

University of Groningen

## Quantum Universe: Quest to explain the Universe with Quantum Physics

Boer, Daniël; Onderwater, Gerco

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Final author's version (accepted by publisher, after peer review)

*Publication date:*

2015

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Boer, D., & Onderwater, G. (2015). Quantum Universe: Quest to explain the Universe with Quantum Physics. (1 ed.)

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

# perio\*diek

op regelmatige tijden terugkerend jaargang 2015 nummer 1



# Inhoud



## 24 A flashback on an intellectual exercise

Ga met De Hosson terug in de tijd van het natuurkundig onderwijs en kom erachter waarom vroeger alles beter was. Ontdek tevens welke uitdagingen het natuurkundig onderwijs in Groningen is tegengekomen in de bijna 40 jaar dat hij hier werkzaam is.



## 14 Welke vier krachten zijn er in het universum?

Hoe geef je leerlingen les zodat ze gemotiveerd en enthousiast beziggaan? In dit artikel legt hoogleraar onderwijskunde Klaas van Veen uit waarom je, als bèta, docent zou willen worden.

## In deze Periodiek

- 4 In het nieuws
- 6 Robocup
- 10 Koken: Eieren in kerriesaus
- 14 Welke vier krachten zijn er in het universum?
- 18 Breinwerk
- 20 Van het bestuur
- 21 Quantum Universe
- 24 A flashback on intellectual exercise

**Redactie** Derk Rouwhorst, Douwe Visser, Maike Jaspers, Klaas Hakvoort, Walewein Noordam en Martine Schroor.

**Scribenten** Christof Oost, Martine Schroor, Klaas van Veen, Martijn Oudshoorn, Daniël Boer, Gerco Onderwater, Jeff de Hosson

**Adverteerders** MICompany (p. 12 - 13), Philips (p. 31)

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

Oplage 1100 stuks

Druk Gildeprint

ISSN 1875-4546

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

## Van de redactie

**D**e afspraak morgen om 12.00 uur moet ik niet vergeten, dus dan moet ik direct na college de bus pakken, zodat ik net op tijd aankom. Dan kan ik in de bus nog even kijken naar die opdracht die de professor voorstelde. En dan moet ik straks nog even het college van morgen voorbereiden." Wat heb ik het eigenlijk druk, denk ik bij mezelf, als ik 's avonds laat bedenk wat ik morgen allemaal moet doen. Eigenlijk zou ik een keertje een agenda moeten gaan bijhouden.

Plannen, aan het begin van de week, dag, bepalen wat je allemaal gaat doen. Een moeilijk taak al zeg ik het zelf. Vaak plan ik mijn week zo in dat ik eigenlijk nooit mijn planning af kan krijgen. Dan zijn er ook nog de dingen die tussen-door komen die ook nog gedaan moeten worden. Het is niet gek

dat de universiteit zelfs cursussen geeft om te plannen (en om je vervolgens zelf aan de planning te houden).

Tijdens een volgeplande, hectische week moet je ook eens een stapje terug doen, even afstand nemen. Dan kun je bepalen wat er allemaal nog gebeuren moet, wanneer het af moet zijn en hoe belangrijk het is dat het gebeurt, zodat je dan op vrijdag tot de conclusie kan komen dat je afgelopen week enorm veel gedaan hebt en dat er voor maandag niet heel veel meer hoeft te gebeuren. Neem dan ook een keer een moment rust en denk om jezelf. Pak dan even deze *Periodiek* en lees op je gemak één van de prachtige artikelen. Dan kun je maandag weer met vol vertrouwen aan een nieuwe week beginnen!

— *Douwe Visser*



# In het nieuws

## Alternatief voor aluminium én titanium

Van aluminium, lithium, magnesium, scandium en titanium kun je een metaallegering maken die net zo licht is als aluminium, maar sterker dan titanium. Kwestie van entropie, schrijven onderzoekers uit Qatar en North Carolina in *Materials Research Letters*.

Dergelijke “high entropy alloys” zijn een hot item in de metallurgie. De truc is dat je niet van één element uitgaat waar je kleine hoeveelheden van de rest bij mengt, zoals bij klassieke metaallegeringen, maar van alle componenten ongeveer evenveel neemt. Die componenten worden dan als het ware gedwongen om samen in één kristalrooster te gaan zitten, dankzij de entropiewinst pakt dat energetisch gunstiger uit dan ontmengen en elk element de eigen kristalstructuur laten aannemen. Het helpt als alle betrokken atoomkernen ongeveer even groot zijn.

Eerder dit jaar liet Berkeley Lab al zien dat dit effect optreedt wanneer je chroom, mangaan, ijzer, kobalt en nikkel mengt. Nu blijkt het dus ook te werken met vijf lichtere elementen: 10 procent magnesium, 30 procent titanium en 20 procent van elk aluminium, lithium en scandium.

Het resultaat heeft een dichtheid van  $2,67 \text{ g/cm}^3$ , de hardheid doet denken aan die van keramiek, maar de legering is duidelijk minder bros. Nader onderzoek leerde dat het is opgebouwd uit één enkele fase, uitgesplitst in kubische

nanokristallen.

Het enige probleem met dit materiaal is voorlopig dat scandium een zeldzaam element is en daardoor onbetaalbaar. De andere vier componenten zijn wél goedkoop en er wordt nu gezocht naar iets dat het scandium kan vervangen.

C2W

## Restwarmte kan opbrengst blauwe-energiecentrale verdrievoudigen

Een blauwe-energiecentrale, die energie opwekt door zoet en zout water met elkaar te mengen, kan tot wel drie keer meer energie opleveren als we het zoete water eerst opwarmen. Dat blijkt uit nieuw onderzoek van de Universiteit Utrecht.

Op plekken waar zout en zoet water samenkomen, kun je energie opwekken. In zout water bevinden zich meer geladen zoutdeeltjes dan in zoet water. Als je zout en zoet water scheidt door een speciaal filter dat alleen positief of negatief geladen deeltjes doorlaat, ontstaat er een spanningsverschil. Dat spanningsverschil kan worden omgezet naar elektriciteit. Deze vorm van duurzame energie wordt blauwe energie genoemd.

Onderzoekers hebben nu ontdekt dat blauwe-energiecentrales vrij gemakkelijk veel meer energie op kunnen wekken dan gedacht door het zoete water op te warmen. “Als het zoete water voorafgaand aan de vermenging met zout water wordt verwarmd tot  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , kan er twee keer meer energie worden opge-

wekt,” vertelt onderzoeker René van Roij. “Wordt het zoete water tot  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  verwarmd, dan levert dit zelfs een verdrievoudiging op.”

Het opwarmen van het zoete water hoeft bovendien geen extra energie te kosten. “Door het water te verwarmen met restwarmte slaan we twee vliegen in één klap: blauwe-energie-installaties genereren meer schone en duurzame energie en industriële restwarmte krijgt een nuttige besteding,” vertelt onderzoeker Mathijs Janssen.

Het onderzoek heeft ook implicaties voor het omzetten van brak water in zoet drinkwater en zout afvalwater. “Onze theorie voorspelt dat het ontzilten van koud brak water een stuk goedkoper is dan dat van warm brak water,” stelt Van Roij.

scientias

## Voor het eerst antimaterie uit bliksem gemodelleerd

In hevige onweersbuien komen zulke hoge elektrische velden voor, dat er hoogenergetische straling, zoals röntgen- en gammastraling, kan worden opgewekt, er kan zelfs antimaterie ontstaan. De zeer complexe wisselwerking tussen hoge elektrische velden en deeltjes in onweersbuien was tot nu toe theoretisch niet goed beschreven. Christoph Köhn, promovendus van het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI), modelleerde en simuleerde deze processen op een nieuwe manier. In zijn onderzoek berekent hij onder andere voor het eerst hoe bliksem deeltjes kan cre-

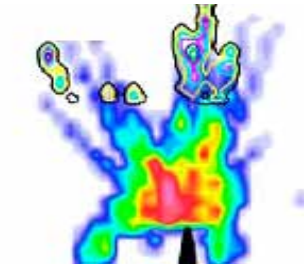
eren zoals positronen, neutronen en protonen.

Antimaterie die in sterke onweersbuien was ontstaan, werd in 2011 voor het eerst toevallig door een satelliet gedetecteerd. Die antimaterie bestond uit positronen, de antideeltjes van elektronen. Al eerder was vanuit satellieten en vliegtuigen het ontstaan gemeten van röntgen- en gammastraling bij bliksem. “Het is om verschillende redenen niet goed om boven onweer te vliegen, en deze straling is er een van,” aldus de promovendus. “We begrijpen nu dat bliksem een natuurlijke deeltjesversneller is. Toch hoeven mensen zich niet direct grote zorgen over de straling te maken, als er een heftige bliksemschicht recht op je afkomt, zijn er andere problemen om je over te bekommeren.”

Tijdens zijn onderzoek berekende de promovendus als een van de eersten kwantitatief hoe de productie van een veelheid aan deeltjes bij bliksem in zijn werk gaat. Zijn modellen en simulaties komen goed overeen met experimenten.

Köhn: “We modelleerden de productie en beweging van deze deeltjes met een techniek waarmee individuele deeltjes kunnen worden gevolgd. We gebruikten speciale wiskundige methodes en hebben nieuwe factoren aan de berekeningen toegevoegd. Het bijzondere van onze methode is dat hij niet alleen de elektronbeweging voor heel hoge of juist heel lage energieën beschrijft, maar ook voor het tussenliggende gebied. Wij laten daarmee bijvoorbeeld zien

dat er behoorlijk veel positronen met energieën van enkele MeV worden geproduceerd, die enkele kilometers boven hun bron kunnen worden gemeten. Dus als je de volgende keer bliksem ziet, kun je op je vingers natellen dat er ook antimaterie ontstaat.”



CWI

### Wereldrecord “grootste Tetris-spel” door studenten

Twee jaar na de eerdere mislukte poging om het Guinness Book of Records te halen met het “grootste Tetris-spel” ooit, heeft de studievereniging Thor van de Technische Universiteit Eindhoven alsnog een wereldrecord neergezet.

