

---

**CATCH**

Computer ontsluit  
cultureel erfgoed

---

**ZonMw**

Met onderzoek  
de griep te lijf

---

**PARSAX**

Geen wolk ontsnapt  
aan buienradar



Hypothese, NWO-blad voor de wetenschap, verschijnt vijf keer per jaar en wordt gratis toegezonden aan relaties van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

De inhoud komt tot stand onder verantwoordelijkheid van de afdeling Voorlichting & Communicatie van NWO. De weergegeven opinies komen voor rekening van de auteurs en geïnterviewden en worden niet per se gedeeld door NWO.

Vernieuwing en kwaliteit zijn de speerpunten waarmee NWO werkt aan de toekomst van de wetenschap in Nederland. Samen met wetenschappers, (inter)nationale wetenschapsorganisaties en bedrijven ontwikkelt en financiert NWO onderzoeksprogramma's van topkwaliteit. NWO draagt de kennis van het onderzoek dat zij financiert over aan een breed publiek, opdat de samenleving er gebruik van kan maken. Met subsidie van NWO werken ruim 4300 onderzoekers bij universiteiten en (NWO-)instituten.

Hoofdredacteur:

Caroline van Overbeeke

Redactie: Céline Bovy, Jan Karel Koppen, Manoe Mesters, Margot Custers, GielJan de Vries.

Tekstcorrectie: Jan van der Bijl, Ellen Janssen

Art direction en vormgeving:

Corina van Riel, Amsterdam

Drukwerk:

Roto Smeets Grafiservices, Utrecht

Redactieadres:

NWO

Caroline van Overbeeke

Postbus 93138

2509 AC Den Haag

tel. (070) 344 09 20

fax (070) 344 09 12

e-mail: redactiehypo@nwo.nl

Hypothese Online:

www.nwo.nl/hypothese

Wilt u een exemplaar van Hypothese opvragen of u aanmelden voor een gratis abonnement op Hypothese?

Meld u dan aan via de website:

www.nwo.nl/hypothese of

via abonnementhypo@nwo.nl

Niets uit deze uitgave mag op welke wijze dan ook worden overgenomen zonder schriftelijke toestemming van de uitgever. De inhoud van deze uitgave is met uiterste zorg samengesteld. Ondanks deze zorgvuldigheid kunnen gegevens zijn veranderd of onjuist zijn weergegeven. Hiervoor aanvaardt de uitgever geen enkele aansprakelijkheid.

Beeld omslag: Harry Meijer

ISSN: 1381-5652

CLOSE-UP	
'Immoreel om kennis voor jezelf te houden'	4
Interview met Sijbrand de Jong	
NWO-PROGRAMMA	
CATCH opent ons culturele verleden	8
NWO-nieuws	12
WETENSCHAP EN SAMENLEVING	
Met onderzoek de griep te lijf	14
WETENSCHAP EN TECHNIK	
Buienradar bestudeert wolven	18
25 JAAR SUPERCOMPUTERS	
Supersnel rekenen in dienst van de wetenschap	20
DAGBOEKNOTITIES	
Duidelijk te jong voor spionage	23
VENI, VIDI, VICI	
Een thermometer voor de geschiedenis	24



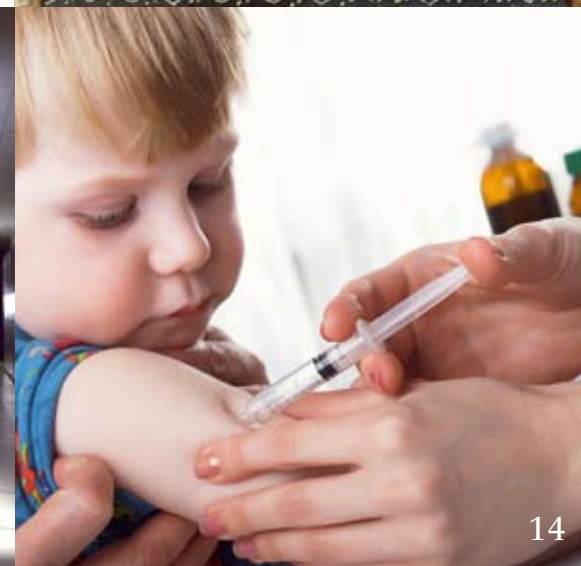
20



4



8



14



Enkele opmerkelijke uitspraken uit de bladen, waarop u kunt reageren via [redactiehypo@nwo.nl](mailto:redactiehypo@nwo.nl)

Mogelijk heeft de ziekte van Alzheimer heel andere oorzaken dan artsen aannamen en zijn plaques slechts bijzaak, aldus *Natuurwetenschap & Techniek*. 'De sterkste aanwijzing: medicijnen die plaques tegen gaan helpen niet automatisch tegen alzheimer.' Het voorkomen van schade aan bloedvaten moet verder onderzocht worden, betoogt de Britse onderzoeker **John Hardy**.

Ecoloog **Jan van Groenendael** steekt zijn hand in het vuur voor de natuurgegevens die worden ingewonnen door vrijwillige vogelaars, vlindervrienden en vegetatiekenners: 'In navolging van de Britten moet je eigenlijk spreken van burgerwetenschappers. In de tijd van Darwin was dat een zeer gerespecteerde rol in het onderzoek. Veel kennis en kunde zit alleen nog bij amateurs – vrijwillige wetenschappers met kennis van zaken.' (*Bionieuws*)

'Dictaturen zijn soms nodig', betoogt milieuactivist **Wouter van Dieren** voor een zaal vol veiligheidskundigen aan de TU Delft. 'Ons standaardrepertoire voldoet niet voor de eenentwintigste eeuw, echte veiligheid krijg je alleen door te investeren in de toekomst.' Maar veiligheidskundige **Walter Zwaard** twijfelt nog aan de rol van hem en zijn collega's daarin: 'We weten niet of het nu echt veiliger is geworden door de veiligheidskunde.' (*Delta*)

Hoogleraar Kinderpsychiatrie **Frits de Boer** gaat met emeritaat. Hij bliktte in *Folia* terug op de ontwikkelingen in zijn vakgebied: 'Vorige week bladerde ik door dossiers van vroeger, en ik schaam me als ik lees wat we toen over mensen opschreven. We konden alles beweren, roepen en fantaseren, maar eigenlijk waren we vooral bezig om indruk op elkaar te maken.'

Door al het mediageweld dreigt de mening van de expert slechts een van de vele te worden. Hoogleraar Politieke communicatie **Kees Brants** waarschuwt in *Mare* dat voorzichtigheid in de media gepast is: 'Hoe meer je geruchten onderdrukt, hoe meer haar waarheid voor de volgers aannemelijk wordt.'

Buitenechtelijke jongen van pimpelmezen doen het beter dan de 'wettelijke'. Bioloog **Oscar Vedder** bestudeerde de promiscue mezen: 'De buitenechtelijke jongeren zitten voornamelijk in de eerste helft van het legsel, hebben een hoger gewicht bij het uitvliegen en hebben een grotere overlevingskans.' (*Bionieuws*).



## Go computer, go!

Toen ik mijn scriptie schreef in 1988, gaf mijn vader mij een elektronische schrijfmachine cadeau. Wat een luxe: deze ratelende machine, die een hele regel automatisch kon corrigeren! Niet lang daarna kon hij bij het grofvuil: de computer had zijn intrede gedaan.

Wat een personal computer kan is wonderlijk, vergeleken met die schrijfmachine. Maar de pc is op zijn beurt niet te vergelijken met een supercomputer, waarmee wetenschappers aan allerlei vraagstukken kunnen rekenen. 25 jaar geleden werd in Amsterdam de eerste geïnstalleerd bij rekencentrum SARA, en deze machine is sindsdien regelmatig vervangen door nog betere, snellere exemplaren. Daarmee te mogen werken is een voorrecht voor onderzoekers.

Een supercomputer, het woord zegt het al, behoort tot de snelst rekenende machines ter wereld. Onmisbaar gereedschap voor klimaatonderzoekers, maar ook voor bijvoorbeeld chemici, astronomen, wiskundigen. De supercomputer is een voorbeeld van een grote onderzoeksfaciliteit: een universiteit kan zo'n machine van tientallen miljoenen euro's vaak niet betalen, maar met vereende krachten kunnen we er wel een neerzetten. Wie er wanneer op mag rekenen wordt door de Stichting Nationale Computerfaciliteiten (NCF) bepaald.

De huidige Huygens-supercomputer kan over een tijdje vast weer vervangen worden door een snellere. Alhoewel het op de Huygens draaiende programma MoGo-Titan vorig jaar nog een topspeler met het bordspel Go versloeg, rekenkundig moeilijker dan schaken. Een belangrijk wapenfeit, want in principe kon de computer nog niet winnen van Go-spelers.

In het boek *De Rekenmeesters* (SARA, NCF, NWO) over het belang van de supercomputer voor wetenschap en samenleving, legt professor Jaap van den Herik uit waarom. 'Het probleem zat hem – dachten we aanvankelijk – in de complexiteit. Schaken heeft  $10^{46}$  aan mogelijkheden en Go (geschat)  $10^{170}$ . Verder heeft schaken een vertakingsgraad van 38 en Go begint met 361. Toch bleek dat niet het wezenlijke probleem. Essentieel is dat Go-grootmeesters geen expliciete concepten hebben om een willekeurige Go-stelling te beoordelen. Go-programmeurs konden dus geen ook maar enigszins betrouwbare evaluatiefunctie opstellen. Als er niet te evalueren valt, valt er ook niet te zoeken. Want je weet gewoonweg niet wat je gevonden hebt.'

Bent u er nog? Voor mij was dit overigens nieuw: dat de mens de machine nog steeds verslaat met een bordspel. En ik maar denken dat computers tegenwoordig alles kunnen! Wat zij wel kunnen leest u in deze *Hypothese*.

Caroline van Overbeeke  
Hoofdredacteur

tekst Mariette Huisjes  
foto's Harry Meijer

## Fysicus Sijbrand de Jong maakt wetenschap toegankelijk met dance event

# 'Immoreel om kennis voor jezelf te houden'

Komende zomer kun je in Nijmegen niet alleen medaille-wandelen, maar ook dansen op kosmische straling. Dat is te danken aan hoge-energiefysicus Sijbrand de Jong. Hij gebruikte de nieuwste inzichten uit zijn vak als basis voor *Cosmic Sensation* en hoopt daarmee tien- tot twintigduizend jongeren te bereiken.



Deel 10 uit de serie 'Close-up' waarin we de mens achter de wetenschap belichten.

