



B E W E G I N G

74E JAARGANG NR. 1 - LENTE 2010

NANOSPECIAL

CEES DEKKER:
MIJN VERWONDERING RAAK IK
NOOIT KWIJT

JAN HOOGLAND
VAN NANO KUN JE ALLES MAKEN

PETER-PAUL VERBEEK
ETHIEK IS EEN FLEXIBEL FUNDAMENT

KAN DE SCHEPPING BETER?

GROTE VRAGEN OVER KLEINE DINGEN

ONDERHOUDSGEVOELIG EEUWIG LEVEN

LAMMEN KUNNEN LOPEN, blinden kunnen zien. Eeuwig leven staat ons te wachten door de combinatie van nano-, bio-, informatie- en neurowetenschappen. Woorden van deze strekking bezigt Tsjalling Swierstra in de inleiding van zijn boek *Leven als bouw pakket*.

Je moet er wel geloof voor hebben, voor deze techniek, maar als je je eenmaal hebt bekeerd, ben je precies op tijd. Nu minister Donner de pensioenleeftijd heeft opgekrikt naar 67 jaar, worden we voor straf met zijn allen 120, en indien wij sterk zijn, 150 jaar.

Het blad *New Scientist* publiceerde in 2006 de toekomstverwachting van enkele topwetenschappers. Hoe ziet ons leven eruit over vijftig jaar? Een van de antwoorden luidde: „Beschadigde organen zullen met nanotechnologie gerepareerd worden, op dezelfde wijze waarop we een auto repareren.”

Dat zijn precies de woorden die ik niet wil horen. In het dashboardkastje van onze auto ligt een stapel rekeningen van opgeteld € 7200,-. Gelukkig heeft de vorige eigenaar die voldaan. Ik werd erop gewezen toen ik hem belde bij het eerste stoplicht na het postkantoor waar de auto op mijn naam was geschreven. Ik hoorde een vreemde ratel in de aandrijving bij het afremmen. „Ja, dat doet ‘ie heel af en toe”, zei de man, met ongeveer dezelfde zenuwachtige ratel in zijn stem als ik net in het vooronder gehoord had. „De dealer heeft het niet kunnen vinden. De auto heeft een nieuwe versnellingsbak, nieuwe aandrijfassen, een nieuwe homokineet, een nieuwe ABS-computer... u kunt zien hoeveel me dat gekost heeft. Maar het rateltje bleef, na ieder nieuw onderdeel. Heel af en toe. Dat zeg ik. Toen ben ik van de dealer overgestapt op een mannetje. Die kon ook niks vinden, maar zei wel dat het niet erg was.” Mijn eigen mannetje bevestigde dat het niet erg was, maar vond de oorzaak niettemin na twee uur zoeken: een vuile ESP-sensor in het linkervoorwiel. Poetsdoek en klaar.

Ik zie al voor me met welke stress ik me straks door dat eeuwige leven moet slaan. Sta ik op het punt om met mijn opgelapte longen 107 kaarsjes uit te blazen en te vieren dat ik al 40 jaar van mijn welverdiende pensioen geniet, gaat het feest niet door. Er is iets, maar ik weet niet wat en ik kan ook niet bellen (toestellen bestaan dan al niet meer. Het hele communicatiegebeuren is geïmplanteerd). Enfin, mannetje erbij. Huis gestript. Onder coullance het elektronische behang van Philips Ambient Technology vervangen. Maar bellen? Ho maar! Nieuwe pacemaker. Dure Duitse antireuma robots ingebracht in plaats van de goedkope Koreaanse. Dikkedarmrevisie. € 7200 lichter. Bleek het toch een oude amalgaamvulling in mijn kies. Zorgde voor een storend magnetisch veld.

Peter-Paul Verbeek zegt in dit nummer dat de mens een hybride wezen is: een beetje natuur en een beetje techniek. Van oudsher zijn mens en techniek vervlochten.

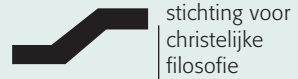
Hybride? Dat is precies het woord dat ik niet wil horen aan het einde van dit Toyota-tijdperk. Hybride betekent: massaal teruggeroepen naar de fabriek. De laatste bazuin is een laatste fabrieksfluit. Ik kan zo terugverlangen naar de tijd dat er nog geen nanotechnologie in de toekomst was!



Aart Deddens
bladmanager

Nu er alleen geen weg terug is, kunt u het best uzelf toekomstbestendig maken met deze nanospecial van *Beweging*. Als u weinig tijd hebt, leest u dan vooral het essay van hoofdredacteur Jan Hoogland. De rest van het nummer kunt u dan bewaren voor uw pensioen. De weg daarnaartoe wordt atoom voor atoom geplaveid door Cees Dekker.

Beweging is een uitgave van de Stichting voor Christelijke Filosofie in opdracht van de Vereniging voor Reformatorische Wijsbegeerte. Beweging verschijnt vier maal per jaar.



MISSIE

Beweging wil op een verrassende, prikkelende en voor een breed publiek toegankelijke wijze ingaan op actuele vragen en thema's, met wijsgerige middelen en vanuit de lange traditie van christelijk wijsgerig denken, die mede vertolkt is binnen de reformatorische wijsbegeerte.

REDACTIE

ing. P. de Boer
dhr. A. Deddens (bladmanager)
mevr. drs. M. Doornbal (eindcorrectie)
mevr. drs. R. Ebbens - van Aalst
dr. J. Ester
drs. I.D. Haarsma
mevr. dr. ir. H.P. Hendrikse
prof.dr. J. Hoogland (hoofdredacteur)
dr.ir. R.A. Jongeneel
dr.ir. G. Korevaar
drs. R. Muis (webredactie)
mevr. drs. D.G. Rots
drs. J.P.L. van Severter
mr. M.B. Tol
dr. P.H. Vos

ADRES

(redactie, abonnementen, advertenties)
Centrum voor Reformatorische Wijsbegeerte
Postbus 3206, 3760 DE Soest
Bezoekadres:
Korte Brinkweg 32H, 3761 EE Soest
telefoon 035-5880205
fax 035-5880981
e-mail office.reform.philos@planet.nl
website www.christelijkefilosofie.nl

TARIEVEN

Het abonnement op *Beweging* kost € 18,15 per jaar en dient voor 1 mei betaald te zijn. Opzegging uitsluitend voor 1 januari van het volgende abonnementsjaar.
Losse nummers € 5,75 (excl. verzendkosten)
Postbank 1209598 abn-amro 53.90.43.796

ONTWERP

Bart van der Griendt, Mediahuis

DTP & DRUK

Buiten en Schipperheijn, Amsterdam

WEBSITE

www.bewegingonline.nl

CBB

Beweging is als gesproken uitgave beschikbaar via de CBB

ISSN 0167-1766

De nanospecial van *Beweging* is mede mogelijk gemaakt door Nanopodium.

Nanopodium is een initiatief van de onafhankelijke Commissie Maatschappelijke Dialoog Nanotechnologie. Het is een podium voor het uitwisselen van gedachten, meningen, ideeën en suggesties om met elkaar in gesprek te komen over kansen en bedreigingen van nanotechnologie voor individu en samenleving. www.nanopodium.nl
Nanopodium • Secretariaat Commissie Maatschappelijke Dialoog Nanotechnologie •
Herengracht 141, 1015 BH Amsterdam
t 020 535 2244 • f 020 428 9656 • secretariaat@nanopodium.nl • www.nanopodium.nl

FOTOGRAFIE

Foto cover: Julia de Boer
p.8 beschikbaar gesteld door de Casimir Researchschool.

WAAROM DEZE SPECIAL?

Het woord alleen al roept vragen op: Wat is nanotechnologie? Heeft het zin om nu al over nanotechnologie na te denken? De Nederlandse overheid denkt van wel en wil de discussie niet beperken tot de wetenschap, maar ook het algemene publiek erbij betrekken. *Beweging* heeft een subsidie gekregen om deze special te maken en een congres te houden over nanotechnologie voor de christelijke achterban.

MEEPRATEN OP INTERNET OVER NANOTECHNOLOGIE

Om nanotechnologie verder onder de aandacht van de christelijke doelgroep te brengen, proberen we naast het uitbrengen van deze special ook via internet discussies over nanotechnologie te starten. Jan Hoogland zette op 4 februari een stelling op www.protestant.nl: 'Nanotechnologie. Boeh!!!' Hij stelde dat het belangrijk is om ethische vraagstukken over nieuwe technologische mogelijkheden al te bespreken voordat zij op de markt gebracht worden, zodat ethiek ook invloed kan hebben op de invoering hiervan. Daarbij stelde hij dat christenen zich in deze debatten moeten mengen omdat het christelijke perspectief hier echt wat aan toe te voegen heeft met noties als argwaan jegens menselijke hoogmoed; wantrouwen van het streven naar perfectie in de moderne techniek; scepsis over onverantwoord ingrijpen in Gods mooie schepping.

<http://www.protestant.nl/actueel/nanotechnologie-boeh>

Dezelfde stelling is ook in taal gevat die beter bij jongeren past en op de christelijke jongerensite Refoweb geplaatst onder de categorie 'Geloof en leven' met de naam 'Meekletsen over nanotechnologie?'

<http://forum.refoweb.nl/viewtopic.php?f=31&t=24013>

Op de jongerensite Credible staat onder het subforum 'Media, nieuws en maatschappij' 'Kletsen over nanotech'.

<http://forum.credible.nl/topic.php?id=21309>

Deze inzet voor een christelijke bijdrage aan het debat over nanotechnologie is ook verder doorgezet met een stelling op onze Hyvespagina (Hyves -> Stichting voor Christelijke Filosofie): 'In hoeverre kan (nano)techniek hemel op aarde brengen?' <http://svoorcf.hyves.nl/>. Hier kunt u ook een poll vinden 'Christenen zouden...'. Ook zullen wij binnenkort een eigen pagina op LinkedIn beginnen, en zijn we voor ideeën, vragen, opmerkingen, etc. vanuit het internationale publiek bereikbaar op Facebook (Association for Reformational Philosophy): 'What can/should we expect from technology?' <http://www.facebook.com/#!/pages/Soest-Netherlands/Association-for-Reformational-Philosophy/112852018726512?ref=ts>. Op deze sites kunt u op de stellingen reageren, maar ook zelf nieuwe discussies starten. Uw input kan ons inspireren voor het verder voeren van deze discussie.

Naast al deze openbare mogelijkheden om over nanotechnologie te praten, staan wij natuurlijk ook open voor directe vragen en opmerkingen over nanotechnologie of het congres. U kunt ons ook via onze website www.christelijkefilosofie.nl en ons postadres (Postbus 3206, 3760 DE Soest) bereiken. Wanneer wij veel vragen krijgen die sterk op elkaar lijken, zullen wij deze op de website plaatsen en daar beantwoorden. Dus houd ook deze website in de gaten. Verder kunt u op deze site meer lezen over het congres dat op 11 juni zal plaatsvinden en zich hiervoor aanmelden.

INHOUD

VAN NANO KUN JE ALLES MAKEN 4

Door Jan Hoogland

TERZIJDE NANO-CRIME 7



KAN DE SCHEPPING BETER? 8

PROF. DR. CEES DEKKER IN ZIJN LABORATORIUM AAN DE TU DELFT

Door Aart Deddens en Remko Muis

NANOTECHNOLOGIE 12

FASCINATIE VOOR HET KLEINE

Door Cees Dekker

ETHIEK IS EEN FLEXIBEL FUNDAMENT 14

TECHNIEKFILOSOOF PROF. DR. IR. PETER-PAUL VERBEEK

Door Aart Deddens en Jan Hoogland

MET NANO IS ER NIETS NIEUWS ONDER DE ZON 16

DIMMEN BREEN VERSUS TJERK OOSTERKAMP

NANO RAAKT ONS ALLEMAAL! 18

INTERVIEW MET PROF. DR. PETER NIJKAMP, VOORZITTER VAN HET NANOPODIUM

Door Aart Deddens

TERZIJDE HET NANO-LIED 19

NANOTECHNOLOGIE IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS 20

Door Marc J. de Vries

Nanopodium

VAN NANO KUN JE ALLES MAKEN

“Van Lego kun je alles maken: een boot, een vliegtuig en een trein.” Zelfs het melodietje klinkt nog mee als ik deze woorden opschrijf. En het representerde tegelijk een van mijn kinderlijke idealen: een bouwsteen waarvan je letterlijk alles maken kon. Helaas bleek de werkelijkheid weerbarstiger. Wilde je echt alles kunnen maken met Lego, dan was er toch wel een behoorlijk grote variëteit in bouwstenen nodig. En kwam je op een Lego-tentoonstelling, dan bleek dat schaal wel hielp. Oog in oog met een levensgrote olifant viel het niet moeilijk toe te geven dat je van Lego alles maken kunt, maar moest je tegelijk tot de conclusie komen dat het toch niet voor iedereen was weggelegd om zo veel blokjes te kunnen kopen.

DE PARALLEL NAAR nanotechnologie is snel gelegd. Want is het ideaal achter de ontwikkeling van deze technologie niet dat je ‘van nano alles maken kunt’? Als we weten door te dringen tot de kleinste bouwsteentjes van alles wat is en we kunnen die zelf reproduceren en manipuleren, dan kunnen we toch construeren wat we willen? Dat is inderdaad het toekomstvisioen dat ons in sommige beschouwingen over nanotechnologie wordt voorgespiegeld. In reactie daarop zingen veel nuchtere nanowetenschappers in koor dat het zo’n vaart niet zal lopen.

Overigens staan al die deskundigen hier vaak wel een beetje dubbel in. Enerzijds relativiseren zij terecht de *science fiction*-achtige toekomstvisioenen. Anderzijds profiteren zij tegelijk van de *hype* rond nanotechnologie als het gaat om het gefinancierd krijgen van hun onderzoeksprogramma’s. Nanotechnologie is *hot*, niet het minst om de veelbelovende perspectieven die de deskundigen er zelf van schetsen.

