

nederlands tijdschrift voor

# Natuurkunde

april 2000 - jaargang 66 - nummer 4

**Waerachtighe Beschryvinghe van het Nova-Zembla-effect**

**Hoe staat het met... Koude kernfusie**

**Fotoverslag Fysica-2000**



Uitgave van de  
**Nederlandse Natuurkundige Vereniging**  
 66e jaargang (2000), nummer 4

NTvN op internet  
<http://www.ntvn.nl>

**Secretariaat NNV**  
 lidmaatschap en abonnementen  
 Postbus 302  
 1170 AH Badhoevedorp  
 TELEFOON 020 - 6580228  
 FAX 020 - 6592477  
 E-MAIL [A.Jelles@nnv.nl](mailto:A.Jelles@nnv.nl)

**Redactiesecretariaat NTvN**  
 artikelen en advertenties  
 Claud Biemans  
 De Boelelaan 1081,  
 1081 HV Amsterdam  
 TELEFOON 020 - 4447861  
 FAX 020 - 4447899  
 E-MAIL [ntvn@nat.vu.nl](mailto:ntvn@nat.vu.nl)

**Redactie**  
 Rob van den Berg, Shell Amsterdam  
 Tom van den Berg, UvA/AMC  
 Claud Biemans, eindredactie  
 Aernout v. Enter, RUG  
 Lou-Fé Feiner, Philips Research  
 Vincent Icke, UL  
 Erik Lagendijk, TUD  
 Herman de Lang, Rotterdam  
 Ton van Leeuwen, TUE  
 Saskia Maassen, TUE  
 Christian Maes, KU Leuven  
 Piet Mulders, VU, *hoofredacteur*  
 Evert van der Schee, TH Rijswijk  
 Juleon Schins, UT  
 Michiel Thijssen, Elsevier Science  
 Reinout Verbeek, UU  
 Arthur ten Wolde, VNO-NCW

**Bestuursgedelegeerde NNV**  
 Daan Lenstra, VU

**Vormgeving** Monica Schokkenbroek  
**Layout** Claud Biemans  
**Druk** Lakerveld bv, Den Haag



Nederlandse  
 Natuurkundige  
 Vereniging

## De succesvolle wetenschappen

Sla er de wetenschappapagina's van de kranten en tijdschriften maar op na: je vindt vooral artikelen over fysisch onderzoek dat betrekking heeft op iets (1) dat het voorstellingsvermogen te boven gaat (bijvoorbeeld sterrenkunde, hoge-energiefysica); (2) waar men zich iets bij kan voorstellen, gelinkt aan het dagelijks leven (bijvoorbeeld telecommunicatie); of (3) dat grensverleggend is, met (in)direct economisch nut (bijvoorbeeld nanotechnologie). Onderwerpen uit deze drie categorieën vind je soms zelfs terug op de voorpagina: onlangs nog de observatie van een 'quark--gluonplasma' in CERN (NRC Handelsblad, 10/02/00), een voorbeeld uit categorie (1). De recente splijting van atoomkernen met hoogvermogen lasers in de VS en Engeland is veel beschreven, tot in het economisch weekblad FEM--De Week aan toe: categorie (3).

Gegeven is dat het beschreven onderzoek succesvol is. Maar is dat de reden waarom juist deze onderwerpen zoveel media-aandacht krijgen? Het is steeds vaker juist andersom: grote instituten zoals CERN, maar ook observatoria en bedrijven als IBM hanteren tegenwoordig een goed-geoliede marketingmachine om nieuwe resultaten maximaal wereldkundig te maken. Dat bepaalt voor een groot deel het succes. Kosten noch moeite worden gespaard om persberichten vergezeld van schitterende plaatjes te construeren.

**Een dergelijke communicatiestrategie zou ook van ieder Nederlands onderzoek deel moeten uitmaken; doe je het niet, dan red je het niet.**

Naast publicaties in wetenschappelijke tijdschriften wordt media-aandacht steeds meer van wezenlijk belang. Veel publiciteit draagt bij aan je reputatie: onderzoek dat in de publiciteit komt, staat goed op het conto. Onderzoek dat via de media (kranten, televisie, internet!) onder de aandacht komt van miljoenen mensen is om die reden succesvol. In het huidige informatietijdperk is het awareness waar het om draait en waarop ook bedrijven als Amazon.com drijven: de naamsbekendheid is zo groot door een succesvol marketingbeleid.

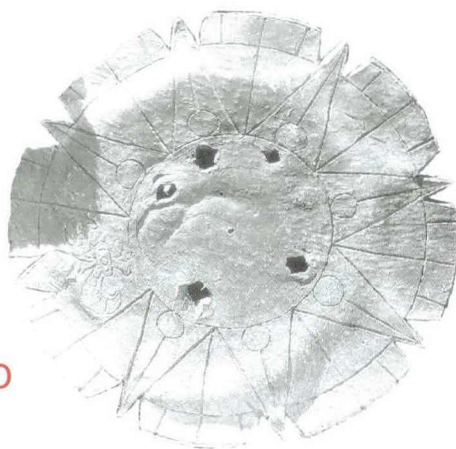
Dit principe geldt ook voor de wetenschapper en zijn instituut: hij kan er zijn voordeel mee doen; niet alleen bij het verwerven van fondsen of commerciële contacten, maar ook bijvoorbeeld 'op het feestje bij vrienden'. Een stevig mediaoffensief zet (je eigen) wetenschappelijk onderzoek in een goed daglicht. Mits goed gebracht kan dit soort nieuws ook het imago dat de gemiddelde burger, of scholier die een studiekeuze moet maken, heeft van de harde wetenschap(per) flink opkrikken. En dat kan zeker geen kwaad: daaraan kan niet genoeg tijd, geld en moeite besteed worden. (\* zie o.a. het interview met Willem van Oosterom, directeur van AXIS in dit nummer).

Michiel Thijssen

Het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde is het maandblad van de Nederlandse Natuurkundige Vereniging en richt zich op de Nederlandstalige natuurkundige gemeenschap. Ingezonden artikelen, recensies, discussies en mededelingen – op het gebied van de natuurkunde in brede zin – zijn welkom. Inzendingen kunnen gestuurd worden naar redactielede, of naar het redactiesecretariaat. Richtlijnen voor auteurs en deadlines staan op de NTvN-internetpagina [www.ntvn.nl](http://www.ntvn.nl) of zijn op te vragen bij het redactiesecretariaat.

Bij de omslag:

**Waerachtighe  
Beschryvinghe van het  
Nova-Zembla-effect**  
Siebren Y. van der Werf,  
Günther P. Können,  
Waldemar H. Lehn,  
Frits Steenhuisen



pagina 120

- ken uw klassieken** 116 STW genoopt tot verharding aanvraagseisen  
118 Fotoverslag Fysica-2000 Claud Biemans  
120 **Waerachtighe Beschryvinghe van het Nova-Zembla-effect**  
Siebren Y. van der Werf, Günther P. Können, Waldemar H. Lehn, Frits Steenhuisen
- frontlinie** 127 Laputa en Balnibarië S.L. Boersma  
**van de bestuurstafel** 130 Interview met Willem van Oosterom, directeur platform Axis:  
Een structurele aanpak van de crisis in bètaland Michiel Thijssen  
**onderwijs** 132 **Hoe staat het met.... Koude fusie** Rob van Veen  
136 Nieuwe plastic lichtvezels weerstaan hitte  
**url van de maand** 137 DNA als elektrische geleider?  
138 Natuurkunde wordt internetdienst C.Th.A.M. de Laat en Ch.G. van Weert  
**frontlinie** 139 <http://natuurkunde.pagina.nl> Rinke J. Wijngaarden  
139 Een ouderwetse schoolmeester Vincent Icke  
140 Nieuw procédé voor nog kleinere chips  
141 Agenda  
142 Colloquia  
143 Promoties en doctoraalexamens

HERMAN DE LANG



Hoe zeg je ook weer wetenschappelijk:  
"Ik weet het niet"?



# STW genoopt tot verhard

## Koninklijke/Shell Prijs

De Koninklijke/Shell Prijs (f 200.000) wordt jaarlijks door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen en de KNAW toegekend aan een onderzoeker die een wetenschappelijke doorbraak of technologische innovatie op het gebied van duurzame ontwikkeling en energie heeft bewerkstelligd. Voorwaarde om voor de prijs in aanmerking te komen is dat de kandidaat werkzaam is aan een universiteit of publiek gefinancierde onderzoekinstelling in Nederland. Kandidaten kunnen zichzelf niet voordragen. De inzendtermijn sluit op 1 mei. Inlichtingen en aanvraagformulieren: afdeling ISK, tel. 020 - 5510823, e-mail: maarten.lan-gemeijer@bureau.knaw.nl.

Onder druk van de omstandigheden heeft het bestuur van de Technologiestichting STW besloten tot een aantal tijdelijke, maar drastische maatregelen. Met onmiddellijke ingang zullen niet meer dan drie van elke tien onderzoeksaanvragen worden gefinancierd. Het honoreringspercentage is normaal veertig procent. Ook limiteert de STW haar bijdrage tot een maximum van twee miljoen gulden per project. Verder zullen enkele zogenoemde Speciale programma's worden bevroren en de regels voor extra steun in lopend onderzoek worden aangescherpt. Het STW-bestuur acht de maatregelen noodzakelijk nu de toegezegde budgetaanwas tot 2004 (25 miljoen gulden) uitblijft, terwijl de vraag naar onderzoeksgelden snel blijft stijgen (mede dankzij stimulerende activiteiten van de overheid). Later

dit jaar zal worden gezien of de maatregelen voldoende zijn.

Met het prijsgeven van het honoreringspercentage van veertig procent is de Technologiestichting STW gedwongen tijdelijk van het uitgangspunt af te stappen dat onderzoekers met uitstekende voorstellen ook daadwerkelijk financiële steun behoren te ontvangen. Daarmee werd tot nu toe voorkomen dat onderzoekers tevergeefs veel tijd investeren in het schrijven van een onderzoeksvoorstel.

Door de maatregelen zal de STW-deelname aan enkele Speciale programma's vervallen. De Technologiestichting trekt zich onder andere terug uit de programma's Tissue Engineering en Cognitiewetenschappen. Ook deelname aan het 'opstapprogramma' ter verkrijging van middelen uit de Europese

## Europese erkenning lasercentrum

Het LaserCentrum van de Vrije Universiteit (LCVU) is door de Europese Commissie officieel erkend als hoogwaardige, interdisciplinaire onderzoeksfaciliteit binnen het Europese cluster van Large-Scale Laser Installations. De toekenning is niet alleen een wetenschappelijk 'keurmerk', maar betekent voor het LCVU ook een financiële injectie van 1,5 miljoen gulden (690.000 euro) in drie jaar.

De erkenning heeft plaatsgevonden als onderdeel van het programma 'Improving Human Potential - Access to Research Infrastructures' van de Europese Commissie. De financiële steun van de EU stelt het LCVU in staat om onderzoekers uit de EU (en haar geassocieerde landen) van haar faciliteiten gebruik te laten maken en hun reizen verblijfskosten te vergoeden.

Het LCVU werd opgericht in 1992 en beslaat thans zo'n 1000 m<sup>2</sup> aan vloeroppervlak met verschillende laseropstellingen. Acht onderzoeksgroepen binnen de VU op het terrein van de natuurkunde, scheikunde, biologie en astrofysica maken gebruik van het centrum. Er wordt onder meer onderzoek verricht aan laserkoeling van atomen en naar het genereren van kortgolvlige laserstraling voor onderzoek van moleculen. Ook wordt met behulp van lasers onderzocht hoe groene planten door middel van chlorofyl zonne-energie omzetten in chemische energie, hoe chemische reacties van vrije moleculen in de tijd verlopen en hoe eiwitten zich in korte tijd ruimtelijk vouwen.

## Natriumatomen in een magneto

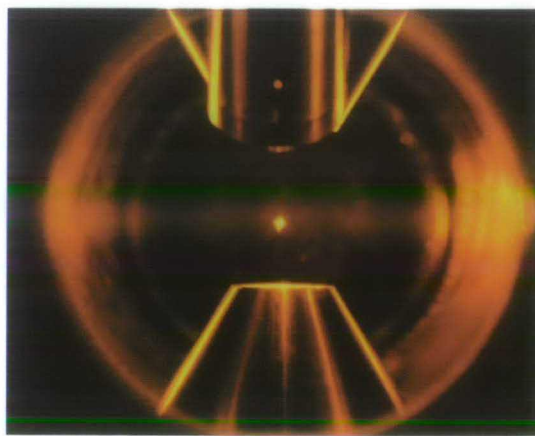


FOTO GIJS VAN GINKEL, UNIVERSITEIT UTRECHT

Het bestuderen van atomen die met behulp van lasers vrijwel tot stilstand zijn gebracht is een snel groeiend nieuw vakgebied in de natuurkunde. Arjen Amelink, FOM-onderzoeker aan de Universiteit Utrecht, promoveerde op 2 februari op onderzoek aan botsingen tussen natriumatomen die met laserlicht sterk zijn afgeremd of afgekoeld, want beweging is immers gekoppeld aan temperatuur. Amelink heeft in een magne-

to-optische val (magneto-optical trap, afgekort tot MOT in het jargon) natriumatomen afgeremd van ongeveer 2000 kilometer per uur (de gemiddelde snelheid bij kamertemperatuur) tot ongeveer één kilometer per uur (enkele decimeters per seconde). Op de foto is het heldere puntje in het midden de fluorescentie die afkomt van een wolk van ongeveer een miljoen natriumatomen die bijna stilstaan.



# ng aanvraageisen

Kaderprogramma's wordt opgeschort. Andere bevestigingen aan programma's worden nog overwogen.

Extra investeringen in lopend STW-onderzoek worden aan strengere regels gebonden. Hierdoor zal het voor projectleiders moeilijker worden om wetenschappelijk personeel, zoals onderzoekers-in-opleiding en post-docs, enkele maanden langer voor een onderzoeksproject te behouden. De keus voor het verlagen van het honoreringspercentage is de uitkomst van een dilemma waarvoor het STW-bestuur zich geplaatst zag. Het bestuur vindt het de minst kwade oplossing om een opgelegde korting van vijf miljoen gulden per jaar in de bestedingsruimte te verwerken. Dit gat is ontstaan door het uitblijven van een in het vooruitzicht gestelde aanwas van het budget vanuit NWO, waarop de huidige financië-

le verplichtingen zijn gebaseerd. Het aanvankelijke onderzoeksbudget was voorzien op 86 miljoen gulden per jaar. Dit is nu gefixeerd op 80 miljoen gulden. Met de maatregelen probeert de STW een algehele stop op aanvragen te voorkomen. Deze ligt echter alsnog in het verschiet wanneer aan het einde van dit jaar blijkt dat de maatregelen ontoereikend zijn. De noodmaatregel schaadt het universitaire technisch-wetenschappelijk onderzoek, waardoor Nederland de aansluiting met internationaal veelbelovende onderzoeksterreinen, zoals het genoomonderzoek, dreigt te verliezen. Het besluit betekent ook een domper voor het Nederlandse bedrijfsleven, juist in een tijd van hoogconjunctuur, wanneer er ruimte is voor investeringen op de lange termijn.

PERSBERICHT STW

## Zes miljoen voor 't Hooft

Het Utrechtse onderzoek in de theoretische fysica, verbonden met Gerard 't Hooft, krijgt een extra impuls van 6 miljoen gulden. Het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, de Universiteit Utrecht en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek dragen hier respectievelijk 2,5 miljoen, 2,5 miljoen en 1 miljoen gulden aan bij. De drie organisaties willen hiermee gezamenlijk dit excellente onderzoek verder bevorderen en een stimulerende onderzoeksomgeving creëren voor jonge onderzoekers in de vorm van een internationaal graduate-programma.

De aanleiding voor deze financiële ondersteuning is het toekennen van de Nobelprijs aan de Utrechtse onderzoekers Tini Veltman en Gerard 't Hooft. De toekenning van de Nobelprijs is een erkenning van het uitmuntende wetenschappelijke werk van beiden en onderstreept het hoge niveau van de theoretische fysica in Nederland.

PERSBERICHT OC&W, NWO EN UU

## Optische val

In de gebruikte magneto-optische val kruisen zes laserbundels elkaar in het midden van een vacuümopstelling. Atomen met een voldoende lage snelheid worden in het overlapgebied van de drie paar onderling loodrecht lopende bundels sterk afgeremd. Een inhomogeen magneetveld drijft de afgeremde atomen naar het centrum van de opstelling waar ze worden ingevangen.

De ingevangen natriumatomen bewegen langzaam, maar botsen voortdurend met elkaar. Door het absorberen van een geschikt foton kunnen dan twee natriumatomen een gebonden natriummolecuul vormen (fotoassociatie). Dat molecuul kan door het opnemen van een ander geschikt foton rechtstreeks of in twee stappen ioniseren, waarbij een elektron vrijkomt. Amelink heeft een model ontwikkeld dat het ionisatiemechanisme van de atomen in de MOT zeer goed blijkt te verklaren.

FOM-ONDERZOEKNIEUWS

## PIONIER-subsidie voor Schoutens

Het NWO-Gebied Exacte Wetenschappen heeft Kareljan Schoutens (UvA) een PIONIER-subsidie toegekend voor theoretisch onderzoek naar een nieuwe vorm van materie: de quantum-Hallsupergeleiders. De zogeheten quasideeltjes in deze materie vertonen bijzonder collectief quantumgedrag, dat nog niet eerder in de natuur gevonden is. In het project onderzoeken de natuurkundigen in de groep van Schoutens elektronensystemen waarin de eigenschappen van supergeleiders en van fractionele quantum-Hallvloeistoffen worden gecombineerd. Vorig jaar zijn belangrijke experimentele aanwijzingen voor het bestaan van zulke systemen gevonden. Deze materie ontstaat als de samengestelde deeltjes in een quantum-Hall-vloeistof met elkaar paren vormen, zoals elektronen dat doen in een supergeleider. De samengestelde deeltjes in quantum-Hall-vloeistoffen zijn elektronen die een welbepaalde hoeveelheid (een quantum) magnetische flux aan zich hebben gebonden. De quasideeltjes in quantum-Hallsupergeleiders zullen volgens de natuurkundigen niet-Abels quantumgedrag vertonen. Omdat tussen de quantumtoestanden door verwisseling van quasi-deeltjes geschakeld kan worden, is het idee geopperd dat zulke toestanden kunnen dienen als bits in een quantumcomputer.

In 1982 hebben Amerikaanse natuurkundigen het fractionele quantum-Hall-effect voor het eerst empirisch aangetoond. Dit effect treedt op voor elektronen in een plat vlak die bij zeer lage temperatuur zijn onderworpen aan een sterk magneetveld. Bij een bepaalde sterkte van het magneetveld vormen de elektronen een quantumvloeistof die niet kan worden samengedrukt. Dit komt door de binding van een quantum van magnetische flux aan het elektron. Tot de verbazing van veel natuurkundigen is gebleken dat de quasideeltjes in deze toestand een lading hebben die een fractie is, bijvoorbeeld  $1/3$ , van de lading van een elektron.

PERSBERICHT NWO



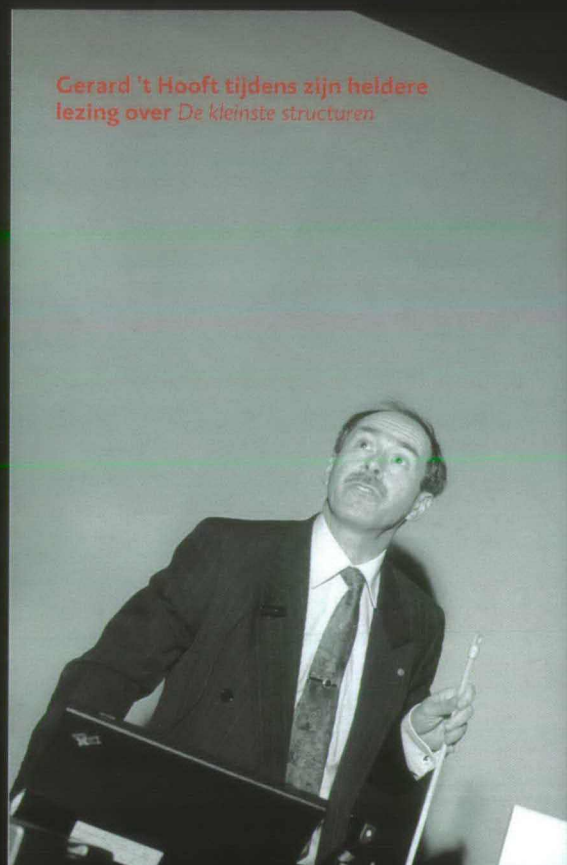


De instrumentatiemarkt

# Fysica-2000

Maar liefst 1000 personen hadden zich aangemeld voor Fysica-2000 op 17 maart. De mensen die zich op het laatste moment inschreven, hadden pech. Het Auditorium van de TUE in Eindhoven kon niet meer dan 750 mensen herbergen. Het is niet duidelijk of de overweldigende belangstelling veroorzaakt werd door de keuze van het thema 'Fysica, Chemie en Bedrijf', of door de aanwezigheid van Nobelprijswinnaars 't Hooft en Veltman, die beiden een lezing gaven. In ieder geval waren er de hele dag enthousiaste reacties op het programma. Fysica is dit jaar uitgegroeid tot een van de grootste manifestaties op het gebied van natuurkunde in Nederland. De dag werd bezocht door veel niet-NNV-leden.