Twee jaar geleden was Sijbrand de Jong medeauteur van een publicatie in *Science* over de ontdekking van hoogenergetische kosmische straling. Anders dan de laagenergetische straling die sterren uitzenden, is deze afkomstig uit de buurt van zwarte gaten. Ze is een bron van nieuwe informatie over verafgelegen sterrenstelsels en opent daarmee een nieuw venster op het universum. Bij De Jong rijpte langzaam het idee om deze 'geweldige ontdekking' met een breed publiek te delen. Als kosmische straling de dampkring bereikt, treden er botsingen op vergelijkbaar met die in een deeltjesversneller. Deze botsingen kunnen zichtbaar gemaakt worden met licht en geluid. En waarom zou je daaromheen niet een spectaculair dance event kunnen opzetten? Samen met een groep van twaalf onderzoekers en studenten uit diverse studierichtingen werkte De Jong het idee uit. De gemeente Nijmegen, de universiteit, event organizer Barney Broomer, het

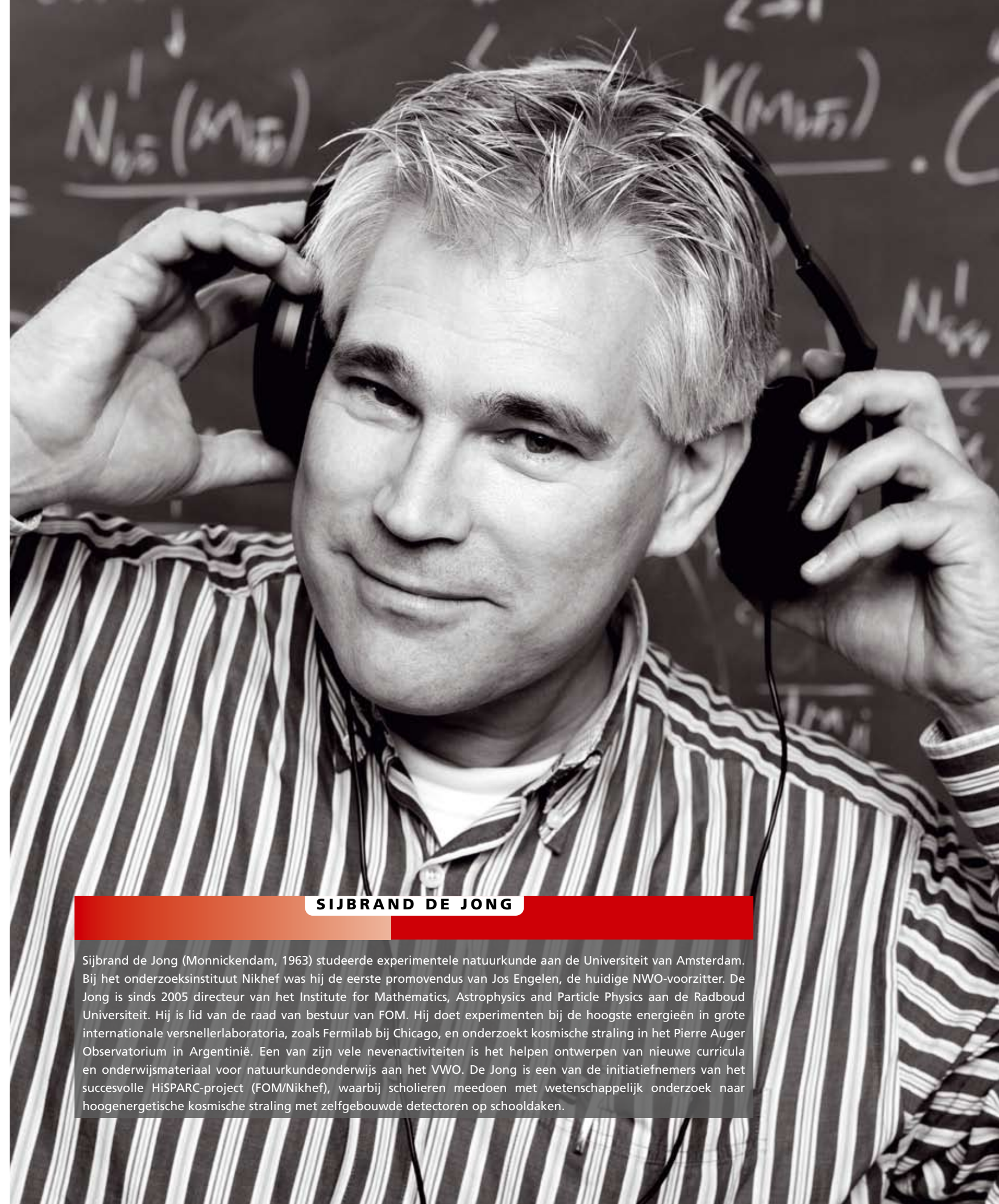
label Black Hole Recordings van onder meer dj Tiësto... iedereen haakte aan. Het team-De Jong won met *Cosmic Sensation* in oktober de Academische Jaarprijs, een door *NRC Handelsblad* ingestelde prijs voor de beste vertaling van wetenschappelijk onderzoek voor een breed publiek.

*Hoe voelt het om behalve hoge-energiefysicus ook party organizer te zijn?*

'Dat is voor mij niet zo nieuw, hoor. Ik heb veel vaker dingen georganiseerd: grote congressen, workshops, onderwijsprogramma's met middelbare scholen... Altijd probeer ik mijn eigen stempel erop te drukken en het op een manier te doen die afwijkt van de standaardaanpak. Dan kun je er veel creativiteit in kwijt. Bij het jaarlijkse congres van de Nederlandse Natuurkundige Vereniging heb ik een avondlezing gehouden, om iets terug te geven aan het publiek. En een workshop over microvortex-detectoren heb ik op Texel belegd, waar we tussen de bedrijven door konden wadlopen, fietsen en garnalenvissen. Dat schept een veel hechtere band in zo'n groep dan als je alleen maar samen in een zaaltje zit.'

*Bestond het idee voor *Cosmic Sensation* al lang?*

'Het idee is stapsgewijs ontstaan en lag echt te wachten op een prijs. Deeltjes zichtbaar en hoorbaar maken gebeurt al heel lang. In de meest primitieve vorm heb je dan een geigerteller. In Parijs staat sinds twintig jaar een cosmofoon: een ruimte waarin kosmische straling hoorbaar wordt gemaakt en opgeleukt met klanken. Dat is een stap verder; leuk voor een paar minuten, maar daarna niet meer. Ik liep al lang met het idee rond dat het spannender moest kunnen. Eerst dacht ik aan synthesizermuziek, aan een opdracht voor een componist of conservatoriumstudent. Nog steeds ▣

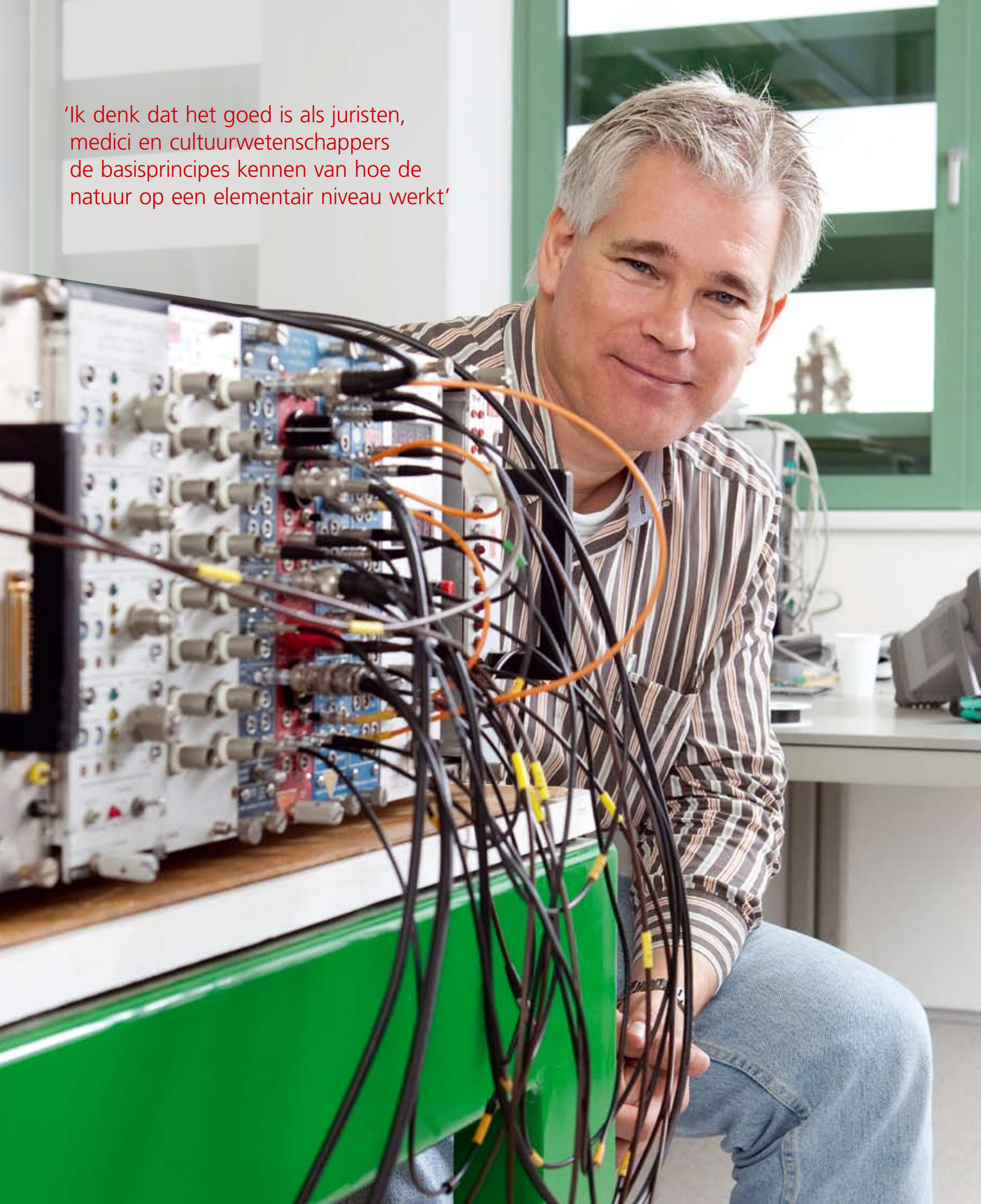


### SIJBRAND DE JONG

Sijbrand de Jong (Monnickendam, 1963) studeerde experimentele natuurkunde aan de Universiteit van Amsterdam. Bij het onderzoeksinstituut Nikhef was hij de eerste promovendus van Jos Engelen, de huidige NWO-voorzitter. De Jong is sinds 2005 directeur van het Institute for Mathematics, Astrophysics and Particle Physics aan de Radboud Universiteit. Hij is lid van de raad van bestuur van FOM. Hij doet experimenten bij de hoogste energieën in grote internationale versnellerlaboratoria, zoals Fermilab bij Chicago, en onderzoekt kosmische straling in het Pierre Auger Observatorium in Argentinië. Een van zijn vele nevenactiviteiten is het helpen ontwerpen van nieuwe curricula en onderwijsmateriaal voor natuurkundeonderwijs aan het VWO. De Jong is een van de initiatiefnemers van het succesvolle HiSPARC-project (FOM/Nikhef), waarbij scholieren meedoen met wetenschappelijk onderzoek naar hoogenergetische kosmische straling met zelfgebouwde detectoren op schooldaken.

'Wauw, er is zo veel onder de oppervlakte, zo veel te ontdekken als je het bovenste laagje van de directe waarneming wegkrabt'

'Ik denk dat het goed is als juristen, medici en cultuurwetenschappers de basisprincipes kennen van hoe de natuur op een elementair niveau werkt'



heb ik het idee om klassieke muziek te combineren met kosmische straling niet laten varen. Maar zelf ben ik dancemuziek de laatste tijd leuker gaan vinden. Zo kwam ik uit bij een dance event.'

*Wat wilt u bereiken door duizend jongeren in een tent bij elkaar te brengen en met het heelal te confronteren?*

'Ik ben tevreden als na Cosmic Sensation tien- tot twintigduizend jonge mensen weggaan met het idee dat er zoiets bestaat als kosmische straling. Dat is dan echt nieuw voor ze. Een kleine groep zal verder willen zoeken. En misschien kantelt ook hun beeld van natuurkunde; associëren ze die minder met nerds.'

*Waarom richt u zich juist op jongeren?*

'Jonge mensen zijn heel ontvankelijk. Daarom vind ik mijn colleges voor de Radboud Honours Academy ook zo leuk om te geven. Daar zitten de beste studenten van alle studierichtingen. In tien weken breng ik ze de belangrijkste concepten uit de moderne natuurkunde bij. Bij veel van die kinderen zie je de schellen van de ogen vallen: wauw, er is zo veel onder de oppervlakte, zo veel te ontdekken als je het bovenste laagje van de directe waarneming wegkrabt. Die zien plotseling de gelaagdheid in de wereld; dat is een enorme cultuuromslag.'