Maar ook om een andere reden is deze houding van de nanodeskundigen wat dubbel. Als het gaat om de morele en maatschappelijke discussie over technologische vernieuwingen zijn zij dikwijls de eersten die zeggen dat er (nog) weinig aan de hand is. Volgens velen van hen doen de echt ethische gevoelige vragen zich pas voor als de ontwikkeling veel verder is. Maar nu is er nog weinig spectaculairs aan de hand: het gaat om een normale technische ontwikkeling met alle succesjes en mislukkingen die daarbij horen. “Niet veel om je druk over te maken”, zo luidt hun adagium.

Voor veel ethici betekent dit echter juist veeleer een aanmoediging: “Eindelijk zijn we er een keer op tijd bij.” Hoe vaak werden immers de ethische vragen niet pas gesteld wanneer de technologie al be-

schikbaar was en zo met de toepassing kon worden begonnen? Zodat er voor de ethici niet meer ruimte was dan te kiezen tussen berusting of de rol van spelbreker. Dus redeneren de ethici: “Als we nog aan het begin staan, zijn we er op tijd bij en kan de morele discussie nog van invloed zijn op de ontwikkeling van de technologie zelf.” Een verhaal dat echter niet zonder meer op brede bijval mag rekenen.

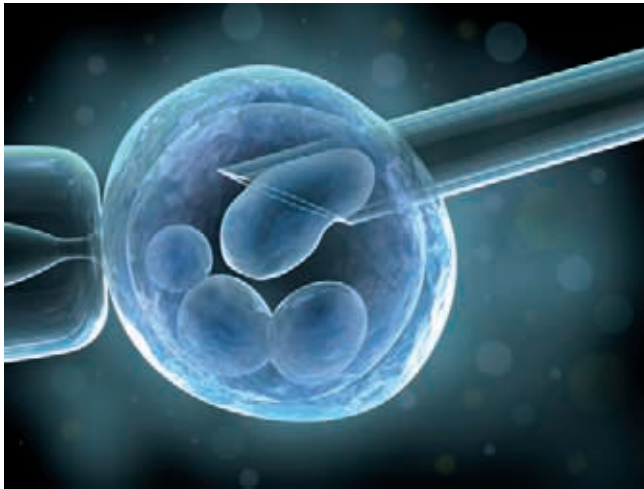
Bovenstaande patroon zie je steeds weer terugkeren bij nieuwe technologieën. Maar in het geval van nanotechnologie misschien nog wel in versterkte mate. Dat zou weleens te maken kunnen hebben met de belangrijke rol die juist deze technologie speelt voor een aantal nauw op elkaar aansluitende ontwikkelingen: nanotechnologie, biotechnologie, informatietechnologie en de cognitieve wetenschappen (Swierstra e.a. 2009). In al deze domeinen vinden ontwikkelingen plaats die elkaar raken en met elkaar verbonden kunnen worden. En daar speelt een technologie die speciaal is gericht op het beheersen van de allerkleinste bouwstenen natuurlijk een essentiële rol in. Juist omdat de consequenties van de onderlinge verbinding tussen deze verreikende technologische ontwikkelingen zeer groot kunnen zijn maar zich tegelijkertijd nog zo moeilijk laten overzien, rijzen hier tal van ethische vragen. Vragen naar de grenzen van de techniek en de technische mogelijkheden, maar ook naar de grenzen van wat we menselijk noemen en waar we de grenzen van het menselijke trekken (Verbeek 2009).

Daarmee komt overigens ook meteen een andere vraag naar voren, namelijk waar de ethische discussie over de toepassing van nieuwe technologieën precies over moet gaan. Een lastige vraag. Want terecht merken veel commentatoren op dat bijna alle technologische vernieuwingen in eerste instantie op veel verzet stuiten. Veel mensen beschouwen zo’n technologische vernieuwing als een bedreiging. Denk aan de lopende band: wordt het werk daar niet saai van en de macht van de werkgever groter? Vrijwel iedere technologische vernieuwing riep uit bepaalde groepen wel verzet op. Vaak verdween die weerstand na verloop van tijd vanzelf: de samenleving raakte langzaam maar zeker gewend aan de nieuwe technologie. Technologische ontwikkelingen kunnen zo dus gezien worden als een soort van monsters die pas als ze door de samenleving getemd zijn hun bedreigende karakter verliezen. Wat eerst angst aanjoeg, blijkt na verloop van tijd te wennen en langzaam maar zeker in ons leven te worden ingebed (Smits 2002).



Door Jan Hoogland

Deze houding van verzet en latere gewenning kom je bijvoorbeeld soms tegen bij mensen die uit religieuze of levensbeschouwelijke overwegingen bezwaren hebben tegen bepaalde technologische vernieuwingen. Denk bijvoorbeeld aan de komst van voorbehoedsmiddelen en met name de pil. Deze hebben een revolutie teweeggebracht in de seksualiteitsbeleving. Was seks daarvoor altijd een activiteit waar het risico van een zwangerschap aan verbonden was, na de komst van voorbehoedsmiddelen werd het mogelijk van seks te genieten zonder dat je dat risico liep. Daardoor verloor een zekere



terughoudendheid die de seksualiteitsbeleving tot dan toe gekenmerkt had, haar betekenis. Tegelijk bracht dat veel mensen moreel in verwarring: was de verbinding van seks aan de voortplanting namelijk niet de legitimatiegrond voor dat genieten? Was het seksuele genot niet verbonden met de bereidheid er de eventuele consequenties van te dragen? En zou de ont koppeling van die twee niet kunnen leiden tot ongebreidelde genot en wellicht zelfs tot losbandigheid op grote schaal? Want niet alleen liep men nu zelf minder 'risico' op het krijgen van kinderen, maar ook de drempel tot 'vreemdgaan' werd op deze manier enorm verlaagd.

Achteraf moet worden vastgesteld dat er voor deze verzetshouding wel degelijk gronden waren. Want inderdaad hebben voorbehoedsmiddelen een revolutie in de seksualiteitsbeleving bewerkstelligd. Tegelijk moet je vaststellen dat – ondanks aanvankelijk grote bezwaren – veel christenen in het gebruik van voorbehoedsmiddelen zijn meegegaan en het ook onder hen steeds meer geaccepteerd is geraakt. Men kan hun slapheid en onstandvastigheid verwijten, maar tegelijk moet worden vastgesteld dat velen er nog steeds in slagen hun (seks-)leven in te richten overeenkomstig christelijke beginselen en principes.

Ik denk dat het voorbeeld over voorbehoedsmiddelen ons ook voor de discussie over nanotechnologie veel kan leren. Bijvoorbeeld met betrekking tot de vraag op welke manier een ethische bezinning die door religieuze of wereldbeschouwelijke overtuigingen is ingegeven op een vruchtbare wijze kan inspeelen op technologische ontwikkelingen. Uitgangspunt van deze herbezinning is dat technologische ontwikkelingen niet autonoom zijn, maar door menselijke beslissingen worden gestuurd. Tegelijk zijn die stu-

ringsmogelijkheden echter gering vanwege de grote maatschappelijke krachten die erachter schuilgaan. Bovendien zijn er in iedere cultuur en samenleving bepaalde wereldbeelden en levensbeschouwelijke gezichtspunten zo dominant, dat ze haast tot de

vanzelfsprekende uitgangspunten behoren in het omgaan met de technologische ontwikkelingen. Daarom is het heel moeilijk om technologische ontwikkelingen ook daadwerkelijk te sturen. Maar dat neemt niet weg dat mensen met verschillende religieuze of levensbeschouwelijke overtuigingen wel degelijk deel kun-

nen nemen aan het debat over nieuwe technologieën en kunnen proberen de zaken die zij daarin van belang vinden op de agenda te krijgen.

GESCHIEDENIS

Vanuit het christelijk geloof zijn in het verleden herhaaldelijk grote woorden gebruikt als het ging om allerlei moderne ontwikkelingen, ook op het gebied van de technologie. En niet geheel ten onrechte. Of het nu gaat om de telefoon, radio en tv, voorbehoedsmiddelen of informatietechnologie: ze hebben allemaal een grote invloed gehad op ons leven. Wel valt op dat die impact vaak eenzijdig negatief beoordeeld werd. Weten christenen de geweldige kansen die nieuwe technologieën bieden voor de ontwikkeling van hun christelijke leven wel naar waarde te schatten?

In de tweede plaats kun je je afvragen of het spreken van die grote woorden wel past bij de christelijke onbevangenheid in de omgang met de schepping. Natuurlijk vormt de techniek een macht in handen van mensen en wordt het risico van misbruik groter, naarmate ook die macht groter wordt. Dus een oproep tot verantwoord gebruik van technologie is verre van misplaatst. Maar juist daarom is het verstandig in het debat over technologische ontwikkelingen bescheiden te spreken, vanuit het bewustzijn dat het innemen van standpunten gemakkelijker is dan ze ook zodanig te onderbouwen dat ze tegen al te snelle slijtage bestand zijn.

Wanneer je nauwkeuriger kijkt naar de kritiek van christenen op technologische ontwikkelingen, dan

lijken in die kritiek waarden in het geding die vaak een veel breder draagvlak hebben dan alleen onder christenen. Waarden waarvan terecht gevreesd kan worden dat ze door bepaalde technologische ontwikkelingen onder druk komen te staan en bedreigd worden. In hun bezwaren vragen christenen hier aandacht voor. Maar dat hoeft niet per se te leiden tot een massieve stellingname voor of tegen bepaalde technologische ontwikkelingen. Een betere strategie is het wellicht om te proberen de vraag geagendeerd te krijgen of een bepaalde technologie wel past bij de opvatting van het goede leven waar mensen in de samenleving van uitgaan. Met dit laatste worden mensen tegelijkertijd uitgedaagd zichzelf af te vragen waar ze (levensbeschouwelijk) staan in deze discussie.

NANOTECHNOLOGIE

Verleggen we nu de aandacht naar nanotechnologie, dan zien we een soortgelijk patroon. De ultieme belofte van nanotechnologie is die van een totale maakbaarheid. Christenen staan vanwege hun geloof wantrouwend tegenover zo'n streven naar 'totale maakbaarheid'. Daarin staan zij overigens niet alleen. Zo is er bijvoorbeeld rond het concept 'utopie' een belangrijke discussie ontstaan over de vraag hoe wenselijk het is om in een 'totaal maakbare' omgeving te leven (Achterhuis 1998). Er is dus wel degelijk aanleiding de vraag te stellen of in vormen van nanotechnologie niet een menselijk streven tot uitdrukking komt om de werkelijkheid totaal te beheersen en als het ware als God te zijn.

Een constante in de christelijke traditie is de waarschuwing tegen menselijke zelfoverschatting in het nastreven van een ideale werkelijkheid. Naar christelijke overtuiging heeft de mens de macht over het kwade verloren en is hij zelf geneigd tot alle kwaad. De mens lijkt structureel onbekwaam om het moreel kwade definitief uit het leven weg te doen. En juist tegen de achtergrond van die onbekwaamheid is het gevaarlijk wanneer de mens de werkelijkheid steeds meer onder controle krijgt. Er is immers geen garantie dat hij daarmee het goede zal doen.

Een ander thema dat door christenen in het debat over nanotechnologie wordt ingebracht, is het punt dat veel pleitbezorgers van deze technologische ontwikkeling gedreven worden door een nogal materialistisch of reductionistisch wereldbeeld. Ook hierachter gaat zorg schuil over de eigen visie op het goede leven, die op gespannen voet staat met dat materialisme. Ook hier geldt dat deze zorg breder wordt gedeeld. Daarom is er alle reden om dit punt op de agenda te zetten in de discussies over de toekomst van onze samenleving en de rol van nanotechnologie daarin.

Aanzetten tot een vergelijkbare benadering kun-

nen worden aangetroffen in een recente publicatie (Jochemsen & Van der Stoep 2010), waarin christenen en moslims de discussie aangaan over technologiekritiek. In een concluderend hoofdstuk worden een drietal noties behandeld die kenmerkend zijn voor een religieuze beoordeling van actuele technologische ontwikkelingen.

De eerste notie die genoemd wordt, is de gedachte dat het leven en de schepping als een gave of een gift (van God) kunnen worden beschouwd, hetgeen tevens impliceert dat de werkelijkheid aanspraak maakt op ons respect of onze eerbied. Daarin onderscheidt de christelijke traditie zich nadrukkelijk van een wereldbeeld waarin het zijnde gereduceerd wordt tot in zichzelf betekenisloos materiaal dat beschikbaar is voor gebruik en consumptie. Anders gezegd: de aangetroffen werkelijkheid is met een bepaald doel voortgebracht en is ons als een geschenk toevertrouwd. Daarom past het ons er ook zodanig mee om te gaan.

Een tweede notie is die van een gegeven (morele) orde die inherent is aan de geschapen werkelijkheid; het morele is dus niet alleen iets intermenselijks, maar heeft tevens consequenties voor de omgang tussen mens en natuur. Die omgang staat niet primair in het teken van de gehoorzaamheid (aan de wet), maar van de liefde.

Als derde notie brengen de auteurs het besef naar voren dat mensen primair relationele wezens zijn en dat het dus belangrijk is om niet zozeer van de menselijke autonomie uit te gaan, maar vooral ook oog te hebben voor het feit dat mensen altijd op relaties zijn aangewezen. Anders gezegd: het is een uitdaging de mens te zien als een wezen dat leeft in relaties met God, met de medemens, met de natuur en met zichzelf.

