

# Dystopische visioenen

## Nanotechnologie in een risicomaatschappij



### A serious problem.

*(Calvin and Hobbes. Copyright (R) 1989 by Universal Press Syndicate. Reprinting with permission. All rights reserved)*

J.A. Visser  
December 2001

## **INHOUDSOPGAVE**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Inleiding.....</b>                                                           | <b>3</b>  |
| <b>1. Nanotechnologie.....</b>                                                  | <b>5</b>  |
| 1.1. Genmanipulatie, nanotechnologie en robotics .....                          | 5         |
| 1.1.1. Nanotechnologie.....                                                     | 5         |
| 1.1.2. Toepassingen in laboratoria en in de praktijk.....                       | 6         |
| 1.1.3. Algemene implicaties .....                                               | 8         |
| 1.1.4. Risico's van nanotechnologie.....                                        | 9         |
| 1.2. Spiegeling van uitgekristalliseerde technologieën in de maatschappij ..... | 11        |
| <b>2. Beleid en regelgeving op het gebied van nanotechnologie .....</b>         | <b>12</b> |
| 2.1. Beginselen en zelfregulering door particulieren.....                       | 12        |
| 2.2. Juridische implicaties van nanotechnologie .....                           | 13        |
| 2.2.1. Intellectuele rechten.....                                               | 13        |
| 2.2.2. Aanpassingen van wetten en verdragen.....                                | 14        |
| 2.3. Preventie en risicobeleid door overheden.....                              | 15        |
| 2.3.1. Amerikaans recht .....                                                   | 15        |
| 2.3.2. Europese regelgeving .....                                               | 16        |
| 2.3.3. Het Nederlands Nationaal Milieubeleidsplan .....                         | 18        |
| <b>3. De risicomaatschappij .....</b>                                           | <b>20</b> |
| 3.1. Het begrip risico .....                                                    | 20        |
| 3.2. Menselijk gedrag en risico's .....                                         | 21        |
| 3.3. De moderne samenleving .....                                               | 22        |
| 3.3.1. Douglas en Wildavsky's 'cultural theory' .....                           | 22        |
| 3.3.2. Politieke besluitvorming.....                                            | 23        |
| 3.3.3. Moderne reflexiviteit en individualisering .....                         | 24        |
| 3.3.4. Dubbele hermeneutiek.....                                                | 25        |
| <b>4. Het voorzorgbeginsel.....</b>                                             | <b>27</b> |
| 4.1. Internationale rechtsbeginselen .....                                      | 27        |
| 4.2. De interpretatie van het voorzorgbeginsel.....                             | 28        |
| 4.3. Afstappen van het voorzorgbeginsel of aanpassen.....                       | 29        |
| 4.3.1. Verfijning van het voorzorgbeginsel .....                                | 30        |
| 4.3.2. Afstappen van het voorzorgbeginsel .....                                 | 30        |
| <b>5. Conclusie .....</b>                                                       | <b>32</b> |
| <b>Bijlagen.....</b>                                                            | <b>35</b> |
| Bijlage 1: The Foresight principles .....                                       | 35        |
| <b>Literatuur.....</b>                                                          | <b>36</b> |

## Inleiding

Net na de millenniumwisseling beschrijft de computerdeskundige Bill Joy van Sun Microsystems zijn visie<sup>1</sup> op de toekomst. Vooral het volgende dystopische visioen baard hem zorgen. Gaat de techniek de mensheid overheersen? Biotechnologie (genetica), nanotechnologie en robotica zullen de mens marginaliseren, denkt Joy. De wetenschappers en milieuorganisaties zijn verdeeld. De beloftes die deze technologie met zich meebrengt zijn bijna even groot als de risico's.

Achterhuis<sup>2</sup> heeft het artikel van Joy bekritiseerd. Hij onderkent de doemscenario's maar wuift die even gemakkelijk weer van de hand. De drie grootste technologieën van de 21e eeuw schrijft hij, figureren in het manifest min of meer verzelfstandigd als 'gnr' (genetica, nanotechnologie en robotica). Als zodanig lossen ze het gevaarlijke 20ste-eeuwse driekoppige monster nbc (nucleaire, biologische en chemische technologie) af. Niet alleen is gnr veel krachtiger dan zijn voorganger, het opent vooral de totaal nieuwe mogelijkheid van zelfvermenigvuldiging.