Gerard 't Hooft tijdens zijn heldere lezing over De kleinste structuren.



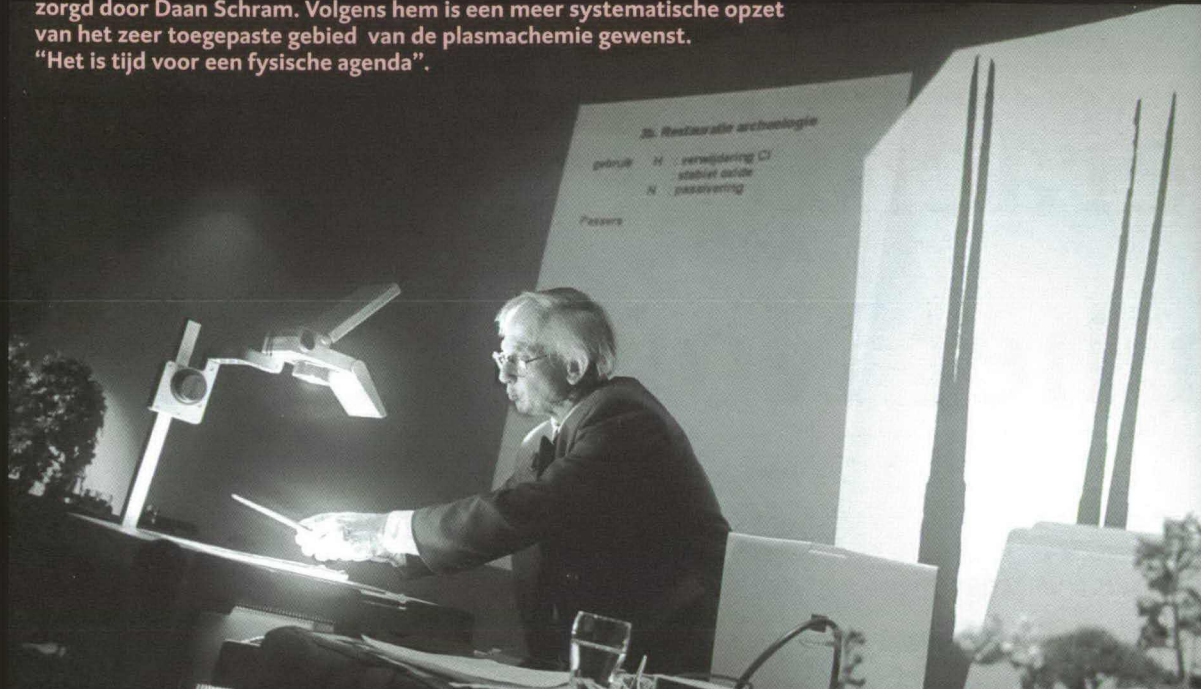
Organisator Martin de Voigt met Tini Veltman: "Hallo fans..."





De Physica-lezing *Nieuwe plasma's, nieuwe mogelijkheden* werd dit jaar verzorgd door Daan Schram. Volgens hem is een meer systematische opzet van het zeer toegepaste gebied van de plasmachemie gewenst. "Het is tijd voor een fysische agenda".

FOTO'S  
LIESBETH  
SLUITER



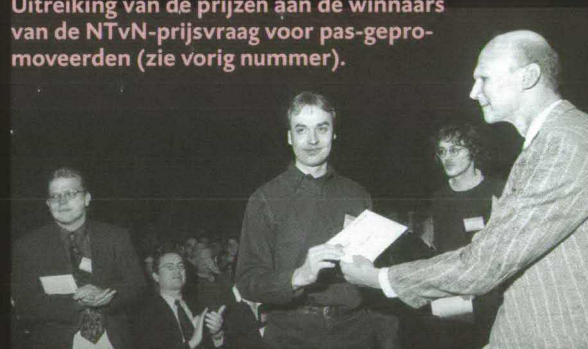
Voorzitter Aart Kleyn typeerde de NNV als een vereniging voor communicatie over natuurkunde. Naast Fysica, het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde en de Gids die binnenkort verschijnt, wil de vereniging zich meer gaan richten op de contacten met 'buiten'. Kleyn: "We kunnen ons de interne gerichtheid niet langer permitteren". De NNV probeert de communicatie met middelbare scholen op gang te brengen door middel van een webstek (zie ook pagina 138). De vereniging heeft volgens Kleyn geen keus: "zonder website besta je niet voor scholieren". Ook is als thema van Fysica-2001, volgend jaar in Utrecht, gekozen voor 'Onderwijs'.

CLAUD BIEMANS

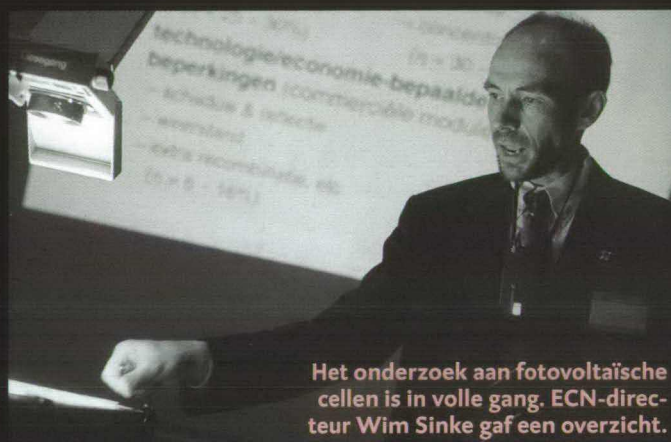
Dagvoorzitter Vincent Icke toonde in zijn lezing aan dat astrofysica wel degelijk toepassingen kent.



Uitreiking van de prijzen aan de winnaars van de NTvN-prijsvraag voor pas-gepromoveerden (zie vorig nummer).



Martin Schuurmans, directeur van Philips Nat Lab, sprak over de hoogtepunten van industriële research en markttransfer.



Het onderzoek aan fotonvoltaïsche cellen is in volle gang. ECN-directeur Wim Sinke gaf een overzicht.



# Waerachtighe Beschry- van het Nova-Zembla-

De eerst-geboekstaafde waarnemingen van het Nova-Zembla-effect – een lange-afstandluchtspiegeling – werden gedaan tijdens Willem Barents' derde tocht naar het Noorden (1596-1597). Een stralenganganalyse toont aan dat de drie sleutelobservaties, op 24-27 januari 1597, alle gesimuleerd kunnen worden met één enkele, atmosferische temperatuurinversie. Ook blijkt dat het Nova-Zembla-effect zichtbaar kan zijn geweest over de centrale bergketen van het eiland. De door Gerrit de Veer gegeven richting waarin op 25 januari de schijnbare conjunctie tussen Jupiter en de maan werd gezien (noorden ten oosten) komt binnen één graad overeen met de berekende richting. De betrouwbaarheid van de waarnemingen, onderwerp van discussie gedurende vier eeuwen, lijkt hiermee aangetoond. Siebren Y. van der Werf, Günther P. Können, Waldemar H. Lehn, Frits Steenhuisen

Het Nova-Zembla-effect is een sterke luchtspiegeling, veroorzaakt door een temperatuurinversie, waardoor hemellichamen zichtbaar kunnen worden, als ze zich een aantal graden onder de horizon bevinden. In zijn boek, *Waerachtighe Beschryvinghe van drie seylagien, ter werelt noyt soo vreemt ghehoort* [1,2,3], beschrijft Gerrit de Veer als eerste dit verschijnsel. De locatie was 'het Behouden Huijs' op  $76^{\circ}15'.4$  N  $68^{\circ}18'.6$  O. Hieronder volgen de drie sleutelobservaties.

1. Op 24 Januari 1597 zagen Gerrit de Veer, Jacob Heemskerck en nog een derde man, wiens naam niet wordt genoemd, een glimp van de zon, hoewel haar middelpunt op dat moment nog  $5^{\circ}26'$  onder de horizon was. De terugkeer van de

zon na de poolnacht werd pas twee weken later verwacht en het werd daarom nodig geacht de dagtelling te verifiëren.

2. Volgens de astronomische tabellen van Iosephus Scala [4] moest een conjunctie tussen Jupiter en de maan optreden in de vroege ochtend van de volgende dag, op 25 januari om 01:00 Venetiaanse zonnentijd (00:24 UT – Universal Time). In de woorden van De Veer: *wy sagen gestadich op de voornoemde twee Planeten, datse altemet malcanderen naederde tot de Maen ende Iuppiter effen bouwen den ander stonde, beyde int teecken van Taurus, ende dat des morgens te ses uren. Op die tijt was de Maen ende Iuppiter opt Compas by ons huijs conjunct noorden ten oosten* [d.w.z. één streek of

$11^{\circ}15'$  O], ende het suyden vant Compas was z.z.w., daer hadden wij recht zuyden, de Maen out zijnde 8 dagen.

3. Een lichte nevel verhinderde dat zij de zon zagen gedurende de twee daaropvolgende dagen, maar zij verscheen weer op 27 januari, deze keer "in zijn volle rondicheyt". Haar middelpunt was nog  $4^{\circ}41'$  beneden de horizon.

## LATERE WAARNEMINGEN, VERKLARINGEN EN KRITIEK

Omstreeks 1900 bevestigden waarnemingen van poolonderzoekers het bestaan van het Nova-Zembla-effect. Fridtjof Nansen [5] beschreef een waarneming op 16 februari 1894, op een breedte van  $80^{\circ}01'$  N (figuur 1) en Shackleton [6], vastzittend in het ijs van de Weddellzee, zag de zon tot tweemaal toe terugkomen op 8 mei 1915. De ware (= geometrische) hoogten van de zon waren daarbij respectievelijk  $-2^{\circ}22'$  en  $-2^{\circ}37'$ . Liljequist [7] nam het Nova-Zembla-effect waar op 1 juli 1951 vanaf Maudheimstation op Antarctica, terwijl de ware hoogte  $-4^{\circ}18'$  was.

In 1956 toonde Visser [8] overtuigend aan dat het verschijnsel veroorzaakt wordt door meervoudige reflectie aan een atmosferische temperatuurinversie. In 1979 maakte Lehn [9] een stralenganganalyse van Liljequists waarneming, gebaseerd op het geregistreerde temperatuurprofiel, en slaagde erin het waargenomen beeld van de zon te reproduceren.

Het is interessant dat Johannes Kepler al in 1604, in zijn verhandelingen over



# vinghe effect

optica [10], tot een verklaring kwam die in grote lijnen juist was. In zijn tijd dacht men dat de atmosfeer een constante dichtheid had en zich uitstrekte tot een hoogte van ongeveer 4 km, scherp begrensd door de ether daarbuiten. De meest waarschijnlijke verklaring voor het vroegtijdig verschijnen van de zon was nu, aldus Kepler, het optreden van meervoudige reflectie aan het grensvlak tussen de atmosfeer en de ether, analoog aan de manier waarop licht door breking een vlakke glasplaat kan binnentreden en zich binnen het glas via reflecties aan de wanden kan voortplanten. Op deze manier zou het mogelijk geweest zijn dat in plaats van de zon haar reflectie gezien was: ut pro Sole idolum eius in Noua Zembla videri potuerit.

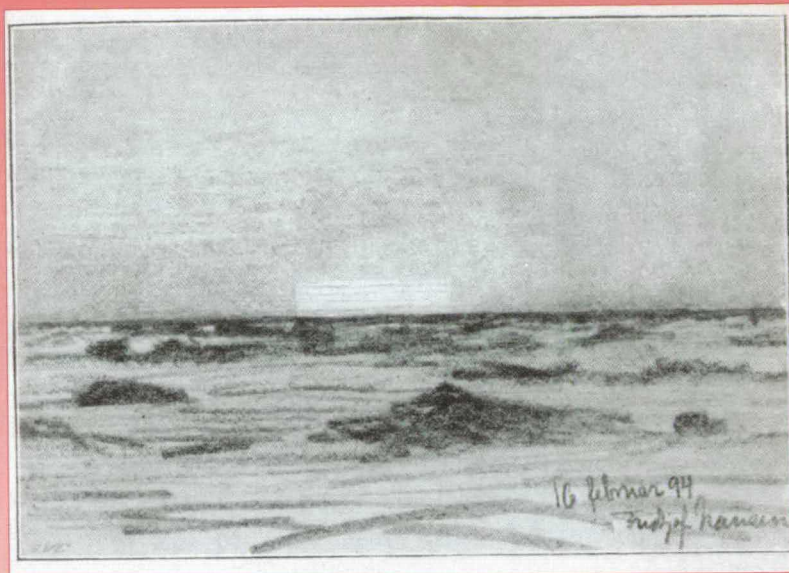
Niettemin bleef twijfel over de betrouwbaarheid van de oorspronkelijke waarnemingen bestaan. In zijn geannoteerde versie van De Veers boek (1917) legt l'Honoré Naber [2] grote nadruk op een brief van Robbert Robbertsz die De Veer en Heemskerck kort na hun terugkeer ondervroeg. Het bleek dat zij, tijdens hun eerste ontmoeting met Robbertsz, niet in staat waren aannemelijk te maken dat hun dagtelling correct was geweest. Pas een dag later kwamen zij met het verhaal over de maan-Jupiter-conjunctie. Het is wellicht niet onbegrijpelijk dat Robbertsz dit afdeed als een constructie achteraf. l'Honoré Naber deelt deze mening en suggereert ook dat de overwinteraars misschien de oude Juliaanse kalender hadden gebruikt in plaats van de nieuwe Gregoriaanse kalender

die in 1582 was ingevoerd. Het verschil was toen 10 dagen en 24 januari oude stijl zou dus 3 februari nieuwe stijl zijn geweest.

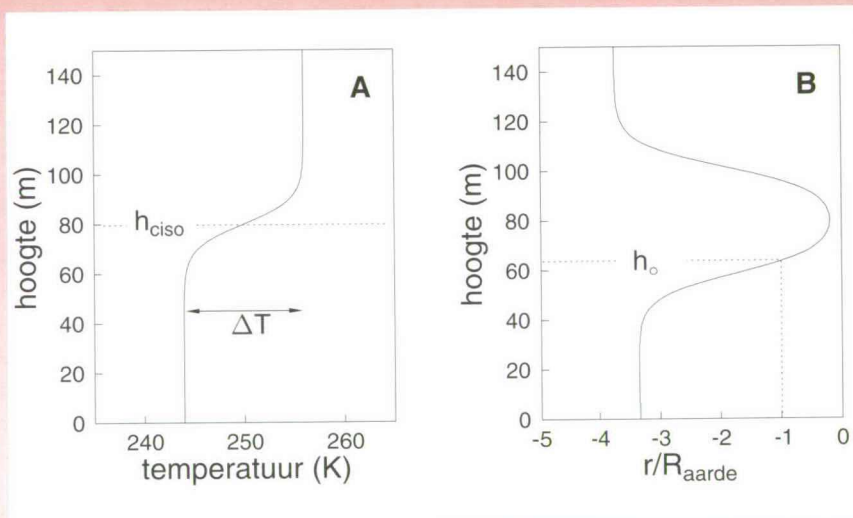
Misschien wel het meest ongeloofwaardig was dat Jupiter, ten tijde van zijn conjunctie met de maan, niet alleen onder de horizon stond maar ook nog schuil ging achter de bergketen die centraal over het eiland loopt [2,3]. Tot op heden wordt De Veers journaal in kringen van historici als tamelijk onnauwkeurig beschouwd. Deze me-

ning is voor een belangrijk deel gebaseerd op het negatieve oordeel van l'Honoré Naber.

Het idee dat De Veer de Juliaanse tijdsrekening zou hebben gebruikt mag intussen als weerlegd worden beschouwd: de overgrote meerderheid van de zonsdeclinaties, die De Veer vermeldt bij de uitwerking van positiebepalingen, zijn letterlijk terug te vinden in de tafels van De Medina [11] en van Barents [12] zelf. Conversie van Juliaanse naar Gregoriaanse dagtelling

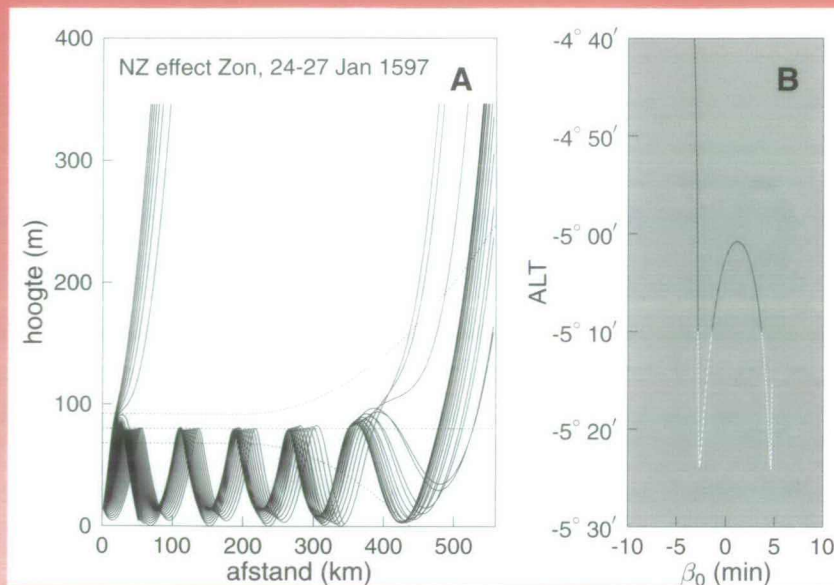


Figuur 1 Schets van het Nova-Zembla-effect op 16 februari 1894, door Fridtjof Nansen.



Figuur 2 A, Het temperatuurprofiel.  $h_{\text{ciso}}$  is de hoogte van de centrale isotherm,  $\Delta T$  de temperatuursprong. B, De resulterende kromtestraal,  $r$ , van een horizontale lichtstraal ten opzichte van de straal van de aarde,  $R_{\text{aarde}}$ ;  $h_o$  is de hoogte waar een horizontale straal dezelfde kromming heeft als de aarde. Het Nova-Zembla-effect is een oscillatie van lichtstralen om  $h_o$ .





**Figuur 3** A, Stralengang voor de zon (doorgetrokken) en isothermen voor 245 K, 250 K (centrale isotherm) en 255 K (onderbroken). B, Het verband tussen de schijnbare hoogte,  $\beta_0$ , gezien door de waarnemer, en de ware hoogte, ALT, van de lichtbron aan de hemel die de straal uitzendt. Het beeld van de zon, gezien door de waarnemer is een punt-op-punt afbeelding op de  $\beta_0$ -as van alle ALT-waarden, gedekt door de zon. Horizontale hoeken blijven bij deze transformatie onveranderd. Op de middag van 24 januari was de ware hoogte van het middelpunt van de zon  $-5^\circ 26'$  bij het Behouden Huijs. Het deel van de kromme dat door de zon gedekt wordt is aangegeven in wit.

is in al deze gevallen uitgevoerd, zoals aangetoond door Van der Werf [13].

#### STRALENGANGBEREKENINGEN

Wij presenteren hier een analyse van de drie genoemde sleutelobservaties: de eerste waarneming van de zon op 24 januari 1597, de tweede op 27 januari toen zij gezien werd "in zijn volle rondicheyt" en tenslotte de conjunctie van Jupiter en de maan in de vroege ochtend van 25 januari. Voor al deze waarnemingen nemen we dezelfde temperatuurinversie aan.

Onze analyse maakt gebruik van de methode zoals beschreven door Lehn [9,14], waarbij lichtstralen terugwaarts gevolgd worden van het oog van de waarnemer tot aan het hemellichaam dat ze uitzond. Wij generaliseren deze methode door toe te staan dat het temperatuurprofiel niet alleen afhangt van de hoogte,  $h$ , boven het aardoppervlak maar ook van de horizontale afstand,  $x$ .

Stralengangberekeningen kunnen exact gedaan worden, wanneer de brekingsindex,  $n(h,x)$ , overal bekend is als functie van  $h$  en  $x$ . De brekingsindex volgt uit het temperatuurprofiel op de gebruikelijke manier [9]. Wij kiezen voor het temperatuurprofiel zelf een analytische vorm die geleend is uit de theorie van het elektronengas waar hij bekend is als de Fermiverdeling (fi-

guur 2). De verdeling wordt beschreven door vier grootheden:  $T_{\text{ciso}}$  is de temperatuur van de centrale isotherm en  $h_{\text{ciso}}(x)$  is de hoogte daarvan.  $\Delta T(x)$  is de temperatuursprong over de inversie. De parameter  $a(x)$  fungeert als schaalfactor om  $h_{\text{ciso}}$  en bepaalt de steilheid van de temperatuursprong: 90 % van de sprong vindt plaats over een breedte  $\Delta h \approx 6a$ .

Verdere details worden gegeven in de appendix aan het einde van dit artikel. Als een inversie alleen van  $h$  afhangt en voor alle afstanden  $x$  identiek is, kan hij geen licht geleiden dat van buiten komt. Wil een inversie licht kunnen invangen en verder geleiden, dan moet hij, gerekend vanaf de waarnemer, zwakker worden. Dit kan bereikt worden door de temperatuursprong,  $\Delta T$ , geleidelijk te laten afnemen met  $x$  ofwel door de inversiebreedteparameter,  $a$ , te laten toenemen. Rekentechnisch zijn beide methoden vrijwel equivalent. In onze studie kiezen we ervoor  $\Delta T$  constant te houden en laten  $a$  toenemen.

