



perio*diek

op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2009 nummer 1

In dit nummer

12 | Overwinteren in Canada

Studeren kun je ook buiten Nederland doen. Als je een beetje Engels spreekt en niet bang bent om uit te glijden, is Canada een prima optie!



16 | The discoverer of the Force

An exclusive interview with theoretical physicist and Nobel laureate Frank Wilczek.



24 | Parachutespringen

Je bevindt je een paar kilometer boven de grond en valt vrij snel. Het miniparachootje waaraan je moet trekken om de grote te openen is mysterieus verdwenen. Wat doe je?

28 | Charlie Chaplin

Wie kent hem niet? Sir Charles Spencer Chaplin is misschien wel de bekendste filmmaker van de vorige eeuw, en zijn films worden nog steeds beschouwd als meesterwerken.

32 | Antikythera-mechanisme

Aan het begin van de vorige eeuw werd in Griekenland een eigenaardige schat gevonden. Het bleek een mechanisme te zijn dat met grote precisie de baan van de hemellichamen beschreef. Kan dit de eerste computer ter wereld zijn?





Redactioneel

En ja hoor, het is weer zover: lekker een weekend stressen voor de perio. Dit weekend begint in de NSFW; het pasje van het interringebouw doet het namelijk niet meer, waardoor we de BONK niet in komen. Gelukkig kunnen we een pasje lenen, waardoor dit perioweekend niet in het water valt en we ons weer tegoed kunnen doen aan alle versnaperingen daar.

Dankzij Erik hebben we inmiddels de betekenis van de uitdrukking 'om half acht in Utrecht zijn' geleerd... Na een paar fikse lachbuien gaan we dan toch flink aan het werk. Over een halve week vertrekt het grootste deel van de commissie namelijk naar Oslo en daardoor is de tijdsdruk

weer enorm. Verder genieten we dit weekend ook nog even extra hard van Ellen. Na anderhalf jaar trouwe dienst houdt zij haar periobestaan voor gezien en moeten wij straks een groot gedeelte van haar hulp, inzet en enthousiasme missen.

Het enthousiasme in de artikelen in deze perio is gelukkig weer ruimschoots aanwezig! Hans Jordens vertelt ons iets over zijn grote passie parachutespringen, Thomas ten Cate brengt ons op de hoogte van zijn neusharen en Roel Andringa brengt ons iets bij over ijktheorieën. Kortom, het is weer een dolle bende! Geniet ervan!

Kim en Marije

Verder

- 4 In het nieuws
- 6 Van het bestuur
- 7 De kunst van het publiceren
- 10 Collis
- 21 Marijes bakkerij
- 22 Océ
- 38 To gauge or not to gauge
- 42 DySI
- 44 Slapen is voor mietjes
- 46 Breinwerk

Colofon

Hoofdredacteur
Kim van Oost

Redactie
Ellen Schallig, Femke van Seijen,
Marije Bakker, Corine Meinema,
Erik Weitenberg, Willem Hendriks

Scribenten
Roel Andringa, Pjotr Svetachov,
Keimpe Nevenzeel, Hans Jordens,
Thomas ten Cate, Mark Ijbema,
Rien van de Weygaert, Niels Bos,
Jan-Willem Pel

Met dank aan
Anne Ellermann, Marten Veldthuis,
Monique van Beek, Frank Wilczek,
Anneroos Everts, Pim Puylaert

Adverteerders
Getronics Consulting (pag. 37)

Adverteren?
Neem contact op met bestuur@fmf.nl

Oplage 1200 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. De deadline voor de volgende Periodiek is 28 maart.

In het nieuws

Persoonlijke pillen

Het zal nog wel even duren maar het idee is er: door naar jouw DNA te kijken, zou een arts kunnen zien voor welke ziektes jij gevoelig bent en welke medicijnen daar het best bij werken. Er moet nog wel veel onderzoek naar ziektes gedaan worden, bijvoorbeeld of iedereen met een bepaalde ziekte dezelfde mutaties heeft of dat dit heel persoonlijk is, maar men voorspelt dat dit idee in 2014 gebruikt kan worden!

[kennislink.nl](#)

Kunstmatige lever in aantocht

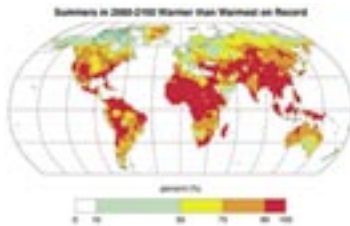
Onderzoekers zijn bezig met het testen van een nieuwe kunstmatige lever, genaamd ELAD (Extracorporeal Liver Assist Device), die echte menselijke cellen bevat. Hoewel kleine schade aan een lever soms door het lichaam zelf hersteld wordt, is bij ernstige schade een transplantatie de enige optie. Sterker nog, artsen moeten er snel bij zijn, want een lever die al te ver beschadigd is zal een kettingreactie veroorzaken, waarbij ook de nieren het begeven, interne bloedingen ontstaan en de patiënt in een coma raakt. ELAD vervangt de lever niet helemaal, maar zorgt ervoor dat artsen meer tijd hebben (ongeveer drie tot tien dagen) om een nieuwe lever te vinden. Bij een test wist ELAD ongeveer 85% van de patiënten een langere tijd in leven te houden, terwijl bij normale behandeling dit percentage maar 50% is. Dit is in ieder geval een goede start van de zoektocht naar een permanente kunstmatige lever.

[news.yahoo.com](#)

Warme zomer, hongerwinter

De rijke landen hebben nog nergens last van, maar in de armere landen weten ze maar al te goed wat een voedseltekort is. Volgens recente studies zullen wij er binnenkort ook aan moeten geloven. Wat wij nu hete zomers noemen, zoals de zomer van 2003 (toen in Frankrijk alleen al 30.000, vooral oudere, mensen het loodje legden), zullen in de nabije toekomst normaal worden door de opwarming van de aarde. Gewassen kunnen hier al net zo slecht tegen als de mens en dus zullen de oogsten veel slechter worden. We stevenen misschien wel af op een wereldwijde voedselcrisis.

[sciam.com](#)



Gentherapie-onderzoek naar HIV-resistentie

Sommigen onder ons zijn immuun voor HIV, omdat ze een bepaald gen hebben dat HIV onschadelijk maakt. Deze maand hebben onderzoekers geprobeerd om met gentherapie deze immuniteit over te brengen naar HIV-patiënten. In theorie zouden de patiënten immune T-cellen moeten bezitten die zich reproduceren en zo het virus onschadelijk maken.

[blog.wired.com](#)

Aarde-II

De aarde mag dan met zijn gemiddelde oppervlaktetemperatuur van zo'n 19 °C bijna te warm zijn om op grote schaal gewassen te kunnen verbouwen, dit valt in het niet bij de onlangs gevonden exoplaneet CoRoT-Exo-7b. Deze planeet, met een diameter die maar twee keer zo groot is als die van de aarde, heeft een oppervlaktetemperatuur van zo'n 1000 °C, staat op een luttele 2,5 miljoen kilometer van zijn ster en is gevonden door de lichtintensiteitsafname te meten wanneer de planeet voor de zon langs beweegt. De ontdekking van CoRoT-Exo-7b is zo bijzonder omdat het de kleinste gevonden exoplaneet is, een rotsplaneet is en men niet zeker wist of de CoRoT-ruimtetelescoop wel in staat was om zulke kleine verschillen in lichtintensiteit te meten.

[sciencenow.sciencemag.org](#)

Concentratie beïnvloed door kleur

Onderzoekers aan de universiteit van Vancouver hebben studenten tests laten maken op zowel een rode als een blauwe computerachtergrond. Hieruit is gebleken dat mensen zich beter kunnen concentreren op bijvoorbeeld het onthouden van woorden, bij een rode achtergrond. Dit is waarschijnlijk te danken aan het feit dat rood vaak wordt geassocieerd met gevaar en de mens dus in staat van alertheid wordt gebracht en zich beter concentreert. Blauw wordt vaak geassocieerd met rust en vrede.

[nu.nl](#)



Draagbaar fietspad

In Groningen hebben we het goed voor elkaar. Bijna alle wegen hebben fietspaden en fietsers hebben (of nemen) vaak voorrang. Helaas is dat niet overal zo, met name in grote steden in het buitenland. Om dat probleem te verhelpen kun je nu een draagbaar fietspad meenemen, dat op de weg wordt geprojecteerd met rode lasers.

dustbowl.wordpress.com

Bazige baarsjes

Net als bij mensen blijken er ook bij vissen populaties leiders en volgers te zijn. Onderzoekers hebben vastgesteld dat er grote verschillen bestaan tussen de leiderscapaciteiten van individuele baarsjes. Uit een onderzoek waarbij de vissen risico moesten nemen om voedsel te verkrijgen, bleken de bazige baarsjes de volgzame baarsjes op sleeptouw te nemen. De volgzame baarsjes durfden samen met een bazig baarsje net iets meer risico te nemen. Net zo kreeg een bazig baarsje door zijn volgers meer zelfvertrouwen. Het resultaat: alle baarsjes krijgen meer voedsel!

noorderlicht.vpro.nl

Rekenfoutje; LHC maakt toch wel zwart gatje

Eerder werd er nog verondersteld dat er totaal geen zwart gat zou kunnen ontstaan bij het aanzetten van de LHC. Onderzoekers in Italië herberekenden de zaak en kwamen tot het inzicht dat er een zwart gat zou kunnen ontstaan voor enkele seconden, misschien een paar minuutjes... Wees niet bang, het zwarte gat zal hoogstwaarschijnlijk niet overleven.

arxiv.org

Mini-me

Het Japanse bedrijf Little Island bouwt (tegen betaling) knuffelrobots die lijken op hun klanten. Ze zien er niet heel realistisch uit, maar je kunt een beetje met ze praten, ze kunnen nieuws voorlezen en je kunt ze als VoIP-telefoon gebruiken. Er zit een gewone computer met Windows erop onder de zachte buitenkant.

therawfeed.com

Oma orka

Na de menopauze zijn vrouwen niet meer vruchtbaar. Tot nu toe werd gedacht dat de mens de enige diersoort is die een menopauze kent. Maar nu blijkt dat ook orka's doorleven na hun vruchtbare periode. Orka's kunnen tot hun veertigste jongen krijgen, maar sommige orka-vrouwtjes worden wel negentig jaar. Onderzoekers hebben gekeken naar het biologische nut hiervan. Helpen de oma's bij de opvoeding van hun

kleinkinderen? De onderzoekers vonden hiervoor geen bewijzen. Wel bleek dat het overlevingspercentage bij jongen die vlak voor het veertigste levensjaar van de moeder worden gebaard, het hoogste is.

noorderlicht.vpro.nl



Bescherming Parkinson?

Farmacologen aan de universiteit van Wisconsin-Madison hebben ontdekt dat het eiwit Nrf-2 een beschermende rol tegen de ziekte van Parkinson speelt. Overproductie van dit eiwit zorgt er namelijk voor dat de zenuwcellen in de hersenen niet beschadigd raken. Deze zenuwcellen zorgen ervoor dat mensen hun bewegingen onder controle kunnen houden, wat bij Parkinson niet het geval is. Farmacologen hebben dit getest bij muizen, door aan de genen te knutselen, zodat er meer van het eiwit Nrf-2 wordt geproduceerd. Bij mensen kun je dit natuurlijk niet doen. Farmacologen verwachten daarom dat het klinisch testen met Nrf-2 nog minstens twee jaar op zich laat wachten.

kennislink.nl

Van de secretaris

DOOR MARIJE BAKKER

Marijes Bakkerij staat deze perio in het teken van eieren. Eieren zijn ook een mooi aanknopingspunt voor dit stuk. Het woord 'ei' roept namelijk drie belangrijke associaties bij mij op, die ik hieronder zal toelichten.

Vroeger lag het rolpatroon vast. De man verdiende de centjes, de vrouw zorgde voor de kinderen. Omdat ik (tot nu toe) nooit de wens heb gehad eitjes te laten bevruchten, ben ik blij dat het een en ander tegenwoordig anders is geregeld.

Vandaag de dag is het niet meer zo dat vrouwen na de middelbare school automatisch trouwen, kinderen krijgen en de rest van hun leven besteden aan het gezinsleven.

Natuurlijk is er niks mis met je leven wijden aan je kinderen en je gezin. Waar wel wat mis mee is, is dat een dergelijk leven aan je wordt opgedrongen, puur en alleen omdat je een vrouw bent.

Ik ben dan ook heel blij dat ik de kans heb om te studeren, kennis te vergaren en mezelf te ontplooien. Ook al staan we er als student niet dagelijks bij stil, studeren is een kans die je moet grijpen en waar je met volle teugen van moet genieten!

Vanwege alle ontwikkelingen die je in je studententijd doormaakt en wellicht ook omdat je je volop in het studentenleven stort, is de studententijd misschien wel de meest egocentrische tijd van je leven. Op zich is dat niet zo erg, maar ik denk dat het geen kwaad kan om ook tijdens je studententijd eens aan iets of iemand anders te denken.

Aan andere dingen denken kan al bij het doen van je boodschappen. Sta bijvoorbeeld eens stil bij het dierenwelzijn (de tweede associatie) als je eieren koopt. Jarenlang werden voornamelijk eieren verkocht die gelegd waren door kippen in veel te kleine hokjes. Gelukkig is hier de afgelopen jaren een kentering in gekomen en worden tegenwoordig voornamelijk scharrel-eieren en vrije-uitloopeieren verkocht.



In een wereld waarin de mens steeds meer kan, wil en doet, vind ik dat we met z'n allen wel wat meer aandacht mogen besteden aan zaken als het dierenwelzijn. Zelf wil ik in de komende zomervakantie mijn steentje hieraan bijdragen door vrijwilligerswerk te gaan doen in een dierenasiel.

Hoewel je je kunt afvragen of vrijwilligerswerk doen echt zo onbaatzuchtig is als het lijkt, staat het buiten kijf dat iets doen voor iemand anders zonder er iets voor terug te willen een goed gevoel geeft.

Wat dat betreft geeft een jaartje deel uitmaken van het FMF-bestuur ook een goed gevoel. Samen met mijn vier bestuursgenoten ben ik bezig om de FMF zo goed mogelijk te runnen. Hoewel ik als secretaris een voorliefde heb voor het typen van notulen en het schrijven van brieven, geeft het toch meer voldoening als ik weer eens iets kan betekenen voor een van onze leden.

Nu we het toch over de FMF hebben, kan het wel gezegd worden dat de FMF tevens de derde associatie is die ik bij eieren heb. Sinds jaar en dag is het begrip 'eien' namelijk ingeburgerd bij de FMF. 'Eien' betekent dat je een e-mail stuurt vanaf het e-mailadres van iemand anders als deze persoon is weggelopen van de computer zonder uit te loggen.

Tja, ondanks, of misschien wel dankzij, dergelijke gekke tradities is de FMF een n -de thuis voor mij (met $n > 1$). In de bestuurskamer komen verborgen moedergevoelens boven als ik het welzijn van onze knuffelbeer Nobbie probeer te vergroten, theezet voor de leden, hen probeer op te monteren als het eens niet zo lekker gaat of als ik na een dagje hard werken de achtergelaten rommel opruim. Het staat als een paal boven water: bij de FMF kan ik mijn ei kwijt! •

De kunst van het publiceren

DOOR ERIK WEITENBERG

Baanbrekend nieuws! De oerknal is niet geweest wat men altijd heeft gedacht. De uitdijning van het heelal is eigenlijk het gevolg van een enorme explosie, die volgde op het op elkaar botsen van twee gigantische zwarte gaten. Het universum bestaat al veel langer en is waarschijnlijk ontstaan door paarproductie.

Uw redactie is uiteraard zeer vereerd deze primeur te mogen brengen, en vertrouwt erop Groningen hiermee stevig op de kaart te hebben gezet als leidende universiteit op het gebied van het leven, het universum en al het andere.

Helaas hebben academici de vervelende gewoonte om het werk van hun collega's niet alleen te lezen, maar nog te controleren op waarheid. Misschien staat er wel complete onzin in. Tot mijn spijt is dat bij mijn interessante ontdekking hierboven het geval. Nu zullen veel mensen met een beetje kennis van sterrenkunde direct inzien dat er onzin staat. Maar het toetsen op waarheid

kan knap lastig worden als er maar een paar mensen op aarde met het onderwerp bekend zijn. Aan de top van de wetenschappelijke ladder is het inderdaad een stuk eenzamer.

Zo eenzaam zelfs, dat het mogelijk is om een tak van bijvoorbeeld de natuurkunde te vinden die nog niet verkend is. Nu kun je als academicus natuurlijk onderzoek gaan doen, resultaten publiceren en een autoriteit worden op zo'n gebied. Niet iedereen heeft daar echter zin in. Sommigen hebben er zelfs zo weinig zin in dat ze stap een en twee overslaan en direct een autoriteit worden op een gebied naar hun keuze.

Voordat ik verder ga moet ik even iets vertellen over hoe onderzoeksresultaten gepubliceerd worden. Als je een belangrijk resultaat hebt, noteer je dat en stuur je het op naar de redactie van een gezaghebbend wetenschappelijk tijdschrift, die je publicatie beoordeelt. Men kan echter niet alles weten van alles, dus wordt een aantal academici gevraagd een oordeel te vellen over jouw schrijfsel. Dat is in het algemeen een goede methode om het kaf van het koren te scheiden. Maar wat als niemand begrijpt waar je het over hebt? Ben je een genie? Men schrijft niet gauw "ik snap hier niks van" als beoordeling, dus een heel enkele keer wordt een artikel dat niemand snapt opgenomen in een tijdschrift.

De gebroeders Bogdanov

Dit brengt ons bij Igor en Grichka Bogdanov, twee Fransmannen die aldaar vrij bekend zijn van hun TV-programma *Temps X*. Beiden hebben een PhD, in respectievelijk theoretische natuurkunde en wiskunde, ontvangen van de Universiteit van Bourgondië en ze hebben in totaal vijf publicaties op hun naam staan.

Hun werk behelst voornamelijk het ontstaan van het universum, namelijk met wat er gebeurde in de eerste



De illustere gebroeders Bogdanov

3. The 17 wallpaper groups and the 5 Dirichlet domains

It may be a rather well known fact, at least for all round educated mathematicians, that there are 17 and only 17 distinct types of wallpaper patterns in terms of their symmetry groups. Many of these patterns were known and used by the Arabs in Spain to decorate their palaces, for example the world famous Alhambra in Spain [9,10]. Less well known however is the fact that there are 5 Dirichlet domains corresponding to these 17 groups and that there are exactly 17 two and three Stein spaces with a total sum of dimensions found by the Author to be exactly equal to [14]:

$$(5)(\tilde{\alpha}_0) + 1 = (5)(137) + 1 = 685 + 1 = 686,$$

where $\tilde{\alpha}_0 = 137$ is the integer value of the inverse of the fine structure constant of electromagnetism. In Fig. 1 we show examples of wallpaper patterns corresponding to the said 17 groups while in Fig. 2 we show the corresponding Dirichlet domain [10].

