSM: An elementary introduction”
- [10] Stephen Hawking en Leonard Mlodinow, “The Grand Design”
- [11] Augustinus, “De stad van God” (De civitate dei)
- [12] James Hannam, “Christianity and the rise of science”
- [13] Marcelo Gleiser, “A Tear at the Edge of Creation: A Radical New Vision for Life in an Imperfect Universe”





## Techniek die het leven eenvoudiger en aangenamer maakt

---

Bij Philips in Drachten zijn we ervan overtuigd dat technologie tegelijk zinvol en eenvoudig moet zijn. Wij brengen dat dagelijks in de praktijk met de ontwikkeling en productie van producten als de shaver, stofzuiger, Senseo, Wake-up Light en Airfryer. Producten die het leven van mensen vereenvoudigen en veraangenamen.

**Groei mee met Philips.** Kom werken bij een innovatief bedrijf dat een verschil maakt in de gezondheid en het welzijn van mensen. Je gaat deel uitmaken van één van de grootste ontwikkel- en productiecentra van Philips. Op deze site werken 2000 medewerkers, waaronder 600 ontwikkelaars van meer dan 35 verschillende nationaliteiten. De samenwerking in multidisciplinaire teams binnen de onderdelen High Impact Innovation Center, Innovation Personal Care, Innovation Domestic Appliances en Shaver Production Center biedt interessante loopbaanmogelijkheden.

Meer weten over een mogelijke start van je carrière?

Bezoek dan [www.philips.com/careers](http://www.philips.com/careers) of [www.philips.com/engineers](http://www.philips.com/engineers)

voor traineeships, stages of een vaste baan, er is altijd wel een start die bij je past.

**PHILIPS**  
sense and simplicity

# Waarom Wolter in Wolvega woont

DOOR MARION DAM

In de media kom je het vaak tegen: achternamen die te maken hebben met het beoefende beroep. Familiebedrijf de Wit is een witgoedhandel, mevrouw Graat heeft een viswinkel. Toen laatst op tv mevrouw Café voorbij kwam als horeca-coach, rees de vraag: is er een wetenschappelijk bewezen verband tussen achternaam en beroep?

**D**e oude Romeinen hadden al een mooie uitdrukking voor dit verschijnsel. *Nomen est omen*, riepen ze graag, wat betekent: de naam is een voorteken. De Romeinen waren er al van overtuigd dat de naam die je gegeven was, iets zei over het lot dat je te wachten stond. Nu hadden zij geen statistiek of bevolkingsregisters om zoiets daadwerkelijk te onderzoeken. Tegenwoordig kan dat wel, en blijken er verrassende resultaten uit te komen.

Een verband?

Timmer is een veelvoorkomende achternaam. Als meneer Timmer dus timmerman wordt, lijkt dat toevallig, omdat er vast relatief gezien net zoveel Timmers tandarts of leraar zijn. Hoe meneer Timmer aan z'n achternaam komt, ligt aan zijn voorvader. Ten tijde van Napoleon, rond 1811, moesten onze voorvaders namelijk verplicht een achternaam opgeven die officieel geregistreerd werd. Als men een patroniem (Janssen, zoon van Jan) niet leuk genoeg vond, kon iemand zichzelf nog naar zijn woonplaats (Van Doorn), een uiterlijk kenmerk (De Lange) of zijn beroep vernoemen. Toen was het verband dus duidelijk. Tegenwoordig, tal van generaties later, zou je denken dat er geen verband meer te vinden is tussen achternaam en beroep.

Drie sociaal-psychologen van de State University of New York hebben dit verschijnsel onderzocht. Ze lieten statistiek los op gegevens over de woonplaats, beroep en naam van duizenden mensen en hieruit bleek onder andere dat mensen ongewoon vaak in gebieden wonen waarvan de naam overeenkomsten vertoont met hun naam, zoals de familie Drenth die in Drenthe woont. Niet alleen de achternaam speelt hier een rol: er blijken bovengemiddeld veel mensen

met de voornaam Louis in het Amerikaanse St. Louis te wonen. Zowel voor- als achternamen lijken ook de keus van het beroep te beïnvloeden. In Amerika zijn de namen Denise en Dennis oververtegenwoordigd in de beroepsgroep tandartsen, vanwege het Engelse woord ervoor: dentist.

Het onderzoek

Voor hun onderzoek hebben de mannen de gegevens van de *Social Security Death Index*, de SSDI, bekeken. Dit is online beschikbaar en bevat gegevens van 66 miljoen overleden Amerikanen die een sofinummer hadden.

In tabel 1 staan de resultaten van een onderzoek waarbij eerst de 40 grootste steden in de US zijn bepaald. Vervolgens is gekeken naar de 100 meest voorkomende vrouwennamen die minimaal 3 letters delen met de namen van de steden. Omdat de populariteit van verschillende voornamen verandert met de tijd, zijn hieruit twee geschikte Europees-Amerikaanse vrouwennamen gekozen die het best gematcht konden

Stad	Voornaam: vrouwen		
	Mildred	Virginia	Totaal
Milwaukee	865 (806)	544 (603)	1409
Virginia Beach	230 (289)	275 (216)	505
Totaal	1095	819	1914
Stad	Voornaam: mannen		
	Jack	Philip	Totaal
Jacksonville	436 (288)	111 (259)	547
Philadelphia	968 (1116)	1153 (1005)	2121
Totaal	1404	1264	2668

TABEL 1 Het aantal mensen in een bepaalde stad als functie van iemands voornaam. De verwachte waarden staan tussen de haakjes.

worden. Hetzelfde is vervolgens gedaan voor de mannen. Het valt op dat er meer Mildreds in Milwaukee wonen dan dat er verwacht zou mogen worden. Er wonen er 865, terwijl de verwachtingswaarde van het aantal Mildreds in Milwaukee 806 is. Hetzelfde is te zien bij Virginia's in Virginia Beach en bij de mannen.

Valt hieruit al meteen te concluderen dat de mensen daar gingen wonen door hun naam? Nee, voor dit resultaat zijn meerdere verklaringen. Het zou ook kunnen dat ouders kinderen een naam geven aan de hand van het gebied waar ze wonen, zoals George die geboren is in Georgia. Daar heeft George zelf vrij weinig invloed op. Een onderzoek naar de achternamen zegt misschien dus meer. Resultaten van combinaties van groepen in achternamen die overeenkomen met staten van de US zijn weergegeven in tabel 2.

Op de diagonaal zijn de werkelijke waarden overal hoger dan de verwachtingswaarde, die tussen haakjes staat. Als de letters van de plaats in de achternaam voorkomen, wordt die achternaam blijkbaar oververtegenwoordigd. De woonplaats lijkt wel een verband te hebben met de naam van een persoon.

Hoe zit het met de beroepen? De vergelijking tussen

mensen met een naam die begint met *Den* of *La* en de beroepen *dentist* en *lawyer* (tabel 3) laat wel steeds zien dat als er overeenkomst is in een paar letters, dan zijn er wat meer van dan verwacht zou worden.

Gelijke resultaten worden ook gevonden als men kijkt naar de initialen van mensen en de beginletter van het vakgebied waar ze in werken: hier blijkt ook bovengemiddeld vaak een overeenkomst tussen te zijn. Zo werken mannen wiens naam met een H begint vaker in de hardware-industrie. Zelfs partnerkeuze wordt op zo'n manier beïnvloedt: er is verrassend vaak een grote overeenkomst in de namen van de partners.

#### Mensen zijn egoïstisch

De verklaring hiervoor is, volgens de drie onderzoekers, dat mensen egoïstisch zijn. Niet zomaar egoïstisch, maar impliciet egoïstisch. De uitslagen van hun onderzoek zien ze als bewijs voor het bestaan van deze vorm van egoïsme. Mensen ontkennen het zelf bijna altijd: meisjes die Virginia heten ontkennen dat ze in de staat Virginia zijn gaan wonen door hun naam. Waarschijnlijk doen ze dit dan ook niet bewust. Dan is het impliciet egoïsme: omdat de meeste mensen positieve associaties hebben over zichzelf, vinden veel

mensen dingen die qua naam met henzelf verbonden zijn, onbewust leuker dan dingen die niet op hun naam lijken. Onze naam representeert wie we zijn, de positieve gevoelens over jezelf worden overgedragen naar positieve evaluaties van onze naamletters. Dit effect is gevonden in veel verschillende landen met verschillende culturen en alfabetten.

Onze naam beïnvloedt dus belangrijke keuzes. Hoewel het bij bovenstaande resultaten duidelijker te zien is bij de woonplaats dan het beroep, laten andere onderzoeken zien dat daar ook wel degelijk een verband tussen is. Veel mensen wuiven het weg als onzin, maar veel psychologen denken dat het impliciet egoïsme wel degelijk bestaat en een rol speelt bij onze beslissingen.

Een term die al wat langer bekend is en hiermee verband houdt, is het naamlettereffect. Proefpersonen vinden woorden waarin veel letters van hun eigen naam terugkomen, over het algemeen mooier dan woorden zonder letters van hun naam. Dit werd in 1985 voor het eerst vastgesteld en later werd eenzelfde verschijnsel gevonden bij cijfers die te maken hadden met de geboortedatum van mensen. Sommige psychologen beweren dat deze verschijnselen voortvloeien uit

impliciet egoïsme.

Tegenargumenten zijn er natuurlijk altijd te vinden. Fervente fans van *random sampling* zullen beweren dat bovenstaande resultaten nauwelijks betrouwbaar zijn. De namen die in dit onderzoek zijn gebruikt, zijn ook niet random gekozen. De onderzoekers melden wel dat ze geen resultaten hebben weggelaten die hun hypothese niet ondersteunden, en dat ze de methode waarop ze hebben onderzocht, van tevoren hebben vastgesteld.

Dat Boudewijn Büch schrijver werd, mag volgens de onderzoekers dus geen louter toeval heten. De vraag is echter: welke keuzes maak jij doordat je heet zoals je heet? •

#### Referenties

- [1] Why Susie Sells Seashells by the Seashore: Implicit Egotism and Major Life Decisions uit Journal of Personality and Social Psychology, 2002, Vol. 82, No. 4, 469–487 door Brett W. Pelham, Matthew C. Mirenberg, and John T. Jones
- [2] [http://www.stat.columbia.edu/~gelman/stuff\\_for\\_blog/susie.pdf](http://www.stat.columbia.edu/~gelman/stuff_for_blog/susie.pdf)
- [3] [http://scienceblogs.com/mixingmemory/2007/04/the\\_nameletter\\_effect\\_or\\_why\\_c.php](http://scienceblogs.com/mixingmemory/2007/04/the_nameletter_effect_or_why_c.php)



Stad	Eerste letters van de achternaam								
	Tor	Vanc	Ott	Edm	Cal	Win	Ham	Lon	Totaal
Toronto	<b>836 (611)</b>	61	178	165	1646	1116	1923	914	6.839
Vancouver	114	<b>21 (19)</b>	38	48	316	322	467	192	1.518
Ottawa	104	24	<b>52 (50)</b>	37	303	240	553	217	1.530
Edmonton	111	23	85	<b>54 (48)</b>	377	361	576	193	1.780
Calgary	177	47	86	82	<b>409 (528)</b>	535	904	304	2.544
Winnipeg	150	20	82	45	259	<b>338 (287)</b>	508	157	1.559
Hamilton	98	22	45	23	238	236	<b>527 (434)</b>	176	1.365
London	81	22	50	46	328	289	480	<b>260 (201)</b>	1.556
Totaal	1.671	240	616	500	3.876	3.437	5.938	2.431	18.691

Beroep	Vrouwen		Mannen	
	<i>Den</i> namen	<i>La</i> namen	<i>Den</i> namen	<i>La</i> namen
Dentist	30 (21.4)	64 (72.6)	247 (229.7)	515 (532.3)
Lawyer	434 (442.6)	1512 (1503.4)	1565 (1582.3)	3685 (3667.7)

TABEL 3 Aantal mensen dat tandarts of advocaat is als functie van iemands voornaam, met de verwachte waarden tussen haakjes.