#### WAARNEMINGEN VAN DE ZON

De 1597 waarnemingen van de zon werden gedaan naar het Zuiden over de bevroren Kara-zee bij een ooghoogte van 14 m boven zeeniveau. We kiezen de hoogte van de centrale isotherm,  $h_{\text{ciso}}$ , als 80 m, zijn temperatuur 250 K

en de atmosferische druk op zeeniveau 1040 hPa. Voor de breedteparameter,  $a$ , kiezen we 5 m vanaf de waarnemer ( $x = 0$ ) tot  $x = 200$  km en laten hem daarna langzaam toenemen (figuur 3A).  $\Delta T$  wordt constant gehouden op 12 K.

Lichtstralen worden gevolgd over een afstand van 556 km (300 zeemijlen). Op dat punt zijn de stralen al door de inversie gebroken en hun verdere astronomische refractie ( $\approx 32'$ ) wordt berekend uit een standaard atmosfeer die continu op de inversieatmosfeer aansluit. We duiden de ware hoogte boven de horizon van de lichtstraal aan met ALT en de schijnbare hoogte, zoals de waarnemer die ziet, met  $\beta_0$ . Het verband tussen beide hoogten wordt getoond in figuur 3B.

Beelden van de zon, zoals die bij het Behouden Huijs gezien kunnen zijn, gebaseerd op onze berekeningen, zijn afgebeeld in figuur 4, voor verschillende ware zonshoogten. Op de middag van 24 januari 1597 was de ware hoogte van de zon  $-5^\circ 26'$ , tussen afbeeldingen drie en vier (figuur 4, bovenste rij). Het Nova-Zembla-effect kan zichtbaar geweest zijn van 30 minuten voor tot 30 minuten na de middag waar het nog juist te zien was als in de eerste afbeelding (boven, links). Op 27 januari, aannemende dat de inversie identiek was, was een afgeplat maar duidelijk



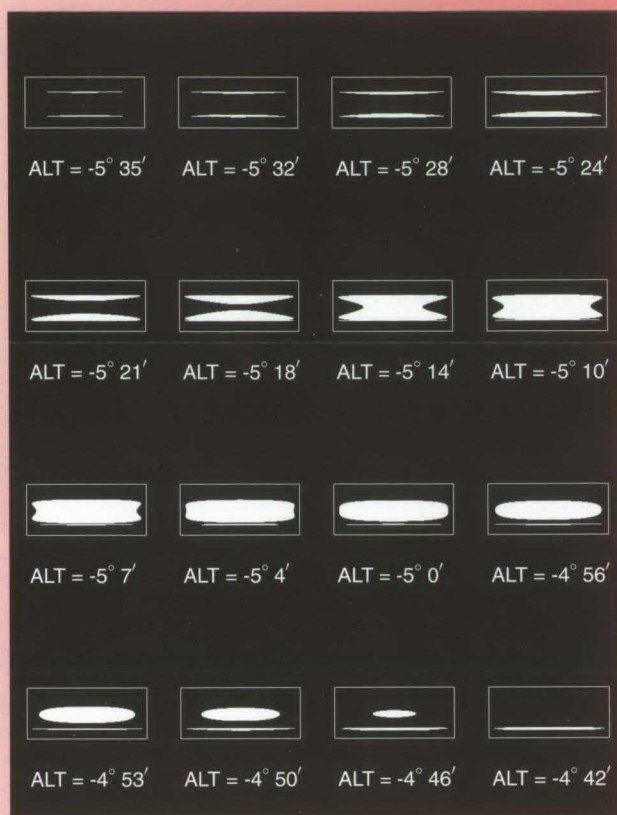
rondachtig beeld zichtbaar van 50 minuten voor tot 50 minuten na de middag, behalve gedurende een korte tijd om de middag zelf (afbeeldingen 11-15, onderste rij).

## DE MAAN-JUPITER-CONJUNCTIE

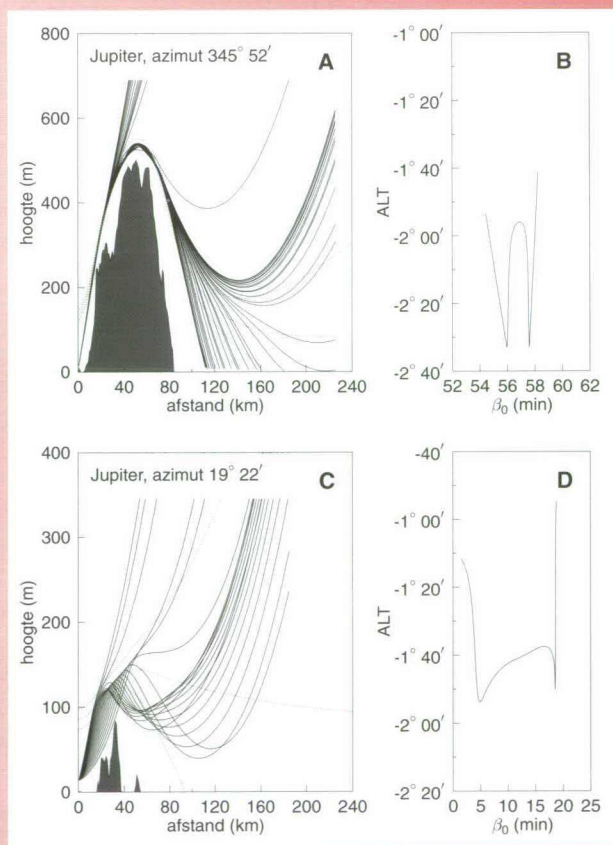
We analyseren nu de conjunctie tussen Jupiter en de maan. Met behulp van moderne programma's [15,16] voor hemelmechanica vinden we dat de conjunctie in ecliptische lengte plaats vond om 00:14 UT (00:50 Venetiaanse zonnetijd), dicht bij Scala's [4] voorspelling, in azimuthale richtingen  $347^{\circ}28'$  voor de maan en  $345^{\circ}52'$  voor Jupiter. De schijnbare hoogte van de maan was  $1^{\circ}14'$  en de stralengang van haar licht wordt nauwelijks door de inversie beïnvloed. Maar Jupiters ware hoogte was  $-2^{\circ}02'$  en zijn licht moet over het centrale hoogland van Nova Zembla gebogen worden om bij het Behouden Huijs zichtbaar te zijn. Het hoogland is tamelijk structuurloos en mag beschouwd worden als een temperatuurschild. We mogen daarom aannemen dat de inversie ongeveer de contouren van het landschap volgde.

In onze berekening wordt dit gemodelleerd door de hoogte van de centrale isotherm,  $h_{\text{ciso}}$ , afhankelijk te maken van de afstand,  $x$ .  $\Delta T$  wordt weer vastgehouden op 12 K, zoals hiervoor. De inversiebreedteparameter  $a$  wordt weer op 5 m gesteld van de waarnemer tot op de top van het hoogland ( $x = 52$  km) en neemt daarna monotoon toe. Deze overgang nabij de heuveltop en de sterkere toename van  $a$  dan in het geval van de zon, kan gerechtvaardigd worden door de sterkere verticale luchtmenging, veroorzaakt door de opwaartse component van de wind, waarvan De Veer zegt dat hij westelijk was.

In figuur 5 wordt de stralengang getoond in de richting  $345^{\circ}52'$ , waar de ecliptische conjunctie plaats vond om 00:14 UT en in de richting  $19^{\circ}22'$  waar de azimuthale conjunctie optrad om 02:30 UT. Ook voor alle tussenliggende richtingen kan dezelfde inversie, aangepast aan de hoogte van de bergketen, Jupiters licht geleiden en bij het Behouden Huijs zichtbaar maken.

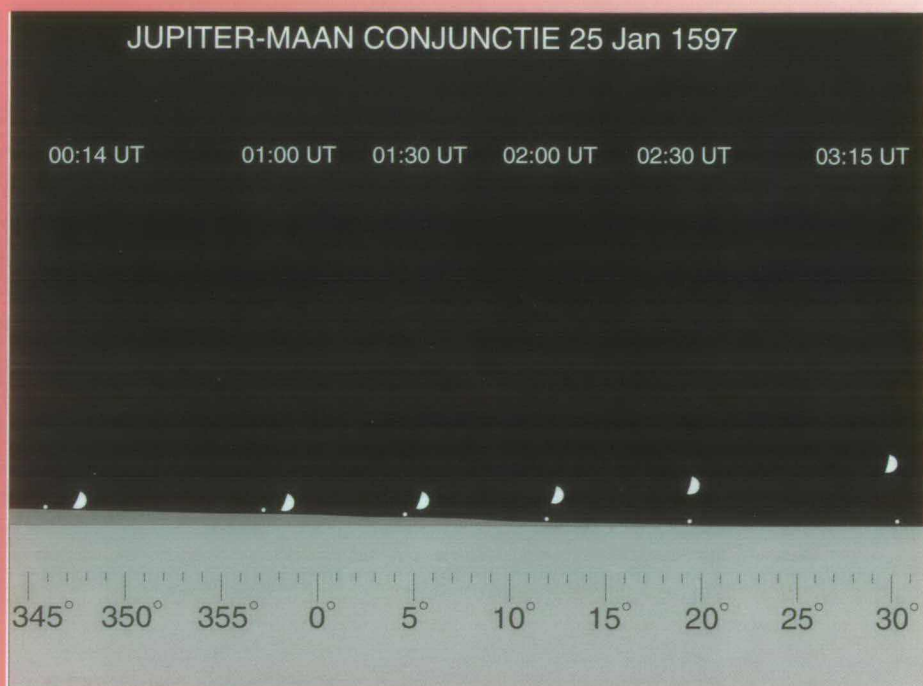


Figuur 4 Beelden van de zon, gezien vanaf het Behouden Huijs, berekend via het  $\beta_0$  versus ALT-verband in figuur 3B voor verschillende ware hoogten. De afbeeldingen worden van linksboven tot rechtsbeneden genummerd als 1-16. De kaders meten  $35 \times 15$  boogminuten en hun onderkant geeft de berekende schijnbare horizon aan.



Figuur 5 Stralengang en  $\beta_0$  versus ALT-verbanden voor Jupiter op de tijdstippen van de ecliptische conjunctie (A, B) en de azimuthale conjunctie (C, D). De isothermen (onderbroken lijnen) zijn voor 245, 250 en 255 K. Stralen worden berekend over afstanden van 225 km (A) resp. 185 km (C). Jupiters ware hoogten vanaf het Behouden Huijs zijn  $ALT = -2^{\circ}02'$  (A,B) resp.  $-1^{\circ}40'$  (C,D). De  $\beta_0$  versus ALT-krommen (B,D) zijn smal en hoewel Jupiters beeld meervoudig is, schijnt het beeld voor het blote oog enkel.





Figuur 6 Zicht in noordelijke richting vanaf het Behouden Huijs in de vroege ochtend van 25 januari 1597. De schijnbare posities van Jupiter en de maan en ook het aanzicht van de bergketen werden berekend voor dezelfde temperatuurinversie. De maan is getekend op tweemaal ware grootte. De ingetekende kompasschaal geeft ware richtingen, niet magnetische.



Figuur 7 De loden kompasroos die bij het Behouden Huijs opten rechten meridiaen ghestelt was.

Figuur 6 laat het uitzicht zien vanaf het Behouden Huijs op zes verschillende tijden, vanaf 00:14 UT, het tijdstip van de ecliptische conjunctie tot 03:15 UT. Het beste criterium om het tijdstip van de ecliptische conjunctie vast te stellen was waarschijnlijk de situatie waarin Jupiter in lijn stond met de bijna rechte schaduwrand van de maan, die dicht bij haar eerste kwartier was. Maar het Nova-Zembla-effect tilt Jupiters beeld veel verder op dan de min of meer normale astronomische refractie dat met de maan doet. Op geen enkele manier kan het beeld op 00:14 UT, getoond als de meest linkse situatie in figuur 6, voor wat voor conjunctie dan ook aangezien worden. De oplijning van Jupiter met de schaduwrand van de maan vond pas plaats om 2:00 UT en wel in de richting  $12^\circ$  oostelijk van noord (figuur 6, vierde situatie).

#### HISTORISCHE VERWARRING OVER DE KOMPASRICHTING

Beke [3] en later l'Honoré Naber [2] namen aan dat de juiste richting één streek west van noord moet zijn geweest: dat is de richting waarin de ware ecliptische conjunctie optrad en, bij een magnetische variatie van twee streken west, is dat ook de richting die op een magnetisch kompas als één streek oost van noord afgelezen wordt. Het is amusant dat deze toevallige overeenkomst zo lang de eenvoudige oplossing heeft verduisterd, waarvoor De Veer zelf overigens de oplossing aanreikt. Op 8 februari schrijft hij namelijk: *doen saghen wy de Son rysen int ZZO ende ging onder int zuydt zuydtwest, welverstaende opt Compas dat wy by ons huijs van loot ghemaect ende opten rechten meridiaen aldaer ghestelt hadden, anders scheeldet op ons alghemeen Compassen 2 streecken ruijm.* Er waren twee kompassen! De genoemde loden kompasroos (figuur 7) is bewaard gebleven en bevindt zich nu in de verzameling van het Rijksmuseum te Amsterdam [17]. Het "alghemeen compas" was het scheepskompas.

De Veers aanduiding als noorden ten oosten ( $11^\circ 15'$  Oost) is dus een ware peiling en niet een magnetische. Zij komt binnen een graad overeen met ons berekend resultaat.

Bij het Behouden Huijs loopt de plaat-



selijke middelbare tijd 4:33 uur voor op UT. De tijdsvereffening van -13 minuten in aanmerking nemend was, op het moment van de schijnbare conjunctie, de plaatselijke zonnetijd dus 6:20. Zonder de zon gezien te hebben, met uitzondering van een kort moment op de middag van de voorafgaande dag, plaatst De Veer de conjunctie op ongeveer zes uur in de ochtend.

### SAMENVATTING EN CONCLUSIE

We hebben aangetoond dat de drie sleutelobservaties van het Nova-Zembla-effect op 24-27 januari 1597, zoals beschreven door Gerrit de Veer, kunnen worden verklaard door één enkele, realistische, temperatuurinversie aan te nemen. Details als het juist zichtbaar zijn van de zon op de 24ste en het rondachtige beeld op de 27ste volgen op natuurlijke wijze uit de berekeningen. Langs de noordelijke horizon kan Jupiter zichtbaar geweest zijn door dezelfde temperatuurinversie.

We vinden dat het Nova-Zembla-effect ook kan optreden over een glooiend hoogland zoals de centrale bergketen van Nova Zembla. Het resultaat is dat Jupiters beeld opgetild wordt ten opzichte van de maan, waardoor de schijnbare conjunctie vertraagd wordt en pas optreedt bij één streek oost van noord, terwijl de ware conjunctie één streek west van noord plaats vond.

Wij besluiten dat De Veers verslag van deze merkwaardige gebeurtenissen, "ter werelt noyt soo vreemt ghehoort", inderdaad een "waerachtighe beschryvinghe" is.

### REFERENTIES

- De Veer, G., *Waerachtighe Beschryvinge van drie seylagiën ter werelt noyt soo vreemt ghehoort*, Claes Claesz, Amsterdam, 1598. *The true and perfect description of three voyages, so strange and woonderfull that the like hath neuer been heard of before*, T. Pauier, London, 1609.
- Honoré Naber, S.P., I'. Reizen van Willem Barents, Jacob van Heemskerck, Jan Cornelisz Rijp en anderen naar het Noorden (1594-1597), Vols. I and II. Publicaties van de Linschoten Vereniging, vol. XIV and XV. 's Gravenhage, Martinus Nijhoff, 1917.
- Beke, Ch.T., *The three voyages of Willem Barents to the arctic regions (1594, 1595 and 1596)* by Gerrit de Veer, First ed. 1853. Second ed. with an Introduction by Lieut. Koolemans Beynen, 1876. Gedrukt voor de Hakluyt Society, London.
- Scala, I., *Ephemeridae*, Venetië, 1589.
- Nansen, F., *Fram over polhavet: den Norske polarfaerd 1893-1896*; med en tillæg af Otto Sverdrup, H. Aschehoug, Kristiania (Oslo), 1897. Nederlandse vertaling: Maurits Snellen: *In Nacht en Ijs*, Sijthoff, Leiden, 1897.
- Shackleton, E., *South-The story of Shackletons last expedition 1914-1917*, MacMillan, New York and London, 1920.
- Liljequist, G.H., *Refraction phenomena in the polar atmosphere*, Scientific results, Norwegian-British-Swedish Antarctic expedition, 1949-52, Vol. 2, Part 2, Oslo University, Oslo, 1964.
- Visser, S.W., *The Novaya Zemlya Phenomenon*, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Proceedings, Serie B LIX (1956) 375-385.
- Lehn, W.H., *The Novaya Zemlya effect: An arctic mirage*, Journal of the Optical Society of America 69 (1979) 776-781.
- Kepler, J., *Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur*. Claude Marne en Erven Johannes Auber, Frankfurt, 1604. Heruitgave: *Gesammelte Werke* band II, Ed. W. von Dyck en M. Caspar, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München, 1938.
- De Medina, P., *Arte de Naviar*. Valladolid, 1545. Franse vertaling door Nicolas de Nicolai: *L'art de Naviquer*, Guillaume Rouille, Lyon, 1554. Nederlandse vertaling door Michiel Coignet: *De Zeevaart oft Conste van ter Zee te varen*. Uitgebreid met noch een ander nieuwe Onderwijsinghe op de principaelste punten der Navigatien, Antwerp, 1580. Facsimile-editie: Ugo Mursia editore, Milano, 1988.
- Barents, W., *Nieuwe Beschryvinghe ende Caertboeck van de Middellandsche Zee*, Cornelis Claesz, Amsterdam, 1595.
- Van der Werf, S.Y., *Astronomical observations during Willem Barents's third voyage to the North (1596-97)*, Arctic 51 (1998) 142-154.
- Lehn, W.H., German, B.A., *The Novaya Zemlya effect: Analysis of an observation*, Applied Optics 20 (1981) 2043-2047.
- Marriott, C.A., computerprogramma Sky-Map, pc-versie onder Windows. Verkrijgbaar van de auteur: 9 Severn Road, Culcheth, Cheshire WA3 5ED, UK. Ongeregistreerde versies kunnen worden gevonden op het internet.
- Schimpf, S., computerprogramma CyberSky, pc-versie onder Windows. Ongeregistreerde versies kunnen worden gevonden op het internet.
- Braat, J., Gawronski, J.H.G., Kist, J.B., Van de Put, A.E.D.M., Sigmund, J.P., *Behouden uit het Behouden Huijs. Catalogus van de voorwerpen van de Barentsexpeditie (1596)*, gevonden op Nova Zembla. De Rijksmuseumcollectie, aangevuld met Russische en Noorse vondsten, De Bataafse Leeuw, Amsterdam 1998.

De auteurs danken Yge Draaisma voor talrijke discussies over de vraag of De Veers "noorden ten oosten" als ware of als magnetische peiling moest worden opgevat.



vdwerf@kvi.nl

Sieben van der Werf (1942) studeerde natuurkunde aan de Rijksuniversiteit Groningen en promoveerde daar in 1971. Hij werkte als postdoc aan het KVI en het Niels Bohr Instituut en is sinds 1978 weer verbonden aan het KVI. Zijn onderzoek richt zich o.a. op ladingsuitwisselingsreacties en verschillende kernstructuuraspecten. Daarnaast doceert hij geschiedenis en praktijk van de astronavigatie. In 1998 ontving hij de Burka Award van het American Institute of Navigation.



konnen@knmi.nl

Günther P. Können (1944) studeerde natuurkunde op de UvA en promoveerde in 1974 vanuit het FOM-Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica te Amsterdam. Sindsdien is hij werkzaam op het KNMI, voornamelijk in klimaat en klimaatverandering. Sinds vele jaren is hij ook geïnteresseerd in meteorologische optica (halo's, regenbogen etc.). Verrichtte in dit kader drie keer veldonderzoek op de zuidpool. Thans is hij hoofd van de sectie Klimaatanalyse op het KNMI.



lehn@ee.umanitoba.ca

Waldemar Lehn (1939) studeerde Engineering Physics aan de Universiteit van Manitoba, en Electrical Engineering aan M.I.T. Hij is professor aan het Department of Electrical and Computer Engineering van de Universiteit van Manitoba, waar hij 'control systems en digital image processing' doceert. Hij bracht verschillende sabbaticals door in Europa, in het kader van zijn studies van atmosferische refractie.



f.steenhuisen@let.rug.nl

Frits Steenhuisen (1965) studeerde milieukunde aan de Hogeschool Holland in Amsterdam en werkt sinds 1992 bij het Arctisch Centrum van de Rijksuniversiteit Groningen. Hij houdt zich daar o.a. bezig met de toepassing van geografische informatiesystemen op het gebied van milieu (radio-ecologie) en klimaat.



