

Vergaderjaar 2006–2007

**29 338**

**Wetenschapsbudget 2004**

**Nr. 54**

**BRIEF VAN DE MINISTERS VAN ONDERWIJS, CULTUUR EN WETENSCHAP, VAN VOLKSGEZONDHEID, WELZIJN EN SPORT, VAN JUSTITIE, VAN LANDBOUW, NATUUR EN VOEDSEL-KWALITEIT EN VAN BINNENLANDSE ZAKEN EN KONINKRIJKS-RELATIES EN DE STAATSSECRETARISSEN VAN ECONOMISCHE ZAKEN, VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER EN VAN SOCIALE ZAKEN EN WERKGELEGENHEID**

Aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal

Den Haag, 16 november 2006

In antwoord op schriftelijke vragen heeft de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap op 24 november 2005 (TK, 2005–2006, 29 338, nr. 42) u op de hoogte gebracht van het besluit om een Kabinetsvisie over nanotechnologieën uit te brengen. Voor dit besluit is een aantal redenen genoemd. Een daarvan is dat op dit terrein inmiddels zoveel gebeurt (departementale studies, wetenschappelijk onderzoek, het EU-actieplan) dat met het oog op samenhang in het beleid een gecoördineerde aanpak is vereist. Ook biedt een Kabinetsvisie een goed handvat voor het effectief opereren in de Europese Unie en op mondiaal niveau. Verder kan een Kabinetsvisie een bijdrage leveren aan het tot stand brengen van maatschappelijk draagvlak en aan de onderzoeks- en ontwikkelingsbehoefte, ook wat betreft het onderzoek naar risico's van nanotechnologieën.

In vervolg op de bovengenoemde aankondiging zenden wij u hierbij de Kabinetsvisie Nanotechnologieën toe. In deze visie, die voortbouwt op een groot aantal rapporten, komen de volgende hoofdlijnen aan de orde: kansen van nanotechnologieën, omgaan met risico's, ethische en juridische vragen, ontwikkeling van een onderzoeksagenda, beleids- en onderzoekscoördinatie alsmede het werken aan draagvlak en communi-

catie. In het bijzonder geeft de Kabinetsvisie een reactie op het op 27 april jl. verschenen rapport van de Gezondheidsraad over de betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid.

De Staatssecretaris van Economische Zaken,  
C. E. G. van Gennip

De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap  
M. J. A. van der Hoeven

De Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,  
P. L. B. A. van Geel

De Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport,  
J. F. Hoogervorst

De Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,  
J. W. Remkes

De Minister van Justitie,  
E. M. H. Hirsch Ballin

De Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid,  
H. A. L. van Hoof

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit,  
C. P. Veerman

# KABINETSVISIE NANOTECHNOLOGIEËN

## Van Klein Naar Groot

Inhoud	blz.
<b>Voorwoord</b>	<b>4</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>Hoofdstuk 1. Kansen</b>	<b>9</b>
1.1. Economische potenties	9
1.2. Kansen voor maatschappelijke toepassingen	10
<b>Hoofdstuk 2. Omgaan met risico's</b>	<b>13</b>
2.1. Risico's van nanotechnologieën	13
2.2. Vigerende regelgeving	13
2.3. Mogelijkheden voor toezicht en handhaving	15
2.4. Beleid voor risicobeheersing: risk governance	16
<b>Hoofdstuk 3. Ethische en juridische vragen</b>	<b>18</b>
<b>Hoofdstuk 4. De onderzoeksagenda</b>	<b>20</b>
4.1. Investeren in onderzoek	20
4.2. Vijf hoofdlijnen	20
4.3. Onderzoekszwaartepunten in Europa	21
4.4. Onderzoek naar risico's	21
<b>Hoofdstuk 5. Coördinatie</b>	<b>23</b>
<b>Hoofdstuk 6. Draagvlak en communicatie</b>	<b>25</b>
<b>Literatuurlijst</b>	<b>28</b>

## VOORWOORD

Nanotechnologieën<sup>1</sup> zijn belangrijk voor Nederland. Zij dragen bij aan de versterking van onze economische structuur en de concurrentiepositie en zij bieden mogelijke oplossingen voor problemen op het gebied van bijvoorbeeld het milieu, de volksgezondheid, voeding, een duurzamere energievoorziening en veiligheid. Nederland draagt zelf via onderzoek, ontwikkeling en productie actief bij aan het vinden en realiseren van dergelijke oplossingen. Daarmee sluit ons land niet alleen aan bij de internationale ontwikkelingen, maar neemt daar voor een deel ook een voorlopersrol in.

Kort samengevat komt de visie, die werd aangekondigd in het schriftelijk overleg met de Tweede Kamer over nanotechnologie<sup>2</sup>, op het volgende neer: *nanotechnologieën zijn nieuwe technologieën waar wereldwijd al veel onderzoek naar wordt verricht en die steeds meer worden toegepast. Het is belangrijk dat Nederland hieraan meedoet, en daarbij niet alleen probeert bij te blijven op kennisgebied maar ook een plaats in de kopgroep houdt. Bovendien moeten we oog houden voor de mogelijke risico's die aan nanotechnologieën kleven. Alleen door zorgvuldig om te gaan met de risico's kan Nederland ten volle zijn kansen benutten.*

Om dit te bewerkstelligen neemt Nederland op Europees en internationaal niveau deel aan het vinden van adequate meetmethoden en aan overleg om te komen tot standaardisatie die normalisatie van productiewijzen en producten en risicobeoordeling mogelijk maken. Dit zijn immers de voorwaarden voor een adequate regelgeving, die een gelijk speelveld garandeert voor alle partijen. Dan pas is een concrete invulling van voorzorgsbeginsel en ketenaansprakelijkheid realiseerbaar.

Bij de kansen gaat het om het bevorderen van een goed onderzoeksklimaat, om het versterken van kansen voor het concurrentievermogen van het bedrijfsleven en kansen voor maatschappelijke gebieden waaronder gezondheidszorg, veiligheid(spreventie), milieu en defensie. Het doel van deze kabinetsvisie is om aan te geven of de kaders die voor verantwoorde ontwikkelingen nodig zijn, toereikend zijn, dan wel aangepast of vernieuwd moeten worden. Deze beoordeling geschiedt langs de hoofdlijnen Kansen, Omgaan met risico's, Ethische en juridische vragen, Onderzoeksagenda, Coördinatie en Draagvlak en communicatie. Op deze zes hoofdlijnen worden actiepunten geformuleerd. Nanotechnologieën zijn een onderwerp dat reeds een brede belangstelling geniet, zowel in Nederland als daarbuiten. Deze kabinetsvisie bouwt dan ook voort op een groot aantal rapporten.

In de visie van het kabinet dient krachtig te worden gewerkt aan voorwaarden voor een voorspoedige en evenwichtige ontwikkeling van nanotechnologieën. Het kabinet biedt in deze visie niet alleen een overzicht van wat er nu speelt en wat de te verwachten ontwikkelingen zijn, maar komt ook met een aantal acties en aanbevelingen. In het bijzonder bevat deze kabinetsvisie een reactie op het eerder dit jaar verschenen rapport van de Gezondheidsraad, getiteld: «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid»<sup>3</sup>.

Op dit moment staan de nanotechnologieën nog in de kinderschoenen. Het werken aan het tot stand komen van de noodzakelijke voorwaarden voor de verdere ontwikkeling van nanotechnologieën kan resulteren in betere en veiligere producten en in minder risico's voor burgers, het bedrijfsleven, de samenleving en het milieu. Hierbij vraagt het kabinet betrokkenheid van alle belanghebbenden.

<sup>1</sup> Onder nanotechnologieën wordt ook de nanowetenschap verstaan.

<sup>2</sup> Kamerstuk 29 338, nr. 42.

<sup>3</sup> Brief van de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport aan de Tweede Kamer van 2 mei 2006, VWS0600757.

De Staatssecretaris van Economische Zaken  
De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap  
De Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport  
De Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu-  
beheer  
De Minister van Justitie  
De Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties  
De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
De Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

## SAMENVATTING

Nanotechnologieën hebben zich in het afgelopen decennium snel ontwikkeld en hebben de potentie om effect uit te oefenen op vrijwel ieder toepassingsgebied. Zij kunnen een belangrijke pijler vormen van onze kenniseconomie en kennissamenleving.

De economische potenties van nanotechnologieën zijn bijzonder groot. Nanotechnologieën vormen een belangrijke groeimarkt. Verwacht wordt dat de wereldwijde verkoop van nanotechnologieën bevattende producten zal groeien van € 25 miljard in 2004 naar € 450 miljard in 2010. Voor 2014 wordt een aandeel berekend van ruim € 2 000 miljard. Met nanotechnologieën komen dus enorme groeiversnellingen in zicht. Op dit moment zijn er in Nederland 200 spelers actief, waaronder een relatief groot aantal starters. Opvallend is dat deze bedrijven fors investeren in R&D, voor een belangrijk deel in publiekprivate samenwerkingsverbanden. Mede dankzij forse overheidsinvesteringen beschikt ons land bovendien over een hoogwaardige infrastructuur met hoogwaardige faciliteiten en speelt ons land een belangrijke en toonaangevende rol op het terrein van nanotechnologieën. Ons land nam in 2003 wereldwijd de zesde plaats in wat betreft overheidsuitgaven voor nanotechnologieën per hoofd van de bevolking, maar er zijn aanwijzingen dat andere landen nog sterker investeren in nanotechnologieën dan Nederland, waardoor ons land, ondanks toegenomen investeringen, relatief achterblijft. De uitdaging is om de sterke Nederlandse positie, zowel wetenschappelijk als economisch, te behouden en verder uit te bouwen. Potentiële groeimarkten waar kansen liggen om onze concurrentiepositie te versterken, zijn precisiefabricage, instrumentatie, nanomaterialen, *devices & systems integration* en bio-nanotechnologie.

Nanotechnologieën houden ook grote beloften in voor maatschappelijke sectoren zoals de gezondheidszorg, voeding, landbouw en milieu, recht en veiligheid en defensie. Innovatieve nanomedische toepassingen kunnen onze gezondheidszorg op fundamentele wijze veranderen en nieuwe mogelijkheden bieden voor diagnose, behandeling en preventie. Voor landbouw en voedselproductie bieden nanotechnologieën potenties voor meer duurzame productiemethodes en productverbetering. Van nanotechnologieën wordt verwacht dat zij een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de energievoorziening, aan zuiver water en aan het milieu. Zo zullen nanotechnologieën kunnen leiden tot betere filters en katalysatoren en kunnen nieuwe materialen voor efficiëntere brandstofcellen een bijdrage leveren aan de duurzaamheid. Op het gebied van recht en veiligheid doen zich wellicht mogelijkheden voor om opsporing, handhaving en sanctienering effectiever en efficiënter te maken. Op defensiegebied worden bijvoorbeeld toepassingen voorzien gericht op de soldaat van de toekomst, dominantie van informatie en platforms.

Er zijn echter ook risico's verbonden aan nanotechnologieën. Deze hebben vooral betrekking op de toxiciteit van vrije, ongebonden synthetische nanodeeltjes<sup>1</sup>. Nanodeeltjes komen altijd al voor, veelal als gevolg van verbrandings- of vulkanische en erosieprocessen. Door de toepassing van nanotechnologieën ontstaat de mogelijkheid om op atomaire en moleculaire schaal stoffen te synthetiseren met geheel nieuwe fysisch-chemische en biologische eigenschappen. Dit brengt naast nieuwe mogelijkheden ook risico's met zich mee. Er bestaan nog onzekerheden over de toxiciteit die nanodeeltjes kunnen veroorzaken. Het kabinet vindt dat de (thans vigerende) wet- en regelgeving voldoende handvatten biedt om de risico's te beheersen. Het kabinet zal voortdurend blijven bezien of aanpassing van regelgeving nodig is ter beheersing van mogelijke risico's. Toezicht en handhaving zijn op dit moment nog niet goed mogelijk. Vergunnings- en

---

<sup>1</sup> Zie het advies van de Gezondheidsraad «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid, brief van de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport aan de Tweede Kamer van 2 mei 2006, VWS0600757.

productvereisten ontbreken omdat nog onvoldoende kennis bestaat over de toxiciteit van nanodeeltjes. Daarom zijn risico-onderzoek van nanodeeltjes en de ontwikkeling van nanotoxicologie belangrijke prioriteiten. Om de risico's te kunnen beheersen wil het kabinet *risk governance* hanteren zoals omschreven in «Nuchter omgaan met risico's»<sup>1</sup>. Het kabinet wil hierbij het voorzorgsbeginsel hanteren, waarbij proportionaliteit één van de criteria is die daarbij in overweging zullen worden genomen. De ontwikkeling van metrologie en standaardisatie zijn hierbij belangrijke aandachtspunten.

