



## **Statement from Pro-Life Catholic Scholars on the Moral Acceptability of Receiving COVID-19 Vaccines**

Amerikaanse pro-life wetenschappers leggen in navolging van de Congregatie voor de Geloofsleer uit dat het gebruik van de huidige vaccins tegen het SARS-CoV-2 virus legitiem is, ondanks het gebruik van cellijnen die terug te voeren zijn op cellen van een geaborteerde foetus.

---

### **Vaccinatie tegen SARS-CoV-2**

Mgr. J. Suaudeau, priester, arts en kerkelijk assistent van FIAMC, bespreekt uitvoerig en gedetailleerd de ontwikkeling, productie en ethische dilemma's van diverse vaccins tegen SARS-CoV-2 virus.

---

### **Wel of niet vaccineren tegen Covid-19, wat zegt de katholieke leer?**

Kardinaal Eijk, referent voor medische ethiek namens de conferentie, beantwoordt een aantal van de meest gestelde vragen over vaccinatie tegen het Coronavirus. Belangrijke vraag is of de referent katholieken aanraadt zich te laten vaccineren.

---

### **Vaccinatie: door God verboden of juist mogelijk gemaakt?**

Er is veel discussie over vaccinatie in Nederland en andere Europese landen nu de vaccinatiegraad jaar in jaar uit verder is gedaald. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de visie van de Rooms-katholieke Kerk op vaccinatie in het algemeen, de verhouding hiervan tot visies waarin vaccinatie geheel afgewezen wordt en een eventuele vaccinatieplicht.

---

### **Kun je moreel verantwoord vaccineren tegen Covid-19?**

Er is een kans dat een vaccin tegen Covid-19 ontwikkeld zal zijn uit cellijnen, afkomstig uit een geaborteerde foetus. Mag je zo'n vaccin dan eigenlijk wel ontvangen?

---

## Vaccin of geen vaccin?

*Katholiek Nieuwsblad, 2 december 2016*

door Mariska Orbán

[KatholiekNieuwsblad](#)

Op internet en op tv voeren ouders een discussie: wel of niet vaccineren? Wat zegt de Kerk hierover? En mag je vaccins gebruiken die gemaakt zijn op basis van materiaal uit geaborteerde menselijke foetussen?

Waren het eerst een paar ouders die vanwege hun protestants- christelijke geloof hun kinderen niet vaccineren, nu twijfelen steeds meer ouders over vaccinatie. Vooral hoogopgeleide moeders slaan de consultatieprikken over. Ze zijn bang voor de bijwerkingen en vinden dat er te weinig informatie is over de gevolgen van de vaccins.

Volgens het RIVM zouden in 2015 36 kinderen zijn overleden aan kinkhoest, difterie, polio, tetanus of mazelen als daar geen vaccins tegen zouden bestaan. Van de kinderen die tussen 1952 en 1992 werden geboren, zouden er duizenden hun leven hebben te danken aan vaccinaties. Vanaf 1953 zijn geleidelijk de vaccinaties tegen difterie, kinkhoest, tetanus, polio, mazelen, rodehond en de bof ingevoerd.

### ‘Niets op aan te merken’

Kinderen inenten beschermt ze tegen ziekte en kan voorkomen dat ze vroegtijdig overlijden. “De katholieke Kerk heeft daarom in algemene morele ethische zin niks aan te merken op vaccinatie”, legt Janthony Raymakers van de Katholieke Stichting Medische Ethiek uit. “Door een bestanddeel van een bacterie of een verzwakt virus toe te dienen, simuleer je een specifieke infectie waardoor je afweersysteem antistoffen aanmaakt tegen die infectie. Daar is niets op aan te merken.”

### ‘Levende cellen’

Waar je wel in ethische zin over na kunt denken, is de manier waarop een vaccin gemaakt is. “Om een vaccin tegen een virusinfectie te maken, heb je altijd levende cellen nodig, want virussen kun je alleen kweken met levende cellen. Daarvoor kun je apennieren gebruiken. Of kippeneieren of insecten. Maar voor bepaalde vaccins, bijvoorbeeld dat tegen rodehond, zijn cellen gebruikt die doorgekweekt zijn vanuit het longweefsel van een geaborteerde foetus, die al decennia oud is. Die cellen zijn wel tot in de eeuwigheid doorgekweekt en zijn nu niet meer menselijk. Maar ze hebben een moreel verwerpelijke afkomst.”

### BMR-cocktail

In het ‘standaardpakket’ waar kinderen op het consultatiebureau en later bij de schoolarts tegen worden ingeënt, is alleen het vaccin tegen rodehond gekweekt met foetale cellen. Het zit in de BMR-cocktail (bof, mazelen en rodehond) die kinderen met 14 maanden en met negen jaar krijgen. Andere vaccins die met foetale cellen tot stand zijn gebracht zijn Poliovax tegen polio, Imovax tegen hondsdolheid, VAQTA tegen hepatitis A en Varivax tegen waterpokken en gordelroos. In 2005 verklaarde de Pauselijke Academie voor het Leven over dit soort vaccins: “Er bestaat een zware verantwoordelijkheid om alternatieve vaccins te gebruiken als die voorradig zijn en om als ouders te protesteren en druk uit te oefenen op overheid en zorginstanties om alternatieve vaccins te valideren.” De Kerk onderstreept daarbij dat ouders óók de morele plicht hebben om met een goed vaccin te zorgen voor de gezondheid van hun eigen kinderen, van andere kinderen en van de hele samenleving. “Want de last van deze belangrijke strijd mag niet gedragen worden door onschuldige kinderen en niet door de gezondheidstoestand van de hele maatschappij en, in het bijzonder, niet door zwangere vrouwen.”

### ‘Toelaatbaar’

Raymakers: “De Kerk ziet dus de toelaatbaarheid van op deze wijze verkregen vaccins als een voorlopige, bij gebrek aan een alternatief en gezien het belang voor de volksgezondheid. Zij erkent dat er een verwijderde vorm van materiële medewerking aan een kwaad bestaat bij ouders die hun kind laten inenten met het rubellavirus tegen rodehond, maar acht dit toelaatbaar om bovenstaande redenen.”

Het document vertelt verder dat wanneer een vrouw met rodehond wordt geïnfecteerd de kans 95% is dat haar ongeboren kindje wordt geïnfecteerd, wat het congenitaal rubella syndroom veroorzaakt. Een ernstige epidemie veroorzaakte in 1964 in de VS 20.000 gevallen van congenitale rubella, wat leidde tot onder meer 2100 gevallen van neonatale sterfte en 11.600 gevallen van doofheid. De epidemie vormde de aanzet tot het ontwikkelen van een vaccin.

Volgens Janthony Raymakers is het vaccineren van twaalfjarige meisjes tegen HPV, het virus dat baarmoederhalskanker kan veroorzaken, een ander verhaal. “Dit gaat om een SOA, wat in verband staat met een promiscue levensstijl. Wanneer je een normale, monogame huwelijksband aangaat, loop je geen of nauwelijks kans op zo’n besmetting.”

*Overgenomen met toestemming van [Katholiek Nieuwsblad](#).*

---

## Transhumanism and the Perfection Imperative

*Should We Use Science to Make Ourselves More-Than-Human?*



*Zenit, 7 maart 2012*

Here is a question on bioethics answered by the fellows of the Culture of Life Foundation.

Q: I recently read something about a current philosophy called “Transhumanism.” Are you familiar with it and can you shed some light on what’s problematic about it from the perspective of a Catholic worldview?

E. Christian Brugger replies:

The problem of “Transhumanism” is so critically important to understand, and so poorly understood, that I think the topic deserves more than a single column. I therefore address it here and in my next ZENIT bioethics briefs.

You might have seen the feel-good movie Captain America. It takes place during World War II. A patriotic fine arts student from New York City named Steve Rogers wants to enlist in the army. But the army won’t take him because he’s too scrawny. The recruiters tell him that they’re doing him a favor by rejecting his application.

One of his interviews is overheard by a brilliant German scientist, now working for the Americans, named Abraham Erskine. Dr. Erskine is impressed by Rogers’ tenacity and thinks he might make a good candidate for a secret military project named Operation Rebirth, intended to transform the bodies of U.S. soldiers into super-human fighting machines.

Rogers eagerly accepts the invitation to become the first U.S. test subject. He’s strapped to a gurney and sealed in a pressurized chamber. He’s injected with “Super Soldier Serum” and exposed to an almost lethal burst of “Vita-Rays,” which activate and stabilize his biochemistry. The once scrawny adolescent emerges from the

chamber with a physique like Arnold Schwarzenegger, in possession of a lean, muscular, maximally efficient — indeed, practically perfect — body.

Fortunately, Rogers also possesses unusually — indeed unworldly — sincerity, self-sacrifice and courage. As “Captain America” — so dubbed by his superiors — he goes on to perform deeds of heroism, which will delight all but the most cynical of audiences.

Although we find ourselves firmly on the side of Captain America in the movie, the comic book scenario raises one of the most intense debates facing the future of biotechnology, and indeed, of humanity: should we use science to make ourselves more-than-human, in the words of the president’s Council on Bioethics, “better than well”?