## A) SCHEMATISCH MODEL VAN HET NOVA-ZEMBLA-EFFECT:

De kromming,  $c$ , van een lichtstraal in de atmosfeer is evenredig met de gradiënt van de brekingsindex,  $n$ . Als deze alleen afhangt van de hoogte,  $h$ , boven het aardoppervlak en niet van de horizontale afstand,  $x$ , dan is:

$$c = \frac{1}{r} = \cos(\beta) \frac{1}{n} \frac{dn}{dh}, \quad (1)$$

waar  $r$  de krommingsstraal van het licht is en  $\beta$  de hoek die de straal maakt met de lokale horizontaal. De kromming is hol ten opzichte van het middelpunt van de aarde als  $r < 0$ , en bol als  $r > 0$ . Als  $\beta$  klein is, in de orde van enkele boogminuten, dan geldt bij goede benadering:

$$\frac{d^2h}{dx^2} = \frac{1}{R_{\text{aarde}}} + \frac{1}{r}. \quad (2)$$

Veronderstel dat er een bepaalde hoogte,  $h_0$ , bestaat waarvoor  $1/r(h_0) = -1/R_{\text{aarde}}$ , zodat het rechterlid van bovenstaande vergelijking nul wordt, zoals geïllustreerd in figuur 2. Een horizontale lichtstraal op die hoogte zal horizontaal blijven langs het aardoppervlak zolang aan deze voorwaarde is voldaan.

Reeksontwikkeling van  $1/r$  om  $h_0$  geeft in eerste orde:

$$\frac{d^2(h - h_0)}{dx^2} = \frac{1}{r^2} \left( \frac{dr}{dh} \right)_{h=h_0} (h - h_0). \quad (3)$$

Als  $(dr/dh)_{h=h_0}$  positief is heeft vergelijking drie harmonische oscillaties om  $h_0$  als oplossing. Dit is het Nova-Zembla-effect.

## B) STRALENGANGBEREKENING:

In poolcoördinaten  $(R, \phi)$ , geldt voor iedere kromme:

$$\frac{dR}{d\phi} = R \tan(\beta), \quad (4)$$

$$\frac{d\beta}{d\phi} = 1 + \frac{1}{r} \frac{R}{\cos(\beta)}, \quad (5)$$

Hier is  $\beta$  het complement van de hoek tussen de voerstraal en de kromme in het punt  $(R, \phi)$ . In ons geval is de oorsprong het middelpunt van de aarde en de kromme is het pad van de lichtstraal.  $\beta$  is dus de hoek van de lichtstraal met de lokale horizontaal, zoals boven.

Dit stelsel van twee gekoppelde differentiaalvergelijkingen voor  $R$  en  $\beta$  met  $\phi$  als variabele is geschikt voor numerieke oplossing, bijvoorbeeld via vierde orde Runge-Kutta. Voorwaarde is dat in ieder punt de kromtestraal  $r = r(R, \beta, \phi)$  kan worden gevonden uit een fysisch model.

De brekingsindex volgt uit:

$$n(h, x) = 1 + \frac{AP(0, x)}{T(h, x)} \exp \left[ -B \int_0^h \frac{g(h')}{g(0)} \frac{dh'}{T(h', x)} \right], \quad (6)$$

waar  $T(h, x)$  het temperatuurprofiel is en  $P(0, x)$  de atmosferische druk op zeeniveau.  $g(h)$  is de zwaartekrachtsversnelling op hoogte  $h$ .  $A = 7,872 \cdot 10^{-5}$  K/hPa en  $B = 3,41636 \cdot 10^{-2}$  K/m. De kromming is dan:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{n(h, x)} \left[ \cos(\beta) \frac{\partial n(h, x)}{\partial h} - \sin(\beta) \frac{\partial n(h, x)}{\partial x} \right]. \quad (7)$$

Een handige parametrisatie van het temperatuurprofiel, in analytische vorm, is de Fermiverdeling, bekend uit de theorie van het elektronengas. Dezelfde functie staat in de kernfysica bekend als de Woods-Saxon vorm:

$$T(h, x) = \left( T_{\text{ciso}} - \Delta T(x)/2 \right) + \frac{\Delta T(x)}{1 + \exp \left[ - (h - h_{\text{ciso}}(x))/a(x) \right]}. \quad (8)$$

Hier is  $T_{\text{ciso}}$  de temperatuur van de centrale isotherm en  $h_{\text{ciso}}(x)$  de hoogte daarvan.  $\Delta T(x)$  is de temperatuursprong over de inversie en  $a(x)$  (de diffuseness) bepaalt de breedte van de sprong.

## C) HOOGTEN, AZIMUTS EN DE KANTELHOEK VAN DE MAAN:

Op verschillende plaatsen in onze analyse hadden wij de ware hoogte en het azimut van een hemellichaam nodig. Ook de hoek die de maan maakt met de verticaal van de waarnemer, de hoek waarover hij lijkt te zijn gekanteld, speelt een belangrijke rol in de reconstructie van het tijdstip waarop Jupiter en de maan schijnbaar conjunct waren. Wij vatten daarom samen hoe deze grootheden worden berekend.

Declinaties en uurhoeken werden gevonden met behulp van moderne computerprogramma's voor hemelmechanica [15,16]. Uit een gegeven declinatie,  $DEC$ , en lokale uurhoek,  $LHA$ , van het hemellichaam en de breedte,  $LAT$ , van de waarnemer, volgen de hoogte,  $ALT$ , en het azimut,  $AZ$ , uit de welbekende formules:

$$\sin(ALT) = \sin(DEC) \sin(LAT) + \cos(DEC) \cos(LAT) \cos(LHA). \quad (9)$$

$$\sin(AZ) = \cos(DEC) \sin(LHA) / \cos(ALT) \quad (10)$$

Veel minder bekend is de uitdrukking voor de hoek waarover de schaduwrand van de maan lijkt te zijn gekanteld ten opzichte van de verticaal van de waarnemer. In de boldriehoek  $ZMS$ , waar  $Z$  het zenit is van de waarnemer,  $M$  de maan en  $S$  de zon, wordt deze kantelhoek gevonden als  $TILT = 90^\circ - \angle ZMS$ , en hij kan worden uitgedrukt in de hoogten van de maan en de zon en hun azimutverschil,  $\Delta AZ = AZ_M - AZ_S$ :

$$\tan(TILT) = \frac{\cos(ALT_M) \sin(ALT_S) - \sin(ALT_M) \cos(ALT_S) \cos(\Delta AZ)}{\cos(ALT_S) \sin(\Delta AZ)}. \quad (11)$$



# Ken uw klassieken

## Laputa en Balnibarië

Jonathan Swift, *Gulliver's Travels*, 1726.  
(heruitgave: The New American Library of  
World Literature, New York, 1960)

In 1687 publiceerde Newton zijn boek *Principia...* met de theorie van de algemene gravitatie. In 1729 kwam de Engelse vertaling. Even daarvoor, in 1726, verscheen een heel ander boek, Jonathan Swifts roman *Gulliver's travels* waarin Mr. Lemuel Gulliver verslag doet van een aantal reizen naar vreemde streken. Heel bekend werden de reizen naar Lilliput en naar Brobdingnag (het land van de reuzen). Veel minder bekend maar minstens zo interessant is Gullivers reis naar Laputa, het drijvende eiland.

De bemanning van dit 'vaartuig' bestond volgens Gulliver uit theoretici, wiskundigen en astronomen. Maar uit het verhaal blijkt dat het eigenlijk fysici waren, een woord dat toen nog niet zo gangbaar was. Deze wereldvreemde bestuurders waren zo volledig in beslag genomen door ingewikkelde berekeningen dat ze hun vrouwen verwaarloosden. Maar die amuseerden zich wel met de gasten.

In het centrum van het drijvende eiland was een zeer grote magneet-ijzersteen draaibaar opgesteld. Door die in het aardveld te draaien, ontstond een afstotende kracht en dan verhief het eiland zich in de lucht, het werd een vliegend eiland. Als je dat leest vraag je je af wat die ingewikkelde berekeningen van die fysici waren. Stabiliteitsberekeningen waren het zeker niet. En dat is maar goed ook, want anders hadden we het vervolg van deze geschiedenis nooit vernomen.

Men hield zich dus niet bezig met stabiliteit, maar de astronomen maakten zich wel ernstige zorgen over de beperkte brandstofvoorraad van de zon. En huns inziens terecht, want kernfusie was nog niet uitgevonden. Elke morgen als ze wakker werden was het eerste dat ze hun bedienden vroegen: "Hoe is het met de zon? Schijnt ze nog?"

Er werd een zonne-energieprogramma gestart dat bestond uit het kweken van komkommers, het snelst groeiende gewas dat zonne-energie kon hamsteren. Dat alles in het begin van de achttiende eeuw, toen het begrip energie nog niet gedefinieerd was.

Van Laputa komt Gulliver op het hoofdeiland Balnibarië. Dat land wordt bestuurd door academici met vreemde ideeën. De landbouwgronden liggen er braak, dat vindt men beter. Het chemisch lab van de universiteit houdt zich bezig met recycling: in grote bakken worden menselijke uitwerpselen ontleurd en ontgeurd om ze weer voor consumptie geschikt te maken.

In Balnibarië heerst grote belangstelling voor occulte zaken. Gulliver spreekt met de geesten van beroemde mannen uit het verleden, waaronder de geest van Aristoteles. Gulliver en Aristoteles

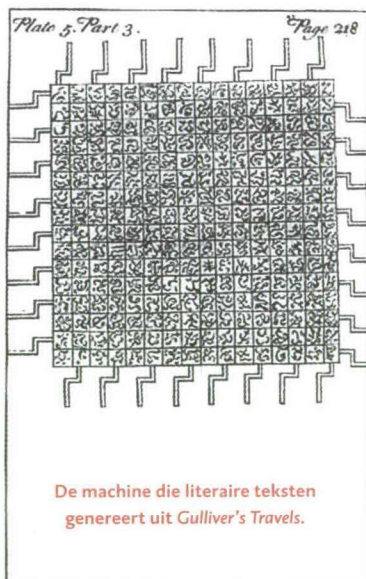
spreken over de grote wervel die volgens Descartes alle planeten in cirkelbanen om de zon zou sleuren, en over Newtons theorie die de planeetbanen zo schitterend beschrijft. Sprekend over Newton zegt Aristoteles: "Jullie geleerden zijn die nieuwe theorie van algemene aantrekking nu wel zo toegegaan, maar die zie ik nog wel eens sneuvelen". Dat zei Aristoteles dus, volgens Gulliver, volgens Jonathan Swift, in 1726.

De letterenfakulteit beschikt over een machine die literaire teksten genereert door middel van een Monte-Carlo-programma: Een groot aantal blokjes waarvan de zijvlakken met woorden beschreven zijn, worden random gedraaid waarna de resulterende tekst wordt genoteerd. Volgens Gulliver hield de machine zelfs rekening met de relatieve frequenties waarmee de woorden in echte taal voorkomen.

Twee eeuwen later, in 1935, zal A.S. Eddington in zijn boek *The Nature of the Physical World* dit experiment nog eens dunnetjes overdoen. In een beschouwing over entropie zegt hij: "Zet een chimpansee achter een schrijfmachine, hoe groot is dan de kans  $P$  dat het beest de *Encyclopedia Britannica* typt?" Weer twaalf jaar later realiseren Shannon, Weaver [1] en anderen zich dat deze kans een nieuwe fysische grootheid  $I$  definieert: De *Encyclopedia Britannica* bevat een hoeveelheid informatie  $I = -\log P$ .  $P$  is de kans de tekst te raden voordat je hem ontvangen hebt. Hoe kleiner  $P$  hoe meer informatie  $I$  de ontvangst oplevert. Kende je de tekst al ( $P = 1$ ), dan levert de ontvangst geen informatie op:  $I = -\log 1 = 0$ .

Het raden van deze kans is juist wat Gullivers Monte-Carlo-machine doet:  $P$  is de kans dat de machine de *Encyclopedia Britannica* produceert. Net als bij Gulliver houden ook Shannon en Weaver rekening met de a priori waarschijnlijkheden van de woorden in de taal. Shannon en Weaver (en wij) hebben in hun jeugd Eddington gelezen, en dat schrijven Shannon en Weaver ook, op pagina's 103 en 117. Anderzijds heeft Eddington, als erudiete Engelsman, ongetwijfeld *Gulliver's Travels* zeer goed gekend. Het ziet er dus naar uit dat de wortels van het informatiebegrip in Balnibarië gezocht moeten worden. Om precies te zijn, bij de letterenfakulteit van de universiteit van Lagado, de hoofdstad van Balnibarië.

S.L. BOERSMA, DELFT

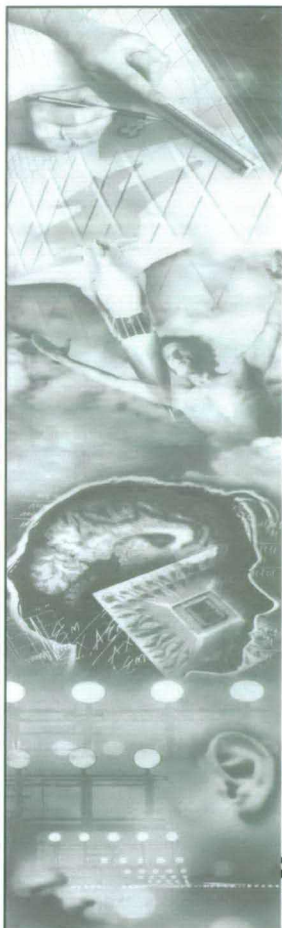


ceert. Net als bij Gulliver houden ook Shannon en Weaver rekening met de a priori waarschijnlijkheden van de woorden in de taal. Shannon en Weaver (en wij) hebben in hun jeugd Eddington gelezen, en dat schrijven Shannon en Weaver ook, op pagina's 103 en 117. Anderzijds heeft Eddington, als erudiete Engelsman, ongetwijfeld *Gulliver's Travels* zeer goed gekend. Het ziet er dus naar uit dat de wortels van het informatiebegrip in Balnibarië gezocht moeten worden. Om precies te zijn, bij de letterenfakulteit van de universiteit van Lagado, de hoofdstad van Balnibarië.

#### REFERENTIE

- 1 Shannon C.E. and Weaver E.: *The Mathematical Theory of Communication* (Urbana, University of Illinois Press, 1949).





**The Delft University of Technology** (TU Delft) is working hard to forge a link between science and society. Now more than ever, a solid scientific foundation is essential to solve the problems facing society and to adequately respond to the far-reaching developments of recent years. TU Delft has taken a leading role in meeting the challenge, striving to incorporate an extra dimension into its activities in research and education. In addition to developing basic knowledge, this approach increasingly recognises the importance of the application of knowledge and research, creating the ideal environment for those who wish to further develop their skills and expand their horizons.

**The Faculty of Applied Sciences**, one of TU Delft's seven faculties, is comprised of the departments of Biotechnology, Materials Science, Chemical Technology and Applied Physics. Each department is involved in both educational and research activities.

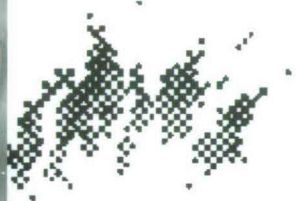
A common foundation curriculum is offered for all students within the faculty. Where possible, the various departments work together on research activities. Safe, clean, sustainable processes and products feature prominently in both teaching and research.

**The Polymer Materials and Engineering Group** is part of the Department of Materials Science and Engineering within the Faculty of Applied Sciences. The group has recently appointed Prof. Stephen Picken to the Polymer Materials chair and Prof. Sjaak Elmendorp to the Polymer Engineering chair, to supplement the existing Polymer Physics chair occupied by Prof. Jan van Turnhout. The group has a wealth of polymer processing experience and equipment, as well as in-depth expertise in the rheology of polymer networks and unique techniques as dielectric spectroscopy, the use of fluorescent probes, and thermal wave methods.

**The Polymer Materials chair** focuses on the development and understanding of polymer-based systems using self-organisation of the various constituents. Expertise in the fields of structure-property relations, liquid-crystallinity, rheology and chain-dynamics is exploited in exploring new opportunities for advanced mechanical, optical, electrical, magnetic, and ion-transport applications.

**The Polymer Engineering chair** focuses on the structure development and the relationship with performance, particularly over the longer term, of polymers and their blends and composites. The development of new material concepts in the area of polymer systems for engineering applications is an especially important activity.

**The Polymer Physics chair** concentrates on elucidating the electrical and thermal properties of polymeric materials. New avenues are being explored for dielectric relaxation spectroscopy, such as the dielectric mapping of the microstructure of heterogeneous polymers and coatings, the study - in real time - of the kinetics of hydrogen bonding in supramolecular structures and of the complexing of Li-ions in polymers for plastic batteries.



# TU Delft

## Polymer Materials and Engineering Vacancies

### Long-term performance versus structure of polymer materials PhD / Postdoc position

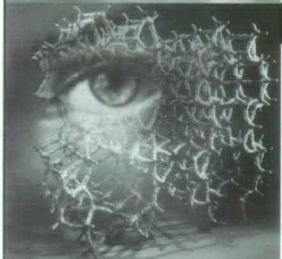
This project aims at creating an understanding of the mechanisms that lead to aging and embrittlement of amorphous polymers, so as to extend the lifetime of polymeric structures. Experimental research and mathematical modelling will both figure in the project, which will be carried out in co-operation with Eindhoven University of Technology. Experimentally, the study will focus on the effects of physical aging on the propagation of cracks in polymers, and the use of fluorescence spectroscopy to assess the kinetics of aging and rejuvenation, which is a new application of fluorescence probes. In the theoretical realm, research will be directed primarily to investigating the effect of time dependent physical parameters on the prediction of crack growth. Vacancy number TNW/0061.

For further information, contact Prof. dr. ir. Sjaak Elmendorp (phone +31 (0)15 278 2623) or Prof. dr. Stephen Picken (phone +31 (0)15 278 6946).

### Prediction of creep/lifetime and fatigue behaviour of fibres and fibre-reinforced composites PhD / Postdoc position

High-performance polymer fibres such as Twaron, Bocell, and M5 show great potential for reinforcement applications in cables, hoses, optical fibres, composites and similar products. In many applications it is necessary to understand the long-term behaviour of such materials under constant or dynamic loading conditions and at various temperatures. This study will focus on the modelling of long-term mechanical properties of high performance fibres and composites using the molecular structure of the material as the starting point. This will complement the currently existing understanding of the relationship between the molecular and mesoscopic fibre-structure and its modulus and strength. Vacancy number TNW/0062.

For further information, contact Prof. dr. Stephen Picken (phone +31 (0)15 278 6946) or Prof. dr. ir. Sjaak Elmendorp (phone +31 (0)15 278 2623).





## **Morphology and structure property relations for saturated olefinic elastomer compounds: morphology creation and rheology**

### **PhD / Postdoc position**

Thermoplastic elastomers (TPE's) are replacing classical cross-linked rubbers in more and more applications because they have equivalent mechanical properties in the solid state but can be processed in the molten state. Two of the most successful TPE's will be examined in this project: compounds of PP with dynamically vulcanised EPDM, and PP blended with a styrenic block copolymer (Kraton® G). The morphology of these immiscible systems affects their rheology. The goal of the project is to develop a model that will predict the processability of the TPE's and relate it to their structure. The research will be conducted in collaboration with Prof. Noordermeer of the University of Twente and involves both experimental and theoretical work. Vacancy number TNW/0063. For further information, contact Prof. dr. ir. Sjaak Elmendorp (phone +31 (0)15 278 2623) or Dr. Alexandros Gotsis (phone +31 (0)15 278 4360).

## **Fibre reinforced polymer blends**

### **PhD / Postdoc position**

The aim of this project is to study the synergistic effects that occur in fibre-reinforced polymer blends. This synergy is created by the fact that polymer blends usually exhibit a multiphase structure. Preferential wetting of one of the phases on the fibre reinforcement makes possible the control of the microstructure by selecting systems that have the appropriate surface and interfacial energies. The focus is on developing the understanding that allows us to control the systems and drive them to optimal performance, and on developing the optimal processing route to create this new class of engineering materials. The study will have experimental as well as theoretical aspects. Vacancy number TNW/0064. For further information, contact Prof. dr. ir. Sjaak Elmendorp (phone +31 (0)15 278 2623) or Prof. dr. Stephen Picken (phone +31 (0)15 278 6946).

## **Reversible supramolecular networks**

### **PhD / Postdoc position**

In co-operation with the Macromolecular and Organic Chemistry Research Group (Prof.E.W. Meijer and Dr. R.P. Sijbesma) at Eindhoven University of Technology, a project has begun to study the structure-properties relationship of a novel group of supramolecular materials. These materials are based on quadruple hydrogen bonds. The reversibility of the hydrogen bonds gives rise to properties not observed in classical polymers. The polymers will be synthesised in close co-operation with Eindhoven. The physical chemical part of the study will take place in the TU Delft laboratory, where use will be made of rheological and dielectric techniques. Vacancy number TNW/0065. For further information, contact Dr. ir. K. te Nijenhuis (phone +31 (0)15 278 2630).

## **Optimisation of the electrical manipulation of liquid droplets on thin polymer films**

### **FOM-Philips (Post-doc position)**

The wetting of polymer films can be changed drastically with an electric field. This can be applied in electrically controlled micro-arrays of lenses and adaptive optical, micro-capillary attenuators. Several electrochemical and physical processes, which strongly interact, play a role. Better insight into the underlying phenomena of electro-wetting is required, in particular to improve the stability of these devices. Special characterisation and charge imaging techniques and modifications of the polymer film, including the film surface, will be explored. The two-year project will be performed in part at the Research Laboratories of Philips in Eindhoven. Vacancy number TNW/0066. For further information, contact Prof. dr. ir. Jan van Turnhout (phone +31 (0)15 278 5090).