It is well known that without symmetry groups, in particular SU(3), SU(2) and U(1) Lie groups, we could not formulate a rational standard model for particle physics, but what could be the connection between the wallpaper groups and high energy physics? Part of the answer to this question has already been given implicitly in the identity [11]

$$\sum_1^{17} \text{Stein} = (4\tilde{\alpha}_0) + 1 = 685 + 1$$

To follow this matter deeper still, we have to recall some topological and mathematical facts. First, the Nash Euclidean embedding of a two dimensional manifold, i.e. an area is given for $n = 2$ by [4]

$$\text{DE} = \frac{n}{2}(3n + 11) = ((3)(2) + 11) = 17$$

Next we think about each area as being a Bi-vector with 17 dimensions attached to them. However this two dimensional tiling should be thought of more as a Penrose fractal tiling which we can divide again into smaller areas with again 17 dimensions attached to them and so on. The remarkable thing is that for two such fractal iterations, one finds

$$(2)(2)(17) = (2)(34) = 68 = (\tilde{\alpha}_0/2) - 1/2 = 1/2(\tilde{\alpha}_0 - 1)$$

In fact $(68)(8) = 544$ is short of the four dimensions of classical spacetime to give us the total sum of exceptional Lie symmetry groups hierarchy [11,12]

$$\sum_{i=1}^8 E_i = 548 = (68)(8) + 4 = (5)(\tilde{\alpha}_0).$$

where $\tilde{\alpha}_0 = 137$. This remarkable correspondence between local, global and average symmetry on the one hand and high energy particle physics on the other, is more than remarkable. In fact we could derive the action of Yang–Mills instanton from 17 copies of the 5 Dirichlet domains by noting the transfinite correction $17 \rightarrow 17 - \phi^6$ and find

$$I = (17 - \phi^6)(5)[3/(3 + \phi^3)] = 10 + \frac{\tilde{\alpha}_0}{2} = 78.54182.$$

10^{43} seconden na de oerknal, en zelfs met wat er daarvoor gebeurd is. De moderne natuurkunde kan hier nog weinig over zeggen op dit moment, de heren Bogdanov hebben echter al vijf artikelen geschreven over het begin van ons universum. Het enige jammere aan deze wetenschappelijke vooruitgang is dat een groot aantal wetenschappers meent dat het onzin is.

Uiteraard is een probleem als dit erg interessant voor mensen buiten het vakgebied: is de fundamentele fysica nu zo ver verwijderd van de werkelijkheid dat niemand een serieus artikel meer kan onderscheiden van onzin? En belangrijker, betekent dit dat de kwaliteitscontrole van wetenschappelijke tijdschriften onvoldoende is? Een jurylid beweert dat het werk van de heren Bogdanov “op zijn best incorrect, en waarschijnlijk een brij van interessante woorden zonder enige samenhang of bewijs is.” Anderen beweren juist het tegenovergestelde, en iemand voegt eraan toe dat “de auteurs bekend zijn met het jargon en enigszins vertrouwd met de stand van zaken in het vakgebied, en meer verlang ik niet.”

Overigens verdedigen de heren de waarde van hun werk nog geregeld op plaatsen waar kritiek verschijnt, en ze worden daarin geholpen door enkele andere natuurkundigen (van wie sommigen werken bij een niet-bestaand instituut in China, maar daar hebben we het niet over).

Behangpatronen

Onze volgende kandidaat is hoofdredacteur van het tijdschrift *Chaos, Solitons and Fractals*. Zijn naam is El Naschie (rechts afgebeeld) en hij heeft in december van vorig jaar vijf artikelen gepubliceerd in zijn blad. Dit is indrukwekkend, en je zou vermoeden dat hij daar lang aan gewerkt heeft. Hier had hij helaas niet heel veel tijd voor, aangezien hij in totaal 322 artikelen in dit blad heeft gepubliceerd in de laatste 15 jaar.

Het tijdschrift waarvoor hij schrijft heeft een redelijk hoge impactfactor, vooral dankzij zijn hoofdredacteur. De impactfactor is een maat voor de kwaliteit van de artikelen die erin staan, die vooral wordt bepaald door het aantal maal dat een artikel in een bepaald tijdschrift wordt geciteerd in andere artikelen. De artikelen van

El Naschie worden zeer vaak geciteerd. Heel vaak, met name, door ene heer El Naschie.

Het leek me interessant eens te kijken of ik iets begrijp van het onderzoek dat El Naschie doet. Dat bleek helaas niet het geval te zijn, maar gelukkig ben ik niet de enige met dat probleem: enkele wiskundige fysici, waaronder de Amerikaan John Baez (die een hobby heeft gemaakt van de jacht op nepartikelen), beweren zelfs dat de artikelen voor het grootste deel door de auteur verzonnen zijn.

Op de vorige pagina staat een deel van het artikel *Anomalies free E-infinity from von Neumann's continuous geometry*. Het gaat over behangpatronen (wat een bestaand begrip is in de wiskunde) en deeltjesfysica. Het komt redelijk geloofwaardig over, met name dankzij het gebruik van grote hoeveelheden interessant jargon. Wat wel opvalt, is dat de tekst tussen de formules nogal van de hak op de tak springt, en sommige redeneerstappen bedoeld lijken om afrondfoutjes onder het tapijt te schuiven (de fijne-stofconstante, bijvoorbeeld, is ongeveer gelijk aan 137,036, en er is niet echt een reden om die af te ronden), en hoewel bijvoorbeeld het verbinden van dimensies aan bivectoren interessant klinkt, is de betekenis ervan ver te zoeken.

Toch moet je niet denken dat de bovenstaande heren slechteriken zijn. Mensen die nepartikelen schrijven doen goed werk, en als je teleurgesteld bent in de voortgang van je wetenschappelijke carrière kan ik je aanraden het ook te doen. Het is namelijk een prima manier om te zien of de kwaliteitscontrole van onze wetenschap nog een beetje deugt. En zo niet, dan kun je misschien ook nog wel een mooi diploma krijgen voor je artikel. En veel geld verdienen. •



Referenties

1. John Baez, *The Bogdanoff Affair*. <http://math.ucr.edu/home/baez/bogdanoff>
2. John Baez, *The Case of M. S. El Naschie*. http://golem.ph.utexas.edu/category/2008/11/the_case_of_m_s_el_naschie.html
3. M.S. El Naschie, *Anomalies free E-infinity from von Neumann's continuous geometry*. *Chaos, Solitons and Fractals* 38 (2008) 1318–1322

Collis

DOOR CORINE MEINEMA EN ERIK WEITENBERG

Denk je eens in hoeveel gemakkelijker het is als je nooit meer kaartjes hoeft te kopen en je zo met je OV-chipkaart door de poortjes op het station kan lopen. Of dat er een chip in je paspoort zit, zodat je op het vliegveld alleen even hoeft te scannen. Of dat je kunt betalen met je mobiele telefoon. Naar dit soort toepassingen doet het bedrijf Collis onderzoek. Ook voert het tests uit op bestaande producten voordat ze op grote schaal in gebruik genomen worden.

Collis is het schoolvoorbeeld van een jong bedrijf dat snel volwassen wordt. Tien jaar geleden richtte Dirk Jan van den Heuvel het op als eenmansbedrijf. Vandaag de dag heeft Collis het hoofdkantoor in Leiden en drie kantoren in Singapore, de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk. Collis heeft in totaal zo'n honderdvijftig werknemers, waarvan ongeveer veertig het afgelopen jaar zijn aangetrokken.

Collis is een ICT-kennisbedrijf met specialisaties in Software Testing en identificatiechips; dat zijn de chips die je (binnenkort) tegenkomt in je pinpas, OV-chipkaart en elektronische paspoort. Het heeft drie afdelingen: *Products* (het schrijven en verkopen van programma's die chipsystemen kunnen testen), *Testing* (het uitvoerig testen van de werking van zo'n systeem) en *Consultancy* (andere bedrijven helpen bij het invoeren van een chipsysteem en het opstellen van specificaties).



Rogier Boogaard

Programmeren in Word

Rogier Boogaard werkt bij deze laatste afdeling. Hij is een natuurkundige uit Leiden en deed tot mei 2004 promotieonderzoek bij de Technische Universiteit Delft. Daarna heeft hij een tijdje als softwareontwikkelaar gewerkt, want de IT-sector trok hem ook. Hij was hier vooral bezig met programmeren, maar miste de omgang met mensen. In januari van vorig jaar solliciteerde hij, na een tip van een vriend, bij Collis.

Het werk dat Rogier doet is vrij abstract. Hij schrijft specificaties voor chipsystemen (in dit geval de OV-chipkaart). Zulke specificaties beschrijven de omgang tussen de verschillende onderdelen van het systeem. Het lastige aan dergelijke systemen is dat iedereen de onderdelen mag bouwen – gezonde concurrentie dus – en al die onderdelen moeten vervolgens naadloos met elkaar kunnen samenwerken. Alleen als er een goede specificatie bestaat voor de werking en interactie tussen de onderdelen en iedereen zich hieraan houdt, kan dit goed gaan. Het is dus erg belangrijk dat Rogier geen enkel detail aan het toeval overlaat. Hij noemt zijn werk 'programmeren in Word'. Naast deze grote klus werkt hij soms ook aan kleine projecten, er zijn immers genoeg toepassingen voor identificatiechips.

Vier van de vijf dagen zit Rogier bij de klant, in dit geval in Amersfoort. De vijfde dag is hij bij Collis zelf en zijn er besprekingen of cursussen. De meeste andere werknemers hebben ongeveer dezelfde weekindeling als Rogier. Eens per maand komt heel Collis bijeen, zodat je je andere collega's ook ziet. En een keer in de zes maanden worden de resultaten gepresenteerd. Iedereen weet van elkaar waar ze mee bezig zijn, en kan dus ook suggesties aandragen.



Chipsystemen zijn erg in opmars de laatste tijd. Regeringen hebben veel belangstelling voor elektronische paspoorten en banken zijn de opvolger van de pinpas aan het ontwikkelen: betalen met je mobiel. Het leuke aan het ontwerpen van zulke systemen is dat je snel tastbaar resultaat van je werk ziet: over een jaar is de OV-chipkaart de normaalste zaak van de wereld en over zo'n vijf jaar heeft niemand meer een pinpas nodig.

Werken bij Collis

Als je het kantoor van Collis in Leiden binnenloopt, vallen twee dingen op. Ten eerste, de informele bedrijfs-cultuur: door de grote ramen in de kantoren kun je direct zien of je collega's op kantoor zijn en het is je vrij binnen te stappen getuige het bordje met "Come on in! Don't knock!" Dat dit in het Engels is, is heel logisch: Collis heeft een internationaal karakter en er lopen wel vijftientig verschillende nationaliteiten rond op het hoofdkantoor.

Ten tweede, de drie oorkondes die te kennen geven dat Collis de afgelopen drie jaar de *Great Place to Work Award* (ondanks de Engelse naam een onderscheiding voor Nederlandse bedrijven) heeft gekregen.

Collis zoekt enthousiaste werknemers die met hun eigen visie komen. Analytische vaardigheden zijn belangrijk en het is wel prettig als je niet bang bent voor computers en elektronica, dus bèta's zijn meer dan welkom.

Het eerste jaar leer je het bedrijf goed kennen en kijk je welke richting je op wilt in het bedrijf. Bij je eerste opdrachten is er altijd iemand bij je om op terug te vallen. Heb je een richting gekozen, dan kun je eventueel nog wisselen, maar dit gebeurt niet vaak. Sommige afdelingen zijn echter zeer gespecialiseerd, en een overstap zou betekenen dat je je weer opnieuw moet inwerken.

Er zijn geregeld stageplaatsen beschikbaar voor afstudeerders, en in overleg is veel mogelijk. Als je belangstelling hebt, loont het om een kijkje te nemen op www.collis.nl, waar ook al een paar ideeën staan voor afstudeeropdrachten. Uiteraard kun je ook een mailtje sturen naar jobs@collis.nl (want ondanks de economische crisis zoekt Collis nog steeds talent), en op vrijdag 14 mei is er een open dag in Leiden, maar ook voor die tijd ben je al welkom! •



Overwinteren in Canada

DOOR THOMAS TEN CATE

Zodra ik de deur uit stap, moet ik hoesten van de koude lucht die mijn longen instroomt. Iets in mijn neus voelt vreemd aan; bevriezende neusharen, heb ik me laten vertellen. Over een hobbelige ijslaag glibber ik naar de universiteit. Gelukkig is het niet ver. Weer binnengekomen maken mijn bevroren schoenzolen een vreemd geluid op de tegels in de gang. De ijsklontjes in mijn wimpers beginnen te ontdooien. En toch had ik er gisteren nog spijt van dat ik geen korte broek heb meegebracht. Welkom in Calgary.

De keuze om mijn afstudeerwerk in Calgary te gaan doen was vrij willekeurig. Ik vond dat ik lang genoeg achter elkaar in Groningen had gebivakkeerd, dus ik wilde graag naar het buitenland. De begeleider van mijn onderzoeksstage had contacten in Calgary, en zo ben ik voor een halfjaar hier terechtgekomen. Bij het Interactions Lab van de University of Calgary ben ik bezig mijn masteronderzoek in de informatica te volbrengen.



Downtown Calgary, gezien vanaf Nose Hill

Big-ass cars

Voordat ik in Canada aankwam, vroeg ik me af hoe het land zich zou verhouden tot de Verenigde Staten enerzijds, en West-Europa anderzijds. Zou het meer

overeenstemmen met het beeld dat ik had van de VS, of meer lijken op het vertrouwde Nederland? Helaas is Calgary, en eigenlijk de hele provincie Alberta, precies de verkeerde plaats om op deze vraag een antwoord te geven. Alberta staat namelijk bekend als de redneck-provincie van Canada. Inderdaad is ongeveer de helft van de auto's op de weg groot genoeg om een stel koeien in te vervoeren; maar de andere helft van het verkeer bestaat uit doodgewone Franse, Duitse of Japanse personenauto's. Het zijn de bestuurders van dit soort auto's die me meer dan eens op het hart hebben gedrukt dat Calgary beslist niet representatief is voor het hele land.

Het grootste probleem van Calgary is dat het niet is ingeperkt door natuurlijke grenzen, zoals bergen of de zee. Het gevolg is dat de stad, afgezien van het centrum, vrijwel volledig uit laagbouw bestaat. Met een miljoen inwoners kun je je voorstellen dat de stad dan een flink oppervlak inneemt. Van noordwest naar zuidoost ben je gauw twee uur aan het fietsen. Een voordeel is wel dat er veel ruimte is vrijgehouden voor groen. Nose Hill Park, een natuurgebiedje in het noordwesten van de stad, is groot genoeg om Groningen van Helpman tot Zernike in te plaatsen.

Als echte Nederlander heb ik meteen na aankomst een fiets gekocht. Calgary roept weliswaar trots dat het van alle Canadese steden de grootste lengte aan fietspaden heeft, maar als je bedenkt hoe groot de stad is, zie je dat dat niet veel voorstelt. Afgezien van de fraaie paden langs de Bow River rijd je als fietser gewoon tussen de auto's. Ook op wegen vergelijkbaar met de ring van Groningen is fietsen gewoon toegestaan. Gelukkig haalt niemand dat in zijn hoofd.

De LRT in Calgary (Light Rail Transit, een soort bovengrondse metro) is het meest uitgebreide LRT-netwerk van Canada. Helaas is het ook het enige LRT-netwerk van Canada, en deze *C-train* bestaat uit slechts twee lijnen. De bussen rijden als je geluk hebt eens per half uur, normaal eens per uur, en als je pech hebt helemaal niet. Een bus die op tijd rijdt, is eerder uitzondering dan regel. Op de bushaltes is geen enkele informatie te vinden over routes of tijden, en de website van Calgary Transit is bijna, maar net niet helemaal, volledig onbruikbaar. Tel dit op bij de fietsonvriendelijkheid van de stad, en je begrijpt waarom de meeste mensen zich liever per auto verplaatsen.

Canada

De ruimte die je in Calgary hebt, is trouwens wel rechtstreeks te extrapoleren naar de rest van Canada, na Rusland het grootste land ter wereld. De dichtstbijzijnde noemenswaardige plaats is Edmonton, twee uur door de prairies naar het noorden. Met de auto natuurlijk, hoewel er plannen gemaakt worden voor een spoorlijn tussen Calgary en Edmonton.

Maar als je dan toch twee uur gaat rijden, dan kun je beter naar het westen gaan: naar de Rocky Mountains. De weg door de bergen loopt door verschillende nationale parken, en zelfs vanaf de weg is het uitzicht al schitterend, laat staan als je ergens parkeert om een stuk te gaan wandelen. In de Rockies vind je bovendien meerdere skigebieden. Het is de nabijheid van de Rockies die Calgary ondanks zijn relatieve oninteressantheid toch de moeite waard maakt.

Koud zeker?

Ja, en nee. Calgary ligt, vanuit de Stille Oceaan gezien, achter de Rocky Mountains. De zeewind die na de bergen weer afdaalt warmt op, soms wel tot 20 °C midden in de winter. Die warme wind, *chinook* genaamd, ontmoet de ijzige wind uit het noorden net in de buurt van Calgary. De scherpe lijn tussen deze twee invloeden is in beweging, en dat zorgt voor een snel wisselende temperatuur in de stad. De ene dag kan het 40 graden vriezen, terwijl het de volgende dag aanvoelt als lente. (Bij temperaturen boven nul begin je mensen in korte broek te zien.)

De bergen hebben nog een voordeel: de lucht verliest zijn vocht onderweg omhoog, dus in Calgary is het bijna altijd zonnig. Er valt dan ook relatief weinig sneeuw, maar dat is nog steeds meer dan in Nederland. De hoofdwegen worden geveegd en gestrooid met zand of grind; zouten heeft bij zulke lage temperaturen geen zin. De vele secundaire wegen worden met rust gelaten, en met de telkens ontdooiende en weer bevroerende sneeuw veranderen die al snel in hobbelige ijsbanen. De stoepen moeten in principe worden schoongehouden door de aanwonenden, maar niet iedereen neemt zijn verantwoordelijkheid, waardoor het ook op de stoep vaak een uitdaging is om overeind te blijven.

