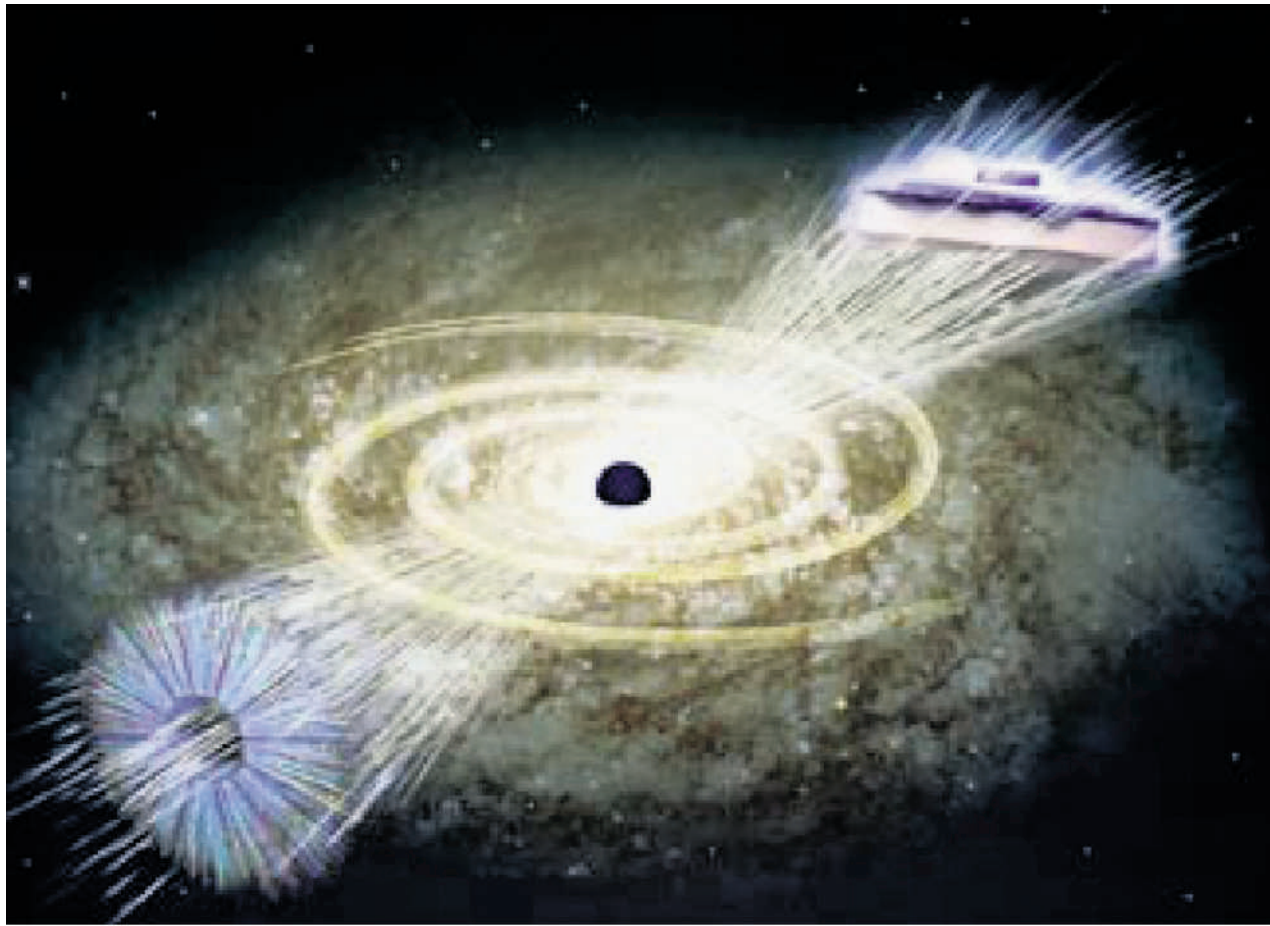


• Tekening van zwart gat, omcirkeld door een supergeleider (rechts) en een quark gluon plasma. ILLUSTRATIE NATURE



SNAARWISKUNDE IS NUTTIG VOOR SUPERGELEIDING

Een vreemd beest

Grote opwinding: snaartheorie kan zwarte gaten beschrijven en supergeleiders! Is het geluk of wijsheid?