## **New accelerated weathering and inspection methods for organic coatings**

### **IOP-Surface Technology (PhD candidate)**

The prediction of the lifetime of coated materials is still unreliable. There is an urgent need for accelerated inspection methods, which allow for a better analysis of deterioration by both degradation and corrosion. This PhD project will focus on the durability of the polymeric coating and will be performed in close co-operation with Prof. de Wit's group at TU-Delft and Dr. Breen and Dr. ir. van Westing at TNO-Industrie. The evolution of the microstructure and the transport properties will be investigated with thermal and pressure wave techniques that allow in-depth profiling. The time dependence of the aging and degradation will also be modelled. Vacancy number TNW/0067. For further information, contact Prof. dr. ir. Jan van Turnhout (phone +31 (0)15 278 5090).

#### **TU Delft offers:**

The conditions of employment and salary conform to the provisions of the collective bargaining agreement for Dutch universities. PhD positions are for a period of 4 years, with a gross salary in the first year of 3,911 Dutch guilders per month. Post-doc positions extend for a period of between two and three years, with a maximum gross monthly salary of 6,516 Dutch guilders per month.

#### **Personal profile**

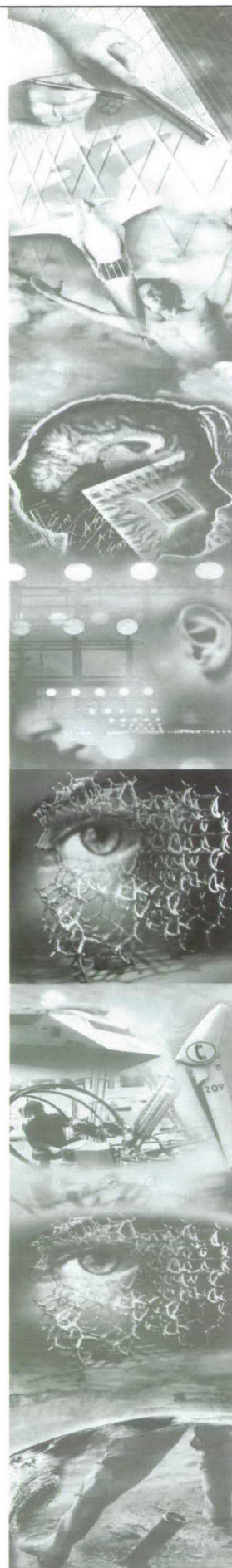
We are seeking talented researchers at the PhD or Postdoc level, who have completed a MSc degree in a specialisation relevant for the position you apply for.

#### **Your application**

Send your application, together with a resume, within two weeks to: Faculty of Applied Sciences, P&O office, Lorentzweg 1, 2628 CJ Delft, the Netherlands. Please mention the vacancy number.

More information about the positions can be obtained from Mr. M.J.M. van Veen, personnel officer (phone +31 (0)15 278 7004).

General information about the Delft University of Technology can be found on the internet: <http://www.tudelft.nl>





# Een structurele aanpak van de

Crisis in bèta-land: kelderende studentenaantallen, gebrek aan docenten, een overspannen arbeidsmarkt in de techniek en automatisering... de problemen zijn bekend. Maar er is hoop. De stichting Axis is een "nationaal platform voor natuur en techniek in onderwijs en arbeidsmarkt", met als hoofdtaak "het vergroten van de aantrekkelijkheid van technische beroepen en opleidingen". Persoonlijk vernam ik (MT) in het najaar van 1998 van het platform Axis, terwijl ik door de vele persoonsadvertenties aan het bladeren was. In de advertentie stond: "Axis stimuleert projecten die zorgen voor betere informatie over techniek in het primaire en voortgezet onderwijs en werken aan een vernieuwde opzet van de bètaopleidingen zelf en veranderingen in het beroepsbeleid door bedrijven." Tijd voor een interview met Willem van Oosterom, directeur van Axis, dat gezeteld is in het gebouw van het Midden- en Klein Bedrijf (MKB)-Nederland in Delft. Anderhalf jaar na de oprichting en enkele miljoenen guldens verder, blijkt het nog moeilijk om al de balans op te maken. *Michiel Thijssen*

*Kunt u kort beschrijven wat Axis is, en hoe het zo gekomen is?*

Axis is opgericht omdat er een steeds groter tekort is aan scholieren en studenten voor bèta- en techniekopleidingen, wat ook door werkt naar de arbeidsmarkt. Dit is een oud en bekend probleem; in de jaren tachtig en daarvoor waren er promotiecampagnes van de overheid zoals Kies Exact. Geen enkel initiatief heeft echter zoden aan de dijk gezet. De reden daarvoor is dat de campagnes altijd gefragmenteerd waren: het onderwijs en het bedrijfsleven werkten niet of nauwelijks samen. Daarbij schoof men elkaar het probleem in de schoenen: het bedrijfsleven vond dat het de verantwoordelijkheid was van de opleidingen, die op hun beurt aanklopten bij het ministerie [van OC&W, MT], waarna dat zich weer wendde tot het bedrijfsleven. In 1998 is Axis opgericht. We zijn een nationaal platform waarin onder andere de VNO-NCW, MKB-Nederland, de ministeries van EZ en OC&W hun krachten hebben gebundeld om het probleem

structureel aan te pakken. Voor een periode van 4 jaar is er 40 miljoen gulden overheidsgeld beschikbaar voor projecten, mits het bedrijfsleven meefinanciert. Axis betaalt nooit meer dan 50 % van de kosten van een project. Axis kan zelf over het geld beschikken. De overheid zit niet in de stichting Axis maar heeft een waarnemerspositie in het formeel bestuur.

*Wat wil Axis bereiken in haar bestaansperiode van 4 jaar?*

De belangrijkste vraag is natuurlijk: wat moeten we gaan financieren en wat niet? Het bestuur van Axis heeft het verzamelen van kennis als hoofdtaak gesteld: we gaan op zoek naar redenen voor jongeren om voor bèta/techniek te kiezen en brengen de manier in kaart waarop ze dat doen. Onze dieptestrategie is erop gericht om een goed overzicht en oplossingen te geven, plus keuzemethoden van jongeren aan te wijzen. Vandaar dat we vooral meebetalen aan projecten die zich ook verdiepen in de methoden, vaak op onorthodoxe of innovatieve wijze.

*In september 1998 is Axis begonnen met de verzameling van kennis in een startonderzoek. Het rapport daarover is zojuist verschenen en heet 'Bèta/techniek uit balans: Een beeld van huidige knelpunten tussen aanbod en vraag en mogelijke oplossingen' [1]. Wat zijn de belangrijkste conclusies uit dat rapport?*

Een belangrijk deel van de uitval uit het bèta/techniek-traject van basisonderwijs naar arbeidsmarkt doet zich voor bij de schakelmomenten; bovendien wordt het bedrijfsleven, door het bestaan van de verzorgingsstructuur van Nederland, minder geprikkeld om te investeren in het onderwijs dan bijvoorbeeld in Angelsaksische landen. Het belangrijkste is om wat structureel te doen, en het probleem niet fragmentarisch aan te pakken.

Het is noodzakelijk om bij het basisonderwijs te beginnen met jongeren te interesseren voor natuur en techniek: onbekend maakt onbemind. Het heeft de voorkeur om op regioniveau projecten op te zetten op alle onderwijsniveaus (het primair, voorbereidend, beroeps- en wetenschappelijk onderwijs). Op die manier moet de belangstelling niet alleen gewekt, maar ook vastgehouden worden. Jongeren kiezen namelijk niet een keer, maar continu. Dat blijkt bijvoorbeeld bij de banencampagne van Defensie: er is veel belangstelling, maar men haakt snel af als gewekte verwachting en realiteit niet met elkaar sporen.

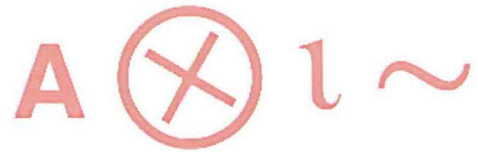
*Waarom?*

Jongeren zijn van mening dat zij, zodra ze voor natuur en techniek gekozen hebben, in een soort koker terecht komen waar weinig ontplooiing mogelijk is. Het heeft een saai en 'vies' imago. Daarnaast gaat het voornamelijk over mannenberoepen. Dit was overigens ook al voordat Axis van start ging bekend. Meer factoren moeten volgen uit de evaluatie van de lopende projecten.

*In 1998 heeft Axis drie projecten medegefinancierd, en in 1999 zijn een tiental projecten verkozen die door Axis medegefinancierd worden. Hoe staat het nu daarmee?*



# crisis in bètaland



Het is nog te vroeg om de balans op te maken. De meeste zijn nog niet afgerond of zijn lange-termijn projecten die de duur van Axis overstijgen. Gaandeweg de rit wordt er al flink gemonitord door een expertpanel van Axis, bestaande uit onderwijs- en communicatie-experts; er vinden halfjaarrapportages plaats, en voortgangsgesprekken. We zitten er dus bovenop om kennis te verzamelen. Ieder jaar verschijnt er een trendstudie over de resultaten, als aanvulling op het startonderzoek. Maar ook de website van Axis zal een kennisbank aanbieden waar scholen en dergelijke terecht kunnen.

*Er wordt internationaal tegenwoordig veel aandacht besteed aan de instroom van mensen in de exacte wetenschappen en ook hoe ze daarvoor te behouden. Een voorbeeld: een recent artikel in het Amerikaanse weekblad Science (vol. 286 (1999) 1659) behandelt recente resultaten van de 'gender gap' onder exacte wetenschappers in de EU. In de meeste EU-landen overtreft het aantal mannen het aantal vrouwen met een factor 20. Dit in tegenstelling tot de verhouding bij de start van de opleidingen: dan is nog meer dan de helft vrouw (cijfers Duitsland). Vrouwen blijven niet in de wetenschap, doordat ze eerder afhaken of minder kansen hebben. Er is nog weinig bekend over dit soort zaken, en het artikel pleit voor meer onderzoek op Europees niveau. Hoewel dit probleem ontstaat na het voortraject waarop Axis zich richt, lijkt Europese samenwerking voor Axis ook nuttig. Het gaat niet alleen in Nederland slecht met natuur- en techniek in onderwijs en het bedrijfsleven, toch?*

In andere landen zijn er vergelijkbare initiatieven als Axis; deze zullen in 2000 in kaart worden gebracht. Het probleem is inderdaad internationaal aan de orde, maar nationaal zijn er verschillen. Het Europese niveau is te groot om vanaf te werken; het kan beter lokaal. Maar er zijn zeker parallellen te trekken waarvan we kunnen leren.

Een voorbeeld: je ziet in andere landen dat de zogenaamde 'science'-aanpak, waarbij verbindingen tussen exacte disciplines in het onderwijs worden gelegd,

zijn vruchten afwerpt. Dit kwam tevens naar voren in een Axis-brainstorm (waaraan onder andere ook de NNV heeft deelgenomen) over exacte vakken in de onderbouw van het voorbereidend onderwijs; en het is zinvol om proefprojecten op dit gebied op te zetten, iets wat Axis graag wil stimuleren.

*Om nog even terug te komen over wat Axis hoopt te bereiken: waar zal Axis aan kunnen bijdragen? En wat zal er zijn na Axis?* Het belangrijkste doel van Axis is om een kennisbank op te zetten met informatie uit alle organisaties die achter Axis staan, aangevuld met ervaringen die volgen uit de projecten. De idee is dat eenieder die dat wil, gebruik kan maken van al die kennis om het imago en de inhoud van het techniek- en bèta-onderwijs te verbeteren. Een echte grootschalige omslag in de neergaande trend van de instroom komt naar mijn idee pas na de periode waarin Axis zal bestaan. Momenteel zijn er al wel veranderingen zichtbaar op microschaal: enkele projecten zijn erg succesvol. Het echte werk zal ook moeten worden uitgevoerd op regionaal niveau, in regionale platforms. Het is aan hen om de vlag hoog te houden, met behulp van de kennisbank die we hebben opgezet. Zij hebben zich ook verbonden met streefcijfers die soms fors zijn.

Axis zal in 2002 een advies uitbrengen over wat een wenselijk vervolg zal zijn; er zal in ieder geval behoefte blijven aan een budget voor stimulering van projecten. De 'erfenis' van Axis, dat wil zeggen de kennisbank en de trendstudies zullen ergens anders ondergebracht en op peil gehouden moeten worden. Daar is nog niets over besloten. Persoonlijk zie ik het liefst dat er dicht bij het bedrijfsleven gebleven wordt, maar het kan ook anders.

## REFERENTIES.

- 1 Peter van de Dool en Jan Geurts, *Bèta/techniek uit balans: Een beeld van huidige knelpunten tussen aanbod en vraag en mogelijke oplossingen*; rapport in opdracht van Axis en LDC, Expertisecentrum voor loopbaanvraagstukken.

- In 1999 was er 10 miljoen te besteden, waarop 70 aanvragen binnenkwamen; daarvan zijn er 10 gehonoreerd (dus gemiddeld 1 miljoen per project...). Deze projecten waren met name gericht op het voortgezet onderwijs
- In maart 1999 zijn er zes verkenningen uitgezet (Axis voert ze niet uit) op het gebied van het wis-kundeonderwijs op het VMBO (Freudenthal Instituut), herontwerp van technische opleidingen in de beroeps- en volwasseneneducatie, idem in het HBO, gebruik nieuwe media, buitenschools leren in het primair en voorbereidend onderwijs, lerarenopleiding en techniek
- Een recent voorbeeld van een project is de Bètawaaier van de Universiteit Utrecht. Dit programma biedt bredere thematische opleidingen aan die goed blijken aan te sluiten bij de wensen en interesses van jongeren, die hierdoor meer worden gestimuleerd om voor techniek te kiezen. Axis heeft dit project deels gefinancierd. Streefcijfervoorbeeld: voorziene groei vrouwen natuurkundeopleiding: van 4 naar 15 % in ongeveer drie jaar.
- Naar aanleiding van het succes van de Bètawaaier heeft Axis in juli 1999 een nieuw model gelanceerd voor technische HBO-opleidingen. Volgens dit model wordt een opleiding zodanig opgezet dat studenten kunnen kiezen uit drie oriëntaties: *maken* (ontwerpen of onderhouden van een technisch project), *sturen* (sturing geven aan technische processen, bijvoorbeeld commercieel ingenieur), *vertalen* (technische aspecten omzetten naar niet-technische toepassingen en vice versa, bijvoorbeeld in het commerciële, politieke of medische domein).
- Voor dit jaar is een handleiding (Themakaart) opgesteld om de subsidieaanvraag te verduidelijken en te vergemakkelijken en "om teleurstellingen bij aanvragers te voorkomen" (WvO); het is duidelijk gemaakt dat samenwerking tussen onderwijs en bedrijfsleven een *must* is
- De projecten worden beoordeeld door een panel van onafhankelijke experts. Axis heeft onlangs een prijs uitgelooft voor scholieren uit de eerste en tweede klas van de basisvorming "om met een plan of idee te komen waardoor de techniekles nog leuker wordt". Op 17 februari is de Axisprijs uitgereikt door minister Jorritsma aan twee scholen die ieder f 5.000 ontvingen. Het Van Maerlantlyceum en het Sondervick College (Eindhoven en Veldhoven) waren de winnaars.
- Veel meer informatie over Axis is te vinden op <http://www.platform-axis.nl>



# Koude fusie

Ongeveer twee eeuwen geleden, op 20 maart 1800, schreef Alessandro Volta zijn beroemde brief aan Sir Joseph Banks, president van de Royal Society, waarin hij melding maakte van zijn elektrochemische zuil ("Colom"). Volta's bevindingen werden direct overal ijverig nagewerkt, zelfs nog voor publicatie van zijn brief in de *Transactions*, die als beginpunt van de ontwikkeling van de elektrochemie beschouwd kan worden. Ongeveer een eeuw geleden, op 30 april 1897, meldde J. J. Thompson tijdens een lezing in de Royal Institution dat de toen zeer mysterieuze kathodestralen zijns inziens uit negatief geladen 'corpuscles' bestonden, een idee dat veel van zijn collega's met skepsis begroetten aangezien het de alchimie nieuw leven zou kunnen inblazen ("if different kinds of matter contained identical 'corpuscles', then the alchemist's dream of transmuting one substance into another becomes possible" [1]). Ongeveer 11 jaar geleden, op 23 maart 1989, kondigden Stanley Pons & Martin Fleischmann tijdens een persconferentie aan dat kernfusie bij kamertemperatuur mogelijk was in een elektrochemische cel [zie figuur], hetgeen zowel veel mensen aan het naverken zette als ook het spook van de alchimie deed opduiken. Maar daar waar Volta en Thompson in de galerij der helden konden worden bijgezet, lijkt het voor Fleischmann en Pons minder goed af te lopen. Rob van Veen

werkende cel aan een deskundige bezoeker konden demonstreren. Nu komt irreproduceerbaarheid wel vaker voor, maar naarmate het belang van het resultaat toeneemt, wordt de experimentele bevestiging essentiëler, een principe dat in aanleg al bij Aristoteles te vinden is [2]. Vrijwel onmiddellijk trad er een polarisatie (zelf een begrip uit de elektrochemie) op tussen de fysici, en vooral de kernfysici, die zeker wisten dat de bewering van F&P onzin moest zijn, en de doorgaans enthousiaste hoewel niet onkritische chemici; hierbij speelde territoriumdrift ongetwijfeld een rol [3]. Al snel echter verwaagde het onderscheid naar discipline en kon de wereld ten aanzien van de zogenoemde 'koude fusie' onderverdeeld worden in adepten, ongelovigen en een enkele twijfelaar.

## GESCHELD EN GESCHREEUW

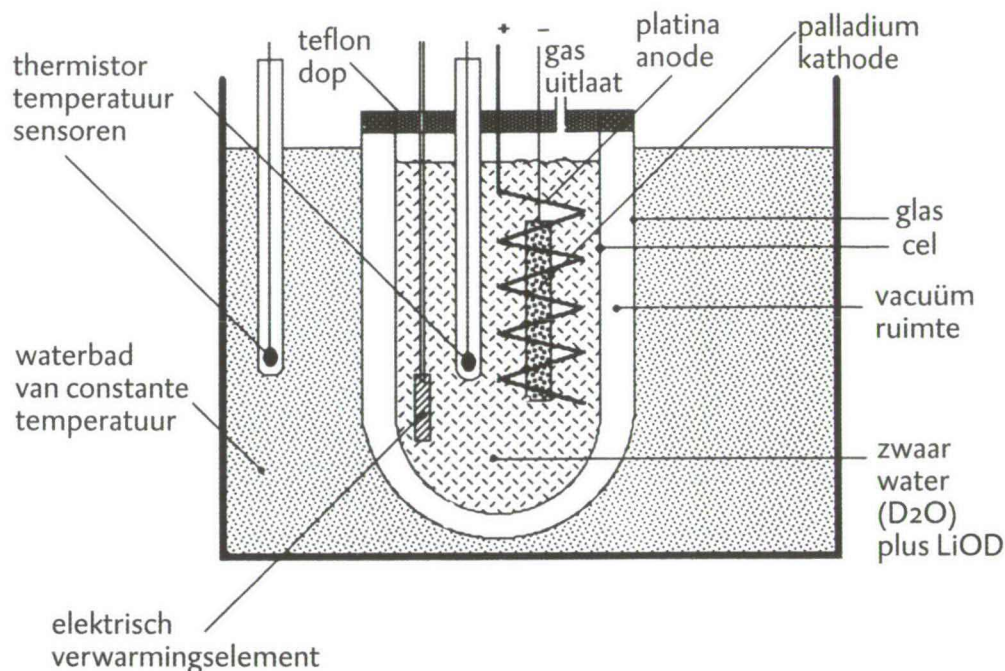
De dialoog tussen de adepten en de ongelovigen ontaardde al na korte tijd in gescheld en geschreeuw en wederzijdse beschuldigingen van slonzige redeneringen en feiten niet onder ogen willen zien. Hierdoor werd een sfeer geschapen waarin een kalme discussie nauwelijks meer mogelijk bleek. Douglas Morrison (CERN) had al enkele weken na het begin van de affaire ge-

Rob van Veen is een 'principal scientist' bij het Shell Research & Technology Centre, Amsterdam. Hij behaalde zijn doctoraal vaste-stof anorganische chemie in 1972 aan de universiteit van Leiden. In 1974 trad hij in dienst van Shell. Zijn promotie, op een onderwerp uit de elektrokatalyse, volgde in 1981, ook in Leiden. Zijn Shell activiteiten lagen op het gebied van de directe methanol-brandstofcel, de structuur en reactiviteit van kool, en de chemie van de katalysatorbereiding. Thans houdt hij zich bezig met onderzoek en ontwikkeling van hydroconversie-katalysatoren. Sinds 1988 is hij deeltijdhoogleraar elektrochemie aan de Technische Universiteit Eindhoven.



Rob J.A.R. vanVeen@opc.shell.com





Elektrochemische cel van F&P. LiOD is als elektrolyt gebruikt. Bij stroomdoorgang ontstaat deuterium aan de kathode en zuurstof aan de anode. Het deuterium lost gedeeltelijk op in de palladiumkathode. Figuur door E.F. Mallove uit [4].

wezen op een stukje van Langmuir, getiteld *Pathological Science*, met voor de hand liggende implicaties. Het vrijwel tegelijk verschijnen van twee boeken ter zake, één voor [4] en één tegen [5], bezegelde in 1991 – in een eigentijdse *battle of the books* – de complete impasse die inmiddels bereikt was. Twee latere boeken [6] haalden nog vernietigender uit naar de koude-fusieaanhangers, zodat het nog latere, maar veel evenwichtiger boek van Nate Hoffman [7] wel voor blindemans ogen geschreven lijkt te zijn.

