

Advies van het Europees Economisch en Sociaal Comité over de Mededeling van de Commissie: Naar een Europese strategie voor nanotechnologie

(COM(2004) 338 def.)

(2005/C 157/03)

De Europese Commissie heeft op 12 mei 2004 besloten het Europees Economisch en Sociaal Comité overeenkomstig art. 262 van het EG-Verdrag te raadplegen over de Mededeling van de Commissie: „Naar een Europese strategie voor nanotechnologie”

De gespecialiseerde afdeling „Interne markt, productie en consumptie”, die met de voorbereiding van de werkzaamheden was belast, heeft haar advies op 10 november 2004 goedgekeurd. Rapporteur was de heer **PEZZINI**.

Het Europees Economisch en Sociaal Comité heeft tijdens zijn 413e zitting van 15 en 16 december 2004 (vergadering van 15 december 2004) het volgende advies uitgebracht, dat met 151 stemmen, bij 1 onthouding, is goedgekeurd.

1. Voorwoord

1.1 Het EESC beseft dat dit advies een tot op zekere hoogte nieuwe materie betreft, met een vaak weinig bekende of in ieder geval weinig gebruikte terminologie. Daarom leek het nuttig om een beknopte reeks definities op te nemen en de stand van het onderzoek naar en de toepassingen van nanotechnologie in de VS en in Azië te beschrijven.

1.2 Inhoud van het advies

2. Definities
3. Inleiding
4. Samenvatting van de mededeling van de Commissie
5. De belangrijkste ontwikkelingen in de VS en in Azië
6. Algemene opmerkingen
7. Bijzondere opmerkingen
8. Conclusies

2. Definities

2.1 **Nano:** het miljardste deel van een geheel. In dit advies, verwijzend naar afmetingen, wordt „nano” gebruikt voor het miljardste deel van een meter.

2.2 **Micro:** het miljoenste deel van een geheel. In dit advies gaat het om het miljoenste deel van een meter.

2.3 **Nanowetenschappen:** deze wetenschappen vormen een nieuwe benadering van de traditionele wetenschappen (scheikunde, natuurkunde, biologie, elektronica...) voor wat betreft de fundamentele structuur en het gedrag van de materie op atoom- en molecuulniveau. Het zijn in feite de wetenschappen die de mogelijkheden van de atomen in diverse disciplines bestuderen ⁽¹⁾.

2.4 **Nanotechnologie:** de technologie met behulp waarvan atomen en moleculen kunnen worden bewerkt om nieuwe oppervlakken of objecten te maken die dankzij hun andere samenstelling en nieuwe schikking van atomen bijzondere

eigenschappen aannemen die in het leven van alledag bruikbaar zijn ⁽²⁾. Het gaat dus om de technologie van het miljardste deel van een meter.

2.5 **Behalve de hierboven vermelde definitie is het de moeite waard om er een uit wetenschappelijk oogpunt pregnantere versie naast te zetten. De term „nanotechnologie”** verwijst naar een multidisciplinaire aanpak voor het scheppen van materialen, instrumenten en systemen aan door de beheersing van de materie op nanoschaal.

2.6 **Nanomechanica:** de afmetingen van een object worden belangrijk voor de bepaling van de eigenschappen daarvan als het scala aan afmetingen loopt van één nanometer tot enkele tientallen nanometers (het gaat dan om objecten van enkele tientallen tot enkele duizenden atomen). Binnen dit scala aan afmetingen zijn de fysisch-chemische eigenschappen van een object dat uit 100 ijzeratomen bestaat, radicaal anders dan van een object van 200 atomen, ook al zijn beide met dezelfde atomen tot stand gebracht. Zo zijn ook de mechanische en elektromagnetische eigenschappen van een vast lichaam dat uit nanodeeltjes bestaat, radicaal anders dan die van een traditioneel vast lichaam met dezelfde chemische samenstelling; de eigenschappen van eerstgenoemd vast lichaam worden beïnvloed door de eigenschappen van de afzonderlijke eenheden waaruit het is samengesteld.

2.7 Dit is een fundamentele wetenschappelijke en technologische nieuwigheid die de manier waarop wordt omgegaan met de totstandbrenging en bewerking van materialen verandert, op elk wetenschappelijk en technologisch terrein. Nanotechnologie is dus geen nieuwe wetenschap, naast chemie, fysica of biologie, maar een nieuwe manier om chemie, fysica of biologie te beoefenen.

2.8 Hieruit vloeit voort dat een materiaal of een systeem waaraan een nanostructuur is gegeven, opgebouwd is uit eenheden van nanometrische afmeting (uit afzonderlijke atomen opgebouwde structuren waaraan we gewend zijn, niet langer relevant), die dus bijzondere eigenschappen vertonen en zich tot complexe structuren laten verbinden. Het is dus duidelijk dat moet worden afgestapt van de paradigma's van stoffen die zijn gebaseerd op de samenvoeging van afzonderlijke atomen of moleculen en alle gelijk zijn. Daarvoor in de plaats moet een benadering worden gevolgd waarbij **de afmetingen een parameter van fundamenteel belang zijn**.

⁽¹⁾ Vraaggesprek met commissaris BUSQUIN (samenvatting in IP/04/820 van 29 juni 2004).

⁽²⁾ Zie noot 1.

2.9 Om het revolutionaire karakter van nanotechnologie op zijn waarde te schatten, kunnen we haar gelijkstellen aan de ontdekking van een nieuwe tabel van Mendeljev (periodiek systeem der elementen) die heel wat groter en ingewikkelder is dan de thans bekende, of kunnen we ons voorstellen dat de beperkingen van fasediagrammen (bijv. de mogelijkheid om twee stoffen te mengen) opgeheven kunnen worden.

2.10 Het gaat dus om *bottom-up* technologieën, die de stap mogelijk maken van afzonderlijke functies naar een geheel. Deze technologieën vinden steeds meer toepassingen, onder meer op de volgende gebieden: gezondheid, IT, materiaalwetenschap, verwerkende industrie, energie, veiligheid, ruimtewetenschappen, optiek, akoestiek, chemie, voeding en milieu.

2.11 Dankzij deze toepassingen waarvan de burger sommige al gebruikt ⁽³⁾, is het geen loze kreet om te stellen dat „*nanotechnologie de kwaliteit van het leven, het concurrentievermogen van de verwerkende industrie en de duurzame ontwikkeling aanzienlijk kan verbeteren*” ⁽⁴⁾.

2.12 **Micro-elektronica.** tak van elektronica die zich bezighoudt met de ontwikkeling van geïntegreerde circuits, tot stand gebracht binnen „één bereik van een halfgeleider”, van zeer geringe afmetingen. Tegenwoordig is de micro-elektronica in staat om afzonderlijke componenten te maken met een afmeting van circa 0,1 micrometer, ofwel 100 nanometer ⁽⁵⁾.

2.13 **Nano-elektronica.** Wetenschap die zich bezighoudt met de studie en de productie van circuits, met behulp van niet op silicium gebaseerde technologie en materialen en die uitgaan van wezenlijk andere beginselen dan de huidige ⁽⁶⁾.

2.13.1 Nano-elektronica staat op het punt om één van de hoekstenen van de nanotechnologie te worden, zoals de elektronica thans in alle wetenschappelijke sectoren en industriële processen aanwezig is ⁽⁷⁾.

2.13.2 Op het gebied van elektrische/elektronische componenten is de ontwikkeling heel snel gegaan: in enkele decennia is men, uitgaande van zekeringen, verder gegaan met halfgeleiders, chips, microchips om thans uit te komen bij de nanochip, bestaand uit onderdelen die elk slechts enkele honderden atomen omvatten. In een nanochip kan de informatie van 25 delen van de Encyclopaedia Britannica worden opgeslagen ⁽⁸⁾.

⁽³⁾ Zie par. 6.15 van de conclusies.

⁽⁴⁾ Zie noot 1.

⁽⁵⁾ Centrum voor micro e nano elettronica van de Technische Hoge School van Milaan, prof. A. Spinelli.

⁽⁶⁾ Idem.

⁽⁷⁾ De investeringen in de nano-elektronica bedragen tegenwoordig 6 miljard €, als volgt verdeeld: 1/3 voor nano en micro, 1/3 voor diagnoses, 1/3 voor materiaal (bron: Europese Commissie, DG Onderzoek).

⁽⁸⁾ Bron: Europese Commissie, DG Onderzoek - 2003.

2.13.3 Wetenschappers en producenten van elektronische componenten beseften al spoedig dat de stroom informatie versnelt naarmate de chip kleiner wordt ⁽⁹⁾. Daarom is het met nano-elektronica mogelijk om informatiestromen zeer snel te beheersen, op uiterst kleine ruimtelijke afmetingen.

