

Reacties op de inhoud van dit bijvoegsel gaan naar Redactie Wetenschap & Onderwijs, NRC Handelsblad, Westblaak 180, 3012 KN Rotterdam. Ingezonden brieven dienen bij voorkeur de 500 woorden niet te overschrijden.



India, in bevolkingsaantallen het tweede land ter wereld, heeft eigen satellieten, kerncentrales, reageerbuisbaby's en een half miljoen afgestudeerde exacte wetenschappers. Maar jaarlijks sterven nog vele Indiërs aan ondervoeding. Personeel te over in de Indiase laboratoria, maar ironisch genoeg liggen de sterkste troeven op theoretisch gebied. Een land met tegenstellingen die zelfs Indiërs soms teveel worden. „Het went echt wel, al went het nooit helemaal.”

Cas de Stoppelaar

De voorpagina van de *Times of India* van 7 mei 1982 biedt een boeiende verscheidenheid van nieuwsberichten, die als illustratie kunnen dienen voor de uitersten waartussen het wetenschappelijk leven der Indiërs zich afspeelt. Het bericht "500 doctorsbullen verkocht aan meest biedende in de Punjab" en een tekening van de bekende cartoonist Laxman over examenaanvragen die in India veelal de dag voor het examen vrijelijk worden verhandeld, staan zij aan zij met een artikel waarin de minister van Science en Technology, Mr. C. P. N. Singh, in het parlement zegt dat "er binnen zeer korte tijd een grote Indiase satelliet de ruimte ingeschoten zal worden met een raket van eigen makelij, van onze eigen bodem gelanceerd".

De minister voegt er aan toe: "De Indiase wetenschapsmensen en technologen behoren tot de beste der wereld, en het wordt hoog tijd dat we de Amerikaanse lanceerbases laten voor wat ze zijn!" Het parlement, getuige de krant, barstte daarop uit in een luid gejuich. Jagers en verzamelaars in het binnenland van India kijken naar een TV, die beelden opvangt via de zopas gelanceerde *Insat* (Indian National Satellite System) 1A, een geostationaire satelliet die in India werd ontworpen en gebouwd. De doodarme dorpen in Maharashtra worden verlicht met elektriciteit uit de kerncentrale te Tarapur, een onderdeel van het enorme Atomic Energy Program, waarin 20.000 man wetenschappelijk en technisch personeel werkzaam zijn.

In Calcutta wordt elk jaar nog een onrustbarend aantal jonge bruiden om het leven geholpen omdat hun bruidsschat tegenviel (het officiële krantebericht luidt: *Sarie vatte vlam*), op een steenworp afstand van een Cyclotron en een Bubblechambre, waarin fysici zich buigen over de "Charm particle production in 400 GeV/c proton and 340 GeV pi-emulsion collisions". De extreme aspecten van India zijn genoeg beschreven, met een nadruk die veelal op de armoede valt. Daar ben ik nu niet voor. Waar het om gaat is de andere kant van India, die van geavanceerde wetenschap en technologie. Vijfhonderdduizend Indiërs zijn afgestudeerd in één der exacte studierichtingen. Wat doen die allemaal? Hun "brains" zijn vast niet allemaal afgedreven naar Amerika, Europa of tegenwoordig veel naar het Midden-Oosten. Hoe ziet het er uit in een Indiaas laboratorium?

De ontmoeting met de bekendste wetenschapsman van het land, professor Jayant Narlikar, verloopt

ongewoon. Aanvankelijk veronderstel ik, al wachtend in een kamer-tje, zijn secretaris voor me te hebben en hij stelt zich ook niet voor. IJsbereid bekijk ik de boekenkast, blader in tijdschriften en werp tenslotte een blik op een foto aan de wand waarop ik Narlikar zie zitten naast de beroemde Fred Hoyle en wat andere sterren uit het astronomisch wereldje van Cambridge... dat gezicht... maar die secretaris hier is Narlikar zelf!