Met het nieuwe Guinness World Record “grootste Tetris-spel ooit” scherpen de studenten het oude record flink aan: van 125 naar 1.000 vierkante meter. Het verbeterde raamwerk werd op maandag eerst horizontaal “uitgerold” en getest als Tetris-velde op het terrein van TU/e. Dat raamwerk bestaat uit 3.200 leds, 400 meter pvc-buis en maar liefst 3 kilometer stroomkabel. Het record werd op maandagmiddag 1 december omstreeks 16.30 uur realiteit, nadat er vier “lijnen” waren weggespeeld in het

Tetris-spel. Thor moet daarvan foto’s, bewegend beeld en een rapport van twee onafhankelijke getuigen aan de jury van Guinness World Records overhandigen.



TU/e

### Draaisnelheid verradt leeftijd van sterren

Hoe ouder een ster is, hoe minder snel het hemellichaam draait. Uit de rotatieperiode van sterren kan daardoor vrij nauwkeurig worden afgeleid hoe oud ze zijn, als tenminste ook de massa kan worden bepaald. De wetenschappers kwamen tot hun bevindingen door de draaisnelheid te meten van enkele sterren van welke bekend zijn dat ze ongeveer 2,5 miljard jaar oud zijn.

Voor de metingen maakten ze gebruik van de ruimtetelescoop Kepler. De rotatiesnelheid van de sterren leidden ze af aan variaties in helderheid die worden veroorzaakt door zonnevlekken die met de hemellichamen meedraaien.

Het idee om sterren te dateren aan de hand van hun draaisnelheid stamt al uit de jaren zeventig. Nog nooit eerder werd het verband tussen draaisnelheid en ouderdom echter zo overtuigend aangetoond als in het nieuwe onderzoek.

NU

# De wereld over met de Robocup

DOOR CHRISTOF OOST

De Robocup is een competitie die wereldwijd onderzoeksgroepen uitdaagt om met robotica bezig te zijn. Het oorspronkelijke doel was robots ontwikkelen, die halverwege de 21e eeuw de wereldkampioen voetbal kunnen verslaan. Het gaat hierbij om humanoïde robots, die compleet zelfstandig worden aangestuurd. Door dit te doen hopen de organisatoren robotica en onderzoek in kunstmatige intelligentie te promoten.

**E**r zijn vele verschillende poules (leagues) die zich hierop richten binnen de Robocup. Zo is er een wedstrijd die compleet gesimuleerd is, zijn er wedstrijden van verschillende formaten rijdende robots (van heel klein naar groot) en zijn er leagues met verschillende types lopende robots. Sommige leagues gebruiken robots die te koop zijn, bij andere bouw je die zelf.

Dit is natuurlijk leuk, maar het kan beter. Wat dacht je van het ontwikkelen van een robot die alles voor je kan doen in het huishouden? Een robot die zelfstandig de winkel in kan om jouw boodschappen te doen? Een robot die jouw spraak begrijpt en terug praat? Een robot die jou een drankje brengt wanneer je dorst hebt? Dit zijn allemaal onderdelen van de Robocup@home league, één van de leagues die er later bij gekomen zijn en niet op



FIGUUR 1 GermanOpen.



**FIGUUR 2** GermanOpen - scherm-aan-scherm.

voetbal is gericht. Het BORG-team van de RuG houdt zich hiermee bezig. Hier wordt gewerkt aan iets wat in de toekomst echt handig voor ons is!

In het team werken verschillende studenten en een PhD aan het verder ontwikkelen van de robot. Er zijn vakken in robotica te volgen (Practicum Autonome Systemen in de bachelor en Robotica in de master) en je kunt als teamlid meedoen aan het BORG-team. Om mee te doen aan dit laatste zijn twee dingen erg belangrijk: ten eerste vind je robots tof en ten tweede kun je programmeren of ben je bereid om dat te leren. Dat laatste is prima te doen, aangezien je kunt beginnen met Python. Programmeren in Python is redelijk eenvoudig te leren en er zijn goede tutorials voor.

De taken in het team zijn divers. Er worden modules geschreven (C++ is handig, python is ook mogelijk), die de bouwblokken zijn van het systeem. Zo is er bijvoorbeeld een module die de navigatie verzorgt, een module die mensen kan volgen en een module die objecten kan vinden. Dat er al modules zijn, betekent niet dat deze niet beter kunnen. Ook

kun je een nieuwe module schrijven die een nieuwe methode gebruikt, want de verschillende resultaten kunnen elkaar aanvullen om het eindresultaat preciezer te maken.

Zoals eerder al geschetst, zijn in de Robocup@home de taken complexer dan wat een module doet, zoals van A naar B rijden of het vinden van een object in een afbeelding. Het reglement beschrijft verschillende tests, waar je voor het uitvoeren van bepaalde onderdelen punten kan scoren. Alleen het waarnemen van een fles cola lest immers de dorst nog niet! De modules worden aan elkaar geknoopt door een stuk software dat we de gedragsarchitectuur noemen. Hierin vallen gedragingen te programmeren die bestaan uit het activeren van de juiste handelingen op de juiste tijd (veel python, eenvoudig te programmeren). Ook hier valt genoeg in te doen.

Ieder jaar is er rond juli de Worldcup, die ieder jaar op een ander continent plaatsvindt. Ook zijn er verschillende lokale competities, waar je jouw robot kan testen en verbeteren. Het gaat erom zoveel mogelijk punten te scoren, hoofdzakelijk in de arena: een nage-





**FIGUUR 3** GermanOpen.

frame moet in elkaar, etcetera. Tegelijkertijd zijn de andere mensen al weer flink aan het programmeren. Vaak zit je met je team aan één lange tafel, waarbij de laptops scherm tegen scherm staan en dan maar lekker code schrijven! In de avond wil je eigenlijk nog niet naar huis, want je wilt nog veel meer doen voor de tests van de volgende dag, dus het eten wordt besteld en eet je vaak ter plekke. Als het dan écht genoeg is geweest (of je moet de zaal uit), is het tijd om een biertje te doen en een paar

uurtjes slaap te pakken. En de volgende ochtend weer vroeg op!

Na de competitie is er nog een soort eindfeest, waarbij er eten geregeld is voor alle deelnemers. Erg gezellig om zo nog even na te borrelen. In Maagdenburg gebeurde dit op de binnenplaats van een oud slot. Top locatie. Die avond zijn we ook nog naar een drum- en basefeest geweest met ons team, en dat was erg gezellig.

Op de competities gebeuren er wonderen in de code, er wordt hard gewerkt en een hoop code geschreven, en 's avonds ga je eten en chillen met het team. Ik ben naar competities in Teheran, Istanbul, Maagdenburg en Eindhoven geweest.

Als je dan verder weg gaat zoals naar Teheran (Iran), dan ga je natuurlijk met het vliegtuig. Bij de Iran Open werden alle reis- en verblijfskosten voor ons vergoed, dus dat was ideaal. Vermoedelijk ter promotie van Iran of iets dergelijks. In ieder geval was het erg interessant om ook eens een kijkje te nemen in dat land en te zien waar één van onze teamgenoten (Amir, nu PhD) vandaan komt.

De lokale competitie GermanOpen was de eerste. Dat het een lokale competitie betreft, betekent zeker niet dat er geen teams uit andere landen bij zijn. Zo'n competitie begint met het uit elkaar halen en inladen van de robot en het mee nemen van veel andere dingen zoals laders, gereedschap en verlengsnoeren. Naar Maagdenburg zijn we met de auto gegaan. 's Avonds zijn we gaan chillen, in het hostel dat we geboekt hadden, want de competitieruimte was nog niet open. Dit deden we uiteraard met een biertje.

De eerste indruk die ik van Teheran kreeg was midden in de nacht en ik vond alles grijs en grauw. Echter

De volgende dag stond in het thema van het klaar- maken, alle sensoren moeten aangesloten worden, het

De eerste indruk die ik van Teheran kreeg was mid- den in de nacht en ik vond alles grijs en grauw. Echter

na een paar dagen leer je op andere dingen te letten en zie je de stad met heel andere ogen. Om de teams te verzorgen had de universiteit een klein legertje aan studenten geregeld, die ons goed assisteerden en verzorgden. Een aantal van zijn met ons mee geweest als gids door de stad en dat was erg gezellig. Wat ik ook leuk vond om te zien is het eigenzinnig invullen van het verplichte hoofdoekje. Bij een uitzending op televisie (één of andere show) komen ze keurig met zwart hoofdoekje, maar daar buiten is het voor een aantal liever een leuke kleur en het hoofdoekje iets naar achter om wat van het haar te showen (zonder in problemen te komen). De laatste avond hebben we nog met hen gegeten en waterpijp gerookt met livemuziek in een café dat eigenlijk wettelijk gezien helemaal niet zou mogen. Een interessante wereld!

Als je in een vreemd land bent is het natuurlijk altijd mogelijk om, als je er dan toch bent, nog even door het land te reizen. In Iran moet je dat van tevoren regelen, maar vanuit Istanbul zijn we naar een kustplaats geweest om te chillen aan het strand. Daarna ben ik

nog een paar dagen het land door geweest, solo maar zeker ook relaxed.

De wereldcup is te vergelijken met de lokale competities wat betreft opzet. Op de competities is het ook erg interessant om alle andere robots te zien, te spreken met anderen en te leren hoe de andere teams de problemen oplossen. Echt een aanrader.

Kortom: er valt een hoop leuk te doen. Had ik trouwens al gezegd dat er een robotarm op de robot zit? Daar kan ook mee worden gewerkt. Ook heb ik begrepen dat er een nieuwe robot is, of in ieder geval een nieuwe basis. Lijkt het jou ook leuk om bezig te zijn met de robot? Kijk of je een van de vakken kunt volgen, of ga naar het lab en kijk of je mee kan draaien in het team. Wil je mee doen in het team? Ga langs het robotlab in de Bernoulliborg op tweede verdieping en zoek daar een van de teamleiders. Veel plezier! •

## Referenties

<http://www.robocupathome.org/>



**FIGUUR 4** IranOpen (derde plek).

# Eieren in kerriesaus

DOOR MARTINE SCHROOR

Dit is een van mijn favoriete recepten. Het liefst kook ik Aziatisch, vaak zijn dat toch de wat complexere gerechten die bomvol smaak zitten. In tegenstelling tot het Hollandse voer, waar ik dus geen fan van ben.

**H**et originele recept heb ik ooit eens gevonden in een van mijn kookboeken. Echter heb ik het wat aangepast door de tijd heen, waardoor het nu sterker smaakt dan het origineel. Vooral meer kurkuma, wat ik zelf een erg lekkere smaak vindt hebben. Je moet wel uitkijken met je kleren, want als er zo'n gele vlek in komt, krijg je hem er niet weer uit.