*Is deze groep daarin anders dan uw eigen natuurkundestudenten?*

'Hun kennismaking verloopt steiler. Bij natuurkundestudenten bouw je de kennis langzaam en zorgvuldig op. Die moeten er ook mee kunnen rekenen. Dat kunnen mijn avondstudenten niet; bij hen is er slechts een conceptueel begrip van de essentie van de moderne fysica. Maar vergis je niet: slimme alfa's zijn ook slim! Die kunnen in korte tijd heel veel opsteken. Ik denk dat het goed is als juristen, medici en cultuurwetenschappers de basisprincipes kennen van hoe de natuur op een elementair niveau werkt. Als meer mensen op een wat exactere en meer decomponerende manier naar de wereld keken, zouden een hoop dingen beter gaan. Dan zou de zaak Lucia de B. minder spaak zijn gelopen, zouden we niet tot spaarlampen veroordeeld zijn, of zou er anders over het klimaatprobleem worden gepraat. Daarnaast heb ik nog een andere, meer opportunistische drijfveer. De mensen die nu in dat eliteklasje zitten, bekleden over twintig jaar sleutelposities. Als ze het gevoel hebben dat het vergaren van fundamentele kennis over de natuur

de moeite waard is, zijn ze ook eerder bereid om vanuit overheid of het bedrijfsleven wetenschappelijk onderzoek te financieren.'

*U bent gedreven om wetenschappelijke inzichten te delen met een groot publiek. Waarom eigenlijk?*

'Daar zijn principiële redenen voor. Vrijwel al het onderzoek wordt uitgevoerd met publiek geld. Dat schept een verplichting. Bovendien is het immoreel om kennis voor jezelf te houden. Als iemand iets uitvindt en hij deelt het alleen met een kleine kring collega's, dan is het potentieel van die uitvinding niet ten volle benut. We hebben met z'n allen inmiddels al veel uitgezocht over hoe de wereld in elkaar steekt, maar het is nog niet zo doorgedrongen in de samenleving.'

*Wat is kenmerkend voor geslaagde publieksactiviteiten?*

'Daar bestaat geen vaste formule voor. Het moet mensen pakken, zodat ze even stil willen staan en niet meteen wegzappen. Het hoeft ook niet altijd spectaculair te zijn. Soms moet dat, om aandacht te trekken, maar soms is er ook gewoon een goed verhaal nodig.'

*Cosmic Sensation is een fraaie combinatie van wetenschap, techniek en hippe uitgaanscultuur. Zouden er meer van dat soort combinaties mogelijk zijn?*

'Zeker, het zou veel vaker bij elkaar moeten komen. Cultuur is de verwevenheid van vorm en inhoud. Die zorgt ervoor dat iets echt doordringt; dat erover wordt gepraat. En er zijn ideeën genoeg. Maar outreach (het vergroten van kennis van en begrip voor wetenschap, red.) heeft nul prestige en er is praktisch geen geld voor beschikbaar. Typerend genoeg is de prijs die ik kreeg voor Cosmic Sensation – waarvan de voorbereiding toch minstens zo veel werk was als het schrijven van een onderzoeksvoorstel – de kleinste subsidie die ik ooit heb gekregen. Tegelijkertijd is de Academische Jaarprijs ongeveer de enige beschikbare geldbron voor dit soort activiteiten.'

*Wat zou er moeten gebeuren om meer van dat soort ideeën uitgevoerd te krijgen?*

'Outreach zou veel serieuzer genomen moeten worden. Een bepaald percentage van het wetenschapsbudget zou ervoor gereserveerd moeten zijn. Niet alleen voor de gegarandeerde successen, maar ook *seed money*, om te kunnen experimenteren. Juist dat is nodig om tot interessante nieuwe combinaties te komen.' ❏

NWO-programma CATCH

# CATCH opent ons culturele verleden

Wat zou het handig zijn als je via online zoekopdrachten een virtuele rondreis kunt maken langs de rijke hoeveelheid teksten, beelden en geluiden uit ons culturele erfgoed. Informatici werken samen met professionals uit culturele erfgoedinstellingen om dit mogelijk te maken in het programma CATCH van NWO.

tekst Bennie Molis  
foto's Harry Meijer en CATCH



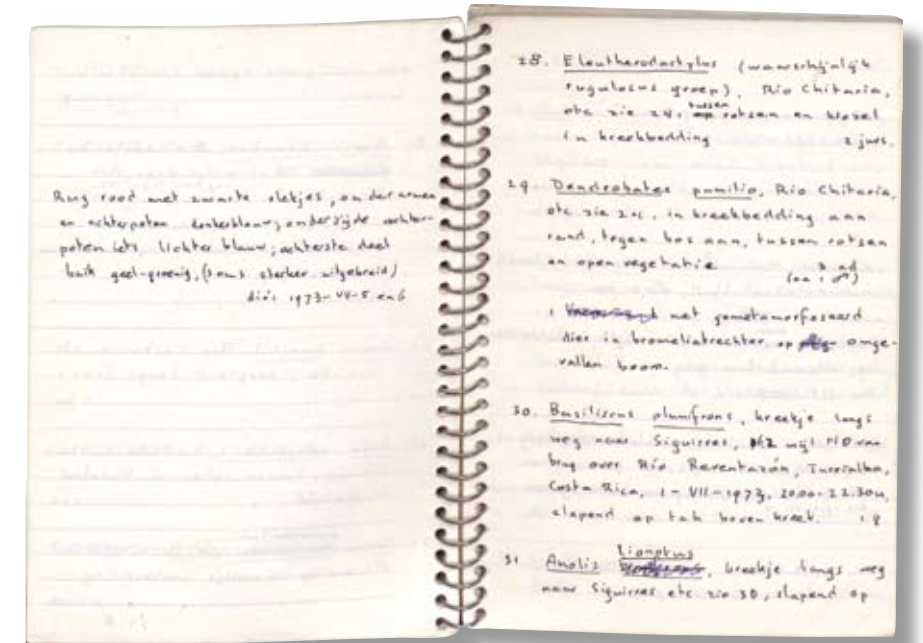
**H**oe zoek je een gesproken geluidsfragment in duizenden cd's als de fragmenten niet of nauwelijks in begeleidende teksten staan beschreven? Dit is een van de grote opgaven waarvoor het Gemeentearchief Rotterdam staat bij het digitaal beschikbaar maken van zijn geluidscollectie.

Het Gemeentearchief beschikt onder andere over zeventuizend cd's met opnamen van Radio Rijnmond, gemaakt vanaf 1983. Alle cd's een voor een af luisteren is een hels karwei. Om dat probleem op te lossen, ontwikkelen informatici samen met het Gemeentearchief sinds 2005 een automatische manier om geluidsmateriaal te doorzoeken. Dit gebeurt in het onderzoeksproject CHORAL – Continuous Access to Oral History –, dat deel uitmaakt van het NWO-onderzoeksprogramma CATCH. CATCH – Continuous Access To Cultural Heritage – heeft als doel het Nederlandse culturele erfgoed digitaal te ontsluiten (zie kader) en is een programma van de NWO-gebieden Geesteswetenschappen en Exacte Wetenschappen. De eerste resultaten van CHORAL worden nu zichtbaar. Enerzijds hebben de onderzoekers een demonstratiezoekmachine gemaakt voor de Radio Rijnmond-opnamen en anderzijds hebben ze een zoekmachine gelanceerd voor gefilmde interviews met overlevenden van het bombardement van Rotterdam. 'Iedereen kan de interviews via onze website doorzoeken op trefwoorden', vertelt Mies Langelaar, informatiemanager van het Gemeentearchief Rotterdam. 'Wie bijvoorbeeld "Coolsingel" intikt, vindt verschillende treffers en kan meteen het bijbehorende fragment bekijken en beluisteren.'

De zoekmachines zijn gebaseerd op een automatische spraakherkenner die de informatici hebben ontwikkeld. Eerst herkent een akoestisch model het geluid en vervolgens beslist een taalmodel welk woord met de grootste waarschijnlijkheid wordt uitgesproken. Het gesproken woord wordt ten slotte automatisch omgezet in een geschreven versie. De spraakherkenner brengt automatisch tijdcodes aan in het transcript. Elk zoekwoord correspondeert zo met een tijdcode, waardoor de computer bij een zoekopdracht automatisch naar het gevraagde audiofragment kan springen.

'Als we al ons geluidsmateriaal handmatig zouden moeten ontsluiten, zou dat enorm veel tijd vergen', vervolgt Langelaar. 'Iemand zou al het materiaal moeten beluisteren, uitschrijven en annoteren. Het geautomatiseerd herkennen van gesproken woord bespaart veel tijd, ondanks dat we de spraakher-

kenningssoftware wel eerst moeten trainen. Ons doel is om op termijn de hele beeld- en geluidscollectie online doorzoekbaar te maken op trefwoorden. Een bijkomend voordeel van multimediaal zoeken is dat mensen op ideeën worden gebracht om ook in andere media te zoeken, waar ze misschien in eerste instantie niet aan hadden gedacht.' In alle CATCH-projecten werken medewerkers van erfgoedinstellingen samen met een promovendus, een postdoc en een programmeur. Levert dat geen spanningsveld op tussen wetenschappelijke doelen



Digitale doorzoekbaarheid maakt van musea en archieven nog rijkere erfgoedinstellingen

enerzijds en praktische doelen voor een museum of archief anderzijds? 'De afspraak is dat de wetenschappers werken binnen de erfgoedinstellingen', vertelt Langelaar. 'Daardoor blijven de lijnen kort en overleggen we goed welke praktische resultaten we wensen en hoe we die samen kunnen bereiken.'

**SERPENTES** Informaticus Marieke van Erp heeft haar promotieonderzoek bij CATCH-project MITCH gedaan: Mining for Information in Texts from the Cultural Heritage. Het doel van MITCH is om de tekstuele informatie over de collectie van het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis

in Leiden beter toegankelijk te maken voor de onderzoekers van het museum. 'Naturalis heeft een groot aantal dieren en planten verzameld in de afgelopen eeuwen', vertelt Van Erp. 'Elk exemplaar staat beschreven in een veldboek dat tijdens de vondst werd bijgehouden. Daarin staat bijvoorbeeld de vindplaats, de soort en ook hoe en wanneer de vondst werd gedaan. Daarnaast staat hetzelfde exemplaar ook nog beschreven in een registerboek van het museum, dat bijvoorbeeld aangeeft in welke kast je het exemplaar kunt vinden. Bovendien zijn gevonden exemplaren vaak ook nog in wetenschappelijke publicaties beschreven. Al die exemplaarbeschrijvingen zijn nu niet tegelijk doorzoekbaar en daar willen we verandering in brengen.'

In de afgelopen jaren heeft Naturalis zo'n tachtig boeken met informatie over hun collectie reptielen en amfibieën pagina voor pagina gefotografeerd en laten overtypen in digitale bestanden. Maar dan begint het interpretatieprobleem voor een computer pas goed. Beschrijvingen van vondsten zijn zelden op dezelfde manier genoteerd. Dat maakt het voor een computer moeilijk om te zien waar het ene deel van de beschrijving ophoudt en het andere begint. 'Eigenlijk moet je de computer



**NIEUWE GEMEENSCHAP** Het CATCH-onderzoeksprogramma loopt nu vier jaar en heeft dit jaar een verlenging van nog eens vier jaar gekregen. Wat is de tussenbalans? Programmavoorzitter en informaticahoogleraar Jaap van den Herik stond aan de wieg van het idee om informatici te laten samenwerken met erfgoedinstellingen. Hij noemt als belangrijkste resultaat dat er een structurele samenwerking is ontstaan tussen informatici, informatieprofessionals uit de erfgoedinstellingen en geesteswetenschappers. 'Juist door deze mensen op de werkvloer direct met elkaar te laten samenwerken, is er een gemeenschap ontstaan die voor het begin van CATCH niet bestond. Een significant deel van de mensen die een onderzoeksproject hebben afgerond, vindt een nieuwe baan in een erfgoedinstelling. Dat laat zien dat er behoefte is aan de kennis en kunde die ze binnen het onderzoeksprogramma hebben ontwikkeld.'