### **What is Transhumanism?**

In October 2004 the bimonthly magazine *Foreign Policy* published a special report with the title, *The World’s Most Dangerous Ideas*. Eight prominent thinkers were asked to reply to the question: “What ideas, if embraced, would pose the greatest threat to the welfare of humanity?” Francis Fukuyama responded with an essay entitled “Transhumanism.” By “transhumanism” he was referring to a current of thought, gaining prominence in the past fifteen years, committed to using science and technology to transcend the limitations of human nature. Scientific research traditionally has striven to overcome the effects of human disease and degenerative illnesses — purposes broadly therapeutic in nature. Transhumanism aims to move beyond therapy to enhancement. “Its proponents,” to quote one advocate, “argue for a future of ageless bodies, transcendent experiences, and extraordinary minds.” The Transhumanist Declaration of 2009, posted by the World Transhumanist Association, says this: “Humanity stands to be profoundly affected by science and technology in the future. We envision the possibility of broadening human potential by overcoming aging, cognitive shortcomings, involuntary suffering, and our confinement to planet Earth.”

Although we might be tempted to treat the futuristic musings of trendy transhumanists with benign neglect, I would argue that there are good reasons to take their ideology seriously.

The first reason is that although Transhumanism as an organized movement is still on the social margins its “fundamental tenet,” Fukuyama notes, “is implicit in much of the research agenda of contemporary biomedicine.” In other words, Transhumanism as a motivating idea is already alive and active amongst us.

For example, we see it in the agenda of reproductive medicine. ‘Parents’ interested in producing “superior children” are testing the limits of even the secular imagination. “Directed mating,” as one might do with livestock, is now advertised at elite universities. For over a decade, ads have been run in the *Harvard Crimson*, the *Daily Princetonian* and the *Yale Daily News* offering up to \$35,000 for egg donors with verifiably high SAT scores, with selected physical characteristics, and with notable accomplishments in sports. One ad in the *Brown Daily Herald* in 1999 offered \$50,000 to “an extraordinary egg donor.” And the *Stanford Daily* in 2000 ran an ad entitled: “Give the Gift of Love and Life”, “Very Special Egg Donor Needed.” It said she must be under 30 and Caucasian, and, it added, “proven college level athletic ability preferred.” The compensation? \$100,000 and “all expenses...paid.”

Or the California sperm bank in operation for nearly 20 years, the Repository for Germinal Choice, that originally accepted donations only from Nobel Prize laureates; later it broadened its donor base to include non-Nobelists with very significant accomplishments. Apparently the company went belly-up around the year 2000.

These examples might sound fantastic. But the more commonplace practice of prenatal screening has been with us for decades. Amniocentesis (inserting a needle into the uterus and doing genetic tests on the amniotic fluid) and chorionic villus sampling (testing placental tissue) both aim to discover fetal defects usually with the intent

of aborting the fetus if a defect is found: weeding out the weak and selecting the strong.

A form of embryo screening known as pre-implantation genetic diagnosis (PGD) is increasingly becoming routine for IVF users. Human embryos are created in the lab and grown to approximately the eight-cell stage of development. A technician inserts a tiny needle into the body of the embryo and removes one or two of his or her cells, called blastomeres. The cells, containing the embryo's DNA, are tested and information is secured, for example, the embryo's sex. A woman can then choose whether to have transferred into her uterus the embryo with the desired sex. Those with the wrong gender are discarded or frozen in liquid nitrogen.

PGD is also used to test for genetic diseases and defects such as Down's Syndrome, Cystic fibrosis and cleft palate. Embryos that test positive for any of dozens of disorders are selected out and discarded. As the sophistication of genetic tests steadily increases, an increasing number of embryos with disabilities will be screened out and destroyed.

Oxford bioethicist, Julian Savulescu, argues that generators of IVF embryos have an obligation to use information derived from genetic screening to select the child whom they believe is likely to have the best life. He thinks that if sperm and eggs could be produced artificially, and "scientists could scan a far larger number of embryos ... this would allow couples to choose their 'perfect child.'" The consequent destruction of imperfect embryos is unfortunate, but, he argues, not unethical: "since the arguments ... are so weak I see no reason to stop [destructive research]."

PGD can also be used to test for positive traits, screening for "desirable genes." Presently this is rather rare and imprecise. But before many years the commodity will be common place. In 2009, the Wall Street Journal reported that a limited number of fertility clinics in the U.S. are beginning to offer to clients the option of selecting the physical traits of their children (so-called "designer children"). Though some IVF specialists are averse to using PGD in this way, others see no problems with the technique: "This is cosmetic medicine," said the director of one prominent fertility clinic in California, "we have no problems with it." As requests for specific traits become more detailed, more embryos will test negative, and hence will be discarded.

When combined with a test called tissue typing, PGD can also be used to select embryos that register a perfect tissue match with a sibling suffering from an existing disease. The so-called "savior sibling" is implanted at the embryonic stage of development and gestated till birth. His or her umbilical cord blood, chocked full of stem cells, is then harvested and transplanted into the suffering sibling. If that therapy doesn't work, the possibility exists down the road for other types of transplants from the savior sibling (e.g., bone marrow or non-vital organs).

Selective reproduction is not the only way the transhumanist agenda is alive amongst us. We are all familiar with the problem of professional athletes using anabolic steroids to increase muscle mass or using other drugs (e.g., erythropoietin) to stimulate the overproduction of red blood cells to increase the oxygen-carrying capacity of the blood (called "blood doping"). Another example is the problem of healthy high school and college students taking prescription stimulant drugs (such as Ritalin and Adderall, ordinarily prescribed for problems such as ADHD) to improve their mental performance on exams. A 2009 national survey found that college students aged 18 to 22 are twice as likely as non college students to use Adderall nonmedically. The survey found that about 1 in 15 U.S. college students use prescription drugs for non-medical purposes. The number is still relatively low. But it is likely to increase. In the decade between 1990 and 2000 the annual production of methylphenidate (Ritalin) increased 730% and the production of amphetamine (Adderall) by an astounding 2,500%.

These all are more controversial uses of enhancement medicine. More mundane techniques such as Botox for

ordinary aging, and tummy tucks (abdominoplasty), breast implants, lip enhancements, and buttock augmentations are treated as more commonplace.

We can see that the camel's nose is already clearly in the tent.

Q: I recently read something about a current philosophy called "Transhumanism." Are you familiar with it and can you shed some light on what's problematic about it from the perspective of a Catholic worldview?

E. Christian Brugger replies:

I said in my first column on Transhumanism that there were several good reasons to sit up and take note of the current of thought. The second reason is that biomedical science is moving very rapidly and enhancement possibilities are multiplying at a startlingly swift pace. Ethics must keep pace with science. The question of whether our community sanctions this or that technique, or the enhancement agenda at all, cannot rest merely on whether things are technically possible.

A few examples of what's coming might be instructive. Research is presently underway into the prospect of the genetic enhancement of physical strength (we've already mentioned muscle enhancement through the use of drugs). Science has identified the genes that regulate the proteins that mediate muscle growth. If we insert these genes, synthetically produced, directly into muscles we could stimulate the production of these muscle growth proteins. Or, we could introduce the genes directly into human embryos, created in the lab, with the hope that they (the genes) would be incorporated into the functional genome of the growing person. Both types of insertion experiments have proved successful in studies with rats: muscle growth was increased in healthy adult rats and muscle decline was deferred in rats of advanced age.

Since we already treat elderly patients with drugs for increasing muscle mass and strength (a seemingly legitimate therapeutic practice), why not enhance muscle strength through genetic engineering? Why not open these treatments to younger persons before they grow old in order to prevent or defer the effects of aging, called in the literature "age retardation"?

This raises the question of the morality of life extension research? Is trying to extend the human life-span intrinsically problematic? Certainly not. In 1900 the average life-expectancy at birth in the U.S. was 48 years. In 1999 it had increased dramatically to 78. Most of that increase was due to the decline in infant and child mortality during the first half of the 20th century; it was also due to the rise of effective transplant medicine at the other end of life.

But more radical proponents of Transhumanism are committed to overcoming the effects of aging altogether by conquering death. They hold that our acceptance of death is based upon the increasingly discredited assumption that there is nothing we can do about it. The well-known scientist and inventor Ray Kurzweil argues that we could be living in the first age of immortals. Nature's clock is set for death; cells are genetically preprogrammed to disintegrate. Without scientific intervention, mortality is unavoidable. But degeneration with age (called senescence) is essentially a genetic process. When we become capable of isolating the genes and proteins responsible for aging and death, all we need to do is reprogram them. Kurzweil believes this will be possible within the next generation. Michael West, former CEO of the huge biotech firm Advanced Cell Technology, argues for something similar: "love and compassion for our fellow human being will ultimately lead us to the conclusion that we have to do everything we can to eliminate aging and death."

Not all advocates are so extreme. But the question of where the stopping point should be with certain technologies is critical to think about.