De UofC

De campus van de University of Calgary vormt een prettig contrast met de rest van de stad. Alles is op loopafstand van elkaar, en via luchtbruggen en tunnels kun

De Icefields Parkway, die van noord naar zuid door de Rocky Mountains loopt



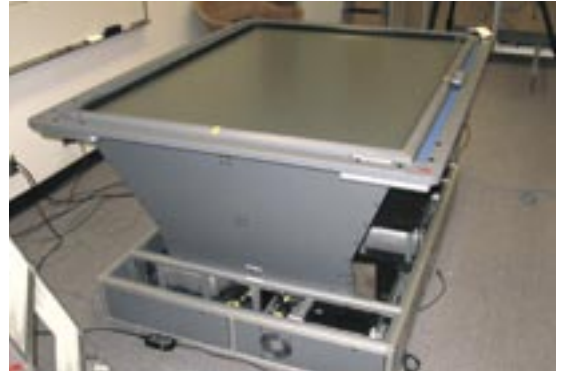
je overal komen zonder je trui, vest, winterjas, muts, sjaal en handschoenen weer aan te hoeven trekken. Tussen de gebouwen in vind je grasveldjes, bomen en vele konijnen, die 's zomers bruin en 's winters sneeuw wit zijn en soms achterna worden gezeten door undergrads. Bij het aanleggen van de paden heeft de architect gebruik gemaakt van groepsintelligentie: hij heeft gewacht met het aanleggen van de paden totdat de moddersporen tussen de gebouwen aangaven waar men het liefst lang liep.

De *food court* centraal op de campus in McEwan Hall, meestal kortweg McHall genoemd, is van een heel andere orde dan de kantine in de Bakkerbunker. Rondom een grote hal met tafels en stoelen bevinden zich tientallen stalletjes met eet- en drinkwaren, van sushi tot wokmaaltijden tot pizza tot het meest typische gerecht van Alberta – hamburgers. Goed voor de gemakzucht, niet allemaal goed voor de gezondheid en allemaal niet goed voor de portemonnee. Het is dan ook, net als in Nederland, niet ongebruikelijk om je eigen lunchpakket mee te nemen.



Tafels

Voor mijn afstuderen werk ik, zoals gezegd, bij het Interactions Lab. Dit onderzoekslab richt zich op de interactie tussen mens en computersysteem. Hoewel de meeste onderzoekers in het lab een achtergrond in de informatica hebben, komen hierbij ook veel andere disciplines kijken. Er zijn raakvlakken met bijvoorbeeld psychologie, cognitiewetenschappen, linguïstiek en beeldende kunst. Aan bod komen onder andere mens-robotinteractie, groepswork met behulp van interactieve systemen, visualisatie van allerlei verschillende soorten gegevens, en innovatieve vormen van interactie.

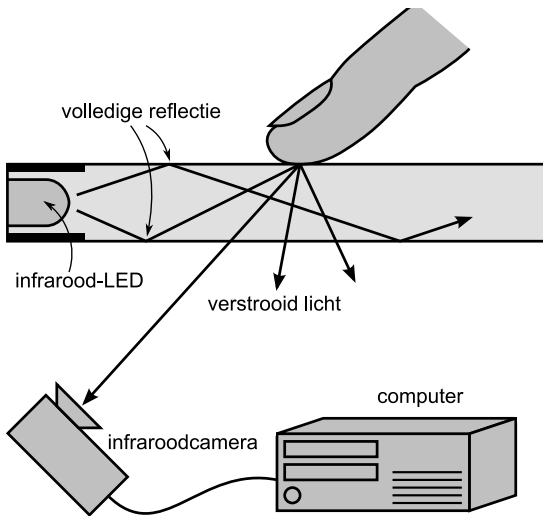


Een tafelbladcomputer

Mijn eigen onderzoek gaat over dat laatste. Ik werk met een zogenaamde tafelbladcomputer: een computer(scherm) ingebouwd in een tafel, zoals degene in de nieuwe Bond-film. Een beamer projecteert een beeld van onder het tafeloppervlak. Omdat een toetsenbord en muis hier doorgaans niet de handigste besturing vormen, zijn dit soort schermen aanrakingsgevoelig. Tafelbladcomputers vinden hun belangrijkste toepassing in het ondersteunen van samenwerking tussen mensen op dezelfde fysieke locatie. Ze zijn daarvoor beter geschikt dan normale desktopcomputers, waar één persoon de controle heeft en hooguit een handjevol mensen tegelijk op het scherm kunnen kijken. Maar groepswork is niet de enige denkbare toepassing, en ook zijn de interactiemogelijkheden die een tafelbladcomputer biedt nog lang niet allemaal verkend. Het onderzoeksgebied is dus nog volop in ontwikkeling.

Er bestaan verschillende technieken om een aanraak-scherm te bouwen. De tafel waar ik mee werk, gebruikt 'frustrated total internal reflection'. Hierbij wordt infraroodlicht gescheten binnenin een speciale laag in het tafeloppervlak. Normaal wordt dit licht volledig binnen in de laag gereflecteerd. Maar als er druk op de laag wordt uitgeoefend, wordt de volledige reflectie verstoord en verlaat het licht de laag op de plaats van de aanraking.

Dit licht wordt opgevangen door een infraroodcamera onder het tafeloppervlak. De computer vertaalt vervolgens desgewenst deze beelden naar de coördinaten van de individuele contactpunten.



De werking van een FTIR-scherm. Niet weergegeven is de beamer die het beeld op het scherm projecteert

Spelen in de zandbak

Omdat een tafelopervlak plat is, zijn de meeste toepassingen tweedimensionaal van aard. Mijn onderzoek behelst als een van de weinige interactie met een driedimensionale wereld. Om precies te zijn ontwikkel ik een virtuele zandbak op een tafelbladcomputer, waarin je met allerlei figuurtjes een verhaal kunt uitbeelden. Deze toepassing is geïnspireerd door een bepaalde vorm van therapie, waarbij het improviseren van een verhaal in een fysieke zandbak de patiënt kan helpen om bijvoorbeeld een traumatische ervaring te verwerken.

Figuurtjes zijn er in alle soorten en maten: mensen, dieren, vliegtuigen, dinosauriërs, kanonnen, sprookjesfiguren en ga zo maar door. Een *physics engine* (NVIDIA PhysX, ook gebruikt in veel computerspellen) zorgt ervoor dat de figuurtjes op natuurlijke wijze reageren op elkaar, op de wanden, op zwaartekracht, etcetera. Dit maakt het geheel, ook nog nadat ik er enkele maanden hard aan gewerkt heb, ontzettend leuk en interessant om mee te spelen. De kegels en de bowlingbal die ik gisteren aan het repertoire heb toegevoegd, hebben alweer voor een hoop tijdverspilling gezorgd, evenals de dominostenen.

Maar het is natuurlijk niet alleen speelgoed. Enerzijds is het doel van het onderzoek om een nieuwe mogelijke toepassing van tafelbladcomputers te verkennen. Een ander doel is om te onderzoeken hoe je met tweedimensionale invoer (aanrakingen op een scherm) toch op een natuurlijke wijze een driedimensionale wereld kunt manipuleren. Verder bekijk ik hoe je met behulp van virtuele gereedschappen de virtuele objecten in de zandbak kunt bewerken. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een kwast om de figuurtjes mee te schilderen, een gereedschap om ze groter of kleiner te maken, of om ze te laten zweven (iets wat in een fysieke zandbak lastiger is).

Het concept van gereedschappen wordt natuurlijk al lang toegepast in bijvoorbeeld Photoshop, maar daar wordt telkens geschakeld naar een nieuwe modus voor een nieuw gereedschap. Dit soort 'mode switching' werkt natuurlijk niet als je met meerdere mensen tegelijk op een tabletop aan het werk bent; stel je voor dat jouw aanrakingen opeens iets anders gaan doen doordat je overbuurman een ander gereedschap heeft geselecteerd. Dit probleem is mogelijk op te lossen met virtuele gereedschappen die je moet 'oppakken' voordat je ze kunt gebruiken. Op het moment van schrijven ben ik hiermee nog aan het experimenteren, dus het laatste woord hierover is nog niet gezegd.

En verder...

Er is nog veel meer dat ik zou kunnen vertellen. Wat de beste plaats is om onbeperkt sushi te eten. Hoe je goedkoop onderdak in Vancouver regelt. Waarom football saai is en ijshockey gaaf. De ervaringen van een halfjaar in het buitenland, ongeacht welk buitenland, zijn veel te talrijk om in een paar pagina's te beschrijven. Dat is gewoon iets wat je zelf moet gaan beleven! •



The discoverer of the Force

DOOR KEIMPE NEVENZEEL EN KIM VAN OOST

There are four fundamental forces in nature: gravity, the electromagnetic force, the weak force and – the strongest and most mysterious of all – the strong force. The *Periodiek* had an exclusive interview with the first human who tamed the strong force: Nobel laureate Frank Wilczek.

For which discovery did you win the Nobel Prize?

There are four fundamental forces in our current understanding of physics. Gravity and the electromagnetic force have been known for a long time. In the twentieth century two new forces were discovered, forces that describe the deep interior of atoms: the strong and the weak force.

Basically what we did, is figure out the equations for the strong force, the force that governs quark and gluon interactions. Before we figured this out gluons were just a funny name without any physical embodiment, but our equations told us what gluons should be and what their properties are.

How did you do that, figure out the equations for the strong force?

We worked with equations of a very special type which had been studied mathematically before, but we worked out consequences that you could check experimentally. Certain experiments couldn't yet be explained. We found a set of equations that could explain these phenomena and convinced ourselves that these were the only equations that could do so. The consequences of these equations could also be checked. This is very much in the tradition of analysis and synthesis that Newton talked about. We used some summary laws and observations to discover what the basic laws are.

You are in Groningen for four scientific lectures, but about five years ago you were in Groningen too. Which force brings you back to this cloudy, rainy place?

It's an interesting place to visit and there is a good physics community. Famous physicists have been in Groningen. For a theoretical physicist it is an inevitable destination.

Apart from the scientific lectures you also gave a public lecture at the Academy building. You seem to do this a lot: explaining fundamental physics to non-scientists. Besides giving lectures, for example, you also wrote a popular scientific book. Why do you invest so much time in outreach?

In modern fundamental physics, the practical applications are very remote. Our main quest is to discover how the world works. Since knowledge is our main

Quantum electrodynamics

Atoms consist of protons, neutrons and electrons. Protons and neutrons themselves consist of quarks and gluons. Quarks can be seen as the building blocks, while gluons are the carriers of the strong force between quarks, thus gluons “glue the quarks together”.

The theory of quantum chromodynamics gives the full description of the strong force. This theory has two remarkable properties:

1. Asymptotic freedom, which means that the force becomes arbitrarily small at arbitrarily short distances. Thus two quarks which are very close together move like free particles.
2. Colour confinement, which implies that from a certain (very short) distance on the strong force does no longer diminish in strength but remains constant. Consequently, it takes an infinite amount of energy to completely separate two quarks.

Together with David Gross and David Politzer, Frank Wilczek proved the asymptotic freedom of the strong force in 1973. For this discovery, they received the Nobel Prize of physics in 2004.

Axions

The existence of axions was hypothesized in 1977 to explain a curious property of the strong force: the lack of P and CP violations. Here, the P stands for 'Parity', a transformation that creates a mirror image of a physical system, and the 'C' for Charge conjugation, a transformation on a particle that gives its antiparticle. The Escher drawings on the right illustrate the concept of P and C transformations.

If a physical quantity does not exhibit P and CP violations it remains the same under the parity transformation and under the product of the parity and charge transformations.

The most popular solution to the P and CP conservation in quantum chromodynamics is the Peccei-Quinn theory, which proposes a dynamical quantum field to do the job. Axions are the particles of this quantum field.



Besides that axions are interesting by themselves, the possible existence of axions is of great importance for cosmology: they are the favourite candidate for dark matter.

product, to get the proper value out of it we want to get it into culture, we want to share it. Explaining to the public how the world works is really a fundamental part of my job as scientist.

But it's not just duty, it's also a pleasure: we have a great story to tell. It is a wonderful thing to share the elegance, beauty and strangeness of our universe. But it takes some time and patience both to explain and to understand it.

Can you elaborate a bit on your current research topics?

Well, there are three things I'm primarily concerned with now. First, I'm an observer of the LHC, the powerful accelerator at CERN which starts operating in a few months. Some of my old ideas from the eighties (low energy super-symmetry), which I think are very beautiful and look very good, have consequences that are going to be tested at the LHC. So I'm very interested in the LHC results. I wouldn't say I'm working on it, but I'm watching it with great interest, thinking about what would happen if those old ideas are on the right track.

Also, I'm thinking about the main subject of my lectures in Groningen: particles which are called axions. These particles would allow, if they exist, to very much improve our understanding of physics and sort of unexpectedly make an enormous contribution to cosmology. If they exist at all, they are probably a big part of the dark matter. I've been thinking of ways to detect them, either directly in laboratory experiments or indirectly due to their astronomical consequences.

Lastly, I'm occupied with a kind of exotic electronics, where many electrons organize themselves in what is effectively a new particle. Consider a group of electrons whose motion and spin are entirely correlated; this group of electrons, which we call a soliton, is an object by itself.

And solitons are stable?

Yes! Of course, they are not stable in the same way as electrons are, but they have a useful measure of stability. Solitons can have properties that are very different from things that people have analysed in the past. They act like particles: if a soliton moves, all its electrons

move together and form an identifiable object. But the properties that we observe are profoundly different from what people have observed in the past. Up to a few years ago, people thought that all particles had to be either fermions or bosons (two types of quantum behavior that identical particles can have), but these new guys open up new possibilities besides the classical possibilities and I call them anyons. I'm studying them, trying to find new examples, exploring how to use them in an effective way and how to make a new kind of electronics.

What is your favorite topic?

Smiling: that varies from day to day. It depends on what I make progress with that day.

Besides scientific challenges itself, an esteemed scientist such as yourself is also confronted with political challenges. The European press gave the impression that during the last eight years, while Bush was president, scientists and scientific facts were relatively often misused for political purposes. In your opinion, is this impression correct? Is science as independent from politics as it should be?

Anyons

In a three- or higher-dimensional world every quantum particle is a boson or a fermion. In a two-dimensional world, though, there is a continuous range of possibilities: anyons. The reason for this has to do with being able to distinguish ways of swapping two identical particles. Suppose that there are two cups on a table, and inside each cup is an identical blue ball. The cups are swapped and afterwards you have to tell which ball was originally on your left side. Swapping cups can be done with clockwise or counterclockwise rotation. In three or more dimensions you cannot uniquely distinguish between those two kinds of rotations because you can change your perspective. If you look from below the table instead of from above, the clockwise rotation looks like the counterclockwise rotation and vice versa. Therefore, you cannot tell which ball was originally

There are some scientific issues that are, partly or largely, also politically charged: climate change, different sources of energy (especially nuclear power), biological questions like whether evolution occurred, whether it's ethical to use cells from aborted embryos, and several others.

Politics and science have very different value systems. In science – this is a bit of an oversimplification, but the spirit is right – we search for the truth and people try to reach consensus.

In politics the criteria are more complex. People have different interests and don't necessarily try to reach consensus, they are advocating for a particular point of view. So science and politics don't always align very naturally.

I think it has been really unfortunate that in recent history, particularly under the Bush administration, the government tried to push political agendas upon science and tried to subvert belief in climate change, to deny evolution, forbid research in stem cells, etc. It is not a good thing and it could be very destructive.

on your left side. But if you restrict both the cups and observers to two dimensions, there is a distinction, and the two ways of swapping can have different physical consequences, so you can tell which ball was originally on your left side.

One may wonder whether a two-dimensional world makes any physical sense, but it does. For example, consider a surface layer of graphite: at low temperatures the electrons on the surface have insufficient energy to escape the surface while they can still easily move across the surface itself. Effectively, such electrons live in a two-dimensional world.

Anyons have been shown to exist and play an important role in super-conductivity. In the future they could also form the basis for quantum computers. Wilczek coined the name 'anyon' in 1982.

Did it damage science?

It could have been a lot worse, let's put it that way. And we're fighting back. Especially the issue of climate change has a very critical impact on the future of mankind, but is also very politically charged due to the economic interests involved.

I think that it is very important that scientists stick up for themselves and insist that the values of science – commitment to truth, trying to reach consensus, the open exchange of ideas and willingness to admit mistakes – are injected into politics. In the end you can't fool mother nature. You can pretend that evolution didn't occur, you can pretend that global warming is not occurring, but that does not change reality.

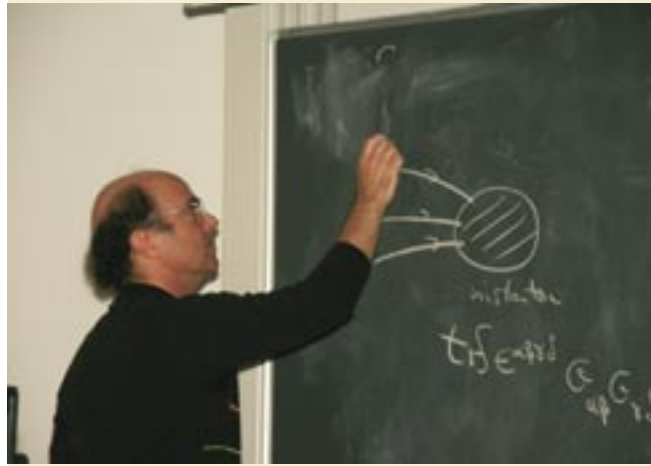
Obama or McCain?

That's not a hard question. Obama is much more congenial to the kind of concerns I have just discussed. We've tried the experiment with the policies that Bush pursues and McCain proposed to uphold. It is complex, many things have happened, but in general the result has been very bad. So these policies need correction.

You seem to be quite politically engaged. What are your interests besides physics?

As high school student I was quite interested in history; perhaps that is the foundation for my interest in politics. In that period also music caught my interest. I really loved rock 'n roll during high school. Now I prefer classical music, like Mozart, Bach and Beethoven. I have the feeling that I'm really beginning to understand these composers.

One of my favourite hobbies is doing puzzles. I'm fond of crosswords, especially the cryptic puzzles because of the wordplay. I get a bit bored of sudoku's, because they are quite repetitive. Instead, I made a computer program to solve it. So instead of 15 minutes of thinking, you can just let the computer do the same work in less than a second. I also love computer games; especially when I was a student I had to hold myself back not to play computer games the entire day.



Frank Wilczek

Frank Wilczek was born in New York City on the fifteenth of May 1951 and he grew up in a place called Glen Oaks. As a kid he already showed a bright intellect and thought he was destined for some kind of intellectual work. At the age of 21, Wilczek did the scientific discovery for which he received the Nobel Prize in 1973. Besides the Nobel Prize, Wilczek also won (amongst others) the Lorentz Medal (2002), the Lilienfeld Prize (2003) and the European Physical Society Particle Physics Prize (2005). Nowadays he still lives in the USA with his wife, Betsy Devine, and their two daughters.



Speaking of puzzles: in your opinion, what will be the greatest puzzles of 21st century physics?

I think there are two, depending on how you define 'physics'.

Firstly, a great challenge is doing justice to quantum theory. We have a theory that very specifically describes the equations for matter, but we've only just begun to exploit its possibilities. Things like quantum computers, finding ways to making those practical and taking it to the next level, is one of the greatest challenges for 21st century physics.

The other is more than physics: the whole issue of understanding how minds work. These physical objects, these messy, self-organized things; how do they manage to work so well? And how can you describe them mathematically? Exactly, by figuring out the basic mechanisms. How, for instance, can relatively minor changes in our genome make such an enormous difference to the way we think and behave?