Nanotechnologie is het op anatomisch precieze schaal manipuleren van materie. Het stokpaardje van deze techniek is (nog slechts in theorie) de 'universal self-assembler'. De belangrijkste 'bedreiging' wordt gezien in het feit dat nanobots zichzelf eindeloos kunnen vermenigvuldigen teneinde iets te bouwen of repliceren. Het wordt door doemdenkers gezien als een soort witte pest die zich over de mensheid uitstort en de biosfeer 'opeet'. Omdat een nanomachientje zelfstandig besluiten kan nemen is het (nog) niet precies duidelijk hoe men de zelfvermenigvuldiging van nanobots onder controle kan houden laat staan hoe het te stoppen. Een klein foutje in de 'programming' van de nanobot kan gevolgen en schade opleveren die nauwelijks meer te overzien zijn.

In deze scriptie heb ik naar aanleiding van de opdracht voor een technische ontwikkeling gekozen die nog deels in de kinderschoenen staat. Nanotechnologie is volgens wetenschappers en inmiddels ook niet-wetenschappers een technologie die wel eens een nieuwe (industriële) revolutie zou kunnen teweegbrengen, zodanig dat bijna alle bestaande maatschappelijk en economische verhoudingen verstoord dreigen te worden.

Voor mij is deze technologie interessant vanwege het feit dat het zich onderscheidt van andere voorgaande (revolutionaire) technologieën. De impact van deze technologie –als die bewaarheid gaat worden– is ondenkbaar groot, dit terwijl het om een moleculaire techniek gaat, namelijk nanofysica (lees zeer klein). Kleine dingen gaan kennelijk big business worden.

Er is derhalve gekozen voor een korte (technische) omschrijving van de technologie en haar theoretische en praktische uitvindingen en toepassingen. In hetzelfde hoofdstuk zijn enkele algemene en juridische implicaties opgenomen die mede gebaseerd zijn op wetenschappelijke meningen en onderzoeken uit de desbetreffende disciplines.

---

<sup>1</sup> *Why the future doesn't need us*, Bill Joy dat afgelopen april verscheen in het tijdschrift Wired (een verkorte versie verscheen in NRC Handelsblad van 26 augustus 2001). Bill Joy is medeoprichter en wetenschappelijk hoofd van het computerbedrijf Sun Microsystems en voormalig adviseur van Bill Clinton. Hij is een van de ontwerpers van de programmeertaal Java, die een belangrijke rol speelt in de ontwikkeling van internet.

<sup>2</sup> *Frankenstein revisited*, Hans Achterhuis, NRC Webpagina's 2 september 2000. Hans Achterhuis is hoogleraar Systematische Wijsbegeerte aan de Universiteit Twente. Hij schreef onder andere *'De erfenis van de utopie'* (1998) en *'Politiek van goede bedoelingen'* (1999). <http://www.nrc.nl/W2/Lab/Magazine/artikelseptember2000.html>.

De kans op risico's die nanotechnologie naar men denkt met zich meebrengt zullen zeer klein zijn, maar als ze zich voordoen zullen ze wel eens zeer grote (ecologische) gevolgen kunnen hebben.

Verschillende vragen werpen zich op bij dit risicoprobleem. Wie bepaalt wanneer, of en waarom te stoppen met onderzoek? Is het de maatschappij, politiek of de wetenschap die dat bepaald.

Gaan mensen en samenlevingen overal hetzelfde om met het begrip risico in deze moderne tijd? In deze scriptie wordt het onderzoek vergeleken op Amerikaans, Nederlands en Europees niveau.

Is het voorzorgbeginsel soms een bedreiging/beperking voor de ontwikkeling van de techniek en is het juridisch, sociaal en economisch houdbaar het voorzorgbeginsel te interpreteren als 'bij twijfel niet doen'. Moet het voorzorgbeginsel afgeschaft worden of aangepast?