Het belangrijkste en oneindig herhaalde argument van de ongelovigen is dat de D-D-fusieprocessen goed bekend zijn (zie het kadertje) en dat de hoeveelheden fusieproducten die behoren bij de verkondigde warmte-effecten bij lange na niet gevonden worden. Hun conclusie luidde dan ook, dat wat er ook gebeurde, het geen kernfusie kon zijn. Ook het bij de discussie betrekken van andere fusieprocessen, zoals  $p + d$ , verandert deze conclusie niet. Wat later, toen sommige theoretici waaronder lieden als Nobelprijswinnaar Julian Schwinger, aannemelijk probeerden te maken dat de bij een kernproces vrijkomende energie direct zou kunnen worden overgedragen aan het [PdD]-rooster, kwam daar nog het argument

bij dat de tijdschaal voor fusie-interacties zoveel kleiner is dan die voor roosterprocessen dat een effectieve koppeling niet mogelijk is.

Om het Fleischmann-Pons-effect definitief te doen overlijden moest natuurlijk ook aangegeven worden waar de soms ontegenzeggelijke warmteontwikkeling dan wél vandaan kwam [8]. Van begin af aan was een populaire verklaring dat er eenvoudigweg recombinitie van het bij de elektrolyse ontstane  $D_2$  en  $O_2$  plaatsvond, op door onoplettendheid aan de gasfase geëxposeerd palladium of platina. Een elektrochemicus als Gerhard Kreysa heeft deze verklaring tot het einde toe volgehouden (zie zijn sleutelroman over deze zaak [9]), en het is pikant dat Steve Jones – de man die parallel aan F&P koude fusie bestudeerde, maar slechts de vorming van een enkel neutron en geen warmte-effect waarnam – in zijn latere kruistocht deze verklaring in *Journal of Physical Chemistry* breed heeft uitgemeten [10].

Anderzijds is de hele calorimetrie onderwerp van een discussie geweest die je niet voor een eerstejaars natuurkundeproeffer verwacht zou hebben, culminerend in

een artikel van F&P in *Physics Letters A* [176 (1993) 118-129] gevolgd door een weerlegging van D. Morrison [ibid. 185 (1994) 498-502], maar later weer gevolgd door ondersteunende resultaten van Mengoli et al. [*Journal of Electroanalytical Chemistry*. 444 (1998) 155-167]. Het eerste artikel werd door de adepten als 'definitief bewijs' gezien, en het tweede door de ongelovigen als aantoonend dat de heren F&P het nooit zouden leren.

De adepten verdedigen zich door erop te hameren dat (i) er aan koude-fusie-theorieën geen gebrek is, *pace* Close, Huizenga etc., ook van de hand van gereputeerde fysici als Lamb Jr. (Nobelprijswinnaar natuurkunde), zodat het niet aangaat koude fusie op theoretische gronden af te schieten, en dat (ii) negatieve resultaten niet zo zwaar kunnen tellen als positieve, omdat dat ook kan betekenen dat het experiment eenvoudigweg niet correct is uitgevoerd (de bekende *experimenter's regress*).

## D-D-fusieprocessen





**TABLE 10.1**  
**Anomalous Nuclear Measurement Examples**

Phenomena	Examples	Artifact or Alternative Explanation
<i>Neutrons</i>		
Singles	Jones/Menlove/Wolf	Many experiments by Jones, by Menlove, and, particularly, the predicted behavior observed in the Black Cloud Mine in Leadville with all three experimenters appear real.
Bursts	Jones/Menlove/Wolf	Menlove and Jones bursts generated by temperature cycling may be water vapor artifacts, but underground lab isothermal bursts appear real.
Episodes	Wolf	Data seem real.
<i>Charged particles</i>	Cecil and Takahashi	Ground loops may have generated some artifacts but passing off all data as artifact requires postulating an unreasonable number of coincidences occurring in completely separate experiments.
	Wolf	All data appear real.
<i>Tritium</i>	Claytor	Data for creation of tritium appears impeccable.
	Chien at Texas A&M	Puzzling data appear to be real.
<i>Helium</i>		
<sup>3</sup> He	Only one questionable measure of <sup>3</sup> He	One gas sample claimed to be from cavitation experiment showed high <sup>3</sup> He
<sup>4</sup> He	Chen at Texas A&M	The <sup>4</sup> He presence in one (and only one) post-test cathode and absence in the pretest cathode rod give some credence to experimental data.
<i>Isotope Shifts</i>	Many reports of <sup>106</sup> Pd	Masked by <sup>90</sup> Zr <sup>16</sup> O <sup>+</sup> SIMS signal.
<i>X rays</i>	Wolf	Data appear real.
<i>Gamma Rays</i>	Wolf	Data appear real.
<i>Unusual Radioisotopes</i>	Wolf	Data appear real.

#### NIEUW LEVEN

Hoewel koude fusie door sommige journalisten al na enkele maanden dood verklaard werd, bleek het onderwerp lang niet zo soepel te overliden als verwacht. Telkens gebeurde er weer iets dat de zaak nieuw leven inblies. Zo ging General Electric in juli 1989 met de universiteit van Utah in zee, maar concludeerde uiteindelijk dat de calorimetrie van F&P niet deugde [11]. In 1989 werd nog een National Cold Fusion Institute opgericht aan diezelfde universiteit, dat echter op 30 juni 1991 de deuren weer sloot. Verder steunde Toyota F&P door ze te voorzien van een labje in Nice (Technova; uiteindelijk

gesloten in 1998, nadat F&P al in 1995 uit elkaar waren gegaan), en startte het Japanse ministerie van internationale handel en industrie [MITI] in 1993 een nieuw koude-fusieprogramma ('waterstof-energie' genoemd om mensen niet kopschuw te maken; gestopt in 1997). Ook verscheen in 1994 een publicatie van O. Reifenschweiler, gebaseerd op werk uitgevoerd in het Philips Natlab in de zestiger jaren, waaruit zou kunnen blijken dat een vaste-stof-omgeving de radioactiviteit kan beïnvloeden. Het werk van Reifenschweiler werd niet op voorhand als onzin bestempeld door Hendrik Casimir en Ad Lagendijk [12]. Tenslotte kwam in

1995 het boek van N. Hoffman uit, waarin een tabel voorkomt (hier gereproduceerd) waarin niet goed te weerleggen, op een koude-fusieproces wijzende, resultaten zijn samengevat.

Een punt dat al in deze tabel naar voren komt, en waar later meer voorbeelden van gepubliceerd zouden worden, is het optreden van ongebruikelijke radioisotopen. Aan het elektrodeoppervlak worden soms elementen aangetroffen die een isotoopverdeling vertonen die volkomen anders is dan de natuurlijke. Hoe men zich het optreden van zulke verdelingen moet voorstellen is vooralsnog een raadsel. Voor alchimisten is dit natuurlijk gefundenes



Tabel uit het boek van N. Hoffman [7] waarin niet goed te weerleggen, op een koude-fusieproces wijzende, resultaten zijn samengevat.

Fressen, maar die zijn toch niet aan boord kunnen komen, ondanks een – onverkwikkelijke – poging aan de Texas A&M-universiteit, waar Prof. Bockris, een koude-fusie-aanhanger, nog bijna het slachtoffer van werd [13].

#### IMPASSE

Zoals boven al vermeld, is de huidige situatie een volledige impasse tussen adepten en ongelovigen. De adepten hebben eigen blaadjes, zoals *Infinite Energy & Cold Fusion Times*, een website waar bevestigingen op gemeld worden en waarop de voorspelling voorkomt dat tegen 19 juli 1996 “cold fusion will be widely accepted as existing; as energy producing; or as economically viable”... (maar ja, de technische doorbraak van brandstofcellen werd ook decennia lang voorspeld nabij te zijn... en zie, het is er toch van gekomen!), en eigen conferenties. Op dit alles wordt door de buitenwacht gemeenlijk niet meer gereageerd, maar er zijn wel oprispingen. De laatste speelde zich af in de pagina's van *Science* naar aanleiding van een 'News Focus'-bijdrage van David Voss [Vol 284 (1999) 1252-4]. Daarin werd gemeld dat het er alle schijn van had dat koude-fusieachtige verschijnselen dan wel door de gevestigde orde veracht mochten worden, maar dat ze welig voortleven in de patentliteratuur, zij het onder andere namen (hoewel een Canonpatent uit 1994 nog gewoon man en paard noemde). Koude fusie bleek ook nog altijd venture capital aan te trekken – en dit terwijl de universiteit van Utah in 1999 de F&P-patenten besloot te laten vallen. Dit leverde een relatief felle briefwisseling op, een

soort rituele herhaling van standpunten [*Science* 284 (1999) 1929-32; 285 (1999) 1357]. Overigens zijn doe-het-zelf koude-fusieapparaten al vrij snel op de markt gekomen, van goedkope hacker fusion kits tot Yamaguchi's (Nippon Telephone & Telegraph) \$ 560.000 opstelling (1992).

Intussen wordt van deze kleurrijke episode dankbaar door wetenschapsfilosofen en -sociologen gebruik gemaakt om allerlei interessante punten te maken. Voor velen is het echter een schoolvoorbeeld van hoe wetenschap niet bedreven dient te worden, hoewel er ook wel wat steun te vinden is voor de conclusie dat de koude-fusie-episode juist een schitterend voorbeeld is van de kritische methode hard aan het werk.

Dat neemt echter niet weg, dat de episode niet als afgesloten kan gelden. Koude-fusieonderzoek wordt nog steeds gedaan en er schijnt in de VS ook nog altijd overheids-geld in gestoken te worden (via het Department of Energy). Dit bracht Bart Simon ertoe koude fusie als *undead science* te betitelen, onderzoek dus dat weer hervat zou kunnen worden [14]. Dat we een wederopstanding spoedig zullen kunnen begroeten lijkt twijfelachtig, zolang de situatie beschreven door David Goodstein [15] voortduurt: “What all these [i.e. positive and seemingly valid] experiments really need is critical examination by accomplished rivals intent on proving them wrong. That is part of the normal functioning of science. Unfortunately, in this area, science is not functioning normally. There is nobody out there listening.” Hoe zou hier iets aan moeten veranderen?

#### REFERENTIES

- 1 Jay Ingram, *The Barmaid's Brain* (Aurum Press, 1998), p. 233.
- 2 Alan G. Gross, *Renewing Aristotelian theory: the Cold Fusion controversy as a test case*, *Quarterly Journal of Speech* 81 (1995) 48-62.
- 3 James W. McAllister, *Competition among scientific disciplines in Cold Nuclear Fusion research*, *Science in Context* 5 (1992) 17-49.
- 4 Eugene F. Mallove, *Fire from Ice* (John Wiley & Sons, 1991).
- 5 Frank Close, *Too hot to handle* (Princeton UP, 1991).
- 6 John R. Huizenga, *Cold Fusion – The Scientific Fiasco of the Century* (Un. Rochester Press, 1992); Gary Taubes, *Bad Science – The Short Life and Weird Times of Cold Fusion* (Random House, 1993).
- 7 Nate Hoffman, *A Dialogue on Chemically Induced Nuclear Effects* (Am. Nucl. Soc., 1995).
- 8 Zie, bijv. Max F. Perutz, *I wish I'd made you angry earlier* (Oxford UP, 1998), p. 138.
- 9 Gerhard Kreysa, *Fusionsfieber* (Wiley-VCH, 1998).
- 10 Steven E. Jones et al., *J. Phys. Chem.* 99 (1995) 6966-6972 en 6973-6979; het is tekenend dat de hierin zwaar bekritiseerde Melvin H. Miles (Naval Air Warfare Center Weapons Division, China Lake, Calif.) er drie jaar over moest doen om zijn reactie gepubliceerd te krijgen (zie C&EN, July 13 1998, p. 10).
- 11 R.H. Wilson et al., *Analysis of experiments on the calorimetry of LiOD-D<sub>2</sub>O electrochemical cells*, *J. Electroanal. Chem.* 332 (1992) 1-31.
- 12 O. Reifenschweiler, *Reduced radioactivity of tritium in small titanium particles*, *Phys. Lett. A* 184 (1994) 149-153.
- 13 In 1993 mocht de 'traveling salesman of elemental transmutation' Joe Champion, met geld van ene William Telanders, zich in Bockris' lab inrichten; de proeven liepen op niets uit en de affaire deed veel stof opwaaien. Bockris' rol – bereidwillige medewerker, of onwillig slachtoffer van universitaire gezagsdragers, verzoet op Telanders geld – is overigens onduidelijk, vgl. R. Pool, *Science* 262 (1993) 1367 en N. Hoffman, ref. 7, Ch. 1.
- 14 Bart Simon, *Undead Science: Making Sense of Cold Fusion After the (Arti)fact*, *Social Studies of Science* 29 (1999) 61-85.
- 15 David Goodstein, *Pariah Science: Whatever Happened to Cold Fusion?*, *The American Scholar* 63 (1994) 527-541.



## Nieuwe plastic lichtvezels weerstaan hitte

Optische vezels kunnen per seconde een miljoen keer meer lichtsignalen versturen dan koperdraden elektrische signalen. Glasvezels zijn door hun broosheid echter moeilijk te koppelen in netwerken en de bestaande optische perspex-vezels die wel buigzaam zijn, vervormen snel bij hitte. Scheikundigen aan de Rijksuniversiteit Groningen hebben met zogeheten polycarbosiloxanen plastic vezels gemaakt, die tot 200 graden Celsius hun optische en mechanische eigenschappen behouden. Deze vezels kunnen onder meer worden toegepast in auto's, vliegtuigen en computers. Daarnaast ontwikkelden de scheikundigen een techniek om in plastic optische vezels licht te versterken. Op 17 maart promoveerde T.A.C. Flipsen op dit onderwerp.

De nieuwe optische vezels van polymeren behouden bij hoge temperaturen hun vorm en eigenschappen omdat de verschillende bouwstenen, de polymeerketens, chemische bindingen met elkaar zijn aangegaan. In perspex, een thermoplast, zijn de polymeerketens niet chemisch met elkaar verbonden. Bij hogere temperaturen gaan de monomeren hierdoor steeds meer ten opzichte van elkaar trillen. Het materiaal vervormt tenslotte boven de 80 graden Celsius en verliest zijn lichtgeleidende eigenschappen. De bouwstenen van het polycarbosiloxaan-polymeer zitten daarentegen stuk voor stuk in drie richtingen vast, zoals stenen in een piramide. Hierdoor zijn ze toepasbaar in computers, auto's en vliegtuigen, waarvoor materialen nodig zijn die vormvast blijven tot zeker 120 graden Celsius. Het gebruik van plastic vezels is hier veel goedkoper dan dat van glasvezels. Daarnaast ontwikkelden de scheikundigen een ingenieuze techniek om lichtsignalen in plastic vezels te versterken. Plastic vezels zijn namelijk minder transparant dan glasvezels. Het verlies van licht in de nieuwe vezel is ongeveer een decibel per meter, zodat lichtsignalen over slechts twintig meter verplaatst kunnen worden. In perspex-vezels is dit 150 meter, in glasvezels zelfs twintig kilometer.

De scheikundigen mengden moleculaire complexen van het zeldzame aarden-element europium in het polymeermateriaal. De ionen geven licht af met dezelfde golflengte als die van het lichtsignaal dat vervoerd moet worden. Hiervoor wordt de vezel continu met een tweede lichtbron, een uv-laser, bestraald. De moleculen absorberen het uv-licht. Het te vervoeren lichtsignaal zorgt er nu voor dat de aangeslagen ionen het uv-licht omzetten in zichtbaar licht met dezelfde golflengte als het signaal, zodat de intensiteit van dit licht toeneemt.

De scheikundigen creëerden moleculen met europium-ionen die tot een gewichtspercentage van één procent in de plastic vezels zijn op te lossen. Deze moleculen zijn duizend keer efficiënter dan afzonderlijke europium-ionen. Om de techniek rendabel te maken moet de oplosbaarheid verbeterd worden. Volgens de scheikundigen is dit een stap waarvoor maar betrekkelijk weinig onderzoek nodig is.

PERSBERICHT NWO

## DNA als e

Onderzoekers bij de Technische Universiteit Delft hebben in een gezamenlijk project van de Stichting FOM en de TU Delft aangetoond dat een kort DNA-molecuul zich gedraagt als een halfgeleider. Bij een klein spanningsverschil geleidt het molecuul geen elektrische stroom en is dan een isolator. Bij een groter spanningsverschil gaat het molecuul wel elektrische stroom geleiden. Dit is typisch het gedrag van een halfgeleider. De onderzoekers publiceerden hun bevindingen in *Nature* van 10 februari. In de afgelopen vijftig jaar is vrijwel alles van DNA gemeten. De elektrische eigenschappen zijn echter opmerkelijk genoeg nog maar weinig onderzocht.

De Israelische postdoc Danny Porath (tot voor kort in dienst van de Stichting FOM), de Russische postdoc Alexey Bezryadin (ex-FOM, nu werkzaam bij Harvard), biotechnoloog Simon de Vries (TU Delft) en natuurkundehoogleraar Cees Dekker (TU Delft) beschrijven in *Nature* experimenten met elektrisch transport door een klein DNA-molecuul. Ze gebruikten een stukje poly(G)-poly(C) DNA van 10 nanometer lang. Zo'n stukje DNA kun je gewoon bij een biotechbedrijf kopen. DNA bestaat uit ketens van suiker- en fosfaatgroepen, waaraan nucleotidenbasen vastzitten. Van die basen zijn er vier, adenine (A), thymine (T), guanine (G) en cytosine (C). Ze vormen paren, waarbij alleen de combinaties A-T en G-C voorkomen. Door die paren hechten de ketens zich aan elkaar en ontstaat de bekende winteltapstructuur van DNA. Verwacht werd dat guanine het beste lading opneemt en daarom kozen onderzoekers in Delft voor een stukje van 30 G-C-paren.

### STROOM DOOR DNA

Langs elektrostatische weg maakten ze het stukje DNA vast tussen twee elektroden die 8 nanometer uit elkaar lagen.



# Elektrische geleider?



**Figuur 1** Een animatie van het DNA-molecuul tussen de twee elektroden. De kleinste afstand is 8 nanometer. De elektroden bestaan uit platina dat op een ondergrond van siliciumnitride is aangebracht. De bodem van de kloof ligt in het siliciumdioxide dat het substraat van de schakeling vormt. Illustratie: TU Delft.

Het DNA vormde als het ware een brug tussen de elektroden (zie figuur 1). Door een spanningsverschil over de elektroden te zetten (figuur 2), konden de onderzoekers nagaan of er een stroom door het DNA ging lopen. Vorig jaar meldden twee Zwitserse onderzoekers dat ze voor het eerst stroom door stukjes DNA hadden gemeten en dat het DNA een goede lineaire geleider lijkt te zijn. De Delftse metingen wijzen iets heel anders uit. Tot aan een spanningsverschil van een paar volt is de stroom zo goed als nul. Het DNA-molecuul gedraagt zich als een isolator. Boven de drempel van ongeveer 2 volt spanningsverschil gaat de stroomsterkte scherp omhoog (zie figuur 3). In sommige gevallen bedroeg de stroomsterkte meer dan 100 nano-ampère, wat overeenkomt met ongeveer  $10^{12}$  elektronen per seconde.

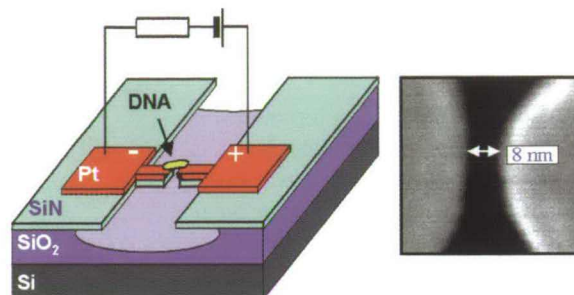
## GELEIDING ALS IN HALFGELEIDER

Hoe verloopt het elektrisch transport nu precies? De details hiervan zijn nog onduidelijk. Metingen aan het geleidingsgedrag die door de onderzoekers in Delft zijn gedaan, sluiten bepaalde

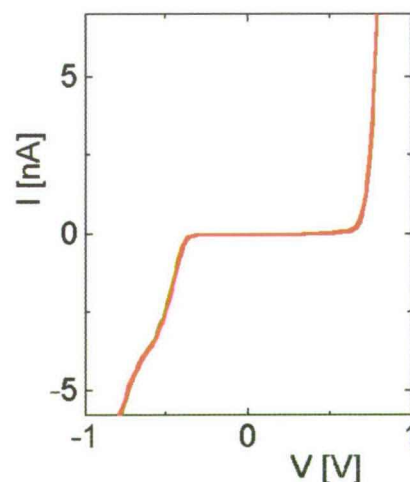
modellen uit (transport door quantumtunnellen bijvoorbeeld). De resultaten wijzen sterk in de richting van transport via een – op zich gewone – geleidingsband die over het DNA-molecuul als geheel ontstaat. Dit is analoog aan hoe elektronen zich voortbewegen in een halfgeleider zoals silicium. Er blijft echter op dit gebied nog veel over wat verder onderzocht kan worden.