Opmerkelijk aan deze noties is dat ze waarden benoemen die voor veel godsdienstige mensen onderdeel uitmaken van hun opvatting omtrent het goede leven. Bovendien zijn het waarden waarvan je mag veronderstellen dat ze ook door niet-christenen geheel of gedeeltelijk onderschreven kunnen worden. Het is dus zinvol te proberen ze op de agenda te krijgen van het debat over technologische vernieuwing. En wel tegen de achtergrond van de vraag hoe we ervoor kunnen zorgen dat de beschikbaarheid en toepassing van deze technologieën in te passen zijn in de eigen opvattingen van het goede leven. Het zijn allemaal noties die niet gauw zullen leiden tot een integrale afwijzing van nieuwe technologieën, maar wel pleiten voor een voorzichtige en terughoudende toepassing ervan.

Met het denken in termen van deze noties en de achterliggende wereldbeelden, sluit deze benaderingswijze ook goed aan bij denkbeelden die Peter-Paul Verbeek naar voren heeft gebracht (zie het interview met hem in dit nummer): "De vraag is dus niet zozeer waar we grenzen moeten trekken – van

Nano-crime

de mens, van de techniek – maar hoe we de verwevenheid van mens en techniek, die tot de menselijke conditie behoort, op een goede manier vorm geven.” Voor deze alternatieve benadering verwijst Verbeek vervolgens naar die vormen van ethiek die zich bezighouden met de vraag naar ‘het goede leven’ of de ‘levenskunst’. Dergelijke benaderingen komt hij bijvoorbeeld tegen in de klassieke ethiek. Mijn stelling is dat ook in godsdienstige en levensbeschouwelijke tradities een vergelijkbare benadering centraal staat. Daarin zou het niet primair moeten gaan om de goed- of afkeuring van technologieën als in zichzelf al dan niet te verenigen met het geloof, maar om de vraag of en in welke vorm nieuwe technologieën inpasbaar zijn in een bij de eigen religieuze overtuiging passende opvatting van ‘het goede leven’.

ENKELE CONCLUSIES

Passen we de voorgaande beschouwingen toe op het vraagstuk van nanotechnologie, dan kunnen daarover de volgende opmerkingen gemaakt worden.

1. Nanowetenschap is scheppingswetenschap. Tegen het open en onbevangen onderzoek naar deze werkelijkheid kan geen bezwaar bestaan, hetgeen ook wel wordt bevestigd door de enthousiaste deelname aan het onderzoek op dit terrein door tal van christelijke wetenschappers.
2. Dit onderzoek moet echter wel plaatsvinden met eerbied en respect voor het ‘gegeven’ karakter van de geschapen werkelijkheid, vergelijkbaar met de voorzichtigheid waarmee je omgaat met kunstwerken: een houding van voorzichtigheid en terughoudendheid.
3. Bij deze respectvolle houding past geen reductionistisch of materialistisch wereldbeeld. Zo’n wereldbeeld doet geweld aan de veelzijdigheid van de schepping zoals we die in de dagelijkse ervaring ontmoeten.
4. De houding van voorzichtigheid en terughoudendheid betekent ook dat men terughoudend moet zijn in het scheppen van hoge verwachtingen van een nieuwe technologie. Te vaak al is het beeld opgeroepen dat bepaalde technologische vernieuwingen tot een perfecte wereld zouden leiden. Vernieuwing van het leven is niet van de techniek te verwachten.

Nanotechnologie is ‘maar een technologie’. Het is niet de oplossing van de wereldvragen of het startpunt van het nieuwe paradijs.

Prof. dr. Jan Hoogland is onder meer bijzonder hoogleraar Reformatorische Wijsbegeerte aan de UTwente en lector Samenlevingsvraagstukken aan de GH te Zwolle.

Dit nummer van Beweging valt op uw deurmat in dun folie van plastic. Het is gemaakt van polymeren, een lange keten van monomeren, identieke brokjes molecuul. De polymeren zijn met elkaar vervlochten om samen een flexibel en transparant verpakkingsmateriaal te vormen. Als u geluk hebt, is het ook nog afbreekbaar. Op een dag zagen chemici in dat als je polymeren van geschikte monomeren maakt, ze zich als halfgeleiders gaan gedragen. Als er licht op valt, kunnen elektronen vrijgemaakt worden en heb je een zonnecel. Je kunt er ook een elektrische spanning op zetten en je hebt een licht-emitterende diode. Je kunt er ook een elektrische schakelaar van maken voor eenvoudige computerchips. Het leuke is ook nog dat je het met een spuitbus kunt opbrengen.

In de loop van de jaren 90 werd dit een van de spannende gebieden in de nanotechnologie: bouw de meest geschikte monomeren. De plastic elektronica was geboren.

De geboorte van een nieuw vakgebied is voor wetenschappers altijd spannend. Sommigen storten zich er direct met enthousiasme op, anderen wachten nog even af maar staan klaar om erop te springen. Al wat menselijk is wordt in korte tijd openbaar. Snel publiceren is het parool tot op het niveau: better be first than right. De golf van enthousiasme kreeg ook een Duitse jongeman in zijn greep, Jan Hendrik Schön. In een paar jaar tijds (1999-2002) publiceerde hij vele artikelen in toonaangevende tijdschriften als Science, Nature, Physical Review Letters, etc. Geen van deze artikelen was fout. Was het maar zo. Ze waren allemaal van a tot z verzonnen! Het was bedrog van de zuiverste soort. Maar ze hadden velen gestimuleerd tot vervolgonderzoek, veel promovendi hebben hun tanden erop stukgebeten. Het was gewoon ‘plastic fantastic’. Wat rest is de schaamte over het gemak waarmee zovelen in de wetenschappelijke gemeenschap misleid konden worden (zie voor een gedetailleerde reconstructie: Plastic Fantastic. Eugenie Samuel Reich, (MacMillan, 2009)). De schaamte voorbij is de conclusie dat uiteindelijk het kaf van het koren werd gescheiden, ook al waren naast de traditionele wetenschappelijke aanpak de methodes van Inspector Morse nodig. De weg naar het ‘ware weten’ is soms bloedstollend spannend en gelukkig ook zelfreinigend.

Teunis Klapwijk

Dr. T.M. Klapwijk is professor bij het Kavli Institute of Nanoscience aan de Technische Universiteit Delft en curator van de bijzondere leerstoelen voor Reformatorische Wijsbegeerte.

PROF. DR. CEES
DEKKER IN ZIJN
LABORATORIUM AAN
DE TU DELFT



KAN DE SCHEPPING BETER?

HET UITSTEKEN VAN ZIJN NEK IS EEN GEOEFENDE LICHAAMSBEWEGING VOOR CEES DEKKER. DAARMEE MAAKT HIJ HET ZIJN PUBLIEK GEMAKKELIJK: HAKKEN OF LAUWEREN. DIT GESPREK VORMT GEEN UITZONDERING OP HET BESTAANDE BEELD. VOORSPELBAAR IS HET DUS ALLERMINST.

Wat betreft 'nano' worden ons utopische vergezichten voorgeschoteld. Er is alleen een groot verschil tussen het ingenieursperspectief en het perspectief van ethici en filosofen, helemaal als het gaat om een taxatie van de zogenoemde convergentie van nanotechnologie, biotechnologie, informatietechnologie en cognitieve wetenschap. Waarop moeten we ons nu oriënteren? U staat met twee voeten in de praktijk. Wat is reëel?

Dat het ingenieursperspectief heel specifiek is en nuchter, herken ik wel. Wij zijn mensen van het lab. Dat is een omgeving waarin je min of meer losstaat van de buitenwereld. Je bent helemaal gefocust op je onderzoek. Neem een echte onderzoeker als John Bardeen. In de jaren veertig ontwikkelde hij de transistor. Dat was een enorme ontdekking en dat realiseerde hij zich ook. Maar de gevolgen ervan heeft hij op dat moment nooit kunnen voorzien. Wat zijn uitvinding zou doen met de maatschappij – dat de transistor via integrated circuits, computers en internet, over vijftig jaar tot gevolg zou hebben dat mensen heel anders met elkaar communiceren – zat allemaal besloten in die ontdekking, maar kon niemand toen overzien, zelfs niet de mensen die veel fantasie hadden. Het is dus buitengewoon lastig om realistisch in te schatten wat de gevolgen van nieuwe ontdekkingen zijn.

Een vergelijking met de transistor is denk ik nog niet zo gek als het om de mogelijkheden van nanotechnologie gaat. Nanotechnologie is enorm *powerful*. Er zit een geweldige potentie in. Dat er hoge verwachtingen van zijn, is terecht. De technologie zal ongetwijfeld leiden tot nieuwe en duurzamere materialen, snellere computers en betere me-

dische analyses. We zullen meer kunnen controleren op de allerkleinste schaal van atomen en moleculen, en daardoor bijvoorbeeld de eigenschappen van plastics verbeteren, betere chips, smart elektronica inbouwen in apparaten, en dergelijke. Bovendien zal nanotechnologie grote invloed hebben op onze gezondheidszorg. Maar je kunt niet aan mij vragen wat dat allemaal voor gevolgen heeft voor de maatschappij over vijftig jaar, net zomin als je die vraag destijds aan Bardeen kon stellen.

Uw perspectief voedt een optimistisch beeld. Dat het moeilijk is om een situatie over vijftig jaar te schetsen is begrijpelijk, maar wat is er mogelijk op de korte termijn? Welke toepassingen zijn over vijf tot tien jaar werkelijkheid?

Laat me een voorbeeld geven. Tien jaar geleden is voor het eerst het menselijke genoom uitgelezen, zeg maar: alle letters die samen het boek van je erfelijk DNA-materiaal vormen. Dat was toen een megaonderzoek van vele jaren, waarmee onuitsprekelijk veel geld was gemoeid. Nu kun je een dergelijk onderzoek al uitvoeren voor pak 'm beet, honderdduizend euro en het duurt niet lang meer, binnen vijf jaar wellicht, of je kunt voor duizend euro je volledige eigen DNA laten determineren. De informatie die je daardoor kunt krijgen is velerlei: informatie voor behandeling van ziektes die toegesneden zijn op jouw specifieke genenpatroon, informatie over risico's die je loopt, tips hoe je gezonder kunt leven et cetera. Francis Collins, op dit gebied een van de meest gezaghebbende Amerikaanse wetenschappers van dit moment, en overigens een belijdend evangelisch christen, heeft hier recent over geschreven in zijn boek *The language of life*. Die enorme hoeveelheid informatie uit het DNA gaat ons als maatschappij voor veel vragen stellen: Hoe gaan we om met die informatie? Willen wij eigenlijk wel weten welke gezondheidsrisico's we lopen? Hoe zit het met privacy? Zullen we solidair zijn met de genetisch zwakkeren in ziektekostenverzekeringen? Et cetera.

Zitten we op dit levens-abc te wachten? Als iedereen zo'n test gaat doen, hebben we straks 17 miljoen hypochonders in Nederland. Mensen worden voor keuzes gesteld die ze misschien helemaal niet willen maken! Vergelijk de moeite waarin mensen gebracht worden als ze van hun ongeboren kind een 20-weekenecho laten maken.

Precies! De ethische implicaties van het bepalen van je DNA zijn vergelijkbaar met die van prenatale diagnostiek. Zo'n test komt zelfs nog een stuk dichterbij, want die gaat over jezelf! Ik vind ook dat we in

het publieke debat de positieve mogelijkheden en de mogelijke negatieve implicaties moeten benoemen en dat we samen moeten nadenken over de ethische vragen. Maar dat is niet primair mijn taak, hoewel ik wel de verantwoordelijkheid voel om betrokken te zijn.

Maar er zijn toch ook vragen die juist wel primair door deskundigen moeten worden beantwoord, zoals de vraag naar risico's: vormen nanodeeltjes het asbest van de toekomst?

Zeker, toxicologen moeten hier onderzoek naar doen en zich hierover uitspreken. En dat gebeurt ook. Ik meen overigens dat er hier niet echt veel nieuws onder de zon is. Nieuwe materialen en nieuwe medicijnen maken we in de chemie al meer dan een eeuw en er zijn daardoor reeds veel protocollen aanwezig met tests die uitgevoerd moeten worden voordat je de producten toepast in consumentenproducten.

De frustratie van ethici is dat ze altijd achter de feiten aanlopen. Hun wordt een moreel oordeel gevraagd als de techniek al een voldongen feit is. Wat moet je nog van atoomenergie vinden als het er al is? Nu zijn de ethici er eindelijk op tijd bij, maar weten ze nog niet precies waar hun oordeel over moet gaan.

Een paar dingen daarover. Atoomenergie was een heel specialistische technologie die maar voor zeer weinigen beschikbaar was. Nanotechnologie zal zich echter tot een *garage technology* kunnen ontwikkelen. Het wordt voor iedereen beschikbaar. Iedereen kan in de toekomst zelf met een nanootoolkit verf op basis van nanoprodukten maken in zijn

schuurtje, om maar wat te noemen.

De vraag naar morele standpunten over de toepassing van technieken die nog maar nauwelijks beschikbaar zijn, is maar ten dele zinvol. Op dit punt ervaar ik een kloof met de concrete praktijk waarin ik werk. Waar de filosofen en ethici bezig zijn met een abstracte discussie over fantasievolle toekomstscenario's, zijn we in het lab vooral bezig met wetenschap op een fundamenteel niveau. De ontdekkingen die we daar doen zullen hun weg vinden naar toepassingen, maar dat gaat via een lange en moeilijk te voorspellen route, en de effecten daarvan zijn nog lastiger grijpbaar.

Ik zie zich publiek een discussie ontspinnen die zich toespitst op de vraag hoe wij als maatschappij in het algemeen met technologie willen omgaan. De vraag die hier op de achtergrond speelt is: wat vinden we belangrijk met betrekking tot onze gezondheid en meer algemeen ons menselijk geluk? Elke nieuwe technologie – en nano is daarop natuurlijk



Door Aart Deddens en Remko Muis

geen uitzondering – zal mogelijkheden bieden en risico's meebrengen. Op dit punt is er weinig nieuws onder de zon.