Wat is het belang van de media, in verband met voorlichting van burgers maar ook politici? Wat gebeurt er als men de technologie en haar (al dan niet aanvaardbare) risico's niet begrijpt en kiest voor de verkeerde of zelfs paradoxale oplossingen. De ontwikkeling in informatietechnologie, globalisering, kennismaatschappij, dragen bij aan de visualisering van de technologie. Zou dit ongegronde angst weg kunnen nemen? Soms kan niet een eenduidig antwoord gegeven worden op deze vragen. Hopelijk kan deze scriptie wel bijdragen aan het wegnemen van onzekerheid betreffende deze dringende vragen.

## 1. Nanotechnologie

Nanotechnologie is het op anatomisch precieze schaal manipuleren van materie. Deze technologie is door Dr. K. Eric Drexler<sup>3</sup> in 1981 ontwikkeld. Sindsdien heeft nanotechnologie zich verbonden aan andere opkomende vaste-stoftechnieken zoals biotechnologie, chemische technologie, milieutechnologie, gentechologie, medische technologieën en robotics. Derhalve is het niet mogelijk een eenduidige omschrijving te geven van het begrip nanotechnologie. In de onderstaande paragrafen zal getracht worden duidelijk te maken wat het begrip nanotechnologie kan inhouden en welke technologische gebieden het raakt.

### 1.1. Genmanipulatie, nanotechnologie en robotics

Men zegt wel dat de technologieën van de 20ste eeuw de atomaire, biologische en chemische technologie zijn. De 21ste-eeuwse technologieën zijn die van de genetica, nanotechnologie en robotica (ook wel afgekort tot GNR). Nanotechnologie maakt deel uit van deze drie belangrijke technologieën, zozeer volgens sommigen dat zij tezamen een zeer krachtige technologie vormen die anders dan de 20ste-eeuwse technologieën de mogelijkheid van zelfvermenigvuldiging kent. Dankzij genetische modificatie kunnen wij levende organismen ingrijpend veranderen. Bij de robotica draait het om de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie.

Het belangrijkste verschil met nucleaire technologie is dus dat robots, nanobots en genetische gemanipuleerde organismen zich los van menselijke interventie kunnen reproduceren.

#### 1.1.1. Nanotechnologie

Het staat vast dat het gebied van de nanotechnologie systemen omvat, waarvan de componenten van de orde van grootte zijn van  $10^{-9}$  m, maar ook materiaal controle en de vervaardiging van moleculen. Een nanometer is een biljoenste van een meter. Om een idee te geven; als je een honkbal opblaast ter grootte van de aarde, zouden de atomen ongeveer zo groot als druiven zijn. In één nanometer passen naast elkaar tien atomen. Met nanotechnologie kan men met behulp van alledaagse materie niet-alledaagse apparaten bouwen met slechts één atoom, namelijk koolstof (C). Bijna alles van biologische afkomst bevat het koolstofatoom als belangrijkste bouwsteen. Atomen zijn de 'bouwstenen' van een molecuul.

Een molecuul is het kleinste deeltje van een stof. Een enkel water molecuul smaakt, beweegt, reageert, etc., nog precies hetzelfde als een glas vol van die dingen. Juist de combinatie van waterstof en zuurstof atomen geeft ons het lekkere koele glas water.

Met behulp van nanotechnologie heeft men ontdekt dat koolstofatomen zich onder specifieke omstandigheden *spontaan* kunnen ordenen tot een uiterst stabiel cluster van 60 atomen<sup>4</sup>. De ontdekking van deze C60 clusters leidde in 1996 tot de Nobelprijs voor de chemie en vormde de voedingsbodem voor een compleet nieuwe tak van nanofysica. Dit wordt ook wel

---

<sup>3</sup> Meer info over Drexler op <http://www.imm.org/DrexlerCV.html>; onderstaande text is onder andere samengesteld uit engelstalige websites over nanotechnologie, <http://www.planet-hawaii.com/nanozine> en <http://www.nano-technology.com>.