TABEL 2 Het aantal mensen dat in een specifieke Canadese stad woont als functie van iemands achternaam. Merk op dat de steden geordend zijn op basis van populatie. Wederom staan de verwachte waarden tussen de haakjes.



# Studeren in het buitenland

DOOR PETER VAN ABSWOUDE

Toen ik in september 2009 bij het Zernike Instituut aan mijn master Nanoscience begon, had ik al bedacht dat ik een groot deel van het tweede jaar in het buitenland wilde doorbrengen. Op deze manier zou ik mijn grenzen kunnen verleggen en kijken of ik misschien ook mijn PhD in het buitenland zou willen doen. Maar ja, 'het buitenland' is groot en als je moet kiezen, waar begin je dan te kijken?

Ik besloot dat het een goede eerste stap zou zijn om eens met een aantal hoogleraren binnen mijn interessegebied te gaan kletsen over hun werk, contacten en mogelijkheden. Iedereen wilde hier graag een half uurtje voor vrij maken en daardoor had ik een heel scala aan mogelijkheden. Na lang overwegen besloot ik dat het me het leukst leek om bij professor Petra Rudolf aan de slag te gaan in het kader van haar samenwerking met Pietro Musumeci aan de University of California Los Angeles (UCLA). Onderzoek naar tijdsopgeloste elektronendiffractie, dat klonk wel interessant! Bovendien leek Los Angeles me een geweldige plek om eens naartoe te gaan en had ik met een studiereis in de zomer van 2009 ook al een mooi bezoek gebracht aan UCLA.

Stap twee in het mogelijk maken van het studeren in het buitenland was het rond krijgen van de financiering. Doordat ik er mooi op tijd bij was, kon ik een aanvraag indienen voor het *Huygens Scholarship Program*, een door NUFFIC uitgevoerd en door het ministerie betaald fonds voor excellente studenten die naar het buitenland willen. De deadline hiervoor lag al op 1 februari. Het duurde even, maar eind april kwam dan het verlossende woord: ik kreeg deze prestigieuze beurs toegewezen, wat betekende dat mijn project door kon gaan!

Op 24 oktober 2010 was het dan eindelijk zo ver: uitgezwaaid door mijn familie en mijn vriendin nam ik op Schiphol het vliegtuig naar Los Angeles. Van tevoren had ik me al goed inge lezen in de tijdsopgeloste elektronendiffractie. Door elektronen op een materiaal te schieten en te kijken naar diffractiepieken, kun je veel leren over de eigenschappen van dit materiaal, vooral over symmetrie-eigenschappen in het kristalrooster.

Met zeer korte bunches elektronen kunnen processen in de tijd worden gevolgd, zoals al succesvol is aangetoond voor bijvoorbeeld het smelten van metalen. Een van de pioniers in dit veld is Nobelprijswinnaar Ahmed Zewail. Hij kreeg die prijs voor zijn werk in de *femtochemistry*, het veld waarin chemische processen op de femtosecondetijdschaal worden gevolgd met ultrasnelle laserpulsen. De methode waarmee we hier werken, maakt gebruik van de eigenschap dat een elektronenbundel een longitudinale spreiding heeft. Een met de frequentie van de elektronenpuls gesynchroniseerd magneetveld buigt een deel van de elektronen af, de vroege elektronen precies tegengesteld aan de late elektronen. Op deze manier maken we de longitudinale spreiding (in feite een weergave van het tijdsdomein) zichtbaar in de transversale richting. We kunnen veranderingen in het materiaal dus zichtbaar maken doordat bepaalde diffractiepieken ontstaan en verdwijnen in de tijd.

Tot op heden (halverwege mijn project) is er echter nog maar heel weinig van deze theorie in de praktijk gekomen. Het dagelijkse werk bestaat namelijk uit heel andere zaken. Zo hebben we voor een goed werkend elektronenkanon een goed vacuüm nodig, waar nogal wat bij komt kijken. Verder moeten de anode en de kathode extreem vlak en parallel zijn om een mooi coherente bundel te krijgen. De elektronenbundel wordt gecontroleerd met behulp van magneten, die handig bediend moeten worden. De gemeten eigenschappen van de bundel moeten vergeleken worden met de uitkomsten van simulaties. Al met al veel hand- en rekenwerk voordat we uiteindelijk mooie experimenten aan materialen kunnen gaan doen. In dit geheel werk ik samen met mensen wier primaire interesse op het gebied van de versnellerfysica ligt (de

groep heet *Particle Beam Physics Laboratory*), terwijl ik vooral geïnteresseerd ben in de eigenschappen van materialen. Dit geeft aanleiding tot leuke en interessante gesprekken. De groep is trouwens heel internationaal, mijn begeleider is een Italiaan, maar we hebben ook native Americans, Aziaten, een jongen uit Duitsland en mijn kamergenoot is een Griek. Erg leuk!

Natuurlijk is mijn leven hier ook wel breder dan alleen het onderzoek. Zo werd ik op Thanksgiving (25 november) uitgenodigd om met een Amerikaanse familie het traditionele diner mee te maken, een geweldige belevenis. Bovendien was de gastheer erin geslaagd om een kant van Amerika te laten zien die buitenlanders niet kennen, een bijbedoeling waarover hij heel eerlijk was. Hij was ontzettend gastvrij en het was leuk om met zijn familie te praten. Een andere erg leuke ervaring was mijn bezoek aan het *Getty Center*, een museum met vooral Europese kunst van de Middeleeuwen tot de vorige eeuw. Waar veel musea in Europa vrij donker en gesloten zijn (als je eenmaal binnen bent, blijf je de hele dag binnen), is het Getty Center juist heel open. De bezoeker wordt tussen de

bezoeken aan de verschillende delen van de gebouwen gedwongen naar buiten te gaan. Dat is bij de temperaturen die we doorgaans hebben heus geen straf, en bovendien geeft het ook weer energie voor de rest van het museumbezoek. Goed over nagedacht dus!

En dan ben ik, als ik dit schrijf, alweer over de helft van mijn verblijf hier in Los Angeles heen. Veel leuke dingen gedaan, veel geleerd, maar ook nog grote plannen. Zo komt over een paar weken een deel van mijn familie een weekje langs en gaan we naar een nationaal park. Ook ga ik eind maart een paar dagen naar San Diego. Verder hoop ik natuurlijk eindelijk aan de echte diffractie toe te komen, want daarvoor kwam ik hier! Langzamerhand ben ik ook steeds meer aan het nadenken over de toekomst. PhD? Waar? Groningen? Misschien hier? Ik weet het nog niet, maar ik hoop hier snel duidelijkheid over te hebben.

Lezers van dit stuk kan ik ten slotte alleen maar aanraden om ook een tijdje te studeren in het buitenland. Het verlegt je grenzen! En begin op tijd te zoeken naar een mooi project: het is het waard! •



# Natuurkunde in het ziekenhuis

## *Werken als klinisch fysicus in de nucleaire geneeskunde*

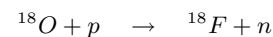
DOOR MARCEL SEGBERS

In de lente van 2008 mocht ik mijn master technische natuurkunde met specialisatie biomedische technologie afhalen in het Academieggebouw. Op 1 september van dat jaar ben ik begonnen aan de opleiding tot klinisch fysicus met het werkterrein nucleaire geneeskunde in het UMCG. Met dit stukje wil ik kort uitleggen wat de nucleaire geneeskunde inhoudt en hoe mijn opleiding tot klinisch fysicus eruit ziet.

Ik werk op de afdeling Nucleaire Geneeskunde en Moleculaire Beeldvorming in het UMCG, een relatief kleine afdeling met circa 80 medewerkers, waaronder zeven (klinisch) fysici. Onder de nucleaire geneeskunde vallen alle toepassingen van open radioactieve bronnen bij patiënten. Meestal zijn dit onderzoeken waarbij een patiënt een zogenaamde radioactieve tracer geïnjecteerd krijgt. Een radioactieve tracer is een stofje waaraan een radioactief atoom is bevestigd. Met behulp van een gammacamera of een PET-camera (zie figuur 2) kan de verdeling van deze radioactieve tracer in het lichaam in 2D en 3D zichtbaar gemaakt worden. Op deze manier kunnen verschillende fysiologische processen in het lichaam bekeken worden.

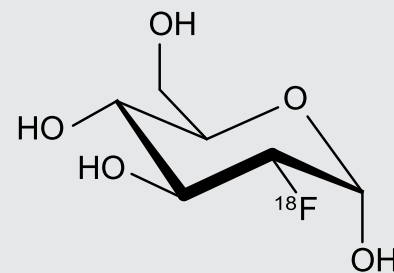
Een voorbeeld van zo'n fysiologisch proces is de glucosetofwisseling in cellen en weefsels. Voor het zichtbaar maken van de glucosetofwisseling wordt  $^{18}\text{F}$ -FDG gebruikt (zie figuur 1). Deze tracer is eigenlijk een eenvoudig glucosemolecuul, waaraan een  $^{18}\text{F}$  atoom gekoppeld is. Glucose wordt vooral opgenomen in lichaamsdelen die veel energie verbruiken, zoals het hart en de hersenen, maar ook door snel groeiende tumoren. Op een PET-scan, die een uur na een injectie van  $^{18}\text{F}$ -FDG gemaakt wordt, zijn deze lichaamsdelen en dus ook de tumoren goed zichtbaar. Een  $^{18}\text{F}$ -FDG PET-scan is momenteel een van de gevoeligste methoden om uitzaaiingen van tumoren op te sporen, veelal gevoeliger dan de meer bekende technieken als CT en MRI. De tracer wordt op onze afdeling in laboratoria geproduceerd (zie figuur 3). Voor het maken van de tracer is  $^{18}\text{F}$  nodig. De productie hiervan gebeurt in

onze eigen cyclotron, door protonen te schieten op zwaar water. Dit leidt vervolgens tot de vergelijking:

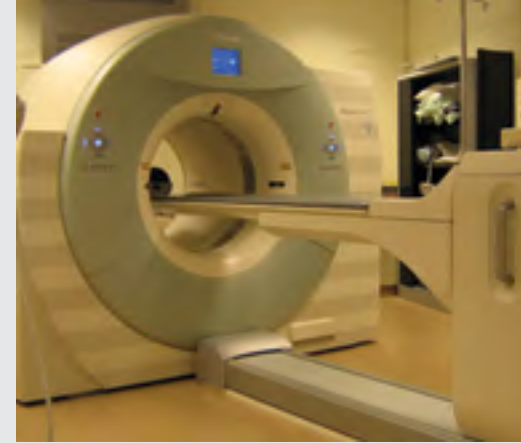


Een radiochemicus kan met een aantal scheikundige reacties het gewenste  $^{18}\text{F}$ -FDG molecuul produceren. Een apotheker moet dan zijn/haar goedkeuring geven, voordat het geïnjecteerd mag worden in patiënten. Dit alles moet vrij snel gebeuren, omdat  $^{18}\text{F}$  een halfwaardetijd heeft van twee uur.