Margriet van der Heijden

‘OKÉ, JULLIE WILLEN nu allemaal iets over zwarte gaten horen...’ Natuurkundige Subir Sachdev, hoogleraar aan Harvard University, is al op ruim tweederde van zijn spreektijd als hij eindelijk het onderwerp aansnijdt waarop zijn gehoor in het zaaltje van het Leidse Lorentz Center al een tijdje zit te wachten. Niet dat het zaaltje vol zit met astronomen, kosmologen of andere zwarte-gatenkenners. Vervuit de meeste aanwezigen komen, net als Sachdev zelf, uit de gecondenseerde materie. Dat is het vakgebied dat materialen wil begrijpen vanuit fundamentele principes op microscopische kleine schalen. Een vakgebied dus dat zacht gezegd vrij ver staat van de fenomenale samenballingen van materie in de kosmos.

‘Toen ik op de middelbare school over zwarte gaten hoorde, dacht ik dat het volstrekt nutteloze dingen waren’, zegt Sachdev opgewekt na afloop van zijn verhaal. En toch heeft hij, gek genoeg, zojuist laten zien dat een bepaalde beschrijving van zwarte gaten heel goed bruikbaar is om het gedrag te beschrijven van de hoge-temperatuur supergeleiders – een materiaal dat nog altijd als raadselachtig geldt.

WEERSTANDSLOOS Deze supergeleiders zijn kristallen van koper, zuurstof en twee of meer andere metalen en kunnen elektriciteit weerstandsloos geleiden bij temperaturen van zo’n honderd graden boven het absolute nulpunt. In vergelijking met de veel eerder ontdekte en wel goed begrepen conventionele supergeleiders is dat relatief hoog. En dat moet, denken natuurkundigen, iets te maken hebben met de merkwaardige

quantummechanische toestand in die materialen als ze nog niet supergeleidend zijn. Bij temperaturen dus boven de kritische temperatuur van zo’n 100 Kelvin. Want dan gedragen deze materialen zich als ‘een vreemd quantummechanisch beest’, in de woorden van Jan Zaanen, de Leidse Spinozaprjswinnaar en expert op dit terrein. In het gedrag van dit ‘vreemde beest’ zit ook de link naar de zwarte gaten. Die link werd al in 2001 gevonden, maar is nu door Sachdev en zijn collega’s verder en preciezer uitgewerkt in een artikel dat binnenkort in het vakblad *Physical Review D* verschijnt. Meer specifiek: het gaat om een verband met bepaalde zwarte gaten die door de beroemde theoretische fysicus Juan Maldacena uit Princeton werden beschreven binnen

Wat een slechte grap lijkt, kan een doorbraak blijken

het raamwerk van de snaartheorie. En daarin schuilt de opwinding: als een resultaat uit snaartheorie zowel zwarte gaten kan beschrijven als het gedrag van hoge temperatuur supergeleiders, betekent het dan dat er een diep onderliggend principe in de natuur moet zijn? En dat natuurkundigen dat op het spoor zijn? ‘Wat misschien eerder lijkt op een slechte grap van een theoretisch fysicus, zou in feite wel eens geschiedschrijving kunnen zijn’, schrijft Jan Zaanen er deze week over in een commentaar in het vakblad *Nature*. Toch is nog volstrekt onduidelijk wat het verband precies betekent, of wat het onderliggend principe kan zijn, zo geeft hij ook onmiddellijk toe. Het werk van Maldacena betrof niet zomaar zwarte gaten. Maldacena ging uit van zwarte gaten in een veel exotischer

