

perio*diek

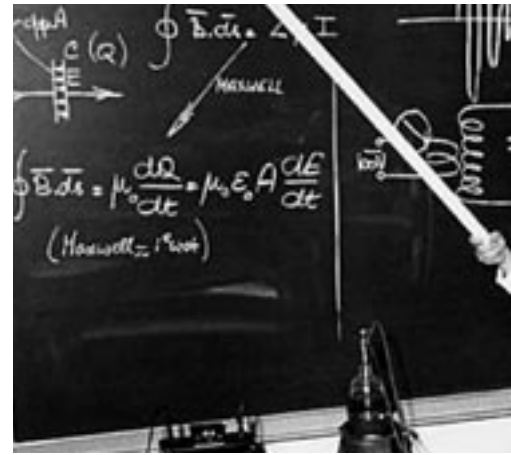
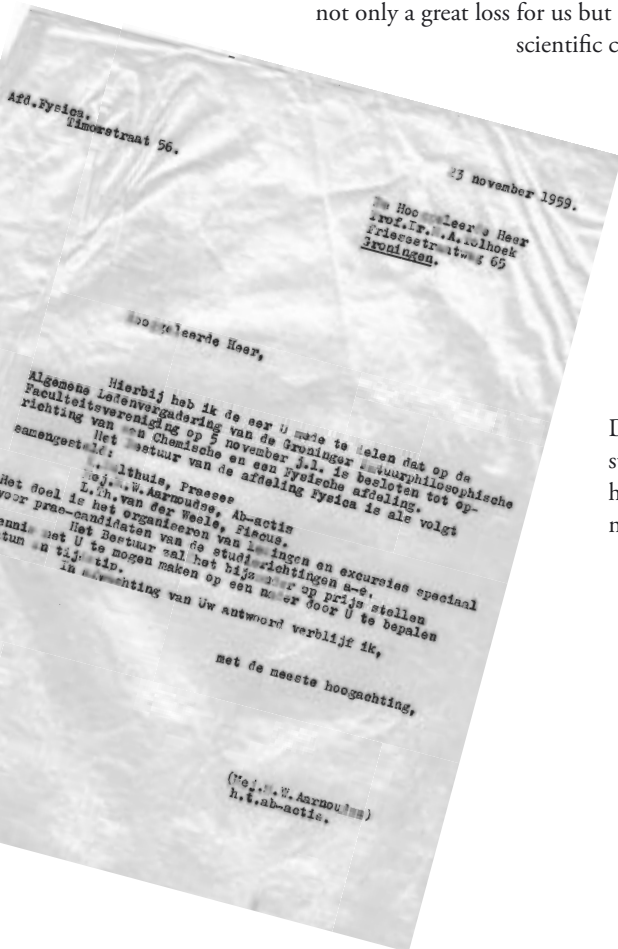
op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2009 nummer 4



In dit nummer

6 | Hendrik de Waard

Professor Hendrik de Waard was the first honorary member of the FMF. His passing away last year was not only a great loss for us but also for the scientific community.



12 | Vijftig jaar FMF

De FMF is jarig. En aangezien we geen eeuwige studenten hebben om verhalen van te horen, hebben we ex-FMF'ers gevraagd om hun herinneringen met ons te delen.



27 | Wiskunde in het ziekenhuis

Wiskunde is overal: zo ook bij de afdeling Neurologie van het UMCG. Maar integreren met het ziekenhuispersoneel is niet altijd even makkelijk.

46 | Kokkerellen

Na een redactiewissel neemt Ellen het stokje van Marije over. De bakkerij verandert van naam, en gaat fris van start met een heerlijk opkikkertje.



En verder...

- 4 In het nieuws
- 11 Op de achtergrond
- 18 Clojure
- 20 Supersymmetrie
- 24 Het eenjarig jubileum van de Gratama-telescoop
- 32 Java en concurrency
- 38 De uitdaging van energiebesparing
- 40 Weg met het qwerty-toetsenbord
- 42 Evolutie, biodiversiteit en het aquarium van Bas Haring
- 45 Breinwerk

Van de hoofdredacteur

Telkens als ik iets lees of hoor over de eerste maanlanding, of weer die legendarische beelden uit '69 zie, bekruipt mij het gevoel dat ik te laat geboren ben. Als ik mopper dat de lancering van de Herschel veel te weinig media-aandacht krijgt, frons men slechts de wenkbrauwen. Als NASA een sonde op de maan laat neerstorten om middels metingen aan de stofpluim water op te sporen, en ik plotseling weg moet om dit live te gaan volgen, kijkt men mij niet-begrijpend aan.

Dit onbegrip is wederzijds. Hoe kun je nu naar de maan of de sterren kijken, en je niet afvragen wat er daarbuiten in die onvoorstelbare leegte rondzweeft? Hoe

kun je naar de woorden van Neil Armstrong luisteren, die verder van huis is geweest dan wie dan ook, en geen brok in je keel krijgen? Ik vind dat soort dingen fantastisch. En niet alleen omdat ruimtevaart ontzettend avontuurlijk is en tot de verbeelding spreekt. Nee, het is vooral de nieuwsgierigheid, de drang om meer te weten te komen. In feite is daardoor alles wat met wetenschap te maken heeft automatisch interessant.

Helaas lijken veel mensen, ook bèta's, zich dat niet altijd te realiseren. Via de Periodiek hoop ik daarom deze boodschap overtuigend te kunnen uitdragen: wetenschap is gewoon het spannendste dat er is!

— Thomas

Colofon

Hoofdredacteur
Thomas ten Cate

Redactie
Monique van Beek, Ellen Schallig,
Pjotr Svetachov, Marten Veldthuis,
Erik Weitenberg

Scribenten
Dimitri van Agterveld, Roel Andringa, Morten Bakker, Robert Broos, Hendrik Wietze de Haan, Henk Hanson, George Huitema, Annemieke Janssen, Otto Kardaun, Gert Korthof, Niels Maneschijn, Natasha Maurits, Bert Niesen, Geert Jan Olsder, Frits Pleiter, Geert Reitsma, Martien Scheepens, Willemieke van Vliet, Janneke Westerga, Tamme Wierenga

Met dank aan
Jeffrey Bout, Corine Meinema,
Elmer Spaargaren

Adverteerders
Quinity (pag. 37), Technolution
(pag. 48)

Adverteren?
Neem contact op met bestuur@fmf.nl

Oplage 1300 stuks
Druk Scholma, www.scholma.nl

ISSN 1875-4546

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

In het nieuws

'Missing link' gevonden

In China is een fossiel gevonden van de voorvader van de *Tyrannosaurus rex*. Deze drie meter lange *Raptorex kriegsteini* weegt 65 kilo maar heeft wel dezelfde lichaamsbouw als zijn grote broer. Wat vooral opmerkelijk is, is dat hij ook van die kleine armen heeft. Eerder werd gedacht dat juist alleen grote roofdieren als de T. rex beter af waren met kleine armen. De evolutie van de T. rex moet nu dus herzien worden.

news.bbc.co.uk

Vloeken helpt

Als je bij plotselinge pijn de neiging hebt om onafdrukbaar woorden te roepen, heb je daarvoor nu een wetenschappelijk excuus. Psychologen van de universiteit van Keele lieten twee groepen studenten hun hand zo lang mogelijk in een bak met ijswater houden. (Tip van de redactie: denk twee keer na voordat je daar gaat studeren.) De ene groep mocht daarbij vloeken, de andere groep mocht alleen neutrale woorden zeggen. Mannen die mochten vloeken hielden het gemiddeld 30% langer vol; vrouwen zelfs 44%. Het idee voor dit onderzoek is overigens ontstaan op de kraamafdeling van het plaatselijke ziekenhuis.

sciencemag.org



Muntje gooien niet eerlijk

Heb je wel eens een muntje opgegooid om te kiezen wie er betaalt voor het eten? Recent onderzoek heeft aangetoond dat dat helemaal niet altijd eerlijke kansen oplevert. Als je pech (of geluk) hebt kan de verdeling oplopen tot 66% kans op bijvoorbeeld kop! De onderzoekers hebben ook een machine gebouwd die een munt zo gooit dat hij altijd op kop landt. Met wat oefening hoef je dus nooit meer voor je eten te betalen!

codingthewheel.com

Eerste tests aids-vaccin op mensen

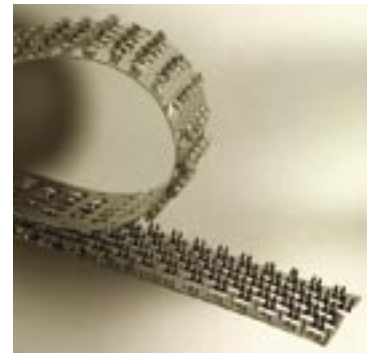
Een vaccin tegen hiv/aids dat ontwikkeld is aan de universiteit in London (in Ontario, Canada) wordt straks getest op mensen. Dit vaccin is al met succes getest op dieren, maar omdat het hiv-virus niet dezelfde invloed heeft bij dieren als bij mensen, moet de veiligheid ook op mensen worden getest. In de eerste fase wordt de veiligheid van het vaccin getest op mensen die al hiv-positief zijn. In de tweede fase wordt pas de immunogeniteit van het vaccin getest.

communications.uwo.ca

Heavy Metal klittenband

Klittenband is de normaalste zaak van de wereld. Bijna iedereen heeft het wel eens gebruikt om twee dingen bij elkaar te houden. Het nadeel is alleen dat de verbinding meestal niet zo sterk is. Duitse ontwikkelaars hebben dat probleem nu opgelost: ze hebben een stalen soort klittenband ontwikkeld die 35 ton per m² kan dragen in de richting van het klittenbandvlak, of 7 ton loodrecht daarop.

newscientist.com



Rekenen zonder lezen

Cloud computing, het uitbesteden van je rekentaken, wordt steeds populairder. Een groot probleem hierbij is echter dat de rekenende partij inzicht heeft in je data. IBM Research heeft hiervoor nu een oplossing gevonden. Hun nieuwe encryptiemethode is volledig homomorf: bewerkingen (optellingen en vermenigvuldigingen) op versleutelde data vertalen zich naar equivalente bewerkingen op de originele data. Zo zou je iemand kunnen laten rekenen aan je data, zonder dat diegene er iets uit kan worden.

www-03.ibm.com



Tetris is goed voor je

Recent onderzoek heeft aangetoond dat oefening met een “uitdagende visuospatieële taak, waarvoor aandacht, oog-hand-coördinatie, geheugen en visuele ruimtelijke probleemoplossing nodig zijn” resulteert in groei van de hersenschors. Dit is een van de vele aanwijzingen dat de structuur van het brein niet zo onveranderlijk is als lang werd gedacht. De taak in kwestie: het klassieke computerspelletje Tetris. Al eerder werd aangetoond dat door het spelen van Tetris bepaalde hersengebieden efficiënter gingen werken; de verandering in de hersenschors is nieuw. Hoe deze twee veranderingen precies samenhangen is nog niet bekend.

engadget.com

De missende component

Als je de vergelijkingen voor de grootheden spanning, stroom, lading en magnetische flux zorgvuldig bestudeert, ontdek je dat elk tweetal van deze grootheden op een bepaalde manier gekoppeld is ... op één na. De component die magnetische flux koppelt aan lading is net zo fundamenteel als de bekende componenten weerstand, condensator en spoel. Leon Chua leidde in 1971 op deze manier het bestaan van deze component af, die hij ‘memristor’ doopte. Chua bemerkte bovendien dat de synapsen in een brein eigenlijk memristors zijn. Memristors zouden dus een grote doorbraak kunnen betekenen voor kunstmatige intelligentie, maar het bouwen ervan



in het lab bleek vrij moeilijk. Al rond de millenniumwisseling bouwde Stan Williams van HP Labs een nanoschakelaar met geheugen, maar het duurde tot 2008 tot men zich realiseerde dat dit de eerste kunstmatige memristor was. Daarmee kwam het onderzoek naar memristors in een stroomversnelling. Zelfs als de memristor niet de beloofde doorbraak in AI teweeg brengt, kan hij nog steeds nut hebben als zeer efficiënt geheugenelement voor bijvoorbeeld USB-sticks.

newscientist.com

Water op de maan

De maan is niet zo droog als tot voor kort werd gedacht. Dacht men altijd dat er in een paar kraters wat water te vinden was en verder helemaal niet, nu blijkt dit niet waar te zijn. Bijna overal op het maanoppervlak is water te vinden. Dit betekent niet dat je op de maan water kunt drinken, want het is nog steeds veel droger dan de droogste woestijn op aarde. Verder onderzoek, onder andere de inslag op de maan begin oktober, zal nog meer interessante dingen boven water halen.

space.com

Snaartheorie toegepast

De snaartheorie is een van de kandidaten om de universele ‘theorie van alles’ te worden. Helaas is het nog een hoop theoretisch handengewapper. Nu hebben drie onderzoekers van de Nederlandse Stichting voor het Fundamenteel Onderzoek der Materie met behulp van de snaartheorie een aantal waarnemingen verklaard. Deze waarnemingen, aan een bij kamertemperatuur supergeleidend materiaal, worden door andere theorieën niet verklaard. Dit resultaat vormt een belangrijke bijdrage aan de geloofwaardigheid van de snaartheorie.

tweakers.net

Directe afbeelding van een enkel molecuul

Voor de allereerste keer zijn wetenschappers erin geslaagd om de chemische structuur van een enkel molecuul af te beelden. Deze methode laat zelfs de chemische bindingen zien. Doordat men nu in staat is om structuren op deze schaal te begrijpen, kan veel vooruitgang geboekt worden in ontwerpen op moleculair niveau, vooral bij elektronica en medicijnen.

news.bbc.co.uk



Hendrik de Waard

BY L. NIESEN, FRAMES BY F. PLEITER

Professor De Waard (1922–2008) was an honorary member of the FMF since 1978. Last year we printed a personal story by his wife Paula. In this edition we present an article on his scientific career, written by his colleague L. Niesen, with explanatory notes for the uninitiated by F. Pleiter.

Unfortunately, the permission to reprint this article does not extend to online publication. The original text by L. Niesen has been removed from the online version of the *Periodiek*, but is available on request from the archives.

The unabridged version can be found on SpringerLink (for members only):

<http://www.springerlink.com/content/17126843m7662727>

Nuclear state

A nucleus may be in its lowest energy state (ground state) or in a higher energy state (excited state). If in an excited state, it will eventually decay to a lower energy state, usually by emitting a gamma ray. The lifetime of the excited state may be less than a femtosecond or more than a thousand years, depending on the angular momentum and parity of the states involved. Parity describes the behaviour of the wave function under a parity transformation. It is either positive or negative.

Nuclear model

According to the nuclear shell model of Wigner, Goeppert-Mayer and Jensen, nucleons gradually fill up the available shells. Like in the atomic shell model,

there are certain magic numbers of nucleons (2, 8, 20, 28, 50, 82, 126) which are more tightly bound than the next higher number. But unlike in the atomic shell model, nucleons have a strong spin-orbit interaction, which implies that states with the same main quantum number n but different values of the total angular momentum j may have very different energies.

Nilsson developed a shell model for the region far from magic numbers, where nuclei may have either a cigar-shaped or disc-shaped deformation. The familiar shell model levels may skyrocket or nosedive quite unexpectedly as a function of the deformation parameter.

In the Bohr-Mottelson model, excited nuclear states are described as collective quadrupole vibrations of the nuclear surface. The model works particularly well for nuclei with even numbers of protons and neutrons.

Parity nonconservation

Parity involves a transformation that changes the sign of the coordinate system. The parity transformation changes a right-handed coordinate system into a left-handed one or vice versa, and a second application of the parity transformation restores the coordinate system to its original state. Quantum mechanical states have a parity that depends on the behaviour of the wave function under a parity transformation.

It seems to be a reasonable presupposition that nature should not care whether its coordinate system is right-handed or left-handed, but surprisingly, that turns out not to be so. In a famous experiment by Madame Wu, the non-conservation of parity in beta decay was demonstrated. This and subsequent experiments have consistently shown that a neutrino always has its intrinsic angular momentum (spin) pointed into the direction opposite to its velocity and anti-neutrinos have their spins parallel to their velocity. Therefore we say that the neutrino has an intrinsic parity. The same is true for other leptons like electrons and positrons.





Mössbauer effect

The yellow radiation of a sodium atom exactly matches the excitation energy of another sodium atom and is, therefore, effectively absorbed by it, as illustrated by the dark Fraunhofer lines in the solar spectrum. The same is true for emission and absorption of gamma rays. However, during the process of emission of a gamma

ray, a sizeable amount of energy is transferred to the nucleus to conserve momentum, an effect known to everybody who ever tried to jump from a boat to the shore. Since the recoil energy is much larger than the line width, nuclear resonant absorption is effectively impeded.

Mössbauer discovered that when the emitting and absorbing nuclei are bound in a solid, a certain fraction of gamma rays are emitted and absorbed with negligible energy loss due to recoil. This is due to the fact that the nucleus can behave as if it is rigidly bound to the solid such that the recoil is taken up by the entire solid. Think of jumping from a boat the size of an oil tanker – it surely wouldn't move an inch!

The recoilless fraction depends strongly on the gamma ray energy and on the stiffness of the solid material. Naturally the gamma ray transition should go to the ground state of the nucleus. There are, therefore, only a limited number of isotopes that can be used for Mössbauer experiments, a very popular one being iron-57.



Hyperfine interaction

The term refers to the interaction between nuclear moments and extranuclear fields, which leads to a tiny shift of the nuclear and electronic energy levels. The coulomb interaction between the nuclear charge and the finite electron density at the nucleus leads to the isomer or chemical shift. The interaction between the magnetic nuclear moment and the magnetic field at the nucleus leads to the Zeeman splitting. Finally, the interaction between the electric quadrupole field and the electric field gradient at the nucleus causes the quadrupole splitting.

Hyperfine interactions can be studied by a variety of techniques. One of them is nuclear magnetic resonance (in hospitals commonly known as MRI). More complicated techniques include Mössbauer spectroscopy, nuclear orientation and perturbed angular correlations.

Ion implantation

The technique of ion implantation makes it possible to introduce atoms into solids in which they are normally insoluble. By implanting a radioactive isotope, one can conveniently introduce the daughter atom to which it decays.

Material is ionized in the ion source of the implantation device, the ions are extracted by a high

voltage of up to a few hundred kV and transported in evacuated pipe lines. When the ions hit the target, they penetrate to a depth a few hundred nanometres and create numerous lattice defects like vacancies and interstitials. The crystal structure of the target is often severely damaged or even destroyed.

Lattice damage can be repaired by thermal annealing, a process applied by blacksmiths since prehistoric times. In the first step the iron is hardened by hammering. In the second step the lattice damage created by the hammering is removed by heating, thus softening the

iron. This cycle of hammering and heating is repeated over and over.

Magnetotactic bacteria

A class of bacteria that exhibit the ability to orient themselves along the magnetic field lines of Earth's magnetic field. They produce magnetic particles in chains. Individual magnetite crystals are of a size between 35 and 120 nm, large enough to have a magnetic field and at the same time small enough to remain a single magnetic domain.