De situatie wordt gered door de professor die zich uitput in verontschuldigheden wegens het feit dat ik niet volgens de normale Indiase hiërarchie tot zijn werkkamer ben doorgedrongen. Hij zegt dat in het Tata Institute for Fundamental Research (TIFR), waar hij werkt, iedereen alles zelf doet; heel modern.

„U ziet ook geen bediende buiten mijn deur die mij de hele dag gla-

zen water aanreikt. Neemt u ons niet kwalijk." Voldoende personeel (een understatement, gelet op de aantallen), in combinatie wat bij jeugdige Indiase onderzoekers de "Brahmanentaliteit" wordt genoemd, vormt het grootste gevaar voor het wetenschappelijk onderzoek in India. Dave Seckler, een Amerikaan die bij de Ford Foundation in New-Delhi werkt aan het verbeteren van landbouwgewassen, heeft hier al jaren ervaring mee: „Het beeld is onveranderlijk als volgt: de professor zit aan zijn bureau, samen met een student, die op aanraden van de professor aan een bediende de opdracht geeft een zaadje te planten. De bediende heeft daar een ondergeschikte voor, die het zaadje uiteindelijk daadwerkelijk in de aarde duwt. Als het gegroeid is komt het resultaat van dit experiment via deze hiërarchie weer naar de professor toe".

„Man! De ruis in dit systeem is soms vele malen groter dan het signaal. Het is net als de grap die in een cirkel wordt rondverteld: als hij weer bij zijn beginpunt terug komt is er niks meer van over".

De meeste Indiërs geven dit zonder omwegen toe. Professor Jain, getuige zijn naam ook niet direkt uit een geslacht waarin men geacht wordt zelf achter de machine te kruipen, is thans directeur van de I.T.T. in Delhi. (India heeft vijf Indian Institutes for Technology, in kwaliteit te vergelijken met goede buitenlandse technische hogescholen). Hij maakt duidelijk dat van oudsher vertegenwoordigers van hogere kasten in India geen praktisch werk deden. „Maar onze vrees daartoe heeft niet alleen zijn oorsprong in het kastestelsel.

Wij zijn als kind niet opgevoed met gereedschap of met speel-



goed, en zijn op latere leeftijd dus gewoon erg onhandig. Ja zelfs verlegen om met werktuigen om te gaan." Hij vertelt dat hij tijdens zijn promotie tot doctor in de werktuigbouwkunde in Londen speciaal een technicus kreeg toegewezen om de handelingen uit te voeren. „Het zal u raar in de oren klinken, maar ik heb tot op de dag van vandaag nog geen schroevendraaier in mijn vingers gehad!" In hoeverre is de Indiase mentaliteit ongeschikt voor empirische wetenschap? De religie en de filosofie hebben zich altijd sterk afzijdig gehouden van de ons omringende wereld. Geestelijke zaken waren van belang maar het adstrueren van theorie met praktische gegevens was iets dat die schijnwereld slechts in betekenis zou doen toenemen en dus voorbehouden aan lager geplaatste creaturen.

In theoretische wetenschappen zijn de Indiërs daarom altijd veel beter geweest dan in toegepaste vakken, en dat is nu nog steeds zo. Jayant Narlikar is een theoretisch astronoom. De bekendste mannen in wetenschappelijk India zijn fysici en wiskundigen. Beroemdheden uit de geschiedenis zijn bijvoorbeeld Srinivasa Ramanujan, Jagdish Chandra Bose, C.V. Raman, Meghnad Sata, Satyendranath Bose, K. S. Krishnan of Homi Bhaba — theoretici. De afdeling wiskunde van het Tata Instituut in Bombay heeft een goede naam, maar een afdeling als microbiologie hobbelt een beetje achteraan.

Daarnaast wordt als reden voor het mindere succes van de praktische vakken in India telkens aangevoerd dat het land in een uithoek van de wetenschappelijke wereld ligt. Praktisch werk is niet alleen een kwestie van handen-uit-de-mouwen steken, maar ook van een voortdurend contact met collega-onderzoekers, die af en toe langswippen en adviezen geven op grond van eigen ervaring.