‘kosmos’ dan de onze: namelijk in een vijfdimensionale en negatief gekromde ruimtetijd, een zogeheten Anti-de-Sitterruimte. En hij liet zien dat die vreemde zwarte gaten een-op-een in verband te brengen zijn met een quantummechanische beschrijving van de zwarte gaten in ons eigen universum. Sachdev en zijn collega’s voegen daaraan nu toe dat onder bepaalde aannames zo’n een-op-een-verband ook te leggen valt met de hoge temperatuur supergeleiders. ‘Maar is dat geluk of wijsheid?’, vraagt Zaanens gloednieuwe collega in Leiden, snaartheoreticus Koenraad Schalm zich af.

SHOW ‘Wie de taal van de wiskunde verstaat moet wel onder de indruk zijn’, zegt Zaanen. ‘En in Nederland proberen snaartheoretici te luisteren naar die taal zonder er een show van te maken zoals in de Verenigde Staten. Als agnostici zeg maar, zonder meteen te grijpen naar allerlei spectaculair klinkeende speculaties.’ Daardoor is er volgens hem ‘in Nederland, in tegenstelling tot de rest van de wereld, ook een prettige verhouding tussen snaartheoretici en de wereld van de gecondenseerde materie.’ ‘En dat is ook een beetje het politieke gevoel achter mijn stukje in *Nature*’, zegt Zaanen. Want misschien zouden de ‘zweverige’ snaartheoretici en de ‘overpragmatische’ gecondenseerde materispecialisten, die elkaar in de vs zo vaak bestrijden, maar eens moeten samenwerken. ‘We verkeren een beetje in omgekeerde werelden: in de gecondenseerde materie hebben we ontzettend veel experimentele resultaten terwijl het ons aan wiskunde ontbreekt om die te beschrijven. Jonge snaartheoretici zeggen juist: we hebben zoveel praktische wiskunde die op zoek is naar betekenisvolle experimenten.’ Waar dat vervolgens heen leidt, blijft onzeker. ‘Misschien zijn we er gewoon nog niet aan toe om te weten waar het spoor naar toe zal voeren’, zegt Zaanen. En ook Sachdev houdt een grote slag om de arm. ‘We hebben voor een heel specifiek geval een verband uitgewerkt. Maar in hoeverre we dat kunnen verbreiden is nog de vraag.’

Suikergevoelige neuronen kunnen diabetes veroorzaken

Een groep hersencellen die gevoelig zijn voor de hoeveelheid glucose in het bloed blijkt een rol te kunnen spelen bij het ontstaan van diabetes type 2, vroeger ouderdomsdiabetes. Deze neuronen komen namelijk in actie als er meer glucose in het bloed verschijnt en dragen bij aan de opname van de suiker in het lichaam. Als de cellen kunstmatig ongevoelig voor glucose worden gemaakt, gaat dit mis en ontstaat diabetes. Frappant is dat de gevoeligheid voor glucose afneemt als muizen door een vetrijk dieet veel te dik worden. Overgewicht is immers de belangrijkste risicofactor voor dit type diabetes. Volgens de ontdekkers van dit fenomeen kan de ziekte dus ook ontstaan als deze neuronen niet goed werken. Zij vonden echter ook een manier om dit proces ten goede te keren (*Nature, online*, 29 aug.). Patiënten met diabetes type 2 kunnen het glucosegehalte van hun bloed niet goed reguleren. Als dit na een maaltijd toeneemt, moet deze suiker uit het bloed worden gehaald en, als hij niet meteen voor de energievoorziening van het lichaam nodig is, worden opgeslagen in de lever en in de spieren. Lukt dat niet dan blijft de bloedglucose permanent te hoog, wat op den duur tot ernstige schade in allerlei organen leidt. De glucoseopname wordt geregeld door het hormoon insuline. Type 2 diabetes ontstaat volgens de bestaande opvattingen als de insulineproducerende bètacellen in de alveolierklier niet goed werken en lever en spieren minder gevoelig worden voor insuline. Daar komen nu de glucosegevoelige hersencellen bij.