2.14 **Scanning tunnelling microscope (STM):** dit instrument, dat de uitvinders de Nobelprijs heeft opgeleverd, wordt ook wel de „de lens van de 21e eeuw” genoemd. Het dient ertoe om op atomaire schaal materie te „zien”. Werking: de naald van de microscoop beweegt parallel boven een oppervlak. De elektronen van het oppervlak (niet de atomen) verplaatsen zich door het tunnелеffect van het oppervlak naar de naald. Hierdoor ontstaat een stroom waarvan de intensiteit omgekeerd evenredig is met de afstand tussen de naald en het oppervlak. Deze stroom wordt via een berekening omgezet in hoogte, zodat het mogelijk wordt de topografie van het oppervlak van het materiaal op nanometrische schaal in kaart te brengen.

2.14.1 **Tunneleffect:** in de klassieke mechanica kan een deeltje dat zich in een holte bevindt en dat een zekere energie heeft, er niet uit, tenzij die energie groot genoeg is om de „grenzen” van de holte te overschrijden. In de kwantummechanica is de situatie op grond van het onzekerheidsbeginsel evenwel heel anders. Als het deeltje in de holte gevangen zit, zal de onzekerheid van de positie heel klein zijn en de onzekerheid van de snelheid dus heel groot. Er is dus een bepaalde waarschijnlijkheid dat het deeltje genoeg energie heeft om uit de holte te komen, ook al zou zijn gemiddelde energie niet toereikend zijn om de hindernis te overwinnen ⁽¹⁰⁾.

2.15 **Koolstof nanobuizen:** deze zijn het resultaat van een bijzondere assemblage van koolstofatomen. Nanobuizen zijn één van de meest resistente en lichtste materialen die momenteel bekend zijn. Ze zijn zes keer lichter en honderd keer sterker dan staal. Ze hebben een diameter van enkele nanometer en een lengte van diverse micrometer of zelfs nog veel meer ⁽¹¹⁾.

2.16 **Autoassemblage van macromoleculen:** dit is het procédé dat in laboratoria wordt gebruikt om de natuur na te bootsen: „Alles wat leeft stelt zichzelf samen”. Via dit procédé van autoassemblage worden raakvlakken gecreëerd tussen elektronische circuits en biologische weefsels en wordt afgetast in hoeverre een verbintenis tussen informatica en biologie tot stand kan worden gebracht. De doelstelling die wetenschappers overigens geen toekomstmuziek lijkt, is om doven het gehoor en blinden het zicht terug te kunnen geven ⁽¹²⁾.

⁽⁹⁾ Zie par. 3.3.1.

⁽¹⁰⁾ Tullio REGGE: „Il vuoto dei fisici”, L'Astronomia, nr. 18 september-oktober 1982.

⁽¹¹⁾ Bron: Europese Commissie, DG Onderzoek 2003.

⁽¹²⁾ Diverse experimenten zijn in een ver gevorderd stadium; er is reeds een „interfacialoog” tot stand gebracht tussen een slakkenneuron en een elektronische chip.

2.17 **Biomimetica:** ⁽¹³⁾ de wetenschap die de wetten bestudeert die ten grondslag liggen aan de samenvoeging van in de natuur bestaande moleculen. Met kennis van deze wetten is het wellicht mogelijk **kunstmatige nanomotoren** te creëren, uitgaande van de ook in de natuur geldende beginselen ⁽¹⁴⁾.

3. Inleiding

3.1 Het EESC waardeert de duidelijkheid die uit de mededeling over de nanotechnologie naar voren komt, onderschrijft de motieven die de Commissie ertoe hebben gebracht om in een vroegtijdig stadium relevante opmerkingen over deze zaak te maken en is tot slot tevreden over de talrijke publicaties, inclusief cd-roms, voor zowel deskundigen als jongeren.

3.1.1 Vooral de vanuit een pedagogische invalshoek opgezette cd-roms zijn bij uitstek geschikte culturele media voor de verspreiding van de nodige informatie over nanotechnologie onder een breed, soms onervaren en vaak jong publiek.

3.2 Volgens het EESC moet deze materie, die nieuwe en vruchtbare ontdekkingen op talrijke gebieden in het dagelijks leven kan opleveren, aan de hand van een voor iedereen zo toegankelijk mogelijke terminologie verspreid worden. Verder dient het onderzoek naar nieuwe producten aan te kunnen sluiten bij de eisen en wensen van de consument, die gevoelig is voor alles wat met duurzame ontwikkeling te maken heeft.

3.2.1 Een bijzondere taak is daarbij ook weggelegd voor journalisten en de massamedia, vooral journalisten van gespecialiseerde vakbladen, die de eersten zijn om verslag te doen van de successen van onderzoekers die alle uitdagingen van de wetenschap aangaan om concrete resultaten te boeken.

3.2.2 De huidige indicatoren voor de ontwikkeling van nanotechnologie zijn vooral deze vier aspecten: 1) publicaties ⁽¹⁵⁾; 2) patenten; 3) oprichting van nieuwe ondernemingen (*start-up*); 4) omzetgegevens. Voor publicaties neemt de EU de eerste plaats in, met een percentage van 33 %, gevolgd door de VS met 28 %. Er zijn geen precieze percentages beschikbaar voor China, maar het is duidelijk dat ook in dit land het aantal publicaties een stijgende lijn vertoont. Wat patenten betreft, staan de VS op de eerste plaats, met 42 %, gevolgd door de EU, met 36 %. Van de 1 000 nieuw opgerichte, echte nanotech-ondernemingen floreren er 600 in de VS en 350 in de Europese

Unie. Verwacht wordt dat de omzet wereldwijd van de huidige 50 miljard euro zal stijgen tot circa 350 miljard in 2010, om in 2015 uit te komen op 1 000 miljard EUR ⁽¹⁶⁾.

3.3 Nanotechnologie en nanowetenschappen zijn niet alleen een nieuwe benadering van materiaalwetenschappen en -behandeling, maar ook en vooral één van de meestbelovende en relevante multidisciplinaire instrumenten om op grote schaal productiesystemen te verwezenlijken en in diverse sectoren van de maatschappij zeer innovatieve en op grote schaal toepasbare uitvindingen te doen.

3.3.1 Op nanoschaal nemen traditionele materialen andere eigenschappen aan dan op macroscopische schaal, waardoor het mogelijk wordt om systemen met betere functies en prestaties tot stand te brengen. De radicale nieuwheid van nanotechnologie is dat de fysische en chemische eigenschappen van een materiaal veranderen naarmate de afmetingen ervan worden gereduceerd. „Hierdoor zijn er productiestrategieën mogelijk die lijken op de benadering van de natuur voor het creëren van complexe systemen, met een rationeel energiegebruik, minimaal gebruik van de nodige grondstof en een minimale hoeveelheid afval” ⁽¹⁷⁾.

3.3.2 De productieprocessen in verband met nanotechnologie dienen dus op een nieuwe leest te zijn geschoeid, die over het algemeen rekening houdt met deze nieuwe eigenschappen om te garanderen dat het Europese economische en sociale systeem er maximaal profijt van trekt.

3.4 De nanotechnologische benadering is van belang voor elke productiesector. De sectoren waarin momenteel nanotechnologie al in enkele productieprocessen is geïntegreerd, zijn: elektronica ⁽¹⁸⁾; chemie ⁽¹⁹⁾; farmaceutica ⁽²⁰⁾; mechanica ⁽²¹⁾; de automobiel- en ruimtevaartsector ⁽²²⁾, de verwerkende industrie ⁽²³⁾ en de cosmetica.

3.5 De Europese Unie zou nanotechnologie goed kunnen gebruiken om een impuls te geven aan de verwezenlijking van de tijdens de Europese Raad in Lissabon overeengekomen doelstellingen voor de ontwikkeling van de kennismaatschappij en om van Europa de meest dynamische en concurrerende economie te maken, met samenhang, eerbied voor het milieu en nieuwe ondernemingen, banen voor hooggeschoolden en nieuwe beroepsprofielen.

⁽¹⁶⁾ Bron: Europese Commissie, DG Onderzoek.

⁽¹⁷⁾ Bron: Universiteit van Milaan, Faculteit Natuurkunde, Centro interdisciplinare materiali e interfacce nanostrutturate (interdisciplinair centrum voor materialen en interface-nanostructuren).

⁽¹⁸⁾ Cfr. Technology Roadmap for Nanoelectronics, Europese Commissie, IST Programme Future and emerging technologies, tweede editie 2000.

⁽¹⁹⁾ Additieven met nanostructuur voor polymeren, lakken, smeermiddelen.

⁽²⁰⁾ Vectoren met nanostructuur van actieve bestanddelen, diagnosesystemen.

⁽²¹⁾ Oppervlaktebehandeling van mechanische onderdelen ter verbetering van levensduur en prestaties.

⁽²²⁾ Banden, structuurmaterialen, controle- en monitoringsystemen.