Voor het verkrijgen en toepassen van  $^{18}\text{F}$  worden een aantal bewerkingen gedaan door de werknemers (productie, tracersynthese, injectie in patiënten etc.). Dit alles moet op een veilige manier gebeuren. Hiervoor moet steeds vaker een risico-inventarisatie opgesteld worden, waarin de stralingsrisico's voor de werknemers worden ingeschat. Er moet vooraf aangetoond worden dat stralingsdosis die medewerkers oplopen ten gevolge van het werken met radioactiviteit beneden de wettelijke grenzen blijft. Hiervoor bestaan nationale



FIGUUR 1 Een  $^{18}\text{F}$ -FDG molecuul.



FIGUUR 2 Gecombineerde PET- en CT-camera op de afdeling Nucleaire Geneeskunde en Moleculaire Beeldvorming in het UMCG.



FIGUUR 3 Productiestraat voor  $^{18}\text{F}$ -FDG.

en internationale rekenmodellen. Het dragen van stralingsbadges en het monitoren van de opgelopen dosis is niet voldoende, er moet echt gerekend worden op basis van deze modellen.

Als klinisch fysicus ben je ook verantwoordelijk voor de kwaliteit van de camera's. Mocht de kwaliteit van een scan slecht zijn, dan betekent het dat de patiënt een onnodige stralingsdosis oploopt ten gevolge van de injectie met de radioactieve tracer. De kwaliteit van de scans wordt gewaarborgd door periodieke (vaak dagelijkse) kwaliteitscontroles. Deze testen voert een klinisch fysicus meestal niet zelf uit, maar hij moet wel altijd op de hoogte zijn van de resultaten. Bij afwijkingen moet hij kunnen inschatten of de scanner buiten bedrijf gesteld moet worden voor reparatie, of dat hij de problemen moet verhelpen met nieuwe kalibraties.

Onder beeldkwaliteit valt ook de reconstructie van de ruwe data (sinogrammen). Voor het verkrijgen van 3D afbeeldingen bestaan verschillende reconstructie-algoritmen. De keuze van het reconstructie-algoritme en de reconstructieparameters wordt vastgesteld door de klinisch fysicus in samenwerking met de artsen en kunnen afhangen van de toepassingen en de (internationale) richtlijnen aan beeldkwaliteit.

Dit zijn slechts enkele voorbeelden van de taken van een klinisch fysicus. In mijn opleiding doe ik een groot aantal uiteenlopende projecten. Ik zal onder andere nog een stage van een half jaar in een perifeer (dus niet academisch) ziekenhuis doen en zes maanden

besteden aan een wetenschappelijk project. Voor dit project ga ik een groot aantal  $^{11}\text{C}$ -Raclopride hersenscans van gezonde vrijwilligers samenvoegen om normaalwaarden te krijgen voor verschillende hersengebieden. Als deze normaalwaarden bekend zijn kunnen die vergeleken worden met patiëntenpopulaties, zoals Parkinson-patiënten en patiënten met een depressie.

De totale opleiding tot klinisch fysicus duurt 4 jaar en een master Technische of Theoretische Natuurkunde is een vereiste. Bij de start van de opleiding moet je een opleidingsplan indienen bij de stichting OKF (Opleiding Klinische Fysica). Deze stel je samen met je begeleider op. Op basis van dit opleidingsplan moet je elk half jaar een voortgangsrapportage schrijven. Aan de hand van deze verslagen en een eindgesprek bepaalt een toetsingscommissie of je na deze 4 jaar in aanmerking komt voor een registratie als klinisch fysicus. Elk ziekenhuis met een afdeling nucleaire geneeskunde is wettelijk verplicht een geregistreerd klinisch fysicus in dienst te hebben. In september 2012 hoop ik mijn registratie te kunnen aanvragen.

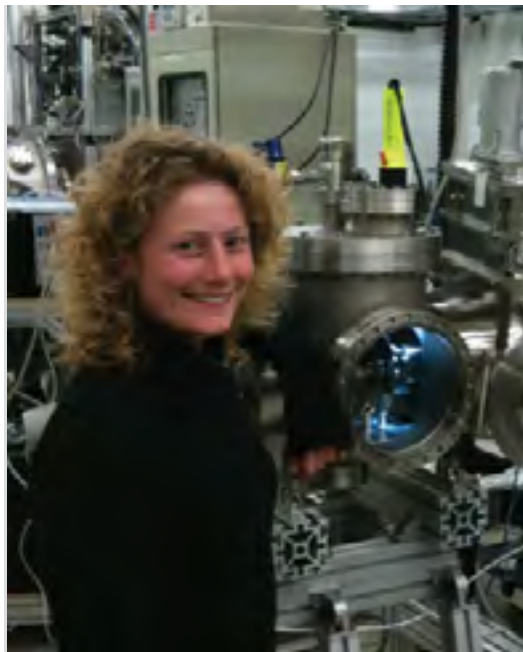
De opleiding bevalt mij erg goed. Ik vind het leuk om veel verschillende projecten te doen, waarin toch bij elk project de nodige fysica komt kijken. Het werken met technische geavanceerde apparatuur, zoals onze nieuwste *Time of Flight Ultra HD PET Scanner* maakt het ook erg interessant en uitdagend. Mocht je ook interesse hebben in de opleiding tot klinisch fysicus, dan kun je de beschikbare opleidingsplekken vinden op [www.nvkn.nl](http://www.nvkn.nl) onder vacatures. •

# Zoeken naar de grens van UV

DOOR BART VISSER EN HERBERT KRUITBOSCH

Een matrixvermenigvuldiging kun je met de hand doen, maar naarmate je een grotere matrix neemt wordt dat steeds vervelender. Dan wil je eigenlijk al snel de computer pakken. Maar ook zo'n computer heeft zijn grenzen. Hoe groter de matrix is, hoe langer je computer moet rekenen. Ongeduldig als we zijn, kan dat wel eens te lang duren. Gelukkig worden computers steeds sneller en hoef je steeds minder lang te wachten. Maar waardoor wordt een computer nou steeds sneller?

In Veldhoven is ASML gevestigd, zij maken chipmachines. ASML is ontstaan uit een joint venture van ASMI (Advanced Semiconductor Materials International) en Koninklijke Philips Electronics. Sinds 1995 is het beursgenoteerd en vormt ze een onderdeel van de AEX en NASDAQ. ASML produceert chip-oftewel lithografiesystemen voor de chipindustrie. Het maken van steeds snellere chips vergt echter veel onderzoek naar zulke lithografie. Iemand die hieraan een steentje bijdraagt is Femke van Seijen, zij doet namelijk een onderzoekstage bij ASML.



FIGUUR 1 Femke van Seijen naast haar EUV-opstelling bij ASML.

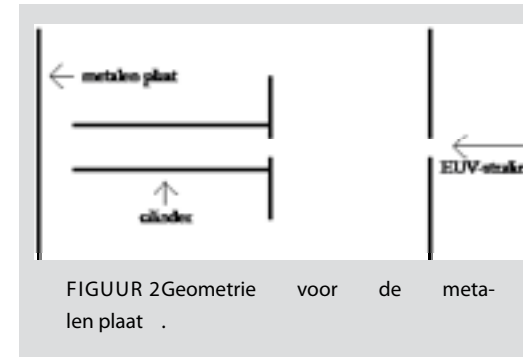
Met lithografie wordt structuur op een halfgeleider aangebracht door de bepaalde delen te beschrijven met straling en andere delen juist niet. De precisie waarmee zo'n structuur aangebracht kan worden hangt af van de golflengte van de straling. Extreme Ultraviolet (EUV) straling heeft bijvoorbeeld een kleinere golflengte, tussen de 10 nm en 121 nm, dan Deep Ultraviolet (DUV) straling waarvan de golflengte tot 300 nm kan zijn. Daardoor kan een machine die EUV straling gebruikt preciezer lithograferen en snellere chips maken.

De kleinere golflengte van EUV straling heeft ook een aantal nadelen. EUV straling wordt geabsorbeerd door lucht waardoor een deel van de machine vacuüm moet zijn. De lenzen die nu nog worden gebruikt voor het focussen van DUV straling zijn onbruikbaar om EUV straling te focussen, omdat ze deze straling absorberen. Daarom wordt gebruik gemaakt van speciale spiegels.

## Spiegels en koolstof

In het vacuüm zwerven koolstofketens. Ze plakken in eerste instantie tegen een oppervlak, maar laten ook wel eens los om vervolgens weer bij een ander oppervlak aan te komen en daar te blijven plakken. Deze ketens kunnen ook op de spiegels zitten.

Invallende straling op de spiegels wordt voor een groot deel gereflecteerd. Een klein deel van de straling wordt echter door de spiegel geabsorbeerd. De fotonen die door de spiegels worden geabsorbeerd, zorgen door hun hoge energie ervoor dat er elektronen worden vrijgemaakt. Deze elektronen kunnen ervoor zorgen dat de ketens worden gebroken. De kleinere ketens die



FIGUUR 2 Geometrie voor de metalen plaat.

op deze manier ontstaan zijn veel reactiever en zullen dan ook met het spiegeloppervlak en elkaar polymeriseren. Het blijkt dat het verwijderen van deze nieuwe polymeren veel meer energie kost dan het verwijderen van de oorspronkelijke losse ketens. Doordat de spiegels continu blootgesteld worden aan straling, zal er op deze manier een steeds dikkere koolstoflaag op de spiegels ontstaan. De dikte van deze laag kan wel honderd keer zo groot zijn, dan wanneer er alleen koolstofketens op de spiegel zitten. Het is deze groeiende laag koolstof die zorgt voor de ongewenste afname van de reflectiviteit van de spiegel en dus ook voor een afname van de hoeveelheid gemaakte chips per uur.

De snelheid en grootte van de afname van de reflectiviteit hangt natuurlijk af van de hoeveelheid botsingen van de elektronen met de koolstofketens. Bij een verminderde reflectiviteit van de spiegels neemt de intensiteit van de straling af. Omdat deze straling uiteindelijk gebruikt wordt bij de lithografie moet worden voorkomen dat er een te dikke koolstoflaag op de spiegels ontstaat. Daarom onderzoekt Femke de afhankelijkheid van het aantal vrijgekomen elektronen van verschillende parameters. Ze doet dit door de EUV straling op een metalen plaat te schijnen en vervolgens te meten wat voor stroom er door de plaat gaat. Deze stroom is direct gerelateerd aan het aantal vrijgekomen elektronen.

Typische parameters van de experimenten van Femke zijn de intensiteit van de straling en de spanning die over de metalen plaat staat. Daarnaast speelt ook de geometrie voor de plaat een rol. Het elektrisch veld

tussen de plaat en bijvoorbeeld een cilinder (zie figuur 2) is te veranderen door over deze cilinder een bepaalde spanning te zetten. Afhankelijk van het veld zullen er juist meer of minder elektronen in de metalen plaat worden vrijgemaakt. Door het veranderende elektrisch veld zullen elektronen bijvoorbeeld sneller naar de cilinder toe getrokken worden en zal de stroom die daardoor gaat lopen groter zijn. Bepaalde situaties zijn echter moeilijk om in werkelijkheid te realiseren, hiervoor maakt Femke dan ook gebruik van simulaties.