## Ingrediënten

- 8 eieren
- 3 el olijf-/zonnebloemolie
- 2 gedroogde chilipepers
- 2 teentjes knoflook
- 1 ui
- 2 tl kurkuma
- 2 tl gemalen koriander
- 1 tl gemalen komijn
- 1 tl gemalen gemberpoeder
- 1 tl gemalen laos
- 1 tl trassi (garnalenpasta)

- 1/6 blok santen (kokoscrème)
- 300 mL heet water
- 1/2 blokje groentebouillon
- gekookte rijst

## Benodigdheden

- Steelpan
- Stoofpan
- Sudderplaat
- Litermaat

## Bereiding

Kook de eieren in circa 10 minuten hard. Giet ze af en koel met koud water.

Snijd de chilipepers fijn of breek ze door midden. Los in het hete water de santen en de bouillon op en zet aan de kant voor later.



FIGUUR 1

Eindresultaat



**FIGUUR 2** Benodigdheden

**Moeilijkheid:**



**Personen:**

**4**

**Bereidingstijd:**

**+/- 30 min bereiding  
60-90 min. sudderen**



**FIGUUR 3** De nog niet ingedikte saus

Doe de olie in de pan op zacht vuur, pers het knoflook en doe dit samen met de chilipepers, kurkuma, koriander, komijn, laos, gember en trassi in de pan en bak dit heel zachtjes 5 tot 10 minuten tot het goed begint te geuren. Voeg daarna een fijn gesneden uitje toe en bak op een laag vuur door tot de uitjes glazig worden.

Voeg nu het kokos, bouillonwatermengsel toe aan het kruidenmengsel en laat zachtjes sudderen op een sudderplaat.

Pel de eieren ondertussen en maak 3 kleine inkepingen aan twee kanten van het ei, zodat het de kruiden beter opneemt. Leg de eieren in de kerrie.

Laat dit doorsudderen tot ongeveer de helft van het volume over is en de kerrie dus redelijk dik is. Af en toe voorzichtig omscheppen.

Serveer met rijst. Eet smakelijk!

### Variatietips

- Voor vegetariërs: de trassi kan vervangen worden door zout of wat meer bouillon.
- Voor wie van scherp eten houdt, vervang de chilipepers voor een halve Madame Jeanette-peper, verkrijgbaar bij de Jumbo.

### Wijntip

- Drink er vooral geen alcohol bij, maar melk.

GEZOCHT

# TALENTEN ALS JAAP

AMBITIE: GEEN STANDAARD  
MAAR INTERESSANT WERK, LIEFST  
INCLUSIEF EEN STUK TECHNIEK

FAVORIEETE BOEK:  
MALAZAN BOOK OF THE  
FALLEN STEVE ERIKSON

## EIGENSCHAPPEN

- 1 DRUK
- 2 ACTIEF
- 3 ENTHOUSIAST

OVER 10 JAAR:

IK VIND HET OVER 'T ALGEMEEN  
AL MOEILIK OM TE BEDENKEN  
WAT IK MORGEN GA DOEN...

BELANGRIJK  
BUITEN STUDIE/WERK:  
TIJD VOOR HOBBY'S  
& VRIENDEN

GEDREVEN INFORMATICA STUDENTEN ALS JAAP, DIE LEREN  
WE BIJ MICOMPANY GRAAG BETER KENNEN, OM HET BESTE  
UIT ELKAAR EN DE DATA VAN ONZE KLANTEN TE HALEN,  
OM SAMEN DROMEN TE VERWEZEMLIJKEN,  
DOELEN TE BERFIKEN EN DUURZAAM TE GROEIEN.

MEER WETEN OVER MICOMPANY?

LEES HIERMAAST OVER DE DAG VAN JAAP  
BIJ DÉ BIG DATA SPECIALIST EN CHECK:  
[MICOMPANY.NL/TALENT](http://MICOMPANY.NL/TALENT)



PASSIE: MUZIEK MAKEN

KOFFIE:  
ZWART  
GRAAG

HELD:  
LEONHARD  
EULER

BIG DATA OVER 10 JAAR:  
STEEDS MEER BESLISSINGEN  
WORDEN OP BASIS  
VAN DATA GENOMEN

# WELKOM BIJ DÉ BIG DATA SPECIALIST

MICOMPANY IS DÉ SPECIALIST IN COMMERCIAL ANALYTICS. EN ANALYSEERT DE KLANTGEGEVENS VAN TOPONDERNEMINGEN ALS ACHMEA, BOL.COM, KPN EN DE GOEDE DOELEN LOTERIJEN. MICOMPANY ONTDEKT KANSEN UIT PATRONEN IN DE DATABASE (DISCOVERY) EN BOUWT DE ANALYTISCHE COMPETENTIE BIJ BEDRIJVEN (YOUR ANALYTICS). EN CREEËRT ZO NIEUWE, DUURZAME GROEI.

## MICOMPANY ZOEKT TALENT

Micompany is hard op zoek naar talenten die mee willen groeien met het succes van Big Data. Met aanleg voor het ontginnen, koppelen en verrijken van data. En het inrichten van duurzame Business Intelligence-oplossingen waarin de performance van bedrijven kan worden gemonitord.



## DUS HEB JIJ...

- business sense & overtuigingskracht;
- passie voor programmeren;
- affiniteit met commerciële dienstverlening;
- en een technische WO opleiding afgerond, zoals Informatica?

## WAT KUN JE BIJ ONS LEREN?

Samenwerken aan analytische oplossingen. Complexe databestanden ontsluiten. En inzichten

## DAN BIEDEN WIJ JOU:

- een uitdagende functie binnen ons Technology team;
- gespecialiseerde trainingen om je tot Senior Technology Analyst te ontwikkelen;
- coaching door top senior professionals uit het vakgebied;

genereren en standaardiseren door het bouwen van rapportages, dashboards en analytische databases.

- inclusief zéér goede arbeidsvoorwaarden bij een jong, informeel, succesvol en hard groeiend bedrijf in het hartje van Amsterdam!

KIJK VOOR MEER INFORMATIE  
ÉN JOUW KANSEN BIJ MICOMPANY OP:

[MICOMPANY.NL/TALENT](https://micompany.nl/talent)

SUSTAINABLE GROWTH THROUGH ANALYTICS



MI  
COMPANY

# Welke vier krachten zijn er in het universum?

DOOR KLAAS VAN VEEN

Oftewel, waarom zou je als bèta überhaupt docent willen worden in het voortgezet onderwijs? Misschien moet ik dit artikel met een andere vraag beginnen. Waarom gaan in Finland de meest excellente studenten, de top 10, naar de universitaire lerarenopleiding en willen ze allemaal docent worden in het voortgezet onderwijs?

Internationaal vergelijkend onderzoek laat zien dat Finland al een jaar of tien een van de best presenterende onderwijssystemen heeft. Ook Nederland staat in de top 10 van beste onderwijslanden, maar niet zo hoog als Finland. Sommigen denken dat dit komt doordat in Finland de beste studenten docent worden, maar het is nog de vraag of dit de oorzaak is. Vergelijkingen tussen landen zijn complex door de vele en verschillende factoren die een rol kunnen spelen. Hoe dan ook, kennelijk vindt men het daar een erg aantrekkelijk beroep. Bij ons gaan de meeste studenten, zeker de meest excellente, het liefst verder met onderzoek en blijven op de universiteit of

gaan het bedrijfsleven in. Op zich is daar niks mis mee, al denk ik dat de keuze om het onderwijs in te gaan de moeite waard is om over na te denken.

Eén van de redenen dat veel studenten niet over de optie na denken om naar de universitaire lerarenopleiding te gaan heeft te maken met het negatieve imago van het beroep van docent in het voortgezet onderwijs en dat van de lerarenopleiding. De meeste mensen vinden het beroep van docent in het voortgezet onderwijs vaak maatschappelijk heel relevant en vinden het ook bewonderingswaardig dat er mensen zijn die dit beroep elke dag willen uitoefenen, maar tegelijkertijd wordt het werk ook als gemakkelijk gezien. Een paar uur per dag lesgeven, hoe ingewikkeld kan het zijn? Het is slechts een kwestie van je lesjes draaien en een hoop gedoe met vernieuwingen die mislukken en een salaris dat niet hoog is. Het beroep van docent heeft het imago intellectueel niet uitdagend te zijn. Als je echt iets kunt, dan ga je toch zeker niet het onderwijs in. Je komt deze gedachte op alle niveaus tegen, variërend van verjaardagsfeestjes, onder professoren tot aan de Tweede Kamer.

Dit beeld van het docentenberoep beïnvloedt ook het imago van de universitaire lerarenopleiding, al spelen daar nog andere problemen mee. Binnen de universiteit is het één van de weinige beroepsopleidingen en daarmee zou het te weinig academisch zijn en te toegepast. Ook het onderzoek, dat daar wordt gedaan, zou te weinig theorie-gericht zijn. Onderwijskunde zou geen eigen onderzoeksdiscipline hebben en het vakdidactisch onderzoek in de verschillende vakken zou een te sterk afgeleide vorm zijn van het fundamentele onderzoek in de verschillende disciplines. Wat betreft het



**FIGUUR 1** Klaas van Veen, hoogleraar onderwijskunde, lerarenopleiding RuG.

onderwijs aan de lerarenopleiding, hoe academisch is dat? Veelal hoor je dat de lerarenopleiding vooral “veel doen” is en weinig theoretische diepgang zou hebben. Het zou er nogal therapeutisch aan toegaan met veel aandacht aan “denken, voelen, ervaren, reflecteren”, het vullen van portfolio’s en het schrijven van ontwikkelingsplannen. Je moet wel heel graag docent willen worden als je die opleiding gaat doen!