Nanotechnologieën brengen, naast risico's voor gezondheid en milieu, ook ethische en juridische vragen met zich mee. Deze vragen hebben te maken met het convergerende karakter van nanotechnologieën. Hierdoor kunnen ontwikkelingen in andere technologieën, zoals biotechnologie en ICT worden versterkt, waardoor ethische vragen die zich nu al op terreinen zoals de gezondheidszorg voordoen een nieuwe dimensie kunnen krijgen. Het kabinet wil hierop anticiperen en waar mogelijk tot een passend antwoord komen wanneer deze ethische vragen zich daadwerkelijk versterkt voordoen. Daartoe zal het onderzoek laten doen naar de toekomstige technologische ontwikkelingen, in het bijzonder met betrekking tot de vraag of de huidige ethische, mensenrechtelijke en juridische kaders (inclusief verdragsrechtelijke kaders) voldoen om op deze vragen een antwoord te geven.

Om onze kansen te benutten moeten we verstandig omgaan met risico's en ethische vragen, en is het nodig te blijven investeren in onderzoek. Het kabinet heeft daartoe, rekening houdende met de ontwikkelingen in de nanowetenschap, de economische potenties en de mogelijkheden voor maatschappelijke toepassingen, een onderzoeksagenda opgesteld met de volgende hoofdlijnen:

- *Nanomedicine*,
- «*Beyond Moore*» (micro-elektronica op nanoschaal),
- Functionele nanodeeltjes oppervlakken met patronen op nanoschaal,
- Waterzuivering en energievoorziening,
- Voedsel en gezondheid.

Ook wil het kabinet goede aansluiting behouden met de EU-Kaderprogramma's 6 en 7 waarin substantiële bedragen aan nanotechnologisch onderzoek en ontwikkeling worden besteed. Verder wil het kabinet inzetten op risico-onderzoek en daarvoor een percentage van het totale onderzoeksbudget reserveren.

Het kabinet wil de coördinatie van nanotechnologieën versterken. Voor de uitwerking en implementatie van de in deze kabinetsvisie voorgestelde acties zal het kabinet een interdepartementale werkgroep instellen. Deze werkgroep zal aan het volgende kabinet voorstellen doen voor de planning en organisatie van de voorgestelde acties. Ook zal deze werkgroep een spoorboekje opstellen om het maatschappelijke debat spoedig op gang te brengen. Dit kabinet neemt geen beslissing over financiële middelen. Deze beslissing zal worden overgelaten aan het volgende kabinet.

Het kabinet acht het verder van belang dat er een goede coördinatie plaatsvindt van het onderzoek. Het kabinet zal met goed doortimmerde standpunten bijdragen aan de ontwikkelingen in EU-verband en in multilaterale organisaties zoals de OECD en de UNESCO. Om ontwikkelingen rondom risico's van nanotechnologie te kunnen monitoren, acht het Kabinet het logisch dat er een observatiepost bij het RIVM wordt belegd. Deze observatiepost zal nauw samenwerken met daartoe aan te wijzen organisaties, waaronder de Voedsel en Warenautoriteit (VWA), en zal de

---

<sup>1</sup> Brief van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 29 mei 2006, Kamerstuk 28 089, nr. 15.

hierna genoemde brede commissie geregeld informeren en adviseren. Om ongewenste of schadelijke gevolgen van nanotechnologische toepassingen, zoals risico's voor de gezondheid en het milieu en ethische vragen, in kaart te brengen en hierover de dialoog aan te gaan met deskundigen, belanghebbenden en burgers, stelt het kabinet een brede commissie in.

Het kabinet wil werken aan een breed draagvlak bij de bevolking voor nanotechnologieën. Communicatie en debat spelen hierbij een rol, met name waar het gaat om het kunnen inspelen op de belangrijkste zorgen en het in kaart brengen van de verwachtingen van burgers. Voor het bouwen van draagvlak heeft het kabinet ook gekeken naar ervaringen die zijn opgedaan rond genetisch gemodificeerde organismen. De belangrijkste les die hieruit kan worden getrokken, is dat voor het opbouwen van draagvlak voorlichting en debat alleen niet voldoende zijn. Burgers willen serieus worden genomen en hun opvattingen in het beleid terugvinden. Vertrouwen moet worden verdiend. Het kabinet wil snel een begin maken met het opbouwen van draagvlak en betreft hierbij, naast de belangrijkste belanghebbenden, een brede vertegenwoordiging van de bevolking.



## HOOFDSTUK 1. KANSEN

*Bij nanotechnologieën draait alles om de ontwikkeling van methoden en technieken om de eigenschappen van materialen te kunnen beheersen en te kunnen toepassen tot op nanoschaal<sup>1</sup>. Op een schaal van 1 tot 100 nanometer kan materie zich fundamenteel anders gedragen en kunnen door manipulatie eigenschappen van materialen en structuren wezenlijk verschillen van die op grotere schaal. Op nanometerschaal komen de werelden van materiaalkunde, fysica, chemie, informatica en biologie, maar ook geneeskunde bij elkaar. Naast biotechnologie en ICT dragen nanotechnologieën ertoe bij dat zich veelbelovende convergerende technologieën ontwikkelen. Om de mogelijkheden voor versterking van de economische structuur en op het gebied van maatschappelijke toepassingen optimaal te kunnen benutten, is een stevige onderzoeksbasis nodig.*

### 1.1. Economische potenties

In het afgelopen decennium hebben nanowetenschap en nanotechnologieën zich in hoog tempo ontwikkeld. De eerste producten zijn inmiddels op de markt, op langere termijn worden volledig nieuwe toepassingen voorzien, bijvoorbeeld op medisch terrein. Door het sterk multidisciplinaire karakter hebben nanotechnologieën een grote invloed op de manier waarop innovaties georganiseerd zijn en tot stand komen. Nanotechnologieën kunnen effect hebben op vrijwel ieder toepassingsgebied en een belangrijke pijler worden van de kenniseconomie. De economische potentie van nanotechnologieën is groot. Verwacht wordt<sup>2</sup> dat de wereldwijde verkoop van nanotechnologieën bevattende producten zal groeien van € 25 miljard in 2004 naar € 450 miljard in 2010. Voor 2014 wordt een aandeel berekend van ruim € 2 000 miljard. Daarmee komen enorme groeiversnellingen in het zicht. Bovendien kunnen nanotechnologieën, vanwege hun grote kennisintensiteit, in belangrijke mate bijdragen aan het versterken van de kenniseconomie en op termijn een belangrijke bijdrage leveren aan de groei van de arbeidsproductiviteit.

Ons land speelt een belangrijke en toonaangevende rol op het terrein van nanotechnologieën. Nederland kan beschikken over een excellente wetenschappelijke kennis met een hoge impact. Zo is bijvoorbeeld het enige KAVLI-instituut<sup>3</sup> buiten de Verenigde Staten en China in Delft gevestigd, het *Kavli Institute of Nanoscience*. Ook hebben we een aantal belangrijke industriële spelers op het terrein van nanotechnologieën binnen de landsgrenzen zoals AKZO-Nobel, ASML, DSM, FEI, Philips en Siemens. Tenminste 13 bedrijven uit de top 20 van R&D-intensieve bedrijven, die samen meer dan tweederde van de totale private R&D in Nederland uitmaken, doen onderzoek op het gebied van nanotechnologieën. De verwachting is dat nanotechnologieën op termijn een belangrijke bijdrage zullen leveren aan de groei van de arbeidsproductiviteit.

Met name fabrikanten van apparatuur (onder andere ASML en FEI) profiteren niet alleen van nanotechnologieën, ze zijn ook belangrijke motoren in de verdere ontwikkeling ervan. Bedrijven als DSM en AKZO-Nobel zijn actief op de markt van nanomaterialen en coatings. Tegelijkertijd zien we een groeiend aantal starters en MKB-bedrijven actief worden. Op dit moment zijn er in Nederland 200 spelers actief, waaronder een relatief groot aantal starters. Opvallend is dat deze bedrijven fors investeren in R&D, voor een belangrijk deel in publiekprivate samenwerkingsverbanden.

Mede dankzij forse overheidsinvesteringen beschikt ons land bovendien over een hoogwaardige infrastructuur met faciliteiten zoals NanoLab en MiPlaza. Ons land nam in 2003 wereldwijd de zesde plaats in wat betreft

<sup>1</sup> Voor een goed begrip: 1 nanometer is één miljardste deel van een meter.

<sup>2</sup> Deze berekeningen zijn gemaakt door het Amerikaanse onderzoeksbureau Lux Research, dat gespecialiseerd is in de marktontwikkelingen van nanotechnologieën.

<sup>3</sup> Kavli is een Amerikaanse multimiljonair die een deel van zijn vermogen beschikbaar stelt voor veelbelovend onderzoek. Het Kavli Institute of Nanoscience werd opgericht in 2004 met een donatie van de Kavli foundation.

overheidsuitgaven voor nanotechnologieën per hoofd van de bevolking, maar er zijn aanwijzingen dat andere landen nog sterker investeren in nanotechnologieën dan Nederland, waardoor ons land, ondanks toegenomen investeringen, relatief achterblijft.

In Nederland kan een aantal sterktes worden onderscheiden die de economische concurrentiekracht kunnen versterken<sup>1</sup>: precisiefabricage, instrumentatie, nanomaterialen, *devices & systems integration* en bio-nanotechnologie. Voor precisiefabricage geldt dat high-tech apparatuur een belangrijke rol speelt in de nanotechnologie. Met microscopen kunnen individuele atomen zichtbaar worden gemaakt en worden gemanipuleerd. Met de nieuwste generatie lithografische machines kunnen computerchips nog kleiner worden gefabriceerd. Voor *devices & systemsintegration* geldt dat dankzij nanotechnologie elektronica steeds kleiner, sneller en multifunctioneler wordt. Door de steeds geringer wordende afmetingen van chips en sensoren wordt het mogelijk om intelligentie in steeds meer producten te stoppen. Voor materialen geldt dat nanotechnologieën leiden tot extreem sterke, lichte en flexibele of juist stijve materialen. Door toepassing van nanotechnologieën kunnen lakken krasvast worden gemaakt en kunnen aan coatings antireflecterende, bacteriedodende of vuilafstotende eigenschappen worden gegeven.

Een beperkt aantal nanomaterialen wordt al commercieel toegepast in consumentenproducten. Nanodeeltjes van titaniumoxide en zinkoxide worden al toegepast als UV-reflectoren in zonnebrandcrèmes, terwijl carbon blackdeeltjes als materiaalversterkers worden gebruikt in autobanden en natuurlijke kleideeltjes in autobumpers. Nanocoatings worden gebruikt op opto-elektrische apparaten, katalytische oppervlakken, krasbestendige sensoren en brillenglazen en zelfreinigende ruiten. Nanokristallen maken snij- en boorwerktuigen extra hard en slijtvast. Ook zijn er middelen op de markt die oppervlakken water- en vuilafstotend maken. Nanotechnologieën worden ook toegepast om kleding kreukvrij, vuilafstotend en bacterie- en schimmelwerend te maken. Ook kunnen slimme verpakkingen voor voedingsmiddelen worden gefabriceerd die functionaliteiten als antimicrobiële werking, bescherming tegen thermische effecten en traceerbaarheid combineren.