De fysiologen uit Boston en Seattle bestudeerden de activiteit van zogeheten propiomelanocortine cellen (POMC) in de hypothalamus, omdat deze cellen worden geactiveerd door het verzadigingshormoon leptine. Zij ontdekten daarbij dat deze cellen ook geactiveerd worden door een toename van het glucosegehalte van het bloed. Dat gebeurt via een glucosegevoelig eiwit. Als de onderzoekers dit eiwit uitschakelden, bleek dat deze verder kerngezonde dieren minder goed in staat waren om glucose uit het bloed op te nemen. Met andere woorden: zij kregen diabetes. Verder onderzoek wees uit dat de neuronen ook minder actief worden in vetgemeste muizen. De conclusie is dan ook dat afwijkingen in de POMC tot diabetes type 2 kunnen leiden. Het glucosegevoelige eiwit in deze cellen is hetzelfde dat ook de bètacellen activeert op de aanwezigheid van deze suiker. De onderzoekers toonden aan dat het enzym ucr2 hun gevoeligheid voor glucose vermindert. Als zij volvette muizen een middel toedienden dat dit enzym remt, bleek de verminderde gevoeligheid voor glucose van de POMC te verdwijnen. **Huup Dassen**



• Engelse drop. In het brein bevinden zich zenuwcellen die gevoelig zijn voor veranderingen in het glucoseniveau in het bloed. FOTO RBP PRESS

Academisch kwartiertje

MASSALE UITVAL, overvolle lokalen, achterstallig onderhoud, gebrek aan motivatie, een pool van verveling en anonimiteit – als we de recente krantenberichten mogen geloven, dan zijn de universiteiten snel het nieuwe vmba aan het worden. Nu valt de kritiek onder academische columnist en ook wel mee. Misschien de uitpraak van wijlen president Lyndon Johnson goed hebben onthouden (geen fijnzinnige stylist trouwens): ‘It’s probably better to have them inside the tent pissing out, than outside the tent pissing in’. Maar ik denk eerder dat de blik van binnenuit de tent genuanceerder is. Niet dat er niet kritisch naar de academie moet worden gekeken. Hoewel er heel veel goeds is, kan er zeker veel verbeterd worden. Juist de universitaire wereld moet in de spiegel durven kijken, zeker aan de vooravond van een nieuw academisch jaar. De vraag is daarom legitiem: halen we op dit moment het beste uit onze universiteiten? Tienduizenden eerstejaars fietsen deze week met tassen vol roosters, folders en

plattengronden onwennig door de universiteitssteden. Ze staan aan het begin van een groot avontuur, voor velen de vormende periode uit hun leven. Ze stralen kwetsbaarheid uit, maar ook (potentiële) energie – volgens mij pikt de mens in vele opzichten zo rond het achtste levensjaar, niet alleen wat betreft de hormoonspiegel of de fysieke conditie, maar ook in ruwe intellectuele vermogens en concentratie. Wie kan nog voor zijn oude eindexamen scheikunde slagen? Ik zeker niet.

Discussies over gebrekkige vooropleidingen, waar leerlingen geplagd worden met allerlei ‘nutteloze noviteiten’, kunnen daarbij kortzichtig zijn. Ik verwijs graag naar een uitspraak uit 1876 van de rector van mijn oude gymnasium, toen zeer tot zijn ongenoegen moderniteiten als wiskunde, Frans, Duits en Engels waren ingevoerd ten koste van de klassieke talen: ‘Men jakkert van uur tot uur, van vak tot vak ... Zo is reeds menige vrolijke jongeling vergald ... Misschien is hier de reden te zoeken dat er in onze dagen zo weinig mannen zijn.’ Maar worden de eerstejaars van 2007, echte mannen of niet, wel genoeg uit-