In your autobiography you mention that you actually wanted to study brain sciences...

Yes, that's right. And I've kept in touch with it, I do a lot of reading about brain sciences and related areas like computer science. So if physics cools down some day, I have a dream of jumping in there. Using some of the tricks I've learned in physics I can approach it in another way than most people who study it.

If you would be a student now, which area of studies would you choose?

I'm not sure... I don't know, I can't put myself in that position. I would do what I did when I was a graduate student: learn a lot of mathematics and look for places to employ it. I don't know what would break through. That has always been my style. I actually capture it in three words: think, play, repeat.

So think of something, play around with concepts and see which ones look fruitful and repeat the process. I don't have a real sense of what I will be doing in say,

two years. I'm constantly reassessing. The fact that I have accumulated a lot of knowledge in physics and also have investments in theories that are still growing make it natural for me to continue in that direction, but I'm open to course corrections.

But, whatever you choose, as a student nowadays you live in exciting times, because our knowledge of the physical world has reached a most remarkable state. We have established efficient 'standard models' for both cosmology and for fundamental physics, which provide the conceptual foundation for describing a vast variety of phenomena in terms of a small number of input parameters. No existing observations are in conflict with these models. This achievement allows us to pose, and have genuine prospects to answer, new questions of great depth and ambition. The universe is a strange place.

The standard model of fundamental physics contains two theories which contradict each other at small scales: general relativity and quantum mechanics. The standard model of cosmology requires 30% of the energy content of the universe to consist of dark matter and about 65% out of mysterious dark energy – of which we have no idea what it is.

Finally, one can ask the intriguing question why these small number of input parameters, the physical constants, have the value they have and if they could have another value. The values of the constants seem even 'fine-tuned' to support life. If one of them would only be slightly different, the formation of complex structures capable of supporting life would not be possible. Why should it be that way? •



Marijes Bakkerei

DOOR MARIJE BAKKER

Bim, bam, Beieren, de koster lust geen eieren. De perioredactie echter wel en met Pasen in het vooruitzicht lijkt een eiergerecht dan ook prima voor deze rubriek. Omdat een ei koken wel erg makkelijk is, zullen we een boerenomelet bereiden. Het is een lekker, vullend en gemakkelijk gerecht dat elke student klaar kan maken.



Marije is nog steeds geen heldin in de keuken, maar vindt dat het tijd is geworden voor een gerecht dat elke anti-kok kan bereiden. Immers, niet elke student heeft een perioredactie met talent voor koken achter zich staan als hij in de keuken staat.

Het leuke van het maken van een boerenomelet is dat je zelf mag bepalen welke ingrediënten je gebruikt. Champignons, tomaten, boontjes, bloemkool, dop-erwten en worteltjes mogen er in, maar ook een tranentrekker als ui mag gerust in het gerecht verwerkt worden. Voor de carnivoren onder de lezers kunnen spekjes worden toegevoegd. Verder kunnen gekookte aardappelen aan de lijst van ingrediënten worden toegevoegd, om de boerenomelet tot een volwaardige maaltijd te maken. Zonder aardappelen maar met brood, vormt dit gerecht weer een prima ontbijt.

Omdat Marije niet meteen andere mensen met haar kookkunsten wil lastigvallen, bereidt ze het gerecht alleen voor zichzelf. Met twee eieren, een handjevol champignons, een gekookte aardappel, twee tomaten en wat boontjes gaat ze aan de slag. Nu de ingrediënten gekozen zijn, is het moeilijkste gedeelte achter de rug.

Na het schoonmaken van de groenten, volgt de tweede uitdaging: de snijssessie. Champignons laten zich nog wel gemakkelijk in plakken snijden, maar tomaten blijken de neiging te hebben om weg te rollen. Hoe professionele koks het toch altijd weer voor elkaar krijgen om razendsnel allerlei soorten groenten in even grote blokjes of reepjes te snijden, is Marije een raadsel. Nadat de tomaten dan toch in blokjes en andere, wiskundig gezien

lastig te integreren, vormen zijn gesneden, dopt Marije haar eigen boontjes nog even en is ook de snijssessie voltooid zonder dat er bloed is vergoten.

Vervolgens is het een kwestie van een koekenpan op het vuur zetten, een scheutje olie toevoegen en roerbakken maar! Zodra de groenten gaar zijn, wordt een in plakken gesneden, gekookte aardappel toegevoegd. In de tussentijd heeft Marije ook de twee eieren met een eetlepel water losgeklopt. Vervolgens heeft ze nog wat peper en zout hieraan toegevoegd. Dit mengsel wordt nu gelijkmatig over de koekenpan verdeeld.

Omdat het geheel nogal dik is, wordt het vuur wat lager gezet. Na een aantal minuten wachten lijkt de boerenomelet goed gebakken te zijn. De pan wordt van het vuur gehaald en voorzichtig schept Marije de boerenomelet op haar bordje.

Even proeven en ja hoor: de boerenomelet is een succes gebleken! Het enige wat ontbreekt, is een portie gezelligheid, dus de volgende keer schakelt Marije toch maar weer de hulp in van de overige redactieleden. •



Océ

DOOR MARIJE BAKKER EN ELLEN SCHALLIG

Het is vijf voor vijf op vrijdagmiddag. De deadline van die ene opdracht nadert met rasse schreden. Gelukkig is je opdracht af, je hoeft 'm alleen nog af te drukken. Het resultaat van weken hard werken zal weldra uit de printer rollen. Eens te meer waardeer je het dat de papieren niet aan elkaar plakken, er geen vreemde strepen op papier staan en de kleuren tot hun recht komen. De mensen van Océ hebben hier hard aan gewerkt en het resultaat is er dan ook naar.

Een van die mensen is Jochem Brok. De liefde voor techniek werd Jochem met de paplepel ingegoten. Daarom koos hij na zijn middelbareschooltijd voor een technische studie. Tijdens een open dag aan de TU Eindhoven werd zijn voorkeur voor de studie Werktuigbouw ingewisseld voor de passie voor Technische Natuurkunde.

Nadat hij tijdens zijn studie diverse stages buiten de faculteit met veel voldoening had afgerond, besloot hij voor zijn afstudeeropdracht op zoek te gaan naar een leuk bedrijf. Hij kwam terecht op de afdeling *Development* van Océ Technologies B.V. Jochem vond het werk bij Océ zo uitdagend dat hij nog voor zijn afstuderen solliciteerde en werd aangenomen op de afdeling *Research*.

Bij binnenkomst bij het bedrijf volgde Jochem de introductie cursus. Tijdens deze cursus kijkt de nieuwe werknemer bijvoorbeeld eens op de afdeling *Engineering*, waar een ontwerp klaargemaakt wordt voor productie en de nieuwste technologie in de apparatuur wordt verwerkt, en maakt hij een praatje met iemand van het management.

Op deze manier leert hij het hele bedrijf goed kennen en kan hij zijn werk in het grote geheel plaatsen. Daarnaast krijgt de kersverse werknemer ook meteen een concrete opdracht toebedeeld, waaraan hij in zijn inwerkperiode werkt. Bij deze opdracht is hij zelfstandig bezig, maar krijgt hij wel goede begeleiding. Na een paar maanden volgt een cursus waarin de werknemer op de hoogte wordt gebracht van alle ontwikkelingen en hippe technologieën die Océ kenmerken.

Van margarine tot multinational



Toen Lodewijk van der Grinten in 1877 in Venlo het bedrijf oprichtte dat zich specialiseerde in een stof die margarine de kleur van boter geeft, had hij waarschijnlijk niet kunnen vermoeden dat zijn bedrijf ooit een van de leidende ondernemingen op het gebied van document- en informatiemanagement zou zijn.

Hoewel het bedrijf zich in eerste instantie alleen richt op het kleuren van boter, dwingen de omstandigheden in de Eerste Wereldoorlog het bedrijf zich ook op een andere manier te manifesteren. Frans van der Grinten besluit de kennis van kleurstoffen te gebruiken voor onderzoek naar het blauwdrukken, in die tijd een nieuwe techniek.

Het bedrijf heeft zich altijd gekenmerkt door een onderzoeksmentaliteit, de ontwikkeling van nieuwe technologieën en door zo veel mogelijk zelf te willen doen. Dit vinden we nog terug in de naam van Océ. Océ is afgeleid van de Duitse term 'ohne Componente', een term die toepasbaar was op de blauwdrukmaterialen: Van der Grinten ontwikkelde een nieuw proces om het papier te behandelen met chemicaliën waaraan geen extra vloeistoffen waren toegevoegd, oftewel ohne Componente.

Net als in de tijd van het blauwdrukken, loopt Océ ook vandaag de dag nog altijd voorop in de zoektocht naar nieuwe technologieën die het printproces kunnen verbeteren. Daardoor heeft Océ kunnen uitgroeien tot een toonaangevende multinational.

Onderzoek bij Océ

Deze zoektocht vindt tegenwoordig plaats op de afdeling Research. Zo bedachten Jochem en zijn collega dat er onderzoek gedaan moest worden naar een nieuwe printtechnologie die gebaseerd is op een mix van natuurkundige en scheikundige processen. Deze technologie zou de opvolger moeten worden van elektrofotografie, een proces dat met behulp van elektrische en magnetische krachten ervoor zorgt dat tonerdeeltjes op de juiste plaats terechtkomen.

Op de afdeling Research werd de nieuwe printtechnologie uitgedacht. Bij deze nieuwe methode wordt een fysische trigger gebruikt om een omkeerbaar chemisch proces op gang te brengen. De chemische reactie zorgt ervoor dat de toestand van de inkt verandert op de gewenste locaties. Doordat het proces omkeerbaar is, kan de inkt daar waar deze niet gewenst is, weer worden weggehaald en kunnen prints met meer nauwkeurigheid worden gemaakt.

In het algemeen wordt er op de afdeling Research alles gedaan wat met technologieontwikkeling te maken heeft. Soms zijn ideeën niet levensvatbaar en worden deze naar de prullenbak verwezen; soms zijn de ideeën zo ingenieus dat ze worden doorgespeeld naar de afdeling Development. En heel soms zijn de ideeën zo vernieuwend dat de techniek nog niet ver genoeg is, en er nog tien jaar gewacht moet worden met de uitvoering.

Ontwikkeling bij Océ

Zodra een goed idee bij de afdeling Development binnenkomt, wordt een projectbeschrijving gemaakt. Het project wordt opgestart en iedereen wordt verantwoordelijk voor een functioneel onderdeel van het project. Dat betekent dat een groep mensen zich bezighoudt met het ontwerp van de *user interface* en andere groepen zich richten op de toner, de beeldvorming (het koude proces) of het beeld naar het papier zetten (het warme proces, oftewel het zogenaamde *fusing*). Verder is er ook nog een groep mensen die de interacties tussen al deze verschillende modules in de gaten houden.

Jochem houdt zich bezig met het warme proces, het 'fusen' van de tonerdeeltjes op papier. Dit onderdeel is, net als de meeste andere onderdelen, erg multidisciplinair. Jochem werkt daarom niet alleen met andere fysici samen, maar ook met chemici, informatici en mensen met een elektrotechnische en werktuigbouwkundige opleiding. Door al deze achtergronden valt er veel van elkaar te leren. Bij Development is het de bedoeling dat voor elk van de modules de risico's van nieuwe ontwikkelingen worden afgebouwd en de functionaliteit van het toekomstige product wordt aangetoond.

Zodra dit gebeurd is, wordt het project doorgeschoven naar Engineering alvorens we op de faculteit weer een nieuw product van Océ in gebruik kunnen nemen.

Océ is meer dan oké!

Naast het uitdagende werk dat Océ te bieden heeft voor bèta's, is ook de werksfeer bij Océ dik in orde. Het management, bestaande uit mensen die veelal zelf eerst bij Research of bij Development hebben gewerkt, en de projectleiding zijn van elkaar gescheiden, wat zorgt voor een gezond spanningsveld tussen wat het bedrijf presteert en wat de resultaten van een project zijn. Verder wordt bij Océ de werknemer op die positie geplaatst waar zijn kwaliteiten het beste tot uiting komen.

Al met al is Océ een bedrijf waar de creatieve bètagoest, samen met mensen uit andere disciplines, kan werken aan de nieuwste technologieën. Mocht je willen weten of Océ voor jou ook de ideale carrière of afstudeermogelijkheden te bieden heeft, kijk dan op oce.nl/jobs. •



Parachutespringen

DOOR HANS JORDENS



Ik had zojuist met enige moeite mijn linkervoet tegen de harde wind in de deur uitgeduwd en neergezet op een piepklein stepje, om vervolgens de rechervoet op het wiel te plaatsen, toen ik onwillekeurig naar beneden keek. Ik stond buiten, onder de vleugel van een Cessna met een draaiende propeller vlak voor mijn neus, terwijl ik me stevig vasthield aan de balk die van de vleugel naar het vliegtuig liep, om er toch vooral niet af te vallen. Onder mij zag ik twee parachutes. Dat wekte verbazing, want vóór mij was er maar één andere springer uit het vliegtuig gestapt. Waar kwam die tweede zo plotseling vandaan?

Ik dacht er niet lang bij na, want al mijn aandacht was op de instructeur gericht die mij het teken zou geven dat ik kon springen. Dat gebeurde niet lang daarna en voor ik het wist hing ik aan een parachute. Even was daar nog het lawaai van de zich vanzelf openende parachute en toen werd het heel erg stil. In de verte het wegstervende geluid van het zich verwijderende vliegtuig dat ik zojuist verlaten had. Ik was helemaal alleen in die driedimensionale ruimte. Ik kon alle kanten op: links, rechts en vooral naar onder. Er was heel veel onder. Je hebt geen idee hoeveel onder er is als je alleen maar met een paar banden vastzit, hangend onder een stuk doek. Na een korte periode van verbazing komt het besef dat je veilig op de grond terecht moet zien te komen en wel liefst op de vooraf afgesproken plek: de comfortabele grindbak, pal in het midden van het vliegveld Eelde. Eelde is het enige veld in Nederland waar je als parachutist midden tussen de landingsbanen kunt landen. Dat is voor het publiek dat op zondag een dagje uit is om vliegtuigjes te kijken een bijzondere gebeurtenis. Van beneden af zie je heel hoog een vliegtuigje overkomen en dan opeens komen

daar een paar zwarte stipjes uit vallen die na verloop van tijd een, meestal veelkleurige, parachute openen. Para's houden van kleurtjes. Hun pak, hun parachute, het moet er mooi uitzien.

Het begin

Hoe ik tot het springen ben gekomen is wel een aardig verhaal. We waren zeventien jaar getrouwd en mijn echtgenote dacht dat het tijd werd voor een wat origineler cadeau dan het gebruikelijke boek. Tijdens een vakantie had ik wat belangstelling aan de dag gelegd voor parachutisten toen we toevallig langs een plek kwamen waar gesprongen werd. Ze dacht dat dit wel iets voor mij zou zijn en na een kort familieberaad met de twee zonen, werd besloten dat ik mij maar eens voor een cursus parachutespringen moest opgeven. Woensdagavond tijdens de maaltijd werd het plan aan me voorgelegd en toen dacht ik: waarom ook niet? Vrijdagavond begon de cursus en zaterdag had ik al mijn eerste sprong. Het ging geweldig. Dat weekend zou ik er nog drie maken. Het weekend daarop waren er clubkampioenschap-

Malta, mei 1992

pen precisiespringen. Daarbij moet je zo dicht mogelijk in de buurt van een stip in de grindbak terecht zien te komen. De handicap die je meekreeg was afhankelijk van het aantal sprongen dat je al gemaakt had. Met mijn vier sprongen kon ik me daarom veel permitteren. Ik had wat geluk en won in dat weekend het kampioenschap. En dat niet alleen: ik had en passant mijn acht sprongen volgeemaakt en kreeg daarmee mijn A-brevet. En als beloning daarvoor ging ik direct daarna weer omhoog voor mijn eerste vrijeval sprong. Daarbij moet je zelf de parachute openen. Voorheen hoefde je niets te doen omdat de container vanuit het vliegtuig werd geopend doordat de borgpen met een lijn aan het vliegtuig zat. Wat een geweldige sport!

Na de verbazing om voor het eerst in zo'n lege ruimte te hangen, kwam ik al snel tot bezinning en het eerste wat je dan doet is zoeken naar de plek waar je moet landen. Dat was niet zo moeilijk. Als je voor het eerst springt dan doe je dat van een hoogte van ruim een kilometer en dan ben je ook niet zo ver weg van de landingsplaats. Het lijkt allemaal erg eenvoudig en in zekere zin is het dat



ook. Eerst controleer je of je parachute wel in orde is. Je moet er namelijk mee kunnen vliegen en landen. De drill die je moet aflopen om dat te controleren leer je op de eerste cursusavond. Toen volgens mij alles in orde leek was het een kwestie van naar de landingsplaats vliegen. Dat gaat met de wind mee. Zo wordt namelijk het exit-punt bepaald: als je niets doet, kom je vanzelf

op de goede plek. Maar je moet niet te ver voorbij de landingsplaats komen want het laatste stukje gaat tegen de wind in. Dat is om de snelheid ten opzichte van de grond zo klein mogelijk te maken. Hoe ver je voorbij de landingsplaats moet gaan is een kwestie van goed inschatten en omdat je dat in het begin nog niet kunt, heb je een radio mee waardoor iemand vanaf de grond aanwijzingen geeft. Het laatste stukje is het belangrijkste. Met vliegen, wat ik overigens ook gedaan heb, is dat net zo: in de lucht kun je doen wat je wilt, maar het gaat om die laatste meter. Die moet goed. Bij het parachutespringen is het de kunst om ervoor te zorgen dat op het moment dat je landt, je daalsnelheid en je voorwaardse snelheid beide keurig nul zijn. Dat klinkt eenvoudiger dan het is. De kans van slagen wordt groter als je het juiste glijpad weet te vinden. Die wordt bepaald door de hoek waaronder je aankomt.

Dat is niet iets dat je kunt meten. Het is een soort plaatje dat je in je hoofd moet hebben. Zo moet het er uitzien en dan gaat het goed.