<sup>4</sup> Deze techniek valt deels onder nanofysica. De atomen zijn geordend in een bolvormige schil volgens het patroon van een voetbal.

zelfassemblage genoemd: "de *spontane* groepering van moleculen onder bepaalde omstandigheden tot een stabiel aggregaat<sup>5</sup>.

Nanotechnologie bestaat uit het top-down en bottom-up convergeren naar de nanoschaal. Top-down verwijst naar verkleining door het steeds fijner bewerken en afwerken van materialen. De convergentie dicht de kloof tussen de vakgebieden. Moleculaire nanotechnologie betreft de synthese ('bottom-up') van nanostructuren met precieze beheersing van de driedimensionale positie van individuele atomen en moleculen (als het ware een 'moleculaire bouwdoos'). Hun positie bepaalt ook de eigenschappen van de toepassingen, zoals in moleculaire elektronische componenten of moleculaire machines. De synthese kan chemisch, biologisch of mechanisch van aard zijn.

### 1.1.2. Toepassingen in laboratoria en in de praktijk

Het op fijne schaal bouwen door materie te manipuleren is het gevolg van de zich continu ontwikkelende chips-industrie, biologie en chemie. Bedrijven als NanoTechnology Development Corporation (een staatsbedrijf) en Zyvex hebben zich reeds gespecialiseerd in het ontwikkelen van een 'Drexlerian' assembler (een moleculaire monteur gebouwd met atomen/moleculen die op zichzelf weer moleculen kan bouwen) en beschikken over jong talent en miljoenen dollars<sup>6</sup> om het project te verwezenlijken.

Op het eerste gezicht, lijkt de mogelijkheid om te bouwen met atomen en moleculen niet zo'n spectaculaire resultaat. We kunnen al dingen maken op microschaal precieze wijze, dus wat zouden een paar extra drie decimalen uitmaken. Het antwoord ligt in principe in het volgende: met nanotechnologie kan iedere soort atoom of molecuul gemanipuleerd worden, niet slechts de gespecialiseerde materialen van micro-elektronica of biologie. Met deze algemene eigenschap om structuren te maken, is het mogelijk om zelfassemblage systemen te maken die geprogrammeerd kunnen worden om kopieën van zichzelf te maken. Het gaat met name om de nanorobot of nanomotor, namelijk de self-replicating nanonites, en de nonself-replicating afstammelingen daarvan. Men laat dus de nanobots met atomen de materie bouwen. Na de relatief korte tijd die nodig is om triljoenen nanobots te maken, kunnen deze gereprogrammeerd worden om op een goedkope en snelle manier ander materiaal te produceren.

Alles kan volgens deze chemische engineering techniek gekopieerd worden. Het enige wat men hoeft te doen is de stof analyseren met behulp van software en kopiëren maar. Volgens de theorie duurt het nog tussen de 20 en 30 jaar (Zyvex zegt 5-10) voordat de eerste 'universele assembler' dat de capaciteit heeft met enkele atomen alles te bouwen wat de software definieert uitgevonden is. Een universele assembler kan er uitzien als een magnetronoven, gekoppeld aan ruwe atomische voorraad, zoals koolstof, O<sup>2</sup>, zwavelenergie, etc. Andere draagbare assemblers (voor kamperen) onttrekken atomische voeding aan de aarde en de lucht. De assembler kan Dock Martins maken, net zo makkelijk als het een supercomputer of een pizza maakt. Niet zomaar een pizza, maar atomisch exacte replica's van je favoriete restaurant of een kopie van zichzelf.

<sup>5</sup> Deze definitie van zelfassemblage is een sterk vereenvoudigde weergave. De originele definitie luidt: de spontane groepering van moleculen onder bepaalde evenwichtsomstandigheden tot stabiele, structureel goed gedefinieerde aggregaten op basis van niet-covalente bindingen".

<sup>6</sup> Ter vergelijking: de Japanse regering (MITI) heeft een 10-jarig budget van \$100 miljoen voor onderzoek ter beschikking gesteld. De Duitse regering heeft een 5-jarig budget van 100 miljoen DM beschikbaar gesteld zie ook <http://www.nanobiotec.de>.