⁽²³⁾ Technische en intelligente weefsels.

⁽¹³⁾ Van het Griekse *mimesis*, nabootsing van de natuur.

⁽¹⁴⁾ Bijv. de zelfstandige beweging van spermatozoa.

⁽¹⁵⁾ Dit is een kwantitatief, geen kwalitatief gegeven; hier zou een grondiger evaluatie op haar plaats zijn, zoals bepleit door de Britse Royal Society.

3.6 Europa lijkt, naar het oordeel van de Commissie, op het gebied van nanotechnologie te kunnen beschikken over een gunstige uitgangspositie, die echter daadwerkelijke concurrentievoordelen voor het bedrijfsleven en de Europese samenleving moet kunnen opleveren, alsook een passend rendement voor de vereiste hoge investeringen in het onderzoek.

3.6.1 et grootste struikelblok is dat begrip moet worden gekweekt voor het strategische belang van deze technologie voor omvangrijke economische en sociale sectoren. Evenzo is het zaak erin te slagen om een daadwerkelijk geïntegreerd beleid voor nanotechnologie en –wetenschap op poten te zetten dat over ruime middelen kan beschikken en waar de particuliere en financiële sector, het bedrijfsleven en het onderwijs volledig achter staan.

4. Samenvatting van de mededeling van de Commissie

4.1 Met deze mededeling heeft de Commissie een aanzet willen geven om binnen de instellingen een discussie op gang te brengen over een coherent initiatief voor:

- het vergroten van de investeringen en de verbetering van de coördinatie van O&O-activiteiten om de industriële toepassingen van nanotechnologie beter te benutten en de wetenschappelijke expertise en het concurrentievermogen op peil te houden,
- het ontwikkelen van een concurrerende O&O-infrastructuur van wereldklasse („expertisecentra”) waarbij rekening wordt gehouden met de behoeften van zowel de industrie als de onderzoeksinstellingen,
- het bevorderen van de interdisciplinaire onderwijs en opleiding van onderzoekspersoneel waarbij meer aandacht wordt geschonken aan het ondernemerschap,
- het scheppen van gunstige voorwaarden voor technologieoverdracht en innovatie om te garanderen dat de leidende rol van Europa op het gebied van O&O wordt omgezet in producten en processen die welvaart brengen,
- het in een vroeg stadium betrekken van maatschappelijke overwegingen in het O&O-proces,
- het vastberaden aanpakken van eventuele risico's voor de volksgezondheid, de veiligheid, het milieu en de consument, door de gegevens te verzamelen die nodig zijn voor de risicoanalyse, een risicoanalyse op te nemen in elke stap van de levenscyclus van nanotechnologieproducten en bestaande methoden aan te passen of zonnig nieuwe te ontwikkelen,
- het combineren van bovenstaande activiteiten met passende samenwerkingsactiviteiten en internationale initiatieven.

4.2 De Commissie stelt met name voor om de volgende acties te ondernemen:

- totstandbrenging van een Europese onderzoeksruimte voor nanotechnologie,

- ontwikkeling van kwalitatief hoogstaande infrastructuur voor fundamenteel en toegepast onderzoek en voor universiteiten, die openstaan voor ondernemingen, met name het MKB,
- stimulering van investeringen in personeel, op EU-/lidstaat-niveau,
- versterking van industriële innovatie, systemen voor patenten, metrologie en standaardisatie, regelgeving en aandacht voor veiligheid, gezondheid, milieu, consumenten en investeerders, met het oog op een verantwoorde ontwikkeling,
- betere verstandhouding tussen wetenschap/maatschappij, uitgaande van vertrouwen en een ononderbroken en transparante dialoog,
- handhaving en intensivering van sterke en gestructureerde internationale samenwerking, gebaseerd op gedeelde nomenclaturen en gedragscodes, aangevuld met gemeenschappelijke inspanningen om uitsluiting van nanotechnologische ontwikkelingen te voorkomen,
- strategische coördinatie en uitvoering van acties in het kader van acties in het kader van geïntegreerd beleid in EU-verband, met passende financiële en personele middelen.

5. De belangrijkste ontwikkelingen in Amerika, Azië en Oceanië

5.1 In de VS is voor het in 2001 gelanceerde nationale initiatief voor nanotechnologie (NNI — National Nanotechnologies Initiative) het programma voor fundamenteel en toegepast onderzoek dat de inspanningen coördineert van de talrijke op dit gebied werkzame Amerikaanse instituten, voor het begrotingsjaar 2005 ruim een miljard dollar uitgetrokken, waarmee het aanvankelijke budget van 2001 is verdubbeld. Deze middelen zijn met name bestemd voor: fundamenteel en toegepast onderzoek, ontwikkeling van expertisecentra en infrastructuur, en de evaluatie en analyse van de gevolgen voor de samenleving, vooral vanuit de invalshoek der ethiek en wetgeving, veiligheid en volksgezondheid, en ontwikkeling van het menselijk kapitaal.

5.1.1 Het NNI financiert rechtstreeks tien federale instituten en coördineert nog diverse andere. De nationale wetenschapsstichting (NSF), het wetenschapsbureau van het ministerie van energie (DOE), het ministerie van defensie en het nationale gezondheidsinstituut (NIH) hebben elk hun financiële middelen aanzienlijk zien toenemen, speciaal met het oog op de nanotechnologie. Vooral het DOE heeft daarin enorme bedragen geïnvesteerd, wat heeft geleid tot vijf grote infrastructuur, oftewel onderzoekscentra voor de wetenschap op nanoschaal, die openstaan voor de gehele wetenschappelijke gemeenschap. Het programma voor nanotechnologie van het ministerie van defensie heeft op zijn beurt in de loop der jaren baat gehad bij diverse bijdragen, onder andere ook afkomstig van diensten waarom door het Amerikaanse leger van de VS was verzocht.

5.1.2 Deze belangrijke ontwikkelingen werden mogelijk gemaakt door de inwerkingtreding in december 2003 van een wet die van fundamenteel belang is voor het nanotechnologiebeleid van de VS: de „21st Century Nanotechnology Research and Development Act”. Deze wet heeft onder andere geleid tot de oprichting van een nationaal coördinatiebureau voor de nanotechnologie, met de volgende taken:

- aanpassing van de doelstellingen, prioriteiten en evaluatiecriteria,
- zorgen voor de coördinatie van de federale instituten en andere activiteiten,
- investering in O&O-programma's, nanotechnologie en aanverwante wetenschappen,
- oprichting op diverse locaties van concurrerende interdisciplinaire centra voor nanotechnologisch onderzoek, met inbreng van de overheid en het bedrijfsleven,
- versnelde ontwikkeling van de toepassingen in de privé-sector, inclusief activiteiten van startende ondernemingen,
- waarborging van gekwalificeerd onderwijs en opleiding, door het creëren en op peil houden van een technologisch en engineeringklimaat voor de nanowetenschappen,
- garanderen dat ethische, wetgevings- en milieuaspecten bij de ontwikkeling van nanotechnologie worden nageleefd; organisatie van „consensusconferenties” en debatten met burgers en maatschappelijk middenveld,
- bevordering van informatie-uitwisseling tussen universiteiten en bedrijfsleven, de overheid, centraal en regionaal bestuur,
- ontwikkeling van een plan voor de toepassing van federale programma's, zoals het „Small Business Innovation Research Program” en het „Small Business Technology Transfer Research Program”, voor een wijdvertakte ontwikkeling van de nanotechnologie in (ook kleine) bedrijven.

5.1.3 Ter ondersteuning van de geciteerde wet heeft het nationale instituut voor standaardisatie en technologie (NIST) een speciaal programma gelanceerd voor de ontwikkeling van de fabricage in de nanotechnologie, toegespitst op: metrologie, betrouwbaarheid en kwaliteitsnormen, controle van processen, goede fabricagepraktijken. Dankzij het „Manufacturing Extension Partnership” kan ook het MKB van de resultaten van dit programma profiteren.

5.1.4 Deze wet voorziet tevens in de oprichting van een „clearinghouse” voor informatie, met de volgende taken:

- het op de markt brengen van nanotechnologie en de overdracht van technologie en nieuwe concepten in producten voor de markt en in militaire toepassingen,
- vaststellen van de beste praktijken van universiteiten en laboratoria, zowel van de overheid als de privé-sector, die voor commercieel gebruik geschikt zijn.

5.1.5 Ook komt er een Amerikaans centrum voor de voorbereiding op nanotechnologie, dat onderzoek naar de gevolgen van nanotechnologie voor de ethiek, wetgeving, onderwijs, milieu en werkgelegenheid moet uitvoeren, coördineren, verzamelen en verspreiden, alsmede problemen in kaart moet brengen om eventueel negatieve gevolgen te voorkomen.