Ik ben in de praktijk van mijn alledaagse werk echter niet concreet bezig met de vraag hoe mensen gelukkig kunnen worden, maar bijvoorbeeld met de vraag hoe een Rad51 eiwit bindt aan DNA en vragen op dat niveau. Hoe wordt de puzzel op moleculaire schaal gelegd?

Met de vraag naar het leven dus.

Ja. Met de vraag hoe een cel in elkaar zit. Elke cel in je lichaam is een fascinerende microkosmos van moleculen die in samenhang dat levende object vormen. We gaan daar langzaam steeds meer van begrijpen. We treden nu een tijdperk binnen van de zogenoemde 'synthetische biologie', waarin je elementen en processen van zo'n cel kunt nabouwen. Je kunt er zelfs over gaan dromen of en hoe je een cel bottum up zou kunnen nabouwen, molecuul voor molecuul, zodat er iets zou ontstaan wat eigenschappen heeft die we aan leven toekennen: metabolisme, zelfreproductie en zelfreparatie. Dat is nog erg ver weg, maar ik sluit niet uit dat zoiets mogelijk zal zijn. Het is nu al gelukt om een DNA-genoom synthetisch te maken en in te brengen in een cel die daarna goed functioneert.

Dat gaat in tegen al onze intuïties. Biologie is toch iets anders dan natuurkunde? Levende organismen zijn toch niet te herleiden tot dode materie?

Het vitalisme is al een eeuw dood en ik zie er geen support voor in mijn tak van wetenschap op de nanoschaal. Zoals gezegd, het is nog ver weg, maar ik zie conceptueel geen barrières die het construeren van leven uit levenloos materiaal fundamenteel onmogelijk zouden maken. De huidige stand van zaken is nog niet spectaculair. De biologie is immers enorm complex. Zelfs het meest eenvoudige micro-organisme heeft al zo'n vierhonderd genen, pakweg een half miljoen letters (basenparen) in zijn genoom. Wat we nu recent kunnen, is dat genoom nabouwen: we schrijven de letters over. Maar we hebben nog steeds maar gedeeltelijk een idee wat al die letters betekenen.

U bouwt synthetisch het leven op. Atoom voor atoom. Daarmee kun je toch deel-geheelrelaties en geheel-geheelrelaties over het hoofd zien? Volgens het principe 'het geheel is meer dan de delen' zou je dan alsnog de essentie (leven) kunnen missen.

Ik wil zeker niet claimen dat ik begrijp wat 'leven' is. Dat is juist een fascinerende vraag die het onderzoek drijft. Het is een feit dat levende systemen opgebouwd zijn uit moleculen. Hoe precies de typische eigenschappen van een levende cel emergeren uit die moleculen is een open en uiterst boeiende vraag.

Is het denkbaar dat synthetisch gebouwde gewassen, om maar iets te noemen, de natuurlijke kringloop kunnen verstoren, omdat ze bepaalde insecten niet meer aantrekken enzovoort?

Synthetische gewassen zijn nog zeer, zeer ver weg. De vraag naar het effect van synthetische elementen in natuurlijke cellen is wel valide. Ik denk dat we hier kunnen leren van de introductie van niet-natuurlijke materialen in de natuur op grotere schaal; denk aan glas of plastic en het effect daarvan op mens en milieu. Daar hebben we met vallen en opstaan routines voor ontwikkeld over hoe we daarmee om moeten gaan. Dat zal zich ook gaandeweg ontwikkelen voor bionanoproducten.

Als u zegt dat het conceptueel mogelijk is om leven te scheppen op het niveau van bacteriën, dan is de rest, het maken van complexe vormen van leven, toch gewoon een kwestie van tijd?

We zullen zien. Laten we eerst maar eens zien hoe moeilijk die eerste stap is – dat is vreselijk uitdagend en kan wel decennia duren. Inderdaad zal het onderzoek zich in eerste instantie concentreren op de allersimpelste vormen van leven, primitieve bacteriën, die overigens nog steeds uiterst complex zijn. Met de kennis die je daarop bouwt, kun je gaan nadenken over grotere complexiteit.

Speelt u niet een beetje voor God?

Ik sta ambivalent tegenover de term 'voor God spelen'. Het kan staan voor een enorme arrogantie, dat wij menen dat we het wel even veel beter zullen doen dan wat sommigen benoemen als 'het pruts-werk in de natuur'. Over die houding ben ik zeer negatief. Dat is de oerzonde, onze hoogmoed, dat we 'als God willen zijn', zoals de slang zegt tegen Eva. De Bijbel laat zien waar dat toe leidt: de scheiding tussen God en mens.

Maar tegelijk meen ik dat wij juist de opdracht hebben om 'voor God te spelen'. Wat bedoel ik daarmee? De mens is beelddrager van God. God heeft de mens geschapen en een mandaat gegeven om als rentmeesters op deze aarde te regeren. Psalm 8 zegt „U hebt de mens bijna goddelijk gemaakt, hem gekroond met glans en glorie, hem toevertrouwd het werk van uw handen en alles aan zijn voeten gelegd”. Die verantwoordelijkheid weegt zwaar. Ik ben geschapen met inzicht en verstand, met abstract denken en met vermogens om deze wereld in kaart te brengen – denk aan Adam die namen gaf aan de dieren in de tuin van Eden. Als wetenschapper stel ik me nieuwsgierig de vraag: hoe zit de schepping in elkaar? Vervolgens mag ik mijn door God gegeven verstand en creativiteit gebruiken om de opgedane kennis in te zetten ten dienste van de naaste. Jezus heeft ons als grootste gebod gegeven om God lief te hebben, onder andere met heel je verstand, tot lof

van God en ten dienste van je naaste. Dat sluit heel direct aan bij de opdracht die God de mens heeft gegeven om de aarde te beheren en te bewaren, alles te onderzoeken en alle mogelijkheden te gebruiken. Als beeldrager van God is de mens dus aangesteld met een zorgopdracht, te zorgen voor mens en dier en aarde.

We mogen, nee: móéten zelfs, wetenschap aanwenden om deze opdracht uit te voeren met alle verstand en creativiteit die in ons is. Dat kan dus ook inhouden dat wij onderzoek doen naar de grens tussen levenloos en leven. Als die mogelijkheid besloten ligt in Gods schepping, dan is dat iets wat we kunnen onderzoeken en benutten.

U bent binnengedrongen in de geheimen van het leven. De reductie van biotisch leven tot scheikundige materie is voor u geen probleem meer. De grenzen schuiven op. Hoe kijkt u aan tegen de grens van het lichamelijke en het geestelijke?

Ik heb niet gesteld dat biotisch leven gereduceerd kan worden tot louter scheikundige materie. Voor mij is het nog een open vraag hoe leven en levenloos zich precies verhouden. En een nog grotere open vraag is die naar bewustzijn en hoe dat relateert aan ons lichaam. Het is duidelijk dat geest en materie intensief samenhangen. De Bijbel legt die koppeling ook. Ik vind het intrigerend om in de brief aan Korinte te lezen dat we in de hemel een nieuw lichaam zullen krijgen. Als mens zullen we daar niet louter geest zijn, maar opnieuw een ziel en lichaam hebben.

Hoe we nu die samenhang precies moeten duiden weten we niet. We weten nog niet eens goed wat persoonlijkheid, geest, ziel is. Dit is het vakgebied van de neurowetenschappen dat niet mijn terrein is, dus ik kan hier maar beperkt over spreken. Ik zou denken dat het bij geest en lichaam om twee aparte sferen gaat, maar ik zou er niet van ondersteboven raken als het anders blijkt te zijn.

Proef ik een zekere angst in je vraag? Zo van: als je ontdekt dat je het bewustzijn of de geest zou kunnen begrijpen in termen van materie, moet je ook twijfelen aan je eigen geest. Maar dat is toch onzin.

Mijn ervaring wordt er toch niet anders van als ik een verklaring heb over hoe deze samenhangt met de atomen waar we uit bestaan? Ik ben op dit punt nergens bang voor, ook niet dat ik mijn verwondering zal verliezen. Het is Gods wereld die wij onder-

zoeken. Met onze wetenschap ontdekken we steeds meer van de werking van Gods schepping, hoe Hij de dingen heeft geschapen en wat de samenhang daarin is.

Misschien zit er achter die angst een idee dat de wetenschap God zal wegverklaren maar dat is ongegrond. Want wetenschap kan dat helemaal niet! En mijns inziens heeft een christelijke levensbeschouwing betere papieren om de wereld te duiden dan een seculier-atheïstische visie.

U hebt zich uitgesproken tegen het verbeteren van de mens, zoals de transhumanisten willen. Waarom is er voor u een verschil tussen herstellen of genezen aan de ene kant en verbeteren aan de andere kant? Verbeteren is toch ook een vorm van preventie?

Ik zie een belangrijk verschil tussen herstellen en verbeteren. Dat concentreert zich op het einddoel: bij herstel ga je terug naar een geaccepteerde standaard van een normale gezonde toestand. Bij verbeteren wil je verder gaan en de mens 'verbeteren' naar een toestand die voorbijgaat aan wat wij als een normaal gezond mens beschouwen.

Het is denkbaar dat je door selectie de mens zeventig IQ-punten slimmer kunt maken, meer spierkracht kunt geven, enzovoorts, maar daardoor wordt de mens niet per se veel gelukkiger of gezonder. Ik heb de indruk dat er achter het idee van mensverbetering vaak een naïef idee schuilgaat dat de mens gelukkiger wordt als wij onze kwaliteiten technologisch kunnen opschroeven. De crux is echter dat dit niet het fundamentele probleem van de mens aanpakt. Dat is moreel van aard. Ik meen dat de mens gelukkig zal worden als hij of zij zijn huidige toestand, zijn eindige mens-zijn onderkent en in een open relatie gaat leven met God en de naaste.

DRIE PROJECTEN

Cees Dekker geeft momenteel leiding aan drie onderzoeksprojecten in zijn groep: de studie van nanogaatjes voor de doorvoer van DNA-moleculen, enkel-molecuulstudies van het onderhoud van DNA in de celkern, en nanostructuren om evolutie van bacteriën te onderzoeken. Dat laatste, onderzoek naar evolutie – bepaald niet de eerste associatie bij het horen van zijn naam – is in het bijzonder noemenswaardig. Met microfabricage worden eilandjes gefabriceerd waar bacteriekolonies worden uitgezet, zeg maar een mini Galapagos-eilanden-groep. Deze eilanden zijn door nanokanaaltjes met elkaar verbonden en worden via andere nanokanalen van verschillende voedingsstoffen voorzien. Een generatie bacteriën deelt zich al na een half uur, dus in twee dagen kun je al de ontwikkeling van honderd generaties onderzoeken. Dekker onderzoekt de dynamica van zulke bacteriepopulaties onder een selectiedruk in zo'n landschap waar op nanoniveau de ecologie gecontroleerd wordt.

NANOTECHNOLOGIE

FASCINATIE VOOR HET KLEINE

DE NAAM NANOTECHNOLOGIE IS AFGELEID VAN NANOS, HET GRIEKSE WOORD VOOR DWERG. IN DE NANOTECHNOLOGIE DRAAIT HET DAN OOK OM HET WAARNEMEN, BESTUDEREN EN MANIPULEREN VAN ENKELE ATOMEN EN MOLECULEN. EEN NANOMETER IS EEN MILJOENSTE MILLIMETER; TER VERGELIJKING: EEN GEMIDDELDE MENSELIJKE HAAR IS ZO'N 80.000 NANOMETER DIK. NANOTECHNOLOGIE BIJDT FASCINERENDE MOGELIJKHEDEN OM MATERIALEN EN BIOLOGISCHE CELLEN TE ONDERZOEKEN OP EEN WIJZE DIE VOORHEEN NIET MOGELIJK WAS, NAMELIJK OP HET ALLERKLEINSTE NIVEAU VAN DE ENKELE BOUWSTENEN. EXTRAPOLEREND WORDT ER VOLOP GESPECULEERD OVER MOGELIJKE TOEPASSINGEN VAN AL DAT MOOIS.

NANOTECHNOLOGIE IS BIJ uitstek een multidisciplinair veld van onderzoek waar verschillende traditionele disciplines samenkomen. Er zijn fysici, ingenieurs, chemici en biologen die allemaal op nanoschaal werken. Deze historisch gezien opmerkelijke multiculturele mix van verschillende disciplines is interessant en wederzijds bevruchtend.

DE HISTORISCHE AANLOOP

Wellicht moet men voor de geschiedenis van de nanotechnologie wel 2400 jaar terug de geschiedenis in, naar de oude Grieken die het idee van atomen poneerden. Om beknopt te blijven ga ik slechts terug naar 1959. Toen sprak Richard Feynman de beroemde rede uit 'There's plenty of room at the bottom'. Hij voorspelde hierin dat het mogelijk zou zijn om 'ultimately, in the great future' structuren te maken met de atomen één voor één zoals we ze zouden willen hebben.

In 1981 werd de Scanning Tunneling Microscope (STM) ontwikkeld. Hierin laat men een heel klein naaldje over een oppervlak lopen waarbij dit naaldje heel gevoelig de hoogte 'voelt' en zo het oppervlak aftast. Met deze microscoop kon men voor het eerst een afbeelding maken van een oppervlak waar de afzonderlijke atomen zichtbaar waren! Dit instrument is de cruciale sleutel geweest bij het ontsluiten van het veld van de nanotechnologie.