gedaagd? Ruwweg een derde vindt van niet. Er is een groeiende vraag naar andere, intensievere onderwijsvormen, liefst kleinschalig en interactief. Zie bijvoorbeeld de bloei van de University Colleges, maar ook andere constructies waarin men in een hechte groep van gelijkgestemden verkeert. Juist in een grote wereld zoeken jongeren meer en meer een kleine kring van vertrouwdeheid. De rol van de sociale dynamiek in een studie moet niet onderschat worden. Iedere liefhebber van de Tour de France kent de kracht van het collectief. Het blijft een indrukwekkend gezicht hoe zelfs de sterkste wielrenner bijna onherroepelijk wordt ingehaald door het voortdurende peloton, waaronder zich toch per definitie ook vele middelmatige renners moeten bevinden. Het geheim is dat in de kop van het peloton, in een eendeloos spelletje van haastover, men steeds elkaar inhaalt en uit de wind houdt. Ook het vormende karakter van de meeste studies is nog onderontwikkeld. Onze universiteiten zijn opgedeeld in fijn verkaveld veldjes, waarin de mentale afstand tussen faculteiten onoverbrugbaar schijnt. Studenten

wordt zo intellectuele pleinvrees bijgebracht. Een beetje zoals Tiggertje. Dat was een dikke rode kater die wij vroeger hadden. Tiggertje wilde niet graag op schoot. Ik had daar echter geen boodschap aan, pakte hem gewoon op en dwong hem zo te blijven zitten. Hij zat zich daar dan op allerlei manieren tegen te verzetten. Op een tijdje kon ik mijn handen weghalen, maar Tiggertje bleef fronsend in elkaar gedrukt zitten, smachtend naar vrijheid, vechtend tegen een imaginair paar handen in zijn kattenbrein dat hem in bedwang hield. Is de studie zo’n denkbeeldig knellend paar handen?

Dat zou jammer zijn, want juist de laatste jaren is er meer belangstelling voor een bredere opleiding. We moeten zelfs oppassen voor een academische variant van atmosferische inversie, waarbij de warme lucht boven de koude zit, of andersom, in ieder geval niet zoals het volgens het KNMI hoort. Straks is de generatie van opiniemakers minder scherp en beperkt geïnteresseerd dan de jongeren die zij bekritiseert. Om te zien hoeveel slechter het nog kan

In een magisch bos

In uw artikel over de Bili-aap (w&o, 25 augustus) vermeldt u, dat midden jaren negentig de eerste geruchten over dit diere van de westerse wereld bereikten. Betekent dit dus, dat hier een nieuwe ondersoort is ontdekt? Is het zowaar nog mogelijk om in onze wereld nog een nieuw zoogdier te ontdekken? Ik vraag dat hierom. Toen ik uw artikel las, moest ik onmiddellijk denken aan de Tarzan-boeken van E. R. Burroughs. Zoals bekend wordt Tarzan als kind door de apen opgevoed. Van die apen worden nauwelijks kenmerken gegeven, behalve dat ze groot zijn en prooi vangen, waarbij ze dan een schreeuw geven. (Ik zou er niet op durven wedden dat de beroemde schreeuw uit de Tarzan-films overeenkomt met wat Burroughs bedoelde.) Maar interessant is, dat Burroughs deze grote apen uitdrukkelijk niet ziet als gewone chimpansees. Zou Burroughs dat geheel uit zijn duim hebben gezogen? Best mogelijk, want in de loop van zijn verhalen zuigt hij ook allerhande Afrikaanse volken uit zijn duim. Maar ik kan me nauwelijks voorstellen, dat zo’n groot zoogdier als de Bili-aap anno 1990 echt nog volledig onbekend zou zijn geweest. Zou het niet interessant zijn om eens te proberen na te zoeken of er niet toch al oudere geruchten over deze aap bestaan. Het eerste boek van Burroughs, ‘Tarzan of the Apes’ is uit 1914. Dus als er iets in