„Zo lopen wij altijd achter", zegt de biochemicus dr. U. W. Kenkare van het Tata Instituut. „Van het moment dat iemand in Amerika een briljant idee krijgt waarmee zijn collega's meestal ook vooruit kunnen, tot het moment dat wij het in de vakliteratuur hebben gelezen, duurt tussen de twee en vier jaar."

Ik opper dat Japan toch ook in een betrekkelijke uithoek lag, terwijl ze nu toch zo aardig kunnen meekomen. Dit wordt in India als een ongepaste opvatting gezien, want Indiërs zijn natuurlijk een stuk beschaafder dan Japanners, die immers alles gewoon door slaafse nabootsing tot stand hebben weten te brengen. En dat is niet zoals het hoort.

Ondanks hun geografische handicap draaien de Spinoe en Sorvall ultracentrifuges naar hartelust in het instituut. De nieuwste Mett-



FOTO CAS DE STOPPELAAR

DE KASTE DER WETENSCHAPPERS

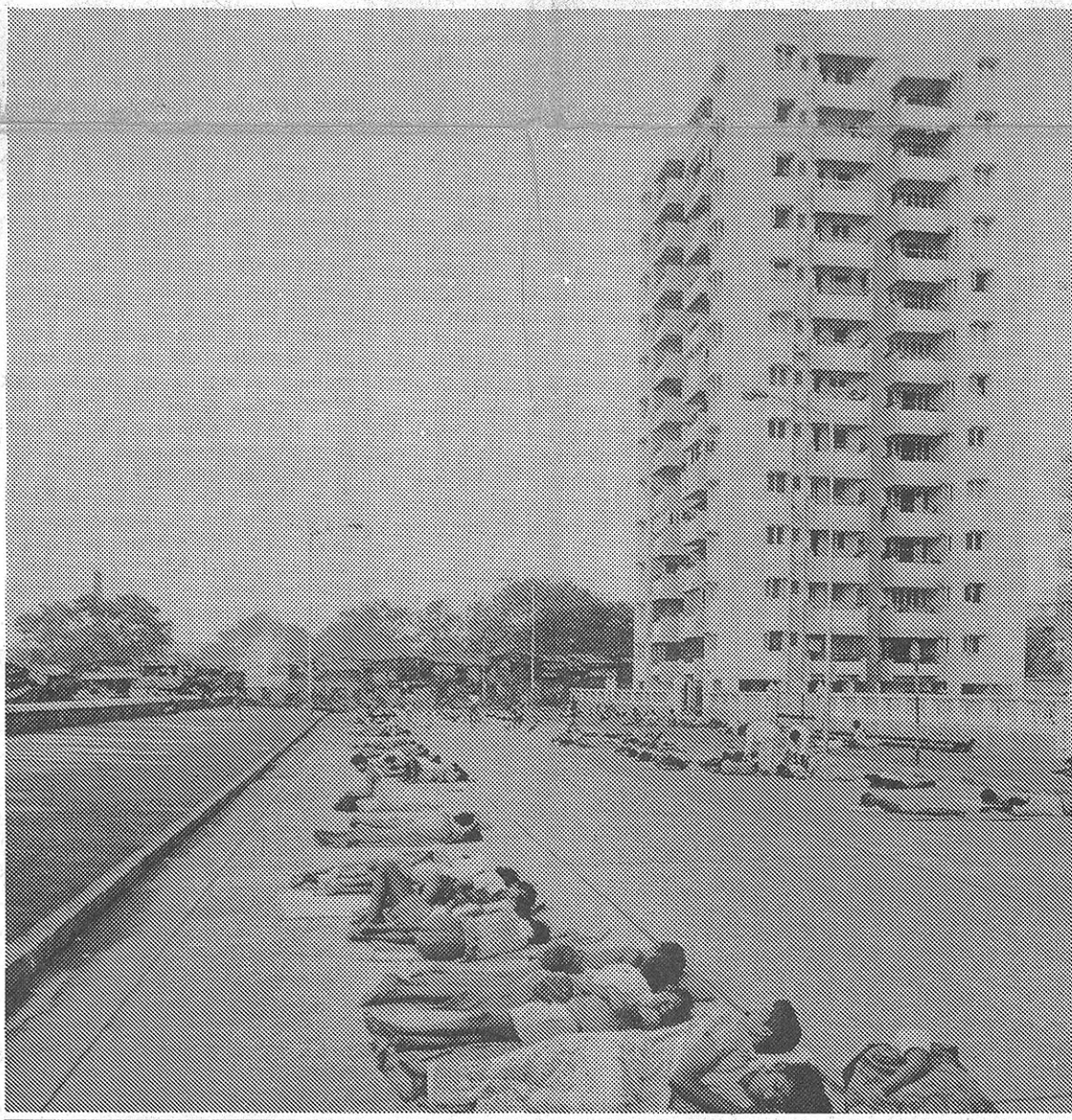


FOTO ABC-PRESS

Satellieten, honger en reageerbuisbaby's in India

ler-balansen staan waterpas en digitaal hun microgrammen aan te geven, en in de "plus vier" (graden kamer) is het een drukte van belang. Of komt dat omdat het vertrek het prettigste plekje van India is, zo midden in Mei? „We gaan moeilijk en zuiver, fundamenteel onderzoek zeker niet uit de weg", zegt dezelfde Kenkare strijdlustig. „Als we dat doen, zouden we binnen tien jaar hopenoels achter liggen. Nu hebben we nog het idee dat we het bijhouden, al zitten we op een niveau dat niet hoger is dan in Italië, Hongarije of Spanje."

Een andere handicap voor praktisch werk in India, waar iedereen het over eens kan zijn, is het materiaalprobleem. De vreselijke bureaucratie in het land verhindert een laboratorium binnen een tijdsperiode van een jaar een kapotte rotor van een centrifuge of zo iets te vervangen. Er moet een kast vol papieren worden ingevuld, de

douane moet te vriend worden gehouden, en dit werkt zeer frustrerend en vertragend. „Wij zijn van origine al niet zo soepel", zegt een onderzoeker, „maar hier in dit systeem voelen we ons als een slang die door een stalen stelsel buizen moet zien te kronkelen."