Op de achtergrond

DOOR MARTIEN SCHEEPENS

Op de achtergrond gebeuren altijd veel zaken waarvan je gemiddelde medemens niet eens wist dat ze gebeurden. Zo gaat dat ook met besturen.

Voor dat je een bestuur in gaat, vertelt het bestuur van dat moment wat ‘besturen’ inhoudt. Natuurlijk vraag je het ook aan andere mensen met ervaring om een goed beeld te krijgen. Maar eigenlijk zou je journalist moeten zijn om te weten wat je moet vragen: je moet namelijk ook alle achtergrondzaken leren kennen. Je staat er soms versteld van wat de FMF in het diepste geheim doet (lees: stoor een bestuurslid met de vraag wat hij doet en je hoort ‘laat me even werken’) om ervoor te zorgen dat alle activiteiten zo leuk zijn en zonder grote problemen verlopen.

Dit is wat het bestuur vertelt aan personen die geïnteresseerd zijn in een bestuursfunctie:

De commissaris-extern reist af en toe door het land voor nuttige sponsorgesprekken, de secretaris tekent de uitnodigingen voor de constitutieborrel, de penningmeester ontvangt een grote berg geld en is zeer blij en de voorzitter mag uitrusten omdat alles binnen de vereniging op rolletjes loopt.

Maar ondertussen werkt de penningmeester aan de kwartaarlijkse belastingaangifte, probeert de commissaris-extern een excursie te regelen, schrijft de secretaris de notulen en een almanakstukje voor een lieve zustervereniging en bereidt de voorzitter zijn eerste ALV voor waar weer een groot discussiepunt op de agenda zal staan.

Niet alles is wat het van tevoren lijkt.

Dit was dan misschien een leuke opsomming van onze bezigheden als bestuur, maar we vergeten iets. Er mist iets. De afgelopen jaren voldeed het aantal bestuursleden aan de formule

$$N_B = \lfloor \pi + e \rfloor = 5$$

Maar dit jaar is de constante -1 bij deze formule opgeteld, wat iedereen jammer vindt en tot enige complicaties in de taakverdeling heeft geleid.

De commissaris-intern die iedereen een hart onder de riem steekt, is er dit jaar niet meer als apart bestuurslid bij. Het mannenclubje van dit jaar moet het zonder intern stellen. Dat betekent nog eens meer werk, maar niemand die dat merkt. De intern onderhoudt normaliter de contacten met commissies, nu doen wij dat er met z'n allen bij. De commissies zien nu dus niet meer allemaal hetzelfde bestuurslid.

De strekking van dit verhaal is niet dat wij het heel druk hebben.

Nee, de strekking is dat veel zaken die stilletjes op de achtergrond worden uitgevoerd, grotendeels onzichtbaar blijven. Dit geldt voor het bestuur, maar nog veel meer voor al die leuke commissies met vele actieve leden die de FMF kent. •



Martien Scheepens
Voorzitter



Herbert Kruitbosch
Commissaris-extern



Jelle Nauta
Penningmeester



Marcel Tiemens
Secretaris

Vijftig jaar

1959

1960

1961

1962

1963

Vroeger werd de wetenschap bijgestaan in haar epische strijd tegen de onwetendheid door kamers vol aantrekkelijke rekendames. Tegenwoordig wordt de gemiddelde nerd bijgestaan door Windows Vista. Gelukkig zijn niet alle ontwikkelingen zo vreselijk misgelopen. Op 5 november 1959 werd een kleine studievereniging opgericht. Reis mee door deze selecte memoires van de illustere voorvaders van de FMF.

Geert Jan Olsder Voorzitter 1964–1965

Het moet 1964 zijn geweest dat ik benaderd werd door Bernhard Kolk of ik hem het academische jaar daarop niet zou willen opvolgen als voorzitter van de FMF. Mijn studentenbestaan bestond vooral uit redelijk goed studeren en daarnaast 'goed student' zijn (dat wil zeggen naar 'de kroeg', Mutua Fides, gaan, en roeien bij Aegir) en daarbij had de FMF nog geen prominente plaats ingenomen. Bernhards argument was dat de nieuwe voorzitter contacten met de hoogleraren moest onderhouden en dat daarom de student al een redelijke studie-reputatie moest hebben, wilde hij voor enigszins vol worden aangezien. Die contacten waren belangrijk voor het uitnodigen van sprekers (de hoogleraren hadden immers de contacten) en het organiseren van reizen naar Nederlandse bedrijven. Het aankondigen van lezingen ging via prikborden met A4 aankondigingen met "bang bang" in koeien van letters erop. Die "bang bang" had als enige functie om aandacht te trekken.

Het bestuur bestond verder uit Julieke Hupkes, secretaris, en John Senneker, penningmeester. Wij hadden een eigen kantoor(tje) in het

natuurkundegebouw. Ik herinner me nog dr. Peter Boskma, een jonge medewerker bij natuurkunde, die ons veel raad gaf. Als we weer eens een (voor ons) dringende vraag hadden en Peter Boskma was niet op zijn kantoor, dan hingen we een briefje aan zijn deur en Peter kwam dan snel daarna vol begrip bij ons langs.

Ik herinner me ook nog dat ik eens een buitenlandse hoogleraar moest inleiden, in het Engels uiteraard; mijn Engels was toen niet veel soeps. Die inleiding had moeten gebeuren door de voorzitter van de hele faculteitsvereniging (Piet Grootes, nu hoogleraar in Kiel, Duitsland) maar die had zich ervan af gemaakt omdat hij zijn aanwezigheid bij een receptie van een andere hoogleraar belangrijker vond (zo, nu heb ik eindelijk mijn gram gehaald).

De verhoudingen waren hiërarchischer dan nu het geval is; een gesprek met een hoogleraar moest meestal worden aangevraagd. Toen er op de universiteit sprake was van een gedeeltelijke verhuizing van de faculteit der wiskunde en natuurwetenschappen naar Paddepoel, heeft professor Blaauw (sterrenkunde), waarschijnlijk als toenmalige voorzitter van die faculteit, mij gevraagd hoe de studenten daar tegenaan

zouden kijken. Dat was al heel democratisch.

Wiskunde zat in die tijd in een herenhuis aan de Reitdiepskade (nummer 4 en later ook op de bovenverdiepingen van nummer 6) en natuurkunde in een groot pand aan de Westersingel. Op de begane grond van Reitdiepskade 6 woonde een gepensioneerde scheepskapitein, mijnheer Tatje, die met enige regelmaat vergat dat hij vlees aan het braden was en dan de stad in ging. Er ontstond dan een enorme stank die tot evacuatie leidde van alles wat wiskunde was.

Twee of drie keer hebben de besturen van wis- en natuurkunde-studieverenigingen van verschillende universiteiten samen vergaderd, steeds in Amsterdam geloof ik. In ieder geval was het een hele reis vanuit Groningen. Daarom heb ik voorgesteld dat de verenigingen van universiteiten van dichtbij Amsterdam moesten bijdragen in de reiskosten van de verenigingen van ver weg (met name van Groningen dus). Tot mijn verbazing werd zo'n regeling aangenomen, maar zij heeft nooit gefunctioneerd... Mochten zulke bijeenkomsten nog steeds plaatsvinden, dan hoop ik dat er nu meer wezenlijke punten op de agenda staan.

Henk Hanson Penningmeester 1967–1968

Meer dan veertig jaar geleden (in het studiejaar '67/'68) was ik penningmeester van het FMF-bestuur. Er is nogal wat veranderd in de tussentijd; de organisatie en de besturing van de faculteit zijn totaal anders dan vroeger en de rol van studenten en studieverenigingen is veel groter geworden.

Toen ik begon met studeren was de hoogleraar de baas en hadden studenten geen enkele invloed. Evaluaties van het onderwijs kwamen niet voor. Slechts een enkele docent vroeg wat we van zijn (het waren allemaal mannen) colleges vonden. Wel was de staf betrokken bij de FMF: men participeerde in de excursies en deed mee met de eerstejaarsdag. Vanaf 1968 vonden de democratiseringsbewegingen plaats en namen studenten en promovendi zitting in de diverse besturen binnen de faculteit, waarin ze bijna evenveel invloed hadden als de hoogleraren. Dat was wel wennen. Later is deze democratisering weer enigszins teruggedraaid tot de huidige situatie. Studenten worden nu betrokken bij de



besturing en hebben daarin een adviserende rol. Verder hebben ze via opleidingscommissies een grote invloed op de kwaliteit van het onderwijs.

Het FMF bestuur bestond in 1967/1968 uit vijf mannen; ook in die tijd waren er nauwelijks meisjes die natuurkunde gingen studeren. Veel studenten waren lid van de FMF, maar behalve een kascommissie waren er geen commissies. De activiteiten waren ook beperkt: een aantal lezingen, een eerstejaarsdag, een enkel bedrijfsbezoek, een tweedaagse excursie binnen Nederland en eens in de paar jaar een buitenlandse excursie. Voor sociale activiteiten ging men naar een gezelligheidsvereniging. Contacten met andere verenigingen waren er nauwelijks. Ons bestuur had ook geen vergaderruimte op de universiteit, maar kwam eens in de paar weken bijeen bij een van de bestuursleden thuis.

Op mijn zolder vond ik na enig zoeken nog een deel van een kasboek uit 1967. Nu ken ik de financiën van de huidige FMF niet, maar de grootteorde is ongetwijfeld anders. Aan de eerstejaarsdag, die overigens in februari werd georganiseerd, is een bedrag van *f* 36,81 (gulden) gependeed (voor de jongeren: 1 gulden is ca. € 0,45), bestaande uit *f* 3,45 voor stencils, *f* 7,00 voor koffie, *f* 24,01 voor drank en een bedrag van *f* 2,35 waarvan ik de bestemming niet meer kan achterhalen. De borrel bij de bestuurs-overdracht kostte *f* 39,90. Ook wij hadden toen duidelijk onze prioriteiten.

Otto Kardaun Voorzitter 1975–1976

In 1972 ben ik met natuur- en wiskunde (N4/W3) in Groningen begonnen. Als tweede hoofdvak kon hierbij scheikunde genomen worden, een brede oriëntatie die, naar ik heb vernomen, sinds enkele jaren weer gebruikelijk is. Van de 80 eerstejaars natuurkunde, 80 wiskunde en 20 econometrie, die gezamenlijk de colleges Analyse en Lineaire Algebra volgden, waren er in het tweede jaar ongeveer 50% over. Met enige nadruk werd mij als eerstejaars verteld, op de eerst bezochte FMF-bijeenkomst, dat dit al jaren het geval was. Vooral Abstracte Analyse werd door de natuurkundigen als een zwaar vak beschouwd (uit het boek van Rudin, met een door de studentenbond anoniem uitgegeven, handgeschreven collegedictaat van Verdenius).

Pas iets later, in het tweede studiejaar, werd ik lid van de FMF. De aanleiding was dat er een buitenlandse excursie naar Engeland gepland werd. Om mee te kunnen gaan moest je (in tegenstelling tot sommige andere activiteiten) echt lid zijn. Downloadbare PDF-formulieren bestonden nog niet, dus ging ik op pad naar het natuurkundig laboratorium op de Westersingel, waar ook de hoorcolleges werden gegeven. Bij uitzondering had ik daar zes weken in de zomervakantie bij de Van de Graaffgenerator gewerkt, in ruil voor een aantal practicumproeven, samen met en daartoe aangemoedigd door (inmiddels overleden) jaargenoot Jan Pieter Pijn, later voorzitter van de FMF.

Om mij aan te melden ging ik op zoek naar een ouderejaarsstudent. Die was te vinden in een werkgroep van de Vaste-Stoffysica, in het kasteeltje (dat nu nog bestaat) naast het laboratorium. Na een paar minuten belangstelling te hebben getoond voor zijn experiment kon ik de aangekondigde FMF-excursie noemen en vragen hoe men lid kon worden. Tot mijn opluchting keek hij er niet van op, maar gaf een gironummer waarop 5 gulden gestort moesten worden, en de naam van een bestuurslid aan wie ik het gebeurde kon melden.

De excursie naar Engeland duurde een week: Imperial College, de sterrenwacht bij de Greenwich-meri-

diaan en Speaker's Corner in Hyde Park zijn slechts enkele flarden uit de herinnering van wat we gezien hebben. Een belangrijk aspect was dat er contacten konden worden gelegd met (ouderejaars) studenten en stafleden. Later werd mij gevraagd of ik in het jaar 1974/75 niet vice-voorzitter wilde worden. Daar ben ik zonder veel over na te denken op in gegaan. In retrospect denk ik dat het anders gegaan zou zijn zonder (voorafgaande) deelname aan bovenstaande excursie.

In het jaar 1976 kon er weer een grote buitenlandse excursie georganiseerd worden. Waarnaartoe? Dat was de vraag ... Als tweedejaars had ik in de bibliotheek van de techni-

sche natuurkunde met veel fascinatie in het verslag van de FMF over de Rusland-excursie (1972) zitten lezen, met o.a. de aankondiging van een lezing van De Waard aan de Lomonosov Universiteit in cyrillisch schrift. Op de eerste borrel in 1975 vroeg De Waard naar de bestemming van dit jaar. Gezien het voortgeschreden uur zei ik: "Waarom dit jaar niet naar Amerika?" Ik dacht: "Dat accepteert hij nooit." Hij ging er echter serieus op in. Later, toen de bal eenmaal aan het rollen was, is daarvoor een speciale commissie ingesteld, die veel werk heeft geïnvesteerd om het voor de deelnemers tot een uiterst geslaagde tocht uit te werken; een en ander is in het excursieverslag na te lezen.

George Huitema FMF'er 1975–1983

WSN259, ik ben net terug op mijn kamer na een rondleiding in de nieuwe, verbrede uitbouw van het WSN-gebouw met een heuse plaza, en denk terug aan de tijd dat ik als student in dit gebouw mijn wiskundestudie begon, 34 jaar geleden. WSN staat voor Wiskunde, Sterrenkunde en Natuurkunde, dat weet ook bijna niemand meer, en die vakken worden ook al lang niet meer hier gegeven. Maar ik ben hier nog wel. Weliswaar één dag in de week; de overige dagen bij TNO ICT bij Hoogkerk. Ik ben eigenlijk geketend aan dit gebouw, want ik heb tijdens mijn studie hier op een studentenassistentenkamer gezeten, heb hier mijn promotietijd doorgebracht en ben nu hier hoogleraar Telematica. Wat immer is gebleven,

is het voortdurende geboor en verbouwen. De beheerder noemde dat zojuist de kracht van het gebouw: flexibiliteit. Ik dacht dat de kracht meer in het beton zat ...

Zo'n rondleiding of excursie laat ik me trouwens nooit ontglippen, dat heeft de FMF bij mij wel voorgoed teweeg gebracht. Ik had al gauw door dat de excursie deuren kon openen die een gewone sterveling nooit open kreeg. En dan die weldadige serieusheid waarmee je toegesproken en rondgeleid werd. We waren toch nog maar beginnende studenten die eigenlijk net kwamen kijken. Maar neen, wij kwamen zo tijdens de grote jaarlijkse excursie, naar Zwitserland in 1978, op de beroemde sterrenwacht van Jungfrau Joch. Niets bijzonders natuurlijk om te zien, maar de reis erheen was geweldig en het uitzicht vanaf het

toilet over de Aletsch-gletsjer was een van de mooiste ter wereld. Of daar liepen we door het beroemde Pavlov-instituut in Leningrad en zagen een zielige hond kwijlen die het beroemde experiment nog eens over moest doen. Dat was tijdens de geweldige Ruslandexcursie van 1983, die bijna niet doorging omdat geen enkel instituut ons van tevoren schriftelijke goedkeuring kon geven. Onze cie heeft toen na consultatie van Oostblokdeskundigen de knoop doorgemaakt, en ter plekke – buiten de bureaucratie om – bleek hoe gastvrij ze ons binnenhaalden. Die reis naar de voormalige Sovjet-Unie heeft echt mijn kijk op dingen veranderd. Als ik mede-organisator Theo Jurriens tegenkom – en die kun je in Groningen toch bijna niet mislopen want hij zit bij alle wetenschapsvoorlichting – dan hebben we het hier stevast over.

Tamme Wierenga Penningmeester 1979–1980

Als student heb je buitengewoon gemakkelijk ingang bij ex-FMF'ers met een geslaagde carrière. Hierdoor is het eenvoudig om 110.000 gulden voor een reisje naar China bij elkaar te sprokkelen of ze te verleiden af en toe een verhaal te houden, ons uit te nodigen voor buitengewoon interessante excursies of, zoals van pas kwam voor redactieleden, stukjes te schrijven voor ons verslag om de tijdsbeelden te schetsen van de afgelopen 23,5 jaar. Iedereen die werd aangeschreven reageerde prompt met leuke stukjes die nog steeds lezenswaardig zijn. Al met al zorgt deze betrokkenheid ervoor dat

studenten veel te zien en te horen krijgen waarvan ze pas later ervaren hoe uniek en nuttig dat is.

In de tijd dat je professor De Waard nog niet met Hendrik aansprak, was hij niet alleen zeer intensief betrokken bij het welzijn van de FMF maar liet hij zich ook niet onbetuigd bij studentenfeesten. Na het proeven van de Glühwein voegde hij, vanwege het bovenmatige verdampen van de alcohol, jenever toe. In het verslag gaf hij aan dat hij de oprichting van de FMF als een recente gebeurtenis beschouwde, wat niet erg paste bij ons wereldbeeld. Nu bij het vijftigjarig bestaan van de FMF begrijp ik wat hij destijds voelde.

Vanwege alle FMF-activiteiten en vooral door de voorbereiding van de reis naar China (1981) ben ik minimaal zes maanden fulltime bezig geweest voor de FMF. Ik deed dat niet alleen om de mooiste tijd van mijn leven in te vullen, maar ook met de gedachte dat deze ervaringen in mijn latere carrière goed van pas zouden komen. Vanwege de iets praktischere kijk van mijn vader ten aanzien van mijn studietempo heb ik helaas het voorzitterschap van de FMF moeten laten lopen. De ineensstorting van de FMF die ik als gevolg daarvan verwachtte, bleef uit. Ze bloeide gewoon door: er kwam zelfs nog een reis naar Japan en 25 jaar later alweer het zoveelste lustrum met wederom een verslag.

Janneke Westerga Vice-voorzitter 1989–1990

De FMF kende in 1989 ongeveer 400 leden uit de faculteitsafdelingen Informatica, Natuurkunde, Sterrenkunde en Wiskunde. De activiteitencommissie bestond pas

voor het tweede jaar. Deze commissie had de maandelijkse borrel in De Walrus geïntroduceerd. Daarnaast vond een dam- en schaaktoernooi plaats, een cafésporttoernooi in café De Toeter, een touwtrek-evenement voor het WSN-gebouw, en ook een volledige sportdag in de ACLO.

Nieuw in 1989 was de publiciteitscommissie. Doel van deze commissie was om de FMF meer gezicht naar buiten te geven. Tot dan toe schreef elke commissie zijn eigen artikelen voor de UK en PULS en maakte zijn eigen posters. De publiciteitscommissie diende hier meer lijn in te brengen, maar ook ervoor te zorgen dat elk georganiseerd evenement publiciteit kreeg.