Let me be very clear. The use of advanced technology to augment the powers of the disabled—its “therapeutic use”—should not be identified simplistically with ethically suspect enhancement research. And such technology is growing increasingly sophisticated. Devices such as direct brain-computer interfacing (BCI) to assist quadriplegics in operating computers are already in clinical trials. Embedded micromechanical devices to deliver drugs and gene therapies have been used for a decade. Rapidly expanding nanotechnologies for treating disorders of the heart, brain, nervous system and musculoskeletal system are generating tremendous clinical and commercial interest. (Nanotechnology deals with tiny technological systems measured at the molecular scale in nanometers: a nanometer is one billionth of a meter.) Whole journals are already dedicated to the subject of nanotechnology.

Moreover, you have heard of prosthetic limbs to assist amputees. What about brain prostheses to replace damaged brain function for victims of stroke or brain trauma, or patients with dementia, epilepsy and Alzheimer’s disease? Last June the New York Times reported on a breakthrough in animal studies by researchers at Wake Forest University, who developed a brain implant that helped to restore lost memory in laboratory rats. They believe the technology will be instrumental in the development of “so-called neuro-prosthetic devices” to repair memory dysfunction.

Clinical studies are also underway with neuro-muscular implants to assist the physically disabled. The School of Medicine at University of Southern California has already developed a neuromuscular prosthetic system that apparently can “reanimate paralyzed limbs.”

These forms of research are well funded by private and public sources. The National Institutes of Health (NIH), for example, are presently funding the development of tiny neural prostheses in the areas of “hearing, balance, taste, smell, voice, speech and language.” Scientists are committed to making these hopeful technologies widely available in the next generation.

But having them at hand for therapy will raise (is raising) the question of non-therapeutic uses. Should we use biomedical implants to assist the cognitive functioning of those who are not disabled? Military fighter pilots, for example, or combat soldiers (such as Captain America), or neurosurgeons? What about those who are simply dissatisfied with their memories, or their inability to concentrate, or, for that matter, their lack of math reasoning skills? The advance of science is unlikely to slow. Should the state intervene and legislate against certain uses for these technologies? Where do we draw the line between legitimate and illegitimate uses?

I mentioned above brain-computer interfaces. The UK’s Daily Mail reported in 2009 that research was underway into micro-sensors that would sit on the surface of the brain and read the tiny electrical activity of brain cells, then wirelessly transmit the signal to a receiver on the skull. Disabled persons could use these “telepathy chips” to control a cursor on a computer screen, or operate electrical devices, or steer an electric wheelchair—all by the power of thought. These aren’t science fiction. They’re already being used in clinical trials. Triumphs for the disabled, to be sure. But we don’t have to let our imaginations run far to wonder what darker purposes these technologies could be put to.

Memory alteration is also a hot area of biotechnical research, not aimed at restoring or improving it, but blunting and erasing its effects. Scientists are better understanding the way memories are stored (“encoded”) in the brain and the mechanisms by which memory and emotions interact. The brain structure known as the amygdala, an almond shaped structure deep within the temporal lobe of the brain, seems to be involved in the encoding of what is called “emotional memory.” Our brains remember not only images and facts from past experiences, but also emotions associated with these experiences. Those who suffer from PTSD (post traumatic stress disorder) as a result of very painful experiences (e.g., serious abuse or bloody military combat) can find the memories of those experiences crippling.

Research has found that people who suffer damage to the amygdala can still remember past events, but don't exhibit the enhanced memory ordinarily associated with emotionally stirring experiences. Consequently, clinical studies over the last decade have aimed at suppressing the activation of the amygdala using drugs called beta-blockers.

Who could object to using certain drugs, presuming they are approved for safety, to aid soldiers suffering from shell shock (the older name for PTSD), or to blunt the memory of Rwandan survivors of genocide?

But more powerful drugs are sure to follow, which promise to separate with increasing effectivity the "experience of memory from the truth of the experience that is remembered." These drugs will be wanted for use in non-clinical settings. The President's Council on Bioethics in 2004 suggested a few troubling possibilities: e.g., "to prepare a soldier to kill (or kill again) on the battlefield; to dull the sting of one's own shameful acts; to allow a criminal to numb the memory of his or her victims." An article in the Village Voice a few years ago entitled *Guilt-Free Soldiers* raised a similar concern: are we "medicating away" our consciences? Leon Kass calls such techniques "the morning-after pill for just about anything that produces regret, remorse, pain, or guilt." A leader of the group Vietnam Veterans Against the War, Barry Romo, was even more blunt: "That's the devil pill," he says, "the monster pill, the anti-morality pill. That's the pill that can make men and women do anything and think they can get away with it. Even if it doesn't work, what's scary is that a young soldier could believe it will."

Speaking of "morality pills," Princeton bioethicist, Peter Singer, speculates that we will soon be able to give violent criminals implants to change their brain chemistry and make them "less likely to harm others." Julian Savulescu loves the idea: "there are strong reasons to believe that their use should be obligatory, like education or fluoride in the water, since those who should take them are least likely to be inclined to use them. That is, safe, effective moral enhancement would be compulsory."

So the second reason to concern ourselves with Transhumanism is that the prospects for perfection that science will present us in the next few decades are speeding our way.

Q: I recently read something about a current philosophy called "Transhumanism." Are you familiar with it and can you shed some light on what's problematic about it from the perspective of a Catholic worldview?

E. Christian Brugger replies:

The final reason to wake up to the problems posed by Transhumanism is that — in the immortal words of Benjamin Franklin — "an ounce of prevention is worth a pound of cure." If we don't draw good lines in the ethical sand now, we may — we will — find ourselves later picking up the pieces of our ruined sandcastles. To rephrase Jesus' words in the Gospels: if the householder had known when the thief was coming, he would have stayed awake. Be ye ready, for the thief will come when you least expect it (cf. Lk. 12:39-40). Well, the thief is coming. He may already be in our homes.

None of us is immune from the devil's temptation to raise himself to the place of God. Indeed, we might even say that as created in God's image and likeness, and destined for a life of happiness beyond all imagining, we're made for immortality and perfection. Our desire for these things is, in a sense, "natural."

But as I said in my first installment, few of us are as pure in intention as the young Steve Rogers (Captain America). What will we do when the Promethean temptation comes to grasp at solutions to our human limitations that may require us to compromise our humanity? For example, to screen out embryonic children in order to prevent the transmission of debilitating inheritable diseases? Or to generate new children to be used as medical treatments for others whom we love? Will misguided parental pride tempt us to use biotechnology to



produce better children? Will musical parents be tempted to select for the gene for perfect pitch in their offspring? Will loving parents concede to their children's request for cognitive stimulants when "everybody's doing it" and when doing it would only level the playing field? Will socially defined images of beauty tempt us to use Botox or cosmetic surgery, not for therapeutic purposes, but merely to meet current notions of fashion?

And what if the irascible amongst us could receive a brain implant to make him more affable? Should he do it? If some medication would help us forget painful memories, should we take it? Should men be allowed to receive implants that enable them to gestate or nurse babies? Should persons suffering from Body Identity Integrity Disorder — in which the sufferer feels he'd be happier with an amputated limb — be allowed to amputate, say, a healthy arm and replace it with 'bionics'? Should the 76 million middle-aged adults in the U.S. who suffer no brain disease be given "a way to reverse the frustrating forgetfulness that comes with age," "Viagra for the Brain," as an article in Forbes Magazine called it? Do you really think that pharmaceutical executives, facing profits from a market that large, will put the breaks on such research because it might not be "morally healthy" for society? Should brain implants be given to people who don't yet, but might later suffer from Alzheimer's or Parkinson's disease? Not easy questions, but important ones.

The President's Council on Bioethics raises some more philosophical questions, to which neither they nor I offer any simple answers: Does multiplying alternatives for choice necessarily equate with a growth in human freedom? Do more perfect bodies, powerful minds, brighter moods and longer lives translate into happier souls? Will widespread pursuit of non-therapeutic ends through biotechnical means cause us to grow in disdain for the "givenness" of human nature? Is nature a gift to be nurtured or an obstacle to be overcome? Will moral character be helped or harmed if we medicate our weaknesses rather than strive against them through painful struggle? Will feats of human excellence made possible through biotechnology (e.g., breaking a homerun record, winning a spelling bee, defeating a sophisticated opponent at chess, jumping higher, running faster) — will they really be "our" accomplishments? Would they deserve the same kind of praise as lesser accomplishments achieved without the assistance of biotech? Are personal achievements impersonally achieved truly the achievements of persons? Will the limited distribution of bio-perfecting techniques — since all costly medical techniques are limited — increase social tranquility or foment envy?

I don't mean to set up easy answers to these. Even defining where the line exists between therapy and enhancement can be vexing. Would neural interface cards allowing users to access the internet via thought alone be ethically different from utilizing Bluetooth technology? Should neural chip implants that modestly expand short-term memory be considered assisting an ordinary capacity or creating a supercapacity? And so on.