het idee zit dat Burroughs dergelijke geruchten kende, dan moeten ze een eeuw geleden al hebben bestaan. In de tweede helft van de 19e eeuw doorkruisten ontdekkingsreizigers zoals Livingstone Afrika. In 1885 deelden de Europese mogendheden Afrika onder elkaar op, waarna ze er ongetwijfeld de nodige energie in hebben gestoken om te kijken wat ze nu eigenlijk in bezit hadden genomen. Helemaal niet onmogelijk dat ze daarbij ook op de grote aap zijn gestuit,

BRIEVEN

of althans vaag van het bestaan daarvan hebben gehoord.
E. Voogd
per e-mail

Naschrift

Cleve Hicks en andere primatologen hebben aangetoond dat de Bili-aap genetisch gezien een gewone chimpansee is. Dat betekent dus dat er vanuit die hoek geen basis is om deze aap te onderscheiden als een aparte ondersoort. Wel zijn er onderzoekers, zoals de Australiër Colin Groves, die ervoor pleiten om de chimpansees op basis van morfologische kenmerken (zoals een grotere schedelinhoud) opnieuw in te delen. Groves pleit ervoor de oostelijke chimpansee (*Pan troglodytes*) te splitsen in twee ondersoorten, waardoor de Bili-aap zou behoren tot de noordwestelijke groep. Maar hij krijgt niet veel steun. De eerste berichten over de Bili-aap dateren van het eind van de negentiende eeuw toen een Belgische legerofficier een aantal schedels mebracht uit toen nog Belgisch Congo. Ze hadden een duidelijke kam en men ging ervan uit dat het gorilla-schedels waren. Meer informatie hierover is te vinden op de website van Karl Ammann, www.karlamann.com.



Redactie W&O
Rijden op gras 3
Het artikel: Rijden op gras’ (w&o, 28 juli) heb ik met belangstelling gelezen. Naar mijn mening is de conclusie van het artikel: ‘Zonnecellen maken alle biodierstof snel overbodig’ niet houdbaar. Voor de vermelde rendementen van biomassa, 0,1 tot 1 procent wordt heel terecht uitgegaan van de gemiddelde opbrengst over een heel seizoen. Voor de rendementen van zonnecellen wordt echter uitgegaan van het maximale momentane rendement van 15 PROCENT. DAT IS INDERDAAD HET MAXIMALE MOMENTANE RENDE-

MENT VAN ZONNECELLEN DIE OP DIT MOMENT OP DE MARKT VERKRIJGBAAR ZIJN. DE ZON SCHIJNT ECHTER MAAR CA. 700 EQUIVALENTE VOLLASTUREN PER JAAR, OFWEL CA. 8 procent van de 8760 uren die een vol



jaar telt. Voor vergelijking met de opbrengst van biomassa moet het rendement van zonnecellen derhalve met 8 procent worden vermenigvuldigd, waardoor het gemiddelde jaarrendement uitkomt op 1,2 procent. En dit verschil niet meer zoveel van de rendementen van biomassa! Biomassa zal dus zeker niet snel overbodig zijn! Deze conclusie sterkt mij bovendien in mijn opvatting, dat nooit over rendementen mag worden gesproken zonder definitie er bij te vermelden!
Prof.ir. R.W.J. Kouffeld
Em. Hoogleraar Energievoorziening TU Delft

Oude bacterie

Op de wetenschapspagina van 28 augustus wordt melding gemaakt van een bacterie van een half miljoen jaar oud. Toch zal deze bacterie bij lange na niet het Guinness Book of Records halen. In de wetenschapspagina van 7 mei 2005 stond een bericht over een kwart miljard jaar oude bacterie. Deze overleefde niet in het ijs, maar in een zoutkristal. Misschien moeten we daarom buitenaards leven niet in ijs, maar in zout zoeken.
Frans Jaansma
Maastricht