Om met dit laatste te beginnen, het “denken, voelen, ervaren en veel reflecteren” is een achterhaald principe. In de jaren negentig was het op veel opleidingen normaal én maatschappelijk sterk geaccepteerd om veel aandacht te geven aan vaardigheden als reflectie en te werken met portfolio’s. Het idee erachter was dat het simpelweg aanleren van kennis en vaardigheden en het toetsen ervan met tentamens niet leidt tot kritische, zelfbewuste en goed functionerende professionals. Wat je hiervoor nodig zou hebben is dat studenten zelf hun eigen leerdoelen leren formuleren, veel moeten nadenken over de relevantie en het effect van hun handelen en dat het veel effectiever is als je hiervoor zelf bewijsmateriaal bij elkaar brengt in plaats van een algemeen tentamen. Deze gedachten zijn zo gek nog niet, maar de afgelopen jaren is dat ontspoord in te veel aandacht voor reflectie, in plaats van het daadwerkelijk functioneren voor een klas, in te omvangrijke portfolio’s en te veel schrijfopdrachten. Recentelijk is daarom de universitaire lerarenopleiding grondig veranderd. Zonder van de oorspronkelijke gedachte van het opleiden van professionals af te stappen, is het curriculum en vooral de manier van opleiden en toetsen anders opgezet. Er ligt nu een sterke focus op goed functioneren in de klas, zonder dat daarbij veel moet worden geschreven of gereflecteerd. Wel moet je nadenken over waarom je doet wat je doet en vooral hoe je leerlingen laat leren in jouw vak; er zijn maar weinig mensen die een vak als scheikunde of wiskunde kunnen leren zonder enige vorm van ondersteuning. Daarnaast moet je als docent ook rekening houden

met de uiteenlopende manieren waarop mensen leren. Als docent is het een enorme intellectuele uitdaging om daar achter te komen. Hierin word je getraind tijdens de opleiding.

*“Je moet wel heel graag  
docent willen worden als je  
die opleiding gaat doen!”*

Wat betreft het onderzoek aan de universitaire lerarenopleiding, dat is een discussie apart. In deze discussie, die ik hier niet uitgebreid zal weergeven, haal ik graag een Nobelprijswinnaar

in de natuurkunde (2001) aan, Carl E. Wieman (zie figuur 3), die aan de universiteit van Stanford werkt, zowel bij de Department of Physics als de Graduate School of Education. Hij doet dus zowel natuurkundig als onderwijskundig onderzoek en zegt daarover:

*“In general, educational research is more like biology research. In some respects, I found these differences make educational research more fun and in some ways “easier” than my physics research. Fun and easier in the sense there is so much unplowed ground, so many unanswered questions, and so many potential experiments and possible surprises. Of course, in other respects, it is harder; for example, we know a lot more about the contextual influences on the behavior of atoms than on students and, hence, what contextual elements do and do not have to be controlled in designing experiments. Also, atoms do not require institutional review board approval and consent forms”*

Educational Researcher, 2014, 43(1), p. 13

Het is wellicht anders dan fundamenteel onderzoek, maar dat neemt de waarde niet weg. De grote vragen die spelen in het onderwijs gaan over hoe je als samenleving ervoor zorgt dat de volgende generatie voldoende kennis en vaardigheden heeft om deze samenleving in stand te houden en om oplossingen





**FIGUUR 3**

Carl E. Weiman.

*“In general,  
educational  
research is  
more like  
biology  
research.”*

te vinden voor de problemen die dit belemmeren. Deze vragen hebben betrekking op hoe je een curriculum inricht, welke onderwerpen je selecteert, hoe je leerlingen motiveert om een vak als natuurkunde of wiskunde te leren, maar vooral ook op hoe je docenten leert om leerlingen te laten leren. Hier aan de Groningse universitaire lerarenopleiding wordt vooral veel onderzoek gedaan naar hoe docenten effectiever leerlingen kunnen laten leren. Leren doe je altijd, zoals televisiekok Gordon Ramsay laat zien, als hij slecht functionerende koks uitscheldt en tot tranen brengt, maar er zijn slechtere en betere manieren om te laten leren, minder en meer effectief. Er is al best veel kennis over wat die manieren zijn. De vraag is dan hoe je dit leert als docent. Iedereen die wel eens voor een groep heeft gestaan, weet dat het, naast hard werken, ook erg gecompliceerd is om een goed referaat te houden, de hele groep enthousiast te krijgen en te overtuigen. Naast veel ervaring, heb je daarvoor ook kennis en inzicht nodig in hoe je publiek luistert en leert, hoe je hun aandacht kan trekken en vast kan houden en hoe je ze zinvol aan het werk kan krijgen. De resultaten van dat onderzoek worden steeds meer toegepast in de opleiding zelf en onze studenten worden er op de scholen in getraind om effectief te leren lesgeven.

Dan blijft de vraag over hoe leuk en intellectueel uitdagend dat lesgeven nou echt is? Waar de meeste mensen last van hebben als ze nadenken over deze vraag, is het gegeven dat ze zelf ooit leerling zijn geweest. Je zou denken dat dit een voordeel is, want iedereen heeft daardoor vele jaren ervaring en expertise in het onderwijs en in lesgeven, want iedereen heeft het zelf jarenlang ondergaan. Alleen deze ervaringen maken je helaas geen expert in lesgeven en in het werken als docent, het vertekent zelfs je beeld. Waar je een expert in bent, is in het zijn van leerling, in het volgen van lessen, in het overleven van een lesdag van 8 uur en in het zijn van één van die 30 leerlingen in een klas die de docent kritisch observeert. Wat je niet weet, en ook niet goed hebt kunnen waarnemen, is hoe het is om zelf die docent te zijn die naar die 30 leerlingen kijkt. Net zoals een goede voetballer niet automatisch een goede coach is, zo hebben de meesten geen idee wat het inhoudt om die leerlingen te laten leren in een vak. Nog anders gezegd, heel veel mensen hebben geen idee hoe leuk en intellectueel uitdagend dat kan zijn, ook of juist voor mensen met een bèta-achtergrond.

Wanneer je het omgaan met kinderen van 12 tot 18 jaar leuk vindt, want dat is wel een vereiste, dan is het een van de leukste beroepen om met je eigen vak bezig

te zijn. Je hebt namelijk te maken met jonge mensen die heel graag leuke en interessante dingen willen leren en die bereid zijn heel hard te leren, mits jij ze intellectueel weet uit te dagen. Dat laatste zou bij bètavakken geen enkel probleem moeten zijn. Ik heb zelf op de middelbare school bijna nooit les gehad van een bètadocent die me wist te boeien, dus ben ik iets anders gaan studeren. Nu leid ik bètastudenten op tot docent en als ik hun stagelessen bezoek, ben ik vaak geboeid, omdat ze laten zien wat er nou zo interessant is aan hun vak. Al die bètavakken zitten vol met feiten, verhalen en theorieën die je op het puntje van je stoel laten zitten.

Een student van mij begon zijn natuurkundeles in havo 4 met de vraag: "Jongens en meisjes, er zijn maar vier krachten in het universum. Welke zijn dat en waarom zijn die nodig?". De hele klas, inclusief ik zelf, dacht na en wist niet veel verder te komen dan zwaartekracht en, zoals een leerling grappig riep, aantrekkingskracht. Vervolgens gaf de student het antwoord welke vier het zijn en zette toen de klas aan het werk met de opdracht uit te vinden waarom die krachten nodig zijn. Bij veel leerlingen gingen de ogen open en was het

enthousiasme groot. Ik was jaloers op die leerlingen, omdat zij een dergelijke docent hadden. Ik was ook trots op mijn student, omdat die had geleerd leerlingen intellectueel uit te dagen. Hij vertelde hoe hij elke dag nadacht over hoe hij deze leerlingen zo gemotiveerd kon krijgen en kon laten inzien hoe leuk en interessant natuurkunde is. Het gaf hem een enorme kick zo bezig te zijn met die leerlingen van 12 tot 18 jaar. Het gaf hem ook het gevoel maatschappelijk enorm belangrijk bezig te zijn, doordat hij die leerlingen inzicht gaf in de complexiteit van het bestaan. Dat zijn wel hele grote woorden, gaf hij toe, maar hij bedoelde vooral dat hij merkte dat hij heel veel betekende voor die leerlingen door samen met hen met zijn vak bezig te zijn.

Terugkomend op de vraag aan het begin van dit artikel, waarom zo veel topstudenten in Finland docent worden in het voortgezet onderwijs, is een deel van het antwoord misschien dat vooral deze studenten inzien hoe intellectueel uitdagend én leuk én bijzonder het werken als docent in het voortgezet onderwijs is. En juist als bèta, want dat is toch wel de meest interessante richting die er bestaat, toch? •



**FIGUUR 2** Lesgeven is een uitdaging.

# Vorig Breinwerk

## *Munten tellen*

DOOR DE REDACTIE

**H**et vorig breinwerk, het 'munten tellen', of de 'sudoku verkeerd' zoals deze nog verkeerd genoemd was, heeft helaas geen winnaars opgeleverd. Er waren wel enkele inzenders die het idee achter de oplossing doorhadden, maar zij hadden geen (goed) antwoord ingezonden. Het verdelen van 124 munten over 19 bekers, waarbij in elke beker een oneven aantal munten zit, lijkt namelijk onmogelijk. Daarom hebben wij al redactie ook een hint gegeven: "Er hoeven niet alleen maar muntstukken in de bekers te zitten". Je kan namelijk meerdere bekers in elkaar stapelen, om zo een even aantal bekers te verkrijgen. Dan is een oplossing om 18 bekers in elkaar te stapelen, in de bovenste 123 munten te stoppen, en dan in de laatste beker nog 1 munt te stoppen. Om andere oplossingen te verkrijgen, neem je 2 munten uit de bovenste beker, en stop je deze in de beker daaronder. In de bovenste beker zitten dan 121 munten, in die daaronder  $2+121=123$  munten (en 1 beker), etc. Door het aantal munten per beker in deze stapel te variëren, kom je tot een  $x$  aantal oplossingen. Vervolgens varieer je het aantal munten per stapel, dus bijvoorbeeld 121 munten in de grote stapel, en 3 munten

in de andere stapel (de eenzame beker), etc. Dit leidt weer tot een aantal oplossingen per muntenverdeling. Tenslotte varieer je het aantal bekers per stapel en het aantal stapels. Dit met de hand berekenen is natuurlijk geen doen, daarom gebruik je een computer die alle oplossingen genereert en controleert. Dit doe je aan de hand van de volgende observaties:

1. Het aantal stapels moet altijd even zijn, zodat er met een oneven aantal munten per stapel er toch een even aantal munten is.
2. In de bovenste beker van een stapel zit altijd een oneven aantal munten.
3. In de andere bekers van een stapel zit altijd een even aantal munten als de munten uit bekers die in deze beker zitten niet mee worden geteld.