Wherever we land on these questions, underlying them is the greater theological question of whether the enhancement imperative ("since we can make ourselves better, stronger, smarter, therefore we should") is in some fundamental way a human attempt to play God? It might be considered the realm of the antichrist. No, not a chap with 666 on his head, and certainly not science per se. But rather the temptations that science may put to us to make ourselves into something that God never wills us to be.

*E. Christian Brugger is a Senior Fellow of Ethics and director of the Fellows Program at the Culture of Life Foundation; and the J. Francis Cardinal Stafford Chair of Moral Theology at St. John Vianney Theological Seminary in Denver, Colorado.*

## Het gevaar van de digitale beschermengel

*Katholiek Nieuwsblad, 10 augustus 2007*

door dr. Fred Hamburg, docent beslistkunde

[KatholiekNieuwsblad](#)

Onder het mom van 'als je niets te verbergen hebt, is er niets tegen', ligt het gevaar van een Big Brother-maatschappij op de loer. De techniek is er al, wordt ongemerkt ingevoerd en morele barrières verdwijnen als sneeuw voor de zon.

Anno 2007 is een lichaam voor velen iets waaruit naar believen organen kunnen worden geoogst of ingebracht. Daarmee is het lichaam definitief ontheiligd en verhandelbaar geworden in wereldwijde netwerken. Tot de verwisselbare onderdelen behoren steeds vaker kunstmatige onderdelen. Vooral microchips ontlokken een grote fascinatie aan het publiek, zeker wanneer ze het functioneren of de veiligheid en kwaliteit van leven verbeteren. Het probleem is echter dat deze digitale implantaten ook voor sinistere doeleinden inzetbaar zijn.

### **Morele barrières**

Met microchips zijn producten automatisch te lokaliseren. Miljoenen consumentgoederen zijn zo al elektronisch geormerkt, bijvoorbeeld om auto's te kunnen opsporen in geval van diefstal.

De mogelijkheden zijn legio. Ook mensen zouden via microchips eenvoudig gelokaliseerd kunnen worden. Voor grootschalige toepassing van deze technieken bij de mens bestaan op dit moment echter nog morele barrières. Die zullen naar verwachting echter, wanneer de omstandigheden dit eisen, verdwijnen als sneeuw voor de zon. Dit is bijvoorbeeld gebeurd bij het monitoren van koopgedrag via kortingspassen en de invoering van het Electronisch Patiënten Dossier (waarbij privacy is afgeruild tegen zekerheid en veiligheid).

Mochten regeringen besluiten tot het elektronisch oormerken van mensen, dan wordt dat in een subtiele strategie stap voor stap verwezenlijkt, een proces dat begeleid zal worden door dezelfde logica als waarmee thans het publiek voorbereid wordt op een landelijke DNA-bank voor het opsporen van misdadigers. Uiteindelijk, is de boodschap, moet men gewoon niet zeuren, want 'als je niets te verbergen hebt' is er niets tegen en alles voor.

### **DKTP-prik**

Trendwatchers hebben al concrete ideeën over hoe dit oormerken zal gaan. Eerst wordt de techniek op menselijke vrijwilligers uitgetest waardoor, via de media, het grote publiek went aan de microchip (dit gebeurt al, bijvoorbeeld via het ontwikkelen van satellietnavigatie voor blinden). Vervolgens worden terroristen, drugshandelaren, pedofielen en dementerenden gechipt, al snel gevolgd door gevangenen, in het bijzonder wanneer ze voorwaardelijk vrij zijn (in Zweden is dit laatste al sinds 1973 mogelijk). Onder het mom van efficiency en fraudebestrijding volgen de uitkeringsgerechtigden. Vervolgens eisen werkgevers implantaten, te beginnen met militairen. Aansluitend komen particuliere veiligheidsdiensten, politiemensen, reclasseringsambtenaren, diplomaten (en ander belangrijk personeel) aan de beurt, vooral als ze toegang hebben tot speciaal beveiligde ruimten. Uiteindelijk zal iedereen die werk heeft waarvoor een wachtwoord of identificatieplaatje nodig is, een chip krijgen.

Omdat dit alles 'vrijwillig' geschiedt, zal de rechterlijke macht deze situatie niet in twijfel trekken. In grensgevallen zal de rechter met een beroep op de 'redelijkheid' de gedwongen ingebrachte chip een 'aanvaardbare' inbreuk op de privacy noemen. Ten slotte zal er sociale druk ontstaan om alle kinderen te chippen – bijvoorbeeld na een brute moord op een mediagenieke kleuter.

### **Blokkade**

De microchip zal op dit punt in de geschiedenis net zo populair zijn als een mobieltje nu. Iedere kritische gedachte over het elektronisch oormerken van mensen is op dat moment zo goed als verdwenen. Het implanteren van chips zal voor de volgende generatie even gewoon zijn als de DKTP-prik bij iedere baby.

Deze ontwikkeling kan zich binnen een generatie voltrekken. De technologie bestaat. De enige blokkade is het recht met zijn noties van privacy en persoonlijke integriteit. Maar dit recht wordt steeds meer uitgehold door de strijd tegen het terrorisme en de desacralisatie van het lichaam.

### **Controlemaatschappij**

Velen huiveren voor een toekomst waarin mensen gezien worden als onderdelen van een complex systeem van natuurlijke en digitale boodschappen. Een toekomst waarin het menselijk lichaam een database is, waarin de mens in netwerken en datasystemen is geïntegreerd, en waarin digitale tovenaars aan de knoppen draaien. Werd men al via camera's geobserveerd, nu dreigt het gevaar dat men wordt aangepast tot genetwerkte individuen. Met deze informatisering van de mens groeit een geheel nieuw concept van samenleving. Het gevaar is duidelijk: de creatie van een samenleving met totalitaire sociale bewaking en manipulatie.

### **Beschermengel**

Momenteel zijn er nog beperkingen omdat de veiligheidsdiensten niet optimaal samenwerken, en de informatieanalyse niet ver genoeg gevorderd is. Maar deze beperkingen verdwijnen in rap tempo. En hoe zullen we dan reageren op een democratisch aangenomen wet waarin de Pflichtimplantierung wordt geregeld? Want alleen als iedereen van tevoren verplicht en onlosmakelijk (dus niet via een armbandje) geormerkt is, kunnen vermiste kinderen, loslopende gedementeerden en slachtoffers van kidnapping via hun elektronische 'beschermengel' worden opgespoord.

*Overgenomen met toestemming van Katholiek Nieuwsblad.*

---

## **Nanogeneeskunde**

door dr. F. Hamburg

*Nieuwsbrief Stichting Medische Ethiek 11 oktober 2006*

De nanowereld is de wereld van atomen en (macro)moleculen. Deze wereld verhoudt zich tot onze dagelijkse realiteit als een knikker tot de aarde. Het bijzondere van de nanowereld is dat vertrouwde materialen er nieuwe eigenschappen verkrijgen. Op nanoniveau gelden namelijk de wetten van de kwantummechanica (en niet meer de wetten van de Newtonse mechanica). Bovendien vervagen op dit niveau de grenzen tussen biologie, chemie en natuurkunde. De wetenschap wordt hier werkelijk één.

Hoe krijgen nu vertrouwde materialen nieuwe eigenschappen? In de nanotechnologie gebeurt dit via de Scanning Tunneling Microscope (STM). Deze microscoop tast met een naald van één atoom het te onderzoeken oppervlak af. Op deze wijze worden de afzonderlijke atomen zichtbaar. Op deze atomen zijn vervolgens krachten uit te oefenen zodat individuele atomen of moleculen kunnen worden verplaatst.

Met behulp van de STM kunnen we dus atomen en moleculen manipuleren. Zo kan op het niveau van de afzonderlijke bouwstenen de materie naar onze hand gezet worden. Daarmee kan de mens geheel nieuwe producten maken – elektriciteit geleidend plastic, bijvoorbeeld, of coatings waardoor ijzer niet meer kan roesten. Nanotechnologie behelst officieel dan ook "het ontwerpen, het karakteriseren, het produceren en het toepassen

van structuren, apparaten en systemen door het beheersen van hun vorm en grootte op nanometerschaal.” Nano-ingenieurs beschikken daarmee over een spiksplinternieuwe gereedschapskist vol wonderen en potentiële rijkdommen.

### **Materialen en strategieën**

Spreken we over nanomaterialen, dan hebben we het over films (één dimensie), tubes (twee dimensies), en deeltjes (drie dimensies). De meest gebruikte materialen zijn nanotubes (pure koolstof op basis waarvan zeer sterk nanovezels kunnen worden geproduceerd), carbon black (een soort ‘schoon’ 3D-roetdeeltje), fullerenen (ook wel buckyballs, bolronde moleculen die uit zestig koolstofatomen zijn opgebouwd), en quantum dots (kleine 3D-nanokristallen van halfgeleidermateriaal met bijzondere optische eigenschappen).