De belangstelling voor nanotechnologie is in eerste instantie het directe gevolg van wetenschappelijke doorbraken. Daarnaast is het mede veroorzaakt door futurist Eric Drexler, bijvoorbeeld met zijn boek *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* (1986). Hoewel zijn ideeën wetenschappelijk grotendeels niet serieus kunnen worden genomen, heeft Drexler nanotechnologie wel op de politieke agenda gezet.

STAND VAN ZAKEN

Mede gedreven door de alsmat voortschrijdende miniaturisering van de micro-elektronica is er veel onderzoek gedaan naar elektronische devices met de kleinst mogelijke dimensies. Het blijkt dat nanodevices niet alleen kleiner en sneller zijn, maar ook kwalitatief anders. Op de nanoschaal wijken de eigenschappen van een materiaal sterk af van die op grotere schaal. Zo is de oppervlak-volumeverhouding heel anders, krijg je in een silicium device te maken met het feit dat je slechts één of enkele doteringsatomen in je device tegenkomt in plaats van een groot aantal, en loop je aan tegen kwantumeffecten van de ladingsdragers.

Zo ontwikkelde de groep van Hans Mooij in Delft zogenaamde 'single-electron tunneling' (SET) transistors, die kunnen werken op basis van het manipuleren van slechts één elektronlading, het elementaire kwantum voor lading. Zijn groep deed tevens de verbazende ontdekking dat ook de elektrische geleiding door een kleine constrictie in een device met een tweedimensionaal elektronengas gekwantiseerd is, een effect veroorzaakt door het golfkarakter van elektronen. Elektronen kunnen ook geheel worden opgesloten in zogenaamde 'quantum dots', kleine eilandjes van halfgeleider-materiaal waarin op gecontroleerde wijze slechts één of een paar elektronen kunnen worden aangebracht. Al dit laagtemperatuuronderzoek heeft een basis gelegd voor de nanoelektronica van de toekomst.

Miniaturisatie wordt inmiddels allang niet meer alleen toegepast voor micro-elektronica, maar ook voor heel andere doeleinden zoals magnetische recording, sensors, micro-elektro-mechanische systemen (MEMS), lab-on-a-chip fluidic devices en medische systemen. De verdere miniaturisering van de silicium micro-elektronica zal zeker een keer tot een eind komen. De minimale grootte van een device,



Door Cees Dekker

nu 100 nm, zal fundamenteel nooit kleiner kunnen worden dan de schaal van ruwweg een nanometer, de schaal van enkele atomen of moleculen.

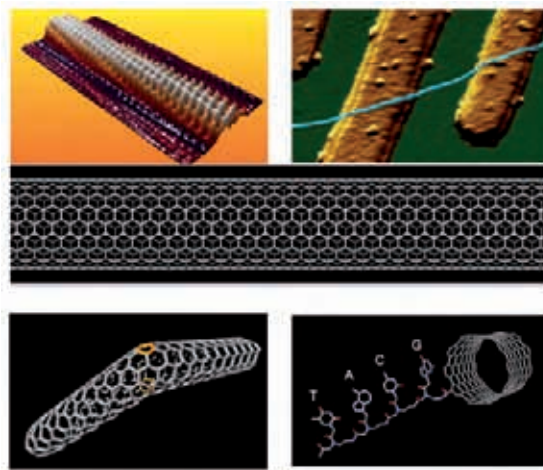
In het afgelopen decennium zijn er grote doorbraken geweest in de moleculaire elektronica, waar direct enkele moleculen als de actieve schakelementen worden gebruikt in devices. Zo demonstreerde onze groep in 1997 een eerste prototype van een werkende moleculaire transistor bij kamertemperatuur waar het hart van het device, het schakelement, bestond uit slechts één koolstof nanobuismolecuul.

Deze nanobuisjes zijn buisvormige moleculen die alleen uit koolstof bestaan, ongeveer een nanometer dik, het sterkste materiaal op deze aardbol, en die zeer interessante elektrische eigenschappen hebben omdat ze halfgeleidend of zelfs metallisch kunnen zijn. Deze buisjes zijn wellicht hét icoon van de nanotechnologie geworden. De volgende grote uitdaging is nu hoe je niet één maar vele miljarden moleculaire transistors in parallel kunt assembleren op een chip. Met ons werk in 2003 om nanobuisjes te koppelen aan DNA hebben we hier een bijdrage aan geleverd.

Een ander interessant subgebied is de ‘bionanotechnologie’. De levende cel zit tjokvol met moleculaire nanomachientjes, zoals de membraanwand, celkern, mitochondriën, en nog veel meer. Bij het inzoomen op één van de celonderdelen komen we allerlei moleculaire systemen tegen (gerelateerd aan hun functie) waarvoor er op microscopisch niveau vele open vragen liggen. Een voorbeeld hiervan is dat voor het gebruik van de genetische informatie het belangrijk is te begrijpen hoe DNA precies is georganiseerd en samengepakt in de celkern. Hoe is het DNA met een lengte van een meter door eiwitten in zo’n klein volume van een micron ‘opgevouwen’? (Vergelijk het met een kilometer lang touw dat in een bolletje van een millimeter wordt opgerold, en waarvan toch elke plek beschikbaar is om informatie over te dragen.) Door nanotechnologie is het mogelijk om de mechanische eigenschappen van een enkel DNA-molecuul direct te meten met een atomairekrachtmicroscop (AFM, een variant van de STM) of met nieuwere enkel-molecuulgereedschappen zoals een optische pincet.

VISIOEN OF DOEMSCENARIO?

Nanotechnologie lijkt het buzzword voor het nieuwe millennium. Er bestaan lange lijsten voor mogelijke toepassingen van nanotechnologie in ICT, medische technologie, optica, werktuigbouwkunde, landbouw en milieutechnologie. Inmiddels zijn er wereldwijd reeds vele honderden nanotechnologie-ondernemingen actief. De US National Science Foundation voorspelde dat binnen tien jaar de hele halfgeleiderindustrie en de helft van de farmaceutische indus-



Figuur 2: Koolstof nanobuisjes.

trie gebaseerd zal zijn op nanotechnologie en dat in 2015 de wereldmarkt 10^{12} (1000 miljard) dollar zal bedragen! Hoe gefundeerd zijn de nanotechverwachtingen?

Ik zie zeker perspectief op langere termijn. Een voorbeeld. Drexler beschreef kunstmatig gebouwde robotjes die zichzelf assembleren om zieke cellen in het lichaam op te sporen en te doden (nanobots). Ik denk niet dat we op basis van nanotechnologie zulke nanobots kunnen verwachten. Maar het is zeker denkbaar dat we met een combinatie van biotechnologie en vastestoftechnologie nanodevices maken die zieke cellen herkennen en specifiek aan deze cellen op gecontroleerde wijze een stof afgeven die de ziekte bestrijdt. Maar verwacht zo’n device niet binnen de komende tien jaar.

Is er ook een keerzijde aan al die nanotechbeloften? Volgens Bill Joy in *Why the future doesn’t need us* kunnen we verwachten dat nanobots de mensheid zullen marginaliseren, dankzij een explosief groeiende kunstmatige intelligentie en een vermogen om zichzelf te vermenigvuldigen. Ik geloof er niks van! Hoe meer we leren over de biologische cel, de kleinste eenheid die zichzelf kan reproduceren, hoe meer we onder de indruk komen van de complexiteit hiervan, en hoeveel te meer we beseffen hoe kinderlijk naïef de fantasieën zijn om dit na te bouwen in een robotje.

Alle speculatie terzijde zettend zal nanoscience leiden tot heel interessante nieuwe kennis, tot beter begrip van de werking van fysische, chemische en biologische processen op het allerkleinste niveau. Voor mij is dat toegenomen begrip al waardevol in zichzelf, en is het de verwondering over al dit schoons die mijn voornaamste motivatie is voor wetenschappelijk onderzoek.

Prof. dr. Cees Dekker is hoogleraar Moleculaire Biofysica aan de TU Delft.

Dit is een bewerking van een diesrede, uitgesproken op 10 januari 2003 aan de TU Delft.

TECHNIEKFILOSOOF PROF. DR. IR. PETER-PAUL VERBEEK:

ETHIEK IS EEN FLEXIBEL FUNDAMENT

Niets is zo veranderlijk als menselijke opvattingen.

Dat geldt ook voor ethische opvattingen. Op deze regel vormen christenen geen uitzondering. Waar het volgens Peter-Paul Verbeek om gaat, is de vraag naar een goed leven. Die vraag moeten we onszelf telkens opnieuw stellen, juist bij het ontwikkelen en ontwerpen van nieuwe technologieën als nanotechnologie.

Een interview met een jonge belofte die de eer heeft om in de voetsporen te mogen treden van Hans Achterhuis, Nederlands bekendste filosoof van de laatste decennia.

VOOR ONS DIE gewend zijn om te denken in onwrikbare scheppingsordeningen, in normen en waarden – duurzaam tot voorbij de Dag der Dagen, voor wie ja ja is en nee nee, voor wie ‘goed’ nooit kan veranderen in ‘kwaad’, blijft het een schok om geconfronteerd te worden met het eigen verleden. Bekend is het voorbeeld van anesthesie dat Gerard de Vries heeft uitgewerkt. Toen die techniek beschikbaar kwam, waren veel christenen mordicus tegen. Vandaag is het geen thema meer en bidden wij allen een zegen over de ingrepen van de dokter die een instrument is in Gods hand en dat wij gezond mogen ontwaken uit onze narcose. Eerst vonden we het immoreel om onszelf te vrijwaren van pijn en nu vinden we het immoreel om zonder verdoving te opereren. Praten we recht wat krom is?

Peter-Paul Verbeek is er nuchter onder. “De techniek verandert en wij veranderen mee. In het gebruik van technologie komen de normen op. Denk aan de begintijd van e-mail. Er ontstonden aanvankelijk heel veel ruzies door verkeerde verwachtingen en door het gebrek aan een code of etiquette. Een e-mail bleek niet zomaar één op één de vervanger van een brief, met aanhef en afsluitende groet. De toon werd daardoor al snel als ‘bot’ opgevat door de ontvanger van een bericht. Ook bleken spellingseisen die we wel stellen aan een brief, niet aan de orde. Bij e-mails gaat het om de snelheid, niet om correct taalgebruik. De spelregels werden tijdens het spel gemaakt. E-mail was geen vernieuwing van een oude communicatietechniek maar bleek echt een nieuw communicatiemiddel. De valkuil is dat we oude en bestaande normen hanteren in een nieuwe situatie.

Dat normen afhankelijk zijn van de situatie, be-

tekent echter niet dat ze er niet toe doen. Relatief is wat anders dan relativistisch. Ethiek is flexibel, maar we hebben wel een uitgangspunt nodig voor onze keuzes.”

Wat is voor u dat fundament of uitgangspunt?

“Voor mij is dat de vraag naar het goede leven. De klassieke vraag van Plato en de latere stoïcijnse en epicureïsche filosofen. Ver voor de Verlichting dus. In die tijd was er nog geen scheiding tussen subject en object. Techniek is in onze tijd helemaal veruitwendigd tot een wereld van objecten. Onze vraag is dan vaak, in hoeverre we de technische objecten willen toelaten in de wereld van menselijke subjecten. Op die manier hebben belangrijke filosofen als Heidegger en Ellul de techniek in de 20^e eeuw benaderd.

De mens is echter een hybride, van nature kunstmatig. Er is altijd een verwevenheid geweest van mens en techniek: een mens met een bijl in zijn hand, een mens met kleren aan, een mens met een bril op, een mens op de fiets, een mens met een inwendig gehoorapparaat dat op zijn gehoorzenuw is aangesloten. Dat laatste is natuurlijk een extreem voorbeeld, maar in Twente wordt momenteel een techniek ontwikkeld om zenuwen vast te laten groeien aan elektroden. Hier gaat de verwevenheid van mens en techniek over in een versmelting van mens en techniek. Die versmelting is ook aan de orde bij sommige toepassingen van nanotechnologie.”



Door Aart Deddens
en Jan Hoogland

Op welke manier kan de vraag naar het goede leven aan de orde komen? De ontwikkeling van de techniek verloopt toch min of meer autonoom?

“Dat is precies een beeld waar ik me tegen verzet. De techniek is niet autonoom en de mens ook niet. Die laatste vaststelling is natuurlijk onverteerbaar en iets waar we niet aan willen als vrije mensen van na de Verlichting. Maar we zijn net zo gebonden aan technologie als we zijn aan zuurstof, de zwaartekracht of taal.

En andersom: de techniek is ook niet autonoom. Het is geen macht buiten ons, met een eigen wil. Techniek is niet eng, niet vreemd. Het is geen monster dat ons wil verslinden. De techniek is een product van mensen, net zoals de mens een product is van techniek.



De mens is van nature kunstmatig?

Neem het hele verschijnsel van voorbehoedmiddelen en prenatale diagnostiek. Het begin van ons leven en de ethische beslissingen daarover zijn als het ware technisch voorgestructureerd. Daar moeten we niet te bang voor zijn, zolang we maar bewust omgaan met de nieuwe verantwoordelijkheden die daarbij horen. Neem bijvoorbeeld de perfectie-imperatief die we onszelf vaak opleggen. Omdat we steeds dieper kunnen ingrijpen in de mens, worden we ook voor steeds meer dingen zelf verantwoordelijk. Voor ons uiterlijk bijvoorbeeld, of voor het krijgen van een gezond kind. Zo ontstaat al snel de gedachte dat we alle ongemak en lijden moeten uitbannen en dat we dan pas gelukkig zijn. Vergelijk de cosmetische chirurgie. De techniek is niet verkeerd, maar de vraag die je je moet stellen is: Wat is een goed leven? Is een goed leven dat ik maximaal zoveel kilo weeg, geen rimpels heb enzovoorts?