## Verschillende disciplines

Onder andere door de effecten van EUV straling op een metalen plaat kwantitatief in kaart te brengen probeert ASML de nieuwe chipmachines steeds te verbeteren. Bij het veranderen van de gebruikte straling komt veel kijken, er werken dan ook veel verschillende onderzoekers om dit in goede banen te leiden. ASML produceert natuurlijk niet alleen de stralingsbronnen, maar bijvoorbeeld ook de regelsystemen voor haar machines. Dit zorgt ervoor dat er naast natuurkundigen ook veel scheikundigen, wiskundigen en informatici bij ASML werken. Samen werken ze dan ook aan de nieuwe generatie chipmachines om aan de groeiende vraag aan snellere chips te kunnen voldoen. •

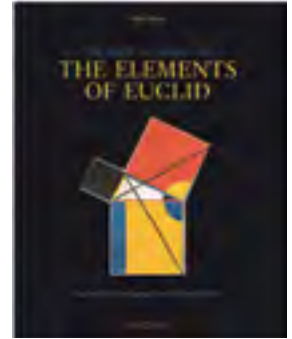


Lijkt het je leuk om een stage of afstudeeropdracht bij ASML te doen? Dan kun je contact opnemen met Irene Kroon door te bellen naar 040 - 268 6694. Meer informatie over vacatures en de beschikbare stages en afstudeeropdrachten is te vinden op [www.asml.com/careers](http://www.asml.com/careers).

# The Elements of Euclid

DOOR SUSAN KLOOSTER

Het eerste wat ik doe als ik voor het eerst bij een studiegenoot thuis kom, is kijken in de boekenkast. Want laten we eerlijk zijn, wat zegt nou meer over een bèta dan wat hierin te vinden is. Aangezien ik vast niet de enige ben die nieuwsgierig is naar de boeken van een ander, is hier een stuk over mijn nieuwste aanwinst. Nadat ik voor de derde keer de nieuwste vertaling van de boeken van Euclides had zien liggen kon ik de verleiding niet meer weerstaan en heb ik hem gekocht.



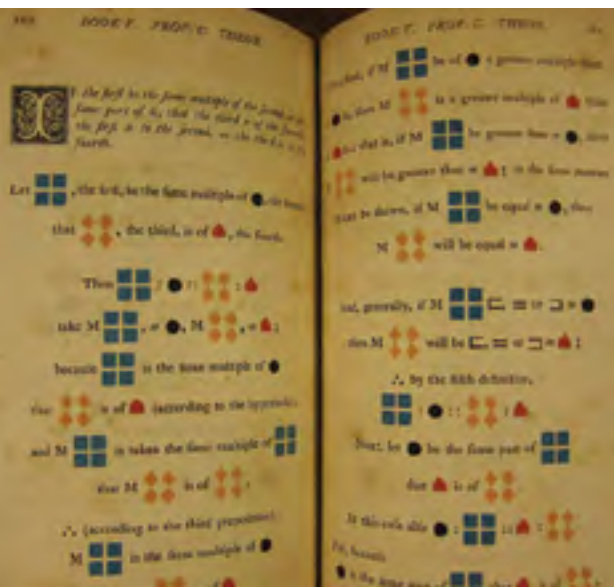
**E**uclides van Alexandrië leefde rond 300 voor Christus en wordt ook wel gezien als de vader van de meetkunde. Hoewel iedereen zijn naam kent, is er over zijn leven helaas weinig bekend. Wij kennen hem alleen vanwege zijn werken. Euclides heeft niet alleen veel betekend voor de meetkunde, maar hij heeft ook werken geschreven over onder andere getaltheorie. Zijn bekendste werk is toch wel *'The Elements'*, een verzameling van dertien boeken. Elk boek heeft een eigen onderwerp.

Hetgeen zijn werk zo bijzonder maakt, is de opbouw die hij gebruikte. Zijn werk is een opbouwende uiteenzetting van de tweedimensionale meetkunde die reeds bekend was. Het begint met definities en axioma's gevolgd door vele proposities die bewezen

worden. Dit is het eerste grote wiskundige werk met een axiomatische opbouw. Hoewel de boeken niet bewaard zijn gebleven, wordt deze eer hem wel toegedicht. Eeuwenlang waren deze boeken verplichte lesstof voor studenten. Bijna tweeduizend jaar heeft zijn boek gediend als studieboek en nog steeds worden boeken over meetkunde door zijn boeken beïnvloed. *The Elements* was het eerste wiskundige werk dat met de drukpers werd gepubliceerd. Na de bijbel zou *The Elements* het boek zijn dat in de meeste edities is uitgegeven.

In 1847 heeft Oliver Byrne een wel heel bijzondere versie geschreven. Hij gebruikte namelijk zoveel mogelijk figuren en kleuren. Er staan dus zo weinig mogelijk woorden in en dat is nou juist wat deze uitgave zo aantrekkelijk maakt.

Belangrijk nog om op te merken is dat er geen aanduidingen voor lengtes worden gebruikt. We kunnen een cirkel en rechte lijnen tekenen en dat is voldoende. Een mooi voorbeeld is de eerste propositie in het eerste boek zoals hiernaast te zien is. Er wordt bewezen dat op elke lijn een gelijkzijdige driehoek getekend kan worden, een eigenschap die later vaak weer wordt gebruikt. De kleurrijke manier van bewijzen is goed te volgen en erg interessant, wat het boek een echte aanrader maakt! •



'The elements of Euclid' door Oliver Byrne is voor € 39,95 te koop bij de Selexy.

Jouw studievereniging  
wil het je zo voordelig en  
makkelijk mogelijk maken.  
Dus hebben ze een  
boekenleverancier  
die daarbij past.

The logo for Study Store is displayed on a light blue rectangular background. The word "STUDY" is positioned above the word "STORE". The letter "U" in "STUDY" is significantly larger and taller than the other letters, extending above the top line of the text. The letters are in a clean, sans-serif font.

Jouw studievereniging werkt  
nauw samen met studystore.  
En dat heeft zo z'n voordelen.  
Doordat we snugger te werk  
gaan, kunnen we jouw  
complete boekenpakket  
snel aanbieden tegen een  
scherpe prijs.

[www.studystore.nl](http://www.studystore.nl)

# Ronniy's Receptenhoekje

DOOR RONNIY JOSEPH

Een tijd geleden bevond ik me in Delft en op zoek naar eten waagde ik me aan de open eettafel van een lokale studentenvereniging. Huiverend door de gedachte aan gaarkeukenbaksels nam ik het gerecht dat mij werd aanbevolen. Ik was echter aangenaam verrast en wilde daarom het recept zelf eens uitproberen.

**H**et recept van deze editie is *Kip in de hoed*. Je hebt geen hoeden nodig noch goochelaarstrucjes, maar wel een oven en een bakvorm. Het is wederom een ovengerecht, maar deze zal hopelijk wel wat verrassender en wat zoeter zijn dan de vorige ovenschotel.

## Kip in de hoed

### Ingrediënten

- 1 pakje bladerdeeg
- 400 gram kipfilet
- 1 pot pitloze kersen (350 gram)
- 6 gemberbolletjes (ook uit een pot)

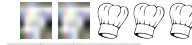
- 200 ml crème fraîche
- 1,5 zakje kerriesaus (Conimex 40 g)
- 1 theelepel sambal
- 1 teentje knoflook
- 2 eetlepels paneermeel
- boter
- zout en peper
- 1 ei, losgeklopt
- bloem om te bestuiven

### Materieel

- metalen bakvorm of springvorm (24 cm)
- pan
- oven



Moeilijkheid:



Aantal personen:



Bereidingstijd: 15-20 + 30-40 min

### Bereiding

Een van de belangrijkste dingen voor het verloop van een soepel kookproces is de voorbereiding. Verwarm de oven dus voor op 200°C of gasstand 4 en haal de bladerdeeg uit het pakje om het te ontdooien. Dit gaat sneller als je de plakjes van elkaar afhaalt en mooi uitspreidt over een oppervlak dat je niet nodig hebt. De kersen moet je even laten uitlekken, het sap mag je weggooien of opdrieken als dit tegen eventuele duurzame ideeën ingaat. De zes bolletjes gember hak je zo fijn mogelijk, want je wilt vermijden dat je ineens een hap gember binnenkrijgt. Het makkelijkste is om met een klein mes eerst de gember in grove stukken te snijden en hier overheen te gaan met een groter mes tot je nanostukjes gember overhoudt. Mocht je geen knoflookpers hebben dan zou ik nu ook alvast met dezelfde techniek de knoflook erg fijn snijden. Vervolgens snijd je de kip in blokjes van grofweg 2 cm. Bestrooi naar smaak de kip met peper, met het zout zou ik even wachten omdat we gebruik maken van een poedersausje. Deze staan vaak bekend om hun grote hoeveelheid smaakversterkers, oftewel zout.

Verhit in een hapjespan wat boter. Bak hierin vervolgens de kip spreekwoordelijk bruin. We gaan namelijk niet wachten tot de kip echt bruin is, maar tot het vlees aan alle kanten is dichtgeschroeid. Probeer dit ook zo snel mogelijk voor elkaar te krijgen, want hoe langer je wacht, hoe droger de kip zal worden. Voeg vervolgens de fijngesneden knoflook toe of pers hem nu boven de kip uit als je een knoflookpers hebt. Bak het nog even mee zodat die rauwe knoflookmaak wat minder scherp wordt. Als je de knoflook te lang bakt, zal deze bitter worden. Strooi de kerriesauspoeder over de kip, voeg dan ook de sambal en de gember toe en schep dit al roerend om. Voeg dan 100 ml water en de crème fraîche toe. Roer dit even goed om tot er een mooie kerriesaus is ontstaan en voeg vervolgens de kersen toe. Roer deze voorzichtig door de saus heen, zodat ze nog heel blijven. Nu kun je proeven of er genoeg peper, zout of scherpheid naar smaak in zit. Is dit niet zo, voeg dan peper, zout of scherpheid in de vorm van sambal toe. Dit gerecht hoeft niet al te scherp,

maar er mag wel enige pit in zitten. Als de saus eenmaal op smaak is, mag deze nog even een minuutje of twee doorpruttelen.

Ondertussen kun je de bakvorm of springvorm invetten en bekleden met het bladerdeeg. Hoeveel bladerdeeg je nog hebt, hangt af van je vorm. Waar je voor moet zorgen is dat je genoeg bladerdeeg hebt voor een bodem met opstaande randen en genoeg voor een afdekkende laag. Het bekleden kun je op de volgende twee manieren doen. De makkelijke manier: je bekleedt de onderkant door simpelweg de plakken deeg neer te leggen en enigszins te laten overlappen. Daarna druk je ze goed samen waardoor ze toch nog enigszins een geheel vormen. De manier die meer moeite vergt: leg de benodigde hoeveelheid plakjes bladerdeeg op elkaar, zonder scheidende folie, en rol deze uit tot een uniforme lap die groot genoeg is om je vorm te bedekken. Zorg er weer voor dat je lap groot genoeg is voor opstaande randen. Deze laatste manier levert wel het mooiste resultaat op. Vervolgens prik je gaatjes in de deegbodem, zodat de bodem tijdens het bakken in de oven stevig blijft. Verdeel dan het paneermeel over de bodem voordat je het kimpensel hierover verspreidt. Het resterende bladerdeeg gebruik je voor een afdekkende laag, waarvoor je dus genoeg deeg opzij hebt gezet. Dit kun je op dezelfde manier doen als bij het bedekken van de bodem, simpelweg neerleggen of een mooie lap uitrollen. Zorg ervoor dat de bovenste laag goed vastzit aan de opstaande randen. Bestrijk de bovenste laag met een laagje losgeklopt ei, zodat deze mooi bruin wordt. Bak de taart net onder het midden van de oven in ongeveer 30-40 minuten goudbruin en gaar.