De munten worden dus altijd in tweetallen tussen de bekers verplaatst. Nadat een geschikt algoritme is geschreven, komt hier een aantal oplossingen van 36537984108054600000 uit, en dat was het antwoord dat wij zochten •



# Nieuw Breinwerk

## Spreekwoorden puzzel

DOOR DE REDACTIE

**W**ij als bèta's houden er vaak niet van om dingen moeilijker te verwoorden dan ze eigenlijk zijn. We houden ervan om moeilijke dingen helder en duidelijk te verwoorden. Dirac kan dit fenomeen als geen ander verwoorden: "In science one tries to tell people, in such a way as to be understood by everyone, something that no one ever knew before. But in poetry, it's the exact opposite." De redactie voelt zich geroepen om de verschillen tussen bèta's en alfa's te verkleinen, daarom hebben we de volgende puzzel ontworpen. Hieronder valt een verhaal over Nobbie te lezen. In het stukje zijn alle spreekwoorden, gezegdes en uitdrukkingen weggelaten en nu is het aan de lezer om deze in te vullen. De oplossing kan voor 6 maart 2015 naar [perio@fmf.nl](mailto:perio@fmf.nl) worden gestuurd. Onder de goede inzending wordt dan een tegeltje met de spreuk van Dirac verloot •



### De opgave

Een dag uit het leven van Nobbie

Hè, hè, 1, dacht Nobbie toen hij vanuit het 2 naar binnen stapte. Buiten 3 en daardoor was Nobbie nu zeiknat. Nobbie was 4. Vanochtend was hij 5 om zijn vriendin te verrassen met een weekendje weg. Ze zouden samen als 6 naar Parijs, 7 gaan. Ware het niet dat Nobbie toen hij bijna bij haar was, hij 8, en dat per sms! Dus toen zat Nobbie helemaal 9.

Toen pakte Nobbie willekeurig een bus en ging 10 reizen. Een aantal uur later en verschillende bussen verder begon Nobbie 11 te krijgen. Dus stapte Nobbie uit in het eerst volgende stadje om daar zijn 12 te eten. Bij het eten vroeg Nobbie om een borrel, waarop de ober vroeg: "Weet u het zeker dat u nu al alcohol wilt drinken? 13." Maar Nobbie zei: "Mijn 14 dus heb ik iets nodig wat 15." De ober keek met medelijden naar Nobbie en gaf hem zijn eten met een borrel. Toen Nobbie zijn eten op had, kwam hij erachter dat hij 16, maar nog erger, hij zat ook 17. Dus nam Nobbie 18 en liep naar huis. Na 19 begon het toen te regenen en Nobbie was natuurlijk 20, dus moest Nobbie de regen zien te trotseren.

En ja hoor, 21, dus al duurde het lang uiteindelijk kwam Nobbie thuis. Eenmaal thuisgekomen nam Nobbie nog een 22 en ging daarna slapen. De volgende dag 23 en dus moest Nobbie ook weer 24. Op zijn werk kwam Nobbie toen een beeldschoone stagiaire tegen die hij de hele dag moest gaan begeleiden, 25.

# Van de Commissaris Onderwijs

DOOR MARTIJN OUDSHOORN

Inmiddels is het 2015 en zijn de goede voornemens al weer verleden tijd. De eerste periodiek van dit kalenderjaar staat ook weer voor de deur en laat aan mij nu de eer vallen om iets te schrijven over mijzelf. Hierbij een kort stukje van... de commissaris-onderwijs en vicevoorzitter der FMF.

**M**ijn naam luidt al 20 jaar Martijn Sebastiaan Oudshoorn, met als roepnaam gewoon Martijn. Daarbij zit ik in mijn derde jaar Natuurkunde. Ik woon, net als de rest van mijn bestuur, in Groningen en ik houd mij, behalve met natuurkunde, ook nog bezig met onder andere foto's-maken.

Als eerstejaars student heb ik zelf vrij weinig van de FMF meegekregen. Ik kwam natuurlijk wel in de NSFW en ik ging wel eens naar een FMF-activiteit toe, maar toch niet zo vaak. Ik wilde me vooral richten op het studeren. Destijds woonde ik nog gezellig bij mijn ouders thuis, wat iedere dag toch drie tot vier uur reizen was. Ondanks dat ik niet zo veel meer deed dan koffiehalen bij de FMF, zat ik daar toch in de Nebula en in de Fotocie tijdens mijn tweede jaar bij de FMF en studie.

In dit tweede jaar, waar ik mijn commissies met veel plezier deed en ook nog meer aanwezig was bij de activiteiten, werd ik door Maike gestrikt voor de Symcie, wel met de waarschuwing van: als je bestuur wil doen, kan je beter geen Symcie doen. Toen dacht ik: bestuur? Nee denk het niet. Of toch wel? Langzaam begon het toch te groeien om FMF-bestuur te doen en na de kleine buitenlandse excursie wist ik het zeker, en bestuur en symposiumcommissie doen is redelijk te combineren!

Dan nu kort iets over mijn functie. Zoals de meesten van jullie weten, hebben we sinds dit jaar er een nieuwe functie en een zesde bestuurslid bij. Als commissaris onderwijs ben ik dit jaar vooral bezig om de functie echt vorm te geven: het opbouwen van contacten binnen de faculteit en het samenwerken met de opleiding, zodat beide partijen er nog meer uit kun-

nen halen. Ik ben aanwezig bij de vergaderingen van meerdere opleidingscommissies, en niet te vergeten ben ik nu ook binnen het bestuur verantwoordelijk voor het organiseren van de Bètagag en de College Carrousel.

Mocht je nog meer willen weten over mij en over wat ik nog meer doe als bestuurslid, dan mag je alles vragen, alleen een antwoord garandeer ik je niet.



**FIGUUR 1** Martijn Oudshoorn, commissaris onderwijs en vice-voorzitter der FMF

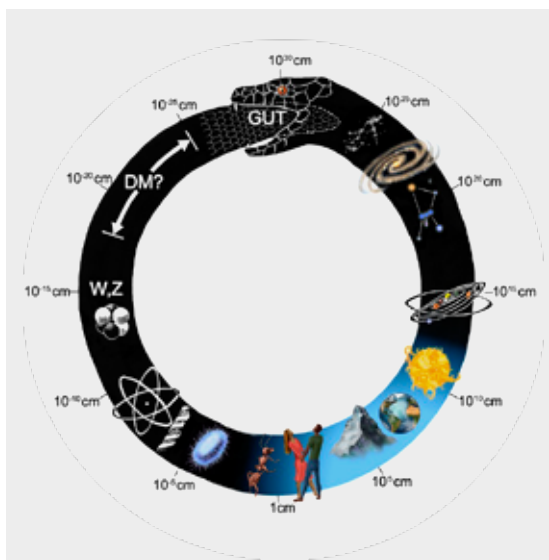
# Quantum Universe

## *Quest to explain the Universe with Quantum Physics*

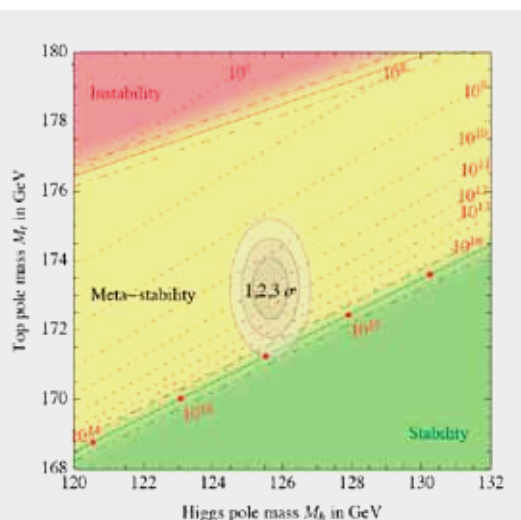
BY DANIÉL BOER AND GERCO ONDERWATER

Over the recent years, it has become increasingly clear that the physics at the smallest distance scales is intimately connected to the physics that governs the largest distances. We clearly live in a Quantum Universe (QU) where there is interplay between quantum physics and gravity. This has now become a central research theme in both high-energy physics and astronomical research.

The Quantum Universe research theme aims to answer the fundamental questions: what is the nature of the Universe and what is it made of? What are matter, energy, space and time, exactly? These questions involve physics at the smallest and the largest distance scales. As formulated by an American advisory panel: “Quantum Universe presents the quest to explain the universe in terms of quantum physics, which governs the behavior of the microscopic, subatomic world. It describes a revolution in particle physics and a quantum leap in our understanding of the mystery and beauty of the universe.” [1]



**FIGURE 1** Cosmic Ouroboros illustrating the connection of the smallest and largest length scales.



**FIGURE 2** Connection between the top quark and Higgs boson masses and the stability of the universe [10].

The Quantum Universe covers a very broad range of topics [2 - 9], ranging from theoretical studies of the Standard Model of Elementary Particles and possible extensions of it, to cosmology and quantum gravity. On the experimental side, it involves a wide spectrum of laboratory experiments using cold molecules or atoms, particle accelerator experiments, as well as observational astrophysical studies using telescopes and satellites.

In the search for answers to the most fundamental questions about the Quantum Universe, the fields of theoretical and experimental high-energy phys-

ics, astronomy, and mathematical physics increasingly join forces to benefit from each other's often seemingly unrelated results and methods. This is best illustrated by some recent examples.