Mijn vrouw en ik hebben tot nu toe bij onze kinderen de nekplooiemeting en de 20-wekenecho geweigerd. Niet omdat we de techniek verkeerd vinden of bedreigend, maar omdat we niet zelf verantwoordelijk wilden worden voor de gezondheid van het kind dat we zouden krijgen. Het pakte overigens anders uit, want de echoscopist zei tegen ons: 'Jullie willen niet? Dan is het vanaf nu jullie eigen verantwoordelijkheid!'

Juist omdat mensen niet autonoom zijn en de techniek evenmin, is er speelruimte. Die speelruimte is het speelveld van ethiek. Mensen zouden moeten leren doorzien wat techniek met hen doet, om er bewust mee om te gaan. Ethiek moet niet gaan over de vraag of een bepaalde techniek wel of niet toelaatbaar is, maar om de vraag *hoe* we die techniek zouden moeten inbedden in ons bestaan."

Wat is een goed leven met nanotechnologie?

"Om eerst nog een misverstand uit de weg te ruimen: het gaat niet om de vraag: hoe kan *ik* een goed leven hebben? Het gaat om *het* goede leven en hoe je daar deel aan kunt hebben, niet primair individueel, maar samen (in de 'polis' of samenleving). Hoe geven wij samen vorm aan een goed leven? Het gaat mij dus ook vooral om een debat in het publieke domein. En dat debat is er al, maar het wordt niet door ethici gevoerd. Ethici bemoeien zich te vaak alleen maar met formuleren en gedragscodes, of met de vraag of iets mag of niet mag. Terwijl het morele debat moet worden gevoerd met ontwerpers. Laten ethici maar naast de technici gaan zitten, en vragen: Hoe kunnen we de kwaliteit van vervlechting tussen mens en techniek verbeteren? Welke invloed zal jullie techniek hebben op het mens-zijn, en in hoeverre draagt die bij aan het goede leven?"

Kunnen we de mens verbeteren?

"Er is een bekende scheiding tussen beter maken en verbeteren, tussen gezondheid herstellen aan de ene kant en vernieuwen aan de andere kant. Ik ben geen transhumanist, maar ik geloof wel in verbetering van de mens. Het onderscheid deugt namelijk niet. We kunnen de mens niet herstellen, niet terugbrengen in een 'oorspronkelijke toestand' alsof die toestand een pure vorm van natuur was en de techniek het middel om daar te komen. Ook in de oorspronkelijke toestand waren mens en techniek verweven, net als in de verbeterde toestand."

Waarom ontleent u uw inspiratie?

"Filosofisch gezien ben ik gevormd door het werk van Karl Jaspers en zijn idee van transcendentie: het transcendente maakt geen deel uit van de wereld van de objecten, en om die reden 'bestaat' er geen God zoals mensen en dingen bestaan. Transcendentie draait om het onherleidbare, ongrijpbare niet-vanzelfsprekende van de werkelijkheid, de verwondering en ook verontrusting. Als je dat wilt vatten, in woorden of beelden, is het je al ontsnapt.

Ik ben zoon van een gehuwd priester en opgegroeid in de traditie van Huub Oosterhuis. Mijn vrouw heeft een protestantse achtergrond. Wij hebben onze kinderen laten dopen, omdat we ruimte wilden maken voor het wonder dat we deze kinderen gekregen hebben. En ook omdat we ze heel bewust deel wilden laten uitmaken van de gemeenschap van mensen.

Aan onze kinderen ontleen ik overigens ook heel veel inspiratie en ik kies er bewust voor om veel thuis te zijn. Ik heb geen volledige aanstelling en wil me niet volledig op laten zuigen door mijn werk. Op die manier blijft ook mijn werk zeer inspirerend."

EENS!

NANOTECHNOLOGIE IS GEWOON EEN
TECHNOLOGIE. NIKS BIJZONDERS

Dimmen Breen

Nanotechnologie is een technologie waarvan de oorsprong in de jaren vijftig van de vorige eeuw ligt. In de jaren negentig volgde een grote doorbraak en recent is er brede publieke belangstelling voor ontstaan. Uiteindelijk is nanotechnologie echter gewoon een technologie die langzaam ontwikkeld is en nog steeds doorontwikkeld wordt. Technologische ontwikkelingen doorlopen vaak de volgende vijf fasen – dat is niet anders bij nanotechnologie:

DE FASE VAN WETENSCHAP

De nanowetenschap is in Nederland hoog ontwikkeld. Zeer hoog zelfs. Creatief als men is, worden er tientallen universitaire spin-offs opgezet en hierin is

mentenorganisaties.

Echte regulering is echter uiterst ingewikkeld en tijdrovend. De eigenschappen van gebruikte nanodeeltjes dienen per toepassing geregistreerd te worden. Bij regulering gaat het dus om miljoenen toepassingen die allemaal beschreven, onderzocht en weer herschreven moeten worden. Nationaal en ook in EU-verband.

DE FASE VAN HET PUBLIEKE DEBAT

Iedere technologie kent voor- en tegenstanders. Ethiek speelt hier een belangrijke rol. Het is echter naar mijn mening op dit moment niet mogelijk om ethische grenzen vast te leggen, wat enkele organisaties willen. Normen behoren dynamisch van aard te zijn om zodoende met het denkvermogen van de mens en de voortgang van de technologie mee te kunnen bewegen. Wat nu ethisch volstrekt verwerpelijk is, kan met gemak over drie jaar volledig geaccepteerd zijn.

Vragen over hoever je kunt gaan met *human enhancement* zijn eigenlijk alleen per individueel geval te beantwoorden. Wat voor de ene mens een geweldig (lichamelijk) hulpmiddel zou zijn om een goed leven te kunnen leiden, is voor de andere mens een gruwel der techniek.

MET NANO IS ER NIETS

het einde nog lang niet in zicht. De overheid steunt met miljoenen euro's.

DE FASE VAN HET BEDRIJFSLEVEN

Het bedrijfsleven heeft wereldwijd de nanotechnologie allang ontdekt en zorgt in samenspel met de kennisinstellingen voor de ene verbazingwekkende ontdekking na de andere. Kijk de voorbeelden op www.nanopodium.nl er maar op na. Niets is meer onmogelijk, lijkt het wel. Het serieuze deel van het bedrijfsleven is nu zelf op zoek naar referentiekaders voor het gebruik van nanoproducten. Er lijkt zelfs een driehoek overheid-kennisinstellingen-bedrijfsleven zichtbaar te worden die de eventuele gevaren van nanotechnologie in kaart gaat brengen.

DE FASE VAN DE OVERHEID

Bij het reguleren komt de overheid aan bod. De Tweede Kamerdebatten over het gebruik van nanotechnologie leren echter dat er op het gebied van kennis nog een grote inhaalslag gemaakt moet worden. De overheid is zich dat gelukkig bewust en er wordt hard gewerkt, mede onder druk van consu-

DE FASE VAN KERKELIJKE ORGANISATIES

Kerkelijke instanties hadden tot een aantal jaren geleden veel en regelmatig contact met leden van het kabinet, onder meer over technologische ontwikkelingen. Toen de scheiding tussen staat en kerk sterker begon te worden, hebben kerkelijke instanties besloten deze contacten met het kabinet te verbreken.

Dit is, vanuit kerkelijk oogpunt bezien, een redelijke reactie te noemen maar tegelijkertijd ook erg jammer, want de kerk plaatst zich door deze houding zelf deels buiten de samenleving, wat in tegenspraak is met haar missie. In het geval van nanotechnologie is dit uiterst jammer omdat de nanotechnologie een voor het geloof uitermate belangrijke ontwikkeling is. Men sleutelt uiteindelijk toch aan de fundamenten van het geloof. Het 'mens-zijn' staat in de dialoog centraal. De mogelijkheden van *human enhancement* zijn enorm en de kerkelijke instanties laten het nu een beetje over zich heen komen. Men wil er, tot op heden, eigenlijk niet over nadenken. Echter, in de maatschappelijke dialogen over technologie blijft de kerk een belangrijke speler.

Dimmen Breen is ondernemer/managing director van Nanoservices BV te Nunspeet.

Er valt natuurlijk best iets voor te zeggen dat de Londense mevrouw Annamarie Turcauht, die in 1459 een nieuwe variant op custard probeerde te maken en toen de eerste mayonaise ontdekte, met nanotechnologie bezig was. De bijzondere textuur en smaak van mayonaise hangt samen met de vele kleine vetdruppeltjes in dit mengsel van olie, eigeel en azijn. De afmeting van de druppeltjes is kleiner dan een micrometer en maakt mayonaise daarmee onderdeel van de nanotechnologie.

Andere voorbeelden van vroege nanotechnologie zouden dan het pottenbakken of het maken van verf kunnen zijn, want ook klei en verf bevatten deeltjes van nanoformaat. In zekere zin zijn we allang vertrouwd met nanotechnologie.

Toch is er wel degelijk iets wezenlijk veranderd door de hausse aan nanotechnologisch onderzoek van de afgelopen jaren.

Allereerst zijn de microscopietechnieken om objecten of structuren met kleine afmetingen in beeld te brengen enorm verbeterd en stellen ze de nanotechnoloog in sommige gevallen zelfs in staat om de samenstelling van deze structuren vast te stellen. Dit maakt het veel makkelijker om de eigenschappen van materialen die uit kleine bouwstenen bestaan te kunnen herleiden tot deze bouwstenen. Dan is het ontdekken van mayonaise niet meer een kwestie van lukraak op verschillende manieren en in verschillende verhoudingen mengen van olie, eigeel en azijn

NIEUWS ONDER DE ZON

tot er een bijzondere substantie ontstaat. Niet alleen het tempo van nieuwe onverwachte ontdekkingen is daarmee omhooggegaan, maar ook het optimaliseren van een nieuw productieproces kan dan veel gericht gebeuren. Zonder krachtige microscopen en de daardoor verkregen kennis over nieuwe materialen zou het niet mogelijk zijn om bijvoorbeeld de dataopslagcapaciteit van harde schijven en geheugenkaartjes steeds maar toe te laten nemen. Dit illustreert dat er ook daadwerkelijk sprake is van een nieuwe technologie; de kennis over materialen en microscopie is zo ver gevorderd dat deze kan worden toegepast om nieuwe producten te realiseren.

Een ander kenmerk van de nanotechnologie komt voort uit het grote verschil in afmetingen tussen enerzijds de atomen en moleculen die ongeveer een nanometer groot zijn en anderzijds de kleinste dingen waar we in het dagelijks leven vertrouwd mee zijn. Omdat nanodeeltjes, bestaande uit slechts enkele atomen, zo verschrikkelijk klein zijn, is een heel klein beetje materiaal voldoende om bijvoorbeeld het hele oppervlak van een vensterglas van een coating bestaande uit nanodeeltjes te voorzien. Dit maakt het mogelijk om tegen geringe kosten iets wezenlijks aan een raam te veranderen, in dit geval

ONEENS!

ER IS WEL DEGELIJK IETS VERANDERD
DOOR HET ONDERZOEK OP DE
SUBMICRONSCHAAL

Tjerk Oosterkamp

bijvoorbeeld het gemak waarmee het kan worden schoongemaakt. Het zijn ook de enorm kleine afmetingen binnen de nanotechnologie die het mogelijk maken om zoveel gigabytes aan informatie op een vierkante centimeter te proppen.

De ethische vragen die door de opmars van de nanotechnologie worden opgeroepen, zijn echter niet wezenlijk anders dan de ethische vragen die andere technologieën bij ons oproepen. De Nederlandse techniekfilosoof Peter-Paul Verbeek benadrukt dat de interactie tussen mens en technologie een wezenlijk onderdeel is van ons mens-zijn. Het is weliswaar

zinvol om te analyseren hoe een nieuwe technologie ons leven verandert, maar het heeft geen zin om iedere interactie met een nieuwe technologie als een bedreiging te zien voor ons mens-zijn. Ons mens-zijn is namelijk onlosmakelijk verbonden met onze interactie met de technologie. De nanotechnologie zal ons leven op nieuwe manieren veranderen, maar we zullen net als met eerdere technologische veranderingen mee kunnen groeien.

Dr. Tjerk Oosterkamp is natuurkundige en werkt als universitair hoofddocent en onderzoeker bij de Universiteit Leiden.



NANO RAAKT ONS ALLEMAAL!

INTERVIEW MET PROF. DR.
PETER NIJKAMP, VOORZITTER
VAN HET NANOPodium



Door Aart
Deddens

Wat bewoog u om voorzitter te worden van het Nanopodium? Welke bijdrage wilt u leveren?

Nanopodium is een forum voor het initiëren en stimuleren van een maatschappelijke dialoog over de toekomst van nanotechnologie. Nanopodium is de 'operationele arm' van de Commissie Maatschappelijke Dialoog Nanotechnologie, een breed samengestelde groep van gezaghebbende personen die verantwoordelijk zijn voor de organisatie van een uitgebalanceerde discussie in onze samenleving over de mogelijkheden en de schaduwzijden van nanotechnologie. Deze commissie is door de overheid ingesteld om volstrekt onafhankelijk – dus zonder politieke interventie – de samenleving te informeren over de pro's en contra's van nanotechnologie, de bewustwording over het gebruik van nanoprodukten te stimuleren en een evenwichtige dialoog met een breed scala aan geïnteresseerden op te zetten.

Nanotechnologie is een moderne, snel in ontwikkeling zijnde technologie die in principe een grote invloed kan hebben op ons leven. Er is haast geen veld in de maatschappij dat niet door nano – de 'macht van het kleine' – beïnvloed kan worden. Nanotechnologie is derhalve geen exclusief speeltje van de industrie, een hobby van wetenschappers of een paradepaardje van de overheid; het raakt ons allemaal! En daarom is een brede consultatie nodig, voordat een onverkort 'groen licht' voor een brede invoering van nanotechnologie kan worden gegeven.