In dit studiejaar zijn we als FMF er ook in geslaagd om het jaar af te sluiten met een groots feest in Huize Maas. Dit feest gaven we samen met twee andere faculteitsverenigingen, waaronder de Chemische Binding. Tijdens dit feest in Huize Maas verzorgden de Tröckener Kecks (met Hart en Ziel) een spetterend optreden.



Vertrek van de Rusland-excursie in 1983

Dimitri van Agterveld (Vice-)voorzitter 1995–1996

Halverwege de jaren 90, om precies te zijn in '95/'96, was ik vice-voorzitter van de FMF. Eén van de hoogpunten van dat jaar was de grote buitenlandse excursie EAST '96, naar Taiwan, Singapore en Maleisië. Met 20 FMF'ers, een intensief programma en een optimale benutting van de schaarse vrije tijd werd dit een onvergetelijke ervaring.

Tijdens de voorbereidingen voor deze reis werd de kracht van het internet in volle omvang duidelijk. U moet zich realiseren dat (de fanatieke knutselaars die dit zelf deden daargelaten) pas rond 1994 de studenten van de faculteit een eigen e-mailaccount hadden, en dat Mosaic als webbrowser nog niet zo lang bestond. Het maakte het communiceren met de contactpersonen in Azië aanzienlijk makkelijker. Hoewel op een andere schaal gold dit ook voor de contacten met de zusterverenigingen. Er was

goed contact, zeker met Utrecht en Leiden.

Rondom deze periode rommelde het een beetje in onze vereniging. De mening over de georganiseerde activiteiten verschilde, en er werd geopperd dat de FMF zich wel in twee delen kon splitsen. Dit soort discussie is van alle tijden, getuige de recente herindeling van de bètafaculteit en de invloed op de studieverenigingen. Maar bindende factoren zoals het gemak van een gezamenlijke boekeninkoop en de wil om de vereniging beter te maken hadden de overhand: de FMF bleef de FMF en kreeg nieuwe commissies voor excursies en activiteiten die meer gericht waren op de verschillende 'bloedgroepen'.

In die tijd hadden we nog de ledenbrief, een onooglijk vod wanneer het vergeleken wordt met de huidige, schitterende Periodiek, waar het bestuur na ons de basis voor heeft gelegd. Dat soort initiatieven bewijst waar de kracht van de vereniging

huist: in de betrokkenheid van de leden en vooral in die van de actieve leden. Een paar enthousiastelingen met tijd, motivatie en kennis, en de vereniging is een Periodiek, symposium of excursie rijker. Het was in die tijd ieder jaar lastig om de commissies en het bestuur te vullen, maar het lukte toch altijd om gemotiveerde mensen te vinden. Er waren zo'n 550 leden waarvan er enkele tientallen actief lid waren.

Later blijkt ook dat het werken met actieve vrijwilligers in een vereniging een heel leerzaam aspect heeft. Juist door de mate van vrijblijvendheid (niemand kan immers schreeuwen dat hij/zij de baas is) is het belangrijk mensen te motiveren. Ook de wisseling in het bestuur die we hebben meegemaakt was een louterende ervaring. Het heeft ons geleerd dat een groep van afzonderlijk prima functionerende mensen niet automatisch een team is en dat, met het gemak van de kennis van nu, de meest drastische oplossing niet meteen moet worden ingezet.

Niels Maneschijn Voorzitter 1999–2000

Ik laat nog met enige regelmaat mijn gezicht zien op de FMF-borrel, en hang nog dagelijks rond op het FMF-forum, dus ik ben nog redelijk 'in touch' met de FMF van vandaag. Het was dan ook enigszins confronterend om gevraagd te worden om een stukje te schrijven over de FMF van tien jaar geleden. Het is namelijk al zo'n tien jaar geleden dat ik samen met mijn lieve

bestuursgenootjes werd ingehamerd in het bestuur van de FMF. In mijn beleving is dit helemaal niet zo lang geleden, en is er niet zoveel veranderd.

Het jaar 1999 viel midden in de IT-*boom*, in de tijd van de millenniumbug (waar is 'ie gebleven?) en voor het uiteenspatten van de internet-zeepbel. De hausse zorgde voor een grote vraag naar technici en vooral IT'ers. Dit werd door ons bestuur met verve uitge-

buit, waardoor de FMF een aardige financiële buffer kreeg, en een nog mooiere en kleurigere Perio*.

Ondanks de gouden tijden was het organiseren van de GBE een zware bevalling. De dappere organisatoren dachten dat Japan wel een leuke bestemming zou zijn. De laatste GBE was echter al een paar jaar geleden, en de ervaring moest dus weer van bijna niets worden opgebouwd. Uiteindelijk is de reis uitgesteld naar 2001, en alleen

doorgegaan omdat de koers van de yen gunstig was. Dit heeft wel een basis gelegd waardoor de case studies bij volgende reizen makkelijker te verkopen waren.

En dan natuurlijk de fotocie! Er was natuurlijk al een 'analoge' fotocie, maar de gemaakte foto's gingen vaak alleen rond in de NK, de Nieuwe Kamer. (De Oude Kamer in een uithoek van de luchtbrug van het WSN werd in ons jaar uitgefaseerd en ingeruild voor de NOK, en die weer voor de BONK, en die later weer voor een kamer in het NCC. Maar dit is een verhaal op zichzelf, over dappere almanakcommissies in de kou en hitte, en iets met pizzabrommers.)

Het zou natuurlijk veel leuker zijn als deze foto's door een breder publiek gezien konden worden, zodat ook niet-actieve leden eens konden kijken wat er allemaal gebeurde en een en ander nog wat laagdrempeliger werd voor de beginnende student. De opkomst van de digitale camera (begonnen met een 300 kilopixel apparaat met plaats voor 7 foto's) en het nog redelijk nieuwe en hippe www konden niet anders dan leiden tot het artistieke hoogtepunt fotocie.nl.

De voornoemde maandelijks borrel die nu zo vanzelfsprekend lijkt, is dat niet altijd geweest. Op een gegeven moment werden de borrels in Charlie's Pub zo slecht bezocht dat er helemaal gestopt werd met de borrels. Dit vonden wij toch wat zonde: een vereniging als de FMF moest toch voldoende draagvlak hebben voor een maandelijks borrel? De borrel werd dus in

ere hersteld en kwam, dankzij een bijzonder enthousiaste borrelcie, vrijwel direct in De Jongens van De Witt terecht. Het was mij dan ook een groot genoegen te ontdekken dat de druk bezochte borrels tegenwoordig, na een excursie via De Twee Heren en Rembrandt, gewoon weer aan de Gelkingestraat 56 gehouden worden. Het café heet zelfs zo.

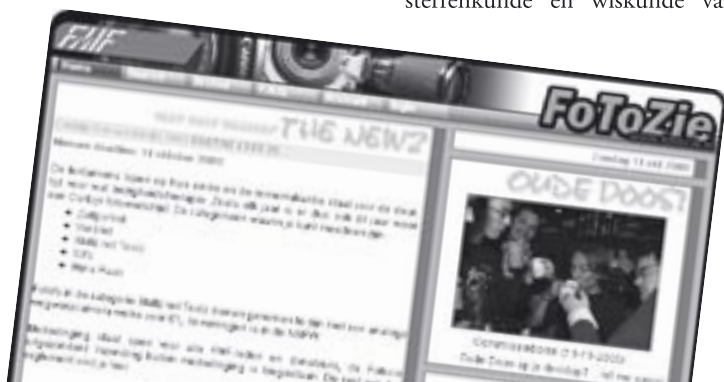
Geert Reitsma Voorzitter 2006–2007

De FMF had gedurende de afgelopen vijf jaar steeds ongeveer zeshonderd leden, waarvan zo'n zeventig actief. Naast de verscheidene buitenlandse reizen organiseert de vereniging het jaarlijkse symposium, diverse excursies, en in samenwerking met andere Groningse verenigingen het alfabetfeest. Verder is de FMF betrokken bij zowel intra- als interstedelijke studentenoverleggen voor de verschillende studierichtingen. Opvallend is dat zij vaak een voortrekkersrol speelt in voornoemde overleggen.

Een belangrijke ontwikkeling van latere vijf jaar is de herindeling van de studies. Natuurkunde, sterrenkunde en wiskunde vallen

samen met scheikunde onder het Opleidingsinstituut Natuurwetenschappen en Technologie (ONT), terwijl informatica samengaat met kunstmatige intelligentie binnen het Opleidingsinstituut Informatica en Cognitie. Voor het ONT wordt in mei 2006 GNSV Basic opgericht. Het was de bedoeling om de bestaande verenigingen te vervangen, maar uiteindelijk is Basic alleen verantwoordelijk voor het gezamenlijke eerste halfjaar. Binnen het OIC stelde studievereniging Cover zich open voor informatica. In de huidige situatie kunnen informaticastudenten lid worden van zowel de FMF als Cover.

In de afgelopen vijf jaar heb ik de FMF leren kennen als een professionele organisatie. De vereniging organiseert activiteiten die zowel voor passieve als voor actieve leden interessant zijn. Toch is er nog veel winst te behalen. Er zou bijvoorbeeld nagedacht kunnen worden over een goede voorziening voor alumni, een goep waartoe de meeste leden ooit gaan behoren. Misschien iets om de komende vijftig jaar aan te werken? •



Clojure

DOOR MARTEN VELDTHUIS

Clojure (“kloosjur”) is een Lisp-achtige taal voor de Java Virtual Machine. Lisp-achtig, want Clojure is geen implementatie van de Common Lisp Hyperspec. Clojure richt zich op concurrency, Lisp-achtigheid en integratie met Java. Het is de moderne, overzichtelijke Lisp die ik zocht.

Laten we beginnen bij het begin. In de Lisp-wereld is dat de Read-Eval-Print-Loop, oftewel de REPL. De REPL is een concept dat je in veel talen terugziet, het is een interactieve shell die programmacode inleest, het evalueert en de resultaten terugprint. En dat dan in een *loop*.

Zo’n REPL is bij Lisps geïntegreerd met de editor. Je hebt de REPL zelf, de interactieve shell, maar je kunt ook de editor code laten uitvoeren in die shell. Bovendien kun je zo’n shell openen voor een willekeurig Clojure-programma, ook terwijl het draait.

Datatypes

Clojure komt met de bekende stapel ingebouwde atomaire datatypes:

Datatype	Voorbeeld
Integer	1234596349012
Double	1.234
BigDecimal	1.234M
Ratio	22/7
String	“fred”, “annie”
Character	\a, \b, \c
Symbol	fred, annie
Keyword	:fred, :annie
Boolean	true, false
nullwaarde	nil

Het zijn boxed waarden, dus echte objecten. Integers worden automa-

tisch BigIntegers zodra ze te groot worden. Symbols evalueren naar een waarde die ze representeren (lees: het zijn variabelen), keywords daarentegen evalueren altijd naar zichzelf. Verder zijn er de volgende datastructuren:

Datatype	Voorbeeld
List	(1 2 3 4 5)
Vector	[1 2 3 4 5]
Map	{:a 1 :b 2 :c 3}
Set	#{a b c}

Lijsten zijn *singly linked*, oftewel je kunt gegeven een element alleen snel de opvolger vinden, en ze groeien aan de voorkant. Vectoren zijn vergelijkbaar met wat andere talen arrays noemen, zijn uitleesbaar op index-basis, en groeien aan de achterkant. Tot slot is alles immutable.

Homoiconicity

Het bovenstaande is de gehele syntax van Clojure. Talen wiens gehele syntax bestaat uit alleen datastructuren noemen we *homoiconic*. Traditionele talen zoals Java lezen code (tekst) in, compileren dit naar bytecode en voeren dit uit. Clojure (zoals alle Lisps) werkt echter anders. Zoals eerder gezegd werkt Clojure met een reader en een evaluator. De reader leest characters (code) in, en zet dit om naar datastructuren zoals lijsten en symbolen.

Bij het uitvoeren komt de evaluator in actie. De evaluator bekijkt alle lijsten, gaat ervan uit dat het eerste element een functie is en roept deze aan met alle andere elementen van de lijst als argumenten.

Een anonieme functie kunnen we maken met `(fn [x] (+ x 1))`. Dus kunnen we die aanroepen met `((fn [x] (+ x 1)) 3)`. Al die functies herhalen wordt snel vermoeiend, maar symbolen lossen dit op.

Symbolen geven we een waarde met `(def symboolnaam waarde)`, dus als we niet steeds de functie inline willen uitschrijven, kunnen we `(def plusone (fn [x] (+ x 1)))` uitvoeren. De functie `defn` is een macro die dit korter maakt: `(defn plusone[x](+ x 1))`. Vervolgens werkt `(plusone 3)` zoals je zou willen.

Java interop

Clojure is geschreven als taal voor de Java Virtual Machine. Niet alleen dat, maar het werkt ook goed samen met Java zelf. Het voordeel daarvan is dat je onmiddellijk toegang hebt tot een grote hoeveelheid bibliotheken. Zo hoeft je bijvoorbeeld niet het wiel opnieuw uit te vinden om een grafiek te tekenen, of om een GUI te bouwen.

Daarnaast maakt deze integratie het makkelijk om Clojure te gebruiken

binnen bestaande, lopende projecten. Je zult niet zo snel je team kunnen overhalen om voor het hele project een nieuwe taal te gebruiken, maar voor alleen het stukje waar jij mee bezig bent, lukt dat misschien wel.

Om Java-code aan te roepen vanuit Clojure, is er één belangrijke methode. Deze heet simpelweg `'` en krijgt als eerste argument een class of object, en als tweede de methode, gevolgd door eventuele argumenten, bijvoorbeeld: `(. Math sin 5)`

Concurrency

Clojures grootste verkooppunt is het *software transactional memory* (STM). Het doel van een STM is om het makkelijk te maken om meerdere *threads* te gebruiken. Veel databases maken gebruik van een STM, en als je wat ervaring met databases hebt, dan zal Clojures STM bekend aanvoelen.

Ten eerste beschikt Clojure over *transactions*, ook wel bekend van relationele databases. Je geeft ergens aan welk stuk code in een transactie draait (met `dosync`), en vervolgens zorgt Clojure dat gebruikte variabelen (gemaakt met `ref`) tussentijds niet wijzigen. Of nauwkeuriger, elke transactie ziet een consistente wereld (van begin tot eind worden variabelen niet van buitenaf zichtbaar gewijzigd), en transacties overschrijven elkaars resultaat niet.

Refs kun je binnen een `dosync` wijzigen met `ref-set`, `alter` of `commute`. `Commute` is wel aardig nog even speciaal te noemen,

hiermee kun je aangeven dat een wijziging commutatief is. Wanneer je meerdere threads hebt die een tellertje proberen op te hogen, maakt het immers niet uit in welke volgorde dat gebeurt.

Naast transacties biedt Clojure *atoms*. Atoms zijn variabelen die atomair te wijzigen zijn, door een functie mee te geven aan `swap!`. Deze functie krijgt de huidige waarde en het resultaat van die functie wordt de nieuwe waarde van de atom. Bijvoorbeeld:

```
(def asdf (atom 2))
(swap! asdf
  (fn [old-value]
    (* old-value old-value)))
```

De derde concurrency-optie is om *agents* te gebruiken. Net als een atom is een agent een variabele die atomair te wijzigen is door een functie mee te geven, in dit geval aan de functie `send`. Anders dan bij atoms wordt deze functie asynchroon uitgevoerd:

```
(def bond (agent 007))
(send bond
  (fn [old-value]
    (* old-value old-value)))
» #<Agent@4aab7165: 7>
```

Hier zien we dat agents inderdaad asynchroon werken: op dit punt geeft de agent nog aan de prompt door dat zijn waarde 7 is. Als we echter daarna de waarde opvragen, dan is de wijziging waarschijnlijk inmiddels doorgevoerd:

```
(deref bond)
» 49
```

Lazy Evaluation

Clojure is een luie programmeertaal. Dit werkt via *lazy sequences*, waarbij elementen pas worden berekend zodra ze nodig zijn. De meeste van Clojures sequence-functies (functies als `take`, `map` en `filter`) leveren lazy-seq's op. Je kunt zelf ook je eigen lazy sequences definiëren:

```
(defn fib
  ([] (fib 0 1))
  ([a b] (lazy-seq
    (cons a (fib b (+ a b))))))
```

Dit geeft je de Fibonaccireeks, zoals je waarschijnlijk al raadde. De functie `cons` maakt een lijst uit een eerste element, en de rest. Omdat er lazy-seq omheen staat, komt er een lazy sequence uit, die elementen bovendien onthoudt voor volgend gebruik.

Maar al die haakjes!

Tja, het went. En een goede editor helpt enorm. Emacs, de koning onder de Lisp-editors, heeft veel handige hulpjes. Omdat de hele code uit datastructuren bestaat, en voornamelijk lijsten, is het makkelijk om allerlei kneedcommando's te bouwen, zoals een lijst binnen de daaropvolgende lijst plaatsen, heen en weer schuiven binnen de elementen in de lijst, en natuurlijk voegt hij automatisch sluithaakjes in. Want anders word je inderdaad compleet gestoord. •

Meer weten?

Kijk dan op www.clojure.org.

Supersymmetrie

DOOR ROEL ANDRINGA

Heel veel zaken in de natuurkunde zijn ‘super’. Qua experimentele bouwwerken heb je zo de *Super Proton Synchrotron* en de afgelaste *Superconducting Super Collider*, die kennelijk niet super genoeg was om afgemaakt te worden. Qua theorieën heb je onder andere supersnaartheorie, supergravitatie en supersymmetrie.

Over die laatste gaan we het hebben, want supersymmetrie is de laatste decennia een erg belangrijk aspect geworden van de hoogenergetische fysica en min of meer de basis van de eerste twee supertheorieën. Het concept en de motivatie worden hier gegeven. Een cruciale rol is weggelegd voor, hoe kan het ook anders, symmetrieën. Dit artikel zal dan ook proberen aan te sluiten op twee eerder in de *Periodiek* verschenen artikelen, “Moeizame unificaties” en “To gauge or not to gauge”. Het is niet noodzakelijk de inhoud van deze artikelen te kennen, maar wel handig.

Symmetrieën in het standaardmodel

Supersymmetrie, liefkozend SUSY genoemd, is voor het eerst opgemerkt door ene Miyazawa, maar het werd pas opgepikt nadat het was herontdekt in zowel de Verenigde Staten als in Rusland in het begin van de jaren zeventig. Het was het resultaat van een heel interessante vraag: hoe ver kun je de symmetrieën van het standaardmodel uitbouwen zonder dat je je dynamica weggooit?

Het standaardmodel beschrijft de zwakke, sterke en elektromagnetische wisselwerkingen met behulp van kwantumveldentheorie en bezit een aantal symmetrieën. Zo is ze Lorentz-covariant, wat wil zeggen dat ze verenigbaar is met de speciale relativiteitstheorie en dus niet afhangt van het setje coördinaten dat je kiest in de vlakke ruimtetijd. Deze symmetrieën worden beschreven door de zogenaamde Poincarégroep en behelzen ruimtetijdsymmetrieën. We noemen ze daarom ook wel extern. In de speciale relativiteitstheorie zijn deze symmetrieën globaal, wat wil zeggen dat ze constant zijn over de ruimtetijd. Dit geldt dus ook voor

het standaardmodel. Het standaardmodel is immers gestoeld op een vereniging van de kwantummechanica en de speciale relativiteitstheorie!