Naschrift

In 2005 ging het om een bacterie die in een vloeistof was ingesloten in een zoutkristal. Die bacterie heeft zich daardoor kunnen delen en daardoor een kwart miljard jaar kunnen overleven. De bacterie uit de permafrost van een half miljoen jaar oud lijkt daarbij magertjes af te steken, maar deze wist die tijd te overbruggen zonder zich te delen.
Redactie W&O

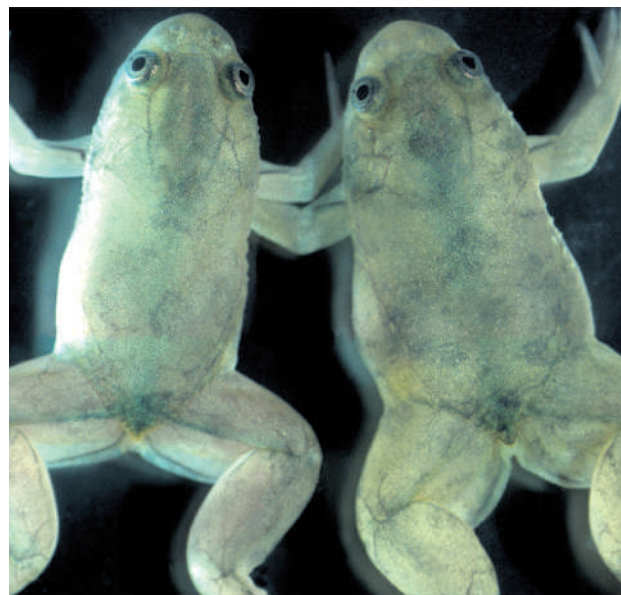


FOTO ANDREY ZARASKY

Het felle rood uit een Moskouse dierenwinkel

Nooit konden biologen bepaalde weefsels of moleculen zo fel rood laten oplichten als nu, met de kleurstof Katushka. Russische wetenschappers ontwikkelden deze fluorescerende kleurstof die werkt tot in het infrarode spectrum en daardoor zeer goed levende weefsels kan doordringen (*Nature Methods*, online, 26 augustus). Net als de veel gebruikte groene fluorescerende kleurstof GFP die oorspronkelijk uit een kwal komt, heeft Katushka een biologische oorsprong. Chemicus Sergey Lukyanov ontdekte een felrode zeeanemonie in een aquarium in een Moskouse dierenwinkel, en dacht onmiddellijk aan de mogelijkheid die kleur in zijn onderzoek te gebruiken. Van de eigenaar van de dierenwinkel hoorde hij echter dat het zeebeest al verkocht was. Lukyanov aarzelde geen moment en bood meer. In zijn laboratorium isoleerden zijn medewerkers de rode kleurstof uit de anemonie. Lukyanov bleek een gelukkig voorvoel te hebben gehad. Deze kleurstof was twee keer zo helder als DsRed2, een vergelijkbare rode kleurstof. Verdere optimalisatie leverde een fluorescerende stof op die tien keer sterker was dan gangbare kleurstoffen. Op de foto’s twee klauwklikkers, op de linkerfoto bij daglicht, rechts als het licht uit is. Bij de linkerklikker zijn de spiercellen aangekleurd met Katushka, bij de rechter met het oude DsRed2. (SV)