Hoge bomen vangen veel wind

Een keer ging een maatje van ons trouwen en als plaats voor de feestelijkheden had hij de borg Verhildersum uitgezocht. Verhildersum ligt aan de weg van Groningen naar Lauwersoog en is een prachtige borg met een restaurant met een uitstekende keuken. We hebben toen bedacht dat we met vier para's daar



Ook in Malta

naartoe zouden gaan om het feest luister bij te zetten. Het was die dag wel wat winderig en aangezien Verhildersum in het open land van het noorden van Groningen ligt, waaide het daar nog een graadje harder. Op zich was de wind geen probleem. Zolang de windsnelheid niet hoger is dan de vliegsnelheid van een parachute en dat is zo'n 10 m/s (= 36 km/uur), dan kun je keurig landen. Waar ik echter geen rekening mee gehouden had, waren de bomen. Rond Verhildersum staan namelijk veel hoge bomen en ... die vangen ook veel wind. Alles ging goed tot het moment dat ik indraaide voor de landing. Op dat moment kwam ik onder de toppen van de bomen en weg was



Mooie sport

Parachutespringen is een geweldig leuke sport. Er zitten evenwel risico's aan en het kan heel slecht aflopen, waardoor het van het grootste belang is om regelmatig te blijven springen en te laten checken of je de procedures nog wel beheerst. Het grootste gevaar van het springen is de springer zelf. De meeste

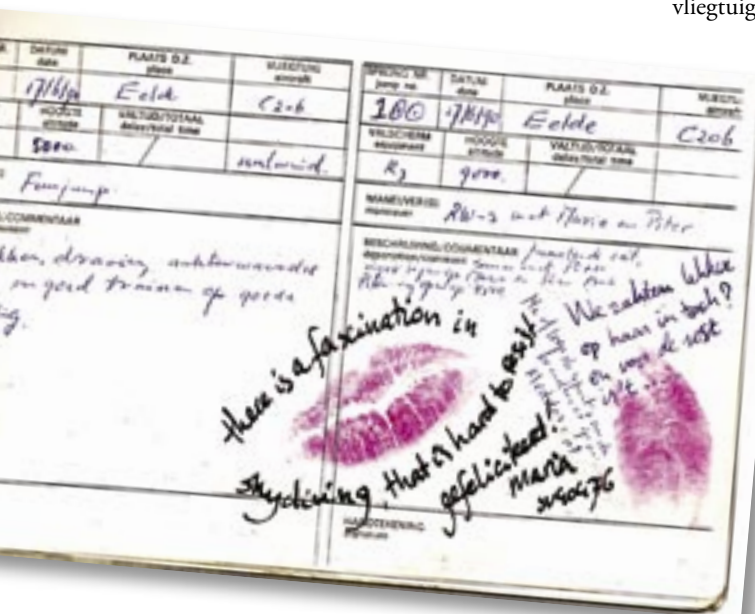
ongelukken gebeuren met beginners uit onkunde en met ervaren springers uit nonchalance. Stunts zoals op het allerlaatste moment indraaien voor een landing, eindigen niet zelden in gecompliceerde botbreuken.

En toch is parachutespringen een geweldig leuke sport. Het gevoel dat je krijgt op het moment dat je uit een vliegtuig springt is onbeschrijfelijk mooi en niet te bevatten voor iemand die dat niet zelf heeft meegemaakt. Het gevoel van vrijheid dat je dan krijgt is overweldigend. Wat ik ook waardeerde is de kameraadschappelijkheid onder de springers. Je kan rustig de meest ervaren springer lastig vallen met je beginnersvragen. En ... parachutespringen is een zeer geëmancipeerde sport. Erg veel vrouwen doen er aan en hun prestaties doen niet onder voor die van de mannen.

Mijn mooiste sprongen heb ik op Malta gemaakt waar we met een stuk of dertig para's naartoe gegaan zijn. Vanuit een Russische helikopter op vijf kilometer hoogte springen om een grote formatie te maken, is een ervaring die niemand me meer kan afpakken. Onder je een bruin eiland in een azuurblauwe zee. En ergens is daar een plekje waar je uiteindelijk naartoe moet, maar eerst

die formatie opbouwen. Prachtig. Eigenlijk mis ik het nog elke dag.

Parachutespringen is een mentale sport. Je hoeft er geen goede lichamelijke conditie voor te hebben. Uiteraard moet je niet al te stram zijn, al is het maar dat je in staat bent om met je medeparachutisten als sardientjes opge-



de wind. Dan kom je met een veel te lage snelheid in stilstaande lucht en dan vliegt zo'n parachute niet meer. Weg was de lift en ik viel met een forse snelheid omlaag en landde op de keiharde kleigrond. Gelukkig had ik niets gebroken, maar ik hield er wel een paar pijnlijke voeten aan over. Maar ja, met publiek erbij doe je net of er niets aan de hand is en blijf je maar glimlachen.

vouwen in een vliegtuig te kunnen zitten. Maar waar het bij parachute-springen om gaat, is dat je ook onder stress je verstand erbij kunt houden.

Eén keer heb ik mijn reserveparachute moeten trekken. Het gekke is dat ik van te voren

het gevoel had dat dit wel eens kon gebeuren. Om de een of andere reden was ik laat. Het vliegtuig stond al klaar en iedereen zat er al in en ik was nog bezig om mijn setje om te doen. In alle haast ben ik naar het toestel gerend. Dat was stom, want je moet rustig de tijd nemen om zelf alles te controleren. Dat is dus niet gebeurd.

Om je parachute te openen heb je een klein parachute – de pilotchute – in een zakje op je beenband. Dat moet je eruit trekken en via een koord trekt dat chuuutje dan een borgpen weg zodat de hoofdparachute uit de container kan komen. Die pilotchute zat niet lekker in dat zakje en daar maakte ik me onderweg naar boven zorgen over. Ik was ook niet in staat om het te verbeteren want we zaten bovenop elkaar en ik had geen enkele bewegingsruimte. Onze sprong verliep vlekkeloos. Met z'n vieren gingen we eruit en daarna hebben we volgens plan een aantal figuren gemaakt. Vervolgens maak je dan een halve draai en vlieg je van elkaar weg voordat je de parachute opent.

Ik deed de beweging om pilotchute te pakken, maar ... geen chuuutje. Nog een keer proberen. Nog steeds geen pilotchute. De boerderij onder me werd wel steeds groter. Nog een keer gekeken of ik de pilotchute ook zag, maar ik zag niets. Dan blijft er niets anders over dan de reserveparachute te trekken. Dat is een drill die je zo goed leert dat ze me nu nog, na vijftien jaar, midden in de nacht wakker kunnen maken voor de noodprocedure. De adrenaline gierde door mijn aderen. Er schiet van alles door je heen: hoe vlieg ik een reserveparachute waar ik nog nooit



onder hangen heb? Wat gaat me dit kosten? Hoe leg ik dit uit? Ik hing aan mijn 'reserve' en dat was een zogenaamde ronde bol, een echte parachute dus. Dat is iets dat alleen naar de val vertraagt, maar vliegen kun je er niet mee.

Je drijft gewoon met de wind mee en dan maar zien waar je landt.

Als iemand aan zijn reserveparachute komt te hangen, gaat er altijd iemand anders mee die er dan naast gaat vliegen. Die kan op zich niets doen, maar zijn aanwezigheid is van groot psychologisch belang want je kunt uitstekend met elkaar praten. Ik landde in een weiland vlak naast het vliegveld, nog bijna boven op een koe die op het laatste moment door had dat ze maar beter opzij kon gaan. Alles ging goed. Willem van Muilwijk, die naast me was komen vliegen, landde even later. Het eerste wat ik vroeg was: "Willem heb je ook gezien waar mijn hoofdparachute naar toe gedreven is?" Waarom die vraag? Omdat je de reserveprocedure altijd oefent in situaties waarin er iets mis is met je hoofdparachute zodat je besluit die af te werpen en met je reserveparachute verder te gaan. Niemand bedenkt dat je wel eens je pilotchute niet kunt vinden. Pas toen Willem antwoordde dat die hoofdparachute nog keurig in mijn container zat, besefte ik hoe het gegaan was. De stress is blijkbaar dermate groot dat je niet in staat bent om in zo'n situatie rustig na te denken. Je doet de drill die je geleerd hebt en verder niets.

Ik besefte ook ineens waar die tweede para vandaan kwam toen ik voor mijn eerste sprong onder de vliegtuigvleugel stond. Er was geen tweede para. Mijn voorganger had besloten dat met zijn hoofdparachute niet te vliegen was en had de reserveparachute getrokken. Ik was achteraf blij dat ik me dat op dat moment niet gerealiseerd had. •

Charlie Chaplin

DOOR PJOTR SVETACHOV

Hij was een van de invloedrijkste personen in de tijd van de stomme film. Hij schreef, regisseerde, produceerde, speelde de hoofdrol in en maakte muziek voor zijn eigen films. Hij kreeg een Oscar voor “het onberekenbare effect dat hij had gehad op het maken van de film tot dé kunstvorm van de twintigste eeuw.” Hij werd geridderd tot *Knight Commander of the British Empire* door koningin Elizabeth II. We hebben het over niemand minder dan Sir Charles Spencer Chaplin, beter bekend als Charlie Chaplin.

Chaplin kwam al vanaf zijn geboorte in aanraking met theater. Zijn ouders waren beiden variétéartiesten en zijn vader verdiende veertig pond per week, wat voor die tijd een enorm salaris was. Helaas kwam daar snel een einde aan. De carrière van zijn moeder ging ten onder door een aandoening aan haar strottenhoofd. In 1894 werd zij van het podium af gejuwd en haar manager was zo wanhopig dat hij toen de vijf jaar oude Charlie Chaplin maar op het podium zette om een liedje te zingen. Zijn vader werd alcoholist en overleed toen Chaplin twaalf jaar oud was. Zowel Charlie als zijn oudere broer Sydney moest toen

in een armenhuis werken. Later gingen ze samen bij een variététheater werken en het werd al snel duidelijk dat ze talent hadden.

De ontdekking van Charlie

Charlie Chaplin maakte twee tours door Amerika, een in 1910 en een in 1913. Tijdens zijn tweede tour werd hij opgemerkt door een filmproducent en mocht hij acteren in films van Keystone Studios. Hier bedacht Chaplin zijn beroemde personage *The Tramp*. De kleding voor zijn personage werd letterlijk op het laatste moment bedacht, namelijk toen Chaplin op weg was naar de garderobe. Chaplin wilde dat alles wat hij aan had een contradictie was: wijde broek tegenover een strak jasje, grote schoenen tegenover een kleine hoed. Omdat hij een ouder karakter moest spelen, plakte Chaplin een snor op. Die zorgde ervoor dat hij zijn jonge leeftijd kon verbergen maar dat zijn gezichtsuitdrukkingen nog wel te zien waren. Alles bij elkaar zorgde het ervoor dat Chaplin een karakter had gecreëerd dat door de tijd heen niet veranderde; op wat rimpels na (die alleen bij de paar close-ups te zien zijn) zag hij er dertig jaar later nog steeds hetzelfde uit in zijn films. Net als bij Elvis Presley die door zijn vroege overlijden bij veel mensen altijd het beeld zal oproepen van een jonge knaap met veel gel in zijn haar of bij Bas van Toor die door zijn optreden als Bassie altijd als clown herinnerd zal worden, roept Chaplin bij iedereen ook hetzelfde beeld op, namelijk dat van een man met een hoed, een stokje en een snor. Je kunt je bijna niet voorstellen dat hij er ooit anders heeft uitgezien, zelfs niet toen hij slechts vijf jaar oud was en het optreden van zijn moeder moest redden.



Chaplin als regisseur

Zijn debuut als regisseur kwam in 1916 toen Chaplin een contract kreeg om twaalf korte films te maken voor Mutual Film Corporation. Hij kreeg complete artistieke vrijheid, maar hij moest zich wel aan harde deadlines houden. In die tijd verbrandden de meeste regisseurs al het filmmateriaal dat ze niet nodig hadden. Chaplin deed daar ook aan mee, maar hij heeft niet alles verbrand; er is nog veel ongebruikt materiaal over van zijn werk bij Mutual. En gelukkig maar, want Chaplin had een unieke werkmethode die dankzij dit materiaal aan het licht kwam: Chaplin repeteerde voor de camera en bedacht zijn verhaal terwijl hij aan het filmen was. Op het filmmateriaal is dan ook goed te zien hoe sommige verhalen tot stand kwamen. Zo had hij in New York een keer gezien hoe een man van een roltrap viel. Hij wist nog niet hoe hij de roltrap ging gebruiken, maar hij liet er eentje bouwen op zijn set. Toen de trap er uiteindelijk was, kwamen er meteen ideeën in Chaplin op, zoals een achtervolgingsscène op de roltrap.

Chaplins perfectionisme

Wat het filmmateriaal ook laat zien, is hoe perfectionistisch Chaplin was. Scènes werden opnieuw en opnieuw geschoten, het was pas af als Chaplin tevreden was. Zo begon Chaplin aan een scène waar hij als The Tramp op een bankje zit met een date en er een Spaanse danseres voor hen staat te dansen. Het was de bedoeling dat hij met de twee dames tegelijk zou gaan flirten. Helaas is het steeds niet komisch genoeg volgens Chaplin en na veel verschillende takes begint Chaplin het ook warm te krijgen. Hij denkt dat het door al het werken komt, maar eigenlijk staat de radiator aan waar het bankje op staat. Na een tijdje komt Chaplin daar achter en neemt de beslissing om de radiator in zijn scène te gebruiken. Een paar takes later is de radiator verbouwd en ziet men echte stoom uit de radiator komen. De scène is nu veel komischer, maar Chaplin is nog steeds niet tevreden. Het is namelijk niet logisch dat er zomaar stoom uit de radiator komt. En hoewel zijn films niet altijd even realistisch zijn, liet Chaplin er wel op dat ze oorzaak-gevolgconstructies hebben. Chaplin bedenkt vervolgens



om er een scène aan vooraf te laten gaan, namelijk eentje waarin twee mensen per ongeluk met hun voet tegen de radiatorknop zitten. Nu zijn we honderd takes verder, de set is deels verbouwd en heeft een radiator waar stoom uitkomt en er is een extra scène geschoten met nieuwe acteurs. En is Chaplin tevreden? Nee, het is nog steeds niet komisch genoeg; hij laat dan ook de hele scène vervallen, geen radiator, geen Spaanse danseres. Alles wordt vervangen door een korte scène waar Chaplin door de danszaal heen loopt naar een balkon als een aansluiting op de volgende scène.

In de tijd waarin Chaplin werkte voor Mutual beleefde hij naar eigen zeggen zijn gelukkigste jaren. Hij had namelijk veel controle over zijn films, het enige waar hij zich aan moest houden waren deadlines. Maar daar kwam ook snel een eind aan, want in 1919 richtte hij samen met Mary Pickford, Douglas Fairbanks en David Griffith de filmstudio United Artists op. Nu kon hij zo lang over een film doen als hij zelf wilde. Dit zorgde er samen met zijn perfectionisme voor dat hij soms ontzettend veel tijd en geld stopte in het maken van zijn films. Zo werden er veel scènes voor de film *The Gold Rush* (1925) gefilmd op locatie in Truckee, 500 km ten noorden van Los Angeles. Alles werd gefilmd in de maanden februari, maart en april toen er een dik pak sneeuw lag. Een van de grote scènes die daar geschoten werd, was een tocht door de Chilkoot Pass. Hiervoor waren 1100 figuranten nodig, die allemaal met de trein naar Truckee werden vervoerd. Deze scène werd in één dag geschoten. De rest van de drie maanden gebruikte Chaplin om veel andere scènes te schieten. Door het dikke pak sneeuw was dit heel zwaar voor de filmploeg. Ook lag de sneeuw elke dag anders, hierdoor moesten veel shots opnieuw gemaakt worden. Chaplin besloot later om alle scènes behalve die van de Chilkoot Pass opnieuw te schieten in zijn studio in Los Angeles. Het

hele dorp werd nagebouwd in de studio. Alsof dat nog niet genoeg was, werd Lita Grey, de hoofdrolspeelster en tevens Chaplins vrouw, zwanger. Ze kon haar rol niet meer spelen en werd toen vervangen door Georgia Hale en alle scènes met Lita Grey moesten opnieuw gefilmd worden. *The Gold Rush* werd gelukkig een succes en bracht meer dan vier miljoen dollar op, wat de film op plaats vijf zette van de succesvolste stomme films.

Als Chaplin geen inspiratie had, wilde hij ook niet filmen. Hij werd dan heel boos en ging stil in een hoekje zitten denken. Soms nam hij zelfs gewoon een dag vrij. Zijn filmploeg moest dan maar wachten tot hij weer een idee had. Van de ruim drie jaar dat het kostte om de film *City Lights* (1931) te maken, werd er maar op 180 dagen gefilmd. Zo moest Chaplin een scène schieten waarin The Tramp een bloem kocht van een blinde vrouw. De vrouw moest dan denken dat hij een rijke man was. Deze scène is in totaal 342 keer opnieuw geschoten. Eerst vond Chaplin dat Virginia Cherrill, die de blinde vrouw speelde, de bloem verkeerd aangaf. Verder moest aan het publiek duidelijk gemaakt worden dat The Tramp voor een rijke man aangezien werd. Dat kreeg Chaplin maar niet voor elkaar. Op een gegeven moment ontsloeg hij Cherrill en wilde hij de hele film opnieuw schieten met Georgia Hale in de hoofdrol, maar uiteindelijk werd dat toch niet gedaan omdat de film al zoveel tijd en geld gekost had. De film werd dus toch nog met Cherrill afgemaakt, en is op dit moment de hoogst geplaatste Chaplinfilm op de site van *the Internet Movie Database*.



Politiek getinte films

Chaplin was een enorm voorstander van stomme films. De film *City Lights* werd in de tijd gemaakt toen films met dialoog al populair begonnen te worden. Toch wilde Chaplin het bij stomme films houden, hij vond dat de dialogen in de films van slechte geluidskwaliteit en soms zelfs onverststaanbaar waren. In *City Lights* laat hij in de openingsscène al de dialoog van politici vervangen door geluiden gemaakt met een kazoe. Dit is deels satire op de politici tijdens de Grote Depressie alsmede spot op de dialoogfilms waarin het geluid inderdaad zo slecht was dat het net zo goed door het geluid van een kazoe vervangen kon worden. Pas dertien jaar na het begin van de dialoogfilm maakte Chaplin zijn eerste echte dialoogfilm, *The Great Dictator* (1940). De productie van de film begon al in 1937, dit was twee jaar voor het begin van de Tweede Wereldoorlog. De film was een parodie op zowel Hitler als Mussolini.

Naast *The Great Dictator* heeft Chaplin in de jaren '30 en '40 nog meer politiek getinte films gemaakt. Zijn films werden niet overal met open armen ontvangen; vooral zijn kijk op het kapitalisme in de film *Monsieur Verdoux* (1947) werd in Amerika niet goed ontvangen. Tijdens het anti-communisme in Amerika werd Chaplin zelfs zo onder druk gezet dat hij na een bezoek in Europa besloot om daar te blijven. Hij verhuisde toen naar Vevey in Zwitserland en bleef daar wonen tot aan zijn dood. Hij is één keer terug geweest in Amerika om een Oscar te ontvangen. Hij kreeg een warm welkom en een vijf minuten durende staande ovatie.