Als voorzitter van de Commissie Maatschappelijke Dialoog Nanotechnologie is het voor mij een heel spannende maar ook verantwoordelijke taak deze dialoog in goede banen te leiden. Voorkomen moet worden dat een nieuwe technologie met zo veel ongekende mogelijkheden op onverantwoorde wijze wordt toegepast. Daarom is het zo belangrijk dat eerst de samenleving aan zet is.

Wat is de achtergrond geweest voor de oprichting van het Nanopodium?

Nanopodium geeft geen inhoudelijke richting of sturing aan de maatschappelijke dialoog, maar organiseert het proces. Daartoe worden diverse activiteiten georganiseerd, zoals tentoonstellingen, internetdiscussies, televisieprogramma's, lesmateriaal, science cafés, et cetera. In principe kan elke Nederlander daaraan meedoen. In wezen is hier sprake van een brede democratisering van een nieuwe technologie: nano is geen monopolie van technische nano-experts.

Hoe past dat bij uw persoonlijke ambities en talenten?

Ik ben absoluut geen deskundige op het terrein van de nanotechnologie. Maar een voorzitter moet onafhankelijk zijn bij de implementatie van een uniek proces van emancipatie van nanotechnologie, en

Het nano- lied

daarom elke schijn van partijdigheid vermijden. De opdracht is om tot een verantwoorde afweging van de vruchten van deze technologie te komen. Als oudvoorzitter van NWO heb ik geleerd hoe belangrijk het is nieuwe ontwikkelingen en ontdekkingen in de wetenschap met een open oog, maar ook kritisch te beoordelen. Nano verdient het niet alleen op wetenschappelijke merites, maar ook op maatschappelijke en ethische aspecten beoordeeld te worden.

Welke tendensen neemt u waar in het wetenschappelijk bedrijf? U bent ook jaren voorzitter geweest van NWO. Van buitenaf bezien lijken er twee richtingen te overheersen: een harde atheïstische met een ouderwets positivistische inslag en een wat meer relativistische waardoor er ook ruimte is voor de inbreng van levensbeschouwing. Hoe taxeert u het?

Het wetenschappelijk bedrijf – ook in een klein land als Nederland – is volstrekt internationaal geworden. Wetenschap opereert op een breed vlak, met een grote variëteit aan veronderstellingen, met een rijk scala aan persoonlijke overtuigingen en opinies. Daarin past zeer wel een meer reflectieve inslag, waarbij een kritische beoordeling van wetenschap op haar plaats is. Ik zie de moderne wetenschapsbeoefening niet als bipolair, maar veel meer als een strijd om nieuwe kennis in een pluriform veld. Daar kunnen levensbeschouwelijke elementen zeer goed een rol in spelen.

*Hoe ziet u wat dat betreft de kansen voor het blad *Beweging* en de bijzondere leerstoelen christelijke filosofie?*

Beweging is een prachtig middel voor een kritische beoordeling van nieuwe ontwikkelingen in wetenschap en samenleving. Bij een brede oriëntatie op wetenschapontwikkelingen kunnen bijzondere leerstoelen een rol van groot gewicht spelen. Het is immers van belang dat studenten een brede doorkijk krijgen naar de context waarin wetenschap zich afspeelt. Daarover hoeven we niet krampachtig te doen, want wetenschap is ook ontplooiing.

Welke verwachting hebt u van alle projecten die nu lopen?

Onze eerste ervaringen met het breed opgezette en gevarieerde pakket aan nano-activiteiten zijn heel gunstig. Er is breed in de samenleving een grote behoefte aan goede informatie, bijvoorbeeld op het terrein van gezondheid, voeding en cosmetica. Tegen het eind van het jaar hopen we de vele vruchten van de nano-dialoog te kunnen verzilveren. Dan zullen we onze vindingen openbaar maken en aanbieden aan de regering.

In 1996 deed ik mijn afstudeeronderzoek in de vakgroep anorganische chemie van TU Delft. We maakten daar zonnecellen, of tenminste we deden een poging om met lasers polykristallijne siliciumstructuren te synthetiseren die toch zeker wel binnen tien jaar zouden kunnen leiden tot een goedkopere manier om ultradunne silicium zonneceldragers te maken. Voor het gemak stond in onze communicatie naar de geldschieters vooral het eerste deel van de voorgaande zin met vet gedrukt en moffelden we zo veel mogelijk het vervelende genuanceerde tweede deel weg achter mooie plaatjes van schitterende toepassingen. De dunnelaagszonnecel is echter na veertien jaar nog steeds niet op de markt.

Ik herinner me nog heel goed dat onze hoogleraar, enthousiast en zongebruind, in een wekelijks teamoverleg een recent aangeschafte documentaire uit de VS liet zien over het eerste decennium van de nanotechnologie. Interessant voor ons natuurlijk, want we deden zelf niet anders dan experimenteel onderzoek naar structuren kleiner dan een tienduizendste millimeter. Onze, eveneens zongebruinde en enthousiaste, Californische vakbroeders konden het goed brengen. Deze nieuwe interdisciplinaire benadering van de natuurwetenschappen had de wereld veranderd en zou een nieuw tijdperk inluiden. Nanotechnologie gaat ons via buckyballs en nanobots brengen naar synthetische biologie en human enhancement. Echter, blijkens de daadwerkelijk getoonde resultaten in de film vooralsnog niet meer dan een trukendoos van BiNaS wetenschappers om ongekend grote budgetten bij elkaar te krijgen voor experimenteel synthetisch onderzoek. Met daarbij natuurlijk de belofte dat de producten toch zeker wel binnen tien jaar op de markt zouden zijn.

Het grootse deel van de vakgroep had nog nooit van nano gehoord en als aanduiding van ons werk vonden we het ook niet echt klinken. Tot mijn pianospelende collega Maarten een prachtig lied vertolkte op onze jaarlijkse beaujolaisborrel: 'Van NANO kun je alles maken, een boot, een vliegtuig of een trein. Een huis met echte daken, heel groot of misschien wel piepklein.' En zoals dat gaat met kinderversjes, het gaat nooit meer uit je hoofd.

Gijsbert Korevaar

NANOTECHNOLOGIE IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS

EÉN VAN DE PROJECTEN DIE VANUIT DE STICHTING VOOR CHRISTELIJKE FILOSOFIE MET SUCCES ZIJN AANGEVRAAGD BIJ HET NANOPODIUM IS DE MODULE NANOTECHNOLOGIE: MAG WAT KAN? VOOR HET VOORTGEZET ONDERWIJS. IN DIT ARTIKEL DE BIJBEHORENDE 'THE MAKING OF', HET VERHAAL VAN DE WORDING.

DOEL VAN HET Nanopodium is het stimuleren en accommoderen van de maatschappelijke discussie over nanotechnologie. Vaak wordt als doelgroep voor de ondersteuning van die discussie gedacht aan volwassenen. Maar ook in het voortgezet onderwijs zijn goede mogelijkheden om jonge mensen bewust te maken van deze discussie en hen te helpen daarin een eigen standpunt te bepalen. Voor hen zal nanotechnologie naar verwachting een nog belangrijker rol spelen dan voor wie nu volwassen is. Reden te meer om hen te betrekken bij de maatschappelijke discussie. Het gaat immers voor een belangrijk deel over hun toekomst.

RISICO'S

Om jongeren voor te bereiden op deelname aan het maatschappelijk debat is meer nodig dan het overdragen van natuurwetenschappelijke en technische kennis. Niet het minst gaat het om de vorming van een eigen ethische standpuntbepaling. Ethische discussies vernauwen zich in onze samenleving al snel tot discussies over risico's. Het debat krijgt dan een gevolgenethische (consequentialistische) kleur. In de politiek kunnen we het blijkbaar niet meer eens worden over deugden en plichten en dan rest weinig anders dan een pragmatische, gevolgenethische aanpak. Als dan vervolgens de risicodiscussie zich ook nog verengt tot risicoberekeningen is de reductie compleet. Het verschil tussen onmiddellijk bij de explosie van een kerncentrale omkomen of na maanden van stralingsziekte een langzame dood sterven is dan teruggebracht tot twee getalletjes, en

het is natuurlijk de vraag of je daarmee recht doet aan dat verschil. Daarom is het geen overbodige luxe om vanuit de reformatische wijsbegeerte een serieuze poging te doen een rijke en brede ethische agenda voor te stellen, niet alleen voor volwassenen maar ook voor jongeren. In de module Nanotechnologie: Mag wat kan? wordt zo'n agenda gepresenteerd.



Door Marc J. de Vries

Behalve aan inhoudelijk-filosofische eisen moet een onderwijsmodule over nanotechnologie ook aan didactische eisen voldoen. Docenten verwachten in een dergelijke module praktische opdrachten. Dat lijkt niet eenvoudig in het geval van nanotechnologie. Het gaat daar om hoogwaardig technisch onderzoek dat niet zomaar in een schoolvariant om te zetten is. Toch zijn er mogelijkheden om iets praktisch te doen, zij het dat bij alle proefjes de atomen ('nanodeeltjes') zelf natuurlijk niet zichtbaar gemaakt kunnen worden. Maar hun effecten zijn wel zichtbaar. Zo is er het lotuseffect van een dunne laag atomen op een oppervlak, dat vocht en vuil afstoot. Nanodeeltjes van het element goud geven een bepaalde kleur, die de middeleeuwen al gebruikten in hun glas-in-lood technieken (wisten zij veel dat wij dat nu nanotechnologie noemen). Een ferrovloeistof ('ijzervloeistof') is ook zonder al te veel moeite in de klas te maken en het is voor leerlingen verrassend om de magnetische eigenschappen daarvan te zien. Niet alleen de experimenten, maar ook de meer theoretische opdrachten moeten een zo praktisch mogelijk karakter hebben. Daarom is gekozen voor het spel Decide om leerlingen te leren een eigen standpunt te bepalen. Dit spel is ontwikkeld in een EU-project en werkt met verschillende soorten kaarten: feitenkaarten, verhalenkaarten en

onderwerпкаarten. Door kaarten te kiezen en te ordenen zetten leerlingen een redenering op, waardoor ze gaan zien welke opvatting over nanotechnologie past bij bepaalde feiten en bij hun eigen ethische waarden en normen.

EXPERTISE

Voor de ontwikkeling van deze module zijn dus verschillende expertises nodig: van nanotechnologie, van filosofie en ethiek en didactische. Binnen de reformatorische wijsbegeerte zijn zulke combinaties aanwezig. In Delft geeft een van onze curatoren, prof. dr. Teun Klapwijk, leiding aan een deel van het nanotechnologische onderzoeksprogramma van de Technische Universiteit. Ikzelf heb daar een dubbelrol: naast mijn leerstoel Reformatorische Wijsbegeerte geef ik er ook leiding aan de lerarenopleidingen voor natuurkunde, wiskunde, scheikunde en informatica. Zo is in twee personen toegang tot drie domeinen verzekerd (nanowetenschappen, reformatorische wijsbegeerte en didactiek). Met medewerking van twee vakdidactici in mijn groep kon de inhoud van de module afgestemd worden op de eisen van de middelbare schoolpraktijk. Hier komt een van de sterkten van onze beweging naar voren: filosofische knowhow gekoppeld aan vakwetenschappelijke. Dit verklaart ongetwijfeld voor een deel het succes van de bij het Nanopodium door de stichting ingediende aanvragen.

Het ontwikkelproces begon met het verzamelen van ideeën uit bestaand buitenlands materiaal. Vervolgens is een structuur bedacht om de ethiek van de nanotechnologie stap voor stap aan leerlingen duidelijk te maken vanuit ons reformatorisch-wijsgerige begrippenkader. Die structuur is uitgewerkt tot een volledige tekst met illustraties. Op drie scholen wordt de module uitgeprobeerd. Op twee scholen gebeurt dat in het kader van het vak Algemene Natuurwetenschappen, dat vooral gegeven wordt voor de niet-natuurwetenschappelijke richtingen in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Op een andere school wordt het gedaan in het kader van het vak Natuur, Leven en Technologie, dat juist voor de bèta's bestemd is. Ter ondersteuning van de docenten is een handleiding bij de module geschreven en een powerpointpresentatie gemaakt. Nadat de docenten hun ervaringen en suggesties hebben teruggekoppeld, wordt de module herzien en in defi-

nitieve vorm uitgebracht. De disseminatie zal plaatsvinden via een landelijke studiedag voor docenten en via een stuk in het verenigingsorgaan van de Nederlandse bètadocenten. Ook via de Delftse lerarenopleiding zijn er mogelijkheden om in schoolstages de module in de praktijk te verspreiden.

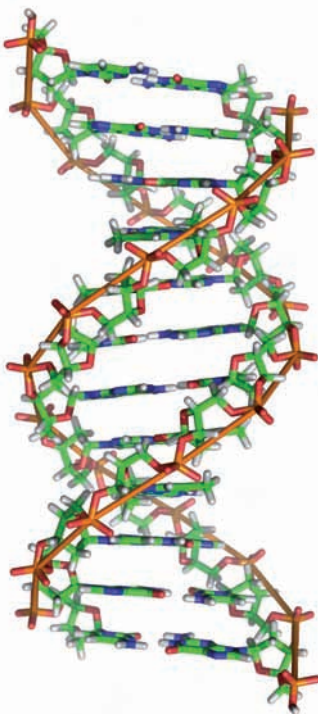
De inhoud van de module is de volgende. In hoofdstuk 1 wordt kort het onderwerp geïntroduceerd. Leerlingen zien voorbeelden van producten die nu al te koop zijn en die de term 'nano' bevatten (een spray voor schoenen en textiel, tandpasta met

nanodeeltjes, zonnebrandolie, en een tennisracket die extra licht en sterk is dankzij nanobuisjes). Hoofdstuk 2 bevat de natuurkundige en technische informatie. Daarin doen leerlingen enkele experimenten. In hoofdstuk 3 begint de reformatorische wijsbegeerte. De begrippen worden niet allemaal expliciet benoemd, want wat moet een leerling van 14 jaar met het woord 'kwalificerende functie', maar de inhoud van de begrippen is voluit aanwezig. De complexiteit van de nanotechnologie wordt via de aspectenleer inzichtelijk gemaakt. In hoofdstuk 4 gaat het dan van techniekfilosofie naar techniekethiek. Na eerst drie belangrijke ethische hoofdrichtingen te hebben benoemd (deugden, plichten, gevolgen) komt het begrip verantwoordelijkheid aan de orde. Ook het praktijkbegrip,

zoals door onder meer Hoogland en Jochemsen in de reformatorische wijsbegeerte ingebracht, wordt behandeld. Hoofdstuk 5 ten slotte presenteert de begrippen actor en scenario die vooral aan de technologyassessment en de techniekdynamica ontleend zijn. De module loopt uit op het spelen van het spel Decide.