Aan de andere kant heb je de zogenaamde ijksymmetrieën. Het standaardmodel is een ijktheorie, wat wil zeggen dat je krachtvelden willekeurig geijkt kunnen worden zonder dat de uiteindelijk waargenomen natuurkunde verandert. Die willekeur is vrij groot, in de zin dat ze mag veranderen van punt tot punt in de ruimtetijd. Dit noemen we dan ook wel lokale symmetrieën. Deze ijksymmetrieën worden beschreven door abstracte interne ruimtes die los van de ruimtetijd staan. De resterende symmetrieën van het standaardmodel laten we even voor wat ze zijn.

Zo kun je de totale symmetriegroep van het standaardmodel zien als een ‘product’ van de Poincarégroep en interne symmetrieën. In dit product zijn de externe ruimtetijdsymmetrieën en de interne symmetrieën onafhankelijk van elkaar. Coleman en Mandula kwamen in 1967 met een belangrijk theorema [1]: als je op een niet-triviale manier verstrooiingsprocessen in het standaardmodel wilt beschrijven, dan is zo’n product van symmetriegroepen de enige manier om je complete symmetriegroep op te schrijven. Je kunt dus niet zomaar interne en externe symmetrieën met elkaar gaan mengen! Doe je dat wel, dan zul je al gauw zien dat volgens je theorie deeltjes niet meer met elkaar interacteren.

Supersymmetrieën in het standaardmodel

Na zo’n conclusie kun je twee dingen doen. Je kunt simpelweg het theorema accepteren dat je je symmetriegroep niet spannender kunt maken, of je kunt

manieren zoeken om het theorema te omzeilen. Met supersymmetrie doe je nu net dat laatste, en dit idee werd volledig uitgewerkt in [5] door mensen als Rudolf Haag.

Met supersymmetrie poneer je een symmetrie tussen bosonen en fermionen. Bosonen zijn deeltjes met heelvallige spin, en fermionen zijn deeltjes met halfvallige spin. In het standaardmodel staan deze los van elkaar en gedragen ze zich heel verschillend; er is geen symmetrie die bosonen aan fermionen relateert, omdat je daarmee de spin moet gaan veranderen. Maar supersymmetrie doet dit wel! De wiskundige structuur is zodanig, dat je het Coleman-Mandula theorema omzeilt. Formeel gezien worden de symmetrieën in het standaardmodel vooral beschreven door Lie-algebra's. Kort door de bocht geven dit soort algebra's symmetrieën die continu zijn, zoals rotaties.

Maar voor supersymmetrie construeer je, jawel, super-Lie-algebra's! Met zo'n superalgebra kun je de symmetrie beschrijven tussen deeltjes met verschillende spin. Schematisch zou je dus een transformatie δ kunnen bedenken tussen bosonen B en fermionen F als

$$\begin{aligned}\delta B &= F \\ \delta F &= B\end{aligned}$$

Deze Ansatz blijkt echter een beetje naïef te zijn. Om een symmetrie tussen bosonen en fermionen op te schrijven, moeten we wel evenveel bosonische vrijheidsgraden hebben als fermionische vrijheidsgraden. Met een overschot aan bosonische vrijheidsgraden zouden we bijvoorbeeld geen gerelateerde fermionische vrijheidsgraden hebben en zou supersymmetrie niet te construeren zijn. Dit impliceert na een precieze analyse dat een fermion in een afgeleide van het gerelateerde



boson transformeert. Voor ons verhaal is dit verder een detail, maar het laat wel zien dat je subtiel te werk moet gaan om supersymmetrie te construeren, want bosonen en fermionen zijn twee heel verschillende soorten deeltjes!

Nu zou het natuurlijk fantastisch zijn als we voor elk boson in de natuur een superpartner kunnen vinden die we ook daadwerkelijk meten, en vice versa. Dan zou supersymmetrie heel natuurlijk op ons overkomen. Helaas zijn deze superdeeltjes niet gevonden. Om supersymmetrie in te voeren moet je zo al gauw het aantal bekende deeltjes verdubbelen: elk deeltje krijgt een superpartner die nog niet waargenomen is. Zie de figuur op pagina 23.

Waar zijn al die deeltjes?

Als we alle in de natuur waargenomen deeltjes in een supersymmetrische theorie zouden kunnen stoppen, dan zou supersymmetrie ongebroken zijn. Maar dit is niet het geval. De reden volgens fysici? Supersymmetrie is gebroken! Nu kun je je afvragen wat dan nog de reden is om die symmetrie op te zetten. Er zijn verschillende redenen. Ten eerste geven gebroken symmetrieën nog steeds heel veel inzicht in de natuurkunde. Hiervan zijn verschillende voorbeelden.

Zo poneerde Heisenberg in de jaren dertig een symmetrie tussen protonen en neutronen die hij isospin noemde. De reden was dat neutronen en protonen op de lading na bijna hetzelfde zijn. Heisenberg dacht dat je het kleine massaverschil tussen protonen en neutronen misschien wel kon verklaren via een symmetriebreking door de elektromagnetische wisselwerking. Als je deze uit zou kunnen zetten, dan zouden protonen en neutronen wellicht dezelfde massa hebben en als

zodaning niet meer te onderscheiden zijn. Nu weten we, in tegenstelling tot Heisenberg, dat protonen en neutronen uit quarks bestaan, maar desondanks is isospin nog steeds belangrijk in het standaardmodel.

Een ander voorbeeld van zo'n gebroken symmetrie is het Higgsmechanisme. In ijsymmetrieën blijkt het erg lastig te zijn om massatermen te introduceren. Dat is vervelend, want heel veel deeltjes in het standaardmodel zijn massief! De manier waarop dat via het Higgsmechanisme gaat, is als volgt. Doe eerst net alsof alle deeltjes massaloos zijn, zodat je niet met die vervelende massatermen opgescheept zit. Stel dan dat deze symmetrie gebroken wordt door een deeltje dat je voor het gemak 'Higgsdeeltje' noemt. Op deze manier blijkt je op een heel elegante manier massatermen te kunnen introduceren, terwijl je je ijsymmetrie behoudt.

Maar door de introductie van zoveel deeltjes om je theorie nog enigszins plausibel te maken, wordt de theorie niet echt geloofwaardiger. Sommige fysici hebben om deze reden supersymmetrie al verlaten. Als de Large Hadron Collider binnenkort die superpartners daadwerkelijk niet vindt, kun je immers zeggen dat de massa's van die superpartners nog hoger moeten zijn. Het is echter goed om te beseffen dat fysici met hun beperkte apparatuur nog maar in een vrij klein energiespectrum hebben gemeten. Je kunt het vergelijken met licht: als je een paar eeuwen geleden iemand had verteld dat er een soort onzichtbare straling is die buiten het zichtbare spectrum valt, dan had die persoon dat waarschijnlijk ook niet geloofwaardig gevonden. We weten nu echter dat zichtbaar licht maar een heel klein stukje van het totale stralingsspectrum uitmaakt.

Het Minimale Supersymmetrische Standaardmodel

De meest simpele supersymmetrische uitbreiding van het standaardmodel wordt het *Minimal Supersymmetric Standard Model* oftewel MSSM genoemd. Een natuurlijke vraag is dan: "Waarom zou je het standaardmodel willen uitbreiden?" Ook hier is weer een historisch antwoord te geven.

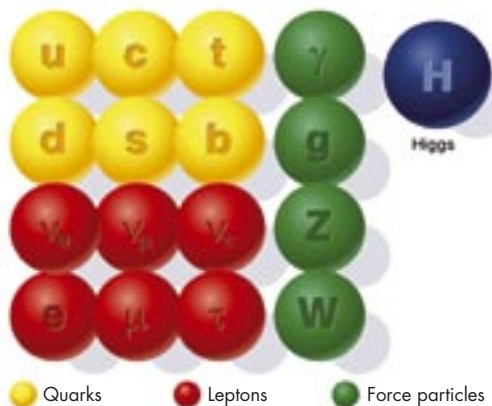
In de jaren dertig had men een theorie van de zwakke wisselwerking tussen fermionen. Deze interactie werd niet via de nu bekende ijkbosonen beschreven, maar via wiskundige stromen. Deze theorie was in het geval van lage energieën succesvol in het beschrijven van deze interacties, maar Heisenberg merkte eind jaren dertig al op dat het misging zodra je naar grotere energieën ging kijken. De theorie voorspelt dan oneindigheden. In de context van de moderne kwantumveldentheorie betekent dit dat deze theorie niet renormaliseerbaar is, en alleen opgevat kan worden als een lage-energielimit.

Het standaardmodel bevat ook dit soort problemen. Ten eerste weten we nu dat het vrij naïef is om te geloven dat een theorie geldig is tot willekeurige energieschalen. Hoewel het standaardmodel de wereld erg succesvol beschrijft op kleine schaal, lijkt het erg ongeloofwaardig dat het dit blijft doen als we naar veel hogere energieschalen gaan kijken. Zoals Zee het beschrijft: "If anyone tries to sell you a field theory claiming that it holds up to arbitrarily high energies, you should check to see if he sold used cars for a living!" [2] Er is nog een enorme weg te gaan qua energie voordat je bij de energieschalen komt waarbij zwaartekracht belangrijk wordt en je verwacht dat het standaardmodel niet meer opgaat. Deze energieschaal noem je de Planckschaal en het zou wel heel toevallig zijn als het gehele standaardmodel langs die enorme energieschaal volledig juist blijkt te zijn.

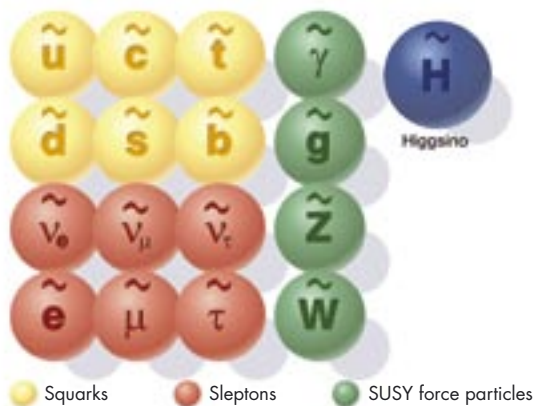
Hiërarchie

Deze kritiek zou Heisenberg dus ook zo kunnen geven mocht hij nog leven. Een ander probleem is het zogenaamde 'hiërarchieprobleem', wat op zichzelf al een artikel waard is. Het idee hierachter is dat de naïeve parameters in je kwantumveldentheorie niet exact de parameters zijn die je meet. De relatie tussen de parameters die je in je theorie stopt en de daadwerkelijke parameters die je meet, wordt gegeven door iets wat renormalisatie wordt genoemd. Intuïtief zou je kunnen zeggen dat kwantumfluctuaties deze parameters veranderen. Een concreet voorbeeld is dat de constante fluctuaties in de vorm van

Standard particles



SUSY particles



▲ Supersymmetrie voorspelt 'superpartners' van de al waargenomen deeltjes. Aangezien deze superpartners niet zijn waargenomen, moet supersymmetrie een gebroken symmetrie zijn.

virtuele elektronen en positronen de effectieve lading van het elektron veranderen.

Zo worden ook massa's van deeltjes veranderd. Nu hopen we dat alle massa's van het standaardmodel worden beschreven in termen van de massa van het Higgsdeeltje, dus kijken we voor het gemak naar dit (nog steeds hypothetische!) deeltje. Het hiërarchieprobleem is nu ongeveer dit: mochten we ooit die Higgsmassa kunnen uitrekenen in plaats van meten, dan ziet het er naar uit dat kwantumfluctuaties die massa enorm laten toenemen, tenzij er bepaalde kwantumcorrecties zijn die al deze enorme bijdragen precies opheffen. De relevante vragen zijn hier dus: "waarom is het Higgsdeeltje niet veel zwaarder?" en "hoe werkt deze *finetuning* van die enorme bijdragen aan de relatief lichte Higgsmassa precies?" Eén mogelijk antwoord wordt gegeven door supersymmetrie. Hiermee kun je verklaren hoe de Higgsmassa beschermd wordt tegen al deze wilde kwantumfluctuaties. Mensen die bekend zijn met kwantumveldentheorie en elementaire deeltjes kunnen de introductie van [3] er eens op naslaan.

Conclusie

Het mag duidelijk zijn dat supersymmetrie een natuurlijke uitbreiding van het standaardmodel is en dat het bepaalde problemen kan oplossen. De komende jaren zullen experimenten met de LHC moeten uitwijzen of supersymmetrie daadwerkelijk hout snijdt. Theorieën als supergravitatie en supersnaartheorie zijn sterk afhankelijk van supersymmetrie. Als de natuur niet supersymmetrisch blijkt te zijn, dan zullen fysici met de vraag zitten waarom de natuur niet de kans heeft aangegrepen om op deze manier symmetrisch te zijn. Misschien eisen we wel teveel elegantie van de natuur? Hopelijk zal de LHC daar de komende jaren uitsluitsel over geven. •

Referenties

- [1] S. Coleman, J. Mandula. *All possible symmetries of the S-matrix*.
- [2] A. Zee. *Quantum field theory in a nutshell*.
- [3] I.J.R. Aitchison. *Supersymmetry and the MSSM: an elementary introduction*.
- [4] A. Bilal. *Introduction to supersymmetry*. arXiv: hep-th/0101055
- [5] R. Haag, J.T.Lopuszanski, M. Sohnius. *All possible generators of supersymmetries of the S-matrix*.

Voor mensen die kwantumveldentheorie en het vak 'elementaire deeltjes' hebben gevolgd is [3] een heel goede introductie; [2] bevat op het einde ook nog een heel beknopte introductie. Een ietwat formelere benadering is [4].

Het eenjarig jubileum van de Gratama-telescoop

DOOR ANNEMIEKE JANSSEN



Op 11 september dit jaar was officieel het eenjarig jubileum van de Gratama-telescoop op het dak van de Bernoulliborg. Omdat de meeste bezoekers van de Bernoulliborg de telescoop waarschijnlijk nooit gezien hebben, maar er wel meer over zouden willen weten, wordt het tijd hier eens wat over te schrijven.

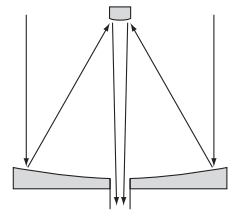
Toen het gebouw ontworpen werd, zagen een aantal sterrenkundigen hun kans om een echte telescoop in Groningen te krijgen. Zo'n gevoelig apparaat moet op een trilvrije ondergrond gebouwd worden; dit moest al in het ontwerp van het gebouw worden meegenomen. Die telescoop is er gekomen, en het mooie is dat niet alleen sterrenkundigen er plezier van hebben. Elke maand is er een gratis open avond, voor iedereen toegankelijk. Omdat deze altijd goed wordt bezocht, wordt men wel gevraagd zich van tevoren in te schrijven. Er is een lezing over de telescoop zelf en een wat diepgaandere lezing over een sterrenkundig onderwerp. Als het mooi weer is kun je door de telescoop kijken; dat is natuurlijk waar veel mensen voor komen. Met wat geluk zijn er mooie taferelen zichtbaar, zoals Saturnus met zijn ringen of een bolhoop (een groep van sterren die dicht bij elkaar liggen en ongeveer even oud zijn). Het is soms ook mogelijk om een heel ander sterrenstelsel te zien; zo wordt in het najaar de Andromedanevel goed zichtbaar door de telescoop.

De ingang naar de sterrenwacht is te vinden op de vijfde verdieping van de Bernoulliborg, waar een wenteltrapje vanuit een bezemkast naar boven cirkelt. De trap eindigt in de besturingskamer, waar de computer staat die de telescoop bestuurt. Een teleurstelling voor de een, een geruststelling voor de ander: bij onderzoek wordt de telescoop altijd bediend met de computer. Het enige

waarvoor je daadwerkelijk bij de telescoop moet zijn is voor het kalibreren. Hiervoor richt je eerst de telescoop op een ster die je kent, bijvoorbeeld de helderste ster in het sterrenbeeld Auriga. Vervolgens zeg je tegen de computer "dit is alpha Aurigae." De computer onthoudt dat, en hierna kun je de telescoop vanuit de besturingskamer overal op richten. Eigenlijk is het wel fijn om niet in de koepel te hoeven zitten want op heldere winteravonden kan het er ijskoud worden. Dit lijkt misschien wel erg stoer, maar de lol vriest er snel af.

De werking van de telescoop

De telescoop zelf bestaat uit twee spiegels, net als de spiegels van de Hubble-telescoop hyperbolisch van vorm. Het licht van bijvoorbeeld een ster valt op de grote primaire spiegel, daarna op de secundaire spiegel waarna het door een buis gaat. Dit is te zien in de figuur hiernaast. Aan het einde van de buis zijn er drie mogelijkheden:



1. Er zit een oculair aan: een lens waar je met het blote oog doorheen kunt kijken.
2. Er zit een CCD (Charge-Coupled Device) aan, zoals je die ook vindt in digitale camera's: een plaatje met pixels die het licht detecteren.
3. Het licht wordt doorgestuurd naar een spectrograaf.

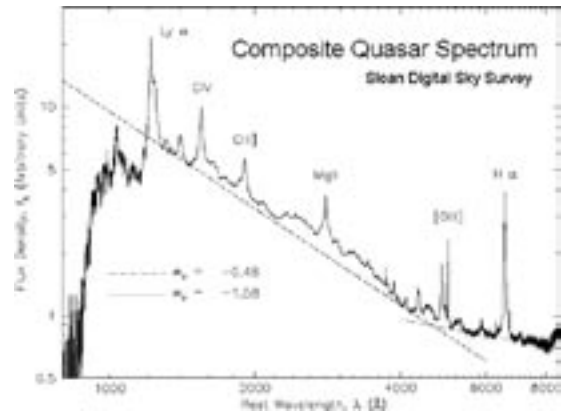
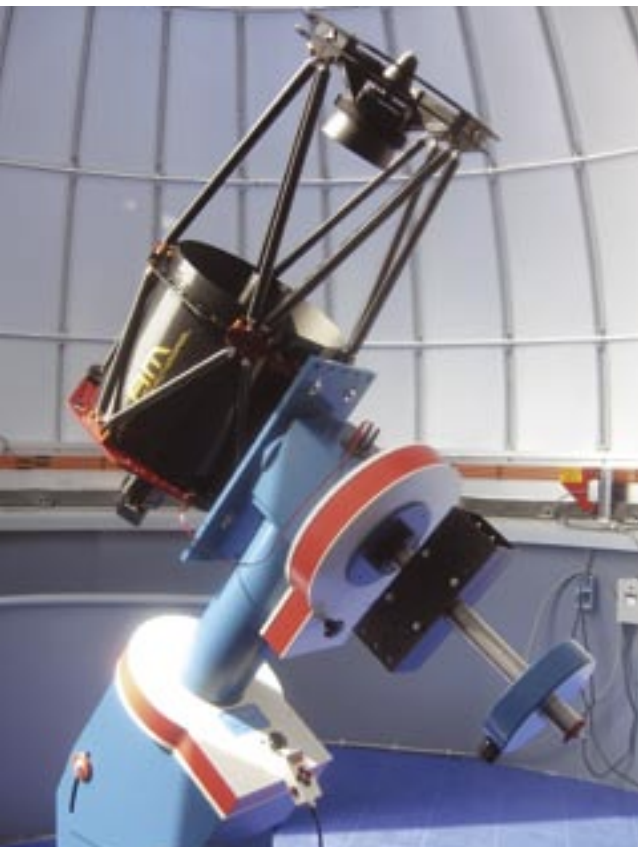
◀ Deze opname door Marc Verheijen van het sterrenstelsel Messier 101 is gemaakt met de Gratama-telescoop. Het is niet mogelijk om direct een kleurenplaatje te maken met de CCD; daarom zijn opnamen van drie filters gecombineerd. Dit zijn 10 maal 10 minuten in B (blauw), 7 maal 10 minuten

in V ('visible', oftewel geel), en 5 maal 10 minuten in R (rood). Er worden meerdere korte opnamen gemaakt in plaats van een lange, omdat een heldere ster de CCD zou overbelichten en omdat er in zo'n lange tijd vanalles mis kan gaan. Als er een vliegtuig overvliegt, dan zou de lange opname in één klap verpest zijn.