Een groot aantal landen, waaronder Nederland, investeert fors in onderzoek naar nanotechnologieën. De eerste producten komen inmiddels op de markt. Voor veel mogelijke toepassingen geldt dat er eerst nog veel onderzoek dient te worden verricht. Octrooien zijn belangrijk om vondsten te beschermen en langdurige hoge investeringen in nanotechnologieën rendabel te maken. Philips is verreweg de grootste Nederlandse aanvrager van octrooien op het gebied van nanotechnologie, ASML, DSM en AKZO-Nobel volgen op afstand. De Nederlandse bedrijven vragen de meeste van hun octrooien in de Verenigde Staten en Japan aan. Bij de universiteiten zien we de meeste octrooien bij bionanotechnologie, met de Universiteit Utrecht als grote aanvrager. Op het gebied van elektronica zien we ook Delft en Leiden.

## 1.2. Kansen voor maatschappelijke toepassingen

Tot zover de potenties die nanotechnologieën bieden voor bedrijvigheid in Nederland en voor versterking van onze kenniseconomie. Nanotechnologieën bieden ook een veelheid aan kansen voor maatschappelijke toepassingen: in de gezondheidszorg, de voedingssector, voor het milieu, energie en water en op het gebied van defensie en recht en veiligheid.

### *Gezondheidszorg*

Innovatieve nanomedische toepassingen kunnen de gezondheidszorg op

<sup>1</sup> SenterNovem, Zicht op nanotechnologie in Nederland 2002–2004, Beleidsinteractierapport 2005-08. In totaal zijn 200 bedrijven gevonden die actief zijn op het gebied van nanotechnologieën. Ter vergelijking: in 2002 waren dat er nog maar 80. De grootste spelers zijn ASML, Philips en FEI Electron Optics. Er zijn ca. 30 starters actief, daarnaast 20 spin-offs van kennisinstellingen.

fundamentele wijze veranderen. Nieuwe mogelijkheden komen in zicht voor diagnose, behandeling en preventie. Zo zullen nanotechnologieën naar verwachting leiden tot effectievere medicijnen met minder bijwerkingen. Ze kunnen helpen bij het zoeken naar nieuwe werkzame stoffen en de ontwikkeling van systemen om die stoffen naar de juiste plaats in het lichaam te transporteren. Nanotechnologieën bieden voorts tal van nieuwe instrumenten en gereedschappen 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. Behandelmethodes zullen steeds meer op maat kunnen worden gemaakt, gebruikmakend van het profiel van de patiënt. Een deel van de toepassingen in de medische technologie staat nog in de kinderschoenen. Een toenemend aantal producten wordt momenteel onderzocht in klinische studies en sommige zijn al commercieel verkrijgbaar, waaronder chirurgische mesjes en hechtnaalden, contrastmiddelen voor beeldvorming met magnetische resonantie, botvervangende materialen, wondbehandelingsproducten, antimicrobacterieel textiel, chips voor in vitro moleculaire diagnostiek, microcantilevers en micronaalden<sup>1</sup>. 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, veel van «*nanomedicine*». Tumorcellen bijvoorbeeld sterven af nadat geïnjecteerde nanodeeltjes van buitenaf worden verhit. De effectiviteit van deze behandeling wordt bij patiënten onderzocht. In vrijwel alle medische disciplines vindt momenteel onderzoek plaats naar mogelijkheden voor toepassing van nanotechnologieën<sup>2</sup>.

#### *Voeding en landbouw*

Nanotechnologieën bieden voor de voedselproductie beloftes voor innovatie, productverbetering en kostprijsverlaging. Zo is er, door het convergerende karakter van nanotechnologieën, een vergaande integratie te voorzien met de biotechnologie. Kansen doen zich met name voor op de thema's duurzame landbouw, precisielandbouw, voedselveiligheid en voedselkwaliteit, en de veterinaire gezondheidszorg. Op de korte termijn zullen nanotechnologieën met name van invloed zijn op de duurzame landbouw, de levensmiddelentechnologie, detectie- en controletechnieken en op het gebied van levensmiddelen en diervoeders. Nanotechnologieën kunnen bijdragen aan een meer gecontroleerd, en daarmee lager, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Bij de productie van levensmiddelen kunnen nanotechnologieën worden gebruikt om de smaak te verbeteren of aan levensmiddelen eigenschappen toe te voegen die de gezondheid verbeteren, bijvoorbeeld door hun cholesterol verlagende werking. Wereldwijd wordt al voor ruim € 680 miljoen aan nanoprodukten in de levensmiddelenindustrie omgezet, verwacht wordt dat de markt in 2010 zal zijn gestegen tot € 20,4 miljard.

#### *Energie, water en milieu*

Ook op het gebied van energie, water en milieu wordt een belangrijke bijdrage verwacht van nanotechnologieën. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van nanofilters met hele fijne gaatjes om specifieke individuele chemische stoffen uit oplossingen te kunnen filteren. Deze ontwikkeling leidt tot procesinnovatie in de chemie, maar draagt ook bij aan waterzuivering. Nanotechnologieën kunnen ook leiden tot betere katalysatoren en kunnen zo helpen de uitstoot van schadelijke stoffen terug te dringen. Verder kunnen nieuwe materialen voor efficiëntere brandstofcellen een bijdrage leveren aan duurzame mobiliteit.

#### *Recht en veiligheid*

De mogelijkheden die zich met de nanotechnologieën en de «convergerende technologieën» beginnen voor te doen, hebben consequenties voor

<sup>1</sup> Het RIVM voorziet toepassingen van nanotechnologieën in de medische technologie in chirurgie, diagnose en behandeling van kanker, bepaling van ziekte-specifieke stoffen in het lichaam, beeldvormende technieken, implantaten, tissue engineering, toediening van geneesmiddelen, eiwitten, genen en radionucliden.

<sup>2</sup> Zie verder het advies van de Gezondheidsraad «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» (Den Haag, april 2006).

recht en veiligheid. Zo kan versleutelingstechnologie worden ontwikkeld, die ook voor de overheid de toegang tot het lezen van eenmaal versleutelde berichten onmogelijk maakt. Dit roept vragen op over de handhaafbaarheid maar ook over de veiligheid. Vandaar dat de departementen van Justitie en BZK samen met het NCTB werken aan het op korte termijn realiseren van een verkennende studie op dit gebied, die meer en liefst gedetailleerd inzicht in dergelijke ontwikkelingen moet verschaffen. Daarbij wordt nauw samengewerkt met de Europese Commissie (met name de DG's Interne Markt en Research).

Voorts is ook de vraag naar de toepassingsmogelijkheden van nanotechnologieën voor de uitvoering van overheidstaken op het gebied van recht en veiligheid van groot belang. Wellicht kunnen opsporing, handhaving, sanctionering en reïntegratie veel effectiever en efficiënter dan tot nu toe werken, als deze technologieën worden toegepast. In dit verband is de vraag relevant wat deze nieuwe snelle, zeer kleine sensoren, maar ook de ontwikkeling van actuatoren (gedragsbeïnvloeding door neurotechnologie) kunnen betekenen voor de politie, het Nederlands Forensisch Instituut, het OM, de rechterlijke macht, het gevangeniswezen, TBS en de reïntegratie in de samenleving. In het kader van de Wijffels-aanbevelingen op het gebied van vraagsturing van TNO en de GTI's zijn genoemde departementen momenteel bezig met het formuleren van de relevante vragen. Echter hier zijn naast technische, ook ethische en staatsrechtelijke aspecten in het geding. Immers toepassing van deze technologieën kan de informatierelatie tussen overheid en burger beïnvloeden. Daarbij moet bovendien rekening worden gehouden met het gegeven dat dit niet alleen de eigen nationale overheid hoeft te betreffen, en dat aan innovatie op het terrein van de veiligheid ook risico's kleven omdat nanotechnologieën in verkeerde handen kunnen geraken.

#### *Defensie*

Militair gebruik van nanotechnologieën zal naar verwachting leiden tot een betere bescherming, een groter uithoudingsvermogen en meer mogelijkheden voor onafhankelijk functioneren van toekomstige soldaten<sup>1</sup>. Verwacht wordt ook dat nanotechnologieën zullen leiden tot de ontwikkeling van kleine en relatief goedkope autonome wapensystemen, waarbij deze systemen prestaties leveren waartoe momenteel alleen grote en dure systemen in staat zijn. Toepassingen voor defensie lijken zich te concentreren op de volgende sectoren: de soldaat van de toekomst, (dominantie van) informatie, bescherming tegen conventionele en massavernietigingswapens, tegenmaatregelen en platforms. Voor defensietoepassingen is een aantal nanotechnologische ontwikkelingen bijzonder interessant. In de eerste plaats betreft dit systemen voor *tracking and tracing* door middel van identificatiesystemen op afstand. Een tweede ontwikkeling die voor defensie relevant is, is de steeds verdergaande miniaturisatie die zogenaamde *micropower systemen* mogelijk maakt. Ook wordt veel verwacht van de ontwikkeling van uiterst kleine (autonome) voertuigen en robots. Verder zullen draadloze sensoren autonoom functioneren in een gedistribueerd netwerk en zullen *ambient intelligence* systemen worden ontwikkeld voor de toekomstige soldaat. Tot slot wordt veel verwacht van *smart structures*, structuren die bestaan uit een combinatie van traditionele en nanomaterialen.

---

<sup>1</sup> Zie het rapport van TNO Science and Industry «Nanotechnology, innovation opportunities for tomorrow's defence», september 2005.

## HOOFDSTUK 2. OMGAAN MET RISICO'S

*Nanotechnologieën kennen enorme potenties maar er zijn, zoals bij iedere technologie, ook risico's aan verbonden. Risico's die kunnen toenemen naarmate er meer toepassingen en toepassingen met een groter bereik in zicht komen. De uitdaging is om de kansen te grijpen en tegelijkertijd verantwoord om te gaan met de risico's. Vooral nog is het kabinet, in navolging van de Europese Commissie, van mening dat thans vigerende regelgeving in principe voldoende handvatten biedt om de risico's te beheersen. Wel dient er snel meer kennis beschikbaar te komen over implicaties van nanotechnologische toepassingen en risico's van nanodeeltjes. Dat is nodig om toezicht en handhaving mogelijk te maken en om vergunnings- en productvereisten te kunnen ontwikkelen. Daarom zijn risico-onderzoek van nanodeeltjes en de ontwikkeling van nanotoxicologie belangrijke prioriteiten. De ontwikkeling van metrologie en standaardisatie zijn hierbij belangrijke aandachtspunten. Hieraan wordt voortvarend gewerkt, zowel nationaal als internationaal. Om de risico's te kunnen beheersen, wil het kabinet risk governance toepassen, zoals omschreven in «Nuchter omgaan met risico's» en burgers hierbij vroegtijdig betrekken. Op de agenda voor risk governance staan risico-onderzoek, een proportionele toepassing van het voorzorgsbeginsel en de ontwikkeling van metrologie (de kennis over het meten) en standaardisatie.*

### 2.1. Risico's van nanotechnologieën

Nanotechnologieën kunnen zorgen voor toepassingen en stoffen met tot nu toe onbekende eigenschappen. De huidige discussie over de risico's van nanotechnologieën concentreert zich in belangrijke mate op de mogelijke schadelijkheid van nanodeeltjes. Deze komen van nature ook al voor, veelal als gevolg van verbrandings-, vulkanische en erosieprocessen. Door de toepassing van nanotechnologieën ontstaat de mogelijkheid om op atomaire en moleculaire schaal stoffen te synthetiseren met geheel nieuwe fysisch-chemische en biologische eigenschappen. Een bruikbare indeling om nanodeeltjes op risico's te beoordelen is die in gebonden en in vrije synthetische deeltjes. Centraal punt van aandacht is het penetrerend vermogen van nanodeeltjes die door hun geringe afmetingen door de fysieke barrières van het lichaam heen kunnen breken en verwijderingsmechanismen kunnen omzeilen. Nadat deze deeltjes in de cellen zijn binnen gedrongen is het moeilijk te voorspellen wat het effect zal zijn. Van gebonden deeltjes zijn geen of geringe risico's te verwachten.