## CONTROLE-EXPERIMENTEN

Vanwege het grote belang van hun metingen aan DNA voerden de Delftse onderzoekers een groot aantal controle-experimenten uit om er absoluut zeker van te zijn dat de gemeten stroom werkelijk door het DNA-molecuul liep. Mogelijkheden die moesten worden uitgesloten waren bijvoorbeeld geleiding via het oplosmiddel waarin het DNA had gezeten, door water van dat oplosmiddel of door (an)organisch materiaal dat tijdens het aanbrengen van het DNA gevormd zou kunnen zijn. Een andere controle was het verbreden van de kloof tussen de elektroden, om er zeker van te zijn dat inderdaad dat stukje DNA van 10 nanometer de brug



**Figuur 2** Een schematische weergave van de schakeling waarin een stroom door een DNA-molecuul kan worden gestuurd. Het plaatje rechts laat de elektroden zien. Illustratie: TU Delft



**Figuur 3** Karakteristiek stroomverloop door DNA. Tot een spanningsverschil van een paar volt loopt er geen stroom door het DNA-molecuul. Boven een bepaalde drempelspanning neemt de stroomsterkte snel toe. Dit is typisch halfgeleidergedrag. Illustratie: TU Delft.

over de kloof vormde. Een elegante test was het toevoegen van een enzym dat het DNA 'opeat'. Zoals verwacht, verdween de geleiding hierbij inderdaad. Werde het enzym echter toegevoerd in een 'gehandicapte' vorm waarbij de 'eetfunctie' was uitgeschakeld, dan bleef de geleiding door het DNA wel gehandhaafd. Al die controle-experimenten wezen uit dat het inderdaad het stukje DNA was dat de elektrische geleiding verzorgde.

FOM-NEWTON NEWS 2000/2



# Natuurkunde wordt internetdienst

**Het internet is in korte tijd een noodzakelijk onderdeel geworden van de westerse bedrijfs- en organisatiecultuur. Kennisverspreiding zonder homepage is opeens onderwets. Ook de NNV werkt aan een nieuwe website: [natuurkunde.nl](http://natuurkunde.nl)**

In het onderwijs gaan de internetontwikkelingen snel. Dit blijkt uit de eerste voortgangsrapportage die de minister van OC&W, ruim een half jaar na de instemming van de Tweede Kamer met de nota *Onderwijs on line*, aan de Tweede Kamer heeft gestuurd. De voortgangsrapportage beschrijft de ontwikkelingen in de periode van 1 juli tot 31 december 1999. Scholen worden nu aangesloten op Kennisnet ([www.kennisnet.nl](http://www.kennisnet.nl)), het grootste intranet van Nederland in opbouw.

Maar belangrijker nog zijn de ontwikkelingen in het onderwijsveld zelf. Uit de voortgangsrapportage blijkt dat informatie- en communicatietechnologie zeker niet meer alleen het terrein van enkele technisch geïnteresseerde ontwikkelaars en docenten is. Met behulp van computernetwerken kunnen onderwijsmensen, deskundigen van culturele en wetenschappelijke organisaties en ict-specialisten elkaar ontmoeten om nieuwe inhoudelijke toepassingen te maken die relevant zijn voor het onderwijs. De computer maakt het onderwijs leuker voor leerlingen en juist de sfeer in de klas is sterk bepalend voor het werkplezier van de leraar. "Voor het eerst is er een leermiddel waar de leerlingen om vragen en waarmee ze in de pauzes en na school door willen werken!", zo wordt één van de docenten van het AOC Friesland geciteerd. "De leerlingen die nu de mars door de instellingen maken, zijn de echte onderwijsvernieuwers", aldus de voorzitter van het college van bestuur van de OGH/TRE-Onderwijsgroep.

De natuurkunde als basisdiscipline in het Nederlandse middelbaar onderwijs kan in deze ontwikkeling niet achterblijven. Door de relatief kleine studentenaantallen bevindt de natuurkunde zich op dit moment in de situatie dat het aanbod van opleidingsplekken, inclusief promotieplaatsen, groter is dan de vraag. Bovendien dreigt er een groot gat te vallen in het aantal natuurkundeleraren en daarmee in de kwaliteit van het natuurkundeonderwijs op de middelbare school. Voor een deel heeft dit te maken met maatschappelijke processen waarop slechts op indirecte wijze invloed uitgeoefend kan worden. De vernieuwing van de bètaopleidingen, inclusief de lerarenopleidingen, die nu wordt doorgevoerd kan hier een belangrijke bijdrage aan geven. Maar daarnaast zal de natuurkunde zich als discipline moeten profileren door een actief beleid op vele fronten te voeren. Daarin speelt het bewerken van de publieke opinie en een grote zichtbaarheid op de middelbare scholen een belangrijke rol. Voor deze doeleinden is een attractieve en informatieve website een zeer effectief instrument.

De afgelopen maanden heeft de NNV een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden om een dergelijke website met brede doelstelling te realiseren. Eén van de acties was de organisatie van een web-

workshop (zie [www.natuurkunde.nl](http://www.natuurkunde.nl)). Verder zijn het afgelopen jaar een groot aantal bilaterale gesprekken met diverse mogelijke partners gevoerd, zoals Stichting Physica, Stichting FOM de kamer natuurkunde van de VSNU, en NVON, de organisatie van docenten in de natuurwetenschappen in het voortgezet onderwijs. Gegeven de problematiek in het voorbereidend onderwijs en het imago probleem van de natuurkunde is de consensus dat een onderwijs-site gericht op het voortgezet onderwijs gecombineerd met een algemene nieuws-site over natuurkunde hoge prioriteit moet hebben. Ook in andere Europese landen wordt hieraan gewerkt zoals

bleek op een EPS-conferentie, september 1999, die speciaal was gewijd aan de noodzaak in Europees verband de acties te coördineren. De stand van zaken is nu dat er een nieuwe website [natuurkunde.nl](http://natuurkunde.nl) komt. Om de deze site een zekere onafhankelijkheid te geven, wordt hiervoor een aparte stichting in het leven geroepen. Er wordt een redactieraad gevormd waarin de toekomstige gebruikers, met name de NVON, vertegenwoordigd zijn. Om de continuïteit te garanderen zijn de sponsors bereid de website minstens vijf jaar in de lucht te houden, met een evaluatiemoment na drie jaar.

*Natuurkunde.nl* richt zich in eerste instantie op leraren en leerlingen van het voortgezet onderwijs; daarbij vormen de leraren in opleiding een belangrijke doelgroep. Essentieel is dat de nieuwe web-site aan een behoefte voldoet. Een goed voorbeeld is de reeds bestaande nat-doc-pagina ([www.phys.uu.nl/~wwwnatdc/](http://www.phys.uu.nl/~wwwnatdc/)), evenals het door de stichting Physica ondersteunde project *Een duik in de natuurkunde* ([www.phys.uu.nl/~internat/](http://www.phys.uu.nl/~internat/)). Deze projecten worden geïncorporeerd in de nieuwe web-site. Het blijkt echter dat het een grote hoeveelheid werk vraagt om de basis te verbreden.

Het in de lucht houden van een professionele website kost veel geld, een belangrijke reden waarom educatieve uitgeverijen voorlopig nog Er zijn dus grenzen aan wat mogelijk is. Scholen, leraren en leerlingen vragen echter steeds meer naar hulpmiddelen om zelf actief en creatief te kunnen werken. *Natuurkunde.nl* kan hiervoor de condities scheppen, bijvoorbeeld door het bieden van een database met beschikbaar materiaal of hulp bij gebruik van nieuwe leeromgevingen. Docenten en leerlingen kunnen hierin zelf materiaal publiceren. Het is ook mogelijk om met de hulp van studenten en universitaire docenten werkstukopdrachten te ontwikkelen. Op die manier kunnen innovatieve, educatieve programma's gemaakt worden die betaalbaar blijven en kan *Natuurkunde.nl* tevens een bijdrage leveren aan een goede studiekeuze van leerlingen.

C.Th.A.M. DE LAAT  
Ch.G. VAN WEERT



## <http://natuurkunde.pagina.nl>

Snel de juiste info vinden op het net is soms moeilijk. Speciaal voor Nederland is er nu een 'gouden gids'-pagina waarmee je snel naar de juiste natuurkunde-site doorklikt: <http://natuurkunde.pagina.nl>. Deze pagina is een dochter van de veel bezochte [www.startpagina.nl](http://www.startpagina.nl) en is ingericht voor met name middelbare scholieren. Zij kunnen hier bijvoorbeeld ideeën vinden voor het Eigen eXperimenteel Onderzoek.

Met natuurkunde kan je niet vroeg genoeg beginnen. Er staan daarom ook links naar proefjes die je in de keuken thuis kunt doen en leuk zijn voor gebruik op de basisschool.

Onder de rubriek cursussen zijn er zowel verwijzingen naar universitaire colleges (bijvoorbeeld stringtheorie en materiaalkunde) als naar eenvoudiger cursussen. Docenten vinden demonstratie-experimenten voor hun lessen of colleges. Uiteraard kan je direct doorklikken naar sites van Nederlandse universiteiten, hogescholen en instituten maar ook naar sites met hot-news op het gebied van de natuurkunde.

Een aparte categorie vormen de vele Java-applet demonstraties, zo is er een zonnestelsel waar je met de muis planeten uit hun baan kan verslepen of een zetje kan geven. Spannend wat er daarna gebeurt. Tenslotte is er een lijst van prijzen die je met natuurkunde kunt behalen: voor de uitblinkers en doorzetters. De site moet voortdurend verbeterd en onderhouden worden. Het internet-tempo is hoog. Graag ontvang ik daarom uw suggesties. In verband met de toegankelijkheid voor middelbare scholieren is er voorkeur voor Nederlandstalige sites. Het doel van de <http://natuurkunde.pagina.nl> is immers het vergroten van het enthousiasme voor de natuurkunde door een snelle toegang te bieden tot goed leesbare, leuke en interessante web-sites.

Rinke J. Wijngaarden  
e-mail [natuurkunde@pagina.nl](mailto:natuurkunde@pagina.nl)

R.J. Wijngaarden is Universitair docent bij de Vakgroep Vaste Stof Fysica van de Vrije Universiteit. De natuurkunde.pagina.nl beheert hij in zijn vrije tijd en onder eigen verantwoording.

## Een ouderwetse schoolmeester

"Je moet de mens centraal stellen", horen wij van politici, welzijnswerkers en dergelijken. Vergeef het deze onwetenden, want zij bedoelen het misschien wel goed. Helaas voor hen: een van de meest dramatische ontdekkingen van sterren- en natuurkunde is dat de mens een onbelangrijk randverschijnsel is in het heelal. Willen wij de kosmos in kaart brengen, dan is het de arrogantie ten top om de menselijke grootheden (meter armlengte, seconde hartslag, kilogram hersens) tot maatstaf te verheffen. Doe je dat toch, dan krijg je 'astronomische getallen' voor grote dingen, en 'natuurkundige getallen' voor kleine. Wat te doen tegen deze dwaling? Kees Boeke, bij leven schoolmeester te Bilthoven, vond het antwoord. Maak een reeks plaatjes waarbij je aan de lengteschaal steeds een nul toevoegt of afhaalt. Zo krijg je logaritmisch geschaalde afbeeldingen, die als Russische poppetjes in elkaar steken. Zijn boek *Het heelal in veertig stappen* is allang niet meer in druk (kan Epsilon Press daar iets aan doen?) maar we hebben als opvolger de prach-

## URL van de Maand

<http://www.powersofio.com/>  
[http://www.eamesoffice.com/powers\\_of\\_ten/powers\\_of\\_ten.html](http://www.eamesoffice.com/powers_of_ten/powers_of_ten.html)



Stationsklok van Powers of Time

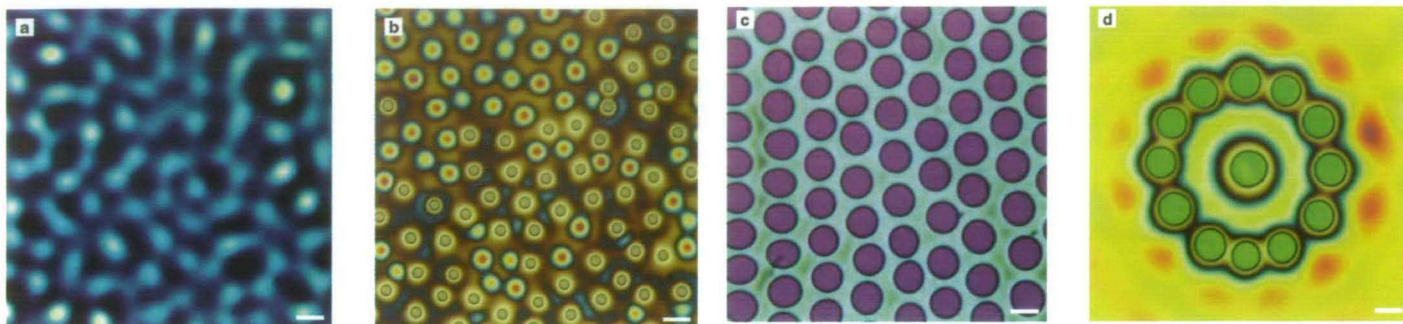
tige uitgave *Machten van tien* (Natuur & Techniek), gemaakt door Charles en Ray Eames, en Phyllis en Philip Morrison. De diaserie die ik van dat boek heb gejat zal ik net zo lang laten zien totdat de dia's door het licht van de projector zijn verbleekt, en totdat iedereen ze uit het hoofd kent. Sinds kort is deze didactische trouvaille uitgewerkt in een aantal webstekken, waarvan er hier twee staan. Men heeft daarbij de essentie van het web goed gebruikt: juist die extra verbindingsschakels en verdere ondersteuning die je in boek en diareeks nauwelijks kunt weergeven. En een oude wens van mij is in vervulling gegaan: een 'Machten van tien in de tijd.' Kees Boeke was schoolmeester in een tijd

dat de politici nog niet hadden beslist dat kennis moet worden vervangen door vaardigheid. Vandaag de dag zou een genie als hij geen poot aan de grond krijgen. Te ouderwets, omdat hij het presenteren van de werkelijkheid van het heelal verkoos boven de menselijke waan. Met het verschijnen van deze mooie webstekken heb ik nog maar een klein wensje over: wie verkoopt mij een origineel van Boekes boek?

VINCENT ICKE



# Nieuw procédé voor nog kleinere chips



Vergrotingen van polystyreenfilms die blootgesteld zijn aan een elektrisch veld. De aanvangsdikte van de film in a en b is 93 nm, in c en d 193 nm. De films zijn 18 uur lang bij 170°C blootgesteld aan 50 V. In b was de afstand tussen de elektroden groter. De lengte van het witte streepje onderin a en b is 10  $\mu\text{m}$ , in c en d 5  $\mu\text{m}$ . De kleuren ontstaan door interferentie en zijn een maat voor de lokale dikte. In c en d is te zien dat een dikkere film leidt tot een dichtere pakking van de polymeerkolommen en tot een sterkere afstoting tussen de kolommen. Hierdoor ontstaat een meer hexagonale ordening. Het patroon in d wordt veroorzaakt door een tweede-orde-effect rond een instabiliteit in de film. Figuren uit [1].

Voor de fabricage van computerchips die nog kleiner zijn dan de huidige, zijn nieuwe technieken vereist. Op 24 februari publiceerde de Groningse fysicus Ullrich Steiner in het wetenschappelijke vakblad *Nature* een vinding die tot zo'n vernieuwing kan leiden. Het elektrostatisch reproductieproces dat Steiner in dat artikel beschrijft, is volgens hem in principe zo eenvoudig dat je het in de keuken kunt uitvoeren. "Een verwarmingsplaatje is eigenlijk alles wat je nodig hebt."

Met het proces dat nu in de chipsindustrie wordt gebruikt, kan men in silicium patronen etsen van ongeveer 200 nanometer breed. Steiner en zijn medewerker Erik Schäffer produceren met hun apparatuur onder laboratoriumcondities op het ogenblik al patronen van 140 nanometer. Replicatie van patronen kleiner dan 100 nanometer moet met de nieuwe techniek mogelijk zijn, verwacht Steiner. In Amerika is inmiddels patent op de methode aangevraagd, want de mogelijkheden voor toepassing zijn groot. "Onze techniek kan gemakkelijk geïntegreerd worden in de bestaande technieken", aldus de hoogleraar.

## GEEN BELICHTINGSAPPARATUUR

Limieten aan het verkleiningsproces van chips worden veroorzaakt door de lamp

en de lens, die gebruikt worden om het ic-patroon op een laagje silicium te projecteren. Om hele smalle lijntjes te maken, is een uv-lamp nodig met licht van een hele kleine golflengte. Hierbij is het moeilijk om geschikt materiaal voor de lens vinden. In het nieuwe procédé van Steiner is de belichtingsapparatuur helemaal niet meer nodig. Onder het plaatje silicium wordt een vlakke elektrode-plaat geplakt. Boven het laagje kunststof, dat op het silicium ligt, hangt Steiner op enige hoogte nog zo'n elektrode-plaat. In dat bovenste plaatje is met een elektronenstraal een patroon gekrast.

Steiner verhit dit geheel totdat de kunststof (bijvoorbeeld polystyreen) vloeibaar wordt. Dan zet hij spanning op de elektroden. Het vloeibare polymeer op het siliciumplaatje wordt dan door de elektrostatische spanning omhoog getrokken, waarbij het patroon van de bovenste elektrode in de vloeistof wordt afgebeeld. Op de plaats waar een lijn is ingekrast, komt de vloeistof namelijk minder ver omhoog, omdat de elektrode zich daar op een iets grotere afstand bevindt. Snel afkoelen, en het patroon ligt vast in de kunststoflaag. Vervolgens, net als in het huidige procédé, etsen en het elektronisch circuit staat in het silicium gegroefd.

## KEUKENTAFEL

De apparatuur die Steiners medewerker Erik Schäffer in het laboratorium heeft opgesteld, zou inderdaad op een keukentafel passen. Toch worden met deze eenvoudige opstelling al goede resultaten bereikt. Speciale uitrustingsstukken of chemicaliën zijn niet vereist. Wel moet in principe de elektrische veldsterkte hoog zijn: 10 tot 100 miljoen volt per meter. Maar omdat chips geen meter lang zijn, is 30 volt in de praktijk al voldoende.

Voor het aanbrengen van het minuscule patroon op de bovenste elektrode die als mal dient, bestaan reeds goede technieken. Die vergen tijd en zijn daarom niet voor massaproductie geschikt, maar dat is geen bezwaar: de mal wordt telkens opnieuw gebruikt. In de praktijk printen chipsfabrikanten overigens niet één, maar meerdere lagen in het silicium. Het procédé moet dus meerdere malen herhaald worden. Uiteraard moeten alle maskers dan perfect op elkaar passen. Volgens Steiner is dat in zijn proces uitstekend mogelijk.

BRON: PERSBERICHT RUG

## REFERENTIE

- 1 E. Schäffer, T. Thurn-Albrecht, T. P. Russell, U. Steiner, *Electrically induced structure formation and pattern transfer*, *Nature* **403** (2000) 874.



**april/mei** Lezingenserie door Lorentz Professor C.M. Varma (Bell Labs, Lucent Technologies): *Phenomenology and Theory of Non-Fermi-Liquids*. Leiden, Huygens Laboratorium, Niels Bohrweg 2, zaal 226/228, op 13, 20, 27 april en 2 mei, 11.15 - 13.00 uur.

**13 april** 41e bijeenkomst van de Contactgroep Tweefasenstroming. Plaats: Nuclear Research & Consultancy Group (NRG), ECN-Petten, aanvang 10.20 uur. Thema: Meten van tweefasenstroming. Doel: Onderzoekers en gebruikers op het gebied van tweefasenstroming met elkaar in contact brengen om kennis te nemen van zowel elkaars activiteiten als van de ontwikkelingen op dit vakgebied. Deelname is gratis. Let op: om het terrein van NRG te kunnen betreden, heeft u een geldig legitimatiebewijs nodig. Voor verdere informatie en aanmelding kunt u terecht (vóór 8 april) bij: W.M. Sluyter (TUE), tel. 040 - 2473434, fax 040 - 2464151, e-mail C.W.M.v.d.Geld@wtb.tue.nl (leden van de contactgroep ontvangen nader schriftelijk bericht).

**16 - 19 april** *International Spring School on Fundamental issues of nonlinear laser dynamics*, Texel. Deze lenteschool is bedoeld voor jonge onderzoekers, met name aio/oio's, die geïnteresseerd zijn om te werken op de frontlinie van toegepaste niet-lineaire wiskunde en niet-lineaire laserdynamica. De opzet is interdisciplinair, met lezingen van veertien wereldbekende experts. De school biedt een gelegenheid voor verdieping van kennis op het gebied van niet-lineaire verschijnselen en van toepassingen, en voor het maken van nieuwe internationale contacten. Deelnemers presenteren hun onderzoek in een postersessie, en worden gevraagd een speciale ochtendssessie te organiseren met korte voordrachten van 15 minuten. Enige achtergrond op het gebied van dynamische systemen en laserfysica is gewenst, maar nieuwsgierigheid en enthousiasme zijn belangrijker. Inschrij-

ving vóór 9 april. Conferentiesecretariaat: Betsy Eimers, e-mail [betsy@nat.vu.nl](mailto:betsy@nat.vu.nl).