In het laatste geval vangen honderden glasvezelkabeltjes elk het licht op van een klein stukje van de hemel. Het opgevangen licht wordt naar een kamer naast de besturingskamer gestuurd om daar door de spectrograaf naar golflengte gesplitst te worden. Als resultaat krijg je dus honderden spectra (voor elke kabel één). Een spectrum is heel geschikt om de kleur, en daarmee temperatuur, van een voorwerp te bepalen, om erachter te komen of er bepaalde elementen in een ster zitten, of om snelheden te bepalen met behulp van het Dopplereffect. De spectrograaf in de Bernoulliborg is nog niet in gebruik, maar het is wel mogelijk om door het oculair te kijken en plaatjes met de CCD te maken.

De telescoop als leerobject

De telescoop doet vooral dienst als onderwijsmiddel en daarna pas als wetenschappelijk instrument. Jongerejaars



▲ Een spectrum van een quasar, een ver weg gelegen sterrenstelsel. Hierin zijn emissielijnen te zien van verschillende elementen, zoals H, C, Mg en O.

kunnen voor hun projecten kiezen om iets met de telescoop te bekijken. Er is ook veel technisch werk te doen. Zo zijn studenten bezig geweest met de vraag hoe de koepel automatisch mee kan draaien met de telescoop. Verder worden er tests gedaan met de CCD, zoals het bepalen van de lineariteit: als er twee keer zoveel licht op de CCD valt, wordt er dan ook twee keer zoveel gedetecteerd? Al met al is er met de telescoop een hoop praktijkervaring op te doen voor veel studierichtingen, en het is dan ook interessant om in elk geval een keer te komen kijken.

Verder is het handig om als beginnend waarnemer eerst een keer te oefenen voordat je naar een grotere telescoop gaat. Waarneemtijd op zo'n telescoop is schaars en dus duur. Als je je waarnemingen verpest omdat je niet weet waar je object staat, of omdat je vergeet het dopje van de lens te halen, heb je veel tijd en geld verspild!

Zoals bij elk nieuw instrument duurt het een poosje voordat alles naar behoren werkt. De telescoop heeft het eerste jaar een aantal kinderziektes gehad, zoals crashende computers, een loszittende spiegel en een kapot kabeltje. Hierna kwam de puberfase, maar onderhand beginnen tekenen van volwassenheid hoop te bieden voor de toekomst. •

De volgende open avond is op **28 november**.
Inschrijven:

www.rug.nl/sterrenkunde/sterrenwacht/publieks-avonden

Wiskunde in het ziekenhuis

DOOR NATASHA MAURITS

Wiskunde: voor sommigen een marteling, voor anderen hun leven. Voor velen met name iets voor in collegezalen. Wiskundigen kom je echter overal tegen: in het bank- en verzekeringswezen, maar ook in het ziekenhuis, zoals Natasha Maurits van de afdeling Neurologie van het UMCG zal vertellen.

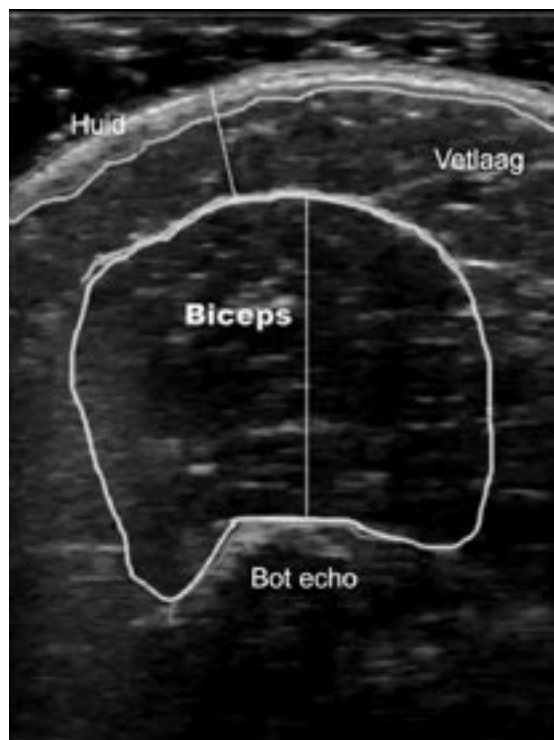
Beschrijvende statistiek kan gebruikt worden om onderscheid te maken tussen spier- en zenuwziekten. Differentiaalvergelijkingen kunnen worden toegepast om functioneel belangrijke gebieden in de hersenen te bepalen. Spectraalanalyse kan worden gebruikt om te bepalen aan welke tremor een patiënt lijdt. Dit zijn slechts enkele manieren waarop wiskunde toegepast wordt in de dagelijkse praktijk van een neurologische afdeling in een academisch ziekenhuis. Aan de hand van de hiervoor genoemde voorbeelden hoop ik jullie een verrassende en vooral frisse blik op de toepassing van wiskunde te geven.

De afdeling Klinische Neurofysiologie maakt deel uit van de afdeling Neurologie en onderzoekt patiënten met aandoeningen aan hersenen, zenuwen of spieren. Hiervoor heeft de afdeling een heel arsenaal aan meettechnieken in huis: van het redelijk bekende electro-encefalogram (EEG, meten van elektrische hersenactiviteit met behulp van elektroden), tot het wat minder bekende ultrageluid om de stroming in de halsvaten te meten en in beeld te brengen. Daarnaast beschikken we over technieken waarmee we elektrische spieractiviteit kunnen meten (elektromyografie), afwijkende oogbewegingen kunnen registreren (elektro-nystagmografie), de werking van zenuwbanen kunnen beoordelen (evoked potentials) of het trillen van de handen bij bijvoorbeeld de ziekte van Parkinson objectief kunnen vaststellen (polyneurografie). Al deze neurofysiologische meettechnieken zijn manieren om neurologische aandoeningen in getallen uit te drukken. Dit dient meestal om de aanvragend arts te ondersteunen in het stellen van een diagnose, maar soms ook om een prognose over het ziektebeloop te kunnen uitspreken. Daarnaast vindt op de afdeling veel wetenschappelijk onderzoek plaats.

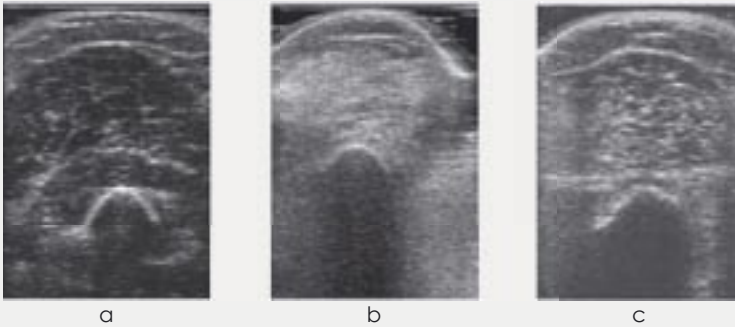
Mijn werk bestaat uit het toepassen van wiskunde in deze ziekenhuisomgeving. Met name de meer praktische kant ervan kan ook aangeduid worden als *clinical neuroengineering*, het toepassen van wiskundige, natuurkundige en ingenieursprincipes om problemen uit de praktijk op te lossen. Hiervan geef ik drie voorbeelden.

Spierechografie

Bij echografie wordt met behulp van hoogfrequent (2–14 MHz) geluid een beeld gemaakt van het inwendige van het lichaam. Deze techniek is wel bekend van de prenatale echo bij ongeboren baby's. Daarnaast kan echografie onder andere gebruikt worden om op een patiëntvriendelijke manier de opbouw van de spieren



Figuur 1: Voorbeeld van spierechografie: dwarsdoorsnede van de bovenarm.



Figuur 2: Spierechografiebeelden.
 a. gezond (28 jaar)
 b. patiënt met spierziekte (51 jaar, myositis (spierontsteking)),
 c. patiënt met zenuwziekte (68 jaar, ALS (amyotrofische lateraal sclerose)).

in beeld te brengen. Op een dergelijk (dwars genomen) beeld van bijvoorbeeld de bovenarm zie je van boven naar beneden de huid, de onderhuidse vetlaag, de bicepsspier en het bovenarmbot (figuur 1).

Een normaal spierbeeld laat een vrij donkere spier zien met enkele witte streepjes of vlekjes erin, en een duidelijk zichtbare botecho (figuur 2a). Bij spier- of zenuwziekten wordt het beeld echter heel anders, doordat bijvoorbeeld afgestorven spiercellen worden vervangen door vet, of doordat sommige spiervezels niet meer worden aangestuurd door de zenuwen. Bij een typische spierziekte ontstaat dan een vrij homogeen witte spier, waarbij de botecho soms niet meer zichtbaar is (figuur 2b). Het beeld bij een echte zenuwziekte wordt gekenmerkt door vlekkerigheid, waarbij de vlekken vaker voorkomen en soms groter zijn dan in een normaal spierbeeld (figuur 2c).

Normaalgesproken worden deze beelden alleen kwalitatief op een vierpuntsschaal beoordeeld. De klinisch-neurologische vraag was nu of de beelden ook op een kwantitatieve manier beoordeeld konden worden. Om deze vraag te beantwoorden was het allereerst nodig om de kwalitatieve omschrijving van spierechobeelden om te zetten naar meetbare begrippen. Hiervoor heb ik drie maten bedacht: de zwarteheid van de spier (een gezonde spier is donkerder dan een zieke spier), de vlekkerigheid (bij een zenuwziekte zijn meer en grotere vlekken te zien dan bij een spierziekte) en de homogeniteit (bij een spierziekte zijn de afwijkingen homogener aanwezig dan bij een zenuwziekte).

Het bepalen van deze drie maten is geïllustreerd in figuur 3. De analyse van een spierechobeeld begint met normalisatie van het beeld op kleurinhoud. Daarna wordt in het beeld een representatief en zo groot mogelijk rechthoekig stukje van de spier geselecteerd. De gebruikte maten zijn afkomstig uit de beschrijvende statistiek.

Voor de eerste maat (*density*) wordt simpelweg de gemiddelde pixelwaarde berekend. Gezonde spieren hebben voor deze maat een lagere waarde dan zieke spieren. In het voorbeeld is deze maat gelijk aan 105,30. Voor de tweede maat (*white-area index*) wordt het percentage 'witte' pixels in de spier berekend. Door veel verschillende spierbeelden te bekijken hebben we (visueel) bepaald dat voor deze maat een 'witte' pixel elke pixel is met grijswaarde tenminste 170. Met speciale beeldanalyse software wordt dan het aantal 'witte' pixels geteld en het oppervlak van deze pixels vergeleken met het totale oppervlak van de selectie. In het voorbeeld levert dat voor deze tweede maat een waarde 0,08 op (8% van de selectie is 'wit'). Tot slot wordt voor de derde maat (*inhomogeneity index*) eerst een ruimtelijk filter (Sobel-filter) toegepast, wat ervoor zorgt dat scherpe kleurovergangen (grote gradiënten) in het beeld wit worden gemaakt. Dit haalt dus juist de witte vlekken naar voren. Door vervolgens het aantal afzonderlijke gebiedjes met 'witte' pixels te tellen (maar ditmaal met waarde tenminste 197) en dit te delen door het oppervlak van de selectie, kan een maat voor de inhomogeniteit worden bepaald. In het voorbeeld is dit gelijk aan 9,83 (er zijn 9,83 witte vlekjes per cm^2).

Om de relevantie van deze maten voor de kliniek te testen, hebben we deze bepalingen uitgevoerd bij grote groepen gezonde mensen en patiënten met spier- en zenuwaandoeningen. Hieruit bleek dat voor de bovenarmspier, voor bepaalde leeftijdsgerelateerde afkappunten, de drie maten normaal zijn in 93–94% van de gezonde mensen. Daarentegen bleek de density afwijkend in 94% van de door ons onderzochte patiënten met spierziekten, maar in geen enkele van de patiënten met zenuwziekten. De inhomogeneity index was juist afwijkend in elke patiënt met zenuwziekten en maar in 35% van de patiënten met spierziekten. Tot slot was de white-area index afwijkend in 82% van de patiënten met spierziekten, maar in geen enkele van de patiënten met zenuwziekten. Samen betekent dit dat deze maten een hoog onderscheidend vermogen hebben om zieken van gezonden en spierziekten van zenuwziekten te onderscheiden. De klinische relevantie van deze maten is daardoor hoog.

Pre-operatieve functielokalisatie

Een van onze eerste patiënten voor pre-operatieve functielokalisatie was een vrouw van 65 jaar die met spraakproblemen, afgenomen gevoel en verminderde motoriek in de rechterhand bij de arts kwam. Daarnaast had zij in het verleden baarmoederkanker gehad en namen haar

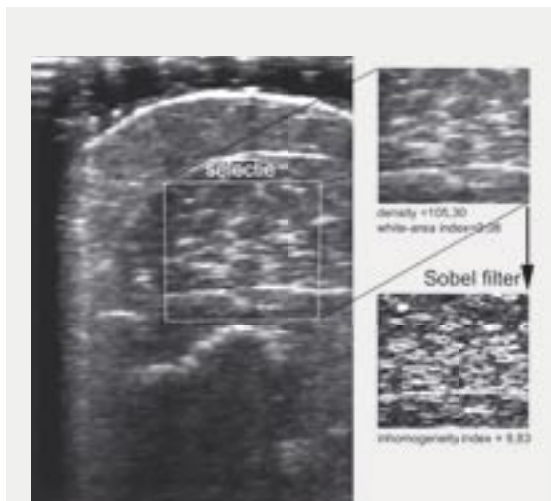
klachten af na gebruik van dexamethason. Dit is een medicijn dat de ophoping van vocht (oedeem) tegengaat. Dit hele beeld duidde op de mogelijke aanwezigheid van een hersentumor in de linkerhersenhalft, dicht bij de delen van de hersenen die zich met spraak en met het gevoel en bewegen van de rechterhand bezighouden. Op een anatomisch MRI-beeld bleek dat er inderdaad een kwaadaardige tumor in de hersenen zat, die verwijderd moest worden.

De klinische vraag was nu of de belangrijke hersengebieden die zich vlak bij de tumor bevonden ook voor de operatie bepaald konden worden, zodat deze gebieden tijdens het verwijderen van de tumor zoveel mogelijk ontzien konden worden. Om dit probleem wiskundig op te lossen, spelen meerdere aspecten een rol. Welke hersengebieden moeten geïdentificeerd worden? En wanneer we zogenaamde bronlokalisatie willen gebruiken om hersenactiviteit te lokaliseren, hoe kan dan hersenactiviteit in de te identificeren hersengebieden opgewekt worden?

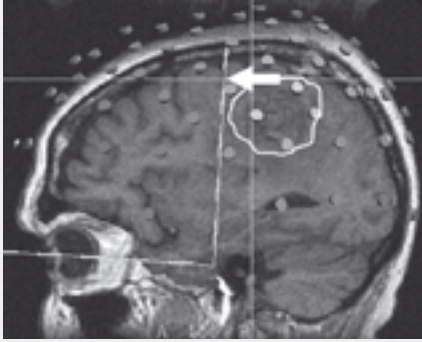
Voor het genereren van activiteit in de hersengebieden die zich met gevoelsverwerking bezighouden kan een zogenaamde somatosensoric evoked potential (SEP) gebruikt worden. Door herhaaldelijk elektrische schokjes aan de pols te geven, is het mogelijk de hersenactiviteit die gepaard gaat met het verwerken van zo'n schokje te meten met behulp van het een EEG (elektroencefalogram). Vervolgens kan bronlokalisatie gebruikt worden om op basis van het op de schedel gemeten EEG uit te rekenen waar dit signaal in de hersenen genereerd wordt. De wiskunde van dit probleem wordt samengevat in een differentiaalvergelijking, een Poissonvergelijking voor het gemeten potentiaalveld V :

$$\nabla \cdot J^p = \nabla \cdot (\sigma \nabla V)$$

Hierbij is σ de geleidbaarheid van het medium en J^p de primaire stroom (de sterkte van de elektrische bronnen). Wanneer je nu de geleidbaarheid en de primaire stroom kent, kun je in principe de potentiaalverdeling uitrekenen (het voorwaartse probleem). Dat kan echter alleen maar als het medium oneindig is en in alle richtingen gelijk en als de geleidbaarheid overal hetzelfde is. Helaas geldt dat voor het hoofd allemaal niet. Daarom



Figuur 3: Overzicht van analyse van spierechografiebeeld.



Figuur 4: Anatomische MRI van de patiënte. De pijl geeft de gevonden positie van de SEP-bron aan; de grens van de tumor is met een witte lijn aangegeven.

moeten aannames gemaakt worden over de geleider en de elektrische bronnen en wordt numerieke wiskunde gebruikt om benaderend een oplossing te vinden voor dit probleem. In plaats van het voorwaartse probleem moet namelijk eigenlijk het inverse probleem opgelost worden: gegeven de gemeten potentiaalverdeling op het hoofd (het EEG), wat zijn dan de in de hersenen gelegen bronnen en hun activiteit? Dit gebeurt iteratief en met gebruikmaking van het voorwaartse probleem.

In de praktijk zijn verschillende onderdelen nodig om bij een patiënt als hierboven bronlokalisatie uit te voeren: naast een SEP met hoge resolutie (registratie met 128 elektroden) is een anatomische MRI nodig om een individueel hoofdmodel te maken, en moet de 3D-positie van de elektroden digitaal worden vastgelegd om te weten waar het EEG ten opzichte van de eronder gelegen hersenen precies is geregistreerd. Maar als al deze puzzelstukjes beschikbaar zijn, kan ook de hele puzzel gelegd worden. Bij de patiënte hierboven leverde dit een bron op voor de SEP die, zoals verwacht, zeer dicht bij de tumor gelegen was (figuur 4). De tumor kon vervolgens met succes en zonder schade aan belangrijke hersengebieden worden verwijderd.