Een stukje kip in de hoed is erg machtig, maar is op zichzelf misschien een beetje kaal. Het gerecht kun je daarom ook het best serveren met gebakken aardappelpartjes en een frisse salade met natuurlijk honingmosterddressing! •

### Referenties

- [1] [www.ah.nl/recepten/recept?id=84452](http://www.ah.nl/recepten/recept?id=84452)

# Beyond SQL

DOOR HENDRIK WIETZE DE HAAN

De wereld voorziet ontzettend veel mensen van internet. Nou ja, de wereld, eigenlijk de programmeurs en systeembeheerders. Maar wat moet je nu als programmeur of beheerder bij Amazon of Twitter en veel mensen je site gebruiken? Kun je zomaar meer computers gebruiken om dat op te lossen?

Afgelopen zomer was er de NoSQL Summer [2], een wereldwijde leesgroep over databases, gedistribueerde systemen en andere NoSQL aangelegen technologieën. De leesgroep werd op initiatief van Kalooga [1] ook in Groningen georganiseerd. Elke twee weken kwamen 10 tot 15 enthousiaste deelnemers uit het bedrijfsleven en de academische wereld bijeen om artikelen van de leeslijst [3] te bespreken.

Ik had nog geen ervaring met NoSQL en kwam er zo meer over te weten. Doordat de sessies op verschillende locaties, vaak in Groningen, plaatsvonden kon ik ook Groningen eens van een ander perspectief zien. En omdat de deelnemers verschillende achtergronden hadden en de sfeer ontspannen was, ontstonden er interessante discussies. We hebben ook plannen gemaakt om dit nog een keer te doen.

In dit stukje ga ik een beeld schetsen van wat NoSQL inhoudt. Als je meer wilt weten, dan raad ik je aan om zelf te gaan experimenteren met NoSQL databases zoals MongoDB [4] en wat verder te lezen van de artikelen op [3].

NoSQL staat voor *Not only SQL* en SQL staat voor *Structured Query Language*. SQL is de taal waarmee

gegevens uit een relationele database gehaald worden. Deze manier wordt al lang en veel gebruikt door allerlei websites voor hun administratie. NoSQL zoekt naar alternatieven voor zulke relationele databases. Laten we eerst eens kijken naar deze relationele databases, en daarna naar andere type databases.

In zo'n relationele database worden gegevens in tabellen opgeslagen. De structuur van een tabel wordt gevormd door de aanwezige kolommen in die tabel, welke iedere eigenschap van de in de tabel opgeslagen gegevens beschrijven. Een handelaar zou bijvoorbeeld een productenbestand in Excel kunnen maken, waarin hij voor ieder product een code, de naam en een prijs zou kunnen bijhouden. Zoiets zie je in tabel 1.

In een relationele database moet voor elke kolom worden gespecificeerd wat er in mag of in moet komen te staan. Een prijs is bijvoorbeeld altijd een kommagetal, maar een geboortjaar altijd een geheel getal, dus nooit *1987,5* of iets dergelijks.

Eigenlijk wil je dan naar zo'n tabel kijken alsof het een verzameling is, in ons geval dus een verzameling producten. Dan mag een tabel dus niet twee keer dezelfde

code	name	price
10	Rattle-Tattles	2.65
20	Deedle-Dee-Dums	5.89
55	Twirle-Tums	3.50

code	name	price
20	Deedle-Dee-Dums	3.21
20	Deedle-Dee-Dums	5.89

nr	name	address	phone
1	Bob	Sunstr. 143	032-555-4495
2	Pat	Hillvly. 21	012-552-7534
3	Kate	Doorwy. 12	

nr	code	
1	20	<i>Bob bestelt Deedle-Dee-Dums</i>
1	55	<i>Bob bestelt Twirle-Tums</i>
2	50	<i>Pat bestelt Deedle-Dee-Dums</i>

TABEL 1-4 Tabellen van een relationele database

nr	name	address	phone	bestellingen
1	Bob	Sunstr. 143, Somewhere	032-555-4495	20,55
2	Pat	Hillvly. 21, There	012-552-7534	20
3	Kate	Doorwy. 12, Home		

nr	name	address	phone	bestellingen
1	Bob	Sunstr. 143, Somewhere	032-555-4495	{{code: 20, name: Deedle-Dee-Dums, price:5.89}, {code: 55, name: Twirle-Tums, price: 3.50}}
2	Pat	Hillvly. 21, There	012-552-7534	{{code: 20, name: Deedle-Dee-Dums, price:5.89}}
3	Kate	Doorwy. 12, Home		{}

rij hebben, net als dat een verzameling niet twee keer hetzelfde element kan hebben. Dit doe je door te eisen dat één kolom nooit twee keer dezelfde waarde kan hebben. In ons geval moet de code uniek zijn. Die kolom vormt dan een *key*, met alleen die kolom kun je immers een product identificeren. Dan is ook tabel 2 niet toegestaan.

Als je de producten wilt verkopen, dan heb je ook klanten nodig. Stel dat we die ook in de database stoppen, met naast de naam ook een adres en telefoonnummer zodat we aangekochte producten naar iemand kunnen opsturen. Dat zie je in tabel 3. Als een klant een product bestelt, dan is dat een tuple van die klant en dat product. Dat zie je in tabel 4.

Bob heeft dus twee producten besteld en Pat maar één. Omdat het nummer en de code in respectievelijk de klant- en de product-tabel uniek moet zijn, is het voldoende om alleen die op te slaan. Merk op dat als een klant uit de verzameling van klanten gehaald wordt, dat je dan ook alle bestellingen van die klant uit de bestellingentabel moet halen. Anders zou je een niet-bestaand element in een tuple voor een bestelling krijgen.

Een specificatie van hoe gegevens in verschillende tabellen worden opgeslagen heet een schema. Een relationele database leeft dit schema streng na. Naast een sterkte is dit ook direct een zwakte. Naarmate het schema complexer wordt, kost het meer moeite om gegevens op te slaan en op te vragen. Om gegevens

die niet een vast aantal kolommen hebben op te slaan, moet je dan vaak al meerdere tabellen maken.

Niet te veel SQL dus

NoSQL databases, zoals Amazon's Dynamo [5], laten het relationele model helemaal vallen en slaan simpele *key-value-paren* op. Misschien ken je zo'n manier van data opslaan wel als een *hashmap*. Dat is een manier om een eindig aantal *keys* af te beelden naar waarden. Google's BigTable [6] slaat rijen op met een variabel aantal kolommen, feitelijk ook met een soort van hashmap. Bij het opvragen van gegevens moet dan ook de naam van de kolom meegegeven worden. Oftewel een hasmap waarbij de key ook de naam van de kolom bevat. Als je vraagt: "Geef me de naam van klant 1," dan zegt Google dus "Bob". Maar tegelijkertijd kan een klant geen telefoonnummer hebben, als je dus vraagt "Geef me het telefoonnummer van klant 3," dan zegt Google dat die klant geen telefoonnummer heeft.

Eigenlijk wil je dat als veel mensen een dergelijke database gebruiken en één machine (lees: computer) niet sterk genoeg is om alles aan te kunnen, dat probleem met een tweede machine oplossen. Of, in het geval dat je een populaire website hebt, zoals Amazon of Twitter, met duizend computers. Maar zo makkelijk is het niet, want een relationele database schaal niet zo goed. Dat wil zeggen dat meer computers toevoegen op een gegeven moment niet veel meer capaciteit toevoegt.

Schaalvergroting van een relationele database is dus geen eenvoudige klus. Je zou de tabellen kunnen verdelen over verschillende machines, maar als de database groot genoeg wordt past op een gegeven moment geen enkele tabel meer op één enkele machine. Bovendien kunnen machines onbereikbaar zijn of stuk gaan, en wordt het aanzienlijk lastiger om de consistentie van de opgeslagen gegevens ten aanzien van het schema te garanderen.

Voor de relaties tussen tabellen zijn lastig. Die kunnen ervoor zorgen dat een wijziging in één tabel een wijziging in een andere tabel vereist. Misschien staat die andere tabel zelfs net op een andere machine. Eigenlijk wil je dus gegevens die bij elkaar horen, zoveel mogelijk bij elkaar hebben staan op dezelfde machine. Toch?

#### Brewer's CAP Theorema

De CAP-stelling van Brewer zegt dat het voor een gedistribueerd systeem niet mogelijk is om tegelijkertijd aan de volgende drie eigenschappen te voldoen.

- (C) **Consistency:** er is een totale ordening op alle opdrachten en als een opdracht geaccepteerd is door het systeem wordt dit door alle onderdelen van het systeem gezien en verwerkt. Er zijn geen halve transacties en de cliënten van het systeem zien nooit oude of inconsistente gegevens.
- (A) **Availability:** opdrachten aan het systeem worden altijd geaccepteerd, afgehandeld en indien nodig beantwoord. Als tijdens afhandeling van een opdracht een machine of netwerkverbinding faalt dan wordt er overgeschakeld naar een alternatief.
- (P) **Partition-tolerance:** het systeem blijft werken ook als er berichten, machines en/of netwerkverbindingen wegvallen. Alleen als alle berichten, machines of verbindingen falen hoeft het systeem niet meer te werken.

Een bewijs voor deze stelling is te vinden in [7]. Als je de capaciteit van je database schaal door meer

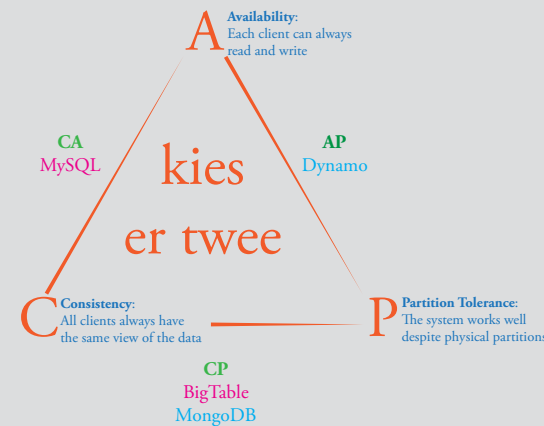
machines te gebruiken, dan zijn deze eigenschappen zeer wenselijk. Maar om (P) te garanderen moet ofwel (A) of (C) opgegeven worden. Relationale databases zijn vaak CA; replicatie vergroot de beschikbaarheid, maar netwerkstoringen zorgen voor problemen bij het consistent houden. Eigenlijk is dat een probleem, want in feite kan er onzin in je database staan na een netwerkstoring. Ontwerpers van relationele databases hebben er nooit rekening mee gehouden dat ze op meer machines moeten draaien.

#### Embed vs. Reference

MongoDB is een NoSQL database die CP is. De data zijn consistent, maar niet alle data zijn beschikbaar als er een machine uitvalt of onbereikbaar is. Dat komt omdat MongoDB de gegevens uit één verzameling op allerlei computers kan hebben staan, maar gegevens die bij elkaar horen zoveel mogelijk bij elkaar zet. Je kunt bijvoorbeeld alle bestellingen in de klantentabel opslaan, je hebt immers een variabel aantal kolommen. Dit zie je in tabel 5.

Eigenlijk spelen we nu vals, door een variabel aantal kolommen te gebruiken. Maar stiekem is dat wel leuk toch? Door deze eigenschap kun je dus heel abstracte gegevens in een tabel opslaan. In MongoDB heet zo'n tabel dan ook een *collection*. Op deze manier is er alsnog een *collection* voor alle producten. Je kunt er ook voor kiezen om een het volledige product in de klantentabel te stoppen. Zo'n tabel ziet er dan uit als tabel 6.