Er bestaan twee benaderingen van nanotechnologie: (1) bottom-up, en (2) top-down. Bij bottom-up nanotechnologie bouwt men grotere structuren uit afzonderlijke atomen of moleculen. In de praktijk zal dit niet gebeuren door manipulatie via microscopen maar door zelfassemblage; in dit assemblageproces nemen de bouwstenen door hun specifieke eigenschappen zelf de juiste positie in (net zoals bij een kristal). Bij top-down nanotechnologie gaat het om lithografische technieken waarmee zeer fijne structuren op siliciumplaatjes aangebracht kunnen worden (miniaturisatie).

De bottom-up en top-down benaderingen kunnen inmiddels ook worden gecombineerd. Daarmee schept nanotechniek een duizelingwekkend aantal nieuwe mogelijkheden voor materialen die reeds bestaan, op dezelfde wijze als internet bestaande mogelijkheden heeft uitgebouwd.

### **Maatschappelijk effect**

De nanotechnologie zal op de middellange termijn de gehele maatschappij sensationeel veranderen. Sommigen vergelijken de komende omwenteling met de overgang van het stenen tijdperk naar het ijzeren tijdperk. Of met de dageraad van de plastics. Neem bijvoorbeeld de bescherming van het milieu. Nanotechnologen denken hier al aan betere katalysatoren, verfijndere scheidings- en filtertechnieken, isolerende of reflecterende nanocoatings, en diverse mogelijkheden in de sfeer van de energiebesparing. Milieubescherming is natuurlijk maar één gebied. De electronica, om maar eens een cruciaal radertje uit onze informatiemaatschappij te pakken, vormt een ander vruchtbaar domein. Zo bereidt Samsung de productie voor van TV-schermen waarin nanopartikels zijn verwerkt. Deze schermen zullen lichter, goedkoper, helderder en energiebesparender zijn dan de huidige. Zouden ze succesvol zijn, dan zullen ze zich verspreiden naar computerschermen en elektronische billboards. Maar nog veel baanbrekendere ontwikkelingen liggen in het verschiet. Er zullen microscopische transistors gebouwd worden door DNA vast te maken aan nanotubuli; dit vasthechten zal geschieden op geleide van een biologische blauwdruk; het resultaat zal evenzogoed een levensloze transistor zijn, maar wel eentje die groeit (zoals teennagel of een kikkervisje).

Ook op dagdagelijkse terreinen zal de nanotechnologie opzien gaan baren. In onze kleding, om maar wat te noemen, zal de nanotechnologie doorwerken nu nanovezels de levensduur van kledingsstukken aanzienlijk kunnen vergroten (‘smart textile’). En in onze voeding, zal het in de toekomst mogelijk zijn de voedingswaarde, veiligheid, smaak en aantrekkelijkheid ervan te verbeteren.

Tenslotte verdient de miniaturisering van Informatie en Computertechnologie (ICT) aparte vermelding. Het gaat dan om geminiaturiseerde ICT die geïntegreerd zal worden in objecten en systemen (die op hun beurt in nog veel grotere systemen gebracht kunnen worden). 85.7% van alle patentaanvragen in 2001 betroffen ICT, halfgeleiders of luchtvaartgerelateerde uitvindingen, productgebieden, derhalve, die zwaar steunen op geminiaturiseerde zaken.

Aan alle vorengenoemde toepassingen wordt terwijl u dit leest over de volle breedte koortsachtig gewerkt. Maar

het meest intensieve onderzoek, begeleid door een hoos aan patentaanvragen, vindt momenteel plaats op het medisch vlak.

### **Nanogeneeskunde**

Voor de volksgezondheid en de geneeskunde belooft de nanotechnologie een ware revolutie. Zo zijn thans in de kankerresearch experimenten gaande met nanoshells van goud. Deze nanostructuur kan met gemak tumorcapillairen passeren en zich zo in de tumor nestelen. Vervolgens wordt met infrarood licht het goud verhit zodat de nabijliggende tumorcellen gedood worden. Uiteraard is de toepassing van nanotechnologie in de kankerresearch maar één van de mogelijkheden. Zo gloren er vele beloften op het gebied van de molecular imaging (via moleculaire biomarkers) en de implanteerbare microchips (met biosensoren) voor de opslag en een gecontroleerde afgifte van werkzame stoffen. Even grote kansen liggen er op het terrein van de genterapie, transplantatie, tissue engineering, en bioinformatica. Of op het gebied van de fabricatie van implanteerbare biologische doseersystemen.

De nanotechnologie op medisch gebied laat dus een verbijsterend spectrum aan beloftevolle mogelijkheden zien. De eerste ge-nano-niseerde producten zijn er trouwens al. Zo mag het Amerikaanse farma-bedrijf Pharmaceutical Partners, bijvoorbeeld, van de Food and Drug Administration een op nanoschaal gemaakt eitwit op de markt brengen dat gebruikt kan worden bij de behandeling van gemetastaseerd borstcarcinoom. En een Koreaans bedrijf heeft inmiddels een antimicrobieel wondverband met nanokristallijn zilver op de markt gebracht. Binnen twee jaar zullen dokters en verpleegkundige over diagnostische nanoapparaten beschikken die ze in hun borstzak kunnen meenemen om, bijvoorbeeld, ter plekke witte bloedcellen te tellen. En op het gebied van de screening verwacht zelfs de doorgaans gereserveerde Gezondheidsraad binnen 5 jaar grote ontwikkelingen.

Al deze ontwikkelingen zullen de praktijk van de geneeskunde diepgaand beïnvloeden. Met name de vorderingen op diagnostisch gebied zullen leiden tot een vorm van zelfdiagnostiek (via van het internet te downloaden tests). De Gezondheidsraad voorspelt op basis van deze ontwikkelingen – en mede door de synergie tussen ICT en nanotechnologie – een trend naar decentralisatie en het doorbreken van monopolieposities (van artsen). Bedrijven komen immers rechtstreeks in contact met patiënten. Er zal zich een thuiszorgtechnologie ontwikkelen. Het zal daarbij niet alleen gaan om de bewaking van vitale functies, maar ook om nierfunctievervangende therapie, beademing, en de intraveneuze toediening van antibiotica.

### **Hoe met de risico's om te gaan ?**

Wat in er in de nanotechnologie voor ons in de laboratoria op het vuur staat is één ding. Een ander is de economische en maatschappelijke kant van de zaak. Want voor de mandarijnen van de kenniseconomie is eigenlijk maar één vraag werkelijk van belang: welke nanotechnologieën zullen nieuwe fortuinen en industrieën creëren? Met andere woorden: is nano nu wel of niet een hype? Het antwoord hierop hangt af van de afhandeling van een aantal stekelig problemen in productiemethoden en logistiek. Hoe zal bijvoorbeeld de kwaliteitscontrole op nanoschaal moeten worden uitgevoerd? En hoe zit het met de standaarden en waarborging van goede praktijken? Alleen deze vragen al kosten procesingenieurs en bedrijfskundigen grote kopzorgen. Maar het grootste probleem van de nanotechnologie zit in de toxiciteit van vrije nanodeeltjes. Talrijke epidemiologische onderzoeken laten een duidelijk verband zien tussen de aanwezigheid van (ultra)fijne stofdeeltjes in de lucht en sterfte door hart- en longaandoeningen). Dit toxiciteitsrisico moet worden gekarakteriseerd en aanvaard (of afgewezen) door structuren en processen voor collectieve besluitvorming – vormen van besluitvorming, derhalve, waarbij zowel de overheid als particuliere instanties en als beroepsorganisaties, consumenten, en koepelorganisaties van bedrijfstakken betrokken zijn. De risicoschatting en – karakterisering dient in eerste instantie (interdisciplinair) te geschieden door ter zake deskundigen. Daarna volgt dan een uitdrukkelijker aandacht voor de waardeoordelen. “Wat als risico aangemerkt moet worden, kan

immers niet alleen op basis van wetenschappelijke gegevens worden bepaald en verschillende partijen kunnen hierover verschillende visies hebben.” In ieder geval heeft de Zwitserse herverzekeringsgigant Swiss Reinsurance vorig jaar gemeend te moeten waarschuwen tegen de nano-hype in verband met het onvoorzienbare karakter van de risico's.

### **Tenslotte**

Op dit moment bieden de ontwikkelingen zoals gezegd nog maar weinig toepassingen. De ontwikkelingen zijn daarbij bovendien afhankelijk van de vooruitgang in de ICT, fysica, chemie, biotechnologie, en neurowetenschappen. De industriële productiefase is behoudens enkele uitzonderingen dus nog veraf. En waar veelbelovende debutanten zich aandienen, zullen er jaren heengaan eer er werkelijk iets in de schappen ligt. Alleen in de geneeskunde zal de nanotechnologie binnen twee tot drie jaar al het een en ander in petto hebben. Maar zelfs daar behoeven we geen overspannen verwachtingen te hebben, met name door de hoge eisen die worden gesteld aan de werkzaamheid en de veiligheid van nieuwe geneesmiddelen en medische hulpmiddelen. Ondanks deze reserves is één ding zeker: aan het revolutionaire karakter van deze onvermijdelijke technologie behoeft niemand te twijfelen.