Als meer mensen van alle generaties horen van het nanotechnologische concept en hun talenten daaraan toevoegen zal het onderzoek versnellen en de tijdsduur verkort worden. Het heeft 10 jaar geduurd om de eerste nanomanipulator uit te vinden. Dan duurt het nog eens 10 jaar voor het uitvinden van de eerste self-replicating nanobot. Het ziet er naar uit dat het nog eens 10 jaar duurt om op grote schaal producten te maken. Er zullen zich onderweg waarschijnlijk nog wel meer problemen opwerpen, als ontdekt wordt hoe complex sommige klussen zijn. Deze toepassing (bottom-up) is dus nog niet tastbaar en bestaat slechts op laboratoriumniveau.

## **Praktijk**

De volgende toepassingen (top-down) van nanotechnologie<sup>7</sup> zijn het laboratoriumniveau ontstegen: Micro-elektronics; Micro-optics; Micromechanics; Microfluidics; Micro - Nano technologies in the chemical, materials, medical and biotech field; Designing technologies; Assembling, packaging technologies; Measuring technologies; Microsensors; Microactuators; Micromachines; Microsystems; Micro electro-mechanical systems; Ultra Thin Film Technology; Materials Architectures; Ultra Precise Surface Processing; Scanning Probe Technology; Nanooptics; Nanoparticles; Nanomachines enz.

Voorals op medisch gebied bestaan er reeds zeer belovende en praktische toepassingen. Mensen die lijden aan osteoporose (botontkalking) krijgen vaak plastic implantaten geïmplant. Door gebruik van biomimetische materialen probeert men polymeren te ontwikkelen die in het lichaam van de patiënten de natuurlijke botgroei stimuleren<sup>8</sup>. Met een nieuw soort (nano)scalpel<sup>9</sup> kunnen onderzoekers van de universiteit van Jena levende cellen opereren. Daarbij kunnen ze ingrijpen in celstructuren zoals bijvoorbeeld chromosomen.

Groningse chemici hebben een roterende motor<sup>10</sup> op molecuul niveau ontdekt. Een Nederlands-Japans onderzoeksteam heeft onder leiding van de Groningse organisch chemicus prof. dr. B.L. Feringa aangetoond dat het mogelijk is om een motor te maken op moleculair niveau. De onderzoekers construeerden een symmetrisch molecuul waarvan de helft in één richting kan ronddraaien. Deze rotor wordt aangedreven door lichtenergie. Verder zijn nog recent ontwikkeld: een DNA-nanoscanter<sup>11</sup> en een nano glucosesensor<sup>12</sup>.

Met het bovenstaande probeer ik aan te tonen dat er op het gebied van deze nieuwe technologie zoveel ontdekkingen worden gedaan dat het voor de gewone burger maar ook voor beleidsmakers moeilijk is deze te kennen, laat staan de laatste ontwikkelingen bij te houden.

---

<sup>7</sup> Folder van de stt over nanotechnologie online: [http://www.stt.nl/stt2/projecten/nano/folder/STT\\_60\\_folder4.html](http://www.stt.nl/stt2/projecten/nano/folder/STT_60_folder4.html).

<sup>8</sup> Research projecten voor st-studenten SMU Macromoleculaire en Organische Chemie TU/e, Laboratorium voor Macromoleculaire en organische chemie 2001, p 42, <http://www.chem.tue.nl/smo/Default.htm> en [http://www.chem.tue.nl/smo/huisstijl\\_files/totale%20afstudeerbuder%20JAPIE.pdf](http://www.chem.tue.nl/smo/huisstijl_files/totale%20afstudeerbuder%20JAPIE.pdf)

<sup>9</sup> Technieuws editie 37/5, Abstracts Nanotechnologie, Henk Hoefdraad; Intermezzo: Nano-scalpel, Duitsland, <http://www.ez.nl/home.asp?page=/technieuws/technws9/tn9905/9905nano.htm>.

<sup>10</sup> De ontdekking staat gepubliceerd in het wetenschappelijk tijdschrift Nature van 9 september 1999 onder de titel 'Light-driven monodirectional molecular rotor'.