5.1.6 Tot slot voorziet het in de wet geschetste bestel in de oprichting van een centrum voor de fabricage van nanomaterialen, dat tot taak heeft het onderzoek naar nieuwe fabricage-technieken aan te moedigen, uit te voeren en te coördineren, en de resultaten ervan te verzamelen en bekend te maken. Doel daarvan is de introductie van die resultaten in het Amerikaanse bedrijfsleven vlot te doen verlopen.

5.1.7 Voor de periode 2005-2008 vermeldt de wet de volgende bedragen, die uitgetrokken worden voor de belangrijkste instituten en federale ministeries, zoals NSF, DOE, NASA en NIST ⁽²⁴⁾.

5.2 Na de aankondiging van het Amerikaanse initiatief is in Azië en het Stille-Zuidzeegebied het wetenschappelijk OTO-beleid ingrijpend van koers veranderd en zijn er besluiten genomen om de regio een toppositie te laten innemen in de ontwikkeling van nanotechnologie. In tal van landen in die regio's is dit nu de „prioriteit der prioriteiten” geworden, waaraan in 2003 in totaal ruim 1,4 miljard dollar is besteed: 70 % hiervan betreft Japan, maar er zijn ook aanzienlijke investeringen gesignaleerd in China, Zuid-Korea, Taiwan, Hong Kong, India, Maleisië, Thailand, Vietnam en Singapore, waarbij Australië en Nieuw-Zeeland niet over het hoofd mogen worden gezien.

⁽²⁴⁾ De in de wet van 3.12.2003 genoemde, voor diverse jaren uitgetrokken bedragen, zijn als volgt verdeeld:

- (a) **National Science Foundation**
 - (1) USD 385 000 000 voor 2005;
 - (2) USD 424 000 000 voor 2006;
 - (3) USD 449 000 000 voor 2007;
 - (4) USD 476 000 000 voor 2008.
- (b) **Department of Energy**
 - (1) USD 317 000 000 voor het belastingjaar 2005;
 - (2) USD 347 000 000 voor het belastingjaar 2006;
 - (3) USD 380 000 000 voor het belastingjaar 2007;
 - (4) USD 415 000 000 voor het belastingjaar 2008.
- (c) **National Aeronautics and Space Administration**
 - (1) USD 34 100 000 voor 2005;
 - (2) USD 37 500 000 voor 2006;
 - (3) USD 40 000 000 voor 2007;
 - (4) USD 42 300 000 voor 2008.
- (d) **National Institute of Standards and Technology**
 - (1) USD 68 200 000 voor 2005;
 - (2) USD 75 000 000 voor 2006;
 - (3) USD 80 000 000 voor 2007;
 - (4) USD 84 000 000 voor 2008.
- (e) **Environmental Protection Agency**
 - (1) USD 5 500 000 voor het belastingjaar 2005;
 - (2) USD 6 050 000 voor het belastingjaar 2006;
 - (3) USD 6 413 000 voor het belastingjaar 2007;
 - (4) USD 6 800 000 voor het belastingjaar 2008.

5.3 Vanaf midden jaren '80 zijn in Japan diverse meerjarige programma's voor nanowetenschappen en -technologie gestart (looptijd 5-10 jaar). In 2003 is voor het O&O-programma voor nanotechnologie en -materialen 900 miljoen dollar uitgetrokken, maar sommige onderwerpen die met nanotechnologie te maken hebben, zijn ook opgenomen in programma's voor biowetenschappen, milieu en de informatiemaatschappij; dit brengt het totaal van de middelen die in 2003 voor de sector zijn uitgetrokken op bijna 1,5 miljard dollar, hetgeen voor 2004 met circa 20 % is verhoogd. De Japanse privé-sector is overigens ook sterk aanwezig met twee grote *handelsfirma's* als Mitsui & Co en de Mitsubishi Corporation. Grootschalige investeringen in nanotechnologie zijn gedaan door de grootste Japanse ondernemingen, zoals NEC, Hitachi, Fujitsu, NTT, Toshiba, Sony, Sumitomo Electric en Fuji Xerox.

5.3.1 China heeft in het huidige vijfjarenplan (2001-2005) voor nanotechnologie een bedrag van circa 300 miljoen dollar uitgetrokken. Volgens het Chinese ministerie voor wetenschappen en technologie zijn ongeveer 50 universiteiten, 20 instituten en ruim 100 ondernemingen in de sector actief. Als adequaat doorgeefluik voor de commerciële introductie van nanotechnologie zijn in Peking en Shanghai een engineeringcentrum en een locatie voor nanotech-industrie ingericht. Verder heeft de Chinese regering 33 miljoen dollar bestemd voor de oprichting van een nationaal onderzoekscentrum voor nanowetenschap en -technologie, met als doel de wetenschappelijke en onderzoeksinspanningen beter te coördineren.

5.3.2 In 2002 heeft de Chinese Academie van wetenschappen (CAS) Casnec (engineeringcentrum voor nanotechnologie van het CAS, met een begroting van in totaal 6 miljoen dollar) opgericht, bedoeld als platform voor een snelle marktintroductie van nanowetenschappen en -technologie. In Hong Kong zijn de twee belangrijkste financieringsbronnen voor *nanotech* de Grant Research Council en het Innovation and Technology Fund, met een budget van in totaal 20,6 miljoen dollar, die zijn besteed in de periode 1998-2002. Voor 2003-2004 hebben de Hong Kong University of Science and Technology (HKUST) en de Polytechnische hogeschool hun eigen centra voor *nanotech* met bijna 9 miljoen dollar ondersteund.

5.3.3 In Australië en Nieuw-Zeeland heeft de Australia Research Council (ARC) in vijf jaar tijd de financiële middelen voor concurrerende projecten verdubbeld, terwijl de oprichting van acht expertisecentra op stapel staat. Deze centra zullen worden verspreid over verschillende regio's en zijn bedoeld om vraagstukken als *Quantum Computer Technology*, *Quantum Atom Optics*, zonne-energie, geavanceerde fotonica en geavanceerde optische systemen verder uit te diepen.

5.3.4 Het Nieuw-Zeelandse MacDiarmid Institute for Advanced Materials and Nanotechnology coördineert in Nieuw-Zeeland het onderzoek en geavanceerde opleidingen voor materiaalwetenschap en nanotechnologie in Nieuw-Zeeland, uitgaande van nauwe samenwerking tussen universiteiten en diverse partners, waaronder Industry Research Ltd (IRL) en het Instituut voor geologische en nucleaire wetenschappen (IGNS).

5.3.5 Het MacDiarmid Institute spitst zijn activiteiten met name toe op de volgende sectoren: nano-engineering van materialen, optische elektronica⁽²⁵⁾, supergeleiders, koolstof nanobuizen, lichte materialen en complexe vloeistoffen, sensor- en beeldsystemen en nieuwe materialen voor de opslag van energie.

6. Algemene opmerkingen

6.1 Uit de hoge vlucht die nanotechnologie wereldwijd, zowel in de VS als in Azië en in Oceanië, heeft genomen, blijkt dat het hoog tijd is voor coherente en gecoördineerde Europese actie als garantie voor de gezamenlijke communautaire en nationale financiering van fundamenteel en toegepast onderzoek, alsmede voor de versnelde omzetting daarvan in nieuwe producten, processen en diensten.

6.2 Een gemeenschappelijke Europese strategie zou de volgende onderdelen moeten omvatten:

- versterking van de gezamenlijke OTO-inspanningen, demonstratie en wetenschappelijke en technologische opleiding, in het kader van de totstandbrenging van een Europese ruimte voor innovatie en onderzoek,
- versterking van de interactie tussen bedrijfsleven en universiteiten (voor onderzoek, onderwijs en geavanceerde opleidingen),
- versnelde ontwikkeling van industriële en multisectorale toepassingen, alsook van de economische en sociale, regel- en wetgevings-, fiscale en financiële omstandigheden waaronder initiatieven van nieuwe ondernemingen en innovatieve beroepsprofielen moeten gedijen,
- inachtneming van de ethische, milieu-, gezondheids- en veiligheidsaspecten tijdens de gehele levensduur van wetenschappelijke toepassingen. Aandacht voor het contact met het maatschappelijk middenveld, alsook voor de regeling van aspecten van metrologie en technische standaardisatie,
- intensievere Europese coördinatie van beleid, maatregelen, structuren en netwerken van actoren, met het oog op behoud en verbetering van het huidige concurrentievermogen van de ontwikkelingen op wetenschappelijk, technologisch en toepassingsgebied,
- onmiddellijke betrokkenheid van de recent toegetreden landen bij het onderzoek naar en de toepassing van nanowetenschappen, aan de hand van doelgerichte acties, de inzet van financiële middelen uit hoofde van het EFRO en ESF⁽²⁶⁾ en gemeenschappelijke door gerenommeerde onderzoekscentra in de EU beheerde programma's⁽²⁷⁾.