Tremorregistratie

Tremorregistraties worden gebruikt om bewegingsstoornissen waarbij trillen – meestal van de handen –

optreedt, van elkaar te kunnen onderscheiden. Dit is niet altijd even gemakkelijk. In figuur 5 staan stukken van een tremorregistratie (EMG van onderarmspieren) van twee tremorpatiënten die elk aan een andere ziekte (familiaire corticale myoclonische tremor met epilepsie (FCMTE) en essentiële tremor (ET)) lijden. Hoewel er wel wat verschillen te zien zijn in deze twee registraties, is de diagnose van deze ziektebeelden voor de arts niet altijd even gemakkelijk te maken. De klinische vraag was nu of het mogelijk is om op basis van een tremorregistratie deze twee ziektebeelden te onderscheiden.

Voor de vertaling van deze vraag naar een fysisch-mathematisch probleem is het belangrijk te weten dat van FCMTE gedacht wordt dat dit in de cortex – de buitenste laag van de hersenen – gegenereerd wordt, terwijl dit voor ET waarschijnlijk niet zo is. Dat bracht ons op het idee om het verband tussen de gemeten spieractiviteit en met EEG gemeten hersenactiviteit te onderzoeken. In principe kan dit op (minstens) twee manieren: met behulp van back-averaging of met coherentie-analyse, een vorm van spectraalanalyse. Back-averaging werkt alleen maar als je in het elektromyogram afzonderlijke *tremor bursts* – ‘aanvallen van tremor’ – kunt onderscheiden en markeren, zodat je vanaf het begin van zo’n burst terug in de tijd in het EEG kunt kijken of de tremor in de cortex wordt gegenereerd. Bij FCMTE werkt dat niet, omdat de afzonderlijke bursts niet te onderscheiden zijn (zie figuur 5).

Voor coherentieanalyse is dat echter geen probleem. Een hoge coherentie tussen het EEG en het EMG geeft aan dat er een functioneel verband is tussen de twee. Simpel gezegd komt coherentie overeen met correlatie in het frequentiedomein. De coherentie \hat{R}_{xy}^2 tussen twee signalen x en y , als functie van de frequentie λ wordt dan ook berekend als het quotiënt van het kruisspectrum in het kwadraat en het product van de autospectra \hat{f}_{xx} en \hat{f}_{yy} :

$$|\hat{R}_{xy}(\lambda)|^2 = \frac{|\hat{f}_{xy}(\lambda)|^2}{|\hat{f}_{xx}(\lambda)| \cdot |\hat{f}_{yy}(\lambda)|}$$

De waarde van de coherentie varieert tussen 0 (geen verband) en 1 (identiek signaal). Naast de coherentie tussen EEG en EMG kan ook de coherentie tussen

EMG en EMG van twee verschillende spieren bekeken worden. Om de waarde van coherentieanalyse voor de klinische praktijk te bekijken, hebben we EEG-EMG- en EMG-EMG-coherenties uitgerekend voor groepen van gezonde mensen en patiënten met FCMTE of ET. Hieruit bleek dat EMG-EMG-coherentie in twee bepaalde frequentiebanden (4–8 Hz en 8–30 Hz) kan helpen onderscheid te maken tussen deze groepen. In de 4–8 Hz band blijken beide typen patiënten een hogere coherentie te hebben dan gezonde mensen. In de 8–30 Hz band is specifiek de coherentie bij FCMTE patiënten erg hoog. Samen maakt dit coherentieanalyse bruikbaar voor de differentiaal diagnose van deze patiënten.

Conclusie

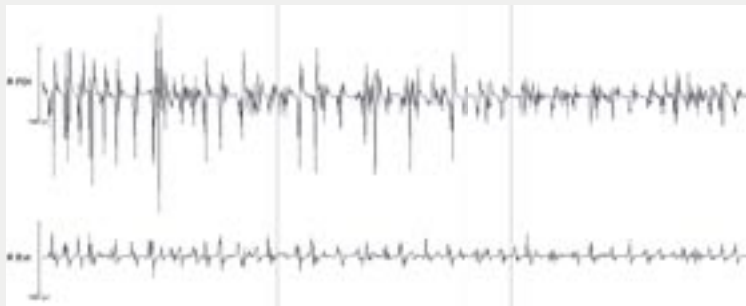
Hoewel men soms verbaasd is te horen dat ik als wiskundige in het ziekenhuis werk, is uit het bovenstaande hopelijk duidelijk geworden dat er voor

wiskundigen (en overigens ook voor natuurkundigen) veel te doen is in een ziekenhuisomgeving. In dit artikel werden beschrijvende statistiek, filtertechnieken, differentiaalvergelijkingen, numerieke wiskunde en frequentieanalyse gebruikt. Geen wiskundige zou betwijfelen dat dit allemaal echte wiskunde betreft. Een wiskundige in de praktijk moet echter wel over meer vaardigheden beschikken dan alleen wiskunde. Je hebt communicatie- en inlevingsvermogen en specifieke (in mijn geval medische) vakkennis nodig, modelleervaardigheid, medisch-ethisch gevoel (vanwege het vaak benodigde onderzoek op mensen), software- en programmeerkennis, en schrijf- en presentatievaardigheden. •

Referenties

- Spierechografie: N. Maurits et al. 'Muscle ultrasound analysis: normal values and differentiation between myopathies and neuropathies.' *Ultrasound Med. Biol.* 29:215, 2003.
- Pre-operatieve functielokalisatie: N. Maurits. 'Een wiskundige kijkt in de hersenen.' *Nieuw archief voor Wiskunde*, 5/4:216, 2003.
- Tremorregistratie: A.F. van Rootselaar et al. 'Coherence analysis differentiates between cortical myoclonic tremor and essential tremor.' *Mov. Disord.* 21:215, 2006.

Figuur 5: Tremorregistraties (3 seconden).



a. patiënt met FCMTE



b. patiënt met ET

Over de auteur

Natasha Maurits is toegepast wiskundige (RuG, 1994) en sinds 2006 adjunct-hoogleraar biomedische signaalanalyse bij de afdeling Klinische Neurofysiologie van het Universitair Medisch Centrum Groningen, waar zij sinds 1999 werkt. Ze ontwikkelt nieuwe analysemethoden gericht op klinische toepassingen. Door een sterke interactie met de kliniek en multidisciplinaire samenwerking, onder andere binnen het BCN Neuroimaging Centrum, hoopt ze het begrip, de diagnostiek en de prognose-bepaling van neurologische aandoeningen te verbeteren.

Java en concurrency

DOOR HENDRIK WIETZE DE HAAN

Het grootste probleem van gelijktijdigheid (*concurrency*) is het delen van resources die niet tegelijk gebruikt kunnen worden. Neem als voorbeeld een kruispunt van twee eenrichtingswegen. Zo'n kruispunt kan maar door één auto tegelijk gebruikt worden.

Auto's kunnen het kruispunt niet zomaar oprijden en oversteken. Om ongelukken te voorkomen zijn regels nodig. De afspraak om altijd te stoppen voor het kruispunt en pas op te rijden als er geen andere auto het kruispunt wil oprijden, is voldoende om ongelukken te vermijden. Maar wat als twee auto's tegelijkertijd bij het kruispunt aankomen? Volgens de afspraak zou geen van beide auto's het kruispunt mogen oprijden.

Om voortgang te garanderen zijn andere afspraken nodig. Als een auto van rechts voorrang heeft, is voor beide auto's duidelijk wie als eerste het kruispunt over mag steken. Maar als er auto's van rechts blijven komen, zal de auto van links nooit het kruispunt kunnen oversteken. De afspraak veranderen naar "de auto die als eerste bij het kruispunt stopt heeft voorrang" is ook een oplossing, zolang altijd duidelijk is wie als eerste bij het kruispunt is gestopt. Stoplichten kunnen hierbij natuurlijk helpen.

Cruciaal is dat 'gelijktijdigheid' op een bepaald niveau moet worden doorbroken. Het is echter niet nodig om een totale ordening op alle gebeurtenissen te definiëren.



In dit verhaal laten we zien hoe het begrip 'gelijktijdigheid' in de taal Java aangepakt wordt.

Concurrency in Java

In Java hebben we te maken met *threads* en gedeelde objecten, in plaats van auto's en het kruispunt uit bovenstaand voorbeeld.

Stel dat het onderstaande object gedeeld wordt door meerdere threads.

```
public class BrokenSharedCounter {
    private int count = 0;

    public void incrementCount() {
        count++;
    }

    public int getCount() {
        return count;
    }
}
```

Het statement `count++` wordt vaak vertaald naar een reeks instructies:

1. haal waarde van `count` op naar register
2. verhoog waarde in register met 1
3. sla waarde van register op in `count`

Als twee threads strikt achter elkaar de methode `incrementCount()` uitvoeren, zal na afloop het veld `count` met 2 zijn verhoogd. Echter, als twee threads tegelijkertijd `incrementCount()` uitvoeren is het mogelijk dat beide threads tegelijkertijd dezelfde initiële waarde van `count` lezen, deze met 1 verhogen en beide deze waarde terugschrijven. In dat geval is `count` niet

met 2 maar met 1 verhoogd. Er is dus een verhoging verdwenen!

Deze ongelukkige omstandigheid noemen we een race-conditie. Race-condities ontstaan als meerdere threads gelijktijdig toegang krijgen tot een gedeelde resource. In het voorgaande voorbeeld is er sprake van gelijktijdige toegang tot het veld `count` in `incrementCount()`. In Java kan de toegang tot een methode beperkt worden door deze *synchronized* te maken. Er kan slechts één thread tegelijk een *synchronized* methode van een gedeeld object uitvoeren.

```
public class StillBrokenSharedCounter {
    private int count = 0;

    public synchronized void incrementCount() {
        count++;
    }

    public int getCount() {
        return count;
    }
}
```

Door `incrementCount()` *synchronized* te maken, kunnen verhogingen niet meer verdwijnen. Ook in de methode `getCount()` is sprake van gelijktijdige toegang tot het veld `count`. De waarde van het veld `count` wordt in dit geval alleen gelezen. Het lijkt er in eerste instantie op dat dit dus geen probleem is.

Multi-Core en cache coherency

Er is echter wel degelijk een probleem. Een thread die `getCount()` aanroept kan een heel oude waarde van `count` te zien krijgen. Dit probleem ontstaat door caching. Caching gebeurt op verschillende niveaus. De processorarchitectuur bepaalt welke caches er zijn, en of elke processorcore zijn eigen cache heeft of deze deelt met andere cores. Deze architectuur bepaalt ook hoe ‘vers’ de waarden in de caches en het hoofdgeheugen zijn. De x86-architectuur garandeert een sterke samenhang tussen alle caches (*strong cache coherency*). Dit betekent dat zodra een waarde in de cache geschreven wordt, de overige caches deze waarde ook zullen bevatten.

Het garanderen van coherente caches is relatief duur en niet alle platformen dwingen deze cache-coherentie daarom ook af. Processoren hebben in zulke gevallen speciale instructies (*memory barrier* of *fence instruction*) om te garanderen dat alle tot dan toe geschreven waarden in het geheugen bij een opvolgende leesinstructie geretourneerd worden.

Het voordeel is dat de caches en het geheugen niet voortdurend gesynchroniseerd hoeven te worden. Het nadeel is dat de programmeur (of de compiler) op de juiste plaatsen de synchronisatie-instructies moet plaatsen.

Onder Java’s motto “write once, run everywhere” wordt er uitgegaan van dit zwakkere model. Om bij een leesoperatie altijd de meest recent geschreven waarde van een veld te zien moet de programmeur dit expliciet aangeven. Dit kan in Java door het keyword *volatile* bij een veld te plaatsen. De Java Virtual Machine (JVM) zorgt er dan voor dat een leesoperatie altijd de laatst geschreven waarde retourneert. De JVM doet dit door op platformen waar dat nodig is de synchronisatie-instructies toe te voegen. Onderstaand voorbeeld laat zien hoe we `getCount()` altijd de meest recente waarde van `count` kunnen laten leveren:

```
public class VolatileSharedCounter {
    private volatile int count = 0;

    public synchronized void incrementCount() {
        count++;
    }

    public int getCount() {
        return count;
    }
}
```

Out-of-order executie en compileroptimalisatie

Een enkele core van een huidige processor kan per kloktik meerdere instructies tegelijk verwerken. Deze vorm van parallelisme op machine-instructieniveau wordt ook wel *superscalar* genoemd. Er mogen echter

geen onderlinge afhankelijkheden tussen de instructies zijn. Ter verduidelijking: veronderstel een core die in één stap twee instructies kan uitvoeren. De volgende twee (machine-)instructies

```
register_1 := register_2 + 1;
register_3 := register_4 - 1;
```

hebben geen afhankelijkheid en kunnen zonder meer tegelijkertijd worden uitgevoerd. Echter, bij

```
register_1 := register_2 + 1;
register_3 := register_1 - 1;
```

is de tweede instructie afhankelijk van de het resultaat van de eerste.

Zodra er afhankelijkheden zijn tussen opeenvolgende instructies kan er per stap maar één instructie worden verwerkt. Om de core beter te benutten zouden we de volgorde van instructies zodanig aan kunnen passen dat per stap wél twee instructies tegelijk kunnen worden verwerkt. Bijvoorbeeld,

```
reg_1 := reg_1 + 1;
reg_2 := reg_1 - 1;
reg_3 := reg_2;
reg_4 := reg_3 + 1;
reg_5 := reg_5 * 2;
reg_6 := reg_6 / 2;
```

De eerste vier instructies zijn sequentieel van elkaar afhankelijk en moeten dus afzonderlijk verwerkt worden. Er zijn dus minimaal 5 stappen nodig om deze hele reeks instructies te verwerken; de eerste drie instructies moeten afzonderlijk, 4 en 5 kunnen tegelijk en als laatste kan instructie 6.

Als de instructies als volgt geordend zijn:

```
reg_1 := reg_1 + 1;
reg_5 := reg_5 * 2;
reg_2 := reg_1 - 1;
reg_6 := reg_6 / 2;
reg_3 := reg_2;
reg_4 := reg_3 + 1;
```

kunnen instructies 1 en 2 en instructies 3 en 4 tegelijkertijd worden verwerkt. Instructies 5 en 6 zijn nog wel afhankelijk van elkaar. In totaal zijn nu nog maar 4 stappen nodig om alle instructies uit te voeren.

Bij *out-of-order execution* herordent de processorcore zelf de reeks instructies. Dit is complex, en de hoeveelheid herordening verschilt weer per platform. Ook een compiler kan instructies in een andere, efficiëntere volgorde plaatsen dan dat de programmacode voorschrijft. De compiler is alleen verplicht om instructies te genereren die hetzelfde effect hebben als de statements in het programma.

Het Java Memory Model

Elk platform heeft zijn eigen specifieke eigenschappen wat betreft het herordenen van instructies en verschillende caches die waarden (in een mogelijk andere volgorde) terugschrijven naar het hoofdgeheugen. In Java legt het Java Memory Model (JMM) de minimale garanties vast over wanneer een waarde geschreven door een thread zichtbaar is voor een andere thread.

Het JMM definieert een *happens-before* relatie op acties. Binnen een thread lijken acties altijd te gebeuren in de volgorde van het programma. Een thread kan echter de acties van een andere thread in een andere volgorde zien gebeuren vanwege *out-of-order execution* en caching. Acties van verschillende threads zijn dus niet altijd te ordenen. Met andere woorden, de *happens-before* relatie is geen totale ordening maar slechts een partiële.

Stel dat er twee threads zijn en dat de eerste `task1()` uitvoert en de tweede `task2()`.

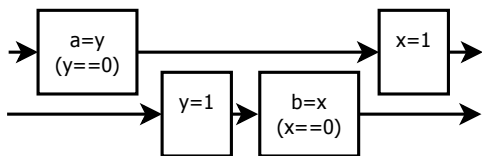
```
public class PossiblyReordered {
    private int x = 0, y = 0;
    private int a = 0, b = 0;
    public void task1() {
        x = 1; a = y;
    }
    public void task2() {
        y = 1; b = x;
    }
}
```

Het is duidelijk dat na afloop zowel x als y gelijk zijn aan 1. Maar wat zijn de waarden van a en b na afloop?

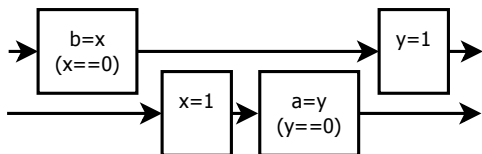
Traditioneel neemt men aan dat het geheugenmodel sequentieel consistent is. Dit betekent dat het resultaat van uitvoer gelijk is aan één van de mogelijke sequentiële verwikkelingen (*sequential interleavings*) van acties. In de tabel hieronder staan de 6 mogelijke interleavings en het uiteindelijke resultaat:

1	2	3	4	Resultaat
$x = 1$	$a = y$	$y = 1$	$b = x$	$a == 0, b == 1$
$x = 1$	$y = 1$	$a = y$	$b = x$	$a == 1, b == 1$
$x = 1$	$y = 1$	$b = x$	$a = y$	$a == 1, b == 1$
$y = 1$	$x = 1$	$a = y$	$b = x$	$a == 1, b == 1$
$y = 1$	$x = 1$	$b = x$	$a = y$	$a == 1, b == 1$
$y = 1$	$b = x$	$x = 1$	$a = y$	$a == 1, b == 0$

Dit model is veel sterker dan het JMM. Onder de regels van het JMM is er in bovenstaand voorbeeld geen happens-before relatie tussen de acties in `task1()` en `task2()`. Het is dus mogelijk dat `task2()` de acties uit `task1()` in een andere volgorde ziet gebeuren. Schematisch is dit weer te geven als:



Stel dat ook `task1()` de acties uit `task2()` in een andere volgorde waarneemt.



In dit geval is ook de uitkomst $a == 0, b == 0$ mogelijk.

Het keyword `volatile` dat in een eerder voorbeeld gebruikt werd heeft een eigenschap die hier van pas kan komen. Het JMM stelt dat het schrijven van een

volatile veld altijd vooraf gaat (happens-before) aan een leesactie van dat veld. Door zowel x als y volatile te maken kunnen we garanderen dat $a == 0, b == 0$ geen mogelijke uitkomst meer is. Zodra $a = y$ of $b = x$ wordt uitgevoerd is daarvoor $x = 1$ of $y = 1$ uitgevoerd vanwege de volgorde van de statements in het programma. Uit de volatile happens-before regel betekent dit dat tenminste een van de variabelen a of b de waarde 1 zal hebben. De uitkomst $a == 0, b == 0$ is hiermee uitgesloten.

Tot slot: Double Checked Locking

Geen verhaal over het JMM is compleet zonder het foutieve Double-Checked Locking (DCL). Stel dat een Resource-object vrij kostbaar is om te maken, en dat men er dus maar een wil. Pas als zo'n Resource-object echt nodig is moet dit gemaakt worden. Meerdere threads delen dit Resource-object, dus moet er gesynchroniseerd worden. De oplossing is vrij simpel:

```

public class Singleton {
    private static Resource resource;

    public static synchronized Resource getInstance() {
        if (resource == null) {
            resource = new Resource();
        }
        return resource;
    }
}
  
```

Er kan slechts één thread tegelijk de methode `getInstance()` uitvoeren. Zodra een thread deze methode uitvoert, moet een andere thread die `getInstance()` wil uitvoeren wachten totdat de eerste de gesynchroniseerde methode verlaat. In het bovenstaande voorbeeld zal alleen de eerste thread die `getInstance()` uitvoert een gedeeld Resource-object creëren. Alle volgende threads gebruiken dit object.