Een sluitend overzicht van wat er zoal aan technisch-wetenschappelijk onderzoek in India wordt gedaan is niet te geven. Het land is onoverzichtelijk groot, de communicatie niet bestaand, en de daarvoor bevoegde regeringswoordvoerders hebben zelf ook geen idee. Er zijn zeker een paar goede instituten. Bekend tot buiten de grenzen is het reeds genoemde Tata Instituut. Voorts zijn er het IIS (Indian Institute for Space Scien-

ces), die te zamen met het Physical Laboratory in Ahmedabad en het India Space Research Centre in Bangalore de ruggegraat vormen van India's sterk opkomende ruimtevaart, waarvan het jaarlijks budget hoger is dan van Engeland. De Apple en de Insat zijn al de lucht ingeschoten, en vele zullen nog volgen.

Atoomonderzoek. Het Homi Bhaba Research Centre ten noorden van Bombay is een instituut dat voor buitenstaanders zo gesloten blijft als een pot, maar er werken zeer capabele kernfysici. India heeft kans gezien op eigen benen te staan bij de bouw van de laatste twee kernreactoren, bij Madras en bij Narora.

Er is verspreid over het hele land redelijk goed biologisch, landbouwkundig, chemisch en natuurkundig onderzoek. Het All-Indian Institute for Medical Sciences heeft ook een reageerbuisbaby op zijn naam staan. In een land waar

75.000 kinderen per dag worden geboren kan die er nog wel bij. Heel fundamenteel lijkt ook het onderzoek dat plaatsvindt in het National Physical Laboratory in Delhi. Dit instituut ziet als voorname taak in de Indiase samenleving het op peil houden van de nauwkeurigheid der fysische standaarden, zoals de kilo, de meter, de seconde en vele andere grootheden. De meter wordt hier met behulp van de frequentie van een Helium-Neon laser tot op een tienmiljoenste nauwkeurig bepaald, en de seconde heeft geen afwijking meer boven een miljoen-miljoenste, dankzij een atoomklok en de calibratie met gelijkgestemde klokken in Europa via de satelliet Symphonie-2.