**27 april** Oort Lezing 2000. *Zwarte Gat in Centra van Melkwegstelsels: Feit of Fictie?* door R. Genzel, van het Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik te Garching, Duitsland. Leiden, Groot Auditorium van de Universiteit, Rapenburg 73, 20.00 uur. De Oort Lezing is bedoeld voor een breed publiek met interesse in de astronomie en wordt ieder jaar gegeven door een gerenommeerd sterrenkundige. Verdere informatie en gratis toegangskaarten zijn te verkrijgen bij Yoke Slegtenhorst, maandag t/m donderdag, tussen 10.00 uur en 12.00 uur, via telefoonnummer 071-5275832, of (bij voorkeur) per e-mail: [slegten@strw.leidenuniv.nl](mailto:slegten@strw.leidenuniv.nl)

**28 en 29 april** Cursus *De geschiedenis van de molecuultheorie*, Leusden, ISvW. Docent: Henk Kubbinga (Groningen/Luik). De cursus bestaat uit zes colleges: 1. Oud en nieuw in perspectief: het molecuul anno 2000/1620; 2. Klassieke natuurfilosofie: het probleem van de deelbaarheid; 3. De mechanisering van het wereldbeeld tot Newton; opkomst molecularisme; 4. De mechanisering van het wereldbeeld sinds Newton; 18de eeuw; 5. Het molecularisme (1800-1925); kentheoretische hoogtepunten; 6. Historische 'blackbox'-argumentaties. De cursus is gebaseerd op het boek *L'Histoire du concept de molécule (jusqu'à c.1925)* (Parijs: Springer-Verlag France, 2000). Bijzondere aandacht zal worden besteed aan de opkomst van de quantumfysica (Planck, 1900). Kosten: f 245,- (volledig pension f 120,50). Inlichtingen (folder): ISvW, tel. 033 - 4227200; e-mail: [isvw@wxs.nl](mailto:isvw@wxs.nl)

**juni - augustus** Zomercursussen International school of physics 'Enrico Fermi', Villa Monastero, Varenna, Lake of Como, Italië. Programma: 27

juni - 7 juli: *Nanometer scale science and technology*; 11 - 21 juli: *Protein folding evolution and design*; 25 juli - 4 augustus: *Recent advances in metrology and fundamental constants*. Inschrijven vóór 15 april. Informatie: Società Italiana di Fisica, Via Castiglione 101, 40136 Bologna, Italië, tel. +39 51 331554, fax +39 51 581340, e-mail [varrenna@sif.it](mailto:varrenna@sif.it), [www.sif.it](http://www.sif.it)

**8-10 juni** *International Conference on Density Functional Theory and its Applications to Materials*, Antwerpen. <http://www.ruca.ua.ac.be/dft2000>

**23-28 juli** *World congress on medical physics and biomedical engineering*, Navy Pier Convention Center, Chicago, VS. <http://www.wc2000.org>

### 14 april

Voorjaarsbijeenkomst van de Nederlandse Vereniging voor Neutronenverstrooiing (NVNV) in het Nederlands Instituut voor Zuivelonderzoek (NIZO) te Ede. Er wordt in de vorm van voordrachten en posters een overzicht gegeven van recent Nederlands onderzoek, waarbij neutronen een bijdrage hebben geleverd. Hans Tromp van het NIZO presenteert een voordracht over het belang van neutronen in het zuivelonderzoek. De NVNV-voorjaarsbijeenkomst is een forum voor jonge wetenschappers, waar zij zich (verder) kunnen bekwamen in de presentatie en openbare discussie van hun werk, indien daarbij van neutronenverstrooiing gebruik is gemaakt. De overige voordrachten worden dan ook door promovendi en postdocs verzorgd. Op-gave voor deelname kan gestuurd worden naar NVNV, t.a.v. Tineke van Leest, IRI, Mekelweg 15, 2629 JB Delft of via email: [nvnnv@iri.tu-delft.nl](mailto:nvnnv@iri.tu-delft.nl). Het programma zal te zijner tijd te vinden zijn op de NVNV-webstek <http://www.iri.tudelft.nl/~sfwww/nvnnv.html>



- 3 *Single-molecule imaging for biophysics*, Th. Schmidt (UL), Amsterdam, AMOLF, Kruislaan 407, colloquiumzaal, 11.00 uur.
- 4 *Low-energy virtual Compton scattering off the nucleon and generalized electromagnetic polarizabilities*, Stefan Scherer (Johannes Gutenberg Universität, Mainz), Groningen, KVI, Zernikelaan 25, 11.00 uur.
- 4 *Alignment and control of photodissociation*, M. Kawasaki (Univ. Kyoto), Nijmegen, Faculteit der Natuurwetenschappen, Toernooiveld 1, zaal CZ N4, 16.30 uur.
- 5 *From trampoline to bungee jump with cold atoms*, R.J.C. Spreeuw (UvA), Enschede, UT, Technische Natuurkunde, EL/TN-gebouw, zaal T4, 16.00 uur.
- 5 *Visualization of time-dependent data sets using feature extraction and event detection*, Frits Post (TUD), Amsterdam, Faculteit Natuur- en Sterrenkunde, VU, De Boelelaan 1081, zaal Q 1.05, 16.00 uur.
- 6 *Wave diffusion in complex media*, B. van Tiggelen (Grenoble), Groningen, Theoretische natuurkunde RUG, Nijenborgh 4, collegezaal 5111.0080, 16.00 uur.
- 6 *How much information does string theory give us?* J. de Boer (UU), Amsterdam, Instituut voor Theoretische Fysica, Valckenierstraat 65, zaal 248, 15.30 uur.
- 6 *LOFAR opening a new spectral window on the universe*, Harvey Butcher & Michiel van Haarlem, Amsterdam, Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek, Kruislaan 403, zaal F3.20, 11.30 uur.
- 6 *Het 'European Climate Assessment' project: mogelijkheden voor klimaatonderzoek vergroot met nieuwe Europese dataset*, A.M.G. Klein Tank (KNMI), De Bilt, KNMI, Wilhelminalaan 10, Buijs Ballotzaal, 15.30 uur.
- 6 *Progenitor models for type Ia supernovae*, Norbert Langer (UU), Leiden, Huygens Laboratorium, Niels Bohrweg 2, grote colloquiumzaal, 16.00 uur.
- 7 *The environment of the CSS Quasar 3C138*, Bill Coton, Dwingeloo, ASTRON, Oude Hoogeveensedijk 4, colloquiumzaal, 11.00 uur.
- 7 *Landelijk seminarium theoretische hoge-energiefysica*, Amsterdam, NIKHEF, Kruislaan 409, zaal H331, 11.00 uur.
- 10 *A tangled tale: The story of molecular rheology*, T. McLeish (University of Leeds), Amsterdam, AMOLF, Kruislaan 407, colloquiumzaal, 11.00 uur.
- 11 *Non-perturbative results in 2+1 dimensional gauge theory*, Otto van Koert (IL), Leiden, J.H. Oortgebouw, Niels Bohrweg 2, zaal 276, 11.30 uur.
- 11 *Electron microscopy in material science*, H. Zandbergen (TUD), Nijmegen, Faculteit der Natuurwetenschappen, Toernooiveld 1, zaal CZ N4, 16.30 uur.
- 11 *Koude atomen in roosters van licht*, G. Nienhuis (Leiden), Utrecht, Natuurkundig Gezelschap, Minnaertgebouw, Leuvenlaan 4, 20.00 uur.
- 12 *The decoherence puzzle: fact and fiction in quantum computing*, Philip C.E. Stamp (UU), Amsterdam, Faculteit Natuur- en Sterrenkunde, VU, De Boelelaan 1081, zaal S2.09, 16.00 uur.
- 12 *Electromagnetic duality*, David Olive (Swansea/Utrecht), Leiden, J.H. Oortgebouw, Niels Bohrweg 2, auditorium, 19.30 uur.
- 13 *Atomic-layer engineering of cuprate superconductors and other complex oxides*, I. Bozovic (Bremen), Groningen, Theoretische natuurkunde RUG, Nijenborgh 4, collegezaal 5111.0080, 16.00 uur.
- 13 *Why is the macroscopic world classical?* P. Stamp (UU), Amsterdam, Instituut voor Theoretische Fysica, Valckenierstraat 65, zaal 248, 15.30 uur.
- 13 *Measuring piconewton forces generated by self-assembling biopolymers*, A.M. Dogterom (AMOLF), Eindhoven, TUE, Technische Natuurkunde, NLaag a 2.49, 16.00 uur.
- 13 *Superconducting detectors for optical photon detection: early astronomical results*, Michael Perryman (Astrophysics Division, ESA-ESTEC, Noordwijk), Utrecht, Minnaertgebouw, zaal 208, Leuvenlaan 4, 16.00 uur.
- 13 *Optical observations of stellar black holes*, Jerome Orosz (UU), Amsterdam, Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek, Kruislaan 403, zaal F3.20, 11.30 uur.
- 13 *Making movies of stars: VLBI studies of the structure, evolution and physics of circumstellar envelopes*, Phil Diamond (NRAO, Socorro), Leiden, Huygens Laboratorium, Niels Bohrweg 2, grote colloquiumzaal, 16.00 uur.
- 13 *Weersverwachtingen in de 21e eeuw*, Harry Otten, Utrecht, IMAU, Buijs Ballotlab. Princetonplein 5, zaal 160, 16.00 uur.
- 14 *ICES/KIS: The virtual laboratory*, B. Hertzberger, Amsterdam, NIKHEF, Kruislaan 409, zaal H331, 11.15 uur.
- 14 *The dynamics and physics of El Niño*, Henk Dijkstra (IMAU), Groningen, Kapteyn Instituut, Landleven 12, zaal 161, 15.00 uur.
- 14 *Tunable charge density wave transport in submicron NbSe<sub>3</sub> wires*, Herre van der Zant (TUD), Leiden, J.H. Oortgebouw, Niels Bohrweg 2, zaal 032, 16.00 uur.
- 17 *Photodissociation processes in small molecules studied by VUV fragment fluorescence after excitation with monochromatized synchrotron radiation*, A. Ehresmann (Universität Kaiserslautern), Amsterdam, AMOLF, Kruislaan 407, colloquiumzaal, 11.00 uur.
- 18 *The L<sub>3</sub>+cosmics experiments*, Ch. Timmermans (KUN), Nijmegen, Faculteit der Natuurwetenschappen, Toernooiveld 1, zaal CZ N4, 16.30 uur.
- 19 *Manganites: almost all of solid state physics in one system*, D.I. Khomskii (RUG), Enschede, UT, Technische Natuurkunde, EL/TN-gebouw, zaal T4, 16.00 uur.
- 19 *The chemical construction of nanomotors*, B.J. Feringa (RUG), Delft, Technische Natuurkunde, TUD, zaal E, 16.00 uur.
- 19 *A cosmic neutrino telescope*, Maarten de Jong (NIKHEF), Amsterdam, Faculteit Natuur- en Sterrenkunde, VU, De Boelelaan 1081, zaal KC 1.59, 16.00 uur.
- 20 *Plasma-aspecten van de bundelfysica: een update van het FTV-programma*, M.J. van der Wiel (TUE), Eindhoven, TUE, Technische Natuurkunde, NLaag a 2.49, 16.00 uur.
- 20 *Molecular switches and motors*, B.L. Feringa (OMAC, RUG), Groningen, Theoretische natuurkunde RUG, Nijenborgh 4, collegezaal 5111.0080, 16.00 uur.
- 27 *The true and perfect description of the Novaya Zemlya effect*, S.Y. van der Werf (KVI, RUG), Groningen, Theoretische natuurkunde RUG, Nijenborgh 4, collegezaal 5111.0080, 16.00 uur.
- 27 *Mean field theory for learning and reasoning*, B. Kappen (KUN), Amsterdam, Instituut voor Theoretische Fysica, Valckenierstraat 65, zaal 248, 15.30 uur.
- 27 *Vortices in superconducting dots*, F. Peeters (Antwerpen), Eindhoven, TUE, Technische Natuurkunde, NLaag a 2.49, 16.00 uur.
- 29 *Plasma wall interaction*, V. Philipps (Forschungszentrum Jülich), Nieuwegein, FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen, Edisonbaan 14, colloquiumzaal, 11.30 uur.



## Promoties

### Natuurkunde

- 23-11-1999: J.-S. Park (UvA): *Cohomological field theories on complex manifolds*. Promotor: H.L. Verlinde.
- 2-12-1999: F.J.P. Schuurmans (UvA): *Light in complex dielectrics*. Promotor: A. Legendijk.
- 13-1-2000: K.A. Kuacgor (UvA): *Atomic current densities and magnetism*. Promotor: P.F. de Châtel.
- 19-1-2000: A. van der Hoek (UL): *Two- and three-dimensional aspects of superfluidity in very thin  $^4\text{He}$  films on various substrates*. Promotor: R. de Bruyn Ouboter.
- 2-2-2000: A. Amelink (UU): *Photoassociation of ultracold sodium atoms*. Promotor: H.G.M. Heideman, copromotor: P. van der Straten.
- 14-2-2000: R. van Zon (UU): *Chaos in dilute hard sphere gases in and out of equilibrium*. Promotor: H. van Beijeren.

### Technische natuurkunde

- 30-9-1999: G.J. Strijkers (TUE): *Magnetic nanostructures - an experimental study of structural magnetic and transport properties*. Promotors: W.J.M. de Jonge, K. Kopinga, copromotor: H.J.M. Swagten.
- 1-10-1999: R.L. Verweij (TUD): *Parallel computing for furnace simulations using domain decomposition*. Promotor: K. Hanjalic.
- 19-10-1999: E.A.H. Timmermans (TUE): *Atomic and molecular excitation processes in microwave induced plasmas; A spectroscopic study*. Promotors: D.C. Schram, J.A.C. Broekaert (Univ. Leipzig, Duitsland), copromotor: J.A.M. van der Mullen.
- 15-11-1999: L.A. d'Arcio (TUD): *Selected aspects of wide-field stellar interferometry*. Promotors: J.J.M. Braat, H.J. Frankena.
- 19-11-1999: B.H.P. Dorren (TUE): *Polarization independent interferometric switches based on III/V quantum wells*. Promotors: J.H. Wolter, G.D. Khoe, copromotor: J.E.M. Haverkort.
- 22-11-1999: C.A. Verschuren (TUE): *Selective area chemical beam epitaxy of (Ga,In)(As,P) structures*. Promotors: J.H. Wolter, D.C. Schram, copromotor: M.R. Leijts.
- 2-12-1999: B.M. Mertens (TUD): *Electron microscopy with standing wave illumination*. Promotor: P. Kruit.
- 10-12-1999: M.G.D. Fokke (TUD): *Abrasive blasting of metal surfaces; a scientific approach*. Promotor: H.E.A. van den Akker.
- 13-12-1999: M.W. Heemels (TUD): *Computer simulations of colloidal suspensions using an improved Lattice-Boltzmann scheme*. Promotor: S.W. de Leeuw, toegevoegd promotor: A.F. Bakker.
- 13-12-1999: P.G.M. Sebel (TUE): *Dynamics of ion-assisted etching*. Promotors: H.C.W. Beijerinck, L.J.F. Hermans.
- 16-12-1999: D. Lathouwers (TUD): *Modelling and simulation of turbulent bubbly flow*. Promotor: H.E.A. van den Akker.
- 16-12-1999: F.A. van Abeelen (TUE): *Interaction processes in cold gases of alkali atoms*. Promotors: B.J. Verhaar, H.C.W. Beijerinck.
- 20-12-1999: I. Entrop (TUE): *Confinement of relativistic runaway electrons in tokamak plasmas*. Promotors: N.J. Lopes Cardozo, F.C. Schüller (UU), copromotor: R. Jaspers (Inst. für Plasmaphysik, Jülich, Duitsland).
- 21-12-1999: G.H.P.M. Swinkels (TUE): *Optical studies of micron-sized particles immersed in a plasma*. Promotors: F.J. de Hoog, H.G.W. Deutsch (Univ. Greifswald, Duitsland), copromotor: G.M.W. Kroesen.
- 22-12-1999: M. Beckers (TUE): *Dynamics of vortices in a stratified fluid*. Promotors: G.J.F. van Heijst, A.A. van Steenhoven, copromotor: H.J.H. Clercx.

- 11-1-2000: L.C. Venema (TUD): *Electronic structure of carbon nanotubes*. Promotors: J.E. Mooij, C. Dekker.
- 18-1-2000: I.L.D.M. Merks (TUD): *Binaural application of microphone arrays for improved speech intelligibility in a noisy environment*. Promotor: A.J. Berkhout.
- 19-1-2000: W. de Jong (TUE): *Blood pressure variability in neonates, with a special focus on signal acquisition and signal processing*. Promotors: P.F.F. Wijn, K. Kopinga.
- 24-1-2000: E.E. Bende (TUD): *Plutonium burning in a pebble-bed high temperature nuclear reactor*. Promotor: H. van Dam.
- 27-1-2000: W.H.C. Theuws (TUE): *On the beam control of the Eindhoven race-track microtron*. Promotors: H.L. Hagedoorn, M.J. van der Wiel, copromotor: J.I.M. Botman.
- 3-3-2000: L. Poot (RUG): *Light adaptation and early processing in the human visual system*. Promotor: D.G. Stavenga.
- 7-3-2000: H.W. Mook (TUD): *Fringe field monochromator for a Schottky field emission gun*. Promotor: P. Kruit.
- 27-3-2000: J.M.T.A. Adriaens (TUD): *Modeling and control of an ultra-accurate piezo-actuated positioning mechanism*. Promotors: G.J. Olsder en F. Tuinstra; toegevoegd promotor: W.L. de Koning.
- 27-3-2000: M. de Bakker (TUD): *The PSD-camera. High speed acquisition of range images*. Promotor: I.T. Young; toegevoegd promotor: P.W. Verbeek.
- 28-3-2000: J. Vos (TUD): *Characterization of laminated construction materials based on ultrasonic reflection measurements*. Promotors: A.J. Berkhout en C.P.A. Wapenaar; toegevoegd promotor: D.J. Verschuur.
- 20-4-2000: M.P. Oomen (UT): *AC loss in superconducting tapes and cables*. Promotor: H.H.J. ten Kate.

### Sterrenkunde

- 7-12-1999: P.J. Groot (UvA) (cum laude): *Optical variability in compact sources*. Promotor: J.A. van Paradijs (overleden op 2 november 1999), co-promotor: R.G.M. Rutten.
- 8-12-1999: T.J. Galama (UvA) (cum laude): *Gamma-ray burst afterglows*. Promotor: J.A. van Paradijs (overleden op 2 november 1999).
- 12-1-2000: P.A. Zaal (UvA): *Observations and analysis of early-type stars at infrared wavelengths*. Promotor: E.P.J. van den Heuvel, copromotors: L.B.F.M. Waters, A. de Koter.
- 7-2-2000: L.V.E. Koopmans (RUG): *A study of radio-selected gravitational lenses*. Promotor: A.G. de Bruijn.

## Doctoraalexamens

### Natuurkunde

- 30-3-2000 (KUN): J. van Beurden, T. Gerrits, S.R.M. Stoks, J.C. Valks.
- 31-3-2000 (KUN): E. van Alphen, J.M.H. Donners, S.Y.T. van de Meerakker, A. Seegers, S. Simendic, J.C.G. Vestjens.

### Technische natuurkunde

- 7-3-2000 (TUD): R.W. van Es, B. Hoozeboom, P.L. Hupkes, R.A.J. de Jong, C.M.M. Loncle, D. Moonen, E.D. Riedijk, R.T.C. Rietveld, F.H.M. van Roon, A.J.M. Schmets, W.F.C. van Wageningen.


### Sterrenkunde

- 29-2-2000 (UL): I.F.L. Labbé.



New For 2000

# A Fusion of Forces.

With Industrial Strength  Numerics

Harness the power of the two most impressive forces in technical computing – Maple intelligent symbolic computation, and NAG industrial-strength solvers. Maple 6, the newest version of the most respected and trusted integrated technical computation system, delivers the combined power and flexibility of these revolutionary technologies in a single, easy-to-use, tightly integrated system.

Complementing the unrivalled math engine is a suite of new productivity features, including seamless connectivity to Microsoft® Excel 2000, enhanced matrix computation, and a new generation of programming facilities. Maple 6 delivers the most cost-effective productivity platform for managing all of the mathematical information in modern engineering, science, mathematics, and application development.



Maple 6 redefines  
software for  
scientists,  
engineers, and  
mathematicians

**maple<sup>6</sup>**  
Performance Innovation

**Waterloo Maple**  
ADVANCING MATHEMATICS

# C&N

**Your Partner in  
Mathematics and  
Statistics**

C&N diensten is distributeur en gekwalificeerd trainer voor o.a. S-PLUS, Maple en Mathematica. Kijk voor informatie over onze producten, cursussen en activiteiten op <http://www.candiensten.nl>

C&N diensten, Nieuwpoortkade 23-25, NL-1055 RX Amsterdam  
T +31 (0)20 560 8400, F +31 (0)20 560 8448, [info@candiensten.nl](mailto:info@candiensten.nl)

Ik wil graag in aanmerking komen voor een gratis Maple 6 informatiepakket + volledige 30 dagen trial cd.

Naam

Functie

Bedrijf/Instituut

Straat

Postcode/Plaats

Tél  Fax

e-mail

Ik ben Maple gebruiker ja/nee

Zenden/mailen/faxen aan nevenstaand adres

NTN