Een tweede belangrijk resultaat is de technische en wetenschappelijke innovatie die de projecten hebben opgeleverd. Van den Herik: 'Dat zijn bijvoorbeeld demonstratieversies, zoals de zelflerende zoekmachines die in beelden, geluiden en teksten kunnen zoeken.'

leren om kennis te ontwikkelen over het domein van de beschrijvingen, bijvoorbeeld het domein reptielen en amfibieën', vertelt Van Erp. 'Je moet hem leren te herkennen of een stukje tekst slaat op de vindplaats, de vinder, de soortnaam, de subsoort, enzovoort.'

In essentie komt dat leerproces neer op het geven van vele voorbeelden aan de computer. Krijgt de computer nu een nieuw stuk tekst voorgeschoteld, dan kan hij die vergelijken met de voorbeelden die hij al kent en daar met statistische technieken de meest waarschijnlijke interpretatie uit halen. Daarnaast leerde Van Erp de computer ook om synoniemen te herkennen. 'Een slang kan beschreven staan onder de Latijnse aanduiding 'serpentes' of onder de Griekse aanduiding 'ophidia'. Onze zoekmachine zoekt eerst in bestaande soortenlijsten naar synoniemen en daarmee verrijkt zij de oorspronkelijke zoekopdracht. Zij weet dan dat het in beide gevallen om een slang gaat, iets wat een traditionele zoekmachine zoals Google niet weet.'

Naturalis krijgt geregeld vragen van buitenlandse musea of ze een exemplaar in hun collectie hebben van een bepaalde diersoort die gevonden is in een bepaald land. Van Erp testte de binnen MITCH ontwikkelde zoekmachine op honderd van dit soort vragen. 'Waar een standaard zoekmachine maar voor 48 van de 100 vragen een correct antwoord vindt, vindt de zelflerende zoekmachine voor 94 vragen een correct antwoord.'



Digitaal zoeken in erfgoedcollecties vergt wel een denkomslag bij de informatieprofessionals. Zij waren gewend dat ze zelf volledige controle hadden over hoe ze zochten en dat ze in principe, als ze maar goed genoeg zochten, alles konden vinden. Maar als je het zoeken aan een computer overlaat dan verlies je de controle. Toch wordt dat laatste steeds meer geaccepteerd. Er wordt nu ingezien dat je ofwel veel geld kwijt bent om de computer een volledig antwoord te laten vinden, ofwel dat je vrij goedkoop een heel goed, maar toch onvolledig antwoord vindt. Het succes van Google heeft bij deze denkomslag een belangrijke rol gespeeld, want 's werelds belangrijkste zoekmachine gebruikt een goedkope statistische methode om een heleboel zoekresultaten te vinden, maar vindt lang niet alles.

Informatieprofessionals zullen dus moeten wennen aan het idee dat de computer op een andere manier zoekt en misschien niet meer hetzelfde vindt als wat ze zelf hadden gevonden. 'CATCH is aanvullend', reageert Van den Herik. 'Mede door CATCH hebben de culturele erfgoedinstellingen het grote voordeel dat er veel erfgoedmateriaal beschikbaar komt en doorzoekbaar wordt. Ongetwijfeld gaat dat ook weer nieuwe vondsten



## De zelflerende zoekmachine vindt op 94 vragen een correct antwoord

opleveren, die in het predigitale tijdperk nooit zouden zijn gedaan.'

De wereldwijde technologische ontwikkelingen in zoeksystemen en methoden voor digitaliseren en dataopslag wijzen erop dat alle informatie die digitaal beschikbaar kán komen de komende decennia ook beschikbaar gáát komen. Dat maakt musea en archieven nog rijkere erfgoedinstellingen dan ze nu al zijn. Hun collecties worden voor meer mensen toegankelijk en zelfs hun depots kunnen voor iedereen virtueel worden opengesteld. Van den Herik heeft ook al een idee om die informatie nog wijder en sneller te verbreiden. 'De opkomst van sociale netwerken zoals Hyves, Facebook, en Twitter en websites zoals YouTube en Flickr is niet te stuiten. Daarvan zouden we gebruik moeten maken door nieuwe mogelijkheden te ontwikkelen om de informatie van culturele erfgoedinstellingen via deze netwerktoepassingen te verspreiden.' ■

## CATCH

**Programma:** CATCH, Continuous Access To Cultural Heritage, is gericht op het digitaal toegankelijk maken van ons Nederlandse culturele erfgoed. Dat erfgoed is beschikbaar in de vorm van tekst (zoals logboeken en rijksarchieven), beeld (zoals foto's, film, tv en schilderijen) en geluid, zoals radio-uitzendingen. CATCH gaat niet over het omzetten van analogo erfgoed naar een digitale vorm – dat lukt al vrij goed – maar wil juist de digitale gegevens handig doorzoekbaar maken. **Samenwerkingsverband van:** informatici, geesteswetenschappers en beheerders bij twaalf culturele erfgoedinstellingen zoals de Koninklijke Bibliotheek, het Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid, Gemeentearchief Rotterdam en natuurhistorisch museum Naturalis. **Projecten:** Het onderzoeksprogramma is onderverdeeld in veertien projecten, die elk een onderzoeksteam hebben met een promovendus, een postdoc, een wetenschappelijk programmeur, senior onderzoekers van universiteiten en senior stafleden van culturele instellingen. **Looptijd:** 2004-2009 (eerste fase). Tweede fase: 2009-2013. **Budget:** NWO stelde voor de eerste fase zes miljoen euro beschikbaar. De deelnemende culturele erfgoedinstellingen droegen 2,8 miljoen euro bij. Voor de tweede fase hebben het ministerie van OCW en de NWO-gebieden Geesteswetenschappen en Exacte Wetenschappen een bijdrage van drie miljoen euro gegeven. **Meer informatie:** Overzicht van alle CATCH-projecten en een doorverwijzing naar de bijbehorende demo's: [www.nwo.nl/catch](http://www.nwo.nl/catch), online doorzoeken van interviews met getuigen van het bombardement van Rotterdam: [www.rotterdam4045.nl](http://www.rotterdam4045.nl)

## Evenementenkalender

**27 DECEMBER**

Nationale Wetenschapsquiz  
[www.nwo.nl/quiz](http://www.nwo.nl/quiz)

**14 JANUARI**

ToKeN-symposium  
[www.nwo.nl/token](http://www.nwo.nl/token)

**19 - 20 JANUARI**

Physics@FOM Veldhoven 2010  
[www.fom.nl/veldhoven](http://www.fom.nl/veldhoven)



**25 - 29 JANUARI**

Wiskunde met de Industrie  
[www.cwi.nl](http://www.cwi.nl)

**24 - 26 FEBRUARI**

Continental Convention on Global Sustainable Bioenergy  
[www.genomics.nl](http://www.genomics.nl)

**12 MAART**

Congres Jeugd in Onderzoek  
[www.zonmw.nl](http://www.zonmw.nl)

**18 MAART**

ICTDelta 2010  
<http://www.ictdelta2010.nl>

**22 - 23 APRIL**

Nederlands Aardwetenschappelijk Congres  
[www.nwo.nl/alw](http://www.nwo.nl/alw)

Kijk voor meer informatie en evenementen op [www.nwo.nl](http://www.nwo.nl)

## Uniek hersen- en cognitieonderzoek

Welke invloed heeft stress bij zwangere vrouwen op het ongeboren kind? Is crimineel gedrag aangeboren? Wat veroorzaakt autisme? Het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie gaat op deze vragen antwoord geven. Het NIHC bundelt de krachten op het gebied van fundamenteel en toegepast neurowetenschappelijk en cognitieonderzoek en brengt wetenschappelijke en maatschappelijke partners bij elkaar. Daarmee stimuleert het netwerk nieuwe vormen van samenwerking en zorgt het ervoor dat onderzoeksresultaten praktisch toegepast worden. NWO coördineert het NIHC.

Minister Plasterk van OCW en Jos Engelen, voorzitter van NWO, gaven eind november in Den Haag het startschot voor het nieuwe regieorgaan. Het kabinet maakte op Prinsjesdag bekend dat het 20 miljoen euro vrijmaakt voor een onderzoeksprogramma naar hersenen en



cognitie, dat onder het NIHC valt. In totaal is voor NIHC-onderzoek ongeveer 65 miljoen euro beschikbaar voor een periode van 5 jaar.

Meer informatie: [www.hersenenencognitie.nl](http://www.hersenenencognitie.nl)

## Jos Engelen pleit voor open access

NWO wil dat wetenschappelijke publicaties voor iedereen toegankelijk op internet worden gepubliceerd. Op dit moment bekijkt NWO hoe ze onderzoekers het best kan helpen bij het publiceren in vrij toegankelijke tijdschriften. Een van de mogelijkheden is geld uittrekken waarmee onderzoekers de kosten van dergelijke publicaties kunnen dragen. In de loop van 2010 zullen meer details van de plannen duidelijk worden. NWO-voorzitter Jos Engelen deed eerder in *NRC Handelsblad* al een dringend beroep op vooraanstaande wetenschappers om met hun publicaties niet naar de gevestigde wetenschappelijke tijdschriften te gaan, maar te kiezen voor vrij toegankelijke internettijdschriften. Dit streven naar open access is een breuk met het traditionele model, waarin commerciële uitgeverij de wetenschappelijke publicaties verzorgen. NWO vindt dat onderzoek dat met publieke middelen betaald is, ook publiek toegankelijk moet zijn en op internet moet staan. De initiatieven van NWO worden binnen de wetenschap positief ontvangen.

## Kinderboek over nanopil

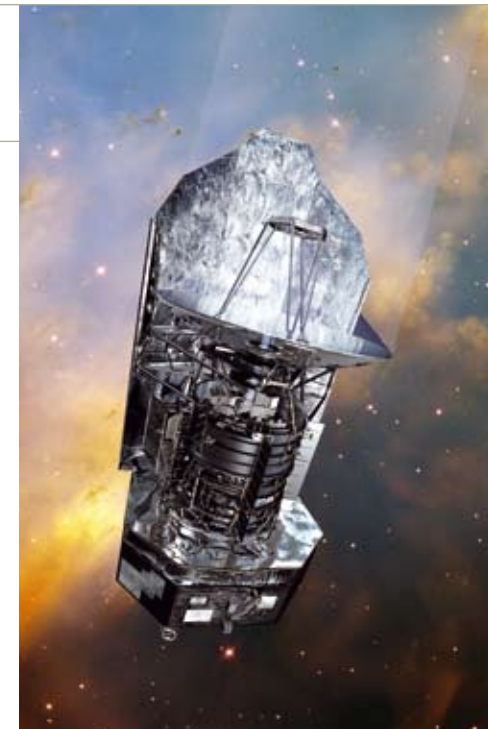
Lab-on-a-chip-opleger en Spinozawinnaar Albert van den Berg speelt een hoofdrol in een kinderboek: *Een pil met een lab erin*. Kinderboekenschrijfster Martine Letterie schreef het boek voor kinderen van acht tot tien jaar over de nanopil. Ze wil hen enthousiasme voor wetenschap bijbrengen. Het boekje gaat over de avonturen van Nanne en Floor. Zij mogen onder meer een kijkje nemen in het Nanolab van MESA+ en op de campus van de UT. En ze ontmoeten in het ziekenhuis de oncoloog Bob Pinedo met wie Albert van den Berg een nanopil wil ontwikkelen voor de vroegtijdige opsporing van darmkanker. Een serieus verhaal doorspekt met spannende avonturen. In januari ligt het in de winkels. Uitgeverij: Zwijsen.