Ook nu is een productentabel nodig, namelijk om de producten op te slaan die nog niemand heeft besteld. Maar op deze manier kun je voor een klant nog steeds alle bestellingen opsommen als (een deel van) de productentabel niet beschikbaar is. Ten minste, als die klant nog wel beschikbaar is. Je probeert eigenlijk je beschikbaarheid te behouden. Wanneer je product weinig gewijzigd wordt, dan is het geen probleem dat gegevens op meer plaatsen worden opgeschreven. Daarnaast kan het wenselijk zijn dat bijvoorbeeld de prijs van een bestelling niet verandert als de prijs van dat product verandert.



Het is aan de ontwerper van de database of gegevens worden opgeslagen in dezelfde collection of in een aparte collection met verwijzingen tussen de twee. Deze keuze heet *embed vs. reference*. Deze bepaalt hoe je database in elkaar steekt, hoe beschikbaar bepaalde gegevens zijn en de performance van zoekopdrachten en wijzigingen in je database.

Naast CA en CP zijn er ook AP databases, dat zijn webcaches. Dat de gegevens dan net niet helemaal up to date zijn, is dan minder belangrijk dan de beschikbaarheid en bestendigheid tegen uitval. Een website met nieuws kan bijvoorbeeld artikelen die ouder zijn dan 20 dagen in een webcache plaatsen. Zo'n artikel zal niet zoveel meer veranderen en als dat gebeurd is, kan het misschien wel een uurtje wachten totdat de wijziging is doorgevoerd. Een webcache is in feite een database als MongoDB waar bijna alles wordt *geëmbd* en een wijziging langzaam overal wordt doorgevoerd.

#### Amazon, Facebook, Twitter

Veel van de NoSQL oplossingen vinden hun oorsprong bij grote websites zoals Amazon, Facebook en Twitter. Voor Twitter is het niet erg dat er soms berichten verdwijnen of pas later verschijnen. Ook de zoekopdrachten zullen lang niet alle berichten laten zien. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld de berichten van je vrienden bij Facebook, want het is niet erg als deze wat later beschikbaar komen.

Amazon verliest omzet als hun pagina's niet bereikbaar zijn. Amazon claimt zelfs dat als een pagina trager laadt, zij hierdoor minder omzet draaien. De achterliggende databases moeten dus een hoge beschikbaarheid (A) hebben. Het is zo'n beetje gegeven dat er onderdelen uitvallen (P), dus moeten ze de consistentie (C) wel opgeven. Als er nog maar een boek van een bepaalde titel op voorraad is dan kiest Amazon ervoor om twee gelijktijdige bestellingen van dat boek beide te laten slagen. Achteraf kan immers altijd, via printing-on-demand, aan de vraag voldaan worden. Alternatief zou een van de klanten z'n geld terug kunnen krijgen of een tegoedbon.

#### Eventually Consistent

De consistentie-eis betekent dat alle gebruikers de meest recente en consistente toestand van het systeem zien. Dit kan verzwakt worden door toe te laten dat soms een oude toestand gezien wordt. Na een update is er een kort interval waarin sommige gebruikers de oude waarde en sommige de nieuwe waarde zien. Een systeem is *eventually consistent* als dit interval eindigt en alle gebruikers uiteindelijk de nieuwe toestand zullen zien. De eindgebruiker van het systeem is verantwoordelijk voor hoe met de tijdelijke inconsistentie wordt omgegaan. Er is dus geen eenduidige oplossing en het hangt af van de toepassing of een tijdelijke inconsistentie erg is. Zoals uit het voorbeeld met Amazon blijkt, hoeft er niet altijd een softwarematige oplossing te zijn. •

#### Referenties

- [1] [blog.kalooga.com/?p=46](http://blog.kalooga.com/?p=46)
- [2] [nosqlsummer.org/](http://nosqlsummer.org/)
- [3] [nosqlsummer.org/papers](http://nosqlsummer.org/papers)
- [4] [www.mongodb.org/](http://www.mongodb.org/)
- [5] [s3.amazonaws.com/AllThingsDistributed/sosp/amazon-dynamo-sosp2007.pdf](http://s3.amazonaws.com/AllThingsDistributed/sosp/amazon-dynamo-sosp2007.pdf)
- [6] [labs.google.com/papers/bigtable.html](http://labs.google.com/papers/bigtable.html)
- [7] Nancy Lynch and Seth Gilbert, 'Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services', ACM SIGACT News, Volume 33 Issue 2 (2002), pg. 51-59.



# Marie Curie

DOOR MARION DAM

Het leven van Marie Curie kent een aantal dieptepunten en schandalen, maar deze mogen de hoogtepunten van haar leven niet overschaduwden. Ze deed, samen met haar man, baanbrekend onderzoek naar radioactieve straling en won als eerste vrouw een Nobelprijs. Daar liet ze het niet bij: ze won er later nog een voor een ander vakgebied. Ze was een wereldberoemde wetenschapper. En dat voor een meisje uit een arm, Pools gezin.

**M**arie Curie werd op 7 november 1867 geboren in het door Rusland bezette Polen als Maria Skłodowska. Ze was de jongste van vijf kinderen. Haar jeugd was niet gemakkelijk, vlak na elkaar verloor ze haar moeder en een van haar zussen aan toen veelvoorkomende ziektes. Ze had een sterke wil om te leren, ze sloeg zelfs voedsel en slaap over om te kunnen studeren. Ze werd echter enorm tegengewerkt omdat ze arm was en bovendien vrouw. Vrouwen werden in die tijd niet toegelaten aan Russische of Poolse universiteiten. Om toch een studie aan de universiteit studie te kunnen betalen, sloot ze samen met haar zus een deal: eerst zou de een werken om de studie van de ander te betalen, en later andersom. Marie werkte zo een paar jaar als gouvernante bij een bloedverwant van haar vader, terwijl haar zus voor arts studeerde aan de universiteit van Parijs. Marie werd in die tijd verliefd

op Kazimierz, de zoon van haar werkgever. De liefde was wederzijds, maar zijn ouders keurden een huwelijk met zo'n arm familielid niet goed. Hierdoor raakte ze haar baan kwijt. Om ook het laatste jaar de studie van haar zus te kunnen betalen, ging ze op zoek naar een nieuwe familie.

In 1890 was haar zus afgestudeerd en getrouwd en nodigde zij Marie uit om naar Parijs te komen. Marie weigerde echter omdat ze nog steeds hoopte op een huwelijk met Kazimierz. Daarom ging ze ook weer bij haar vader wonen, bij Kazimierz in de buurt. Ondertussen gaf ze les, studeerde ze aan de Vliegende Universiteit van Warschau (een geheime universiteit waar Poolse vrouwen wel konden studeren) en begon ze met een opleiding in een laboratorium.

Uiteindelijk, in oktober 1891, stond haar zus erop dat ze naar Parijs zou komen. Omdat Kazimierz de relatie per brief definitief had verbroken, ging ze hierop in. Kazimierz heeft deze beslissing echter altijd betreurd. Hoewel hij een mooie carrière als wiskundige opbouwde, schijnt hij op zijn oude dag, toen in 1935 een standbeeld voor Marie werd onthuld voor het Radium Instituut dat zij in 1932 had opgericht, daar vele uren voor te hebben gezeten.

Financieel gesteund door haar zus begon Marie nu aan de studies natuur-, schei- en wiskunde aan de Sorbonne, de universiteit van Parijs. In 1894 kwam ze hier een man tegen met wie ze een grote fascinatie deelde: magnetisme. Deze man, Pierre Curie, zou later haar echtgenoot worden. Het eigenlijke plan van Marie was teruggaan naar haar geboorteland om daar aan de universiteit te werken, maar omdat ze nog steeds geweigerd werd als vrouw keerde ze terug naar Frank-

rijk. Pierre en Marie trouwden vlak na haar terugkeer, in juli 1895. Ze kregen twee jaar later hun eerste van uiteindelijk twee dochters. Pierre's vader, een gepensioneerd dokter, hielp het stel bij de opvoeding, zodat Marie verder kon met haar onderzoek om een doctorsgraad te krijgen, als eerste vrouw tot dan toe.

Het getrouwde stel onderzocht samen radioactieve materialen. Ze bekeken met name uraniumerts en ontdekten dat deze erts radioactiever was dan het uranium dat eruit gewonnen werd. Na jaren onderzoek ontdekten ze de oplossing van dit probleem: er zaten twee nieuwe scheikundige elementen in die ze vernoemden naar haar geboorteland (polonium) en de intense radioactiviteit van het element (radium). Andere wetenschappers waren sceptisch over hun vindingen. Het was alleen berust op hun radioactiviteit, ze hadden geen weegbare of waarneembare hoeveelheid hiervan gevonden. Toen dit na verder onderzoek in een groter laboratorium wel bevestigd was, won Marie samen met haar man in 1903 de Nobelprijs voor de natuurkunde voor hun onderzoek naar radioactiviteit. Deze hebben ze pas in 1905 opgehaald, omdat ze daar eerder geen tijd voor hadden.

Hun onderzoek had het stel wereldwijde naamsbekendheid gegeven. In 1906 sloeg het noodlot echter toe: na een ochtend in het laboratorium te hebben gewerkt, liep Pierre op een regenachtige dag naar huis en gleed hij uit over een natte straat. Hij werd overreden door een paard met wagen en was op slag dood. Dit kwam als een grote schok voor Marie en de wetenschappelijke wereld. Als blijk van waardering bood de Faculteit van Natuurwetenschappen in Parijs haar de leerstoel van haar man aan. Deze functie had haar man slechts anderhalf jaar vervuld. Na lang nadenken accepteerde ze dit. Ze werd de eerste vrouwelijke professor aan de Sorbonne.

In 1911 werd Marie verliefd op een slimme oud-student van Pierre, de natuurkundige Paul Langevin, die ongelukkig getrouwd was. Toen hun relatie publiek werd, vond iedereen dit schandalig. De weduwe had de goede naam van haar overleden echtgenoot ten schande gemaakt, werd haar verweten. De media

dook er bovenop en verspreidde het nieuws overal in Frankrijk, terwijl zij op een conferentie in Brussel was. Bij haar terugkeer trof ze een boze menigte aan voor haar huis, die haar beide dochters terroriseerden. Marie moest met haar kinderen onderduiken bij een vriend, de wiskundige Emile Borel. Deze bood hen onderdak, zelfs toen een Franse minister dreigde hem neer te schieten voor het belachelijk maken van de Franse Academische eer. De relatie tussen Marie en Langevin was over, maar een leuk detail is wel dat haar kleindochter en zijn kleinzoon zijn getrouwd.

Met dit schandaal nog vers in het geheugen, kreeg Marie datzelfde jaar een mededeling per telegram dat ze nog een Nobelprijs had gewonnen. Ditmaal voor de scheikunde, voor het ontdekken van twee nieuwe elementen. Ze was de eerste persoon die twee Nobelprijzen won. Nog bang van de impact van het schandaal twijfelde ze of ze de prijs wel op moest halen. Dit besloot ze uiteindelijk wel te doen.

Toen de Eerste Wereldoorlog in 1914 uitbrak, bekeek Marie manieren waarop zij kon helpen en drong aan op het gebruik van mobiele röntgenapparaten om aan het front gewonde soldaten te helpen genezen. Uiteindelijk is ze zelf in de wagen met dit apparaat gaan rijden. Het Rode Kruis maakte haar hoofd van de radiologische dienst en ze gaf trainingen om de dokters met deze techniek bekend te maken.