### Higgs and stability of the Universe

The Higgs boson discovery in 2012 is the long-awaited final confirmation of the Standard Model of Elementary Particles, which forms *the* microscopic theory that describes all subatomic physics phenomena measured thus far. However, it is not the end of the story. It turns out that the mass of the Higgs boson, together with that of the top quark, is such that it does not render our Universe absolutely stable, without introduction of further new physics near the Planck scale, the energy scale where gravity starts to dominate the quantum world. The Higgs boson is the particle that provides mass to the elementary particles

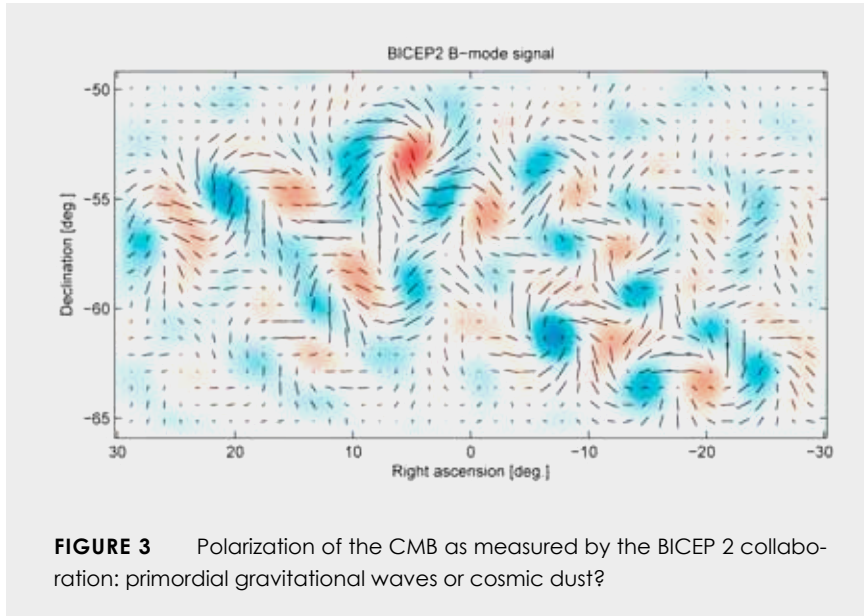
and forms a link with gravity and maybe even with the period of inflation in the early Universe.

### Quantum fluctuations and inflation

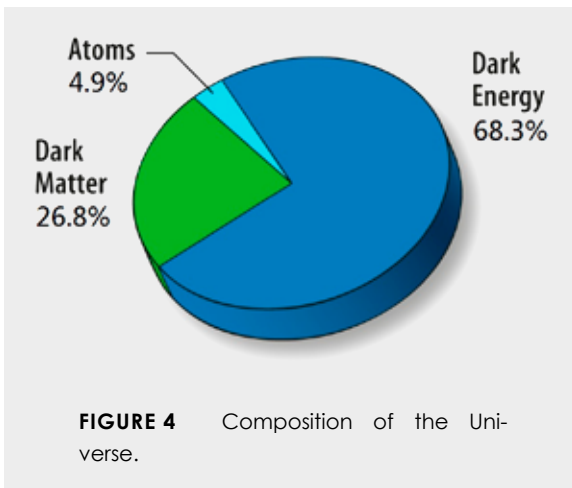
Inflation refers to a period of very rapid expansion in the early Universe. It offers an explanation for several features of our Universe, such as its homogeneity and flatness. The features of the early Universe can be seen using the Cosmic Microwave Background (CMB) and if inflation took place, one expects tiny quantum fluctuations to be enlarged to cosmic scales. The CMB then provides a picture of the quantum fluctuations that later grew out into the cosmic structures, galaxies, etcetera, that we see today. Perhaps even primordial gravitational waves can become visible in the polarization of the photons of the CMB.

### Composition of the Universe

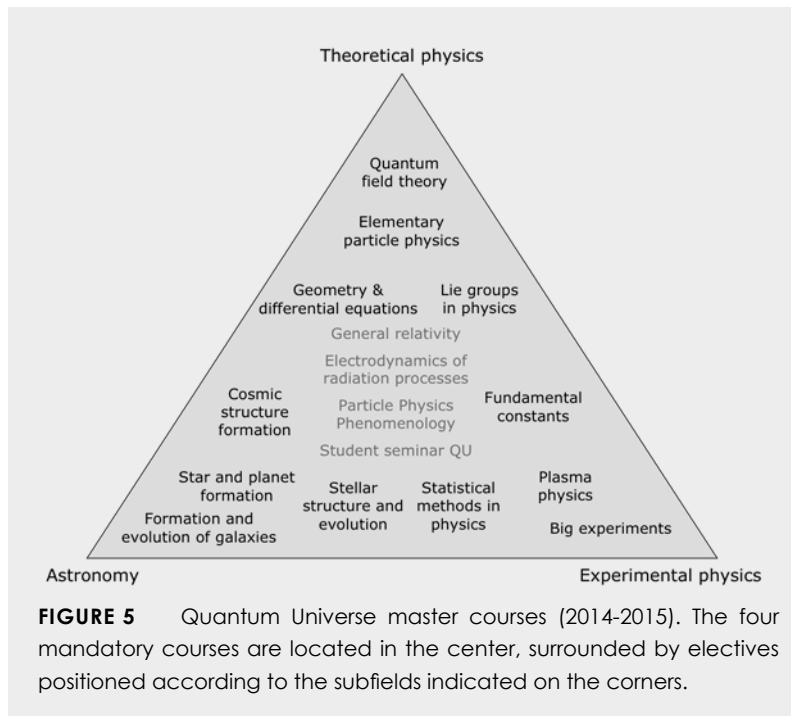
From the CMB and other observational evidence, such as gravitational lensing and the acceleration of the expansion of the universe, the composition of the universe has been deduced quite accurately. It indicates that the ordinary (baryonic) matter component makes up only about 5% of the energy-matter "bud-



**FIGURE 3** Polarization of the CMB as measured by the BICEP 2 collaboration: primordial gravitational waves or cosmic dust?



**FIGURE 4** Composition of the Universe.



er” of the universe. The Planck satellite presented in December 2014 that almost 27% consists of Dark Matter and the remaining 68% comes in the form of what is called Dark Energy. It is currently a hot topic to uncover whether Dark Matter has a particle nature, for instance, consists of sterile neutrinos. Here particle physics experiments and astronomical observations need to be combined. Moreover, the absence of antimatter in the visible Universe prompts many complementary searches for symmetry violation beyond the Standard Model.

### Quantum Universe in Groningen

In Groningen, the Quantum Universe *research* is being performed in several institutes: the newly formed Van Swinderen Institute for Particle Physics and Gravity (VSI), the Kapteyn Astronomical Institute, the Center for Advanced Radiation Technology (KVI-CART) and the Johann Bernoulli Institute (JBI). The **Master specialization** “Quantum Universe” has been developed and is offered by the staff from these institutes. This joining of forces has stimulated the development

of several new courses, leading to a coherent and topical program that fits well with the bachelor tracks particle physics, theoretical physics, astronomy, and mathematics, and also with many research possibilities afterwards.

Once a year the **Quantum Universe symposium** is organized [10]. The aim of this symposium is to present new developments, both theoretical and experimental, in (astro-)particle physics and astronomy and to stimulate interactions between the different institutes. On 2nd April 2015, the fifth symposium (QU5) will

take place, preceded by a day of **master classes** by renowned experts in the field. Those interested in participating are encouraged to contact the organizers at [c.j.g.onderwater@rug.nl](mailto:c.j.g.onderwater@rug.nl) •

### References

- [1] Document of the DOE/NSF High Energy Physics Advisory Panel, Quantum Universe Committee, <http://www.interactions.org/quantumuniverse/qu>
- [2] Periodiek 2014-5, Big Bang, by Remko Klein & Diederik Roest, pp. 16-19
- [3] Periodiek 2014-4, The Muon, by Rob Timmermans, pp. 7-10
- [4] Periodiek 2014-3, How we saved the Big Bang, by Ricardo de Ruiter, pp. 10-13
- [5] Periodiek 2014-3, Triangulating the darkness, by Keimpe Nevenzeel, pp. 24-30
- [6] Periodiek 2014-2, Ons jonge heelal, by Marco Spaans, pp. 19-23
- [8] Periodiek 2014-1, Klein, kleiner, kleinst, by Marcel Tiemens, pp. 6-10
- [8] Periodiek 2013-2, De zesde decimaal, by Gerco Onderwater, pp. 21-25
- [9] Periodiek 2013-1, Hoe robuust is de zwaartekracht?, by Eric Bergshoeff, pp. 12-16
- [10] <http://thep.housing.rug.nl/conferences>
- [11] D. Buttazzo et al., JHEP 1312 (2013) 089.



# A flashback on an intellectual exercise

BY JEFF TH M DE HOSSON

On October 6th, 1977, I was appointed to the chair of Materials Science-Applied Physics (as today we would call ‘hoogleraar 2/A’), a Crown-appointment, in the best of Dutch academic traditions by Royal Decree signed by Her Majesty Queen Juliana. The position was later promoted and upgraded by the Executive Board of this University, after retirement in 1984 of the founding father of Engineering Physics, Professor Jan C. Francken (1919-2007), to ‘Central Chair of Applied Physics Groningen’, hoogleraar 1/B. Approaching now the same age as my predecessor in 1984, I accepted gratefully the invitation from the Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (FMF), editors of the *Perio\*diek*, for a flashback but also the hopeless task to summarize a period of almost 40 years in about 7 pages.

**W**hilst working in the USA as a postdoc in Chicago, IL and Berkeley, CA, I was approached by the Faculty to open new vistas in Materials Science (Materiaalkunde – MK group), concentrating on microscopy. I decided to accept a chair in the Department of Applied Physics after turning down offers from Philips Natuurkundige Laboratoria Eindhoven to join Andries Miedema’s group, as well as an attractive invitation from Geert Dallinga at Shell Research KSLA-Amsterdam. Why did I turn to Groningen, you may ask? In the seventies, my field of research stood on the threshold of something really new: the development of electron microscopy to solve material problems and consequently accepting the offer to build up a new materials science group around electron microscopy was very appealing. Furthermore, Groningen had a great tradition with Frits Zernike (1888-1966), Groningen’s Nobel laureate for Physics (1953), on (phase contrast optical) microscopy.

Another reason was that ‘Engineering Physics’ at a classical University like Groningen was also a very intriguing and novel concept to me: no other classical general university in the country, e.g. Leiden, Utrecht, Amsterdam, offered an Engineering Physics degree (with the appropriate ‘Natuurkundig Ingenieur’-tit-

le). But was it really such a new catch? Much later I found out that the actual start of Engineering Physics in Groningen holds its own, very unique place in history, since already in 1827 engineering was taught to a couple of students of the Academia Groningana. The professors who were affected were the chemist Sibbrand Stratingh (after whom the Stratingh Instituut would be named) and the mathematician and physicist Sjeerp Brouwer.



**FIGURE 1** Jeff Th M De Hosson.

Both were far from ecstatic about 'engineering'. Following much fuss and rumbling in the polder ('gedonder in de polder'), the Dutch habit of endless arguing in the polder was already invented, the decision was made that Brouwer would give a course on engineering physics, but our Sjeerp, an unyielding Frisian, a man of extraordinary selflessness ..., although not an easy man [1], declined the task and also the lectures were not foremost in the minds of the watchmakers, pump makers and fire hose makers. The Royal Order given in 1825 to our University was repealed in 1842, a year after the creation of the Royal Academy in Delft, so overall it was quite an unfortunate first official performance of Engineering Physics in Groningen. The second attempt in 1962 by Professor Jan Francken was far more successful.