In oude JVMs, voor Java 5, was het gebruik van volatile variabelen en `synchronized` methoden vrij duur. In plaats van `getInstance()` `synchronized` te maken, leek er winst te behalen door eerst te kijken of de resource al bestaat. Als de resource nog niet aangemaakt is, moet een thread deze alsnog aanmaken. Dit moet echter wel

gesynchroniseerd gebeuren, want twee threads kunnen op hetzelfde moment constateren dat de resource nog niet bestaat. En in de methode `instantiateResource()` moet daarom ook nogmaals gecontroleerd worden of het aanmaken van de gedeelde resource nog wel nodig is. Want op het moment dat een thread begint aan `instantiateResource()` kan een andere deze reeds uitgevoerd hebben.

```
public class DoubleCheckedLocking_Singleton {
    private static Resource resource;

    public static Resource getInstance() {
        if (resource == null) {
            instantiateResource();
        }
        return resource;
    }

    private static synchronized instantiateResource() {
        if (resource == null) {
            resource = new Resource();
        }
    }
}
```

Het ergste dat lijkt te kunnen gebeuren is dat threads bij `getInstance()` de oude waarde van `resource` (null) zien en alsnog de kostbare `synchronized instantiateResource()` uitvoeren. Daar zullen ze echter geen oude waarde zien dankzij een ‘happens-before’ regel voor gesynchroniseerde methoden: het verlaten van de gesynchroniseerde methode `instantiateResource()` door een thread gaat vooraf aan een opvolgende betreding van `instantiateResource()` door een andere thread. De eerste toekenning aan het veld `resource` is daarmee zichtbaar voor elke volgende thread in `instantiateResource()`, en dus worden geen meerdere `Resource`-objecten aangemaakt.

Waarom is bovenstaand patroon toch incorrect? Het aanmaken van een nieuw `Resource` object is geen atomaire actie. De constructoren worden uitgevoerd, en de velden van het object worden geïnitieerd. Pas nadat alle acties in de constructor uitgevoerd zijn, wordt de objectverwijzing naar de variabele `resource`

geschreven. Er is echter geen ‘happens-before’ relatie met de controle van `resource` in `getInstance()` en het aanmaken van het `Resource`-object. Dit betekent dat een thread een objectverwijzing naar een onvolledig geïnitieerd object kan zien, met alle gevolgen van dien!

Door de variabele `resource` volatiele te maken is er wel een happens-before relatie, namelijk dat alle velden van het `Resource`-object geschreven zijn voordat de objectverwijzing in `resource` geschreven wordt. Het hele idee achter DCL was echter dat leesoperaties op volatiele variabelen en aanroepen van `synchronized` methoden kostbare operaties zijn en dus vermeden moeten worden.

Tegenwoordig geldt dat `synchronized` methoden en volatiele variabelen een minimale impact hebben op de performance. De moraal: als je het als correct weet te implementeren, levert DCL niets op. •

Amdahl's Formule

In de informatica proberen we problemen vaak op te lossen door ze in kleinere, makkelijker op te lossen deelproblemen op te splitsen (divide-and-conquer). In plaats van de deelproblemen een voor een op te lossen, kunnen we ze ook over beschikbare processorcores verdelen en zo meerdere deelproblemen tegelijk oplossen. Idealiter zou een dual-core processor een probleem twee maal zo snel kunnen oplossen, een quad-core processor vier maal zo snel, enzovoort. In de praktijk is er extra werk nodig om de deelresultaten te combineren tot de uiteindelijke oplossing.

Een algoritme is te abstraheren tot een paralleliseerbaar deel P en een noodzakelijkerwijs sequentieel deel $(1 - P)$. Het paralleliseerbare deel kan door N cores in de fractie $\frac{P}{N}$ van de oorspronkelijke tijd gedaan worden. Het sequentiële deel is niet te versnellen. Onder dit deel rekenen we het extra werk zoals coördinatie en het combineren van deelresultaten. De formule van Amdahl geeft nu een maat voor de maximaal te behalen snelheidswinst:

$$\frac{1}{(P/N)+(1-P)}$$

Als een algoritme 90% paralleliseerbaar is, dan kan het algoritme op vier cores slechts ongeveer drie keer zo snel worden uitgevoerd.

Bart Nijs.
Functioneel ontwerper.
Nog geen rijbewijs.



Quinity
.com

Ook zin in een succesweekend met een stretchlimo en chauffeur?

Als je bij Quinity komt werken, werk je mee aan het ontwikkelen van eBusiness-applicaties. Dat doen we voor grote, financiële organisaties en met goede resultaten. En boeken wij succes, dan boek jij ook succes. Sterker nog: we garanderen je een carrière waarin je veel successen op je naam kunt zetten. Ook als je nog maar net bent afgestudeerd.

En om je daarvan alvast te laten proeven, krijg je van ons een geweldig succesweekend naar keuze aangeboden als we het met elkaar eens worden.

Kijk meteen op www.werkenbijquinity.nl voor alle details en mogelijkheden. En ontdek dat je bij Quinity net zo succesvol kunt worden als je ambities reiken.

Upload meteen je cv.

Quinity zoekt software engineers Java/J2EE, projectleiders, functioneel ontwerpers en consultants/informatie-analisten. Als je zo'n baan én een succesweekend wilt, upload dan snel je cv. Ook al heb je nog geen ervaring. Op www.werkenbijquinity.nl vind je uiteraard ook alle andere informatie en wetenswaardigheden over een baan bij ons bedrijf.

Quinity B.V. – Maliebaan 50 – Postbus 13097 – 3507 LB Utrecht
Telefoon +31(0)30 2335999



Werken bij Quinity.
Succes gegarandeerd.

De uitdaging van energiebesparing

DOOR ROBERT BROOS EN MORTEN BAKKER

Als onderdeel van de Grote Buitenlandse Excursie werden er opdrachten voor verschillende bedrijven gedaan. In Assen had de Nederlandse Aardgas Maatschappij (NAM) nog een interessante opdracht staan betreffende een zeer belangrijk probleem in de huidige samenleving: energiebesparing.

De NAM is een bedrijf dat het grootste gedeelte van de Nederlandse aardgas- en aardolieproductie voor zijn rekening neemt. Zij produceert onder andere gas uit het welbekende Slochterse aardgasveld, een van de grootste aardgasvelden ter wereld. Helaas begint het gas, dat er miljoenen jaren over gedaan heeft om zich te vormen, nu na vijftig jaar productie alweer op te raken. Er is nog wel genoeg gas voor de komende jaren, maar met name de snelheid waarmee het gewonnen kan worden, is flink afgenomen doordat de druk in de velden is gedaald. Dit betekent dat de snelheid waarmee gas gewonnen kan worden niet hoog genoeg meer is om gedurende zeer koude dagen aan de dagelijkse behoefte te voorzien.

Om toch aan de piekvraag te voldoen, beschikt de NAM over *Underground Gas Storage* (UGS) faciliteiten: in lege gasvelden wordt gedurende de zomer gas gepompt om te kunnen bijspringen tijdens pieken in de vraag. Een UGS kan echter ook gebruikt worden om elektriciteitskosten te besparen. Hoe? Daar gaan we het nu over hebben.

Wanneer gas uit een put wordt gepompt, kan dat door de hoge druk in het gasveld doorgaans in *freeflow* (geen arbeid nodig voor gaswinning); om een hogere flow te bereiken moet er gepompt worden. Het benodigde vermogen van de pompen neemt echter doorgaans op ruwweg exponentiële wijze toe, zie de lichtgrijze curve in de grafiek.



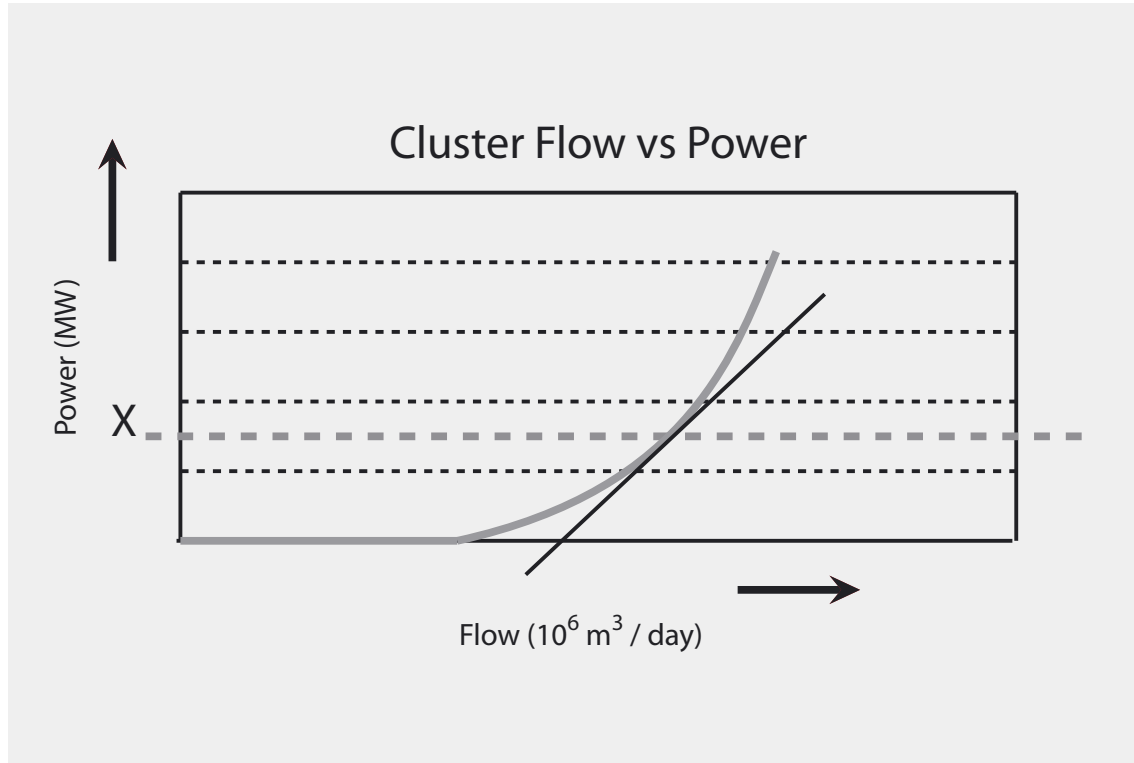
Uit een UGS kan kosteloos gas gewonnen worden aangezien dit vaak wel in freeflow kan gebeuren. In de zomer moet er wel weer gas teruggepompt worden: dit kost een zeker ‘vermogen per eenheid van flow’ die correspondeert met de helling van de zwarte lijn in de grafiek.

Het raakpunt (de gestippelde lijn) correspondeert dus met het punt waarop het evenveel energie kost om gas eerst in de zomer in een UGS te pompen en dat er weer uit te halen in de winter, als om gas direct te produceren. Boven het punt X kan er dus energie bespaard worden door de UGS te gebruiken.

De prijs van stroom fluctueert ook met het piek(doordeweeks overdag) en daltarief (’s nachts en in het weekend). Door tijdens het piekuur op elektriciteitskosten te besparen en tijdens het daltarief de UGS te

hervullen, kan er dus extra bespaard worden. Ook zijn er meer factoren die een rol spelen, zoals de contracten met het elektriciteitsbedrijf, het totale volume van de UGS, en het veranderen van de ‘vermogen vs. flow’ curves in de toekomst.

Onze case bestond eruit om het punt X te bepalen en om daarnaast te onderzoeken hoe dit te manipuleren is en hoe het afhankelijk is van verscheidene factoren. Het blijkt dat er inderdaad flink bespaard kan worden door slim gebruik te maken van de UGS. In de verdere toekomst wordt dit echter wel moeilijker, met name doordat het verdere leegraken van het Slochterse veld het terugpompen van gas in de UGS duurder maakt. Onze case vormde voor de NAM dus een goed startpunt om verdere strategieën voor energie(kosten)besparing te ontwikkelen. •



De lichtgrijze lijn correspondeert met het vermogen dat het kost om een bepaalde hoeveelheid gas te produceren uit een gasveld. Voor een UGS is dit verband lineair, doordat het injecteren van gas in de zomer met een vast rendement gebeurt; dit correspondeert met de helling van de zwarte raaklijn.

Weg met het qwerty-toetsenbord

DOOR WILLEMIEKE VAN VLIET

Al sinds 1874 gebruiken we het qwerty-toetsenbord. Vroeger was de qwerty-toetsindeling erg handig, want de veelgebruikte lettercombinaties waren ver uit elkaar geplaatst zodat de letterstangetjes van typmachines niet tegen elkaar botsten. Tegenwoordig gebruiken we nog steeds het qwerty-toetsenbord, maar nu zouden we sneller kunnen typen als veelgebruikte lettercombinaties juist wel dicht bij elkaar zouden zitten. Maar hoe zouden de letters en leestekens dan geplaatst moeten worden?

De plaatsing van de letters en leestekens op een toetsenbord op een zo efficiënt mogelijke manier is een voorbeeld van het kwadratische toewijzingsprobleem (*Quadratic Assignment Problem*, QAP). Dit kunnen we als volgt beschrijven:

Er zijn n locaties en n faciliteiten. Tussen elk paar locaties wordt een afstand vastgelegd, en tussen elk paar faciliteiten wordt een stroming vastgelegd. Het doel is nu om elke faciliteit aan een locatie toe te wijzen en wel zodanig dat de som van de afstanden vermenigvuldigd met de stromingen geminimaliseerd wordt. Deze som noemen we ook wel de totale kosten.

In het geval van het toetsenbord zijn de locaties de plaatsen waar een letter of leesteken geplaatst kan worden. De afstand tussen twee locaties definiëren we als de tijd die het de typist kost om de ene naar de andere locatie te gaan. De faciliteiten zijn de letters en leestekens zelf, en de stromingen tussen deze faciliteiten geeft weer hoe vaak de letters na elkaar gebruikt worden.

Nu willen we de faciliteiten zo op de locaties plaatsen dat de totale kosten geminimaliseerd worden. We moeten dus een permutatie p vinden zodat

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} d_{p(i)p(j)} \quad (1)$$

geminimaliseerd wordt. Hier is c_{ij} de stroming tussen de faciliteiten i en j , $p(i)$ de locatie van faciliteit i en $d_{p(i)p(j)}$ de afstand tussen locaties $p(i)$ en $p(j)$.

Naast het zo efficiënt mogelijk plaatsen van de tekens op een toetsenbord zijn er nog veel meer praktische voorbeelden van het kwadratische toewijzingsprobleem. Een ander voorbeeld is de indeling van een ziekenhuis. Als er een nieuw ziekenhuis gebouwd wordt, is het belangrijk dat het praktisch wordt ingedeeld. De verschillende afdelingen moeten zo geplaatst worden dat de patiënten zo min mogelijk afstand hoeven af te leggen. Dus de afdelingen waartussen een grote patiëntenstroom is, moeten dichter bij elkaar liggen dan de afdelingen waartussen de patiëntenstroom niet zo groot is.

Een ander, bekender, voorbeeld van het kwadratische toewijzingsprobleem is het handelsreizigersprobleem. Dit probleem gaat over een handelaar die langs een aantal steden wil reizen om daar zijn producten te verkopen. Tijd is geld in het bedrijfsleven, dus wil de handelaar zo snel mogelijk langs alle steden. Het probleem is om te bepalen in welke volgorde hij de verschillende steden aan moet doen zonder onnodig veel tijd te verliezen aan het reizen.

Bij dit probleem is het moeilijker om te zien dat het om een kwadratisch toewijzingsprobleem gaat. De n steden waar de handelaar langs wil, zijn de locaties. De faciliteiten zijn de nummers 1 tot en met n . We willen de nummers op de locaties gaan plaatsen zodanig dat de reistijd geminimaliseerd wordt. Als een locatie nummer i krijgt, betekent dat dat deze locatie de i -de locatie is die de handelaar bezoekt. Op deze manier is het handelsreizigersprobleem uit te schrijven als een kwadratisch toewijzingsprobleem.

In functie (1) kunnen we heel veel permutaties p invullen. Zo'n permutatie noemen we ook wel een oplossing en tussen alle mogelijke oplossingen willen we de optimale vinden. Helaas is het erg moeilijk om deze optimale oplossing te bepalen. Voor problemen met meer dan twintig locaties is het meestal niet meer mogelijk om dit te doen in afzienbare tijd. Voor problemen met meer dan ongeveer dertig locaties is het moeilijk om zelfs maar in de buurt van de optimale oplossing te komen. Daarom proberen we in deze gevallen de optimale oplossing te benaderen met behulp van heuristieken. Heuristieken zijn oplossingsmethoden die de optimale oplossing, of in ieder geval een goede benadering van deze oplossing, proberen te vinden op een slimme manier.

Er zijn heuristieken die stapje voor stapje een oplossing maken. Een voorbeeld daarvan is dat we beginnen met een lege oplossing, een lege permutatie p . Dan bepalen we tussen welke twee faciliteiten de stroming het grootst is; deze twee faciliteiten komen te zitten op de locaties die het dichtst bij elkaar liggen. Daarna kijken we welke nog niet geplaatste faciliteit de meeste stroming heeft met een van de al wel geplaatste faciliteiten. Deze faciliteit wordt dan zo gunstig mogelijk ten opzichte van de al wel geplaatste faciliteiten geplaatst en dit proces herhalen we tot elke faciliteit een locatie heeft.

Maar niet elke heuristiek begint met een lege oplossing en maakt zelf een oplossing. Veel heuristieken beginnen met een aantal willekeurige oplossingen en gaan op basis van deze oplossingen op zoek naar een goede oplossing. Een leuk voorbeeld hiervan is een genetisch algoritme. Deze heuristiek is gebaseerd op evolutiemechanismen uit de natuur. We beginnen met een aantal willekeurig gekozen oplossingen, deze oplossingen zien we nu als personen en deze personen vormen samen een populatie. Zoals in de natuur kunnen twee personen uit de popu-



latie een kind krijgen; in dit geval ontstaat uit twee oplossingen dus een nieuwe oplossing. Deze nieuwe oplossing is een soort 'samenvoegsel' van de twee oplossingen en wordt aan de populatie toegevoegd. De zwakste personen, de oplossingen met de hoogste totale kosten, worden uit de populatie gehaald. Dit proces van nieuwe oplossingen die ontstaan uit twee oplossingen van de populatie en het elimineren van slechte oplossingen gaat door tot een stopcriterium is bereikt. Dit stopcriterium kan zijn wanneer de totale kosten voldoende laag zijn geworden, maar het kan bijvoorbeeld ook een tijdslimiet zijn.