De morele vraagstukken die met de nanotechnologie verband houden zullen in het algemeen ook noch nieuw noch typisch voor nanotechnologie zijn. Ze worden er slechts door versneld en - zogezegd - een nieuwe dimensie bij krijgen. Wel geheel nieuw is de morele problematiek als gevolg van ICT-implantaten in het brein. Daarover zullen wij u in één van de volgende uitgaven van onze Nieuwsbrief berichten.

### **Noten**

1. Royal Society (UK). Nota bene: 1 nm = één miljardste meter
2. Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 2006; publicatie nr. 2006/07, p.77. <http://www.gr.nl>
3. Ibid., p.102

---

## **Gezondheidsraad geeft advies over betekenis van nanotechnologieën**

*Gezondheidsraad, 27 april 2006*



*Alhoewel de aard en omvang van ethische vragen die nanotechnologie zal gaan oproepen nog niet zijn te overzien, heeft de Gezondheidsraad vandaag een advies over dit onderwerp uitgebracht. M.b.t. de ethische problemen concludeert men dat deze naar verwachting niet nieuw zullen blijken, maar terug te voeren zullen zijn op bekende ethische dilemma's.(webredactie SME)*

De veelbelovende ontwikkelingen in de nanowetenschap en nanotechnologie inspireren gemakkelijk tot hoge verwachtingen omtrent nieuwe wondermiddelen: van geneesmiddelen voor ziekten die nu nog ongeneeslijk heten tot implantaten die de mens verbeteren. Bij stormachtige ontwikkelingen is er echter ook altijd ongerustheid over de potentiële gevaren: hoe blijven we die ongrijpbaar kleine nanodeeltjes de baas? In een vandaag verschenen advies gaat de Gezondheidsraad in op de betekenis van nanotechnologieën voor de

menselijke gezondheid. De raad nuanceert zowel de beloften als de bedreigingen, en geeft aan hoe de ingrijpende ontwikkelingen in goede banen te leiden zijn.

### **Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid**

In het voorliggende advies gaat een commissie van de Gezondheidsraad in op de betekenis van nanowetenschap en nanotechnologieën voor de menselijke gezondheid. De beloften en bedreigingen voor de individuele mens en voor de samenleving als geheel komen aan bod. De commissie geeft aan hoe de ingrijpende ontwikkelingen in goede banen kunnen worden geleid.

### **Nanowetenschap en nanotechnologieën**

Nanowetenschap en nanotechnologieën vormen een vakgebied dat momenteel in het middelpunt van de belangstelling staat. Het voorvoegsel 'nano-' heeft betrekking op de nanometer (nm), één miljardste meter. Materialen met afmetingen tussen 100 nm en circa 0,1 nm (de grootte van een enkel atoom) vertonen bijzondere mechanische, optische, elektrische en magnetische eigenschappen. Die kunnen wezenlijk verschillen van de eigenschappen die dezelfde materialen bij grotere afmetingen bezitten. De laatste jaren is de mens steeds beter in staat om de vorm en grootte van materialen op nanometerschaal te beheersen. Daarmee ontstaat de mogelijkheid om de bijzondere eigenschappen van nanomaterialen te bestuderen en te exploiteren.

De fysicus Feynman voorzag in 1959 als eerste de mogelijkheden die het manipuleren van materie op het niveau van individuele moleculen en atomen zou kunnen bieden, maar het was de Japanse ingenieur Norio Taniguchi die in 1974 het eerst de term nanotechnologie gebruikte. Een mijlpaal in de ontwikkeling vormde de uitvinding van de Scanning Tunneling Microscope (STM) in het begin van de jaren tachtig. Met deze microscoop kon men voor het eerst afzonderlijke atomen zichtbaar maken én over een vast oppervlak verplaatsen. Dit opende het perspectief om op termijn grotere structuren te creëren door individuele atomen een voor een samen te voegen, een proces dat aangeduid wordt als bottom-upbottom-up vervaardigd zijn. Zij vormen niet alleen een bron van kennis van de krachten en ontwerpprincipes die een rol spelen bij zelfassemblage, maar ook een bron van inspiratie voor de ontwikkeling van geheel nieuwe nanostructuren met nieuwe functies. Daarnaast slaagt men er via lithografische technieken in om steeds fijnere structuren op of in siliciumplaatjes voor chips aan te brengen. Dit staat bekend als top-down benadering.

Op het niveau van de moleculen en atomen vervagen de grenzen tussen de traditionele wetenschappelijke disciplines. Nanowetenschap en nanotechnologieën vormen daarom bij uitstek een multidisciplinair onderzoeksgebied, waarin fysici, chemici, biologen en ingenieurs steeds meer samenwerken. Vaak maken nanotechnologieën progressie mogelijk binnen andere technologieën. Het zijn enabling technologies.

De diversiteit van het onderzoek is inmiddels enorm. Er wordt een grote verscheidenheid aan nanomaterialen ontwikkeld, zoals films van één of enkele atomen dik, nanotubes van koolstof of anorganische verbindingen, anorganische nanodraden, organische nanovezels, biopolymeren, nanodeeltjes van metalen of metaaloxiden, carbon black (synthetisch roet), fullerenen (bolvormige C60-moleculen), dendrimeren (bolvormige, sterk vertakte organische polymeren) en quantum dots (nanokristallen van halfgeleidermateriaal). Ook kan men in grotere materialen nanoporiën maken. Voor elk van deze materialen zijn tal van toepassingen in ontwikkeling op zeer uiteenlopende terreinen. Sommige materialen worden al op commerciële schaal toegepast, bijvoorbeeld carbon black als materiaalversterker in rubber en deeltjes van titaniumdioxide als UV-reflectoren in zonnebrandcrèmes. Voor de meeste is het echter nog niet zover. Inmiddels gaan er wereldwijd miljarden euro's om in nanowetenschap en nanotechnologieën, vooral in onderzoek en ontwikkeling. Ook Nederland timmert behoorlijk aan de weg met door de overheid gesubsidieerde onderzoeksprogramma's, zoals NanoNed, waarin diverse universiteiten en bedrijven samenwerken.

### **Toepassingen met gezondheidsbat**

Nanotechnologieën bieden tal van nieuwe instrumenten voor onderzoek aan de basale biochemische en biofysische processen in gezonde en ontregelde cellen. Deze kennis kan de basis vormen voor de ontwikkeling van nieuwe preventiestrategieën en therapieën. Daarnaast vindt intensief onderzoek plaats naar toepassingsmogelijkheden van nanotechnologieën in vrijwel alle disciplines binnen de geneeskunde. Dat klinische toepassingen op dit moment nog schaars zijn, is mede het gevolg van de strenge veiligheidseisen. Niettemin verwachten experts, zeker op de wat langere termijn (tien jaar en later), veel van de 'nanomedicine'.

De enorme toename in kennis van het menselijk genoom en van eiwitten, maakt het meer en meer mogelijk om ziekten te herleiden tot afwijkingen op moleculair niveau. Dat opent in beginsel de mogelijkheid om al in een heel vroeg stadium een diagnose te stellen - en eventueel een behandeling te starten - nog voor de eerste ziektesymptomen zich openbaren. Nanotechnologieën bieden de mogelijkheid om bestaande methoden en instrumenten voor de in vitro detectie van deze moleculaire biomarkers in urine- of weefselmonsters van patiënten te verbeteren en geheel nieuwe te ontwikkelen. Dat geldt ook voor de opsporing van ziekteverwekkende bacteriën en virussen. Nu al resulteren deze technologieën in kleinere, compactere, meer verfijnde analytische instrumenten en goedkope wegwerpccomponenten. Ze verruimen daarmee de mogelijkheden voor point-of-care toepassingen, waarbij eenvoudige analyses in de huisartsenpraktijk of bij patiënten thuis, en door henzelf, kunnen worden verricht.

Met nieuwe contrastmiddelen op basis van nanodeeltjes kunnen bestaande beeldvormingstechnieken voor in vivo-onderzoek worden verbeterd. Nanodeeltjes van ijzer bijvoorbeeld, worden inmiddels bij patiënten toegepast voor diagnose en behandeling. Nanotechnologieën kunnen leiden tot nieuwe, effectievere geneesmiddelen met minder bijwerkingen. Ze kunnen helpen bij het zoeken naar nieuwe werkzame stoffen en geven bovendien een krachtige impuls aan de al in de jaren zeventig begonnen ontwikkeling van systemen die werkzame stoffen naar de juiste plaats in het lichaam moeten transporteren. Door hun geringe grootte zijn nanodeeltjes daarvoor bijzonder geschikt. 'Stealth coatings', aangekoppelde richtmoleculen en eventueel contrastmiddelen moeten hen uiteindelijk omvormen tot de 'magic bullets', waar men al een eeuw van droomt. Zover is het nog lang niet, maar de eerste anti-tumor- en anti-schimmelmiddelen met eenvoudige afleveringssystemen zijn inmiddels op de markt. Sommige nanodeeltjes kunnen ook zelf als werkzame stof optreden. Tumorcellen bijvoorbeeld, sterven af nadat geïnjecteerde nanodeeltjes van buitenaf worden verhit. De effectiviteit van deze behandeling wordt inmiddels bij patiënten onderzocht.