### The good old days

When I arrived in 1977 to take up the chair, the average study period for the Bachelors and Masters in Applied Physics took very long, just as those reading experimental physics, more than 9 years! Groningen was record holder after the Free University in Amsterdam, in physics at least. The first target I remember, together with Jan Francken, was to get the length of the study period down and with it a new direction (today we call it 'track'!) for the study of physics was born. I must also mention that the (FMF) students themselves were yearning for more (see figure 2).

The result was measurable and substantial: the (gross) study duration decreased to 7.4 years! Interestingly the entire structure of our School of Physics in Groningen was neatly arranged and far less complicated compared to the current, very complex situation of so many tracks in physics and dispersed over 4 different institutes. The 'techies', as I called us, resided in Nijenborgh 18 (T.F.L.-Technisch-Fysische Laboratoria), the theoreticians in the WSN building, and the core of Experimental Physics remained, until 1990, when I was Dean of Physics myself, in the Westersingel Complex, including de Melkweg ('Het Kasteel').

I found it intriguing to see that each location had its own 'scientific Pope' (Jan Francken for the 'techies', Nico Hugenholtz for the theoreticians, Ad Dekker (1919-1994) for solid state physics, Jan Kuiper (1924-2004) for Biophysics, Rolf Siemssen for KVI and our Super-Pope was Hendrik de Waard (1922-2008), honorary member of FMF, covering the Westersingel Complex...), but interestingly enough, each physics location also had its own St. Nicolas! Obviously, due to the provocative character of our notorious sorehead 'zeurpiet-se' Sheperd of the United Nations pouring oil on to the flames, I will not go into details about our learned knaves, Zwarte Pieten, who assisted St. Nicolas in the past at these various locations!

Perhaps it is because we were in the diaspora, on the tundra, prairies and pampas of the, at that time, end-

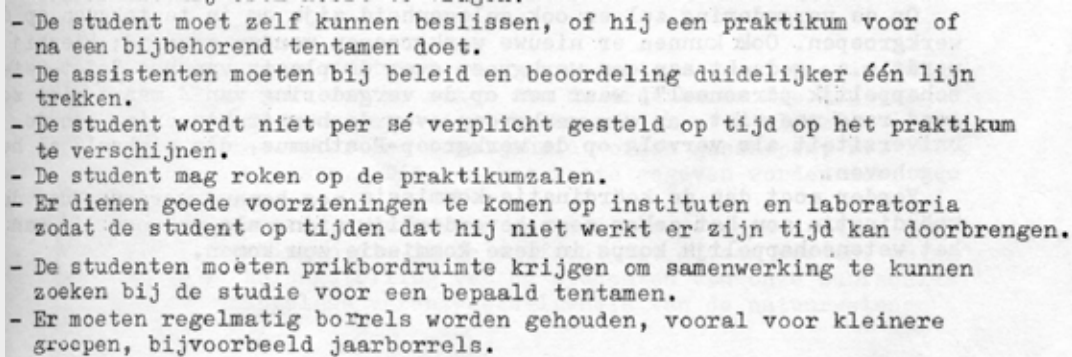
- 
- De student moet zelf kunnen beslissen, of hij een praktikum voor of na een bijbehorend tentamen doet.
  - De assistenten moeten bij beleid en beoordeling duidelijker één lijn trekken.
  - De student wordt niet per sé verplicht gesteld op tijd op het praktikum te verschijnen.
  - De student mag roken op de praktikumzalzen.
  - Er dienen goede voorzieningen te komen op instituten en laboratoria zodat de student op tijden dat hij niet werkt er zijn tijd kan doorbrengen.
  - De studenten moeten prikbordruimte krijgen om samenwerking te kunnen zoeken bij de studie voor een bepaald tentamen.
  - Er moeten regelmatig borrels worden gehouden, vooral voor kleinere groepen, bijvoorbeeld jaarborrels.

FIGURE 2 The students were yearning for more.

of-the-civilized-world-Paddepoel, but I really think our lab of T.F.L. became the most intense and rewarding of the physics community. The renowned ‘T.F.L. Bistro’ dinners and many social activities support this. Due to the administrative upscaling syndrome and the advent of a wider-reaching FWN in the 1990’s, enforced by the Executive Board of this University, this all became past and passé.

### A few ups and downs

Around 1983 Engineering Physics was involved in the so-called ‘task-sharing-operation science education’ (Taakverdeling & Concentratie: TVC). The Ministry, Deetman c.s., judged that there were too many majors and 32 years later, the Ministry still thinks the same way; at present within the Faculty we have 30 Master programmes, for such a broad faculty that seems to me an appropriate number. Following a proposal from Delft delegates, an advice was given to the ‘task-sharing and concentration commission’ for Engineering Physics (including Chemical Engineering and Applied Mechanics) at the University of Groningen to be stopped. In his “Draft policy”, the Minister took this advice and we appeared literally in the ‘foot-note’ of the Draft. It was proposed that those studies could be down-graded to majors in mathematics, physics and chemistry, or even minors. This plan was unanimously and vigorously contested not only by Jan Francken and myself, by the Faculty and by the Executive Board of the University, but also by the industry in the north of the country and by municipal and provincial administrators. Ultimately, this plan was tethered in and Jan Francken and I were extremely proud that we had turned and converted a Ministry; we often chuckled and bragged about this success that also a Minister had to learn how to swallow so not to choke.

Another occasion of joining forces between students and professors showed up when the Department had to firmly argue and defend a 5 years Applied Physics education program, instead of the then-standard

4 (1994, Minister Jo Ritzen and State-secretary Job Cohen). In addition, the experimental and theoretical physics, fully undeserved of course, experienced a reduction to 4 years, profited and took advantage of our actions. A couple of years later also their programmes were upgraded (again) to a 5 years education programme. It is noteworthy here that the immense pressure onto the Ministry was not exerted by the classical universities like Groningen, but by the Universities of Technology and by the industry, which are not considered by the ‘non-techies’ as natural allies. Thanks to all our joint efforts and concerted actions, Engineering Physics was rescued in the eighties and nineties from closing down again; it even expanded substantially in the years that followed.

### Education and Research: a few snapshots

Since it was founded in 1962, the distinction between the education in Engineering Physics and traditional physics courses lied in the way of which the technically-oriented mindset is challenged. New instruments require new materials and new specialists, before provoking new science leading to new instruments, in what Hendrik Casimir (1909-2000) — a source of inspiration for me having known him personally — used to call the ‘science-technology spiral’ [2]. A second part of the curriculum, to which Applied Physics held steadfast, is the mandatory industrial internship. I remember in 1978 that I had to convince the faculty council of the importance and relevance of an industrial internship for our students. In those days, as I was told, contacts with industry should be avoided. It was simply ‘not-done’, since we were at the university for ‘Pure Science’. The council gave me very, very, very hard, and on occasion even unpleasant, times but I survived without too many scratches and harm! In fact, over the past 40 years an industrial internship has remained mandatory in our curriculum for Applied Physics and never disappeared.

As regards research, after we had built up our microscopy labs solely on external funding

*“contacts with industry  
should be avoided”*

(at present we have 8 different electron microscopes up and running, managed and kept operational at a high level by David Vainchtein and Mikhail Dutka), we were also able to complete the triangle of materials 'processing- characterization- properties' via high-power lasers (Vašek Ocelík) and physical vapor deposition techniques (Yu Tao Pei). The fundamental ideas in the background guiding our Materials Sciences research over the years, is that physical properties of materials are determined by dynamic, non-linear effects of defects, being not in thermodynamic equilibrium, at different time and length scales. Examining intrinsic versus extrinsic size effects at small (nano-) scales is currently a topic of our rigorous investigations. An overview of our research can be found on our website <http://materials-science.phys.rug.nl/> and in the long list of more than 1000 publications.

Yes indeed, it was hard labor, but it gave a lot of joy, satisfaction and credits to all of us in MK. How hard is hard, you may ask? Around the start of the Applied Physics Department in 1962 the average output was 0.1 PhD graduation per professor per year (see figure 3). Today, the Faculty expects that we should realize 1 PhD graduation per year per permanent staff member so as to stay out of the red and in the black numbers. We are not getting there yet, but clearly the demand on us has increased 10 fold, and that with much less (technical) support (also 1 order less), so in fact 100 x, and including the growing numbers of students, say we have to work 1000 x harder since I started. I.e. a 0th order approximation in this 1st order perturbation calculation over a period of 40 years. According to figure 3, only professor Henk Brinkman (the most imposing visionary, founder of KVI, organizer and leader of Physics at Groningen that I myself have seen in 40 years) would be able to cope with these pressures, but our Nobel Prize winner Frits Zernike would absolutely not. But frankly, I think it would never have been a real problem: under the current University criteria with EC/NWO grants, impact and H-factors, Frits Zernike would most likely not have been employed, not even as a junior tenure-tracker on a temporary contract: problem solved!

### S.W.O.T. analysis: strength-weakness-opportunity-threat

When concluding a flashback on 40 years of research and education it seems appropriate to make a brief S.W.O.T. analysis, which is a popular exercise in current national research/education assessments.

#### Strength:

Research costs money (there are still politicians in The Hague dreaming that research generates immediately cash flow to the government). It seems that over my whole period of 40 years, so far higher education and research at universities were a popular money spinner and cash cow in cuts of any government whatsoever, irrespective of its specific political color of purple, green, red, black, orange, Kunduz, and what else do we have today.