Robbert Dijkgraaf



– of dat het hier allemaal nog wel mee valt – volstaat een paar uur in de trein. Het Franse universitaire systeem is namelijk pas werkelijk failliet. De troosteloze campussen zijn gevuld met anonieme betonkolossen opgetrokken in de spreekwoordelijke art brut. Het zijn gigantische onderwijsfabrieken, waar slecht betaalde docenten aan de lopende band diploma’s produceren, die buiten de poort snel hun waarde verliezen. Nergens zijn ontmoetingsplekken te vinden, de kantines sluiten vroeg, de sociale cohesie is absent, kortom het is armoede troef. Het enige verzetje is samen demonstreren. Waarom is de Franse natie nog niet in een zompig moeras weggezonden? Omdat dertig procent van het hoger onderwijsbudget naar de grandes écoles gaat, de elitescholen waar slechts vier procent van de studenten mag studeren. Dat is een factor tien meer per student, die zelfs wordt betaald om daar te studeren. Dår wordt de bestuurlijke en technocratische elite van Frankrijk geleid.

Dit scheve Franse systeem heeft natuurlijk wel zijn charmes. Zeg nu zelf, bij wie lopen niet de rillingen over het lijf, als je op de befaamde École polytechnique over een knalrode loper tussen bewapende schildwachten in glimmende zwarte pakken met een even knalrode streep op de broek op weg bent naar de generaal die daar aan het hoofd staat. De geest van de oprichter Napoleon is nog helemaal levend; er worden regelmatig sentimentele excursies naar zijn praalgraf in de Dôme des Invalides georganiseerd.

De École polytechnique wordt liefkozend l’X genoemd. Oorspronkelijk stond deze letter symbool voor de belangrijke rol die de wiskunde in de opleiding van deze aanstaande ingenieurs speelt. Later werd de X vormgegeven door twee gekruiste kanonnen. Mathematische artillerie, een prachtig symbool voor de intellectuele schotkracht van deze elitescholen. Studenten blijven hun hele leven een ancien élève van deze prestigieuze opleiding. Hun overlijdensbericht zal er mee openen, zoveel staat al vast. Maar wie kent dit soort gevoelens in Nederland? De econoom Arnold Heertje noemt zich graag ‘student aan de Universiteit van Amsterdam sinds de zomer van 1951’, maar deze hartverwarmende moederbinding met de alma mater blijft toch een uitzondering. Nee, de Nederlandse universiteiten zijn politiek en maatschappelijk gezien nog steeds ondergewaardeerde aandelen. Maar het is niet alleen een kwestie van de overheid die de portemonnee niet wil trekken. Kent de student zelf wel de juiste waarde aan het diploma toe?

Op discussies rond de hoogte van het collegegeld rust een taboe. Onder Nederlandse studenten regeert de leenangst. Enkele tienduizenden euro’s lenen voor een studie, die als het goed is toch een aanzienlijke meerwaarde op de arbeidsmarkt geeft, wordt als onverantwoord gezien. Maar diezelfde jonge mensen spoeden zich na de uitreiking van de bul naar de hypotheekbank om daar een lening voor het tienvoudige bedrag af te sluiten voor ... Ja voor wat? Voor wat bakstenen en spaanplaat, waarvan het rendement op z’n minst twijfelachtig is. Er mag dan een taboe heersen op de hypotheekafreik, maar niet op de hypotheek zelf, althans niet voor bakstenen. Alles overziend heeft Nederland een goede uitgangspositie in de internationale hoger onderwijsmarkt. Het is een compact land, via Schiphol goed bereikbaar, iedereen spreekt (gebroken) Engels, met een prachtige wetenschappelijke traditie en praktijk. Maar het Nederlandse universitaire systeem moet zich wel aan de vraag en de internationale normen aanpassen, anders wordt het links of rechts ingehaald. Gezien alle ontwikkelingen en ambities in de rest van de wereld is het kwart voor twaalf. Zich waarschijnlijk niet bewust van de symbolische betekenis van de maatregel, heeft mijn werkgever, de Universiteit van Amsterdam, dan ook besloten om met ingang van dit studiejaar het academisch kwartiertje af te schaffen. Dat scheelt toch weer mooi vijftien minuten hoop! Ik hoop de eerstejaars maandagmorgen dan ook om klokke negen, en geen minuut later, in de collegebanken te zien.