De kans op blootstelling aan dergelijke synthetische nanodeeltjes is voor de algemene bevolking op dit moment nog gering. Mensen die met deze deeltjes werken in onderzoekscentra hebben de meeste kans. Deze situatie kan veranderen als er meer producten met synthetische nanodeeltjes op de markt komen. Aandacht voor toxicologische risico's is dus geboden.

Daarnaast zijn er inmiddels allerlei producten in ontwikkeling waarin nanotechnologieën worden toegepast die, net als nanodeeltjes, niet zichtbaar zijn voor het blote oog. Op medisch gebied gaat het bijvoorbeeld om nanonaalden voor bloedtesten en inentingsapparatuur. Ook worden er sensoren en actuatoren ontwikkeld met nanotechnologieën. Ook deze producten kunnen gezondheids- en toxicologische risico's met zich meebrengen.

### 2.2. Vigerende regelgeving

De algemene beginselen op het gebied van relevante wetgeving voor het omgaan met risico's gelden onverkort voor de risico's van synthetische nanodeeltjes. Bedrijven zijn verantwoordelijk en aansprakelijk voor het op

de markt brengen van veilige producten. Zij dienen te zorgen voor een veilige werkomgeving, hun bijdrage te leveren aan de zorg voor het milieu en de bescherming van de gezondheid. De overheid stelt als wetgever eisen aan een veilige productie en aan (medische) producten voor mens en milieu. Zij treedt op bij als te onveilig beoordeelde situaties. Voor het beheersen van risico's van nanodeeltjes zijn verschillende wetten en richtlijnen van belang, waaronder de chemicaliënverordening REACH<sup>1</sup>, de Arbo-wet, de Warenwet voor food- en non-food producten, de bestrijdingsmiddelenwet, de Kaderwet diervoeders en de regelgeving voor medische producten (zoals geneesmiddelen en medische hulpmiddelen). Het kabinet zal, zoals de Gezondheidsraad in zijn advies «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» adviseert, zoveel mogelijk uitgaan van deze bestaande regelgeving en voortdurend blijven bezien of aanpassing van regelgeving nodig is ter beheersing van mogelijke risico's. Een omvangrijk deel van de regelgeving op het gebied van (product)veiligheid en milieu is vastgesteld op EU-niveau. Het kabinet zal in dit proces dan ook actief deelnemen aan discussies die op EU-niveau op dit terrein plaatsvinden.

De chemicaliënverordening REACH legt de verplichting op informatie te verzamelen over de eigenschappen van een stof, de aan het gebruik verbonden risico's te beoordelen en de nodige maatregelen te nemen om de eventueel geconstateerde risico's te beheersen. Omdat de eigenschappen van nanodeeltjes kunnen verschillen van de «bulk» stof is informatie over alleen de stof zelf onvoldoende voor de risico-inschatting van nanotechnologische producten. Er zal ook informatie over de risico's van de specifieke toegepaste nanotechnologieën (nanodeeltjes) nodig zijn.

De Arbo-wet schrijft voor dat de werkgever moet zorgen voor een veilige en gezonde werkplek. Als er met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt, moet de werkgever beoordelen of de concentratie niet te hoog is. Voor een werkgever is het op dit moment door de kennislacunes op het gebied van de risico's van nanotechnologieën moeilijk een goede beoordeling te maken van het risico en daarop toegespitste maatregelen te nemen. Wat hij wel kan doen, en op basis van de Arbowet ook moet doen, is de blootstelling zo laag als redelijkerwijs mogelijk houden.

De Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) is belast met het toezicht op de naleving van de Warenwet en de Kaderwet Diervoeders. De wet Onafhankelijke Risicobeoordeling van de VWA schrijft voor dat het Bureau Risicobeoordeling van de VWA op basis van de wet de Ministers dient te adviseren over nieuwe risico's inclusief beheersmaatregelen. De verantwoordelijkheid voor het op de markt brengen van uitsluitend veilige producten ligt bij de verhandelaar van die producten (producent/importeur). De VWA kan onveilige non-food producten, levensmiddelen en diervoeders van de markt weren, dus ook producten waarin nanotechnologieën zijn toegepast. Voor nieuwe voedingsproducten, dat wil zeggen voedingsproducten die voor 1997 niet op de EU-markt aanwezig waren, geldt bovendien dat deze eerst een toelatingsprocedure moeten doorlopen om de veiligheid vast te stellen, alvorens zij op de markt kunnen worden gebracht. Dit is vastgelegd in de Europese verordening Novel Foods<sup>2</sup> en het Warenwetbesluit Nieuwe voedingsmiddelen. In deze verordening is gedefinieerd wat onder nieuwe voedingsmiddelen wordt verstaan. Het is mogelijk dat hieronder ook voedingsmiddelen vallen waarbij nanotechnologieën zijn toegepast.

Bestrijdingsmiddelen worden op grond van de Bestrijdingsmiddelenwet alleen toegelaten als aan een aantal voorwaarden is voldaan. Het College voor Toelating van Bestrijdingsmiddelen (CTB) oordeelt over de toelating van bestrijdingsmiddelen. De Algemene Inspectiedienst houdt toezicht op

<sup>1</sup> Gemeenschappelijk Standpunt van de Raad van 27 juni 2006 (Raadsnummer 7524/8/06 REV 8).

<sup>2</sup> Verordening (EG) nr. 258/97 van het Europees parlement en de Raad van 27 januari 1997 betreffende nieuwe voedingsmiddelen en voedselingsrediënten, Pb. 1997, L 43/1.

het veilige gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de agrarische sector, de Arbeidsinspectie ziet toe op veilig gebruik in verband met de gezondheid bij arbeid, de VROM-inspectie ziet toe op veilig gebruik van bestrijdingsmiddelen, vooral buiten de agrarische sector, en de VWA houdt toezicht op het naleven van de regelgeving voor residuen van bestrijdingsmiddelen in en op levensmiddelen.

Volgens de regelgeving voor medisch technologische- en veterinaire producten is een fabrikant verplicht een risico management strategie te hanteren. Ook voor producten waarbij nanotechnologie wordt toegepast, is dit voldoende, mits de fabrikanten, aangewezen instanties en overheden zich bewust zijn van de noodzaak om een specifiek (nano)toxicologische risicobeoordeling uit te voeren.

### **2.3. Mogelijkheden voor toezicht en handhaving**

De huidige wet- en regelgeving biedt op basis van algemene veiligheidsvoorschriften mogelijkheden om te handhaven in geval van onveilige producten of situaties waarbij nanotechnologieën zijn toegepast. Tot die conclusie komt de Europese Commissie met betrekking tot het Actieplan voor nanotechnologieën<sup>1</sup>. Ook de International Risk Governance Council (IRGC) is van opvatting dat bestaande regelgeving een goed uitgangspunt vormt, maar dat voortdurend moet worden bezien of aanpassingen nodig zijn gegeven de voortgaande ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologieën. Er is echter nog geen specifiek toezicht ontwikkeld ten aanzien van producten en productiewijzen. Hiervoor zijn er nog te weinig aanknopingspunten. De kennislacunes rond de (eco-)toxicologie van nanodeeltjes zijn hiervoor te groot. Er is bijvoorbeeld nog maar weinig bekend over blootstelling, opname, kinetica en over de eigenschappen van nanodeeltjes die de toxiciteit bepalen. Ook zijn er nog geen geschikte en beheersbare meetmethoden voorhanden. Dit maakt toepassing, naleving en handhaving van de bestaande wetgeving moeilijk, terwijl steeds meer nanotechnologische producten op de markt worden verwacht. Deze situatie kan mogelijk gezondheidsrisico's met zich meebrengen voor consumenten, werknemers en patiënten, maar ook risico's voor het milieu en aansprakelijkheidsrisico's voor producenten van nanotechnologische producten.

Om toezicht en handhaving mogelijk te maken, is dus meer kennis nodig. Het toezicht zou kunnen bestaan uit een combinatie van overleg tussen inspecties en bedrijfsleven, het uitwisselen van informatie over mogelijke risico's van nanotechnologieën en preventieve beheersmaatregelen. Kennis over mogelijke risico's van toepassingen van nanotechnologieën en kennis over het meten van deze risico's dient zowel bij de overheid als bij bedrijven aanwezig te zijn. De overheid dient over deze kennis te beschikken vanuit haar verantwoordelijkheid om op te kunnen treden tegen onveilige situaties en producten en het voorkomen daarvan. Het bedrijfsleven dient over deze kennis te beschikken vanuit zijn verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid voor het op de markt brengen van veilige producten, voor het creëren van een veilige werkomgeving en vanuit zijn verantwoordelijkheid voor het milieu. Ook dient een gemeenschappelijk begrippenkader te worden ontwikkeld, dient normering plaats te vinden en moeten standaardmethodes worden ontwikkeld voor metingen en risico-evaluatie.

Een verantwoorde ontwikkeling van nanotechnologieën vergt op korte termijn meer duidelijkheid over de toxicologische eigenschappen van nanodeeltjes. Een internationaal gecoördineerde onderzoeksinzet is vereist. Het kabinet zal een deel van het nanotechnologiebudget reserveren voor onderzoek naar risico's, en de ontwikkeling van normen, standaarden en beheerstechnieken. Bij publiek-private onderzoeksprojecten

---

<sup>1</sup> EU-Actieplan, hoofdstuk 6: «Main conclusion: Current regulatory framework is, in principle, capable of handling nano-materials».

zal bovendien aandacht worden geëist voor de risicoaspecten van het onderzoek. Om deze onderzoeksinspanning tot een succes te maken is internationale samenwerking en coördinatie een vereiste. Zie hiervoor hoofdstuk 4 over de onderzoeksagenda.

## 2.4. Beleid voor risicobeheersing: risk governance

Het beleid voor risicobeheersing is nader uitgewerkt in het kabinetsstandpunt «Nuchter omgaan met risico's»<sup>1</sup>. Dit standpunt werkt *risk governance* uit voor de Nederlandse situatie, en houdt daarmee rekening met de aanbevelingen die de *International Risk Governance Council* en de Gezondheidsraad in zijn eerder genoemde advies «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» hebben gedaan. In het kader van «Nuchter omgaan met risico's» is inmiddels een zestal beleidsdossiers beschreven om een beeld te krijgen hoe de overheid binnen diverse beleidssectoren omgaat met «hardnekkige» risico's. Uit de beschrijvingen zijn vijf dilemma's naar voren gekomen die het politieke besluitvormingsproces binnen de rijksoverheid beïnvloeden. Deze dilemma's hebben onder meer betrekking op de verdeling van verantwoordelijkheden versus verwachtingspatronen en de rol van risicoperceptie bij besluitvormingsprocessen. Uitgangspunt bij *risk governance* is dat partijen die nanoprodukten op de markt brengen verantwoordelijk zijn voor het borgen van de veiligheid ervan. Bij de uitwerking van de beheersing van de risico's van nanotechnologieën zullen de uitgangspunten van dit standpunt worden gehanteerd:

- transparante besluitvorming,
- expliciteren van verantwoordelijkheden (overheid, burgers, bedrijfsleven, wetenschap),
- vroegtijdig betrekken van de burger bij de besluitvorming,
- gevaren en risico's afwegen tegen maatschappelijke kosten- en baten,
- stapeling van risico's bij de besluitvorming laten meewegen.