⁽²⁵⁾ Opto-elektronica: techniek die optiek en elektronica verbindt. Bestudeert apparaten die elektrische signalen in optische signalen omzetten en omgekeerd (cd-spelers, lasersystemen, enz.)

⁽²⁶⁾ EFRO, het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling: één van de structuurfondsen die, in het kader van deel IV (lokale ontwikkelingssystemen), gebruikt kunnen worden om onderzoekinfrastructuur en -apparatuur te financieren.

ESF, het Europees Sociaal Fonds, een ander structuurfonds dat, in het kader van deel III (personele middelen), gebruikt kan worden voor de financiering van de opleiding van onderzoekers en de bijscholing van ondernemers.

⁽²⁷⁾ De cd-roms en recente publicaties van DG Onderzoek geven een breed overzicht van de Europese onderzoekscentra en hun specialisaties. Voor nadere inlichtingen: <http://cordis.lu/nanotechnology>

6.3 Door de verwezenlijking van een aanzienlijke kritische massa met een hoge meerwaarde moet het mogelijk worden om een gemeenschappelijke strategie uit te werken en verder te ontwikkelen. Verwerkende en dienstverlenende (vooral kleine) ondernemingen dienen enerzijds de vruchten te kunnen plukken van deze strategie voor de ontwikkeling van hun innovatief en concurrentievermogen, en anderzijds hún bijdrage te kunnen leveren door samen met universiteiten, publieke en particuliere onderzoekscentra en financiële instellingen transeuropese expertisenetwerken op te zetten.

6.4 De ontwikkeling van deze strategie moet gelijke tred houden met die van de maatschappij. Dit houdt in dat de strategie overtuigend moet worden gegroundvest op de belangrijke bijdrage die daarmee kan worden geleverd aan het concurrentievermogen van de Europese kenniseconomie, maar ook en vooral aan de volksgezondheid, het milieu en de veiligheid, en de kwaliteit van het bestaan van de Europese burgers. Het betekent ook dat de vraag naar nanotechnologie van de kant van burgers, ondernemingen en organisaties moet worden beïnvloed, omdat vooral concrete oplossingen moeten worden gevonden om aan die vraag te voldoen.

6.5 De inzet van de gehele maatschappij ten gunste van de invoering van nanotechnologie moet worden gewaarborgd door dat hele proces transparant en veilig te maken: vanaf het fundamentele onderzoek tot de toepassing, demonstratie en ontwikkeling van de resultaten daarvan, in de vorm van vernieuwende marktproducten en -diensten. Hiertoe dienen er duidelijke en voor iedere burger begrijpelijke afspraken te worden gemaakt, waaruit blijkt dat er sprake is van een permanente monitoring en evaluatie van de risico's gedurende de gehele levenscyclus en de verwerking van de producten die deze nieuwe technologie oplevert.

6.6 Door de totstandbrenging van een positieve relatie tussen wetenschap en samenleving met betrekking tot nanotechnologie moeten belemmeringen of stagnatie in de ontwikkeling worden voorkomen, in tegenstelling tot wat is gebeurd bij de verspreiding van andere recente, nieuwe technologieën.

6.7 Essentieel is voorts is het creëren van Europese infrastructuur en de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke en academische profielen met een multidisciplinair karakter. Ook hiervoor moet het volle vertrouwen worden gewonnen van belastingplichtigen en beleidsmakers, door hen de mogelijkheden van de nanotechnologische revolutie ten volle te doen beseffen.

6.8 De ontwikkeling van nanotechnologie vormt dus niet alleen een grote intellectuele en wetenschappelijke uitdaging, maar ook en vooral een uitdaging voor de maatschappij als geheel: verschijnselen waarvan de wetenschappelijke wetten op

macroniveau bekend zijn, worden gewijzigd, uitgebreid, gereduceerd of verwijderd op nanoniveau, met soms radicale gevolgen voor toepassingen in de praktijk. Zo worden nieuwe industriële technieken ontwikkeld, nieuwe benaderingen uitgewerkt, nieuwe soorten diensten verleend en nieuwe beroepen gecreëerd om die nieuwe diensten te beheren.

6.8.1 Deze omwenteling vraagt om een strategie voor de vorming en/of herkwalificatie van leidinggevend personeel dat de overgang in goede banen kan leiden, een nieuwe governance en beroepsbekwaamheid voor dit proces kan bieden en wereldwijd topdeskundigen kan aantrekken.

6.9 De opzet van de onlangs door de Commissie voorgedragen financiële vooruitzichten van de Gemeenschap voor 2007-2013 dient opnieuw tegen het licht te worden gehouden met het oog op de uitdagingen die deze nieuwe technologische revolutie met zich meebrengt. Het volstaat om eraan te herinneren dat het Amerikaanse Congres alleen al in het belastingjaar 2004 voor nanotechnologie een bedrag van meer dan 700 miljoen euro heeft uitgetrokken. In 2003 bedroegen de investeringen van de verschillende overheidsorganisaties wereldwijd, volgens ramingen van de Amerikaanse National Science Foundation (NSF) meer dan 2,3 miljard EUR, die als volgt verdeeld zijn:

- circa 700 miljoen euro in de VS (waar nog 250 miljoen euro bijkomen die onder het beheer van het ministerie van defensie vallen),
- 720 miljoen euro in Japan,
- minder dan 600 miljoen euro in Europa, Zwitserland meegerekend,
- circa 720 miljoen euro in de rest van de wereld.

6.10 De toekomstige groei van de industriële productie in deze sector wordt wereldwijd geschat op circa 1 000 miljard euro, in een tijdsbestek van 10-15 jaar, met een behoefte aan nieuw hooggeschoold personeel van meer dan 2 miljoen personen.

6.10.1 Ook vanuit dit gezichtspunt wordt de geldigheid bevestigd van het axioma: nanotechnologie = vooruitgang voor de werkgelegenheidsstrategie⁽²⁸⁾: de ontwikkeling van de kennismaatschappij moet immers vooral worden afgemeten aan het vermogen om doelbewust en met fingerspitzengefühl nieuwe „lagen” voor werkgelegenheid en vooruitgang aan te boren.

6.11 Uitbreiding van de financiële en personele middelen in Europees verband en de coördinatie daarvan op communautair niveau blijken dus essentieel te zijn om de desbetreffende EU-strategie tot een groot succes te maken.

⁽²⁸⁾ Zie het proces van Luxemburg (1997), van Cardiff (1998); van Keulen (1999) en van Lissabon (2000), over de benutting van de groei om de werkgelegenheid uit te breiden en te verbeteren.

6.12 Ook in Azië en de VS is een geïntegreerde aanpak van de diverse beleidsgebieden die al dan niet rechtstreeks de ontwikkeling van deze sector beïnvloeden, noodzakelijk gebleken om actief in te spelen op de behoefte aan een nieuwe vorm van ondernemerschap en scholing, alsook een aan nieuw wettelijk, regelgevings- en technisch-normatief kader.

6.13 Zoals uit talrijke tot nu toe verrichte onderzoeken naar voren komt⁽²⁹⁾, is dankzij nanotechnologie productie, bewerking en situering van objecten mogelijk, terwijl tegelijkertijd een proactieve technologische benadering op grote schaal en tegen concurrerende bewerkings- en productiekosten gewaarborgd blijft.

6.14 Op de lange termijn zal de wetenschap instrumenten kunnen verschaffen om nano-objecten samen te stellen, die dan complexe systemen kunnen vormen en functies kunnen vervullen waartoe de afzonderlijke delen niet in staat zijn. Dit is echter de uiterste grens, met een *time-to-market* die nog maar moeilijk kan worden geraamd, maar die zeker adequate ondersteuning verdient.

6.15 Er zijn verschillende „intelligente”⁽³⁰⁾ materialen vervaardigd die de consument reeds ter beschikking staan:

- duurzame materialen voor de automobiel- en ruimtevaartindustrie,
- smeermiddelen van hoge kwaliteit,
- nanodeeltjes voor de vermindering van wrijving,
- oppervlaktebehandeling van mechanische onderdelen,
- Zeer kleine *Intelligent Stick's*, met een geheugen dat reikt tot 1 000 MB⁽³¹⁾,
- flexibele cd's die meer dan 20 uur muziek kunnen opslaan,
- zelfreinigend textiel, keramiek of glas⁽³²⁾,
- glas met elektrisch afstelbare transparantie,
- zeer warmtebestendig glas, ook voor uiterst hoge temperaturen,
- kras- en roestbestendige staalplaten met nanostructuur,
- diagnosesystemen,

⁽²⁹⁾ Europese Commissie, DG Onderzoek.

⁽³⁰⁾ Dit betreft oppervlakken waaraan een nanostructuur is gegeven, die andere eigenschappen vertonen dan traditionele oppervlakken.

⁽³¹⁾ Het betreft uiterst nuttige instrumenten die zeer talrijke gegevens, foto's en muziek kunnen opslaan.