Chaplin in de prijzen

Chaplin heeft de Oscar dubbel en dwars verdiend. De Oscars waren altijd bedoeld om echt goede kunst te onderscheiden, en Chaplin was een goede kunstenaar. Net als een schilder die zichzelf op zijn zolder opsluit en doek voor doek beschildert totdat hij tevreden is, zo heeft Chaplin rol voor rol vol gefilmd, totdat hij het shot had dat hij nodig had. Zijn perfectionistische instelling heeft ervoor gezorgd dat zijn films, zonder dialoog, toch het verhaal vertellen dat hij wilde vertellen. Van de scène met de blinde vrouw die overtuigd is dat ze een bloem aan een rijke man verkoopt tot de scène

Oona O'Neill



in *The Kid* (1921) waarin een weeskind dat door The Tramp is opgevoed, van hem wordt afgepakt. Hij wist alles, maar dan ook alles, uit zijn acteurs te halen. Hij wist elke scène tegelijkertijd grappig en charmant te maken. Van de roltrapscène tot de scène in *The Gold Rush* waarin The Tramp een schoen moet opeten en het lekker moet vinden. Hij wist meer uit zijn films te halen dan andere regisseurs. Zo kreeg hij meer mensen aan het lachen dan wie dan ook en hierdoor blijft de man met de hoed, het stokje en het snorretje bij veel mensen in gedachten als de man die de film tot dé kunstvorm van de twintigste eeuw maakte. •

De vrouwen achter de man

Voor Chaplin ging het vinden van de ware niet vanzelf. In zijn grote zoektocht naar haar is Chaplin in totaal vier keer getrouwd geweest. Het begon allemaal toen hij negentien jaar oud was.

In 1908, toen Chaplin nog in het variététheater in Londen werkte, ontmoette hij de zestien jaar oude Hetty Kelly. Er wordt gezegd dat Chaplin meteen verliefd werd op haar. Helaas zag Hetty niets in hem en was het na een paar dates snel afgelopen. Toch heeft Chaplin haar nooit kunnen vergeten en een van de slechtste dagen in zijn leven was toen hij hoorde dat Hetty, nadat ze met iemand anders getrouwd was, in 1918 aan influenza was gestorven tijdens een griep epidemie in Londen.

Chaplins tweede romance was met Edna Purviance. Edna is van 1915 tot en met 1923 de hoofdrolspeelster in Chaplins films geweest en heeft in ongeveer dertig films van hem gespeeld. Hoewel Edna en Charlie heel goede vrienden waren (en bleven), bleef het daar helaas bij en in 1918 werd duidelijk dat het nooit iets zou worden.

Sterker nog, in het voorjaar van datzelfde jaar ontmoette Chaplin de zestien jaar oude Mildred Harris met wie hij in oktober van datzelfde jaar in het huwelijksbootje stapte. Het huwelijk was van korte duur. Nadat hun eerste kind, Norman, drie dagen na de geboorte overleed, ging het slecht met hun huwelijk en in november 1920 scheidden ze. Er wordt gezegd dat de

dood van zijn zoon Chaplin ertoe heeft geïnspireerd om de film *The Kid* te maken.

Op de set van *The Kid* ontmoette Charlie Lita Grey. Drie jaar later, tijdens de opnamen van *The Gold Rush*, kwamen ze elkaar weer tegen, ontstond er een romance en trouwden ze. Lita was de hoofdrolspeelster van de film, maar toen ze zwanger werd, werd zij vervangen door Georgia Hale. Chaplin en Lita kregen twee kinderen, maar hun huwelijk was het zwaarste van alle vier de huwelijken van Chaplin en in 1927 scheidden ze.

Paulette Juliet Goddard, de hoofdrolspeelster in de films *Modern Times* (1936) en *The Great Dictator* (1940) had tijdens het schieten van *Modern Times* ook een relatie met Chaplin. Sterker nog, Chaplin en Paulette kondigden in 1940 aan dat ze stiekem al in 1936 getrouwd waren. Er zijn echter geen officiële papieren van hun huwelijk en de vraag is ook of het niet een publiciteitsstunt was. In 1942 zouden ze ook zogenaamd gescheiden zijn.

Na drie korte huwelijken leek Chaplin nog steeds niet de ware te hebben gevonden; Hetty had blijkbaar de lat heel hoog gelegd. Maar toen ontmoette Charlie de zeventien jaar oude Oona O'Neill. In 1943, toen Chaplin al 54 jaar oud was, trouwden ze. Ondanks het leeftijdsverschil werd dit huwelijk wel een succes. Ze kregen in totaal acht kinderen en bleven getrouwd tot aan de dood van Chaplin op 25 december 1977. Oona zelf stierf in 1991 aan alvleesklierkanker.

Het Antikytheramechanisme 's Werelds eerste computer

DOOR RIEN VAN DE WEYGAERT, NIELS BOS EN JAN-WILLEM PEL

In het najaar van 1900 schilde het kleine schip van kapitein Dimitrios Kontos en zijn sponsduikers nabij het eilandje Antikythera (gelegen tussen Kythera en Kreta) voor een storm. Nadat het was opgeklaard besloten de duikers een kijkje te nemen op de zeebodem. Daarbij stuitten zij op een ware schat...

Op zo'n 40 meter diepte vonden zij het wrak van een Romeins vrachtschip uit de eerste eeuw voor Christus. Zijn unieke bronzen en marmeren beelden, amforen én de dagelijkse gebruiksvoorwerpen markeerden het begin van de maritieme archeologie. Aan de hand van amforen en munten heeft men kunnen afleiden dat het schip onderweg was van de rijke havenstad Rhodos naar (waarschijnlijk) Rome.

Temidden van de kunstschatten viel een vormloos stuk brons, omgeven door wat hout en kalkafzettingen, niet echt op. Maandenlang lag voorwerp 15087 veronachtzaamd in een hoekje van het Nationaal Archeologisch Museum in Athene. Toen, doordat het hout intussen

was vermolmd, barstte de bekisting open. Een verbaasde medewerker merkte bij toeval iets op dat op tandwielen leek. Het geheel had iets van een klokwerk... heel vreemd. Volgens de heersende opvattingen beschikten de Grieken niet over metalen tandwielen. Het waren zeker indrukwekkende en geniale filosofen, maar hun technische en praktische prestaties spreken minder tot de verbeelding; complexe mechanische apparaten zouden niet tot hun mogelijkheden hebben behoord.

Meer dan honderd jaar na dato heeft nauwgezet onderzoek, ondersteund door steeds geavanceerdere technische hulpmiddelen, aan het licht gebracht dat we te maken hebben met een wonder van antieke techniek.



Figuur 1. Fragment A, het grote centrale zonnewiel, alsmede een aantal van de tandwielen. Dit is een belangrijk deel van de CPU van het mechanisme. Foto: Rien van de Weygaert, 2002.

Het tot Antikytheramechanisme gedoopte apparaat is hellenistische hightech dat alleen gemaakt kan zijn door mensen met een technische en mathematische kennis en kunde die de wereld niet gekend zou hebben tot 1500 jaar later.

De fragmenten

Het bronzen mechanisme was oorspronkelijk gevat in een houten bekisting met een afmeting in de orde van 31×19×10 cm. Het had metalen deuren aan de voor- en achterzijde, waarvan gedeelten nu vastgedrukt zitten op de fragmenten. De deuren waren volledig bedekt met sterrenkundige en technische teksten: een handleiding van het apparaat.

Hoewel men aanvankelijk een drietal grote fragmenten kende, heeft een systematische zoektocht door de kelders van het museum inmiddels 82 stukken opgeleverd. Het merendeel zijn kleine splinters. Een zevental is zo groot dat ze met een individuele letter worden aangeduid, A-G, waarvan de centrale en meest opvallende fragmenten A-C tentoongesteld staan in het museum. Bijna alle tandwielen worden in fragment A aangetroffen. De tandjes van de tandwielen zijn scherpe driehoekjes.

Het centrale tandwielhuis, opgebouwd rond het centrale zonnwiel met 224 tandjes, bevindt zich in fragment A (figuur 1). De indrukwekkende complexiteit uit zich het beste in dit fragment door de verscheidenheid aan zichtbare tandwielen en de aanwezige gaten, pinnen en pluggen. Aan de achterzijde van A vinden we een configuratie van grote en middelgrote tandwielen, wat de gelijkenis met onze moderne klokken extra versterkt.

Fragment C behoorde tot de voorzijde van het apparaat, en heeft een gedeelte van de wijzerplaat met twee concentrische ringen met een prachtig regelmatige schaalverdeling. De binnenste wijzerring is verdeeld in 12 stukken van 30° met de Griekse tekens voor de twaalf sterrenbeelden van de dierenriem (de zodiac). De buitenste ring is de kalenderring die de dag in het Sothische jaar aangaf (de Egyptische kalender). Dit jaar bestaat uit 12 maanden van 30 dagen, plus een extra van 5 dagen. De binnenzijde van het fragment is enkele jaren geleden geduid door Michael Wright van het

London Science Museum: het is hoogstwaarschijnlijk de verschoven centrale wijzerplaat met daarin een kanaalachtige uitsparing, uitmondend in een bolvormige holte die opent naar de voorzijde. Hierin paste een kogeltje, met een zilverkleurige en een donkere helft, dat de maanfase aangaf. Het is heel suggestief dat juist zoiets ook net is gevonden in de middeleeuwse Da Dondiklok.

Fragment B is een stuk van de achterzijde, wat opvalt door de vier of vijf concentrische ringen. Het is onderdeel van een complex van twee wijzerplaten, ieder omgeven door een in de vorm van een spiraal opgerolde schaalverdeling van vijf ringen (bovenste wijzerplaat) en vier ringen. Delen van de onderste spiraalschaalverdeling zijn te zien op andere fragmenten. Binnen de cirkel bevindt zich een kleine extra wijzerplaat waarvan in 2008 op röntgenscans werd ontdekt dat deze diende voor de aanduiding van de Panhellenische Spelen, waaronder de Olympische Spelen, en waarvan het tijdstip werd bepaald door de maanstand.

Onderzoek

Het onderzoek naar het Antikytheramechanisme wordt vooral gemarkeerd door de inspanningen van een drietal onderzoekers en onderzoeksgroepen. Derek de Solla Price deed baanbrekend werk in de jaren vijftig en zeventig, culminerend in zijn boek *Gears from the Greeks* (1974).

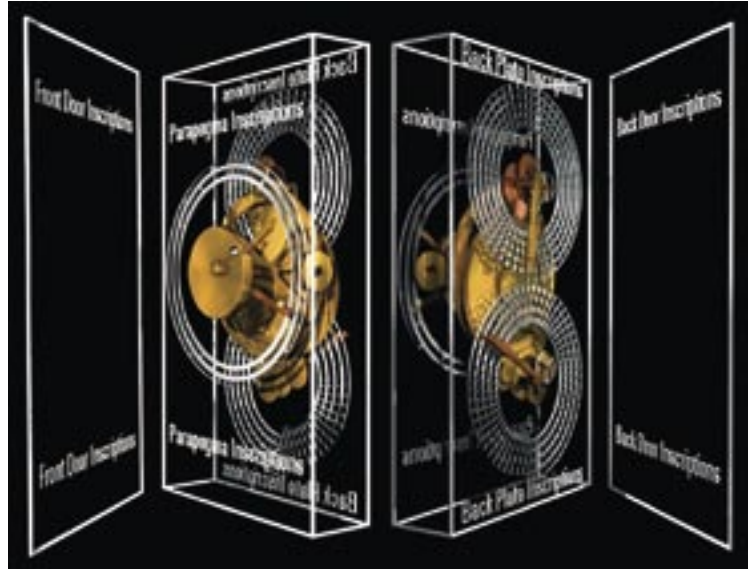
Een tweede ingrijpende studie is die door Michael Wright van het London Science Museum, die na nauwgezette bestudering van de door hem gemaakte röntgenopnamen een nauwgezette (koperen) reconstructie maakte, geheel gebaseerd op gereedschap beschikbaar in de klassieke oudheid.

Vooral sinds 2005 heeft het internationale onderzoeksteam van het Antikythera Mechanism Research Project (AMRP), onder leiding van de astronoom Mike Edmunds en wiskundige Tony Freeth, een grote en prominente impact gehad op het begrip van het Antikythera-instrument, met name gebruikmakend van state of the art röntgen-CT-scans en speciale oppervlakte *imaging* technieken.

Figuur 2. Een schematische reconstructie van het mechanisme, ter illustratie van de positie van de tandwielen, de wijzerplaten en de inscripties.

Fragment A zat aan de achterkant, fragment C aan de voorkant.

Figuur: T. Freeth et al. 2006, gepubliceerd met toestemming Nature.



Astronomisch uurwerk

In totaal heeft men in de Antikytherafragmenten dertig tandwielen gevonden, waarvan helaas slechts enkele intact. Met name de röntgenbeelden zijn cruciaal geweest om de afmeting en tandaantallen van de tandwielen te bepalen. Hoewel het mechanisme aanzienlijk is beschadigd en het grootste deel wellicht is verloren, blijkt uit de röntgenscans dat de oorspronkelijke ordening van de tandwielen goeddeels intact is. Hierdoor konden de onderzoekers een goede reconstructie maken die al gauw duidde op sterrenkundige fenomenen.

Wijzerplaat voorzijde

De centrale aandrijving van het Antikytheramechanisme is het grote gespaakte zonnewiel, duidelijk zichtbaar in fragment A. Het representeert het gemiddelde zonnjaar. Het werd aangedreven door te draaien aan een handvat, waarvan het bevestigingspunt nog zichtbaar is aan de zijkant.

Naast de zonnwijzer die dit wiel aandreef, was er ook een maanwijzer die de positie van de maan op de zodiacschaal aangaf. Een terugkoppeling vanuit een centraal

gelegen groep tandwielen, via een holle as, dreef de maanwijzer aan.

Wijzerplaat achterzijde, boven

Naast de centrale tandwielgroep bevat het interne tandwielhuis twee tandwielgroepen die gerelateerd zijn aan een van de wijzerplaten aan de achterzijde (figuur 2). De bovenste tandwielgroep en wijzerplaat behelzen de Metonische maandkalender. In een periode van negentien jaar zitten precies 235 synodische maanden en 254 siderische maanden. Een synodische maand is de tijd tussen twee identieke maanfasen, de siderische maand is het tijdsinterval waarin de maan weer precies dezelfde locatie ten opzichte van de sterren bereikt. Rond 500 voor Christus volgde de Babylonische kalender deze Metonische cyclus, maar pas sinds het laatste AMRP-onderzoek weten we dat ook de Grieken deze voor hun civiele kalenders gebruikten. Door nauwgezette tekstanalyse heeft men langs de vijf bogen van de Metonische spiraal de maandnamen kunnen invullen. Niet alleen de naam en volgorde van de maanden waren strikt gereguleerd, maar ook welke maanden 29 of 30 dagen hadden, en welk jaar een maand extra had en welke. Even verrassend was dat de maandnamen Corinthisch waren. Aangezien Corinthe zelf in 143 voor Christus

door de Romeinen was verwoest, lijkt het erop dat het mechanisme uit de belangrijkste kolonie Syracuse komt: de woonplaats van Archimedes...

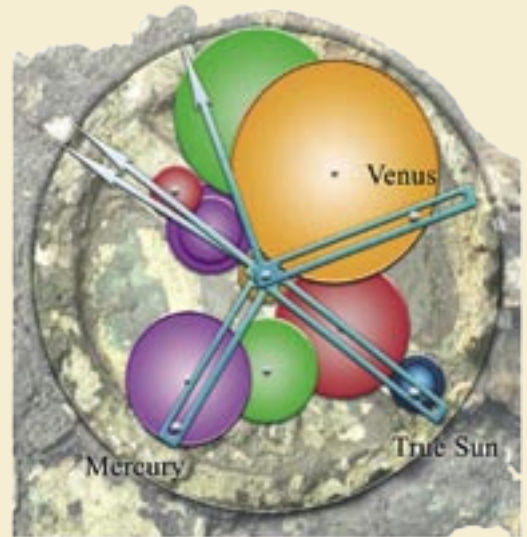
Wijzerplaat achterzijde, onder

De onderste groep tandwielen is nu definitief geïdentificeerd met de Saroscyclus, de periode waarover zich identieke maan- en zonsverduisteringen zich weer herhalen. Deze periode van 18 jaar (18 jaar, 11 dagen en 8 uur) van 223 synodische maanden telt ook 242 draconische maanden en 239 anomalistische maanden. De draconische maand is de tijd tussen het passeren van de maan door de klimmende of dalende knoop van zijn baan met het vlak van de ecliptica, het vlak van de aardbaan rond de zon. Een zonsverduistering treedt op als dit samenvalt met Nieuwe Maan, een maansverduistering als dit samenvalt met Volle Maan.

Ook de anomalistische maand is van belang: het is de periode waarover de schijnbare diameter van de maan varieert (tengevolge van zijn elliptische baan) en bepaalt de duur van een maan- en zonsverduistering, en zelfs of deze eventueel ringvormig is. Na een volledige Sarosperiode zal een volgende eclips acht uur later op de dag plaatsvinden, zodat deze na drie Sarosperioden op precies hetzelfde tijdstip zal optreden. Deze periode van 54 jaar heet de Exeligmos-periode, en is ook te vinden in het Antikytheramechanisme: op de achterzijde van fragment A heeft men de afdruk gevonden van een kleine wijzerplaat binnen de grote wijzerplaat, ingedeeld in drie segmenten voor de drie Saroscycli. Op de vier ringen van de grote wijzerplaat heeft men intussen 51 tekens kunnen identificeren, voor de maanden waarin er een maans- of zonsverduistering is geweest.

Maan-epicycle: het pin-slot mechanisme en Hipparcus

Hoewel De Solla Price speculeerde dat het mechanisme een differentieel had om het verschil tussen aantallen synodische en siderische maancycli uit te rekenen, weersprekt de studie van Wright en AMRP dit. Wel heeft men met röntgen-CT-scans iets verbazingwekkers ontdekt: in het hart van het tandwielmechanisme heeft tandwiel k_1 op tweederde van zijn straal een pinnetje

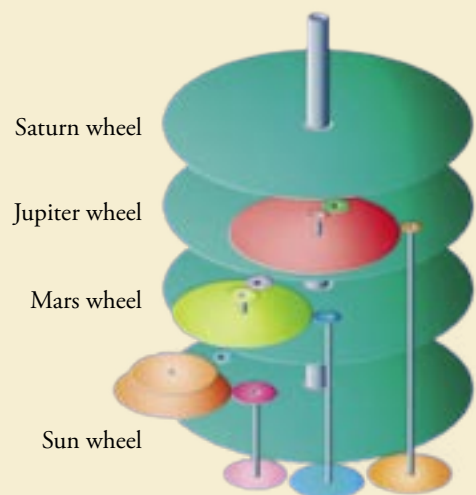


Hypothetische reconstructie van het tandwielhuis voor de vijf bekende planeten.

Boven: face-on view van het centrale wiel met daarop de epicycle-tandwielen voor Venus, Mercurius en de Ware Zon, met bijbehorende stangen verbonden aan de wijzers, die de positie van planeten ten opzichte van de dierenriem en in de tijd weergaven.

Onder: dieptetekening van het volledige tandwielhuis, met naast het centrale wiel de bijbehorende platen met epicycle tandwielen voor Mars, Jupiter en Saturnus.