Op de agenda voor risicobeheer staat in de eerste plaats het vergroten van de kennis over toepassingen en risico's van nanodeeltjes, zodat op termijn eenduidige en zo goed mogelijk onderbouwde maatregelen mogelijk worden. De Gezondheidsraad noemt in dit verband *risk governance* de beste stimulans voor de stimulering van nanowetenschap en nanotechnologieën. Prioriteit op de korte termijn is het investeren in een proces met wetenschap en bedrijfsleven voor het realiseren van een optimale uitwisseling van kennis over veilige toepassing van nanotechnologieën. Het kabinet zal, in het kader van actieve (risico-)monitoring, actie ondernemen om met het bedrijfsleven afspraken te maken ten aanzien van het informeren over of het melden van nieuwe nanotechnologische toepassingen aan betrokken inspecties en het delen van kennis over deze toepassingen. Zo kunnen bedrijfsleven en overheid gelijktijdig werken aan de ontwikkeling van meer kennis over mogelijke risico's van nanotechnologische toepassingen<sup>2</sup>. Verder blijft Nederland actief bij Europese processen om de toereikendheid van de huidige regelgeving te beoordelen. Dit is in lijn met het advies van de Gezondheidsraad «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» waarin wordt gesteld dat *risk governance* op internationaal niveau moet plaatsvinden, mede gelet op het internationale karakter van veel wet- en regelgeving. Nederland steunt internationale samenwerking om de kennis over nanotoxicologie te vergroten, om te komen tot heldere en zo goed mogelijk onderbouwde beheersmaatregelen. Nederland investeert daartoe ook zelf in nanotoxicologie.

Een tweede punt op de risicoagenda is het toepassen van het zogenaamde voorzorgsbeginsel<sup>3</sup>, in combinatie met het beginsel van proportionaliteit. In dit verband merkt de KNAW<sup>4</sup> op dat het instellen van een moratorium voor nanowetenschap en nanotechnologieën uit het oogpunt

<sup>1</sup> Brief van de staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 29 mei 2006, Kamerstuk 28 089, nr. 15.

<sup>2</sup> Hierbij kan nuttig gebruik worden gemaakt van de ervaringen die in het Verenigd Koninkrijk zijn opgedaan in DEFRA-verband.

<sup>3</sup> Mededeling van de Europese Commissie (februari 2000).

<sup>4</sup> KNAW-advies «Hoe groot kan klein zijn», november 2004.



van proportionaliteit ongewenst is aangezien dit een ontoelaatbaar grote beperking zou inhouden voor de Nederlandse wetenschapsbeoefening en de kennisopbouw ten behoeve van maatschappelijke toepassingen. In het geval van nieuwe voedingsmiddelen, geneesmiddelen, medische hulpmiddelen, additieven en bestrijdingsmiddelen wordt de veiligheid vooraf beoordeeld om te voorkomen dat onveilige middelen op de markt worden toegelaten. Ten aanzien van andere producten en nanotechnologische toepassingen kan de overheid op basis van gefundeerde wetenschappelijke aanwijzingen over mogelijke risico's ingrijpen conform het kabinetsstandpunt «Nuchter omgaan met risico's». Op die manier wil het kabinet ervoor zorgen dat marktpartijen hun verantwoordelijkheid nemen om veilige producten op de markt te brengen. Ook sluit het kabinet hiermee aan bij het principe uit de REACH-verordening van de omgekeerde bewijslast. De Voedsel- en Warenautoriteit zal ontwikkelingen nauw volgen en eventuele risico's per product bekijken. Wanneer de VWA vermoedt dat een product schadelijk is of gevaar oplevert, kan zij op basis van algemene veiligheidsvoorschriften in de Warenwet en de Kaderwet Diervoerders optreden (zie paragraaf 2.2). Op basis van de Arbowetgeving wordt van bedrijven een behoedzaam omgaan met nanodeeltjes gevraagd. Aan de SER zal worden gevraagd te adviseren over preventieve beheersmaatregelen op de werkplek. In ISO-verband is er thans een document in voorbereiding over veilig werken met nanotechnologieën.

Een derde punt op de risicoagenda betreft metrologie en standaardisatie. Kennis van metrologie op het gebied van nanotechnologieën is een noodzakelijke voorwaarde voor het kunnen handhaven van wet- en regelgeving. Het kunnen meten van eigenschappen van nanodeeltjes en van de interacties van deze deeltjes met de omgeving, is een voorwaarde voor het kunnen beantwoorden van de vraag of de bestaande wet- en regelgeving volledig voldoet, of dat aanpassingen noodzakelijk zijn en of adequate handhaving van wetten en regels mogelijk is.

Het kabinet wil met de belangrijkste belanghebbenden en een brede vertegenwoordiging van de bevolking in dialoog gaan over onder andere de (mogelijke) gevolgen van de toepassing van nanotechnologieën voor de gezondheid en het milieu. Zie hiervoor hoofdstuk 5 over coördinatie waar wordt gesproken over de instelling van een brede commissie.

*Acties:*

- het kabinet hanteert de principes van risk governance, past waar nodig het voorzorgsbeginsel toe, gaat uit van bestaande regelgeving en blijft voortdurend bezien of aanpassing van regelgeving nodig is om mogelijke risico's te beheersen.
- het kabinet participeert actief in discussies op EU-niveau over regelgeving.
- het kabinet reserveert een deel van het nanotechnologiebudget voor onderzoek naar risico's en steunt internationale samenwerking om kennis over nanotoxicologie te vergroten.
- het kabinet gaat in dialoog met de belangrijkste belanghebbenden en een brede vertegenwoordiging van de bevolking over de gevolgen van toepassingen van nanotechnologieën.

### HOOFDSTUK 3. ETHISCHE EN JURIDISCHE VRAGEN

*De ontwikkeling en de toepassing van nanotechnologieën kunnen van invloed zijn op vigerende ethische, mensenrechtelijke en juridische kaders, inclusief verdragsrechtelijke kaders zoals het biologische wapenverdrag. Ethische en juridische vragen kunnen zich voordoen op terreinen als de gezondheidszorg, veiligheid, privacy, defensie en de mondiale welvaartsverdeling. Veel van die vragen zijn niet specifiek voor nanotechnologieën, maar door het enabling karakter van nanotechnologieën kunnen deze vragen zich wel versterkt voordoen. Het kabinet wil aan de hand van bestaande afwegingskaders onderzoeken of het wenselijk is om als overheid op te treden. Ook wil het kabinet met een brede vertegenwoordiging van de bevolking de dialoog aangaan.*

De ontwikkeling en de toepassing van nanotechnologieën kunnen van invloed zijn op vigerende ethische, mensenrechtelijke en juridische kaders, inclusief verdragsrechtelijke kaders zoals het biologische wapenverdrag.

De Gezondheidsraad gaat in zijn advies «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» in op ethische vragen die rond nanotechnologieën ontstaan. De Raad zegt hierover dat nanotechnologieën bij uitstek *enabling technologies* zijn. Ze vormen geen eigen technologische discipline, ze lopen veeleer dwars door de andere disciplines heen en maken binnen elk van deze disciplines progressie mogelijk. Er is, aldus de Gezondheidsraad, dan ook geen sprake van revolutionair nieuwe ontwikkelingen maar van evolutie, die overigens wel steeds sneller lijkt te gaan. De meeste morele vraagstukken die de Gezondheidsraad noemt in zijn advies, zijn om die reden noch nieuw, noch typisch voor nanotechnologieën. Ze zijn veeleer gerezen door eerdere ontwikkelingen in andere technologische disciplines die onder invloed van nanotechnologieën een nieuwe progressie doormaken. Hierdoor krijgen deze (bestaande) morele kwesties wel een nieuwe dimensie. Ze dringen zich massaler en versterkt aan ons op en winnen aan urgentie. Tegelijkertijd, zo stelt de Raad, zal het vinden van passende antwoorden moeilijker worden.

De Gezondheidsraad onderscheidt een aantal terreinen waarop zich ethische en morele vragen kunnen voordoen. In de eerste plaats de mondiale welvaartsverdeling. Hierbij doet zich de vraag voor of landen in ontwikkeling voldoende snel mee kunnen in de ontwikkeling van nanotechnologieën, en of door de ontwikkelingen rond nanotechnologieën de kloof tussen arm en rijk niet verder zal worden vergroot. Op het terrein van de privacy signaleert de Raad dat, als gevolg van steeds verdergaande miniaturisering van apparatuur, het lastiger zal worden om nationale en internationale wetgeving voor bescherming van de privacy te handhaven, niet in de laatste plaats binnen de gezondheidszorg. Ook voorziet de Raad dat de kloof tussen diagnostiek en therapie als gevolg van nieuwere, op nanotechnologieën gestoelde analytische en diagnostische hulpmiddelen verder zal groeien. Vragen die zich daarbij voordoen zijn bijvoorbeeld die rond het «recht op weten» versus «het recht op niet weten». Ook verwacht de Gezondheidsraad dat nanotechnologieën, in combinatie met ICT, ervoor zullen zorgen dat steeds goedkopere en gevoeliger sensoren worden ontwikkeld, maar ook steeds kleinere en handzamere en makkelijker door leken te bedienen apparatuur. Dit kan bijvoorbeeld in de thuiszorg leiden tot een verschuiving van verantwoordelijkheden naar mantelzorgers. Ook kan dit consequenties hebben voor de relatie tussen de patiënt en de professionele behandelaar. Een ander voorbeeld van ethische vragen die de Gezondheidsraad noemt, betreft het alsmear toenemende aantal medische zelftests. Vragen zullen zich volgens de Gezondheidsraad ook gaan voordoen rond *human enhancement*,

omdat nanotechnologieën naar verwachting zullen leiden tot meer mogelijkheden om gezonde mensen naar eigen smaak te perfectioneren, zowel naar uiterlijk als naar gedrag. Deze vragen doen zich mogelijk nog het sterkst voor waar het gaat om de toepassingen van psychopharmaca en ICT-implantaten. Tot slot stelt de Raad vragen bij producten die zowel voor civiel als voor militair gebruik worden ontwikkeld. Hierbij doet zich het risico voor dat deze producten in verkeerde handen zouden kunnen vallen. Dit risico wordt nog eens versterkt door het gegeven dat met de toegenomen privatisering, anders dan in het verleden, zich de situatie voordoet dat in de private sector zowel non-lethal als dodelijke wapens worden ontwikkeld, die daardoor gemakkelijker wereldwijd verhandelbaar zijn. Hierdoor kunnen zich veiligheidsvraagstukken voordoen die een brede interdepartementale en ook internationale aanpak vereisen.

Ethische en juridische vragen zullen zich in de toekomst mogelijk (versterkt) voordoen. Hierop zal de overheid moeten anticiperen om waar mogelijk tot een passend antwoord te komen. Met name zal de overheid oog moeten hebben voor de heimelijkheid en oncontroleerbaarheid van nanotechnologische toepassingen, die in strijd kunnen zijn met opvattingen over individuele vrijheid en het beleven van de eigen, vrije wil. Hierbij dient in het bijzonder te worden gekeken naar de grondrechten, zowel in de persoonlijke levenssfeer als met betrekking tot de vrijheid van meningsuiting. Voor dit doel wil het kabinet, aan de hand van bestaande ethische en mensenrechtelijke afwegingskaders, onderzoeken of het wenselijk is om hier als overheid op te treden. Ook wil het kabinet goed in de gaten blijven houden of deze kaders ook in de toekomst een passend antwoord blijven bieden. Onderzoek zal moeten aantonen welke verschuivingen er plaatsvinden. Begonnen zal worden met een inventarisatie van de consequenties die op dit moment al zijn te voorzien op ethisch, sociaal-maatschappelijk en juridisch terrein. Ook wil het kabinet hierover met een brede vertegenwoordiging van de belangrijkste belanghebbenden en de bevolking in dialoog gaan. Zie hiervoor hoofdstuk 5 over coördinatie waar gesproken wordt over de instelling van een brede commissie.