⁽³²⁾ De bijzondere structuur van het oppervlak, verrijkt met speciale soorten atomen, verhindert vuil en stof om in rechtstreeks contact te komen met de stof, het aardewerk of het glas.

— bijzondere verfsoorten die geschikt zijn voor de bescherming van muren en gebouwen,

— verfsoorten tegen graffiti op muren, treinstellen, e.d..

6.15.1 Veel nieuwe toepassingen zijn, naast de reeds genoemde, al bruikbaar of worden nog geperfectioneerd. Zij zullen dan ook binnenkort deel uitmaken van het dagelijks leven. Daarmee wordt een evolutie en/of revolutie in de „domotica”⁽³³⁾ ingeluid en tot een hogere levenskwaliteit van de burgers bijgedragen.

6.16 Dankzij de biomimetica, d.w.z. het onderzoek naar mogelijkheden om elektronische circuits met biologische weefsels te verbinden, zal het in de nabije toekomst mogelijk worden om het gehoor in gehoorgestoorde organen opnieuw te stimuleren of het zicht in slechtziende ogen te herstellen.

6.16.1 In laboratoria zijn al diverse types micromotoren⁽³⁴⁾ vervaardigd die een vooraf bepaald doel kunnen bereiken, zoals een geïnfecteerde cel die verwijderd moet worden om besmetting van andere cellen te voorkomen. Momenteel tasten de op zieke delen uitgevoerde operaties echter ook de gezonde cellen aan, wat vaak aanzienlijke schade voor de organen oplevert.

6.16.2 De op de wetenschap toegepaste techniek leidt nu al tot talrijke concrete resultaten die direct in het dagelijks leven gebruikt zouden kunnen worden, ook al zijn de kosten helaas voorlopig nog hoog. Om de toepassingsmogelijkheden betaalbaar te maken, moet de kennis daarvan tot ieders culturele bagage gaan behoren, zodat ingewortelde procedures en gewoonten, die meestal verandering in de weg staan en vertragen, kunnen worden aangepast.

6.17 De traditionele textiel-, kleding- en schoeiselandustrie blijkt in de gehele EU noodlijdend te zijn, ook omdat deze in het nauw wordt gebracht door producten uit landen waar fundamentele arbeidsnormen met voeten worden getreden en geen kosten worden gerekend voor milieubescherming of de garantie van hygiëne en veiligheid op de werkplek.

6.17.1 Intelligente en/of technische weefsels, mede ontworpen met behulp van nanotechnologische stofdeeltjes, raken steeds meer in zwang in veel Europese landen, waarbij een jaarlijkse stijging van circa 30 % valt aan te tekenen. Een speciale rol spelen in dit verband de weefsels die zijn ontworpen voor veiligheid in al haar aspecten: in het verkeer, bij vervuiling, als het gaat om chemische stoffen of allergene producten, of stoffen in de atmosfeer en andere⁽³⁵⁾.

⁽³³⁾ Van het Latijnse *domus* (huis), ofwel de wetenschap die de evolutie van de woonomgeving bestudeert, in al zijn aspecten.

⁽³⁴⁾ De universiteit van Grenoble heeft al geëxperimenteerd met tal van micromotoren, op basis van kinesine.

⁽³⁵⁾ Zie advies CESE 967/2004 (PB C 302 van 7 december 2004) en onderzoek van de universiteiten van Gent en Bergamo (textiel-sector).

6.18 Nanotechnologie zorgt ook voor een revolutie in de geneeskunde, vooral bij het stellen van een diagnose en het vroegtijdig genezen van ernstige tumoren of neurodegeneratie bij het ouder worden. Op de juiste wijze ingezette nanodeeltjes kunnen worden gebruikt als markers voor de zeer efficiënte diagnose van infectieve stoffen of metabolische delen, of als dragers van geneesmiddelen die vrij moeten komen in bepaalde zones of organen waar de aandoening zeer precies gelokaliseerd is. Systemen van dit type worden al in diverse experimenten gebruikt.

7. Bijzondere opmerkingen

7.1 De nanotechnologische benadering van nieuwe materialen behelst het creëren van nieuwe functies dankzij het gebruik van componenten van nanometrische afmeting. Een overtuigend voorbeeld biedt de technologie voor productie en transformatie van zeer duurzame en efficiënte materialen voor de automobiel- en luchtvaartindustrie, een sector waarin Europa kan bogen op een gunstige positie ten opzichte van zijn belangrijkste concurrenten. Inmiddels is ruimschoots aangetoond dat systemen met nanostructuur de wrijving tussen twee oppervlakken aanzienlijk kunnen verminderen, en dus ook de slijtage ervan.

7.1.1 Een zeker niet enig voorbeeld van de diverse gebieden waar nanotechnologie commercieel wordt toegepast, is de ontwikkeling van oppervlakken en materialen met nanostructuur ter vermindering van wrijving en slijtage. Deze systemen spelen een fundamentele rol voor de ontwikkeling van nieuwe, zeer efficiënte industriële processen met geringe milieubelasting. Circa 25 % van de in de wereld gebruikte energie gaat verloren door wrijving⁽³⁶⁾, terwijl de ramingen van het verlies door slijtage van mechanische onderdelen uiteenlopen van 1,3 tot 1,6 % van het bruto binnenlands product (BBP) van een geïndustrialiseerd land. De kosten door problemen vanwege wrijving, slijtage en smering belopen zo'n 350 miljard EUR per jaar, verdeeld over de volgende sectoren: vervoer van materiaaloppervlakken (46,6 %), industriële productie, processen (33 %), levering van energie (6,8 %), luchtvaart (2,8 %), verbruik in huishoudens (0,5 %) en overige (10,3 %) (37).

7.1.2 Er moeten dus nieuwe technologische platformen in het leven worden geroepen, uitgaande van een aanpak die rekening houdt met de bijzondere kenmerken van nanotechnologie, en met name met het feit dat functies en afmetingen samen vallen, ofwel: beheersing van de afmetingen is beheersing van de functies. **Het voorbeeld van smering is verhelderend: als een oppervlak nanometrische deeltjes met de juiste afmetingen bevat, zijn smeermiddelen niet meer nodig omdat die functie wordt overgenomen door de nanodeeltjes, op grond van de nieuwe afmetingen daarvan.**

⁽³⁶⁾ Bron: Oakridge National Laboratory, VS.

⁽³⁷⁾ Idem.

7.1.3 Materialen en bekledingen met nanostructuur, dus met onderdelen van nanometrische afmetingen, kunnen de hiervoor genoemde percentages aanzienlijk terugdringen. Zo kan een vermindering met 20 % van de wrijvingscoëfficiënt in de versnellingsbak van een auto het energieverlies terugbrengen met een percentage variërend van 0,64 % tot 0,80 %, wat alleen al voor de vervoerssector een jaarlijkse besparing van 26 miljard € oplevert.

7.1.4 De beheersing en bewerking van oppervlakken is een speerpunttechnologie voor duurzame groei. Een verslag van het Britse ministerie van handel en industrie beschrijft de stand van zaken in de aan industrie *surface engineering* verbonden in de periode 1995-2005 en in 2010⁽³⁸⁾. Uit dat verslag blijkt dat met de Britse markt voor oppervlaktomodificatieprocessen in 1995 een bedrag van circa 15 miljard EUR gemoeid was, en dat deze markt garant stond voor de productie van goederen ter waarde van circa 150 miljard EUR, waarvan 7 miljard verband hield met de ontwikkeling van technologie ter bescherming van materiaaloppervlakken tegen slijtage. Voor 2005 wordt verwacht dat deze sector in Groot-Brittannië een omvang zal krijgen van circa 32 miljard EUR, terwijl de industriële processen een waarde van circa 215 miljard EUR zullen bereiken.

7.1.5 Vertaald naar de Europese markt komt men op een bedrag van 240 miljard EUR voor oppervlaktebehandeling, met een offsprong voor andere productiesectoren van circa 1 600 miljard EUR.

7.2 Om profijt te trekken van de nanotechnologie⁽³⁹⁾ moet de industriële ontwikkeling gebaseerd worden op het vermogen om traditionele bewerkings- en technologische processen (*top-down*) gelijke tred te laten houden met innovatieve processen, die de nieuwe bestanddelen op nanoschaal tot stand kunnen brengen en bewerken en deze kunnen integreren in reeds bestaande of nieuwe platformen.