Het is een boeiende exercitie om de kernbegrippen van de reformatorische wijsbegeerte toe te passen op de nanotechnologie en vervolgens didactisch te vertalen naar het niveau van de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Het heeft iets van een salto mortale, maar een onmogelijke beweging is dat niet. Zo zijn we vanuit onze beweging in de arena van de nanodiscussie gestapt en hopen met de module bij te dragen aan een rijke en brede maatschappelijke discussie over deze veelbelovende, maar ook voor veel vragen stellende nieuwe technologie.

Dr. Marc J. de Vries is hoogleraar Science Education en bijzonder hoogleraar Reformatorische Wijsbegeerte aan de TUDelft en universitair docent Techniekfilosofie aan de TUEindhoven.



MEER WETEN OVER NANOTECHNOLOGIE?

Nanotechnologie is een nog betrekkelijk onbekende term. Deze special belicht nanotechnologie kort vanuit verschillende perspectieven. Om u de mogelijkheid te geven u verder hierin te verdiepen, een aantal tips om verder te lezen.

Denken, ontwerpen, maken - Maarten J. Verkerk, Jan Hoogland, Jan van der Stoep en Marc J. de Vries

Denken, ontwerpen, maken is een basisboek techniekfilosofie dat vanuit een christelijk-filosofisch perspectief geschreven is. Het kan goed dienen als introductie op het technisch-filosofische denken. Het slaat een brug tussen de verschillende fasen van de techniek, zoals ontwerp, productie en gebruik, en de filosofie – inclusief sociale en ethische vraagstukken. Het bevat ook een hoofdstuk over nanotechnologie.

ISBN 9789085063957, 451 pagina's

Nanotechnology. Risks, Ethics and Law – Geoffrey Hunt en Michael Mehta (red.)

Een zeer breed georiënteerd boek waarin nanotechnologie in zes delen vanuit allerlei verschillende kanten belicht wordt: wat nanotechnologie is, nanotechnologie in verschillende delen van de wereld, voor- en nadelen, ethiek en samenleving, juridische

Nano en geneeskunde

Wanneer wij medicijnen nodig hebben, nemen wij die door middel van een pil of injectie in. Het medicijn gaat dan door het lichaam heen met het gevolg dat niet alleen de plek waar dat nodig is, maar veel meer delen van het lichaam in aanraking komen met dat medicijn. Zo ontstaan veel bijwerkingen en gaat een deel van het medicijn verloren. Met nanodeeltjes wordt het misschien mogelijk om een medicijn naar een specifieke plek te brengen en pas daar los te laten. Zo kunnen medicijnen veel effectiever ingezet worden. Een andere medische toepassing zou zijn om kankercellen al in een vroeg stadium op te sporen en te vernietigen. Stel dat nanodeeltjes hersentumoren zouden kunnen bereiken die nu nog onbereikbaar zijn voor onze huidige apparatuur. Dan zouden veel meer mensen genezen kunnen worden.

zaken en regulering. *Nanotechnology* is geschreven om het publieke debat over deze nieuwe technologie op gang te brengen. Het kan daarom goed dienen om beter te begrijpen waarom het belangrijk is deze discussie te voeren en om alvast een eerste mening te vormen.

ISBN 987-1-84407-583-6, xxiii+296 pagina's

Deus et Machina. De verwevenheid van technologie en religie – Michiel D.J. van Well (red.)

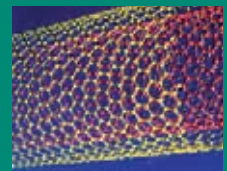
Deus et Machina is het resultaat van een verkenning van de relatie tussen religie en techniek. Het kijkt techniek vanuit allerlei religieuze standpunten waaronder christelijk, antroposofisch en atheïstisch. Hoewel het boek niet specifiek op nanotechnologie gericht is, helpt het wel om te zien hoe geloof en religie op elkaar inspelen en kan het inzicht geven in het perspectief van andersdenkenden.

Te bestellen en te downloaden op:

<http://www.stt.nl/Publicaties.aspx?pgeld=228>
468 pagina's

Nano in en rond het huis

In huis kan nanotechnologie veel voor ons gaan betekenen. Een coating van nanodeeltjes kan bijvoorbeeld kleding en schoenen vuil- en waterafstotend en kreukvrij maken. Hierdoor ziet onze kleding er beter uit en hoeven we het niet meer zo vaak en warm te wassen. Dit is dus goed zowel voor ons voorkomen en gemak als voor het milieu. De eerste kledingstukken met deze nanodeeltjes liggen nu al in de winkel. Ook auto's kunnen aanzienlijk verbeterd worden met nanotechnologie. Denk maar aan water- en vuilafstotende lak. Of aan banden die door middel van nanodeeltjes minder wrijving hebben en daardoor prettiger rijden en minder CO₂-uitstoot veroorzaken, maar toch genoeg grip op de weg houden. Het bedrijf Lanxess zegt op het punt te staan om winterbanden te produceren die een goede grip op zowel natte als droge wegen hebben zonder dat het rubber van de banden hard wordt door contact met sneeuw of ijs.



Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology – Eric Drexler

Een klassiek boek op het gebied van nanotechnologie uit 1986. Drexler werkt hierin de ideeën die Richard Feynman al in 1959 presenteerde verder uit en gaat daarop door met mogelijke implicaties voor techniek en samenleving. Hij presenteerde hiermee de term 'nanotechnologie' aan het algemene publiek. Het boek kent vele fans maar ook vele critici omdat het verre gaande implicaties schetst. Een boek dat zeker kan helpen om de discussie aan te scherpen. Daarbij geeft het meer inzicht in het ontstaan van de term nanotechnologie.

ISBN 0385199732 / 978-0385199735, 320 pagina's
Ook online te lezen: <http://www.wowio.com/users/product.asp?BookId=503> (versie 2.0)

Leven als bouw pakket. Ethisch verkennen van een nieuwe technologische golf – Tsjalling Swierstra, Marianne Boenink, Bart Walhout en Rinie van Est

Een uitgave van het Rathenau Instituut dat de convergentietechnologie van nano, bio, info en neuro centraal stelt. Veel input vanuit 'Twente', dus geen analytische techniekfilosofie, maar veel aandacht voor antropologische, ethische, culturele en maatschappelijke aspecten. Door de redactie van *Beweging* gebruikt als uitgangspunt voor de organisatie van het congres over nanotechnologie en de inhoud van deze nanospecial. Voor de redactie in elk geval onmisbaar.

ISBN 9789086870493, 216 pagina's

Nano en milieu

Er is een steeds grotere behoefte aan alternatieve brandstoffen. Over ongeveer zeventig jaar zijn de fossiele brandstoffen op; daarbij vraagt ook het veranderende klimaat ons dat we uitkijken naar alternatieven. Een nadeel van brandstoffen als wind- en zonne-energie is dat deze alleen eenvoudig gebruikt kunnen worden op het moment dat de energiebron (de wind of de zon) ook daadwerkelijk aanwezig is. Om ook van deze energie gebruik te kunnen maken wanneer het windstil of nacht is, kan het opgeslagen worden. Het wordt dan als waterstof opgeslagen en vervolgens door middel van een brandstofcel weer omgezet in bruikbare energie als elektriciteit. Door middel van nanotechnologie kunnen zulke brandstofcellen veel verder ontwikkeld worden zodat we in de toekomst veel duurzamer kunnen gaan leven dan op het moment.

ANDERE PROJECTEN NANOPODIUM

NANO IS GROOT!

Theaterdebatten

Straks is nanotechnologie overal. Er zijn veel kansen, maar ook risico's. De vraag is hoe je daarmee omgaat. Ook kan nanotechnologie de betekenis veranderen van veel dingen die belangrijk voor ons zijn, zoals de betekenis van begrippen als natuurlijkheid of menselijkheid. De vraag is of dat erg is. In een democratische samenleving probeer je het debat over deze vragen met zo veel mogelijk mensen te voeren. Dat is waarvoor de stichting Nanopodium is opgericht. Dat is ook het doel van het Nanopodium-project 'Nano is groot'. Dit project bestaat uit twee series van interactieve theaterdebatten, voor algemeen publiek en middelbare scholieren. Het project wordt uitgevoerd door Mens in de Maak, een bureau voor maatschappelijke verandering en debat.

Hoe werkt het? Aan de hand van literatuuronderzoek zijn de afgelopen maanden scènes gemaakt over de maatschappelijke gevolgen van mogelijke toepassingen van nanotechnologie. In elke scène staat een thema zoals gezondheid, privacy of maakbaarheid centraal. Deze scènes vormen het startpunt van het debat. Een voorstelingsbegeleider maakt de koppeling naar de dilemma's die in het publiek worden ervaren. Door het stellen van verdiepende vragen wordt het gesprek gebracht naar het niveau van waarden en idealen. Zo wordt duidelijk wat de argumenten zijn die in het publiek leven en waarin men het eens is of van elkaar verschilt. Op basis van die argumenten bepaalt het publiek gezamenlijk met de acteurs en de voorstelingsbegeleider hoe de scènes verder gaan.

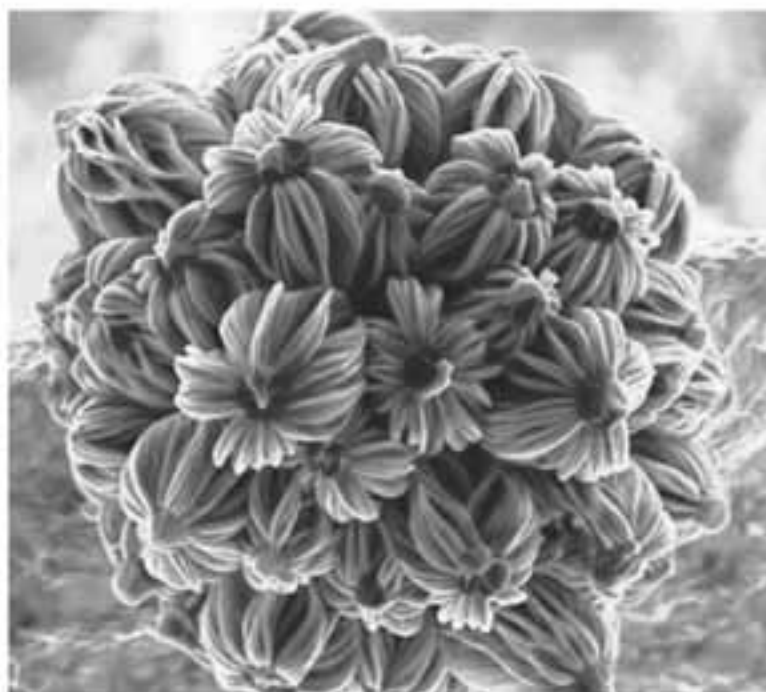
De combinatie van experiment, spel en reflectie geeft een uitstekende mogelijkheid om mensen aan het denken te zetten en ze al doende hun eigen mening te laten vormen. De theaterdebatten proberen zo een bijdrage te leveren aan de bewustwording van het publiek. Alleen op die manier kunnen we ervoor zorgen dat de ontwikkeling van nanotechnologie een verantwoorde inbedding krijgt in onze samenleving. Het resultaat van beide series theaterdebatten is vanaf 7 april te volgen op de website www.nanoisgroot.nl.

Bewegingcongres Nanotechnologie:

Kan de schepping beter?

Grote vragen over kleine deeltjes

Vrijdag 11 juni 2010 zal het grootschalige Nanocongres *'Kan de schepping beter? Grote vragen over kleine deeltjes'* plaatsvinden in de **Jaarbeurs in Utrecht**, met sprekers als **Cees Dekker, Palmyre Oomen en Henk Jochensen**. Tijdens dit congres, dat als vertrekpunt de special van *Beweging* heeft en georganiseerd wordt door de Stichting voor Christelijke Filosofie, zal worden ingegaan op de filosofische en ethische consequenties van nanotechnologie vanuit christelijk oogpunt. Om deel te nemen, stuur uw contactgegevens naar e-mailadres: pr.reform.philos@planet.nl t.a.v. Jos Boer of via de website (in verband met de verwachte opkomst raden wij u aan u tijdig aan te melden). **Toegang is gratis.**



Boven: foto van een ontdekte bloemstructuur in de schepping op nanoniveau.
(foto met dank aan Ghim Wei Ho en Prof Mark Welland, Cambridge University, Nanoscale Science Laboratory)

Voor aanmelding, programma en veel meer, surf naar:
www.christelijkefilosofie.nl

Partners:



Prof. dr. G.A. Liebenberg Instituut
Centrum voor wetenschappelijk ethiek



forumc
|||

Mede mogelijk gemaakt door:

nanopodium (www.nanopodium.nl)