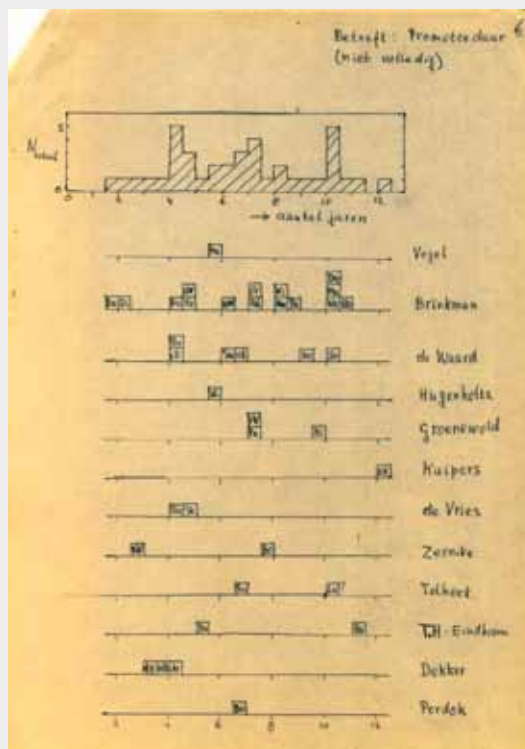


FIGURE 3 Output of number of PhD graduations per professor.

Nonetheless, the shrinking budgets for research at the University of Groningen since the seventies have provoked and encouraged creativity and being confident in this inventiveness, the future looks splendid. Our strength is our creativity and ingenuity. Also, we as bèta's (at least some of us) are good writers of inspirational proposals for external funding. Around 1997, together with my very experienced colleague Wim Nieuwpoort (Theoretical Chemistry) as sparring partner, I wrote the thinking-out-of-the-box proposal for the NWO Top-School MSC-plus/ZiAM and much later I was also involved in the renewal of the NWO grant for MSC-plus/ ZiAM under the professional leadership of Jasper Knoester. In fact, it was rather remarkable that we succeeded in 1998, i.e. # 5 out of 22 proposals nation-wide over all alfa,bèta, gamma-disciplines. After analysis (see figure 4) it was concluded by the outside world that bèta's, and neither alfa's nor gamma's, won the battle in the 'bluff-your-way-to-the top' because apparently the thinking-out-of-the-box proposal was presented with (translated):

- shameless and impudent self-recommendation;
- nearly overconfident and reckless ambitions, phrased in clear and perspicuous prose, so that it suggests that the targets as formulated in the proposal will be achieved for sure;
- a disciplined, uncompromising consensus and structure of natural harmony.

(Note: for your future applications: all three bullets are equally important for getting your proposal granted!)

#### Weakness and threats:

these have, in my view, to do with the 'quality control' system of education and research. These have, in recent years, increased to frightening levels. In fact, the Hollanditis disease of overregulation is a serious weakness and a threat. It has assumed unprecedented proportions and clearly a sorry state of affairs is arising, i.e. actually we do not trust each other. Two examples: first, in the past I could still rate a thesis (BA, MSc or PhD) alone, after all, the Crown already expressed, ap-

pointed and regulated that trust in me as a professor in 1977, but at present I am not allowed to do that anymore 'in mijn oppie'. So, this I regard a great weakness and threat: no individual responsibilities and no trust whatsoever. Second, we have to self-evaluate (what an odd expression) ourselves (in 2013 we needed 244 pages, just for the education part, and we used 9 pages in 1988), so that external controllers of the government, who are checked by the same government, can decide to give us a positive accreditation (in 2014 the report of the committee itself spanned another 116 pages, for physics/astronomy at RuG). In addition, the accreditation system is evaluated on a regular base. All in all, it looks as if we have a merry-go-around, a whirling and carrousel of controls and controllers who control other controllers. Feedback is what we, students and professors, all need, but how could we possibly get any reasonable and adequate feedback in an almost endless loop of controls at very different, non-correlated levels of aggregation? The chances are really big that we, together with all these controllers of quality, not hampered by any knowledge of scientific matters (except by knowledge of the protocols), like managers of health care who in the in the catacombs of a hospital were found looking for a carpal tunnel, become fully lost.



**FIGURE 4** Analysis of the battle of 'bluff-your-way-to-the top' (UK March 19th 1998).



**FIGURE 5** Endless loop of Bernoulli (Henk Ovink).

To our comfort and consolation: our Johann Bernoulli-I thought about the endless loop already in Groningen (1695, see figure 5) and provided us with a beautiful mathematical expression ([3,4], for details and background of the solution of this brachistochrone curve of ‘swiftest descent’ see [5]). Please note: via the various loops and non-linearity in this merry-go-round, the probability is quite high that due to one tiny perturbation the whole process becomes chaotic [5]. Conclusion: Johann Bernoulli-I equations are very helpful, at least a little, to keep our feet on the ground.

#### Opportunities:

there are so many in research, in education and in organizational aspects. In the period 2009-2011 I was heavily involved in the formulation of the so-called ‘Dutch Research Agenda’ [6], an initiative of the Royal Netherlands Academy KNAW under the charismatic and superb leadership of its then president Robert Dijkgraaf (now director of the Princeton Institute for Advanced Study, USA). In total, we composed 49 unanswered questions in fields in which major advances might be expected and in which Dutch scientists play a leading role internationally. The keywords here were ‘fascination and passion’ (not money!). I contributed in particular to the section on opportunities for materials sciences, writing and spelling out 4 exciting questions on length-scale transitions in materials design, on behavior of complex living material, on quantum computing, and finally on some self-healing materials.

As regards opportunities, I also picked up a couple of advices from Nobel Laureates whom I met in person:

*“if you obtain rather unexpected experimental results, do not throw it away even when the rest of the world disapproves your results”*  
(Dan Shechtman).

Also:

*“please do not stick to the same research topic and be eager to explore other opportunities of your own”*  
(Knight Bachelor Sir Andre Geim),

and what about :

*“Do not follow only the hype of the Nature Publishing Group magazines to impress and please, in particular your management, but take the opportunity to publish in the best archive journals in your field: journals, not magazines please!”*  
(Sir Nevill Mott).

An interesting example of the latter is related to the most recent Nobel Prize in Physics 2014 that was awarded jointly to Isamu Akasaki, Hiroshi Amano and Shuji Nakamura for the invention of efficient blue light-emitting diodes, which has enabled bright and energy-saving white light sources. Did you know (I did not [7]) that the very first visible-spectrum (red) light emitting diode (LED) was invented already in 1962 by Nick Holonyak while working at the General Electric Company in Syracuse, up-state New York? Did you know that his colossal breakthrough was discussed in the Reader’s Digest, an American general interest and popular family periodical in the sixties? The impact factor of Reader’s Digest is, according to Thomson-Reuters Web-of-Science, 0.0 but the impact factor of this very first red LED was gigantic!

In addition, opportunities and challenges for the organization of institutes pop up in my mind. Since its inception 40 years ago, the MK–Applied Physics group has played a prominent role in the contextual and ma-

nagerial facets of the M.S.C./ZiAM research, amongst others almost 25 years on the executive board, etc. It is understood that ZiAM is not the same institute as 20 years ago: from 8 research groups in 1994 to 26 different ‘research units’ (in Dutch ‘basiseenheden’, to me sounds a word of the former **Советских Республик**) in 2015. The current development of fragmentation in all kinds of groups, little groups and very small sub-critical groups, stimulated to the extremes by the ‘beta’s in banen’ personnel policy of the Faculty, lead to an impending and threatening loss of coherency and with it a loss of cohesion. These developments should be issues of extra concern, of extra attention and of extra efforts, i.e. mindful of Desiderius Erasmus Rotterdamus:

*“plura qui ambit, male adstringit”*

(loosely translated: ‘if you like to embrace a lot, you have to spend more efforts in tying together’).

To wrap up: needless to say that there are important differences since my start in 1977 (no tools like PCs, no internet and no e-mail), but the common denominator over the 38 years has remained the talented and passionate students. It is encouraging that in a time of credit-related grants and loans, performance grants, loan schemes, binding study recommendation and discussions about (financial) efficiency, so many enthusiastic (FMF) students are found with their heart in the right place for mathematics, natural sciences and engineering in Groningen. Over the years, I have tried to stimulate the students to keep the communication lines short and to encourage a whole-hearted open-door-policy. My basic idea is that our students are not only taught hard-nosed science, for me that is materials’ physics in particular, (for details see [8]), but that they are really educated in the broader classical sense, to become self-conscious individuals, developing every respect for each other’s talents and new ideas, getting inspiration and discovering oneself. A university is usually defined as an institution for education, but a more appropriate definition I learned from Gareth Thomas (1932-2014), UC Berkeley-Lawrence Berkeley Natio-

nal Lab, would be to say:

*“a university is an academic institution for learning, both for students and professors”.*

For me, I characterize the 1977-2015 period as ‘an intellectual exercise in learning’, and together with my research team of MK I will continue to explore a few remaining groundbreaking ideas in the years to come!

*“I will continue to explore  
groundbreaking ideas in  
the years to come.”*

## References

- [1] Academia Groningana MDCXIV-MCMXIV, Gedenkboek ter gelegenheid van het 300-jarig bestaan van de RijksUniversiteit te Groningen onder redactie van Prof. dr. J. Huizinga, 1914.
- [2] H.B.G. Casimir, ‘The science-technology spiral’, in: Haphazard reality—Half a century of science, New York: Harper & Row, 1983, pp.294-313.
- [3] J.Bernoulli, Opera Omnia, 4, Lausanne, Geneva. 1742.
- [4] Henk J.M. Bos, Johann Bernoulli on Exponential Curves, ca 1695. Innovation and Habituation in the Transition from Explicit Constructions to Implicit Functions, Nieuw Archief voor de Wiskunde, Vierde serie deel 14 No 1 maart 1996, pp.1-19.
- [5] Henk Broer, Bernoulli’s lichtstraal-oplossing van het brachistochrone probleem door de ogen van Hamilton, Nieuw Archief voor de Wiskunde, vijfde serie deel 14 nr. 2 juni 2013, pp.1-10 and M.Winnink, em. professor theoretical physics.
- [6] The Dutch Research Agenda, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, KNAW, 2012 (ISBN: 978 90 6984 635 4).
- [7] as pointed out to me by Jurriaan Schmitz, professor of semiconductor physics, UTwente, during his keynote lecture, M2i conference, December 2nd, 2014.
- [8] Festschrift in honor of Jeff Th.M. De Hosson, Editors P.M. Bronsveld and H. Kubbinga, Groningen University Press, ISBN 978-90-814428-0-0, pp.1-584, 2012. [http://materials-science.phys.rug.nl/images/stories/Scientific\\_publications/Anniversary\\_publications/Festschrift\\_web\\_version.pdf](http://materials-science.phys.rug.nl/images/stories/Scientific_publications/Anniversary_publications/Festschrift_web_version.pdf)



**PHILIPS**