7.2.1 Een op *governance* gebaseerde benadering is van fundamenteel belang. Naast algemene, op de consument gerichte initiatieven, verdient het aanbeveling gerichte initiatieven te ontwikkelen voor beroepsverenigingen, lokale bestuurders en non-profitorganisaties, zodat alle maatschappelijke geledingen (economische, politieke en sociale actoren) bereikt worden. De expertisecentra zouden een centrale rol kunnen spelen bij deze acties⁽⁴⁰⁾, door de voorwaarden te scheppen voor een betere coördinatie tussen de lokale en Europese initiatieven en een klimaat tot stand te brengen dat openstaat voor innovatie, gebaseerd op nanotechnologie. In dit kader moeten ook de initiatieven worden gezien voor de evaluatie van de impact van nanotechnologie op gezondheid en milieu, door de acties van de EU (*top-down*) te leggen naast andere, op lokaal niveau gevoerde acties (*bottom-up*).

⁽³⁸⁾ A. Matthews, R. Artley en P. Holiday, 2005 Revisited: The UK Surface Engineering Industry to 2010, NASURF, Dera, 1998.

⁽³⁹⁾ NB: Er bestaat geen industriële ontwikkeling van nanotechnologie, wél een ontwikkeling die profijt trekt van de nanotechnologie.

⁽⁴⁰⁾ Vgl. onder andere de ervaringen van de technologische groep Servitec in Dalmine, Bergamo.

7.3 Het moet nog eens gezegd worden: het Europees Economisch en Sociaal Comité beseft terdege welke ruime mogelijkheden de ontwikkeling van de nanowetenschappen en van nanotechnologie biedt voor de verwezenlijking van de Lissabon-strategie. De wetenschap op een lijn krijgen, uitgaande van de op nanometrische schaal vastgestelde eenheid van de natuurlijke materie, betekent de nieuwe fundamenten leggen voor de integratie van kennis, innovatie, technologie en ontwikkeling.

7.4 Op Europees niveau lijkt de coördinatie nog tamelijk versnipperd, ondanks de met het Zesde Kaderprogramma gedane inspanningen. De pogingen lijken gericht op de rationalisering van de besteding van de middelen. Ook al wordt fundamenteel onderzoek sterk bevorderd, evenals de ontwikkeling van nieuwe industriële processen, toch lijken de stimulering en steun voor initiatieven die leiden tot een tastbare vooruitgang van de technologie voor massaproductie, nog ontoereikend. De steun voor pogingen om te komen tot een Europese *governance* lijkt nog minder van de grond te zijn gekomen.

7.5 Voor de lidstaten is het noodzakelijk tot daadwerkelijke coördinatie te komen, die tot nu toe ontbrak, met name wat het toegepast onderzoek aangaat. In tal van Europese landen hebben de ondernemingen, vooral het MKB, met de volgende problemen te kampen:

- gebrek aan elementaire kennis van nanowetenschap en nanotechnologie,
- te weinig beroepsprofielen die aansluiten op de eisen van de ondernemingen,
- onvermogen om de gevolgen van de nieuwe technologieën, in termen van technologische en marktprocessen, te beoordelen,
- moeilijkheden bij het vinden en beoordelen van grondstoffen waaraan een nanostructuur is gegeven,
- onvermogen om *nanotech*-processen te integreren in de traditionele productieprocessen,
- problemen bij de beoordeling van de ontwikkeling van een markt voor nano-producten,
- te weinig contacten met universiteiten en expertisecentra.

7.6 Het EESC hecht groot belang aan via onderzoek tot stand gebrachte systemen die van nut zijn voor de volksgezondheid en het dagelijks leven van de burgers, waarbij het leidende beginsel steeds meer de „mimesis” is, dat wil zeggen de nabootsing der natuur.

7.7 Het EESC verheugt zich over de oprichting van het thematische netwerk „Nanoforum”⁽⁴¹⁾ en hoopt dat de door dit netwerk uitgegeven publicaties vertaald en in alle lidstaten verspreid worden. De in de publicaties gehanteerde taal dient zo eenvoudig en toegankelijk mogelijk te zijn voor een breed publiek. Universiteiten en onderzoekscentra dienen de vruchten te kunnen plukken van de resultaten van het netwerk.

7.7.1 Het EESC is er tevens van overtuigd dat het door de groep op hoog niveau⁽⁴²⁾ voorgestelde „Platform voor Europese technologie voor nano-elektronica” des te meer succes zal hebben naarmate het, in strikte samenwerking met de Commissie, onnodige en dure overlappingsen in het onderzoek kan vermijden.

7.8 Voorts is het EESC van mening dat de investeringen in deze sectoren in de EU vóór 2008 van de huidige drie miljard euro per jaar moeten stijgen tot acht miljard, met periodieke, door de Commissie uitgevoerde controles, van de:

- toename van het marktaandeel,
- publieke en particuliere investeringen in onderzoek,
- toename van het aantal studenten dat nanotechnologie gaat studeren.

8. Conclusies

8.1 Het EESC staat volledig achter de conclusies van de Raad Concurrentievermogen van 24 september 2004 over de belangrijke rol en de mogelijkheden van nanowetenschap en -technologie. Uit de tot nu toe behaalde resultaten blijkt dat verfijning van de kennis van belang is, alsook de vervaardiging van instrumenten waarmee atomen kunnen worden bewerkt om nieuwe structuren te produceren en de eigenschappen van de bestaande structuren te wijzigen.

8.2 Het EESC beveelt hiertoe **de onmiddellijke toepassing aan van een gemeenschappelijke Europese, geïntegreerde en verantwoorde strategie**, in het bijzonder voor: bundeling van inspanningen inzake OTO, demonstratie en wetenschappelijke en technologische opleidingen; interactie tussen ondernemingen en universiteiten; versnelde ontwikkeling van industriële en multisectorale toepassingen; bredere Europese open coördinatie van beleid, maatregelen, structuren en netwerken van actoren. Deze strategie moet vooral van meet af aan en gedurende de gehele levenscyclus van wetenschappelijke toepassingen, óók in internationaal verband, waarborgen bieden voor de eerbiediging van de ethische, milieu-, gezondheids- en veiligheidsaspecten daarvan en dient voor een deugdelijke technische standaardisatie in te staan.

⁽⁴¹⁾ Nanoforum omvat: het Institute of Nanotechnology (VK) optredend als coördinator; UDI Technologiezentrum (DE); CEA-LÉTI (FR); CMP Científica (ES); Nordic Nanotech (DK); Malsch TechnoValuation (NL).
<http://www.nanoforum.org>

⁽⁴²⁾ Vgl. voorgaande noot: verslag „Vision 2020”, gepubliceerd op 29 juni 2004.

8.3 Het EESC herhaalt met klem dat een dergelijke **strategie stevig verankerd dient te worden in de ontwikkeling van de samenleving** en een positieve bijdrage dient te leveren, niet alleen aan het concurrentievermogen van de Europese economie, maar ook en vooral aan de volksgezondheid, het milieu en de veiligheid, alsook aan de kwaliteit van het bestaan van de burgers.

8.3.1 Het EESC wijst er in dit verband op dat het belangrijk is om, **vanaf het beginstadium, een verantwoorde en duurzame ontwikkeling** van de nanotechnologie te waarborgen. Op die manier kan aan de gerechtvaardigde verwachtingen van het maatschappelijk middenveld op het gebied van milieu, gezondheid, ethiek, industrie en economie worden voldaan.

8.3.2 Het EESC bepleit een forse **verhoging van de middelen voor fundamenteel onderzoek**, aangezien technologische en industriële excellentie altijd gebaseerd zijn op wetenschappelijke expertise.

8.3.3 **De in Barcelona overeengekomen 3 %-doelstelling** ⁽⁴³⁾ dient gestalte te krijgen; een passend deel van deze middelen moet bestemd worden voor de nanowetenschappen, de ontwikkeling van de toepassingen ervan en de convergentie van nano-, bio-, informatie- en kennistechnologie.

8.3.4 De opzet van de onlangs door de Commissie voorgedragen **financiële vooruitzichten van de Gemeenschap voor 2007-2013**, dient opnieuw tegen het licht te worden gehouden met het oog op de uitdagingen van deze nieuwe nanotechnologische revolutie.

8.3.5 De gewenste middelentoeename moet haar weerslag vinden in de toewijzing van adequate financiering in het Zevende Kaderprogramma. Het uiteindelijk bedrag moet in ieder geval in de buurt komen van wat hiervoor in andere landen, zoals de VS, wordt uitgetrokken.

8.4. Het EESC is ervan overtuigd dat Europa **een hoogwaardig actieplan dient te lanceren, met een roadmap en een agenda, uitgaande van een integrale aanpak**, die de vereiste consensus van alle actoren van het maatschappelijk middenveld oplevert, gebaseerd op een **gemeenschappelijke visie**. Deze visie moet duidelijke en transparante doelstellingen omvatten, om in te spelen op de behoefte aan economische en sociale vooruitgang, bestaanskwaliteit en veiligheid en gezondheid voor iedereen.

8.5 Volgens het Comité moeten er **technologische platformen komen met een grote kritische massa en een grote Europese meerwaarde**, waar publieke en particuliere actoren samenkomen — uit wetenschap, bedrijfsleven, financiële kringen en bestuur — die actief zijn in de specifieke toepassingssector.