## Herschel in TIME top tien

De Herschel-ruimtetelescoop staat in de top tien van belangrijkste ontdekkingen van 2009, eind november opgesteld door het invloedrijke *TIME magazine*. De 'telescoop voor onzichtbare sterren', zoals de telescoop door de redactie van het blad is gedoopt, staat op de zevende plaats. HIFI, het Nederlandse hart van Herschel, draagt een belangrijk steentje bij aan de waarnemingen in het infraroodgebied, die nieuw licht moeten werpen op onder andere de geboorte van sterren en planeten. De HIFI-spectrometer, gebouwd onder leiding van SRON, zou begin 2010 back in business moeten zijn. Begin augustus traden er technische problemen op. In januari wordt hoogstwaarschijnlijk het back-upstelsel ingeschakeld. Enige tijd later kan HIFI dan beginnen met zijn wetenschappelijke waarnemingen.

Meer informatie: [www.sron.nl](http://www.sron.nl)



## Nederlander leidt Antarctica-expeditie

Klimaatonderzoeker prof. dr. Henk Brinkhuis gaat van januari tot maart volgend jaar op expeditie naar Antarctica. Dit in het kader van het International Ocean Drilling Programme (IODP). Brinkhuis is co-chief scientist van deze expeditie, een zeer prestigieuze functie in het internationale onderzoek.

Het IODP organiseert vaartochten waarbij boorkernen naar boven worden gehaald uit sedimentlagen onder de zeebodem. Zonder een speciaal uitgerust boorschip is het onmogelijk om op zo'n plek onderzoek te verrichten. Voor deze onderzoeksexpeditie wordt het schip de Joides Resolution ingezet, dat recent flink is gemoderniseerd. Deze vorm van zeegeand onderzoek is erg kostbaar, daarom werkt een groot aantal landen samen in dit programma. Nederland is lid van het IODP om zo Nederlandse onderzoekers toegang te verschaffen tot dit hoogstaande wetenschappelijke onderzoek. NWO betaalt namens Nederland elk jaar een bijdrage van 300.000 euro.

Tijdens de expeditie naar Wilkes Land wordt door middel van boorkernen materiaal verza-



meld dat is afgezet in een bijzondere periode in de geschiedenis van de aarde: vanaf 33 miljoen jaar geleden veranderde de aarde van een warme broeikaswereld naar een plek waar ijstijden heersten. De expeditie moet gegevens opleveren over het tempo en de effecten van snelle klimaatveranderingen in het verleden, die ook voor de huidige klimaatmodellen belangrijk kunnen zijn.

Het IODP-schip vertrekt rond 8 januari uit Wellington (Nieuw-Zeeland) en komt rond 8 maart weer aan in Hobart, Tasmanië. Wilkes Land ligt op Antarctica ter hoogte van Australië.

Meer informatie: [www.iodp.org](http://www.iodp.org)

## Nieuwe voorzitters ALW en EDCTP

NWO-gebied Aard- en Levenswetenschappen heeft per 1 januari een nieuwe voorzitter. Prof. dr. ir. Jacob Fokkema volgt Rudy Rabbinge op. Rabbinge, landbouwkundige aan de Wageningen UR (University & Research centre), was ALW-voorzitter vanaf 2002. Zijn opvolger Fokkema is hoogleraar Technische geofysica en rector magnificus aan de Technische Universiteit Delft. Die laatste functie legt hij op 1 januari neer.

Bij European & Developing Countries Clinical Trials Partnership (EDCTP) is professor Hannah Akuffo per 1 januari 2010 de nieuwe bestuursvoorzitter. Zij volgt Diana Dunstan op. Parasitologe Hannah Akuffo heeft naam gemaakt als onderzoeker op het gebied van immunologie van armoedegerelateerde ziektes en heeft veel ervaring binnen Europees-Afrikaanse onderzoekssamenwerking en gezamenlijke financiering. Momenteel staat zij aan het hoofd van een onderzoeksafdeling van de Swedish International Development cooperation Agency (SIDA). Meer informatie: [www.nwo.nl](http://www.nwo.nl)

## Symposium tien jaar ToKeN

Het programma Toegankelijkheid en Kennisontsluiting in Nederland (ToKeN) bestaat tien jaar. Daarom organiseert NWO een ToKeN-symposium op donderdag 14 januari 2010 aan de Universiteit van Tilburg. Tijdens het symposium wordt de balans opgemaakt van dit interdisciplinaire onderzoeksprogramma. Sinds de start van ToKeN in 1999 heeft het programma al veel opgeleverd: een groot aantal proefschriften, gezamenlijke publicaties, reguliere sitevisits, jaarlijkse bijeenkomsten en een hechte gemeenschap. Tijdens het symposium wordt vooral gekeken naar de vervolgprogramma's en toekomstige ontwikkelingen. Sprekers zijn onder anderen Corien Prins (UvT), Frans van Dijk (Raad voor de rechtspraak), Eric Postma (UvT), Lambert Schomaker (RUG), Bertie Schonk (LUMC) en Marcel van der Steen (NFI).

Meer informatie: [www.nwo.nl/token](http://www.nwo.nl/token)

# Infectieziekten onderzocht Met onderzoek de griep te lijf

2009 is het jaar van de Mexicaanse griep, daarvoor hielden vogelgriep en Sars ons bezig. Ook kippenboeren en varkenshouders vrezen voortdurend besmetting van hun stallen met infectieziekten en een bijbehorend economisch debacle. Meer onderzoek kan rampen helpen voorkomen. Drie voorbeelden van studies naar infectieziekten die mens en dier teisteren, uit het Open Programma van ZonMw dat wordt gefinancierd door NWO.

tekst Maarten Evenblij  
foto's Ivar Pel

## Wiskundige modellen voorspellen infectieuitbraken

Hebben wij in Nederland 34 miljoen doses griepvaccin nodig voor ruim 16 miljoen inwoners? Een vraag die prof. dr. ir. Hans Heesterbeek intrigeert en onderzoekt met behulp van een Vici-subsidie. De hoogleraar Theoretische epidemiologie aan de faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht is gespecialiseerd in verspreidingspatronen van infectieziekten, zoals Sars, varkenspest en Mexicaanse griep (H1N1). Door het verfijnen van wiskundige modellen probeert hij uitbraken van infecties bij mens en dier te voorspellen, evenals het effect van beschermende maatregelen.

'Uitgaande van de matige besmettelijkheid van alle griep – ook van de Mexicaanse griep – kun je berekenen dat vaccinatie van 40 tot 60 procent van de bevolking voldoende is om een uitbraak te voorkomen. Nu blijkt dat één dosis vaccin voldoende bescherming biedt, zou je dan zeven tot tien miljoen vaccinaties nodig hebben', rekt Heesterbeek voor. Behalve de besmettelijkheid is ook de dodelijkheid van een virus belangrijk. Hoeveel besmette mensen sterven? Bij de normale seizoensgriep is dat minder dan 0,1 procent, dus minder dan één op de duizend mensen die zijn besmet. Bij de vogelgriep (H5N1) is dat 60 procent, maar die wordt (nog) niet overgedragen van mens op mens. De Spaanse griep

Onder: onderzoeker  
Hans Heesterbeek.



(ook van het type H1N1) had in 1918 een *case fatality ratio* van 2 procent – nog niet hoog, maar met miljarden vatbare en besmette mensen betekende dat toch 20 tot 40 miljoen sterfgevallen. Heesterbeek: 'Inmiddels hebben we de case fatality ratio van de Mexicaanse griep geschat op maximaal twee keer die van een normale seizoensgriep.' Heesterbeek onderzoekt ook het effect van maatregelen bij een griepandemie. Zoals van virusremmers als Tamiflu, mondkapjes of het sluiten van scholen en annuleren van massabijeenkomsten. Maatregelen om het halve jaar te overbruggen dat nodig is om voldoende griepvaccin te maken. Heesterbeek: 'Ga je aan die overheidsplannen rekenen, dan blijken combinaties van de diverse voorgestelde maatregelen soms averechts te werken.' Er zijn verschillende doelstellingen, zoals het zo veel mogelijk voorkomen van sterfgevallen, besmettingsgevallen of van een piekbelasting voor samenleving en zorg. Die doelstellingen kunnen elkaar in de weg zitten. 'Regeringen zoeken natuurlijk een optimum van de effecten. Echter, een maatregel als het geven van Tamiflu aan patiënten vermindert wel het aantal sterfgevallen, maar voorkomt nauwelijks besmettingen of een piekbelasting', zegt Heesterbeek. Ook probeert de epidemioloog de verspreiding van infectieziekten bij mensen en dieren beter te

begrijpen en te voorspellen met wiskundige modellen. Bijvoorbeeld de overdracht van een besmetting tussen dorpen of steden onderling, tussen verschillende stallen of tussen groepen wilde dieren. Daarin spelen netwerken van contacten een cruciale rol. Heesterbeek: 'De huidige modellen zijn nog niet zo goed in het meenemen van zulke aspecten. We komen er bijvoorbeeld achter dat, ook al voldoet een besmetting aan alle eigenschappen voor een epidemische uitbraak, dit toch niet gebeurt. Doordat een populatie vaak bestaat uit ruimtelijk gescheiden eenheden ontstaat pas een uitbraak als de infectiedruk aanzienlijk hoger is dan zou mogen worden verwacht.'

Rechterfoto, en face:  
onderzoeker Jan Wilschut  
van Nivarec.

## Op zoek naar nieuwe griepvaccins

Ook in Nederland zoekt men de heilige graal van het grieponderzoek: een vaccin dat beschermt tegen alle denkbare varianten van het influenzavirus. Het virtueel onderzoeksinstituut Nivarec met onderzoeksgroepen in Groningen, Rotterdam en Weesp – medegefinancierd door NWO en ZonMw – richt zich op het snel beschikbaar komen van griepvaccins. Niet alleen op het maken van een goed en veilig werkend vaccin, ook op technieken om zo'n vaccin snel gereed te hebben voor algemeen gebruik. Tussen de detectie van een nieuw griepvirus en het op grote schaal beschikbaar komen van een

## WOESTIJNRATTEN EN PERCOLATORS

De percolatietheorie uit de wis- en natuurkunde gaat over drempelprocessen. In dit geval over de stroming van vloeistoffen in poreuze media. Zoals heet water door een laagje gemalen koffie: de percolator. Een tijdje gebeurt er niets tot, als een kritieke grens is bereikt, plotseling water door de koffie stroomt. Het is een drempelproces, afhankelijk van een aantal fysische grootheden. De percolatietheorie geldt ook voor infectieziekten. Bijvoorbeeld voor verspreiding van pest onder woestijnratten in een gebied vol (deels verlaten) rattennesten in Kazachstan. Waarom is er in sommige jaren wel een uitbraak en in andere niet? De verspreiding van de pest verloopt parallel aan de verspreiding van de vlooien, die de pest meedragen, op de woestijnratten en blijkt afhankelijk te zijn van het aantal lege nesten. Is minder dan 30 tot 35 procent van de hollen bezet, dan is er nooit een pestepidemie. Ook al wordt volgens de gangbare theorie wel een uitbraak verwacht. Maar is meer dan 35 procent van de hollen bezet door rattenfamilies, dan volgt wel een uitbraak: dit komt overeen met de voorspellingen volgens de percolatietheorie.