En dit alles in een land dat er eerder bij gebaat lijkt de gemiddelde foutengrens van haar totale samenleving terug te dringen naar twintig procent, om maar wat te noemen.

De dienstdoende „senior scientist" in de afdeling Calibratie denkt er in zijn hart ook zo over: „Overdag werk ik op 0,0000000001 nauwkeurig en 's avonds moet ik naar huis, door het chaotische verkeer, in een auto die nauwelijks rijdt, langs stoplichten die niet werken, huizen die zijn ingezakt en mensen die niet te eten hebben. Maar het went. Het went echt wel, al went het nooit helemaal! De kloof is voor mij te groot, soms, en de overspanning te ijl."

Science en Technology heeft op dit moment zeker de wind mee in India. Er bestaat veel belangstelling voor en er is duidelijke medewerking van regeringszijde. Geld is er genoeg — vreemd genoeg — en mensen ook, al wordt geklaagd over de gemiddelde kwaliteit, maar dat kan ook niet met universiteiten die alle zo zijn verpoliti-



seerd dat de studenten meer staken dat studeren. De wetenschappers zelf staan ook in hoog aanzien, niet in de laatste plaats bij elkaar. Doctoren spreken elkaar, ook al kennen ze elkaar nog zo goed, altijd aan met „doctor", op dezelfde toon waarmee Bagwan-adepten in Nederland elkaar met *Swami* bejegenen.

De kwaliteit van de laboratoria loopt sterk uiteen, veel meer dan in ons land mogelijk is. Het Sri-Ram Institute for Industrial Research in Delhi, bijvoorbeeld, staat bekend als een „goed instituut" maar het is van een treurigheid, een viesheid, een ongeinspireerdheid waarbij de tranen je in de ogen springen. De tafels liggen onder het stof, voor zover er dat door de waiende fans niet vanaf is gewapperd. Er brandt nauwelijks licht en er liggen hopen vuil in elke hoek. Ik vraag aan de directeur, doktor Nigam, waarom dit zo is. „Vreselijk hè?" beaamt hij volmondig. „En ik zeg het ze zo vaak, maar de mensen lijken niet te weten wat schoon is." De oplossing waarbij hij zelf met emmer en dweil achter zijn gepolitoerde bureau vandaan komt om het voorbeeld te geven, dient niet te worden gesuggereerd.

De afdeling micro-elektronica van het IIT in Delhi was daarentegen het andere uiterste. De professor daar, een kleine dame met een knoete en een bril op, giechelde: „Laatst was er hier een Duitser die uitriep: Ik ben niet meer in India — God zij geprezen!"

De afstand wat er in India wordt gepresteerd op het gebied van technische wetenschap en de „rest van de beschaafde wereld" wordt desondanks steeds groter, geld en goede instituten ten spijt. Tien jaar geleden, denken vele onderzoekers, konden ze het op sommige gebieden nog wel bijbenen, maar dat is nu niet meer zo. Terreinen als geavanceerde computerkunde en *genetic engineering* zijn nog steeds niet betreden.

Deze constatering voert de waar nemer naar het hete hangijzer, waarover ook in India zelf de grootste meningsverschillen bestaan: wat moet er eigenlijk wetenschappelijk onderzoek worden in een land, waar de helft van de bevolking nog steeds onder de armoedegrens leeft van het toch niet zo uitbundige (besteedbare) inkomen van twintig gulden per maand?

„Een van de belangrijkste aspecten van technologisch geavanceerd onderzoek in derde wereldlanden is het effect van *moral booster* — morele oppepper", zegt Anil Agarwal, bekend wetenschapsjournalist in New Delhi. Hij is oprichter van het Centre for Science and Environment, dat het midden houdt tussen het Woldwatch-Instituut en een Nederlandse wetenschapswinkel. In de avonden fungeert hij als correspondent van het Engelse

blad *New Scientist*. Op de valreep voor zijn vertrek naar Nairobi, voor een congres over wetenschap in derde wereldlanden, heeft hij tijd voor een gesprek, in zijn Centrum op de bovenste verdieping van een torenflat waarvan de lift niet werkt — een beproeving in zomers Delhi.