8.6 Volgens het Comité moeten er dringend **Europese infrastructuren op hoog niveau komen, alsook meer expertisecentra**. De locatie en specialisatie van die centra zou moeten worden vastgesteld in nauwe samenwerking tussen

Europese organen en lokale overheden, zodat homogene industriezones kunnen worden aangewezen voor een territoriale of op warenkennis gebaseerde specialisatie, waar eventueel al O&O met een zekere kritische massa aanwezig is.

8.6.1 De expertisecentra zouden borg moeten staan voor het **vermogen om hoogstaand onderzoek uit te voeren en over te dragen**, toegespitst op toepassing en innovatie met de gebruikmaking van nanotechnologie, vooral op gebieden als **nano-elektronica, nano-biotechnologie en nano-geneeskunde**.

8.7 Met name op een zo gevoelig terrein is zekerheid en bescherming van de intellectuele eigendom van onderzoekers een eerste vereiste. Om van het toegepaste onderzoek op het gebied van nanotechnologie een succes te maken, moet er volgens het EESC eerst en vooral een duidelijke en bevredigende oplossing worden gevonden voor het probleem van de patentering. Het meent evenwel dat nu ook al moet worden nagedacht over de **oprichting** op Europees niveau **van een „Nano-IPR Helpdesk”** om tegemoet te komen aan de eisen van onderzoekers, ondernemingen en onderzoekscentra.

8.8 De Commissie moet zich, in samenwerking met de lidstaten, meer doen aan de bevordering van diepgaand onderzoek van universiteiten en onderzoekscentra omdat patentering zeker in een dergelijk innovatieve sector, zonder ingewikkelde en dure procedures, tot de mogelijkheden lijkt te behoren.

8.8.1 Wat de internationale samenwerking betreft, zouden de inspanningen voor veiligheid en de standaardisatie van maten en processen, in samenwerking met landen buiten de EU, moeten worden verhoogd. Bijzondere aandacht verdient China, dat op het punt staat omvangrijke investeringen te doen op het gebied van nanotechnologie. De VS en Japan voeren overigens ook een zeer agressief beleid op dit terrein (gewezen zij op de overeenkomst tussen China en de staat Californië voor de ontwikkeling van expertisecentra voor biomedische nanotechnologie).

8.8.2 Het EESC meent dat verdere inspanningen geboden zijn, onder andere aan de hand van het in december 2003 goedgekeurde **groeiinitiatief, om het aantal nanotech-ondernemingen in de Unie uit te breiden**. Daartoe dienen de betrekkingen tussen universiteiten, *nanotech*-centra voor innovatie en het bedrijfsleven voortdurend te worden bevorderd en verbeterd.

8.8.3 Er zijn gerichte acties nodig voor de ontwikkeling van industriële, op nanotechnologie gebaseerde processen (van *nanotechnology* naar *nanomanufacturing*), zowel voor grote als voor kleine ondernemingen: het Amerikaanse plan om federale programma's te gebruiken, zoals het „Small Business Innovation Research Program” en het „Small Business Technology Transfer Research Program”, te gebruiken, verdient navolging op Europees niveau om de verspreiding van nanotechnologie in het gehele bedrijfsleven, ook onder kleine bedrijven, wijd en zijd te bevorderen.

⁽⁴³⁾ 3 % van het Europees BNP moet door de overheid (lidstaten en EU) en vooral door de industrie voor onderzoek en ontwikkeling worden gebruikt.

8.8.4 Een belangrijke rol is hier wellicht weggelegd voor de bedrijfsorganisaties op nationaal en lokaal niveau. Enkele **acties voor „intense” bewustmaking** zouden gezamenlijk kunnen worden uitgevoerd, zowel door DG Onderzoek als door DG Ondernemingen, **met inbreng van alle economische en sociale actoren**, in navolging van de positieve ervaringen die in Triëst ⁽⁴⁴⁾ zijn opgedaan.

8.8.5 Volgens het EESC zou een belangrijk mechanisme in Europees verband een — nog op te richten — Europees Clearing House voor informatie ⁽⁴⁵⁾ kunnen zijn. Dat Clearing House zou kunnen leiden tot de vergemakkelijking van:

- het op de markt brengen van nanotechnologie en de overdracht van technologie en de nieuwe concepten naar marktproducten en militaire toepassingen,
- de verspreiding van goede praktijken, die zijn vastgesteld in universiteiten en publieke en privélaboratoria en geschikt zijn bevonden voor commercieel gebruik.

8.9 Naast de Europese platformen zouden, daarop aansluitend, enkele **wereldwijde platformen** moeten worden opgericht, die de VN-landen erbij betrekken en in staat zijn om de volgende **vraagstukken** aan te pakken:

- patenten,
- gedragsregels,
- omgang met sociale consensus,
- milieuaspecten,
- duurzame ontwikkeling,
- veiligheid van de consument.

8.10 De **Europese investeringsbank (EIB)** zou, ook via concrete maatregelen in het kader van het Europees investeringsfonds (**EIF**), nieuwe kredietlijnen met gunstige voorwaarden moeten creëren, die onder het beheer moeten vallen van kredietbanken, regionale financieringsmaatschappijen die gespecialiseerd zijn in leningen aan ondernemingen, maatschappijen voor *risicokapitaal* en coöperaties die garanties verstrekken, om de oprichting en ontwikkeling te vergemakkelijken van ondernemingen die zich op *nanotech*-producten richten .

8.10.1 Een positieve ervaring die in het verleden, zij het voornamelijk op milieugebied, uitstekende resultaten heeft opgeleverd, zoals het **programma Groei en milieu**, kan worden

herhaald om de groei te bevorderen van nieuwe, op **nanotechnologie** gebaseerde producten ⁽⁴⁶⁾.

8.11 Het onderzoek en de bijbehorende spin-off voor producten dienen vooral te worden afgestemd op de behoeften van de burgers en de noodzaak van duurzame ontwikkeling. In dit kader moeten ook de initiatieven worden gezien voor de **evaluatie van de impact van nanotechnologie op gezondheid en milieu**, door de acties van de EU (*top-down*) in verband te brengen met de op lokaal niveau gevoerde en bevorderde acties (*bottom-up*).

8.12 De permanente **dialoog met de publieke opinie** moet wetenschappelijk gemotiveerd zijn. De nieuwe technologie, voortkomend uit het gebruik van atomen, dient transparant te zijn en burgers ervan te overtuigen dat er geen sprake is van gevaren voor de gezondheid of het milieu. De geschiedenis leert ons dat vrees voor nieuwe producten vaak niet zozeer is ingegeven door de werkelijkheid als wel het gevolg is van onwetendheid.

8.12.1 Ook daarom wenst het EESC dat er een permanent en nauw verband is tussen de onderzoeksresultaten en de algemeen erkende **ethische principes**, waartoe een **internationale dialoog** nodig zal zijn.

8.13 Vooral in de fase van de oprichting en ontwikkeling van technologische platformen ⁽⁴⁷⁾, moet bijzondere **aandacht uitgaan naar de nieuwe lidstaten van de Europese Unie**, zodat zij massaal vertegenwoordigd kunnen zijn en nauw betrokken worden bij de Europese expertisecentra.

8.14 Het EESC meent dat de **coördinatie** van het onderzoek op het brede terrein van de nanowetenschappen — waarbij het fundamenteel onderzoek evenwel de bevoegdheid moet zijn van de hiertoe op te richten onafhankelijke Europese onderzoeksraad (ESR) — **bij de Commissie moet blijven berusten**, die, in overeenstemming met het Europees Parlement en de Raad, de Europese burgers een optimale meerwaarde, inclusief een wijder verbreed en objectiever gebruik van de onderzoeksresultaten, kan garanderen.

8.15 Het EESC doet een oproep aan de Commissie om hem een twejaarlijks verslag voor te leggen over de ontwikkeling van de nanotechnologie. Dan kan het nagaan of er met het goedgekeurde actieplan vooruitgang is geboekt en kan het eventueel wijzigingen en aanpassingen voorstellen.

Brussel, 15 december 2004

De voorzitter

van het Europees Economisch en Sociaal Comité

A.-M. SIGMUND

⁽⁴⁴⁾ Nanoforum te Triëst, in 2003, met meer dan 1 000 deelnemers.

⁽⁴⁵⁾ Zie de Amerikaanse wetgeving inzake nanotechnologie van december 2003.

⁽⁴⁶⁾ Het door het EIF in samenwerking met diverse Europese financiële instellingen beheerde programma *Groei en milieu* heeft bijgedragen (in de vorm van co-financiering en krediet tegen gunstige voorwaarden) tot verbetering van milieu-aspecten van micro-, kleine en middelgrote ondernemingen.

⁽⁴⁷⁾ Zie par. 6.3.