Nanodeeltjes worden ook gebruikt om de fysische of chemische eigenschappen te veranderen van materialen voor medische toepassingen, variërend van verbandmateriaal tot implantaten. De antibacteriële eigenschappen van nanodeeltjes van zilver worden al op commerciële schaal benut in wondverband. Diezelfde eigenschappen probeert men nu ook te benutten door toepassing van deze deeltjes in coatings op katheters en implantaten en in botcement. Passieve implantaten zoals kunstheupen worden slijtvaster door nanocoatings of nanostructurering van hun oppervlak. Bovendien verdraagt het lichaam de implantaten dan beter, omdat ze dan meer gelijkenis vertonen met de natuurlijke extracellulaire matrix, die eveneens een nanostructuur bezit. Het nano-oppervlak kan zelfs de groei van het omringende weefsel bevorderen, waardoor een betere en duurzamere hechting ontstaat. Ook in vitro gekweekte weefsels blijken het beste te gedijen op matrijzen van nanovezels (bijvoorbeeld van collageen). Bij proefdieren heeft men met geïnjecteerd matrijsmateriaal al in vivo regeneratie van beschadigd zenuwweefsel weten te bewerkstelligen. Hetzelfde geldt voor actieve implantaten, zoals cochleaire implantaten, pacemakers en defibrillatoren: nanostructurering van het elektrode-oppervlak vergroot het contact met het omringende weefsel, voorkomt de vorming van littekenweefsel en zorgt aldus voor een betere en duurzamere signaaloverdracht. Bovendien krijgen de batterijen die deze implantaten gebruiken dank zij nanotechnologieën een steeds hogere energieopslagcapaciteit.



Toepassingen in de landbouw, de levensmiddelensector en het milieubeheer kunnen eveneens de menselijke gezondheid ten goede komen. De ontwikkelingen zijn hier echter wat minder ver gevorderd. Veel mogelijke toepassingen sluiten aan bij die binnen de geneeskunde: de opsporing van ziekteverwekkers en schadelijke stoffen, desinfectie en afleveringssystemen voor diergeneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen. Andere toepassingen betreffen onder meer bodemsanering en waterzuivering.

### **Toxicologische risico's**

Dezelfde eigenschappen die nanodeeltjes vanuit technologisch oogpunt zo interessant maken, zoals een hoge reactiviteit en het vermogen om barrières te passeren, zouden hen ook gevaarlijk kunnen maken voor de mens of het milieu. De huidige discussie over risico's van nanotechnologieën concentreert zich in belangrijke mate op de mogelijke schadelijkheid van deze deeltjes.

Nanodeeltjes van velerlei aard zijn van nature alomtegenwoordig in het milieu, maar hun hoeveelheid in de lucht is de laatste eeuwen sterk gestegen door de verbranding van fossiele brandstoffen. Sinds geruime tijd is bekend dat fijne stofdeeltjes in de lucht schadelijk kunnen zijn voor de menselijke gezondheid. Dat geldt niet alleen voor hoge concentraties op de werkplek, maar ook voor de relatief lage concentraties in de buitenlucht in stedelijke gebieden. Toxicologisch onderzoek heeft inmiddels veel kennis opgeleverd over de relatie tussen fysische en chemische deeltjeseigenschappen en werkingsmechanismen die aan de gezondheidsschade ten grondslag liggen. Het inzicht is echter nog verre van volledig. Met de opkomst van nanotechnologieën richten deeltjesticologen hun aandacht steeds meer op de fijnste stofdeeltjes, de nanodeeltjes. Daarbij staan zij voor de vraag in hoeverre de beschikbare kennis over 'traditionele' micro- en nanodeeltjes bruikbaar is voor de beoordeling van de risico's van nieuwere soorten synthetische nanodeeltjes, zoals nanotubes, fullerenen, nanoraden, quantum dots en deeltjes die ingezet worden voor geneesmiddelentransport en diagnose.

Onderzoek met 'traditionele' deeltjes heeft duidelijk gemaakt dat fijne stofdeeltjes gemakkelijk tot diep in de longen kunnen doordringen. Vooral nanodeeltjes slagen er door hun geringe grootte in om de aanwezige verwijderingsmechanismen te omzeilen of te beschadigen en hopen zich op als ze moeilijk op te lossen of af te breken zijn. In tegenstelling tot grotere deeltjes kunnen nanodeeltjes cellen binnendringen en daar de stofwisseling verstoren. Vanuit de longen kunnen ze in de bloedbaan doordringen en zo andere organen bereiken. Waarschijnlijk kunnen nanodeeltjes bovendien via het neusslijmvlies en de reukzenuwen de hersenen binnendringen. In welke mate ze ook via de (intacte) huid en het spijsverteringskanaal het lichaam kunnen binnendringen is minder duidelijk. In het lichaam kunnen nanodeeltjes de vorming van schadelijke stoffen bevorderen, zoals reactieve zuurstofverbindingen. De deeltjes roepen bovendien ontstekingsreacties op, die, indien chronisch, tot verhoogde en schadelijke spiegels van reactieve stoffen van het immuunsysteem in het bloed kunnen leiden. Deze mechanismen liggen vermoedelijk ten grondslag aan het waargenomen verband tussen de aanwezigheid van fijn stof in de lucht en aandoeningen van de luchtwegen en de bloedsomloop bij de mens.

De eerste toxicologische onderzoeken aan nieuwe synthetische nanodeeltjes duiden erop dat dezelfde mechanismen ook bij deze deeltjes een rol spelen. De kans op blootstelling aan dergelijke synthetische nanodeeltjes is voor de algemene bevolking op dit moment nog gering. Voorlopig hebben mensen die met deze deeltjes in onderzoekscentra werken de meeste kans. Dat kan echter veranderen als meer producten met dergelijke deeltjes op de markt komen. Daarom is aandacht voor de toxicologische risico's van nanomaterialen geboden.

### **Sociale implicaties en morele vragen**

De betekenis van nanotechnologieën blijft niet beperkt tot de gezondheid van individuele mensen. Er zijn ook consequenties voor de samenleving als geheel, die zowel positief als negatief kunnen zijn. Nanotechnologieën

zijn bij uitstek enabling technologies. Dat verklaart waarom de meeste morele vragen die met nanotechnologieën verband houden, noch nieuw noch typisch voor nanotechnologieën zijn. Dat geldt zeker voor de korte en de middellange termijn. Ze zijn veelal gerezen door eerdere ontwikkelingen binnen andere technologische disciplines. Nu deze onder invloed van nanotechnologieën progressie doormaken, krijgen die bestaande morele kwesties wel een nieuwe dimensie. Ze dringen zich massaler en versterkt aan ons op en winnen aan urgentie. Tegelijkertijd worden ze complexer, wat het vinden van passende antwoorden bemoeilijkt. De commissie illustreert dit aan de hand van enkele voorbeelden die alle direct of indirect met de gezondheid samenhangen.

Nanotechnologieën zullen het gebruik van hulpbronnen en de verdeling van goederen en rijkdom beïnvloeden. Ze kunnen in potentie bijdragen aan de totstandkoming van een duurzamere samenleving en zo de levensstandaard en de gezondheid van toekomstige generaties bevorderen. Ook kunnen ze helpen bij de realisatie van de Millennium Development Goals van de Verenigde Naties ter verbetering van de leefomstandigheden van mensen in ontwikkelingslanden. Wetenschappelijke en technische vooruitgang vergen in het algemeen echter aanzienlijke investeringen en vinden derhalve vooral daar plaats waar voldoende financiële middelen voorhanden zijn. Zonder een weloverwogen poging om deze ontwikkelingen naar de omstandigheden van de derde wereld te vertalen, bestaat het risico dat de ontwikkelingslanden niet in die mate of zo snel de vruchten van nanotechnologieën zullen plukken als wel zou moeten.

Om schending van de privacy van mensen tegen te gaan, is er uitvoerige nationale en Europese wetgeving. Dat geldt niet in de laatste plaats binnen de gezondheidszorg. De voortschrijdende miniaturisering van apparatuur, in combinatie met ontwikkelingen op ICT-gebied, vergroot echter het risico op onbedoelde onthulling of het onethisch gebruik van vertrouwelijke informatie.

Nanotechnologieën zullen op diverse manieren de relatie tussen arts en patiënt beïnvloeden. Ze kunnen zeer wel bijdragen aan het groter worden van de kloof tussen diagnostiek en therapie, omdat de ontwikkelingen op het eerste vlak sneller gaan dan op het tweede. Dat roept vragen op over het recht-om-te-weten. Daarnaast leidt geavanceerde, handzamere apparatuur in combinatie met vorderingen op ICT-gebied ertoe dat diagnose en behandeling steeds meer thuis plaatsvinden door mantelzorgers of patiënten zelf, al of niet geholpen door fabrikanten van de apparatuur. Vragen over wat goede zorg en goede informatievoorziening inhouden, krijgen door deze ontwikkelingen steeds meer gewicht.