*Acties:*

- het kabinet zal aan de hand van bestaande ethische en mensenrechtelijke afwegingskaders onderzoeken of het wenselijk is als overheid op te treden en goed in de gaten blijven houden of deze kaders ook in de toekomst een passend antwoord bieden.
- het kabinet zal laten inventariseren welke ethische, sociaal-maatschappelijke en juridische consequenties zich op dit moment al voordoen op dit terrein.
- het kabinet wil over ethische en juridische vragen de dialoog aangaan met de belangrijkste belanghebbenden en de bevolking.

## HOOFDSTUK 4. DE ONDERZOEKSAGENDA

*De onderzoeksagenda dient zowel aandacht te geven aan kansen als aan risico's. Het kabinet wil in onderzoek investeren langs de hieronder genoemde lijnen die enerzijds aansluiten bij kansrijke ontwikkelingen in de nanowetenschap, en anderzijds grote economische potenties en mogelijkheden voor maatschappelijke toepassingen laten zien. Ook wil het kabinet investeren in aandacht voor risico-onderzoek (nanotoxiciteit) en verantwoordelijk beleid, waaronder deelname aan de acties binnen de OECD (conform de conclusies van het rapport van de Gezondheidsraad). Een volgend actiepunten van het kabinet betreft het vastleggen van metrologie en nomenclatuur op nanogebied. En tenslotte wil het kabinet stevig inzetten op de mogelijkheden die Europees onderzoek (met name het Zevende Kaderprogramma) biedt, ook met betrekking tot ethiek, veiligheid, (volks)gezondheid, milieu en andere sociaal-maatschappelijke aspecten.*

### 4.1. Investeren in onderzoek

Om de in het eerste hoofdstuk geschetste kansen voor maatschappelijke en industriële toepassingen te kunnen benutten, moet Nederland een goede onderzoekspositie blijven innemen. Nanotechnologieën zijn kennisintensief. In Nederland en in het buitenland zijn grote budgetten beschikbaar gekomen voor onderzoek en ontwikkeling. De investeringen in het buitenland (waarvan ca. 2/3 privaat en 1/3 publiek) bedroegen in 2004 naar schatting meer dan \$ 10 miljard. Dat is bijna een verdubbeling ten opzichte van 2003. Japan en de Verenigde Staten lopen voorop, terwijl Europa voorlopig nog achterblijft. Landen als China, India en Korea maken grote sprongen voorwaarts en zullen naar verwachting binnen enkele jaren Europa inhalen. Nederland investeerde in 2004 ca. € 420 mln. in publiekprivate R&D. Daarnaast loopt een aantal onderzoeksprogramma's waarin voor de periode 2003–2010 nog eens ruim € 500 mln. omgaat. Veel initiatieven in Nederland lopen via het NanoNed-programma. NanoNed is qua financiële omvang het grootste van de 37 Bsik-projecten, die met Fes-gelden zijn gefinancierd.

### 4.2. Vijf hoofdlijnen

Door verschillende groeperingen zijn de volgende 5 prioritaire hoofdlijnen op nano-onderzoeksgebied naar voren gebracht, rekening houdend met onze wetenschappelijke potentie en maatschappelijke toepassingen:

- *Nanomedicine*;
- «*Beyond Moore*» (micro-elektronica op nanoschaal);
- Functionele nanodeeltjes oppervlakten met patronen op nanoschaal;
- Waterzuivering en Energievoorziening;
- Voedsel en Gezondheid.

Bij het thema «*Nanomedicine*» ligt de focus op biomoleculaire, anorganische of hybride structuren en apparaten op nanoschaal met het doel oplossingen te vinden in de richting van de diagnose, behandeling en het voorkomen van ziektes en genetische afwijkingen. Bij «*Beyond Moore*» gaat het om micro-elektronica ná het tijdperk van de siliciumtechnologie: nieuwe optische, elektronische en magnetische verschijnselen op nanoschaal, met inbegrip van de benodigde instrumentele infrastructuur. In het thema «Functionele nanodeeltjes» gaat het om het combineren van bestaande Nederlandse expertise op het gebied van fabricage van functionele nanodeeltjes en nano-oppervlakten met de fysisch-chemische en medische eigenschappen daarvan.

De eerste drie thema's zijn aangedragen door een gemengde studiegroep van de stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) en de Stichting Technische Wetenschappen (STW). Uitgaande van de sterktes van het Nederlandse onderzoek, gecombineerd met de sociale en economische impact van deze onderzoeksthema's, komen zij in hun rapport<sup>1</sup> tot de conclusie dat Nederland op deze drie hoofdlijnen de potentie heeft om uit te groeien tot wereldleider. Uit het strategisch plan van NWO wordt duidelijk dat hiermee wordt aangesloten op de thema's van VNO/NCW, van TNO en de GTI's en van KP7, op de prioriteiten van SenterNovem en op de sleutelgebieden high tech machines en materialen en chemie van het Innovatieplatform.

Het thema «waterzuivering en energievoorziening» komt voort uit een enquête van het Rathenau Instituut<sup>2</sup>, het vijfde en laatste thema «voedsel en gezondheid» is door NanoNed naar voren gebracht. Dit thema heeft onderzoekskernen in Wageningen, Groningen en Nijmegen. Industriële gebruikers zijn onder andere Unilever en Campina.

#### **4.3. Onderzoekszwaartepunten in Europa**

Onderzoek in EU-verband is voor Nederland de belangrijkste manier om deel te nemen aan internationaal onderzoek. In het 7e Kaderprogramma voor Onderzoek & Onderwijs (KP7) is voor Nanotechnologieën & Nanowetenschappen per jaar gemiddeld ongeveer € 500 miljoen te voorzien (voor nano-wetenschap, nanotechnologieën, materialen en nieuwe productietechnologieën). De nadruk wordt daarin gelegd op de volgende punten:

- methoden en processen voor meten en karakteriseren van nanodeeltjes;
- het verzamelen van nieuwe kennis over de interactie van atomen, moleculen en aggregaten daarvan, zowel voor natuurlijke als kunstmatige objecten;
- realiseren van nanostructuren, -systemen of -materialen met gebruikmaking van de nieuwe kennis;
- activiteiten die gericht zijn op het begrijpen of imiteren van natuurlijke processen op nanoschaal;
- nanotoxicologie en nano-ecotoxicologie;
- processen voor nanofabricage, functionaliseren van oppervlakken, dunne lagen en zelfassemblerende eigenschappen.

De ministers in de EU-landen zijn hier op 13 maart 2006 mee akkoord gegaan<sup>3</sup>. Een grove analyse laat zien dat er een aantal overeenkomsten is tussen de Europese aandachtsgebieden en de Nederlandse prioriteiten. Zowel in Nederland als in Europa wordt nadruk gelegd op nano-elektronica, nano-biologie, instrumentatie en gezondheidszorg. Hierbij gaat het om onderzoek zowel op wetenschappelijk gebied als door de industrie, met uitzondering van nano-biotechnologie waar de industrie nog weinig onderzoek naar doet. Ook is er een discrepantie te zien. In Nederland is het onderzoek naar fabricage sterk ontwikkeld, maar in de Europese Unie minder. Gezien de overeenkomsten tussen de speerpunten in het 7e Kaderprogramma en de Nederlandse sterktes is het belangrijk om stevig in te zetten op de mogelijkheden die het Kaderprogramma biedt.

#### **4.4. Onderzoek naar risico's**

Om de kansen te kunnen benutten, is het van belang dat bij elk onderzoek op het gebied van nanotechnologieën ook wordt gekeken naar de risicoaspecten en het risicobewustzijn. Het belang van risicobewustzijn van onderzoekers en andere werkers op het gebied van nanotechnologieën maakt het wenselijk dat de factoren risico en veiligheid van meet af aan meespelen in projectvoorstellen en de daarop volgende werkzaamheden.

<sup>1</sup> Towards a multidisciplinary national nanoscience programme, A NWO strategy document, 7 juni 2005 (FOM-05.0867/D).

<sup>2</sup> Nanotechnologie in focus. Zoektocht naar maatschappelijk relevante toepassingen van nanotechnologie op middellange termijn (tot 2015). Verslag eerste fase project, Enzing, C. J. van Kasteren, 2006, Den Haag, Rathenau Instituut.

<sup>3</sup> RECH 52, COMPET 46.

Dus niet alleen het onderzoek naar risico's voor milieu en/of gezondheid en veiligheid «naast» het lopende onderzoek, maar ook van meet af aan zo goed mogelijk geïntegreerd door in elk project een rubriek op te nemen over risico-analyse en -management. Daarvoor is de beschikbaarheid van gestandaardiseerde karakteriserings- en assessment-methodieken een belangrijke randvoorwaarde.

In het 7e Kaderprogramma wordt onder meer onderzoek aangekondigd naar de diverse aspecten van risicobeheer (bijvoorbeeld nanotoxicologie en nano-ecotoxicologie), alsmede veiligheid, nomenclatuur metrologie en normen, die steeds belangrijker worden om de weg te plaveien voor industriële toepassingen. In Nederland wordt over nomenclatuur nagedacht door het NEN (Nederlands Normalisatie-instituut). Het NEN heeft ook zitting in de CEN en de ISO-Commissie op nanogebied. Zowel op nationaal (NEN), Europees (CEN) en mondiaal (ISO) niveau zijn er thans commissies gestart om vorm te geven aan de normalisatie en standaardisatie van nanotechnologieën. Het ISO werkprogramma omvat in eerste instantie aandacht voor nomenclatuur, metrologie, gezondheid, veiligheid en milieu. Het is van belang dat de Nederlandse kennis op het gebied van nanotechnologieën wordt ingebracht in de internationale commissies voor normalisatie en standaardisatie van nanotechnologieën.

Ook op nationaal gebied wordt er gekeken naar de risico's die het werken met of gebruiken van nano-technologieën met zich meebrengen. Dit wordt onder andere gedaan binnen één van de flagships van NanoNed: Nano Technology Assessment. Hierin werken de UT, TUD, RUG en UU samen. TA heeft 11 onderzoeksprojecten lopen, waaronder «risk and responsibility». De Gezondheidsraad bepleit een versterking van deze TA-poot van NanoNed en geeft in zijn advies ook aan dat er meer onderzoek moet worden verricht naar de risico's van nanodeeltjes. Een groot aantal departementen heeft initiatieven genomen voor onderzoek naar risico's, waarbij onder meer TNO, Wageningen-UR, RIVM en het bij de Voedsel- en Warenautoriteit ondergebrachte onafhankelijke Bureau Risicobeoordeling zijn betrokken. Voor het Bureau Risicobeoordeling geldt dat zij handvatten nodig heeft om haar wettelijke taken<sup>1</sup> ten aanzien van voeding, voedsel en andere consumentenproducten te kunnen uitvoeren.

Nederland pleit ervoor om een substantieel percentage van het Nanowetenschappen en Nanotechnologieën budget in KP7 aan risico-onderzoek te besteden. Deze mening wordt gedeeld door onder andere het Verenigd Koninkrijk, Ierland, Oostenrijk en Duitsland. Het is belangrijk dat Nederlandse partijen goed vertegenwoordigd zijn bij het opstellen van de successievelijke werkprogramma's en het gemeenschappelijk uitvoeren van onderzoek.

*Acties:*

- het kabinet investeert fors in nanotechnologieën, wijst vijf hoofdlijnen voor onderzoek aan en zet in op een goede coördinatie van het onderzoek in EU-verband.
- bij alle onderzoek op het gebied van nanotechnologieën moet worden gekeken naar risicoaspecten en risicobewustzijn.
- belangrijke aandachtspunten in het risico-onderzoek zijn: (aspecten van) risicobeheer, veiligheid, nomenclatuur, metrologie en normen.
- Nederland pleit er in Europees verband voor een substantieel percentage van het budget voor nanowetenschappen en nanotechnologieën aan risico-onderzoek te besteden.