Na de oorlog ging Marie naar Amerika om geld te verzamelen voor het onderzoek naar radium. Ze kwam terug met een gram radium, genoeg voor duizend experimenten in haar Radium Instituut. Ze overleed in 1934 in Frankrijk, hoogstwaarschijnlijk aan de gevolgen van de straling waar ze al die jaren aan bloot was gesteld. Haar oudste dochter won een jaar na haar dood ook een Nobelprijs voor de scheikunde. Haar jongste dochter, alfa in hart en nieren, schreef de biografie *Madame Curie* over het bewogen leven van haar moeder. •

## Referenties

- [1] [www.spaceandmotion.com/physics-marie-curie-biography.htm](http://www.spaceandmotion.com/physics-marie-curie-biography.htm)



## Vorig Breinwerk

DOOR DE REDACTIE

In de vorige Periodiek had prof. Peinzer achttien kleurrijke plaatjes gemaakt, stuk voor stuk cryptische beschrijvingen van woorden. De oplossingen waar prof. Peinzer naar zocht, waren:

1. 1 steen (Duits) = Einstein
2. Die hoek + R = driehoek
3. Stro om k-ring = stroomkring
4. Riemann S om men = Riemansommen
5. Kansrekening
6. N Tropisch = entropie
7. Cola m in la (min la) sinus = cosinus
8. Ver w + acht in g = verwachting
9. Lager (dan) g is s = laser
10. Vis cosinus = viscositeit
11. En + sat (tas andersom) in condor = condensator
12. In t graal = integraal

13. Kettingregel
14. E mag t = emacht
15. Witte dwerg
16. Gracht + balans = krachtbalans
17. Stemmen voor (= pro) TON = proton
18. Moeder (Bea)trix = matrix.



De zin die zo in de verticale balk ontstond, was: **think outside the box.**

Uit de juiste inzendingen is Mariëlle Kruithof als winnaar uit de bus gekomen. Zij wint het spel *Pirate Code*. Gefeliciteerd en veel plezier met het spel! •

## Nieuw Breinwerk

DOOR DE REDACTIE

Nadat we afgelopen kerst onze kennis van taal, vakjargon en creativiteit hebben kunnen testen, is het wel weer eens tijd om de belangrijkste bèta-vaardigheid te testen: rekenen. In de perio-mailbox verscheen namelijk een e-mail van een zeer bekende, niet nader te noemen Nederlandse bank, die zich verontrustte over het nieuwe beveiligingssysteem van hun kluis, de SafeVault type 300X1.3. De codering met priemgetallen met een lengte van  $10^{30}$  cijfers die hiervoor gebruikt werd, bleek binnen 37 uur gekraakt te zijn. Hoewel de boeven wel op tijd in de kraag gevat zijn, moest de bank overstappen op een nieuw beveiligingssysteem. Een zeer briljante, ietwat verstrooide wiskundige werd hiervoor benaderd. Deze dacht lang en diep na. Hij probeerde allerlei moeilijke coderingsmanieren. Hij kreeg er slapez nachten van, met name omdat zijn dochter, een briljante beroepshacker, al zijn prototypes binnen no-time wist te kraken.

Op een dag werd deze wiskundige wakker en las hij in de krant het schokkende bericht dat bijna geen enkele scholier meer kan hoofdrekennen. Iedereen kan werken met computers en rekenmachines, maar de tafel van zeven komt maar moeilijk uit de jeugd.

Eureka, dacht de wiskundige. Het idee was er, de uitvoering ervan kostte maar een paar uur, en een nieuw systeem was geboren. De dochter van de wiskundige staarde er drie dagen lang naar, maar kon het niet kraken. Haar ingewikkelde computerprogramma's waren niet opgewassen tegen de eenvoud van deze code.

Het systeem wordt binnenkort toegepast in de bank, maar alleen als hij de laatste test doorstaat: de pientere Perio-lezers! Als er een juiste inzending binnenkomt bij de redactie, wordt het systeem afgekeurd en moet de wiskundige op zoek naar een nieuwe manier om de kluis te beveiligen.

Wat moet je doen?

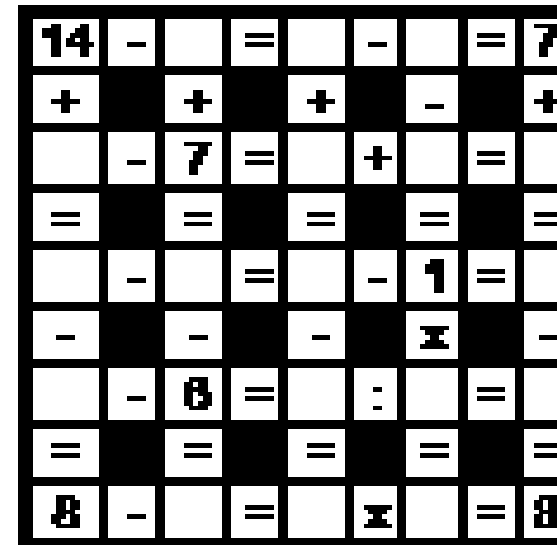
De code bestaat uit een puzzel waarin de meest simpele sommetjes worden berekend. De manier waarop de getallen in deze sommetjes geplaatst moeten worden, is het grootste probleem. Het is een variant op invulpuzzels waarbij gemakkelijke sommen als een soort van kruiswoordraadsel ingevuld moeten worden. Om even op te warmen, beginnen we met een grote, maar relatief gemakkelijke puzzel (figuur 1). Vul in de eerste puzzel de getallen gekozen uit 0,1,2,...,25 in, zodat elk sommetje klopt.

Puzzel 1 is slechts een opwarmertje voor het echte breinwerk, de code van de briljante wiskundige. In veld nummer twee, het veld van 5 bij 5 hokjes hieronder, staan alleen de =-tekens vast. De bewerkingen

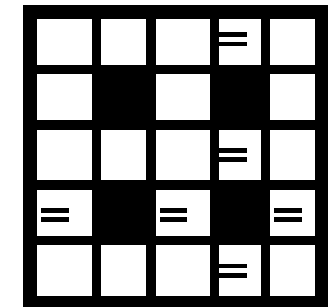
staan dus nog vrij. Helaas lukt het niet om door de getallen van 1,...,9, allemaal precies één keer te gebruiken, het veld in te vullen. Wat wel kan, en dat is de opdracht, is dit veld zo in te vullen dat de getallen van 1,...,10 precies 1 keer voor komen en één getal hiervan niet. Dit is maar op één manier mogelijk met de configuratie van =-tekens zoals die nu in het veld staat.



Heb jij de code gekraakt? Stuur de oplossing van de **tweede** puzzel dan op voor 10 april 2011 naar [perio@fmf.nl](mailto:perio@fmf.nl). De winnaar krijgt het boek 'The Grand Design' van Stephen Hawking. •



FIGUUR 1 Vul in elk vakje een getal uit de getallen gekozen uit 0,1,2,...,25 in zodat elk sommetje klopt.



FIGUUR 2 De prijspuzzel. De =-tekens staan vast, de bewerking niet. Vul de getallen 1,...,10 precies 1 keer (maar één getal hiervan niet) en de bewerking (plus, min, keer, delen door) in zodat elk sommetje klopt.

# Embodied Cognition

## Over lichaam en geest

DOOR RONNIY JOSEPH

De mens is al jaren op verschillende manieren gefascineerd door zichzelf en zijn lichaam. Een van deze fascinaties houdt zich natuurlijk bezig met de werking en besturing van ons lichaam. Onderzoek hiernaar gaat terug tot ver voor de geboorte van Christus. Toentertijd werden er allerlei verklaringen als geesten of verspreiding van rare besturende vloeistoffen bedacht voor de hoeveelheid controle die we hebben over ons lichaam. Tegenwoordig weten we natuurlijk dat de controle over ons lichaam zich bijna volledig in onze hersenen bevindt. Deze conclusie begint de laatste jaren echter te wankelen.

**E**en van de oudste bronnen waarin geschreven wordt over het brein dateert uit de periode van 1700 voor Christus. Deze bron, genaamd de Edwin Smith Papyrus, is een Oud-Egyptische tekst die 48 verwondingen tot in zeker detail beschrijft. Bij een aantal verwondingen speelden de hersenen een rol. Hierdoor waren de Egyptische artsen/auteurs in staat om wat ze zagen, wat vast geen smakelijk plaatje was, tot in detail te beschrijven. Niet dat er hierdoor veel meer waardering voor de hersenen kwam, want zoals we weten dachten de Egyptenaren dat onze ziel en dus intelligentie zich zetelde in ons hart. De hersenen waren dus totaal niet belangrijk in het Oud-Egyptische beeld van ons lichaam en werden daarom ook via de neus eruit gelepeld voordat een lichaam gemummificeerd werd.

Het idee dat ons kloppende hart onze ziel of intelligentie bevat, bleef ook tijdens de klassieke oudheid het dominerende paradigma. Al waren er enkelen die dit beeld aan het wankelen probeerden te brengen. Hippocrates was een van de eersten die dacht dat de hersenen te maken hadden met de zintuigen en bovendien dat zich hier onze intelligentie zou bevinden. Hij stelde ook dat epilepsie een verstoring in de hersenen was in plaats van een godgegeven gave voor profetie. Ook Plato beweerde rond dezelfde tijd dat onze intelligentie zich in de hersenen zou bevinden. Dat terwijl zijn leerling zich later zou vasthouden aan het idee dat alles wat ons tot ons maakt zich in

het hart bevindt. Deze leerling, Aristoteles, greep dus terug op het idee dat onze ziel zich in het hart bevond. Dat betekent niet dat hij geen nut zag in die grote hersenen waarmee ons hoofd gevuld is. Hij dacht dat ons brein een verkoelende werking had op ons hart, waardoor we niet alleen gepassioneerd onze impulsen zouden volgen maar ook zo nu en dan helder konden nadenken. Vandaar dat we ook nog vandaag de dag een onderscheid maken in denken met je hoofd en denken met je hart.

De eerste juiste bevinding op basis van structuur van de hersenen kwam zes eeuwen later, rond de tweede eeuw na Christus. Dit keer was het een Romeinse lijfarts van gladiatoren. Deze Galenus kreeg genoeg hoofdverwondingen te zien bij zijn patiënten. Dit gaf hem de kans om een verband te zien tussen hersenverwondingen en bepaalde geestelijke aandoeningen of verminderde mentale capaciteit. Bij dierenontledingen merkte hij tevens op dat hersenen zijn te verdelen in de grote hersenen en de kleine hersenen. Op basis van hardheid gaf hij functie. De grote hersenen zouden verbonden zijn met het sensorische systeem omdat ze zacht zijn en de kleine hersenen besturen onze spieren omdat ze harder zijn. Verbazingwekkend genoeg was dit een juiste conclusie die gestoeld was op verkeerde argumenten.

In de 1500 jaar die hierop volgden, gebeurde vrijwel niets op het gebied van neurologie, laat staan in

de rest van de wetenschappelijke gebieden. Dus als we de Middeleeuwen even negeren kunnen we snel overstappen naar de Renaissance, een tijd waarin de wetenschap weer begon te bloeien. Toen publiceerde Vesalius *De humani corporis fabrica*, 'Over de bouw van het menselijke lichaam', een boek over de menselijke anatomie, dat alleen geschreven kon worden doordat er geen taboe meer was op ontleding. Bij deze ontledingen ontdekte hij holtes in de hersenen en in het hart, waardoor hij tot de conclusie kwam dat de hersenen het hart, en ook de rest van het lichaam, bestuurden via vloeistoffen. Dit idee versterkte de gedachtegang dat onze ziel zich in de hersenen zou bevinden.