passend vaccin ligt nu ongeveer een half jaar. Dat zou korter moeten, want in die tijd kunnen mensen immers niet worden beschermd tegen het nieuwe virus. Maar het best is natuurlijk een vaccin dat beschermt tegen alle belangrijke typen griepvirussen tegelijkertijd. Daartoe zoeken de Nivarec-onderzoekers in Rotterdam niet louter immuniteit tegen combinaties van de veranderlijke mantel-eiwitten H (hemagglutinine) en N (neuraminidase), zoals de huidige vaccins. Ze willen vooral immuniteit tegen viruseiwitten die gedurende de evolutie sterk zijn geconserveerd doordat ze een cruciale rol hebben bij de reproductie van het virus in cellen. Zoals het nucleoproteïne NP en het matrixeiwit M1, die nauwelijks veranderen. Deze viruseiwitten worden binnen geïnfecteerde cellen in grote hoeveelheden gemaakt en verschijnen slechts in geringe mate aan het celoppervlak. Voldoende echter, om het immuunsysteem erop te laten reageren door de aanmaak van zogeheten kilercellen die de geïnfecteerde cellen uitschakelen. De genen voor deze goedgeconserveerde eiwitten hebben de onderzoekers gestopt in een speciaal geïnactiveerd virus, het Modified Vaccinia Ankara, MVA. Dat is een recombinant pokkenvirus waarvan bekend is dat het onschadelijk is voor mensen, maar wel een sterke afweerreactie in het lichaam oproept. Het voordeel van MVA is dat het twee typen afweerreacties tegelijkertijd kan oproepen: een afweer met antistoffen (de humorale afweer), die direct is gericht tegen de eiwitten op het opper-

vlak van het influenzavirus en een afweer met kilercellen (de cellulaire afweer) die geïnfecteerde cellen kunnen herkennen en doden. Prof. dr. Jan Wilschut, hoogleraar Moleculaire virologie aan het UMC Groningen en penvoerder van Nivarec: 'De cellulaire afweer blijkt zeer belangrijk voor de bescherming tegen influenza. Maar ook de humorale afweer is nodig. Daarom zoeken we vaccins die beide vormen van afweer gelijktijdig opwekken. MVA, dat kan worden voorzien van genconstructen die de door ons gewenste eiwitten in de geïnfecteerde cellen produceren, is daarvoor een goede kandidaat.'

Met een overstap op het MVA kan de productie van een griepvaccin ook onafhankelijk worden van het tijdrovende kweken van het griepvirus op kippenieren. Wilschut: 'Daardoor kan een nieuw vaccin veel sneller beschikbaar komen. Ook geeft een MVA waarin genen voor de traditionele mantel-eiwitten H en N zijn gebracht, een immunrespons die al meer kruisreactiviteit heeft tegen andere typen H en N dan als we het traditionele eiwitvaccin gebruiken. Daarmee biedt dit vaccin een bredere bescherming tegen griepvirussen.'

## Kennis van virustrucjes in strijd tegen virussen

Het is intrigerend hoe virussen een cel naar hun hand kunnen zetten. De vele honderden miljoenen jaren van strijd tussen virussen en cellen hebben zeer subtiele systemen opgeleverd waarmee virussen de afweer van cellen weten te omzeilen en de normale machinerie van hun gastheercellen gebruiken om zich binnen enkele uren duizendvoudig te vermenigvuldigen. Meer kennis over die virustrucjes kan wetenschappelijk onderzoekers helpen bij de strijd tegen virussen.

Moleculair bioloog dr. Frank van Kuppeveld van de afdeling Medische Microbiologie bij het UMC St. Radboud in Nijmegen bestudeert enterovirussen met behulp van een Vidi-subsidie. Deze virussen, waartoe het poliovirus en de rhinovirussen behoren, zijn zeer klein: een minustukje erfelijk materiaal (enkelstrengs-RNA) verpakt in een omhulsel van vier eiwitten. Zeven andere viruseiwitten zijn voldoende om de antivirale mechanismen in een cel lam te leggen en de cel te veranderen in een virus-




producerende fabriek. 'Als een virus binnendringt in een cel, brengt die cel interferon naar buiten. Dat alarmeert omringende cellen die vervolgens een antiviraal programma aanschakelen', zegt Van Kuppeveld. 'Bovendien activeert het interferon en andere alarmmoleculen die worden gemaakt, het immuunsysteem van zoogdieren. Dat is niet in het belang van het virus dat daarom probeert de uitscheiding van interferon en andere boodschappermoleculen te onderdrukken.'

Daartoe beschikt een enterovirus over diverse trucs. Eén daarvan is voorkomen dat interferon en andere boodschappereiwitten de cel verlaten. Dat geschiedt doordat een van de zeven viruseiwitten – 3A geheten – het transport remt van eiwitten uit het binnenste van cellen naar het celoppervlak. Daar worden ook allerlei stukjes eiwit, die in het binnenste van de cel vertoeven, aangeboden aan het immuunsysteem. Herkent dat die stukjes eiwit als vreemd, zoals die van virussen, dan volgt een immunreactie. Het 3A-eiwit van enterovirussen remt de hoofdschakelaar van het eiwittransport in de cel en creëert in de gastheercel tegelijkertijd een 'niche' – een soort kraamkamer – die zeer geschikt is voor de productie van virusdeeltjes. Andere RNA-virussen, zoals Sars, Hepatitis-C en Dengue, doen dat ook.

De enterovirussen hebben nog een truc om de afweer van de cel om de tuin te leiden. Ze beïnvloeden de apoptose van cellen – een geprogrammeerde zelfmoord van cellen waarmee iets mis is,



Links: onderzoeker Frank van Kuppeveld.

zoals een virusinfectie. Enterovirussen voorkomen die vroege celdood doordat een ander viruseiwit – 2B – de calciumconcentratie in de cel weet te manipuleren. Daardoor blijft de geïnfecteerde cel langer leven en gaat deze pas dood als het virus zich voldeende heeft vermenigvuldigd en klaar is om de cel te verlaten om nieuwe cellen te infecteren. Van Kuppeveld: 'Met middelen die de interactie van cellulaire eiwitten met het virale 3A en 2B beïnvloeden, kunnen we wellicht de vermenigvuldiging van deze virussen remmen. Voor kleine kinderen kunnen rhinovirussen heel naar zijn. Op dit moment hebben we geen medicijnen tegen deze RNA-virussen. Het poliovirus hebben we nu bijna de wereld uit gekregen door vaccinatie, voor het laatste zetje om het uit te roeien zijn alternatieve strategieën nodig.' 

## OPEN PROGRAMMA

Het Open Programma van ZonMw stimuleert het beste onderzoek, door middel van subsidies voor topwetenschappers met de meest uitdagende en vernieuwende ideeën. ZonMw investeert hiermee in sterk gezondheidsonderzoek waarmee Nederland bijdraagt aan vernieuwing van de wetenschap en verbetering van gezondheid en zorg op langere termijn. NWO is hierbij opdrachtgever en samenwerkingspartner tegelijk. Een aantal subsidies kan rechtstreeks bij ZonMw worden aangevraagd, andere lopen via NWO. NWO heeft ook een Open Programma waaraan ZonMw op haar beurt een bijdrage levert. **Meer informatie:** [www.zonmw.nl](http://www.zonmw.nl), [www.nwo.nl](http://www.nwo.nl)



# Buierenradar 2.0 laat geen spat ontsnappen

## PARSAX bestudeert wolken tot in detail

Hoog boven Delft, op het 92 meter hoge gebouw van de faculteit Elektrotechniek van de TU, staat de nieuwe PARSAX-radar. Het International Research Centre for Telecommunications and Radar (IRCTR) nam de radar eind oktober in gebruik. Het door STW gefinancierde apparaat kan de 'x-factor' van het klimaat bestuderen: het gedrag en de grote invloed van wolken.

tekst Margot Custers beeld STW

**P**ARSAX staat voor Polarimetric Agile Radar in S- And X-band, en is een apparaat dat, simpel gezegd, binnen een straal van vijftien kilometer bewegende objecten kan meten. Hij zou gebruikt kunnen worden om verdwaalde boten en verdachte vliegtuigjes op te sporen, maar op het dak in Delft doet hij wat anders. Met PARSAX kunnen onderzoekers het ontstaan en de levensduur van waterdruppels in een wolk volgen. Op het eerste gezicht lijkt de bestudering van wolken niet erg spannend, maar de verzamelde waterdruppels en ijskristallen in wolken spelen een grote rol in het klimaat. Elektronisch ontwerper Fred van der Zwan is vanaf het begin betrokken geweest bij het project: 'We weten dat wolken belangrijk zijn in de algehele klimaatverandering die nu aan de gang is, maar nog niet alles van de wolken is bekend. Met de data uit PARSAX hopen we een tipje van de sluier op te lichten.'

**ONGEKENDE PRECISIE** De PARSAX-radar is een zogeheten polarimeter. Deze stuurt straling uit en meet hoe die straling vervolgens weer teruggekaatst wordt. Elk deeltje stuurt de straal op een specifieke manier terug en verradt zo zijn eigen

aard, vorm en grootte. Een normale radar meet alleen de hoeveelheid straling die wordt teruggekaatst en kan dus meten of er veel of weinig water in een wolk zit. Met PARSAX kunnen de onderzoekers echter de vorm en grootte van afzonderlijke deeltjes meten: kijken ze naar een wolk vol sneeuw, hagel of juist regen? En hoe ontwikkelt die wolk zich? Dr. Herman Russchenberg, hoogleraar Remote sensing of the environment aan de TU Delft, is een van de gelukkigen die met PARSAX aan de slag kan: 'Het gebruik van polarisatie in radar is niet nieuw, maar PARSAX meet in twee richtingen tegelijk, horizontaal en verticaal, en dat tot op drie meter nauwkeurig. Het moet ons straks dus een gedetailleerd en dynamisch beeld geven van de processen die in wolken plaatsvinden.' 'De bestaande waarnemingstechnieken voor onderzoek aan de atmosfeer kennen een dergelijke nauwkeurigheid niet', vult Van der Zwan aan. Ter vergelijking: de weerradar van het KNMI heeft een resolutie van één kilometer. De resolutie van PARSAX is drie meter.

**PARSAX EN DE PRAKTIJK** 'Eigenlijk is PARSAX de opvolger van de DARR – Delft Atmospheric Research Radar –, die hier al sinds 1978 in bedrijf was. Die was inmiddels sterk verouderd, dus hebben we een projectvoorstel voor PARSAX geschreven. Vervolgens hebben we partners bij het project gezocht. Zoals bij elk STW-project zijn dat bedrijven die belang hebben bij het onderwerp. In ons geval Thales, een wereldwijde elektronicaonderneming die actief is op het gebied van luchtvaart, defensie en informatietechnologie. En verder het KNMI, Wageningen Universiteit en TNO.' Het KNMI en Wageningen Universiteit zijn vooral geïnteresseerd in de bestudering van wolken en de hoeveelheid regen die ter plekke valt. Met PARSAX kan de ontwikkeling van wolken van het begin tot het einde worden gevolgd. Van der Zwan: 'Daardoor kunnen we gaan onderzoeken welke rol wolken spelen in de algehele klimaatverandering die



nu aan de gang is.' Wolken lijken de opwarming van de aarde door hun verkoelend effect te beperken. Maar wat is het belang van TNO bij een 'veredelde buierenradar'? Albert Huizing, onderzoeker op het gebied van radar bij TNO, vertelt dat ze in meer dan alleen regen geïnteresseerd zijn: 'Een optie voor de opvolgers van PARSAX is dat ze kleiner kunnen worden. Dan kunnen ze gebruikt worden op zee om bijvoorbeeld, in het kader van de nationale veiligheid, laagvliegende vliegtuigjes en helikopters op te sporen. Op land zouden dit soort kleinere antennes in een netwerk opgesteld kunnen worden. Daarmee zou je 's nachts kunnen zien of er mensen langs een muur lopen, of achter struiken staan. Toepassingen in de beveiliging dus.'