<sup>1</sup> Wet van 26 april 2006 tot regeling van een onafhankelijke uitoefening van de risicobeoordeling door de Voedsel- en Warenautoriteit (Wet onafhankelijke beoordeling Voedsel en Waren Autoriteit).

## HOOFDSTUK 5. COÖRDINATIE

*De overheid zal informatie moeten (blijven) vergaren over brede ontwikkelingen rond nanotechnologieën, overzicht moeten houden op publieke en private investeringen en de risicoaspecten moeten blijven monitoren. Een belangrijke rol wordt daarin weggelegd voor het Interdepartementaal Overleg Nanotechnologieën (ION), dat de ministers moet informeren over relevante ontwikkelingen. Daarbij is er behoefte aan een observatiepost waar ontwikkelingen met betrekking tot risico's goed worden gevolgd. Voor het opstellen van een onderzoeksagenda langs de lijnen die in hoofdstuk 4 zijn weergegeven, is het Nationaal Nano Initiatief van belang. De initiatiefnemers wordt gevraagd in hun onderzoeksagenda aandacht te besteden aan belangrijke voorwaarden om goed onderzoek te verrichten, zoals opleidingen en infrastructuur, en aan risico-onderzoek. Een brede commissie zal worden ingesteld om enerzijds de economische en maatschappelijke kansen van nanotechnologieën goed te kunnen benutten en anderzijds mogelijke schadelijke gevolgen van nanotechnologieën te identificeren. Van belang is tenslotte de internationale ontwikkelingen goed te volgen, met name die in de Europese Unie en in OECD-, UNESCO-, en ISO-verband.*

Bij nanotechnologieën staan grote belangen op het spel. Het gaat er daarbij om dat Nederland zijn kansen grijpt en dat zowel private als publieke partijen (blijven) investeren in nanotechnologieën. Het gaat er ook om dat zorgvuldig en proportioneel met de risico's wordt omgegaan. In deze kabinetsvisie worden daartoe de nodige voornemens geformuleerd. Het kabinet is ervan overtuigd dat het op het terrein van nanotechnologieën nog geruime tijd een voortrekkersrol zal moeten vervullen. De overheid zal informatie moeten blijven vergaren over brede ontwikkelingen rond nanotechnologieën, overzicht moeten houden op publieke en private investeringen, en de risicoaspecten moeten blijven monitoren. Dat vraagt om een aanzienlijke versterking van de coördinatie.

Het kabinet wil de beleidscoördinatie steviger verankeren. Sinds anderhalf jaar vindt afstemming plaats tussen departementen in het Interdepartementaal Overleg Nanotechnologieën (ION). Dit overleg zal op basis van een instellingsbesluit worden geformaliseerd en gedurende ten minste twee jaar een coördinerende rol vervullen. De eindverantwoordelijkheid zal daarbij in handen zijn van één ministerie. Het ION rapporteert, via de Commissie voor Wetenschaps-, Technologie- en Informatie-beleid (CWTI), regelmatig aan de Ministerraad. Het kabinet zal uit het hiervoor genoemde ION een interdepartementale werkgroep instellen die als opdracht krijgt aan het volgende kabinet voorstellen te doen over de planning en organisatie van de in deze kabinetsvisie voorgestelde acties. De in te stellen werkgroep zal ook een spoorboekje opstellen om het maatschappelijke debat spoedig op gang te kunnen brengen. Dit kabinet neemt geen beslissing over de inzet van financiële middelen. Deze beslissing wordt aan het volgende kabinet overgelaten.

Voor het opstellen van een nationale onderzoeksagenda nanotechnologieën heeft het kabinet behoefte aan afgewogen en beredeneerde visies en voorstellen van gezaghebbende organisaties en bedrijven en van onderzoekers van onbetwiste internationale reputatie. In dit verband is het initiatief van FOM, STW en het Bsik-project NanoNed om een Nationaal Nano Initiatief te ontwikkelen interessant. Doel van dit initiatief is het opstellen van een strategische brede onderzoeksagenda. Het kabinet zal de ontwerpers<sup>1</sup> van het initiatief vragen om in deze onderzoeksagenda ook aandacht te besteden aan de vervulling van belangrijke voorwaarden om goed onderzoek te verrichten zoals opleidingen en infrastructuur, en aan risico-onderzoek.

---

<sup>1</sup> De ontwerpers van het Nationaal Nano Initiatief hebben aangegeven de inzichten van relevante kennisinstellingen, industrie en maatschappelijke organisaties te willen samenbrengen.

Deze kabinetsvisie bevat een aantal voornemens voor *risk governance*, het op verantwoorde en proportionele wijze omgaan met risico's en om kansen optimaal te benutten. Het kabinet heeft er behoefte aan een centrale observatiepost te creëren waar ontwikkelingen met betrekking tot risico's van nanotechnologieën goed worden gevolgd. Dit observatieorgaan wordt verantwoordelijk voor het verzamelen van informatie over risico's en het (doen) uitvoeren van risico-onderzoek. Het kabinet acht het logisch dat deze observatiepost bij het RIVM wordt belegd. Binnen de observatiepost dient een goede samenwerking plaats te vinden met organisaties als het Bureau Risicobeoordeling van de VWA, Wageningen-UR, NanoNed, TNO en met de hieronder genoemde brede commissie.

Ook is het van belang om de internationale ontwikkelingen op de voet te volgen. In de eerste plaats uiteraard de ontwikkelingen in EU-kader. Er zal goede aansluiting moeten worden gehouden met de programmacomités Nanowetenschappen en nanotechnologieën, materialen en productie voor respectievelijk het 6e en het 7e Kaderprogramma. Hetzelfde geldt voor het Status Rapport over het EU Actieplan Nanowetenschappen en Nanotechnologieën 2005–2009<sup>1</sup>. Maar ook internationale organisaties zoals UNESCO en OECD hebben nanotechnologieën op de agenda gezet. Tijdens de Algemene Conferentie van de UNESCO in de tweede helft van 2007 komt de ethiek van nanotechnologieën aan de orde. Tijdens de bijeenkomsten van het Chemical Committee van de OECD komen gezondheids- en milieurisico's van nanotechnologieën ter sprake. Eind 2006 wordt door de OECD besloten over de oprichting van een internationaal beleidsforum dat zich richt op de lange termijn ontwikkelingen op het terrein van nanotechnologieën. ISO-bijeenkomsten tenslotte zijn voor ons land van belang met het oog op standaardisering van definities en metingen. Voor al deze bijeenkomsten zullen gecoördineerde standpunten moeten worden voorbereid.

De economische en maatschappelijke potenties van nanotechnologieën zijn groot, maar er zijn ook risico's aan verbonden. De Gezondheidsraad stelt in zijn advies «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» dat het van belang is om in een vroegtijdig stadium ongewenste of schadelijke gevolgen van nanotechnologieën op het gebied van gezondheid, arbeidsomstandigheden, milieu, ethiek en sociale verhoudingen te identificeren. De Raad adviseert een brede commissie in te stellen waarin naast onafhankelijke, wetenschappelijke deskundigen, ook direct belanghebbenden en vertegenwoordigers van het publiek zitting hebben. Het kabinet volgt dit advies op. Op de agenda staat onder meer het vergroten van de kennis over dit onderwerp, het formuleren van voorzorgsmaatregelen voor de korte termijn en het optimaal benutten van kansen van nanotechnologieën.

*Acties:*

- het kabinet versterkt de beleidscoördinatie door het instellen van een Interdepartementaal Overleg Nanotechnologieën.
- het kabinet vraagt de ontwerpers van het Nationaal Nano Initiatief bij het opstellen van een strategische brede onderzoeksagenda aandacht te geven aan het vervullen van belangrijke randvoorwaarden zoals opleidingen en infrastructuur.
- het kabinet besluit een observatiepost bij het RIVM in te richten voor het verzamelen van informatie over risico's en het (doen) uitvoeren van onderzoek.
- het kabinet volgt de internationale ontwikkelingen op de voet.
- het kabinet stelt een brede commissie in.

<sup>1</sup> COM 20050243.



## HOOFDSTUK 6. DRAAGVLAK EN COMMUNICATIE

*Het kabinet wil aan het draagvlak voor nanotechnologieën werken door de dialoog aan te gaan met de burgers. Als er één ding is dat we hebben geleerd van het maatschappelijke debat rond genetisch gemodificeerde organismen, dan is het dat maatschappelijke acceptatie van technologieën waarmee naast risico's ook ethische vragen zijn verbonden, alleen tot stand kan komen wanneer deze vragen in een vroegtijdig stadium serieus worden genomen, en wanneer er met de benodigde voorzichtigheid mee wordt omgesprongen.*

In zijn advies «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid» stelt de Gezondheidsraad dat oprechte aandacht moet worden gegeven aan bij de bevolking levende wensen, aspiraties en angsten waar het gaat om nieuwe wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen. De Raad stelt voorts dat de burger bij de besluitvorming over deze technologieën moet worden betrokken. In diezelfde lijn ligt de oproep van de Europese Commissie in haar actieplan voor nanowetenschappen en nanotechnologieën aan de lidstaten om de dialoog met het publiek aan te gaan.

Een wijdverbreid misverstand over de houding van het publiek ten aanzien van nieuwe technologieën is dat verzet tegen bijvoorbeeld biotechnologie kan worden verklaard uit onwetendheid of uit een behoefte geen enkel risico te willen lopen. De burger is zich er goed van bewust dat het leven allerlei risico's kent, en dat risico's tegen opbrengsten moeten worden afgewogen. Ook is het publiek zich ervan bewust dat de wetenschap nooit in staat zal zijn alle toekomstige ontwikkelingen rond nieuwe technologieën te kennen en te beheersen. Deze gegevens komen voort uit een met subsidie van de Europese Commissie uitgevoerd onderzoek «*Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe*».<sup>1</sup> De les die uit dit onderzoek kan worden getrokken is dat educatie- en informatieprogramma's op zich waardevol zijn, maar onvoldoende om de publieke acceptatie van nieuwe technologie te bevorderen. Hetzelfde geldt voor het organiseren van conferenties en andere vormen van debat. Voorlichting en debat kunnen wel inzicht bieden in de zorgen en verwachtingen van de burgers. Werkelijke acceptatie kan alleen worden bereikt wanneer de input van de burgers wordt gebruikt om het R&D-beleid en de risico-evaluatie vorm te geven. Bovenal moeten de verschillende instanties laten zien dat zij de opvattingen van het publiek serieus nemen, dat zij deze begrijpen, waarderen en er iets mee doen. Met andere woorden; dat de mening van het publiek telt.

Eenzelfde les valt te trekken uit praktijkervaringen in Duitsland, Zwitserland en met name het Verenigd Koninkrijk, waar de dialoog een stuk verder gevorderd is dan in Nederland. Het beleidsdebat rond risico's heeft zich in deze landen als eerste prioriteit gefocust op de toxiciteit van nanodeeltjes. Het Verenigd Koninkrijk heeft een beleid gevoerd dat volledig in lijn is met de principes uit de brief van de staatssecretaris van VROM «Nuchter Omgaan met Risico's»<sup>2</sup>. Men heeft in een zeer vroege fase een groot aantal belanghebbenden geraadpleegd, waaronder wetenschappers, bedrijfsleven (producenten, verzekeraars), maatschappelijke organisaties die zich richten op milieu of consumentenveiligheid, en burgers. De status van het besluitvormingsproces en de geldende randvoorwaarden zijn helder gecommuniceerd. Het proces waarbij belanghebbenden zijn betrokken verloopt transparant; verslagen van bijeenkomsten worden online gepubliceerd. Deze aanpak heeft niet alle onenigheid uit de weg kunnen ruimen, maar heeft alom waardering geogst en bijgedragen aan een constructieve discussie tussen de verschillende belanghebbenden. De Duitse en Zwitserse aanpak kent belangrijke overeenkomsten met de

---

<sup>1</sup> Final Report of the PABE project, FAIR CT98-3844, december 2001.