„Deze morele oppepper hebben arme landen nodig, want zij verklaren hun achterstand ten opzichte van de rijke landen vanuit een achterstand in technologie. Zij voelen heel duidelijk dat hun „technologisch analfabetisme" hen verhindert een rol van betekenis te spelen. Zo is bij ons momenteel de ruimtevaart de grote oppepper."

Na de lancering van de *INSAT* werden de afdelingen natuurkunde van de universiteiten plotseling verrast met een grote toevloed van studenten.

De satellieten zijn in India zo populair dat zelfs melkpoeder-reclames als woordspeling „*INSATiable*" gebruiken met betrekking tot de begeerte waarmee het afgebeelde knaapje zijn melk naar binnen slobert.

„Naast deze technologische kloof bestaat er een tweede, namelijk de *appropriate gap*" zegt Agarwal. „Niet alle westerse technologie hoeft in arme landen zinvol te zijn, natuurlijk. Wij hebben bijvoorbeeld geen goede personenauto's nodig, want niemand kan ze betalen en de wegen zijn slecht. Wat we wel nodig hebben zijn goede zonnecollectoren, en dat is ook technologisch interessant. Goede vergistingstechnologie om uit rijstvliesjes ethanol te maken, of goede gewasverbeterende technieken."

Er wordt in India per jaar zestig miljoen ton rijstafval weggegooid en dat, vergist tot ethanol, zou miljoenen tonnen brandstof opleveren. Grootse projecten zijn in opmars om dit te verwezenlijken.

Is het atoomonderzoek in India ook „appropriate"? „Vergeet niet" zegt hij, „dat in de jaren vijftig door *jullie* werd voorgespiegeld dat kernenergie de energiebron van de toekomst zou zijn. Nu zijn wij zover dat we alles zelf kunnen maken en wij kunnen het ons niet permitteren het weer overboord te zetten op grond van twijfels die *jullie* nu koesteren. Alle mensen zijn er dus voor, en het heeft een duidelijke speerpuntfunctie in de research. Het sleept andere instituten ook mee."

Overigens gaat het nog niet zo hard met de kernenergie. Van de geplande 10.000 Megawatt in het jaar 2000 zijn nog maar 770 megawatt gerealiseerd, in 20 jaar tijd. Er is niet voldoende zwaar water, en er zijn meer problemen. Maar dit alles neemt niet weg dat India thans geheel *self-sufficient* is op het punt van kernenergie, dat ook zijn toepassingen in de bewapening zal vinden (en al heeft gevonden, getuige de atombom van een paar jaar geleden).

Eén van de laatste wetenschappelijke successen van India is de Zuidpoolexpeditie. Wat deed het warmste land ter wereld op het koudste plekje? De expeditieleiden vlogen er in een heliocopter rond, deden wat metingen en waren de zesde natie ter aarde met een eigen Antarctica-onderzoek. Daar ging het eigenlijk om. Een morele oppepper.

Tekenend was ook de selectieprocedure. De deelnemers moesten natuurlijk goed in hun vak zijn, ze moesten lichamelijk tegen een stootje kunnen, het liefst onge-trouwde, en... ze moesten alles willen eten.

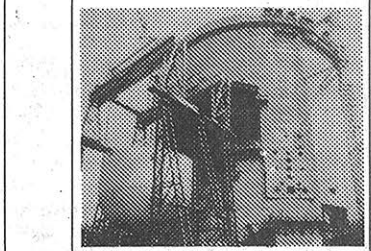
Kapitein Scott kwam om het leven omdat hij te weerkhartig was zijn ponies op te eten.

Brahmaan of niet - een *beafeater* moet je zijn, op de pool.



INHOUD

2 Kernenergie vergt wel aanpassing: alles moet elektrisch. Het Franse experiment.



3 De oogspiegel aan de wilgen: een terugblik van prof. dr. L. B. W. Jongkees, keel-, neus- en oorzaken.

4 Een Duitse school waar de kinderen de baas zijn.