## Netwerk van antennes ook voor nationale veiligheid inzetbaar

Huizing: 'Wij zijn altijd op zoek naar innovatieve techniek op radargebied en daar past dit project prima in. Een radarsysteem met zowel flexibiliteit als de mogelijkheid van digitale processing betekent een grote stap vooruit. Daarnaast is kennisuitwisseling tussen universiteit en bedrijfsleven voor ons belangrijk. Dat ging bij dit project uitstekend: alle partijen hebben in een open sfeer van gedachten kunnen wisselen, en er is een goed resultaat geboekt. Nu kunnen we door naar vervolgonderzoek.' De afgelopen jaren werd er door onderzoekers van over de hele wereld hard gewerkt om PARSAX draaiende te krijgen. Toponderzoekers uit onder andere Rusland en China zorgden bijvoorbeeld voor de juiste algoritmes om de data die PARSAX verzamelt goed te kunnen verwerken. De komende vijftien jaar zal PARSAX in bedrijf zijn als onderzoeksfaciliteit. In het vroege voorjaar van 2010 gaan de eerste onderzoeken lopen. 

*Links: PARSAX heeft een bereik van zo'n 15 kilometer. De rode cirkel geeft het bereik van de radar voor onderzoek aan. Rechts (en grote afbeelding op linkerpagina): de PARSAX-radar.*

### PARSAX

**Wat:** de Polarimetric Agile Radar in S- And X-band (PARSAX) is een polarimeter. **Doel:** de radar zal vooral worden ingezet voor onderzoek aan wolken. Gebruikers van PARSAX zijn naast de Delftse onderzoekers het KNMI, Thales, Wageningen Universiteit en TNO. Op 29 oktober 2009 heeft het International Research Centre for Telecommunications and Radar (IRCTR) PARSAX bij de Technische Universiteit Delft in gebruik genomen. **Budget:** het budget voor dit project is bijna twee miljoen euro. 1,4 miljoen is afkomstig van STW.

# Supersnel rekenen in dienst van de wetenschap

## 25 jaar supercomputers in Nederland

tekst Bennie Mols  
fotografie NCF



Boven: Seymour Cray, de vader van de supercomputer, bij een van zijn eerste Cray-systemen.

Onder: de huidige supercomputer, Huygens, een IBM p575 Hydro-Cluster.

Rechts: De voorganger van Huygens: de SGI Teras/Aster-combinatie.

Supercomputers zijn de olympische rekenkampioenen. Via simulaties verrijken ze ons begrip van de wereld, of het nu gaat om sterren ver weg in het heelal, het weer en klimaat op aarde, de werking van het menselijk hart of die van medicijnen. Nederland rekt nu 25 jaar op een nationale supercomputer.

Observeren, experimenteren en theoretiseren zijn de traditionele pijlers van de wetenschap. Reken simulaties zijn daar in de afgelopen vijftig jaar als nieuwe pijler bijgekomen. Met computerberekeningen kunnen wetenschappers simulaties uitvoeren van experimenten die in de werkelijkheid te moeilijk, te kostbaar of te gevaarlijk zijn. Denk aan simulaties van sterren, aardbevingen of gasexplosies. Computerrekenen is ook de enige manier om virtueel in de toekomst te kunnen kijken, zoals bij klimaatberekeningen. Sinds de jaren vijftig wilden wetenschappers steeds rekenintensievere sommen oplossen. Scheikundigen liepen daarin voorop. Zij namen geen genoegen met het op papier begrijpen van de wetten die atomen en moleculen beschrijven, maar wilden realistische chemische systemen doorrekenen om hun eigenschappen beter te begrijpen. Daar is veel rekenkracht voor nodig en alleen een speciaal ontworpen supercomputer kon die leveren. Voor individuele Nederlandse universiteiten werd het financieel steeds moeilijker om de krachtigste state-of-the-art computer aan te schaffen. Vandaar

dat begin jaren tachtig werd besloten om een nationale supercomputer aan te schaffen voor het rekenonderzoek dat de schaal en mogelijkheden van één universiteit te boven ging. In het voorjaar van 1984 konden Nederlandse wetenschappers voor het eerst rekenen op een nationale supercomputer, de Cyber 205, gestationeerd bij het rekencentrum SARA in Amsterdam. SARA heeft sindsdien alle nationale supercomputers beheerd. Vanaf 1990 fungeert de Stichting Nationale Computerfaciliteiten (NCF) – onder de koepel van NWO – als beleidsmaker en financier van de *high-end* computerinfrastructuur, waaronder de supercomputer. Ook beoordeelt NCF de onderzoeksaanvragen om te mogen rekenen op de supercomputer.

**PARALLEL PROGRAMMEREN** 25 jaar na de Cyber 205 is de IBM-supercomputer Huygens de zesde nationale toprekenaar (zie kader). Hij schoot in 2008 uit de startblokken en rekt zeshonderd-duizend maal sneller dan zijn evenknie uit 1984. In de tussenliggende kwart eeuw passeerden nog vier andere supercomputers en is er technisch en wetenschappelijk veel veranderd. 'In technisch opzicht was de grootste verandering de overgang van een zogeheten vectormachine naar een parallelle supercomputer in het jaar 2000', vertelt Peter Michielse, plaatsvervangend NCF-directeur. 'Bij een parallelle computer voert elke processor een deel van de totale berekening uit. Onze eerste parallelle supercomputer telde 1024 processoren en om die allemaal efficiënt te laten rekenen, moet je op een andere manier computerprogramma's schrijven. Stel dat je de stroming in een bak water wilt simuleren, dan leg je een denkbeeldig rekenrooster over de bak water aan. Elke processor rekt de stroming in een bepaald aantal roosterhokjes uit. Maar je kunt alleen maar de hele stroming uitrekenen als je de processoren onderling informatie laat uitwisselen over de



stroming. Programmeurs moesten leren om hun computerprogramma's parallel te schrijven. Dat vereiste een denkomslog.' Hoe meer en snellere processoren de supercomputer heeft, hoe groter het rekenprobleem kan zijn dat wetenschappers kunnen oplossen. Voor een stromingssimulatie betekent dit dat de stroming met een grotere resolutie kan worden opgelost. 'En dat stelt weer nieuwe eisen aan de numerieke oplossingstechnieken waarmee wetenschappers het probleem oplossen', aldus Michielse.

**EXTREEM WEER** Uiteindelijk is een supercomputer natuurlijk nooit een doel op zichzelf, maar rekt hij ten dienste van de wetenschap. Supersnel rekenen is inmiddels een volwassen wetenschappelijk instrument geworden dat niet meer is weg te denken. Toponderzoek vraagt topwetenschappers en topinstrumentatie. Dat zijn supercomputers voor het rekenen. Wat ziet NCF-directeur Patrick Aerts als wetenschappelijke rekenhoogtepunten van de

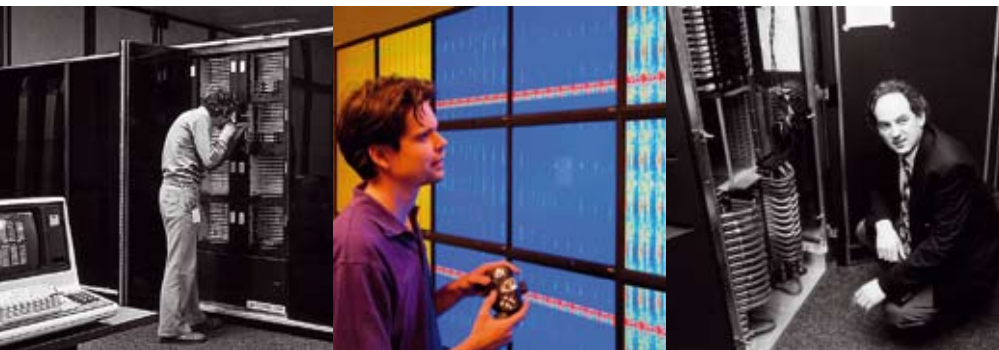
### DE HUYGENS-SUPERCOMPUTER

De huidige nationale rekenkampioen is Huygens, een IBM-supercomputer die als piekprestatie ruim zestig biljoen ( $60 \times 10^{12}$ ) berekeningen per seconde haalt. Huygens wordt gebruikt voor complexe, rekenintensieve problemen op maatschappelijke terreinen als weer, klimaat, energie, watermanagement en gezondheidszorg. Daarnaast kunnen wetenschappers dankzij de supercomputer fundamentele wetenschapsvragen beantwoorden die zonder een supercomputer onbeantwoord zouden blijven. Huygens verdeelt zijn rekenwerk over 3228 processoren, die elk een kloksnelheid van 4,7 gigahertz hebben. Voor de resultaten van tussenberekeningen heeft hij een werkgeheugen van 15.616 gigabyte tot zijn beschikking. De eindresultaten kan hij kwijt in een data-opslagomgeving van 3240 harde schijven met een totale geheugencapaciteit van 972 terabytes. Een van de eerste wapenfeiten van de Huygens was dat hij vorig jaar een internationale topspeler in het bordspel Go versloeg, een spel dat rekenkundig als nog moeilijker wordt beschouwd dan het schaakspel. In de intellectuele strijd tussen mens en computer is het kraken van het bordspel Go een grote uitdaging.

**Meer informatie:** Stichting Nationale Computerfaciliteiten (NCF): [www.nwo.nl/ncf](http://www.nwo.nl/ncf), SARA Reken- en Netwerkdiensten: [www.sara.nl](http://www.sara.nl), top 500 van supercomputers in de wereld: [www.top500.org](http://www.top500.org)




Supercomputer Huygens versloeg een internationale topspeler met het bordspel Go



Van links naar rechts: Installatie van de eerste Nederlandse nationale supercomputer (CDC Cyber 205) in 1984. Hoge-resolutie visualisatie bij SARA. Toenmalig staatssecretaris dr. Job Cohen bij de opening van de Cray C98 in 1994.

afgelopen 25 jaar? 'Het is moeilijk om hoogtepunten te selecteren, want er gebeurt veel in 25 jaar', zegt Aerts, 'maar laat ik er toch vier uitpikken: uit de aardwetenschappen, de wiskunde, de biologie en de scheikunde.' Onder leiding van Henk Dijkstra berekende het Centrum voor Klimaatonderzoek in 2003 op de nationale supercomputer wat voor Nederland de gevolgen kunnen zijn van de verwachte klimaatverandering. Aerts: 'Uit het resultaat bleek dat de kans op hetere zomers en nattere winters in Nederland groter is dan het gemiddelde in Europa. Dat was een nieuw inzicht en een van de hoogtepunten. Nu wordt onderzocht hoe dat komt.' Een ander hoogtepunt komt volgens Aerts uit de wiskunde. Wie online zijn bankzaken doet, wil niet dat er pottenkijkers kunnen meegluren. Voor deze digitale veiligheid wordt een cryptografische techniek gebruikt die gebaseerd is op het feit dat het in de praktijk heel moeilijk is om twee priemgetallen  $p$  en  $q$  te achterhalen als de vermenigvuldiging  $p \times q$  bekend is en  $p$  en  $q$  groot genoeg zijn, hoeveel computerkracht je ook inzet. 'Wiskundige Herman te Riele, een wereldexpert van het Centrum Wiskunde & Informatica in Amsterdam, is misschien wel degene die in de loop van de tijd op de meeste nationale supercomputers heeft gerekend', vertelt Aerts, 'en dat waren altijd berekeningen aan dit soort cryptografische problemen.' Als derde hoogtepunt noemt Aerts het project Protein World waarin de

eiwitbouwstenen van meer dan vijftig industrieel en academisch relevante organismen zoals bacteriën, schimmels, gisten en insecten in kaart zijn gebracht. Genen bepalen welke eiwitten er worden gevormd en die eiwitten zijn de werkpaarden voor een organisme. In het project hebben wetenschappers meer dan vierhonderdduizend eiwitten van uiteenlopende organismen met elkaar vergeleken. 'Dat geeft belangrijke informatie over de evolutionaire verwantschap tussen de organismen', vertelt Aerts. 'Ook kunnen biologen te weten komen welke rol genen en eiwitten spelen bij het ontstaan en genezen van ziektes.' Ten slotte noemt Aerts een in afgelopen november gepubliceerd artikel in het tijdschrift *Science* als vierde hoogtepunt. 'Onder leiding van de Leidse hoogleraar Geert-Jan Kroes berekenen scheikundigen de precieze aanhechting van kleine moleculen op metaaloppervlakken. Het resultaat is van belang in de katalyse en voor de opslag van waterstof als energiedrager. Alle vier de hoogtepunten zijn voorbeelden van berekeningen waarvoor een supercomputer onontbeerlijk is. Op gewone computers zouden deze berekeningen veel te lang duren.'