Nanotechnologieën bieden in de toekomst wellicht nieuwe en verdergaande mogelijkheden om gezonde mensen naar eigen smaak te perfectioneren. Op dit moment staan dergelijke enhancement-toepassingen nog in de kinderschoenen of zijn speculatief van aard. Vormen waarbij ICT-implantaten in de hersenen worden geplaatst, raken aan het wezen van onszelf en roepen vragen op over de mogelijke implicaties voor begrippen als 'persoon zijn', 'vrijheid' en 'verantwoordelijkheid', net als het gebruik van psychofarmaca. Wellicht dat op de langere termijn zulke verregaande, nieuwe mogelijkheden ontstaan, dat geheel nieuwe morele vragen rijzen. De gevolgen voor de samenleving als geheel kunnen groot zijn. Zo kan er een tweedeling ontstaan tussen mensen met en zonder implantaten. Sommige militaire toepassingen zullen eveneens vragen oproepen.

### **Conclusies en aanbevelingen**

Op grond van het bovenstaande komt de commissie tot de volgende conclusies:

- Er vindt intensief wetenschappelijk onderzoek plaats naar toepassingsmogelijkheden van nanotechnologieën binnen vrijwel alle disciplines van de geneeskunde (nanomedicine). Dit geldt in mindere mate ook voor de sectoren van landbouw, voeding en milieu. Slechts weinig nanotechnologische producten zijn nu al op de markt, maar de commissie verwacht dat dit aantal de komende jaren zal stijgen. Er zullen ongetwijfeld nieuwe mogelijkheden voor diagnose en behandeling van ziekten komen. Tegelijkertijd waarschuwt de commissie voor

overspannen verwachtingen. Door de hoge eisen die worden gesteld aan de werkzaamheid en de veiligheid duurt de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen en medische hulpmiddelen jaren. De baten voor het milieu zijn deels nog onzeker.

- Het inzicht in de mogelijke schadelijkheid van nieuwe, synthetische nanodeeltjes is nog beperkt. Dat geldt zowel voor de aard als voor de ernst van mogelijke gezondheids- en milieueffecten. Op grond van de kennis van 'traditionele' deeltjes en de eerste onderzoeksresultaten betreffende nieuwe nanodeeltjes meent de commissie dat er aanleiding is om de toxicologische eigenschappen van slecht oplosbare en moeilijk afbreekbare nanodeeltjes goed te onderzoeken alvorens ze massaal in productie te nemen en op de markt te brengen.

- Naast de directe consequenties voor de gezondheid van mensen verdienen ook de bredere maatschappelijke gevolgen van nanotechnologieën aandacht. Deze kunnen zowel gewenst als ongewenst zijn. Als enabling technologies hebben nanotechnologieën vooral de neiging om vraagstukken die door andere technologische ontwikkelingen gerezen zijn, te versterken. Op de wat langere termijn kunnen ook geheel nieuwe vraagstukken ontstaan, bijvoorbeeld door de ontwikkeling en toepassing van ICT-implantaten in de hersenen.

Gezien alle beloften en bedreigingen, maar ook wegens alle onzekerheden en verschillen in waardeoordelen in een pluriforme samenleving als de onze, meent de commissie dat de verdere ontwikkeling van nanowetenschap en nanotechnologieën met gepaste zorgvuldigheid moet gebeuren. Daartoe beveelt ze het volgende aan:

- Nanotechnologisch onderzoek dat de overheid belangrijk acht voor de menselijke gezondheid of het milieu, kan ze stimuleren door middel van financiële prikkels. Dat is in het bijzonder van belang als dit onderzoek vanuit commercieel oogpunt minder interessant is. Het transdisciplinaire karakter van nanotechnologieën verdient daarbij speciale aandacht, omdat de stimulering van onderwijs en onderzoek traditioneel sectoraal of disciplinair plaatsvindt.

- De beste stimulering van nanowetenschap en nanotechnologieën vormt echter een zorgvuldige omgang met de risico's. Risk governance\*, zoals onlangs beschreven door de International Risk Governance Council (IRGC), biedt daartoe mogelijkheden. Vooral bij de probleemomschrijving, het oordelen over de aanvaardbaarheid van risico's en de noodzakelijkheid van risicobeperkende maatregelen, alsmede bij de keuze van geschikte risicobeheersingsopties spelen behalve kennis ook waardeoordelen een rol. Het verdient derhalve aanbeveling om direct belanghebbenden en, in bepaalde gevallen, het publiek bij de besluitvorming te betrekken.

- Het is van belang om in een vroeg stadium ongewenste of schadelijke gevolgen van nanotechnologieën op het gebied van gezondheid, arbeidsomstandigheden, milieu, ethiek en sociale verhoudingen te identificeren. De commissie meent dat dit het best kan gebeuren door een speciaal hiervoor in te stellen, brede commissie waarin naast onafhankelijke, wetenschappelijke deskundigen, ook direct belanghebbenden en vertegenwoordigers van het publiek zitting hebben.

- De door de IRGC voorgestelde indeling van risicovraagstukken in de categorieën 'eenvoudig', 'complex' (wetenschappelijk ingewikkeld), 'onzeker' (gebrek aan kennis) en 'ambigu' (verschillen in waardeoordelen) is ook bruikbaar voor risicovraagstukken die met nanotechnologieën samenhangen. Ze geeft richting aan de keuze van de beste risicobeheersingsstrategie. In de genoemde volgorde van 'eenvoudig' naar 'ambigu' neemt het belang van betrokkenheid van direct belanghebbenden en publiek bij de besluitvorming toe. Vraagstukken rond de privacy, zelftests en de toxiciteit van gemakkelijk afbreekbare nanodeeltjes kunnen volgens de commissie het best geplaatst worden in de categorie 'eenvoudig'. Vragen over de kloof tussen arm en rijk en wellicht ook die over duurzaamheid horen in de categorie 'complex'. Het vraagstuk van de toxiciteit van moeilijk afbreekbare, synthetische nanodeeltjes past in de categorie 'onzeker'. De vraagstukken van de kloof tussen diagnostiek en therapie, geavanceerde thuiszorg, enhancement en van militaire toepassingen plaatst de

commissie in de categorie 'ambigu'.

- Plaatsing van het vraagstuk van de toxiciteit van moeilijk afbreekbare, synthetische nanodeeltjes in de categorie 'onzeker' impliceert dat een op voorzorg gebaseerde risicobeheersingsstrategie het meest geschikt is. Hieraan kan invulling worden gegeven door:

a) levenscyclusanalyses uit te voeren voor producten die nanodeeltjes bevatten om vast te stellen in welke mate deeltjes vrijkomen in de productie-, gebruiks- en afvalfase; beperking van de uitstoot uit en blootstelling in onderzoekscentra en fabrieken; aparte aandacht voor de risico's van nanodeeltjes bij de (verplichte) veiligheidsbeoordeling van toepassingen (bv. bodemsanering) en producten (bv. geneesmiddelen) en deze alleen toe te laten als vast staat dat de voordelen opwegen tegen de risico's.

b) behandeling van nanovormen van bestaande stoffen als nieuwe stoffen vanwege hun unieke eigenschappen; geen of een lagere productie- of invoerdrempel voor nanomaterialen in de nieuwe Europese regelgeving voor chemische stoffen (REACH);

c) meer internationaal gecoördineerd (rol OECD) onderzoek naar de toxiciteit van nanomaterialen; aanpassing van de huidige toxiciteitstests voor stoffen ten behoeve van hun geschiktheid voor nanomaterialen; uitdrukking van de toegediende dosis in massa, oppervlaktegrootte én aantallen deeltjes; een betere fysisch-chemische karakterisering van nanomaterialen; voortvarend aan de slag te gaan met de onlangs voorgestelde screeningsstrategie voor nanomaterialen.

- Risk governance bij nanotechnologieën moet (ook) plaatsvinden op internationaal niveau, mede gelet op het internationale karakter van veel wet- en regelgeving. De commissie is geen voorstander van aparte wetgeving voor nanotechnologieën, maar ziet meer in aanpassingen in de bestaande wetten en regels voor zover de ontwikkelingen binnen de nanowetenschap en nanotechnologieën dat nodig maken.

- In de dialoog tussen overheid, direct belanghebbenden en publiek staat het begrip 'vertrouwen' centraal. Dat geldt ook bij het nanotechnologiedebat. Een voortdurende, kritische reflectie van instituties op het eigen functioneren is onontbeerlijk om het vertrouwen van het publiek te verdienen. Naast deskundigheid, daadkracht en integriteit, zijn openheid en aansprakelijkheid daarbij sleutelbegrippen.

-----  
\* Met de term 'governance' bedoelt men de structuren en processen voor collectieve besluitvorming, waarbij zowel overheids- als particuliere instanties en partijen betrokken zijn.

-----  
Officiële vermelding van de bron:

Gezondheidsraad. Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 2006; publicatie nr 2006/06. ISBN 90-5549-593-X

*Volledige tekst van het advies van de Gezondheidsraad*