Reconstructie: Niels Bos



dat in een gleufje van het even grote tandwiel k_2 steekt: een pin-slot spirograaf! Dit resulteert in een bijna elliptische beweging van k_2 . Dit is niets minder dan de mechanische representatie van de epicyclotheorie van Hipparchus voor de maanbaan. Hipparchus die tot zijn dood in 120 voor Christus op Rhodos werkte – nagenoeg het geschatte productiejaar van de Antikytheracomputer. Zou de oude man zelf betrokken zijn geweest bij het apparaat? Het is een sensationele gedachte!

Een Antikytheraplanetarium?

Nu men de bestaande fragmenten goed heeft kunnen doorgronden, en heeft kunnen zien dat het Antikytheramechanisme een geavanceerde astronomische computer is om de posities van maan en zon te berekenen, kan men zich ook afvragen of het misschien niet meer geweest is, zoals een planetarium dat ook de positie van de vijf toen bekende planeten berekende. Tot nu toe heeft men daar nog geen directe aanwijzing voor kunnen vinden.

Michael Wright is de grootste voorstander van deze veronderstelling. Zijn prachtige reconstructie van het Antikytheramechanisme als planetarium heeft op de wijzerplaat aan de voorzijde wijzers van de vijf planeten lopen. In Groningen hebben wij in een recente studie een systematische wiskundige analyse uitgevoerd van alle mogelijke tandwielcombinaties en constructies die binnen de afmetingen van het apparaat het planetenstelsel zouden hebben kunnen simuleren.

De belangrijkste complicatie is dat de planeten aan de hemel zich kenmerken door hun grillige banen: met steeds veranderende snelheid bewegen ze zich op en neer ten opzichte van de sterren aan de hemel. In het heliocentrische beeld is dit eenvoudig te begrijpen als een projectie-effect doordat de planeten met een andere snelheid dan de aarde hun baan rond de zon doorlopen. Maar hoe valt dit te representeren in een geocentrisch heelal? Dit kan worden bewerkstelligd door epicyclo-tandwielen: men laat een tandwiel draaien op een ander ronddraaiend wiel. In het geval van ons zonnestelsel laat men een planeetwiel draaien op het zonniewiel, of een daaraan gerelateerd wiel (zie kader op voorgaande

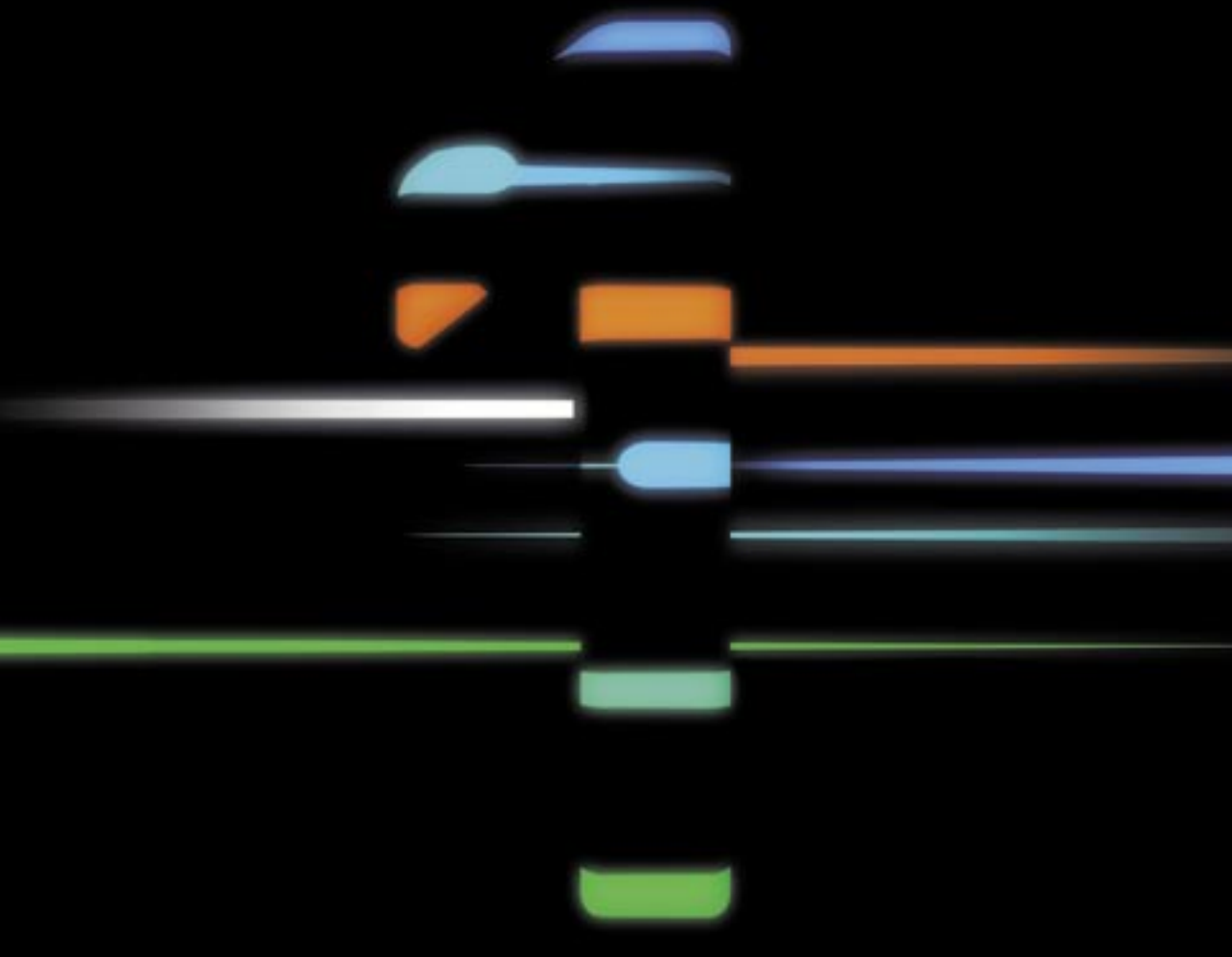
pagina). Dit is een prachtige mechanische representatie van de epicyclus theorie van Apollonius van Perga en Hipparchus. De planeetpositie wordt hierbij gevolgd door een met het tandwiel ronddraaiend pinnetje. Dit wordt vervolgens door een verbindingstang doorgegeven aan de wijzer die is verbonden aan de centrale as.

Conclusies en historische implicaties

De studie van het Antikytheramechanisme is een prachtig voorbeeld van multidisciplinair onderzoek. Op basis van een unieke samenwerking tussen geschiedkundigen, archeologen, astronomen, wiskundigen, natuurkundigen, scheikundigen, materiaaldeskundigen en technici heeft men een verbluffend inzicht gekregen in de werking van dit 2000 jaar oude staaltje hightech. Het is voorgoed aan de vergetelheid onttrokken en erkend als een van de belangrijkste erfstukken uit de Klassieke Oudheid.

Maar wat zegt het bestaan van het mechanisme over de ontwikkeling van de wetenschap in de oudheid, over het wereldbeeld van die tijd én over het typisch westerse vooruitgangsoptimisme? Waarom is deze kennis verloren gegaan? Of is ze niet verloren gegaan? Is er wellicht een directe relatie met de klokken die plotseling opdoken in de Middeleeuwen? Goed beschouwd zal het eenieder zijn opgevallen dat het zonniewiel toch wel een erg bepalende en centrale rol speelt. Als het inderdaad een planetarium is geweest, kan het dan een geleerde uit deze geavanceerde Hellenistische wetenschappelijke wereld zijn ontgaan dat wat mechanisch goed werkt, een “heliocentrisch” mechanisme, ook meer voor de hand ligt in de werkelijke kosmos? Gunt het Antikytheramechanisme ons een blik op de denkwereld van onze Hellenistische voorgangers?

Eindigend met de woorden van Mike Edmunds, astronoom en PI van het Antikythera Mechanism Research Project: “This device is just extraordinary, the only thing of its kind. The design is beautiful, the astronomy is exactly right. The way the mechanics are designed just makes your jaw drop. Whoever has done this has done it extremely carefully ... in terms of historic and scarcity value, I have to regard this mechanism as being more valuable than the Mona Lisa.” •



OP WEG NAAR NUMMER 1

Wij willen het beste en meest gevraagde IT-consulting bedrijf zijn. Om dit waar te kunnen maken zijn wij voortdurend op zoek naar gedreven young professionals met een passie voor IT. Wil jij de top van het bedrijfsleven helpen excelleren? En samen met ons nummer 1 worden? Kijk dan op onze site naar de mogelijkheden.

Getronics
Consulting

a KPN company

GetronicsConsulting.com

To gauge or not to gauge

DOOR ROEL ANDRINGA

Ijktheorieën (*gauge theories*) spelen een bijzonder prominente rol in de moderne natuurkunde, hoewel dat niet altijd gelijk duidelijk zal zijn als de leergierige eerstejaars er voor het eerst mee in aanraking komt bij een vak over elektromagnetisme. Het principe blijkt heel algemeen toepasbaar te zijn. Mocht je het standaardmodel goed willen begrijpen, dan is een goed begrip van ijktheorieën cruciaal! Vandaar dat er in dit artikel een poging gedaan zal worden om de curieuze geschiedenis en de essentie van dit ijktprincipe uit de doeken te doen.

Het verhaal begint bij de Maxwellvergelijkingen, die rond 1860 worden opgeschreven¹ en het elektromagnetisme beschrijven. Uit deze vergelijkingen blijkt dat elektrische en magnetische velden geünificeerd kunnen worden in één veld: het elektromagnetische veld. Zaken die eeuwenlang als twee verschillende verschijnselen werden gezien, bleken slechts verschillende manifestaties van hetzelfde verschijnsel te zijn!

Wiskundig blijkt dat je net kunt doen alsof er een soort van hulpveld ten grondslag ligt aan dit elektromagnetisch veld. Dit hulpveld noemen we de ijktpotential A . Deze A heeft echter een ietwat aparte eigenschap: als we van een elektromagnetisch veld uitrekenen wat A is, en we 'ijken' A met een afgeleide van een willekeurige functie $f(x, t)$, dan krijgen we *exact* hetzelfde elektromagnetische veld terug! Zo'n ijking van A noem je een ijkttransformatie, wat in kort-door-de-bocht notatie geschreven kan worden als

$$A \rightarrow A' = A + \partial f(x, t) \quad (1)$$

A en A' geven dezelfde elektromagnetische interacties. Voor een gegeven elektromagnetisch veld kun je zo dus oneindig veel ijktpotentialen bedenken ('ijkvrijheid'). Je blijkt simpelweg te veel vrijheidsgraden in je theorie te hebben, om een elektromagnetisch veld eenduidig met A te beschrijven.

Dat kan je doen laten geloven dat zo'n ijkveld slechts een wiskundig hulpmiddel is, en dat geloofden veel

fysici dan eerst ook. Zoals de negentiende-eeuwse natuurkundige Heaviside het stelde:

"De natuurkunde zou gezuiverd moeten worden van troep als ijktpotentialen; alleen het elektrische en magnetische veld zijn fysisch!"^[1]

Een prachtig voorbeeld van hoe een grote geest het heel erg mis kan hebben. Op dit moment zou een kwaadaardig lachje op de achtergrond dan ook bepaald niet misstaan.

QED

Vanaf het einde van de twintiger jaren van de vorige eeuw probeerden fysici als Feynman (figuur 1), Dyson en Tomonaga de elektromagnetische interacties zowel kwantummechanisch als relativistisch te beschrijven. Deze theorie wordt *Quantum Electrodynamics* genoemd, oftewel QED. Hoezeer ze ook hun best deden, het bleek dat ze niet om die ijktpotential heen konden als ze de theorie wilden opschrijven. Tot op heden heeft niemand QED kunnen formuleren zonder expliciet gebruik te maken van die ijktpotential, dus misschien is dit een aardig idee voor een bachelorscriptie. Of een Nobelprijs.

Eén reden hiervoor is dat de relativiteitstheorie van Einstein van je eist dat je je theorie in termen van vierdimensionale grootheden definieert, zodat je mooi kunt zeggen hoe deze grootheden veranderen als je van de ene naar de andere waarnemer in de ruimte-tijd huft.

1. De controverse rond de naamgeving van deze vergelijkingen wordt even in het midden gelaten, want daar schijnt nogal wat over gereld te zijn.
2. Met 'theorie' wordt in dit geval eigenlijk 'actie' bedoeld. Fysici leiden de bewegingsvergelijkingen van veel theorieën af door een zogenaamde



Figuur 1. Richard Feynman

Ruimte-tijd is immers vierdimensionaal. Het elektrische en magnetische veld zijn beide driedimensionale vectorvelden, maar de ijkpotentiaal kun je wel heel mooi vierdimensionaal opschrijven als de viervector A . Dit blijkt ook de reden te zijn voor die ijkvrijheid; een foton heeft bijvoorbeeld slechts twee onafhankelijke polarisatietoestanden, maar je wilt het relativistisch met de 4-vector A beschrijven. Zo heb je dan $4 - 2 = 2$ componenten in A waar geen relevante fysica kan zitten.

Kennelijk was die ijkpotentiaal toch fysischer dan Heaviside wilde geloven, al heeft hij de ontwikkeling van QED niet meer mogen meemaken; hij stierf in 1925. Bovendien toonden Aharanov en Bohm in 1959 aan dat A kwantumfysisch meetbare invloeden heeft. Een paar jaar voor Heavisides dood probeerde Hermann Weyl het elektromagnetisme en de algemene relativiteitstheorie van Einstein te unificeren met behulp van

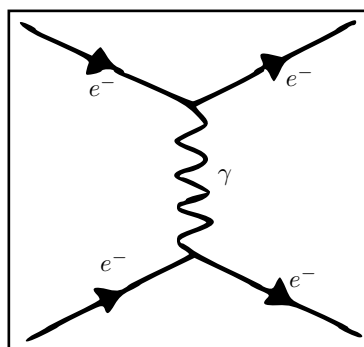
actie op te schrijven en vervolgens te minimaliseren. Deze actie is een functionaal van al je fysische velden, en het extremum van deze functionaal bepaalt je bewegingsvergelijkingen. Deze functionaal wordt opgeschreven als een integraal over de ruimte-tijd, en is voor alle waarnemers gelijk.

iets wat hij ‘Eichinvarianz’ noemde: de eerste theorie waarin bewust ijkinvariantie was opgenomen. Hij postuleerde kort gezegd dat zwaartekracht ijkinvariant was, zoals A , en keek of deze nieuwe symmetrie de unificatie teweeg kon brengen.^[3] Zijn theorie bleek niet te werken, maar een idee was geboren.

Komt tijd, komt creativiteit

QED bevat symmetrieën, zoals zoveel theorieën. De theorie beschrijft onder andere de interactie tussen elektronen en elektromagnetische velden. De deeltjes die het elektromagnetische veld genereren zijn fotonen, en dit fotonveld kan worden beschreven met de ijkpotentiaal A . De golf functies van de elektronen noemen we voor het gemak ψ . De elektrische afstoting tussen twee elektronen bijvoorbeeld wordt dan beschreven alsof beide elektronen constant fotonen uit zitten te wisselen (zie figuur 2).

Een belangrijke vraag is nu: als ik mijn theorie² van een vrij elektromagnetisch veld en van vrije elektronen opschrijf, hoe kan ik dan op simpele wijze de elektromagnetische interactie tussen elektronen bepalen? Het ijkprincipe blijkt verrassend genoeg hier een heel elegant antwoord op te geven. Als je naar de theorie van de fotonen kijkt, dan weet je intussen dat er een ijksym-



Figuur 2. Twee elektronen e^- die elkaar via een foton γ afstoten. Ruimte zit hierbij op de horizontale as en tijd op de verticale.

metrie aanwezig is. En het vraagt geen Oxford-diploma van je (hooguit een paar colleges van het bijzonder mooie vak ‘relativistische kwantumfysica’) om in te zien dat als je de golf functie van je elektronen met een constante fase α roteert, er niets aan je vrije theorie van je elektronen verandert. Zo’n rotatie ziet er dan uit als

$$\psi \rightarrow \psi' = e^{i\alpha} \psi \quad (2)$$

Deze transformatie noem je *globaal*, omdat α over de hele ruimte-tijd hetzelfde is. In totaal heeft je vrije theorie dus de ijk-invariantie van A en de globale rotatiesymmetrie van ψ .

In een vlaag van creativiteit besluit je die fase α niet meer constant te nemen, maar net als die ijkfunctie $f(x, t)$ in (1). Je zet $\alpha(x, t) = f(x, t)$. De fase mag zo door de hele ruimte-tijd variëren. Vervolgens werk je uit wat er gebeurt als je stelt dat dit ook een ijk-symmetrie van je theorie is. Anders gezegd: je eist een lokale symmetrie van zowel A als ψ . De vraag is dan natuurlijk of de natuur ook daadwerkelijk de lokale ijk-symmetrie respecteert.

Als er nu alleen maar velden in je theorie voorkwamen, is het probleem eenvoudig; je theorie blijkt dan triviaal invariant te zijn onder die lokale transformaties. Maar om kinematica te beschrijven, heb je ook de afgeleiden van die velden nodig. Deze lijken op het eerste gezicht roet in het eten te gooien. Afgeleiden vertellen je immers om twee grootheden te bepalen die een infinitesimaal stukje uit elkaar liggen in de ruimte-tijd, en op deze twee verschillende punten kunnen je velden op willekeurige wijze geroteerd worden met $e^{i\alpha(x,t)}$. Aangezien je geen idee hebt hoe je dergelijke velden met elkaar moet vergelijken, weet je niet hoe je afgeleiden zich gedragen onder zo’n transformatie. Hiervoor moet je een extra structuur aanbrengen. Maar je bent vastberaden: je wilt per se weten wat die lokale symmetrie impliceert. Dus introduceer je zo’n extra structuur: een hulpveld Γ . Je voegt Γ toe aan je afgeleide en eist dat deze nieuwe afgeleide $D\psi$ op dezelfde manier transformeert onder de lokale transformaties als ψ zelf; dat garandeert je invariantie. Zo’n

afgeleide D kun je met kort-door-de-bocht notatie ook opschrijven als

$$D\psi = \partial\psi + \Gamma\psi \quad (3)$$

en onder een rotatie eis je dat

$$D\psi \rightarrow (D\psi)' = e^{i\alpha(x,t)} D\psi \quad (4)$$

Deze conditie bepaalt dan hoe Γ transformeert onder de rotatie $\alpha(x, t)$.

Lo and behold!

Het hulpveld Γ noemen wiskundigen een connectie, want het vertelt je in dit geval hoe de golf functies met lokale symmetrie op verschillende punten in de ruimte-tijd kunt vergelijken: het geeft een ‘connectie’ tussen deze golf functies. Γ koppelt aan je golf functie ψ van het elektron, wat je in uitdrukking (3) ziet. Nu is de vraag voor de koelkast: “Hoe transformeert Γ ?” Als je dat uitwerkt, zie je iets prachtigs verschijnen: om de hele theorie invariant te houden³ onder lokale transformaties moet Γ een ijktransformatie ondergaan zoals je bij je ijkpotentiaal A zou doen! Met andere woorden:

De eis dat je theorie invariant is onder de lokale symmetrie in plaats van een globale symmetrie, introduceert de elektromagnetische interactie.