**EUROPEES SUPERREKENEN** Het ontwerpen en bouwen van steeds krachtigere supercomputers gaat onverminderd voort. De eerste petaschaalcomputers –  $10^{15}$  berekeningen per seconde – hebben nog maar net hun intrede op het wereldtoneel gedaan, of er worden al routes uitgestippeld om tussen 2018 en 2020 exaschaalcomputers te bouwen –  $10^{18}$  berekeningen per seconde. Om dat voor elkaar te boksen zijn nog heel wat technische vernieuwingen nodig. Nieuwe supercomputers bouwen is veel meer dan het bij elkaar zetten van meer en snellere processoren. Aerts: 'Allereerst staan we voor de software-uitdaging om te zorgen dat applicaties efficiënt op zo'n systeem kunnen draaien. Daarnaast wordt er ook gewerkt aan nieuwe programmeertalen, compilers, numerieke bibliotheken en debuggers, die fouten uit computerprogramma's kunnen halen. Nederland is hier vanaf de start nauw bij betrokken.' Als er elke vier of vijf jaar een nieuwe supercomputer wordt aangeschaft, heeft Nederland dan al een opvolger voor de Huygens op het oog? 'Daar zijn we inderdaad mee bezig', zegt Aerts. 'De volgende stap vindt waarschijnlijk binnen Europees samenwerkingsverband plaats. Europa wil wetenschappelijk onafhankelijk zijn van Azië en de VS, die traditioneel koplopers zijn in het supersnel rekenen. Het idee is dat er binnen vijf jaar een handvol Europese supercomputers verschijnt waarvan er één in Amsterdam moet komen te staan.' 

## BOEK OVER 25 JAAR REKENEN

Het jubileum van 25 jaar supercomputers is op 3 december gevierd bij Rekencentrum SARA in Amsterdam met de 25ste SARA Superdag. Ter gelegenheid van dit jubileum is ook het boek verschenen: *De Rekenmeesters; Een toekomstgericht beeld van 25 jaar grootschalig rekenen in Nederland*. Het boek beschrijft zowel de technische ontwikkelingen van de nationale supercomputer, alsook het nut voor de wetenschap. Ten slotte kijken de auteurs naar de toekomstige ontwikkelingen in het grootschalig wetenschappelijk rekenen.

Meer informatie: [www.nwo.nl/ncf](http://www.nwo.nl/ncf)

Onderzoek doen is vaak intensief en vermoeiend, maar vrijwel nooit saai. Sommigen turen dag en nacht naar hun computerscherm om een belangrijke ontdekking te doen. Anderen vorsen in hun laboratoria, met pipetjes en petrischaaltjes, naar nieuwe kennis. Er zijn er die nachten doorbrengen op een berg in Chili, telescopen gericht op ons oneindige heelal. Anderen gaan ondergronds en kruipen door duistere gangen, op zoek naar ons verleden. Eén ding hebben zij allen gemeen: bezieling. Wetenschap bedrijven levert soms onverwacht spannende momenten op. Een dag uit het leven van een onderzoeker.

## Duidelijk te jong voor spionage

Wouter Henkelman onderzoekt met een Veni-subsidie van NWO de inheemse achtergronden van de religie van de Perzen. De historicus werkt aan de Vrije Universiteit in Amsterdam en regelmatig in Parijs, waar hij aan de École Pratique des Hautes Études docent Elamitisch is. Henkelman werkt aan een groot corpus van Elamitische tabletten uit Persepolis die een heel nieuw licht werpen op het leven in het Perzische Rijk (circa 550-330 voor Christus). In zijn dagboek beschrijft hij een dag in Iran en zijn zoektocht naar een afbeelding van Hanni van Aiapir vanwege diens bijdrage aan de nieuwe cultuur en identiteit van de Perzen. De politie weerhoudt hem.

'De agent met de grootste pet blijkt de commandant van de post te zijn. Op zijn bureau staan, naast het portret van wijlen de grootayatollah, maar liefst twee telefoons. Met één daarvan telefoneert hij met de agent in de kamer ernaast. De hitte is ondraaglijk. De commandant zucht: duidelijk te jong voor spionage, maar onderzoeker kan ik dus ook niet zijn. Eigenlijk is de vraag vooral hoelang hij mij moet vasthouden om de schijn op te houden. Teheran is ver weg, voorbij de blauwe bergen die de onvindbare vallei van Izeh omarmen, een andere, voor hem onwerkelijke wereld. De commandant schijnt mijn gedachten te lezen en capituleert. In een oogwenk zitten we aan de thee. Slecht geüniformeerde agenten dragen gediensig meloen, kersen en zoete koekjes aan. Ik zit de beleefdheid geduldig uit en word dan met hetzelfde wagentje teruggebracht naar de kloof van Kul-e Farah. Groene schaduwen liggen inmiddels over de reliëfs in de noordelijke rotswand die ik in het namiddaglicht had willen fotograferen. Ik vloek binnensmonds, en realiseer me dan pas dat mijn chauffeur er ook vandoor is, uit angst voor de politie, ongetwijfeld. Ik denk aan de reis van drie dagen, aan de steile en bochtige weg door kloven en over bergruggen. Extatisch was ik: eindelijk oog in oog met Hanni, vorst over de diepe vallei, toen Aiapir geheten. In een vergeten eeuw vóór de opkomst van het Perzische Rijk liet hij reliëfs en inscripties aanbrennen in een kloof die als openluchtheiligdom diende. Als de inwoners hier in het najaar samendromden

om de eerstelingen van hun kudde te offeren troffen ze geen godenbeelden, maar een eeuwig, stenen spiegelbeeld van zichzelf: een lange processie, muzikanten, priesters, offerdieren, de vorst met zijn entourage, een gezamenlijke feestmaaltijd. Overal zijn afbeeldingen, duizenden schuifelende figuren op de rotswanden en op de rotsblokken die als grimmige wachters rond de offersteen staan. Daartussen kronkelt het beekje dat in het najaar plots tot een stroom aanzwelt uit naam van Tirutir, de onzichtbare god van Aiapir.

Ik zal over het heiligdom schrijven in mijn boek over de inheemse achtergronden van de religie van de Perzen. Ik zal wijzen op de vorst die, op een platform gedragen, zijn hand vroom opheft naar de godheid die zelf niet is afgebeeld - elementen die in de Perzische religieuze iconografie terugkeren. Ik zal wijzen op het offerfeest als typologische voorloper van koninklijke feesten in Persepolis en Pasargadae. Ik zal zeggen dat de religie van pre-islamitisch Iran nergens zo tastbaar is als hier in Izeh. Maar een afbeelding van de grijze Hanni zal ik ondanks al mijn moeite niet hebben.

Wel probeer ik nog bij de licht overhangende rots te komen waarop zijn portret met inscriptie is aangebracht. De schaduw is nu zo sterk dat ik met mijn vingers over de schemerende spijkerschrifttekens moet tasten. Mijn linkervoet schuift weg, ik verlies bijna mijn evenwicht. Het geraas van vallende stenen weerkaatst tegen de rotswanden. Ik huiver. In het gemurmel van de beek klinkt zijn onsterfelijke lach.'



# Een thermometer voor de geschiedenis

Een fossielenonderzoeker – dat is toch iemand die versteende schelpen, botten en eieren zoekt, om vervolgens de evolutie te ontrafelen? Vaak wel, maar in het geval van Johan Weijers niet. Hij analyseert als geochemicus bij de faculteit Aardwetenschappen van de Universiteit Utrecht fossiele moleculen, en reconstrueert hieruit het temperatuurverloop op aarde.

De Vernieuwingsimpuls Veni Vidi Vici steunt talentvolle onderzoekers in verschillende fases van hun wetenschappelijke carrière in de verwezenlijking van hun grensverleggende onderzoeksplannen.

‘Betrouwbare schattingen van vroegere temperaturen op aarde zijn schaars. Hoewel de temperatuur van de oceanen gedurende de afgelopen miljoenen jaren naar aardwetenschappelijke maatstaven behoorlijk nauwkeurig geregistreerd is, geldt dat niet voor de temperatuur van het vasteland. Uit fossiele plantenresten, pollen, en vorstverschijnselen in de bodem is wel redelijk goed bekend of het warm was of juist koud in een bepaalde periode, maar hoe warm of hoe koud is nog nooit exact bepaald.’

Johan Weijers gaat hier met zijn Veni-subsidie verandering in brengen. Hij analyseert de samenstelling van fossiele moleculen die afkomstig zijn uit celmembranen van bodembacteriën, afkomstig uit wereldwijd verzamelde bodemonsters. Weijers: ‘De compositie van de vetten in deze membranen is sterk temperatuurafhankelijk. Daarom kun je de verdeling van de membraanmoleculen gebruiken als een soort thermometer voor de geologische geschiedenis.’

En daar is vraag naar. Neem de klimaatverandering die gaande is: De temperatuur op aarde stijgt, daar lijkt iedereen het inmiddels wel over eens te zijn. Maar hoeveel gaat de temperatuur omhoog? Krijgen we te maken met enorme overstromingen, ligt Amersfoort straks aan zee? Hierover is de discussie nog lang niet verstomd. Alle deelnemers aan het debat grijpen terug op klimaatschommelingen in het verleden om hun argumenten kracht bij te zetten. ‘Terecht, maar dan moeten ze wel weten hoe die klimaatschommelingen eruit zagen’, meent Weijers.

Of neem de komeetinslag die het uitsterven van de dinosaurussen inleidde, 65 miljoen jaar geleden. Weijers: ‘Men gaat ervan uit dat de zon na deze inslag lange tijd verscholen ging achter enorme stofwolken en het jarenlang zeer koud is geweest. Maar hoe koud? Dat zijn we aan het uitzoeken.’

Hoe koud was het na het uitsterven van de dino's?



Tot nu toe werkte Weijers met sedimenten uit grote rivierdelta's, en reconstrueerde hieruit de temperatuurontwikkeling in diverse rivierbekkens. Zijn Veni-subsidie gebruikt hij om zijn oerthermometer opnieuw te ijken, zodat deze ook gebruikt kan worden in oude meer- en veenafzettingen. ‘In meren leeft waarschijnlijk een ander soort bacteriën. Die maken wel dezelfde moleculen, maar zijn op een andere manier gerelateerd aan de temperatuur’, legt hij uit.

Uiteindelijk moet de nieuwe oerthermometer gebruikt gaan worden om vroegere luchttemperaturen wereldwijd nauwkeuriger te reconstrueren. Opdat de strijders in het klimaatdebat in elk geval van goede munitie kunnen worden voorzien.