<sup>2</sup> Brief van de Staatssecretaris van VROM van 29 mei 2006, Kamerstuk 28 089, nr. 15.

Britse. Een dergelijke aanpak is ook in lijn met aanbevelingen van de KNAW in haar rapport «Hoe groot kan klein zijn?»<sup>1</sup>

Het kabinet wil daarom het publiek op verschillende manieren betrekken bij de ontwikkeling van nanotechnologieën. Begonnen is met een studie door het Rathenau Instituut<sup>2</sup> naar opvattingen van de burgers over nanotechnologieën. Opvallend is dat de kennis over nanotechnologieën bij het publiek vooralsnog beperkt is en dat nanotechnologieën eerder positieve associaties oproept dan negatieve. Dit beeld komt overeen met de bevindingen van de Eurobarometer over biotechnologie<sup>3</sup> waaruit blijkt dat Europeanen nanotechnologieën zien als nuttig voor de samenleving, en niet als riskant. De verwachtingen over mogelijke toepassingen zijn hooggespannen en de mogelijkheden lijken welhaast onbegrensd: snellere en krachtigere computers, nieuwe betere materialen, zuiniger gebruik en recycling van grondstoffen, een grote vooruitgang in de geneeskunde. Wat verder opvalt in de studie van het Rathenau Instituut is dat het wantrouwen binnen focusgroepen groeit wanneer in meer detail wordt gesproken over de risico's van nanodeeltjes.

Eveneens door het Rathenau Instituut is in 2004 een eerste concept-agenda<sup>4</sup> opgesteld voor een publieke discussie in ons land over nanotechnologieën. In 2005 en 2006 zoomt het instituut in op een aantal concrete toepassingen van nanotechnologieën om daarover de publieke dialoog op gang te brengen.

Op korte termijn wil het kabinet een stakeholders proces op gang brengen. Daarbij moet worden gezorgd voor een brede vertegenwoordiging van alle belanghebbenden. Het vertegenwoordigen van burgers kan in de vorm van enquêtes, maar ook in de vorm van focusgroepen of burgerpanels. In het beleid rond gezondheid en milieu is ervaring opgedaan met deze instrumenten. Burgers kunnen voor het beleid belangrijke informatie aandragen. Bijvoorbeeld over de vraag bij welke toepassingen de grootste problemen rond maatschappelijke acceptatie ontstaan en welke waarborgen het vertrouwen het meest versterken. Het maatschappelijk debat heeft mede als doel om sturing te geven aan het onderzoek. Gedurende het politieke besluitvormingsproces wordt helder gecommuniceerd op welke manier is omgegaan met de standpunten van maatschappelijke actoren en burgers.

Aspecten die hierbij aan de orde zullen komen, zijn onder meer:

- de (eco)toxiciteit van nanodeeltjes en de risico's hiervan in de werkomgeving, voor de veiligheid van levensmiddelen en andere consumptieproducten, en voor de gezondheid en het milieu;
- vraagstukken rond medische ethiek zoals genoemd in het advies van de Gezondheidsraad «Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheidszorg»: de integriteit van het menselijk lichaam, schending van patiëntenprivacy, de kloof tussen diagnostiek en therapie, veranderingen in de relatie tussen arts en patiënt;
- privacy en burgerrechten in relatie tot groeiende mogelijkheden voor monitoring, vraagstukken rond militaire toepassingen, lange termijn gevolgen voor de kloof tussen arm en rijk en de onvoorspelbare gevolgen van convergentie tussen nanotechnologieën, ICT en biotechnologie.

Overigens is niet alleen de overheid verantwoordelijk voor het communiceren over de verschillende gevolgen van nanotechnologieën. Ook de onderzoeksinstituten hebben hierbij een belangrijke verantwoordelijkheid. De overheid communiceert over het door haar gevoerde beleid en genomen beleidsbeslissingen, de instellingen over de wetenschappelijke ontwikkelingen en over de maatregelen die zij treffen om risico's en

<sup>1</sup> De KNAW zegt hierover dat de overheid bij de maatschappelijke acceptatie van nanotechnologie een centrale rol zal moeten spelen en dat bij een dergelijke discussie alle stakeholders moeten worden betrokken, dat wil zeggen overheid, bedrijfsleven, consumenten en milieuorganisaties en publieke geledingen. De KNAW noemt het verder belangrijk dat discussies in alle openheid worden gevoerd.

<sup>2</sup> De dubbele boodschap van nanotechnologie. Een onderzoek naar opkomende publiek-percepties, Hanssen, L. en R. van Est, Rathenau Instituut, Den Haag, oktober 2004.

<sup>3</sup> Eurobarometer 64.3, Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends.

<sup>4</sup> Om het kleine te waarderen. Een schets van nanotechnologie: publiek debat, toepassingsgebieden en maatschappelijke aandachtspunten, Est, R. van, I. Malsch en A. Rip, Rathenau Instituut, Den Haag, maart 2004.

andere negatieve effecten van nanotechnologieën te voorkomen. De overheidscommunicatie betreft enerzijds de investeringen die de overheid pleegt in onderzoek en ontwikkeling van nanotechnologieën. Anderzijds geeft de overheid heldere informatie, mede met het oog op het beoogde vertrouwen bij de burgers, over de maatregelen die worden genomen om de risico's van nanotechnologieën te beperken. Kernboodschap van de overheid is de verantwoorde ontwikkeling van nanotechnologieën, uitgaande enerzijds van de kansen, anderzijds de risico's. Belanghebbenden die betrokken zijn bij het beleidsproces kunnen een belangrijke intermediaire rol spelen in de overheidscommunicatie. In de informatie over beleidsvorming en in het bijzonder de risicoaspecten, zullen moderne media zoals Internet worden ingezet. Internet biedt ook goede mogelijkheden voor interactiviteit. Ook zullen de gebruikelijke kanalen voor communicatie naar het parlement en de media, respectievelijk de samenleving, actief worden benut. De berichtgeving in de media zal nauwlettend worden gemonitord om de maatschappelijke ontwikkelingen rond nanotechnologieën en de opvattingen hierover in de samenleving op de voet te kunnen volgen.

*Acties:*

- het kabinet wil het publiek op verschillende manieren betrekken bij de ontwikkeling van nanotechnologieën.
- het kabinet start een proces met belanghebbenden en een brede vertegenwoordiging van de bevolking om de publieke dialoog over nanotechnologieën op gang te brengen.

## LITERATUURLIJST

Betekenis van nanotechnologieën voor de gezondheid, Nr. 2006/06, Den Haag: Gezondheidsraad, 2006; publicatie nr. 2006/06.

Bibliometric Indicators of Nanoscience Research, OECD, DSTI/EAS/STP/NESTI (2006) 3.

Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles, A first UK Government research report, HM Government, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2005.

De dubbele boodschap van nanotechnologie, Een onderzoek naar opkomende publiekspercepties, Hanssen, L. en R. van Est (oktober 2004), Rathenau Instituut, Den Haag.

Ethical aspects of ICT implants in the human body, European Group on Ethics in Science, and New Technologies to the European Commission, March 2005.

Eurobarometer 64.3, Europeans and Biotechnologie in 2005: Pattern and Trends.

HM Government, Department for Environment, Food and Rural Affairs, Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles, A first UK Government research report, 2005.

Hoe groot kan klein zijn, KNAW advies, november 2004.

Inventory of Research on the Environmental, Health and Safety Implications of Nanotechnology, Woodrow Wilson International Centre for Scholars, Dr. Andrew Maynard, 2005.

Mededeling van de Commissie over het voorzorgsbeginsel, COM(2000)1 def.

Milieu- en gezondheidsrisico's – naar een prudent beleid, verslaglegging Expertmeeting, Rathenau Instituut, Den Haag, 2006.

Naar een Europese strategie voor nanotechnologie, mededeling in de Commissie, COM(2004)338def.

Naar een Nationaal Nanotechnologie Initiatief, prof. dr. D. M. Reinhoudt, april 2006.

Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new production technologies-NMP, FP7 work plan 2007 – in progress –

Nanotechnologie en de kansen voor het milieu, TNO rapport I&R 2005-17, september 2005.

Nanotechnologie in focus, Zoektocht naar maatschappelijk relevante toepassingen van nanotechnologie op middellange termijn (tot 2015), Enzing, C. J. van Kasteren (2006), Verslag eerste fase project, Rathenau Instituut, Den Haag.

Nanotechnologie, innovatie voor de wereld van morgen, Europese Commissie, DG Onderzoek, 2004.

Nanotechnologies – Safety for success, proceedings of EU-presidency conference on nanosafety, Finland, September 2006.

Nanotechnology and the health of the EU citizen in 2020: Proceedings of EuroNanoForum 2005, Edinburgh, september 2005.

Nanotechnology, innovation opportunities for tomorrow's defence, TNO S&I, september 2005.

Nanowetenschappen en nanotechnologieën: een actieplan voor Europa 2005–2009, mededeling van de Commissie aan de Raad, het Europees parlement en het Europees Economisch en Sociaal comité, COM(2005)243, juni 2005.

Nieuwe arbeidsgebonden chemische gezondheidsrisico's van nanotechnologie, TNO rapport V 6777, januari 2006.

Nuchter omgaan met risico's, brief van de staatssecretaris van VROM van 29 mei 2006, Kamerstuk 28 089, nr. 15.

Om het kleine te waarderen ... een schets van nanotechnologie: publiek debat, toepassingsgebieden en maatschappelijke aandachtspunten, Rathenau Instituut, R. van Est, I. Malsch en A. Rip, Den Haag, maart 2004.

Proposed OECD activities on Nanotechnologies within the context of the CSTP, (DSTI/STP(2006)35), 22 september 2006.

Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe, Final Report of the PABE project, FAIR CT98–3844, December 2001.

Raadsconclusies, 13 maart 2006, RECH 52, COMPET 46.

REACH, Gemeenschappelijk standpunt van de Raad van 27 juni 2006 (Raadsnummer 7524/8/06 REV 8).

Report of the OECD Workshop on the Safety of Manufactured Nanomaterials; Building Co-operation, Co-ordination and Communication, OECD, EMV/JM/MOMO (2006) 19.

Report on nanosciences and nanotechnologies: an action plan for Europe 2005–2009, European Parliament, September 2006.

RIVM report 265001001/2005 Nanotechnology in medical applications: stat-of-the-art in material and devices. B. Roszek et al.

RIVM report 265001002/2005 Nanotechnology in medical applications: possible risks for human health. W.H. de Jong et al.

Securing the Promise of Nanotechnology, Is the U.S. Environmental Law Up To the Job?, Woodrow Wilson International Center for Scholars Project on Emerging Nanotechnologies, October 2005.

SenterNovem, EG-liason, Reinbrand Visman, Effecten van nanotechnologie op gezondheid en milieu, 25 januari 2006.

Some Figures about Nanotechnology, R&D in Europe and Beyond; European Commission, Research DG, 8-12-05, <http://cordis-europa.eu.int/nanotechnology>.

Towards a multidisciplinary national nanoscience programme, A NWO strategy document, 7 december 2005.

UNESCO, The Ethics and Politics of Nanotechnology, 2006.

Verordening (EG) nr. 258/97 van het Europees parlement en de Raad van 27 januari 1997 betreffende nieuwe voedingsmiddelen en voedsel-ingrediënten, Pb. 1997, L 43/1.

Verslag van een schriftelijk overleg inzake de KNAW notitie over de gevaren van Nanotechnologie, 24 november 2005 (TK, 2005–06, 29 338, nr. 42).

Voluntary Reporting Scheme UK, <http://www.defra.gov.uk/ENVIRONMENT/nanotech/policy/pdf/vrs-nanoscale.pdf>, September 2006.

White paper on Nanotechnology Risk Governance, International Risk Governance Council, Genève, 2006.

Zicht op Nanotechnologie in Nederland 2002–2004, Beleidsinteractie-rapport 2005-08, SenterNovem.