Die connectie die je introduceert, is dus niks anders dan de ijkpotentiaal, oftewel je krachtveld! Dit is een compleet nieuwe manier om tegen krachten aan te kijken: krachten zijn het gevolg van lokale symmetriën. Dit is niet de enige manier om die elektromagnetische interactie te introduceren; je kunt het ook via een principe genaamd ‘minimale koppeling’ doen, en daar blijkt precies dezelfde interactieterm uit te rollen. Maar deze aanpak is veel algemener. De natuurlijke vraag die dan opkomt, is: werkt dit ook voor andere krachten?

Omdat het schuingedrukte hierboven eigenlijk de moraal van dit artikel is, wordt het pad er naar toe nog even samengevat:

3. Ook hier weer: je kunt dit lezen als “om de actie invariant te houden onder lokale transformaties”.

- Je hebt een vrij elektromagnetisch veld en vrije elektronen, en bent benieuwd naar de interactie tussen deze twee.
- Dan merk je, naast de ijsymmetrie van A , nog een globale symmetrie op voor ψ in je vrije theorie.
- Je promoveert deze symmetrie naar een lokale symmetrie: $\alpha \rightarrow \alpha(x, t) = f(x, t)$
- Hiervoor eist de theorie dat je een connectie Γ introduceert in de afgeleiden $\partial\psi$ in je theorie.
- De invariantie van je theorie stelt dat Γ een ijktransformatie moet ondergaan bij een ijking en dus geïnterpreteerd kan worden als je krachtveld.
- En hiermee kun je Γ met A identificeren.

Merk op dat het ijkprincipe niet het bestaan van de ijkpotentiaal A voorspelt of iets dergelijks; het vrije elektromagnetische veld, zonder interacties, had je immers allang in je theorie opgenomen. Het induceert alleen de interactietermen op een elegante en algemene manier.

Voordat mensen gaan denken dat dit alles slechts aardig gegoochel met wat wiskunde is: QED kan op pak 'm beet tien cijfers achter de komma nauwkeurig elektromagnetische interacties op atomair niveau beschrijven! Kennelijk is dit symmetriepincipe dus heel vruchtbaar.

Het ijkprincipe revisited

Het standaardmodel bevat naast de elektromagnetische kracht ook nog twee andere krachten. Dit zijn de zogenaamde zwakke en sterke kernkracht. Ze beschrijven ruwweg respectievelijk radioactief verval en hoe protonen en neutronen in atoomkernen bij elkaar worden gehouden. Het idee is nu om deze twee krachten ook te beschrijven met ijkvelden. Dat blijkt iets lastiger te zijn dan in het elektromagnetische geval.

De ijktransformaties van QED vormen de zogenaamde $U(1)$ groep: een ééndimensionale unitaire transformatie. Wat fysici vervolgens probeerden, was een

soort van ‘uitbreiding van de Maxwellvergelijkingen’ te nemen en het ijkprincipe weer toe te passen, maar dan met algemenere groepen. Chen Ning Yang en Robert Mills hebben dit voor het eerst opgeschreven in 1954. Hiervoor blijf je zogenaamde $SU(N)$ symmetrietransformaties voor nodig te hebben: $N \times N$ ‘Special Unitary’ matrices, waarbij ‘special’ slaat op het feit dat deze matrices determinant 1 hebben; dat heet dan bijzonder te zijn. De reden dat dit ingewikkeldere theorieën oplevert, is omdat de elementen uit deze groepen niet meer commuteren, wat in het elektromagnetische geval $U(1)$ wel zo was. Yang schijnt het idee om het ijkprincipe voor deze zogenaamde niet-Abelse symmetriegroepen toe te passen als student al te hebben gehad, maar het heeft even geduurd voordat hij ook serieus met het idee aan de gang ging.^[1] Deze ijktheorie voor niet-Abelse groepen heet de Yang-Mills theorie, en vormt de basis voor het standaardmodel. Uit een boel rekenwerk bleek welke groepen nodig waren voor de zwakke en sterke kernkracht.

Het standaardmodel is de afgelopen decennia uitvoerig getest met behulp van deeltjesversnellers, en blijkt een erg nauwkeurige beschrijving te geven van de elementaire deeltjes. Tevens heeft de theorie verscheidene deeltjes voorspeld, waarvan de meeste nu gevonden zijn. Een waar succesverhaal dus!

Waarden kun je leren

Het mag duidelijk zijn dat het ijkprincipe een fundamentele rol speelt in de moderne natuurkunde. Om de rol van ijktheorieën in de fysica wiskundig beter te begrijpen, heb je wat kennis van differentiaalgeometrie en zogenaamde *fibrebundels*, door taalpuristen ook wel ‘vezelbundels’ genoemd, nodig.^[2]

De auteur hoopt in elk geval dat de lezer een kleine blik heeft kunnen werpen op het wonderlijke principe van ijktheorieën en de belangrijke rol van symmetrieën in de fysica een klein beetje meer weet te waarderen. •

Referenties:

1. A. Zee, *Quantum field theory in a nutshell*
2. M. Nakahara, *Geometry, topology and physics*
3. I. J. R. Aitchison, *An informal introduction to gauge field theories*
4. Figuur 1: www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/photos/2005/feynman-300.jpg
5. Figuur 2: www.ipod.org.uk/reality/reality_small_world.asp

DySI

DOOR MARK IJBEMA EN ERIK WEITENBERG

De NS vervoert per dag meer dan een miljoen reizigers verdeeld over zo'n 4500 treinritten. Niet zo raar dus dat die treinen slijten. Gelukkig pleegt NedTrain geregeld onderhoud aan de treinen. Zij doet dit door elke paar weken het onderhoud te plannen, maar is dat nou wel de handigste strategie? Het jonge noordelijke bedrijf DySI denkt van niet.

Sommige treinen zullen snel stuk gaan, andere langzaam. NedTrain heeft natuurlijk wel onderzocht of ze makkelijk kan nagaan of een treinmotor onderhoud nodig heeft, maar na meerdere pogingen kon ze onvoldoende symptomen ontdekken die er duidelijk op wijzen dat een trein bijna kapot gaat.

Problemen oplossen

Omdat zij er zelf niet uitkwam, heeft NedTrain aan DySI gevraagd haar te helpen met het analyseren van dit probleem. Om de treinen te analyseren heeft DySI een testtrein toegewezen gekregen waarop zij sensoren aan mocht brengen. Hiervoor heeft DySI alle mogelijke meetpunten in ogenschouw genomen, en de zeventig relevantste geselecteerd. Aangezien deze zeventig sensoren ook nog eens met 10 kHz worden gesampled, levert dit erg grote hoeveelheden data op. Deze worden opgeslagen in de trein en wekelijks overgezet naar een database.

Gezien de grote hoeveelheid is het natuurlijk ondoenlijk om deze data met de hand door te spitten. Het lastige is dat het probleem zelden een simpele oorzaak heeft, zoals een iets te hoge bovenleidingsspanning. Meestal gaat het om een redelijk ingewikkeld verband tussen meerdere factoren, waardoor je vaak überhaupt geen idee hebt waar je moet beginnen.

Om zulke verbanden te herkennen in de massa metingen gebruikt DySI *exploratory data analysis*. Dit houdt in dat je een programma loslaat op de data, waarna het met een aantal hypothesen over correlaties komt. Vervolgens kun je deze verder uitwerken naar een mooie hypothese over verbanden tussen bepaalde sensoren en de onderhoudsbehoefte van de trein. Naar deze hypothese moet natuurlijk wel kritisch gekeken worden, dat wil zeggen, zij moet natuurkundig gezien ook logisch en verklaarbaar zijn. Vervolgens moet gekeken worden of de verfijnde hypothese nog strookt met de meetgegevens.

De zo gevonden hypothesen kunnen vervolgens leiden tot diverse aanbevelingen. Zo zou het kunnen dat een trein nu elke vier weken wordt onderhouden terwijl dat helemaal niet nodig is, en dat eens in de acht weken zou kunnen volstaan. Of dat bepaalde treinstellen juist helemaal niet kunnen rijden onder sommige bovenleidingen. En als er een goede voorspeller wordt gevonden, kun je ook elke trein voorzien van enkele sensoren (ze zullen immers niet allemaal nodig zijn), en op basis van deze paar sensoren kun je bepalen wanneer het weer tijd is voor onderhoud.

Meet DySI

DySI is gespecialiseerd in het werken met intelligente sensorsystemen en het verwerken van de grote hoeveelheden data die deze opleveren. Daar waar andere



Sensortrein in onderhoud

bedrijven een opdracht zullen laten liggen omdat er te veel data te analyseren is, ziet DySI juist een uitdaging. Dit komt ook voort uit de achtergrond van de beide directeuren. Zij komen beiden van Astron, het instituut dat LOFAR ontwerpt en bouwt. Deze gigantische telescoop produceert gruwelijke hoeveelheden data die nutteloos zijn zonder een goed doordacht plan voor de analyse ervan. Zodoende zijn de heren goed onderlegd op het gebied van de efficiëntie van computerprogramma's.

DySI heeft ook klanten voor wie ze programma's aanpast zodat deze efficiënter draaien op de hardware die de klant ter beschikking heeft. Uiteraard gebruikt ze die kennis ook voor haar eigen analyses. Het programmerwerk gebeurt hoofdzakelijk in C++ (in deze taal zijn veel mogelijkheden om de hardware optimaal te benutten) en een enkele keer Fortran, tenzij de klant uitdrukkelijk om een andere taal vraagt.

Dit alles doet DySI met slechts vijf werknemers in een kantoor in Assen, onder wie een postdoc en een student natuurkunde en informatica. Het resultaat daarvan is dat iedereen van elkaar weet waar ze mee bezig zijn, wat hard nodig is om de nodige slimme ideeën te krijgen. Daarnaast heeft DySI zo een vrij directe lijn naar de nieuwste ontwikkelingen in haar vakgebied.

Water en wegen

Een trein is niet het enige dat geanalyseerd kan worden. Het Waterschap Hunze en Aa's is zeer geïnteresseerd in de stand van het oppervlakte- en grondwater, en de invloed die de mens (maar ook de natuur) hierop kan uitoefenen. DySI zal door het plaatsen van honderden sensoren in een groot gebied een model opzetten van het oppervlakte- en grondwater en onderzoeken hoe dit beïnvloed wordt door regen, rivierwater en menselijke activiteiten als landbouw. Hierbij is het belangrijk voor het waterschap dat er rekening gehouden wordt met alle belanghebbenden (landbouwers bijvoorbeeld).

Een ander project waar DySI zich mee bezighoudt, is het modelleren van het verkeer in Assen. Assen is erg geïnteresseerd in het precies in kaart brengen van de verkeersstromen, zodat wegen slim aangelegd en

gebruikt kunnen worden en verkeerslichten slimmer afgesteld. Om dat te kunnen doen, moet dus op zo veel mogelijk plaatsen precies bepaald worden wanneer er verkeer langs komt, en wat voor verkeer dat is. Vervolgens moet bedacht worden hoe de stad het verkeer kan regelen opdat er zo weinig mogelijk files zijn, het parkeren zo efficiënt mogelijk gebeurt, en de woonwijken en het centrum zo veel mogelijk worden ontzien. •

Werken bij DySI?

Anders dan een hoop andere bedrijven zoekt DySI niet alleen afgestudeerden, maar ook (en vooral) studenten. Kun je goed programmeren in C++, heb je affiniteit met natuurkunde en wil je een uitdagende bijbaan bij een hip bedrijf dat van dynamiek haar business heeft gemaakt? Dan is DySI misschien wel iets voor jou. Lijkt het je wat? Mail dan naar eugene@dysi.nl of kom langs op de lunchlezing van DySI op 19 maart.



Slapen is voor mietjes

DOOR CORINE MEINEMA, KIM VAN OOST EN ERIK WEITENBERG

Iedereen kent het wel. Het is twaalf uur 's avonds, je hebt over negen uur een enorm belangrijk tentamen en het grootste deel van het leerwerk is verdronken in de borrel van gisteravond. Om je schuldgevoel enigszins te blussen, pak je de boeken er nog maar even bij. Met een paar uurtjes noeste arbeid moet er nog wel een zesje uit te slepen zijn, toch?

Misschien heb je wel eens gehoord van het gezegde 'met de kippen op stok gaan'. Het stamt uit de tijd dat mensen nog in bedsteden sliepen en lazen bij kaarslicht. Omdat er toen geen TV of computer was om gezellig tot diep in de nacht voor te hangen, gingen mensen maar op bed als het donker werd.

Nu we al deze gemakken wel hebben, slapen we gemiddeld korter: in de afgelopen veertig jaar zijn we al een uur per nacht minder gaan slapen. Slaap wordt soms al opgevat als vrije tijd, en vrije tijd kun je ook gebruiken voor leukere zaken—slapen kan wel in het weekend, of als je dood bent. Maar is dat wel zo verstandig?

Wist je dat...

...Einstein beweerde tien uur slaap per dag te nemen? Blijkbaar is veel slaap toch wel goed voor je concentratie en natuurkundig inzicht.

...slaaponthouding kan leiden tot een verminderde productie van glucose, wat weer kan leiden tot diabetes? ^[1]

...een aantal mensen verwoede pogingen doet om zo lang mogelijk wakker te blijven? Het Guinness Book of World Records heeft het record geschrapt omdat ze vreesden dat mensen gevaarlijk weinig zouden gaan slapen om een record te vestigen.

...slapen fijn is?

...de redactie van de Periodiek geen aansprakelijkheid aanvaardt voor schade die je ervaart door alternatieve slaappatronen uit te proberen?

Hormonen

Je slaapbehoefte wordt voor een deel bepaald door de werking van hormonen en neurotransmitters (de moleculen die verantwoordelijk zijn voor signaaloverdracht binnen je zenuwstelsel). Het aminozuur tryptofaan wordt omgezet in serotonine, wat daarna gereduceerd wordt tot melatonine, een hormoon dat je slaapritme voor een groot deel bepaalt.

Deze reductie tot melatonine vindt met name 's nachts plaats, als het donker is. Een klein beetje licht – een beeldscherm bijvoorbeeld, of een lichtgevende wekker – kan er al toe leiden dat de melatonineproductie wordt stopgezet. Aan de andere kant heb je juist zonlicht nodig om serotonine te produceren, dus als je overdag niet buiten komt, krijg je nog sneller een melatonine-tekort.

Wanneer je chronisch te weinig slaapt, worden de hersenen minder gevoelig voor serotonine. Dit resulteert in symptomen lijkend op die van depressie: een tekort aan serotonine kan onder andere agressie, een slecht humeur, een verstoorde eetlust en een verstoord metabolisme tot gevolg hebben, en bovendien een verstoord slaapritme! Slaap missen leidt dus tot een onprettige vicieuze cirkel.

Slaap plannen

Daarnaast blijkt het inhalen van slaap in het weekend niet heel nuttig te zijn. Als je een week lang slecht slaapt, hebben je hersenen een week goed slapen nodig om weer een normale gevoeligheid voor serotonine te krijgen. Het resultaat is dat de gemiddelde Nederlander een flinke slaapschuld opbouwt, aan het gevoel van moeheid went en de schuld nooit meer aflost.

Dit is allemaal leuk en aardig, maar je wilt natuurlijk wel kunnen feesten. En hoe moet dat dan met al je andere hobby's, zoals sporten, muziek maken, computeren en TV kijken? Daarnaast hebben sommigen van ons ook nog een studie die af en toe wat tijd kost. Je merkt dus dat je over het algemeen een heel druk programma hebt dat eigenlijk ongeveer dertig uur per dag kost. Het enige wat je vergeet in te plannen, is slapen; dat doen we namelijk pas wanneer we met al onze andere, meestal leukere, dingen klaar zijn. Om toch gezond te leven moet je dus je slaap serieus inplannen.

Met andere woorden: leg deze perio nu onder je kussen en ga een lekker dutje doen! •

Referenties

1. Gottlieb DJ e.a., *Association of sleep time with diabetes mellitus and impaired glucose tolerance*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15851636>



2. R. Aarnout, *De wekker in jezelf*. <http://www.kennislink.nl/web/show?id=215462>

3. E. Veerman, *Bioklok reageert op slaapgebrek*. <http://www.kennislink.nl/web/show?id=104404>

4. V. Román, *Slaaptekort maakt depressief*. <http://www.kennislink.nl/web/show?id=164194>

5. V. Spoomaker, *Nederlanders slapen te weinig*. <http://www.kennislink.nl/web/show?id=148283>

6. S. Coren, *Sleep Deprivation, Psychosis and Mental Efficiency*. <http://www.psychiatrytimes.com/display/article/10168/54471>

7. P. L. Barry en Dr. T. Phillips, *NASA Naps*. http://science.nasa.gov/headlines/y2005/03jun_naps.htm

8. *Polyphasic sleep*. <http://polyphasic.sleep.info>

9. **Figuur boven:** <http://www.worldamazingrecords.com/2008/01/sleep-deprivation-guinness-world-record.html>

10. **Figuur onder:** <http://www.sul.stanford.edu/depts/spc/fuller/images/FA-1-20.gif>

Valsspelen

Sommige mensen proberen vals te spelen door gedurende de hele dag steeds korte dutjes te doen. Je kunt je voorstellen dat dit op veel verschillende manieren kan gebeuren. We zullen er een aantal uitpikken, die wel eens geprobeerd zijn door slaapavonturiers.

The Everyman's sleep schedule is een soort van overstapmethode: je hebt nog steeds een hoofdslaap 's nachts, maar hij is korter, en je heft het resulterende slaaptekort op door overdag dutjes te doen van maximaal een half uur. Het is volgens de beoefenaars relatief makkelijk om je aan te passen aan dit ritme, omdat je lichaam van nature gewend is aan één periode van slaap.

The Uberman's sleep schedule, zoals de naam al zegt, is bedoeld voor de bikkels onder ons. Je slaap bestaat puur uit een stuk of zes dutjes verspreid over de dag, elk van hoogstens een minuut of dertig. Een aantal mensen heeft dit geprobeerd, maar men geeft het meestal na een tijdje op omdat de rest van de wereld zich niet echt aan hun schema aanpast.

The Dymaxion sleep schedule, tot slot, houdt in dat je iedere zes uur een half uurtje slaapt. Dit schema

is een beetje legendarisch: het is maar één persoon (Buckminster Fuller, hieronder afgebeeld) gelukt dit vol te houden. Overigens kun je zelfs daar vraagtekens bij plaatsen, in sommige van zijn biografieën wordt namelijk gezegd dat hij stiekem tussendoor dutjes deed om het vol te kunnen houden. Wat ook eigenlijk wel begrijpelijk is.



Buckminster Fuller, ong. 1917