Er zijn nog meer leuke voorbeelden van heuristieken. Zo is er bijvoorbeeld ook een heuristiek gebaseerd op het gedrag van mieren als ze eten zoeken en een heuristiek gebaseerd op een natuurkundig proces om een deeltje in een lage energietoestand te krijgen. Sommige heuristieken werken alleen redelijk goed voor een bepaald soort problemen.

In het geval van het toetsenbord is het waarschijnlijk niet zo'n probleem om met heuristieken de optimale of in ieder geval een goede benadering van de optimale oplossing te vinden. Naast het kwadratische toewijzingsprobleem is er hier echter ook sprake van een gewenningsprobleem. We zullen dus voorlopig gewoon blijven typen op onze oude vertrouwde qwerty-toetsenborden. •

Evolutie, biodiversiteit en het aquarium van Bas Haring

DOOR GERT KORTHOF

Kritische bespreking van het boekje 'Het aquarium van Walter Huijsmans' van Bas Haring, verschenen op 1 april 2009 in het kader van de maand van de filosofie.

Bas Haring is filosoof en hoogleraar aan de Universiteit van Leiden, waar hij de leerstoel 'publiek begrip van wetenschap' bekleedt. Zijn debuut was het boekje 'Kaas en de evolutietheorie' waarin hij de essentie van de evolutietheorie op zo'n manier uitlegt dat zelfs kinderen het kunnen begrijpen, wat niet veel biologen kunnen. Men komt Bas Haring regelmatig tegen op symposia of in tv-programma's om de evolutietheorie uit te leggen aan een breed publiek. Het laatste symposiumoptreden van hem dat ik bijwoonde, had als onderwerp veel voorkomende misverstanden over de evolutietheorie. Dat zijn nuttige zaken. Hij mag best de ambassadeur van de evolutietheorie in Nederland genoemd worden. Bas Haring is goed op de hoogte van de filosofische aspecten van de evolutietheorie. In het boek 'Het aquarium van Walter Huijsmans' doet hij echter vele uitspraken op het gebied van de evolutiebiologie en biodiversiteit. Op dat moment doet hij aan grensoverschrijding omdat hij geen bioloog is en al helemaal geen evolutiebioloog. Daarom is kritiek nodig.



Wat doet hij in dat boek? Hij stelt belangrijke vragen zoals: "Doen wij de mensen van de toekomst kwaad als wij de natuur verpesten? Hoe erg is een toekomst zonder natuur? Waarom is het erg als we het regenwoud verpesten?" Daarbij past hij een methodische twijfel toe, dat wil zeggen systematische twijfel aan alle gangbare antwoorden. Als filosoof accepteert hij uiteraard geen vanzelfsprekende antwoorden. Hij gaat erg ver in die methodische twijfel. Zó ver dat je soms niet meer weet of uitspraken zijn eigen mening zijn of dat hij alleen maar optreedt als advocaat van de duivel. Ik zal een voorbeeld geven:

"Ik kan me goed voorstellen dat we in een gevarieerde wereld willen leven. Met allemaal verschillende beesten en planten, in plaats van één soort beest en één soort plant. Maar waarom zouden we in een wereld willen leven met zowel de grote bonte specht als de middelste bonte specht, het vijfstippelig lieveheersbeestje en het zevenstippelig lieveheersbeestje, de akkerboterbloem en de bosboterbloem? Maar die spechten, lieveheersbeestjes en boterbloemen zijn nauwelijks van elkaar te onderscheiden, en bijdragen aan een gevarieerde wereld doen ze in mijn ogen nauwelijks." (p. 92)

Nu ben ik naast bioloog ook natuurliefhebber en vogelliefhebber en die uitspraken stuiten mij zeer tegen de borst. Wel kan ik mij heel goed voorstellen dat al die verschillende soorten weinig opwindend zijn voor een leek. Als ik een Amerikaans boek over vogels doorblader en ik kom namen tegen zoals de *three-wattled bellbird*, *white-eyed vireo*, en *northern mockingbird*, dan kan ik mij daar totaal niets bij voorstellen. Waar hebben ze het over? Ik kan geen verband leggen met de bekende Nederlandse vogels. Maar dat is geen overtuigend argument. Wat valt er wetenschappelijk tegen de gedachtengang van Haring in te brengen?

Biodiversiteit

In feite heeft Haring het in bovenstaand citaat over biodiversiteit. Volgens de definitie van de evolutiebioloog E. O. Wilson (2001, *The Diversity of Life*) is biodiversiteit de verscheidenheid van het leven op alle niveaus

vanaf de genetische verscheidenheid van individuen van dezelfde soort, via soorten, genera en families tot en met ecosystemen. Wat is de relatie tussen biodiversiteit en evolutie? Simpel gezegd: biodiversiteit is het resultaat van evolutionaire processen. Een belangrijk aspect van biodiversiteit is soortenrijkdom. Het enige tot nu toe bekende natuurlijke proces dat soorten produceert, is evolutie. Na iedere periode van massaal uitsterven van soorten herstelde evolutie weer de biodiversiteit. Dat kostte wel steeds tientallen miljoenen jaren. En laten we vooral niet vergeten dat de mens zélf het resultaat is van evolutionaire processen die voortdurend nieuwe soorten geproduceerd hebben. Er was géén rechtstreekse evolutionaire lijn van zoogdieren naar primaten naar de mens. Evolutie heeft vele wegen – en vele doodlopende wegen – bewandeld. Als toevallige vondst kwam *homo sapiens* tevoorschijn temidden van vele andere mensachtige soorten die nu uitgestorven zijn. Zonder die soortenrijkdom, die biodiversiteit in apen, mensapen, en mensachtige soorten, zouden wij er niet geweest zijn. Wij hebben ons bestaan te danken aan biodiversiteit.

Maar er is nog een belangrijk aspect van biodiversiteit, misschien nog fundamentele, en dat is genetische diversiteit binnen een soort. Geen enkel individu is genetisch hetzelfde. Er bestaat grote genetische variatie in de natuur. In Darwins 'The Origin of Species' komen drie hoofdstukken voor met 'variation' in de titel: 'Variation under domestication', 'Variation under nature', 'Laws of variation'.

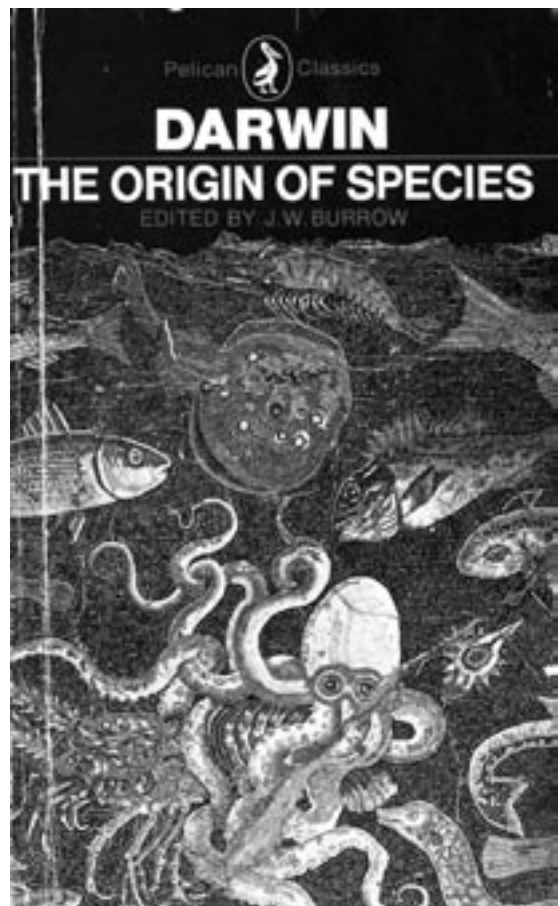
Bovendien publiceerde Darwin in 1868 het boek 'The Variation of Animals and Plants under Domestication'. Alsof hij zijn lezers het nog eens extra wilde inpeperen hoe belangrijk variatie is.

Het belang van variatie

Waarom is variatie belangrijk? Zonder variatie kan selectie niet bestaan. Natuurlijke selectie maakt gebruik van de bestaande variatie. Als die variatie er niet is, kan er niets geselecteerd worden. Gebrek aan variatie in de natuur zou de doodsteek voor de evolutietheorie zijn. Variatie, erfelijkheid en natuurlijke selectie zijn de drie hoofdbestanddelen van de Darwinistische evolutietheorie. Geen wonder dat Darwin zoveel moeite deed

variatie aan te tonen. Zonder die eindeloze hoeveelheid variatie zou Darwin de evolutietheorie niet bedacht en niet aannemelijk gemaakt kunnen hebben.

Een wereldberoemd voorbeeld is soortvorming bij Darwinvinken. Zonder erfelijke variatie in snavelvorm zou selectie de snavelvorm in een populatie niet kunnen aanpassen en zouden er geen nieuwe soorten binnen de Darwinvinken ontstaan zijn. Stel, het hoofd van het klooster waar Mendel werkte had gezegd: "Gregor, je zit allemaal onkruid te kweken! Stop daarmee! Doe al die nutteloze varianten weg, verschillende bloemkleur, zaadvorm, zaadkleur, lengte van de stengel: wat een onzin! Vervang al dat onkruid door aardappels. We moeten tenslotte iets te eten hebben." Gelukkig is dat niet gebeurd. Want zonder variatie in bloemkleur, etc., van *pisum sativum* zou Mendel niet één kruisingsproef



kunnen doen en nooit de Wetten van Mendel ontdekt hebben. Niemand zou de Mendelse erfelijkheids-wetten ooit ontdekt hebben zonder genetische variatie. Iedereen kent tegenwoordig de Mendelse begrippen heterozygoot (Aa) en homozygoot (AA). Maar heeft u er wel eens bij stilgestaan dat er zonder mutatie alleen maar homozygoten (AA) zouden bestaan? De Deense geneticus Johannsen noemde een populatie van homozygoten een zuivere lijn. Je kunt eindeloos doorkweken met een zuivere lijn van bijvoorbeeld witte bloemen, en je zult uitsluitend witte bloemen krijgen in de nakomelingen. Het is nu ook te zien dat de formule van Hardy-Weinberg ($p^2AA + 2pqAa + q^2aa$) betekenisloos wordt als er geen heterozygoten zijn. De Hardy-Weinberg formule is de basis van de populatiegenetica. Aangezien het neo-Darwinisme op Mendelse en populatiegenetica is gebaseerd, stort het hele neo-Darwinisme in als er geen heterozygoten zijn.

Omdat de moderne evolutiebiologie op het neo-Darwinisme is gebaseerd, valt de hele evolutietheorie in duigen als er geen genetische diversiteit zou zijn. De geneticus Steve Jones drukt het zo uit: "Zonder genetische diversiteit zou er geen genetica bestaan, geen evolutie, en waarschijnlijk überhaupt geen biologie." De ecoloog Anthony Barnosky brengt het zo onder woorden: "Zonder mutatie raak je door je voorraad genetische variatie heen, en komt evolutie tot stilstand."

Een menselijk voorbeeld: als er in de verre voorouders van de mens geen variatie had bestaan in hersengrootte, dan hadden we onze huidige hersenen nooit gehad. En dan had u deze tekst niet zitten lezen.

Het belang van biodiversiteit voor de evolutietheorie is nog groter dan uit bovenstaande blijkt. De twee soorten variatie zijn gekoppeld. Het ontstaan van nieuwe soorten is afhankelijk van variatie binnen een soort. Hoe kunnen anders twee soorten ontstaan uit één enkele voorouder soort, als daarbinnen geen variatie bestaat en alle individuen identiek zouden zijn?

Haring weet dat variatie essentieel is voor Darwins theorie. In zijn hoorcollege 'Evolutietheorie' noemt hij variatie, overerving en pressie de kern van de evolutietheorie. Hij gebruikt het voorbeeld van variatie in de

kleur van de vacht van de bruine beer om uit te leggen hoe de ijsbeer ontstond. Door natuurlijke selectie van steeds lichtere kleurvarianten evolueerde een bruine beer tot een witte ijsbeer. Die kleine variaties waren dus essentieel voor de evolutie van de ijsbeer. Daarom vind ik het zeer vreemd dat hij zich dat in zijn boek *Het aquarium* niet realiseert. Hij twijfelt of het erg is als 95% van de biodiversiteit verdwijnt. Hij realiseert zich kennelijk niet dat biodiversiteit ook op diversiteit van individuen van één soort van toepassing is. Twijfelen aan het nut van biodiversiteit is twijfelen aan één van de drie hoofdbestanddelen van de evolutietheorie.

Conclusie

Haring probeert iets te zeggen over de waarde van biodiversiteit zonder te beseffen dat biodiversiteit een cruciaal onderdeel van de evolutietheorie is en dat biodiversiteit het product van evolutieprocessen is. Bovendien is de mens zelf een product van biodiversiteits-genererende processen. Biodiversiteit is een biologisch verschijnsel, géén filosofisch probleem. Je kunt niets zeggen over de waarde van biodiversiteit zonder kennis van biodiversiteit te hebben. Ik had verwacht dat een evolutionair perspectief op biodiversiteit automatisch aanwezig zou zijn bij iemand die de essentie van de evolutietheorie zo goed begrijpt als Bas Haring. Dat bleek niet het geval te zijn. •



Vorig Breinwerk

DOOR TECH-INVERT

Het vorige breinwerk was een beetje ongebruikelijk. In plaats van een puzzel was er slechts een raadselachtige verwijzing te vinden naar een goed verborgen aanwijzing elders in het blad. Wie deze aanwijzing vond en goed gebruikte, wachtte een audiovisueel spektakel van de bovenste plank.

Daarnaast vroegen we diegenen die onze creatie aanschouwd hadden, een sollicitatiebrief met cv naar

ons op te sturen. Van de vele creatieve inzenders kan er echter slechts een de winnaar zijn, en dat is Yann Casemier. Zijn vele bedrog-gerelateerde vaardigheden zullen ons nog goed van pas komen.

Als teken van waardering, en om ons nieuwe samenwerkingsverband te vieren, doen we hem de boeken 'Hans van Meegeren: Meestervervalser' en 'De arrestatie van een meestervervalser' toekomen. •

Nieuw Breinwerk

DOOR PJOTR SVETACHOV

Met pijn in je benen – de pijn die je krijgt na het beklimmen van vier ... nee vijf hoge gebouwen – loop je de laatste paar passen naar de deur.

“Wat een opluchting. Eindelijk ben ik er!” denk je. De deur zwaait open en even word je verblind door de felle zon. Langzaam begin je de flatgebouwen van São Paulo te onderscheiden. Van de duizenden flatgebouwen om je heen herken je de paar die je beklommen hebt. De andere gebouwen, daar kom je niet meer op. Dat hoeft ook niet meer, want je hebt nu genoeg informatie. Je missie is geslaagd. Je weet nu hoe hoog alle gebouwen in São Paulo zijn.

Maar weet je het echt? Hiernaast staat een grid met flatgebouwen. Flatgebouwen met hoogtes 1 t/m 5 komen in elke rij en elke kolom allemaal precies één keer voor. De nummers geven aan hoeveel gebouwen je in de verticale en horizontale richtingen ziet. Een gebouw is zichtbaar als er niet een hoger gebouw voor staat. Een

gebouw is niet zichtbaar als het lager is dan het flatgebouw waar je op staat. Vul de hoogtes van alle flatgebouwen in, stuur je antwoord voor 22 november naar perio@fmf.nl en maak kans op het boek 'Teleportatie en andere mysteries in de kwantummechanica'! •

		5		
5				6
		6		
	0			



Kokkerellen

DOOR ELLEN SCHALLIG

Hoewel de Italiaanse keuken beroemd is om zijn pasta's en risotto's, kent zij ook een heel populair nagerecht: tiramisu. Tiramisu is een dessert waar je een kick van krijgt, want traditioneel wordt het gemaakt met espresso.

Maar 'traditioneel' betekent hier niet zoveel: de meest gangbare opvatting is dat het recept ergens in de jaren zestig of zeventig is ontstaan en dus krap vijftig jaar oud is. Tiramisu werd oorspronkelijk 's middags gegeten, om door de grote hoeveelheid cafeïne en koolhydraten de rest van de dag aan te kunnen. Later is het naar het einde van de avondmaaltijd verhuisd en heeft het ook een grotere alcoholcomponent gekregen.

In veel recepten worden eieren gebruikt; om de tiramisu simpel en voor iedereen eetbaar te houden, zijn in dit recept de eieren vervangen door slagroom. Je kunt ook kookroom gebruiken. Wil je meer maken, dan schaal je de hoeveelheden op de ingrediëntenlijst gewoon mee. Ik heb zelf geen drank gebruikt, maar er staat wel tussen haakjes aangegeven wanneer dat toegevoegd kan worden.



Benodigheden

- 150 ml afgekoelde espresso of sterke koffie
- 250 gram mascarpone
- 150 ml slagroom
- 1 tl vanille-extract
- 4 el poedersuiker
- 20–24 lange vingers
- cacaopoeder om te bestrooien
- (3 el marsala/tia maria/cognac)
- 4 coupes / brede glazen of een kleine schaal



Moeilijkheid: 

Aantal personen: 

Bereidingstijd: 20 min + 30 min opstijven

Alle ingrediënten zijn bij een standaardsuper te vinden. Sommige winkels (zoals de AH) doen niet aan 150 ml slagroom per bekertje, maar aan 125 ml. Het is geen probleem om iets minder te gebruiken, dus die bekertjes kun je ook halen. Vanille-extract vind je in kleine flesjes bij de bakbenodigheden en taartversiersels.

Klop 3 eetlepels poedersuiker door de slagroom en daarna de mascarpone en het vanille-extract. (Voeg ook 1 eetlepel drank toe.) Klop tot alles goed gemengd is. Let op dat je dit mengsel niet te hard doorklopt: er zit slagroom in en dat kun je tot boter slaan. Als je kleine bolletjes in je mengsel ziet ontstaan, gelijk stoppen met kloppen! Dit kloppen kun je doen met een mixer, maar je hebt meer controle als je met een garde of vork mengt.

Roer de laatste eetlepel suiker (en de rest van de drank) door de koffie. Doop nu een voor een de lange vingers in het koffiemengsel, zodat alle kanten doordrenkt worden. Doe dit echt stuk voor stuk, want de vingers vallen snel uit elkaar. Bekleed de bodem van de glazen (door de vingers in stukjes te breken) of de schaal.

Schep dan een laag van het mascarpone-mengsel over de lange vingers. Herhaal lagen vingers en mascarpone tot de ingrediënten op zijn, eindigend met een laag mascarpone.

Sprenkel de resterende koffie over de coupes of de schaal en bestuif dan met cacaopoeder. Zet tenminste een halfuur in de koelkast om op te stijven. De tiramisu is afgedekt in de koelkast enkele dagen houdbaar. •



/multidisciplinaire systeemontwikkeling

/samenwerken in projectteams

/vaste werkplek in Gouda

/carrière tot technisch specialist,
consultant of projectmanager



>techniek
>passie

www.technolution.eu

Technolution is een projectbureau, specialist in het gecombineerd ontwikkelen van elektronica, programmeerbare logica en software voor embedded en technische informatiesystemen. In opdracht van onze klanten werken wij op ons kantoor in teams aan multidisciplinaire, technisch complexe en innovatieve (deel)systemen.

>the right development