Het idee van vloeistoffen hield ook stand bij een man die grote invloed heeft gehad op onze filosofie en wetenschap, René Descartes, beter bekend van 'Ik denk, dus ik ben.' Hij probeerde een verklaring te vinden hoe het mogelijk was dat ons lichaam bestaande uit simpele materie, in staat was tot complexe gedachten en emoties. Rond de tijd van Descartes werd de natuurkunde gevormd zoals we die tegenwoordig op de middelbare school krijgen. Newton bedacht zijn wetten en zo leek de hele wereld beschreven te kunnen worden door natuurwetten. Alles had zijn wetmatigheid en was een radertje in het grote uurwerk dat het Universum heette. Zo was het lichaam ook een machine, alleen moest er een kracht of geest zijn die deze van zichzelf domme machine intelligentie en verbeelding gaf. Deze niet-fysieke geest zou volgens Descartes met het fysieke lichaam kunnen communiceren via de pijnappelklier, een klier die zich in de hersenen bevindt. Vanaf deze klier zou de geest zo nu en dan door het lichaam reizen om een bewuste beslissing te nemen, zoals hiernaast is afgebeeld.

De hersenen hebben nu een positie verworven als de behuizing van onze intelligentie. De interactie tussen de hersenen en het lichaam werd echter nog niet goed beschreven. In de jaren die volgden op de ontdekking van elektriciteit door Benjamin Franklin in 1751 werd onder andere ontdekt dat de hersenen ook elektriciteit opwekten en zo signalen door het lichaam verstuurden. Zo werd dus afgestapt van het idee dat besturing plaatsvond via vloeistoffenstromingen en werd overgegaan op elektrische sturing. In latere eeuwen werden ook functies aan bepaalde hersengebieden toegekend. Hierbij moet je vooral denken aan functies als besturing van ledematen, ze wisten in de 19<sup>e</sup> eeuw al waar welk ledemaat bestuurd werd. Op een gegeven moment ontstond er zelfs een tak binnen de studies naar hersenen die frenologie werd genoemd. In deze studie probeerden ze een kaart van de hersenen te maken om hier specifieke functies op aan te duiden, al schoten ze hierin erg ver door. Ze dachten namelijk dat als je een knobbel boven een bepaalde locatie op je hersenen had, dat de functie horend bij deze locatie erg sterk ontwikkeld was. Wat we hieraan hebben overgehouden is de spreekwoordelijke talenknobbel of wiskundeknobbel. Tegenwoordig is echter gebleken dat alles niet zo heel erg nauw bepaald is in onze hersenen en dat dit bovendien persoonsafhankelijk is. Maar deze functie-aanduiding heeft wederom het beeld versterkt dat onze intelligentie, onze controle zich in onze hersenen bevindt.

In de eeuw die hierop volgde werden steeds verdere ontdekkingen gedaan wat betreft hersengebieden en hun functies. Op deze manier is er een sterk fundament opgebouwd dat de controle over ons lijf, in vagere termen ook wel cognitie genoemd, zich in de hersenen bevindt. Ontwikkelingen op dit gebied gaan nog steeds door, waardoor we



steeds een beter begrip krijgen. De verwachting is dan natuurlijk dat we steeds meer over de controle van ons lichaam zullen begrijpen door naar onze hersenen te kijken.

### Een nieuw paradigma

Zonet is redelijk goed vastgesteld dat de controle over ons lichaam, of anders gezegd cognitie, zich in onze hersenen bevindt. Maar uit onbewuste ervaringen in ons dagelijkse leven weten we dat dit beeld een beetje kortzichtig is. Op een lager niveau, dat willen zeggen in ons ruggenmerg, is er ook een zekere mate van controle aanwezig. De kniereflex is hiervan een bekend voorbeeld: wanneer je met de zijkant van je hand onder je knieschijf tikt, schiet je onderbeen omhoog. Als je die tik uitdeelt worden bepaalde spiervezels uitgerekt en dat wordt opgepikt door zogenaamde spierspoeltjes. Om deze uitrekking te corrigeren gaat er een signaal richting je ruggenmerg. Deze wordt weer overgedragen naar een effector die ervoor zorgt dat alles weer aangespannen wordt en zo geeft je been een trap. Het signaal wordt ook doorgestuurd naar je hersenen, waardoor je achteraf bewust merkt dat je been ineens trapt. Het lijkt niet zo heel erg nuttig, willekeurige trappen uitdelen, maar dit is natuurlijk niet de functie achter een dergelijk reflex. Het idee is dat deze reflexen je houdingen corrigeren terwijl je bijvoorbeeld loopt, ook al krijg je dat niet bewust mee.

Dierenbeulen hebben ook onderzoeken gedaan naar hoe sterk deze reflexmatigheid is. Er is een experiment geweest waarin kikkers te maken kregen met een irriterend zuur. Je kan je voorstellen dat de kikker die met het zuur te maken kreeg, het eraf probeerde te krijgen. Vervolgens is er een nieuwe kikker bijgekomen waarvan een poot verwijderd was, en werd het experiment opnieuw gedaan. De kikker probeert het zuur weg te halen met een ander ledemaat. Zelfs als de kikker geen ledemaat meer overheeft zal hij iets proberen om het eraf te krijgen. Na vier ledematen kun je nog één ding van de romp afsnijden, namelijk het hoofd. Wat

ze echter gedaan hebben is het doorsnijden van de zenuwbaan die opdrachtsignalen van de hersenen naar spieren verstuurt. Het arme beest voelde dus wel pijn, maar kon er niet bewust op reageren. Vreemd genoeg probeerde de kikker zich nog steeds van het zuur te bevrijden, nu wel puur reflexmatig. Dit betekent dus dat op het niveau van het ruggenmerg zich ook een zekere mate van controle bevindt.

De stroming binnen de psychologie en de medische wetenschappen die zich hiermee bezighoudt, wordt *Embodied Cognition* genoemd. Wat Embodied Cognition precies is weet niemand echt, want er is nog geen exacte definitie. Alle theorieën die stellen dat cognitie zich in meer dan alleen de hersenen bevindt, worden namelijk onder het dakje dat Embodied Cognition heet geschoven. Lawrence Shapiro probeerde de pijlers van Embodied Cognition op te stellen. Hoe binnen de stroming Embodied Cognition over de interactie tussen de omgeving, het lichaam en cognitie werd gedacht is volgens hem in de volgende drie termen samen te vatten.

*Conceptualisation:* Het lichaam bepaalt hoe je je omgeving waarneemt en beperkt daarom ook hoe je met je omgeving om kan gaan. Dit is het beste te bekijken vanuit perspectief van een huismus. Als een huismus in de achtertuin op de deurklink van de achterdeur zit, kan hij er vrijwel niets mee. Zijn lichaam is niet groot genoeg om genoeg kracht uit te oefenen om de deur te openen. Het enige wat de huismus nog rest is uit te rusten op diezelfde deurklink. Voor een mens daarentegen heeft de deurklink geen zitfunctie, want daar is zijn lichaam te groot voor. Met zijn handen zou hij door stevig aan de deurklink te trekken de deur eruit kunnen halen of zoals we normaal doen: de deur ermee te openen. We kijken dus naar onze omgeving op basis van wat we ermee kunnen.

*Replacement:* De definitie hierachter is redelijk filosofisch van aard en zal daarom ook enigszins vaag klinken. Volgens deze definitie nemen we onze omgeving

direct waar. Dat betekent dus dat als we naar een pen kijken, we geen 'representatie' van een pen zien, die daarna vergeleken wordt met 'het idee' dat we ervan hebben. Wat hierachter schuilt, is dat het waarnemen van de wereld dan tergend langzaam zou gaan, omdat er dan continu vergeleken moet worden met het idee van het voorwerp en er dan afgewogen moet worden of het waargenomen voorwerp in dezelfde categorie valt als het idee dat we ervan hebben.

*Constitution:* De wereld maakt deel uit van onze cognitie. Cognitie bepaalt dus niet alleen hoe wij de wereld waarnemen, maar de wereld vormt ook onze cognitie. Sterker nog, zonder een wereld of lichaam om waar te nemen is er geen cognitie.

Aan de hand van deze pijlers zie je dat Embodied Cognition een redelijk filosofische basis heeft en daarom kun je je afvragen waarom de theorie überhaupt noembaar is. Los van enkele wetenschappelijke resultaten is er één simpele reden: hij werkt, al dan niet met beperkingen. Een probleem binnen de psychologie en deels voor de medische wetenschappen is de fantoompijn. Een veel voorkomend probleem bij soldaten die terugkeren nadat ze een ledemaat kwijtgeraakt is het voelen van pijn. Niet als gevolg van de amputatie zelf, maar een onverklaarbare pijn in de arm die verwijderd is. De hersenen zijn schijnbaar niet in staat om zelf te verwerken dat er geen arm meer is. Nu is er een therapie die op een deel van de patiënten werkt: de zogenaamde *mirror box*. Dit is een doos waar op een van



FIGUUR 1 Een mirror box.

de wanden een spiegel bevestigd is. De patiënt doet zijn arm in de doos en mits hij genoeg afgeleid wordt, denkt hij dat hij zijn verloren arm ziet in het spiegelbeeld. Door in gedachten beide armen te ontspannen verdwijnt de pijn en zou de patiënt genezen zijn. Hierbij wordt dus gebruikt gemaakt van Embodied Cognition, de omgeving is kunstmatig veranderd. De patiënt wordt zo misleid dat hij denkt dat hij zijn arm weer terug heeft en zo wordt zijn pijn verlicht.

Embodied Cognition gaat ook verder dan menselijke psychologie, het heeft ook voeten in de aarde bij kunstmatige intelligentie en robotica. Rodney Brooks liet in de jaren 90 al zien dat robots effectiever werkten wanneer ze geen representaties in hun hoofd hadden die ze moesten gebruiken om zich wegwijs te maken in hun omgeving. Ze werkten juist vele malen sneller als ze simpele routines hadden om te reageren op hun omgeving zonder al te veel na te denken. Hij stelde ook dat je alleen op een dergelijke denkwijze echte kunstmatige intelligentie kon bouwen. Ook is het met Embodied Cognition mogelijk om taal ten delen te verklaren. We praten namelijk voornamelijk in termen van onze zintuiglijke waarnemingen, wat logisch zou zijn als cognitie plaatsvindt in termen van het lichaam en de omgeving. Embodied Cognition is een stroming in opkomst en biedt wellicht een dieper inzicht in onze cognitie. Mocht het niet zo zijn dan is het weer wachten op een nieuwe verschuiving van paradigma's. •

### Referenties

- [1] Collegeshets Prof. Dr. A.J.W. Scheurink
- [2] Wilson, M. (2002) Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review* 9: 625-636.
- [3] Shapiro, L. (2011) *Embodied Cognition*. Routledge, Abingdon.
- [4] [www.deakin.edu.au/hmnbs/psychology/gagepage/Pgstory.php](http://www.deakin.edu.au/hmnbs/psychology/gagepage/Pgstory.php)
- [5] [plato.stanford.edu/entries/descartes/](http://plato.stanford.edu/entries/descartes/)
- [6] [www.sjsu.edu/depts/Museum/hippoc.htm](http://www.sjsu.edu/depts/Museum/hippoc.htm)
- [7] [faculty.washington.edu/chudler/hist.html](http://faculty.washington.edu/chudler/hist.html)
- [8] [www.columbia.edu/cu/psychology/courses/1010/mangels/neuro/history/history.html](http://www.columbia.edu/cu/psychology/courses/1010/mangels/neuro/history/history.html)