<sup>11</sup> <http://golgi.harvard.edu/branton/nanopore.html>.

<sup>12</sup> <http://www.umecc.nl/glucose.html>.

### 1.1.3. Algemene implicaties

Wanneer het gaat om eindeloze zelfvermenigvuldiging van nanobots bestaan volgens sommige wetenschappers de volgende consequenties die veranderingen op maatschappelijk en sociaal-economisch gebied teweeg kunnen brengen. De voordelen die nanotechnologie belooft doen zich voor bij ecologische probleemstellingen; recyclingvraagstukken; duurzame ontwikkelingen; energiewinning en -opslag; gezondheidsonderzoek; procesveiligheid; informatie en communicatie. Kortom, geen enge ziektes meer, een schoon milieu en genoeg voedsel voor iedereen.

#### **Materiaal**

Met de mogelijkheid om dingen met atomen te bouwen, zullen nanobots elk fysiek mogelijke machine of structuur kunnen bouwen, mits ze beschikken over genoeg tijd, ruimte, materie, energie en ontwikkelingscapaciteiten. De verwachtingen zijn dat bijvoorbeeld staal tien keer sterker en buigzamer gemaakt kan worden dan normaal. Materiaal van diamant kan zelfs nog sterker gemaakt worden en drie keer zo licht. Deze supermaterialen zullen het functioneren van machines zoals energiecentrales, auto's, vliegtuigen en ruimtevaartuigen aanzienlijk verhogen.

#### **Computers en kunstmatige intelligentie<sup>13</sup>**

Moleculaire computers die triljoen keren kleiner zijn dan de huidige computers en op zijn minst net zo snel zouden gebouwd kunnen worden. Informatie, een gigabyte per 1000ste mm<sup>3</sup>, kan worden opgeslagen op moleculair tapegeheugen, wat lijkt op de manier waarop informatie in DNA-moleculen is opgeslagen. Dit betekent dat de opslagcapaciteit van informatie zeer groot wordt. Men kan bijvoorbeeld de architectuur van het menselijk brein atoom voor atoom kopiëren en simuleren in een nanocomputer die veel sneller is. Derhalve komt de mogelijkheid om zelfdenkende en evoluerende computers en robots<sup>14</sup> te bouwen dichterbij.

#### **Medicijnen**

Moleculaire computers zullen zo klein zijn dat ze in een menselijke cel passen. Deze computertjes kunnen nanonites besturen om bijvoorbeeld DNA en andere beschadigde celstructuren te repareren en kankercellen, virussen en bacteriën te doden. Sterven als gevolg van ziekte en slijtage kan worden gereduceerd<sup>15</sup>.

#### **Milieu**

Self-replicating nanobots kunnen giftige stoffen en nucleair afval opruimen. Materiaal dat nu beschouwd wordt als afval kan in huishoudens gerecycleerd worden om voedsel, kleding en huishoudelijke artikelen te maken. Het dumpen van chemische bijproducten in het milieu kan

---

<sup>13</sup> K. Eric Drexler, *Transcript of a talk on Nanocomputers*, presented at Xerox Palo Alto Research Center, California (22 May 1986).

<sup>14</sup> Denk aan de bots te vinden op internet <http://bots.internet.com/search/s-chat2.htm#shallow>.

Deze bots leren van de bezoeker of een andere chatbot steeds nieuwe woorden en zinnen en gebruiken die voor het maken van nieuwe zinnen. Dit gebeurt uiteraard nog op een zeer primitieve manier.

<sup>15</sup> K. Eric Drexler, "A Technology of Tiny Things: Nanotechnics and Civilization," *Whole Earth Review* (Spring 1987). A. K. Dewdney, "Nanotechnology: wherein molecular computers control tiny circulatory submarines," *Scientific American*, v. 258, no. 1, pp. 100-103 (January 1988).

verleden tijd worden. Nanotechnologie stelt ons in staat om dingen te maken zonder gevaarlijke bij- of afvalproducten en gevaarlijke chemicaliën te recycleren of te reduceren tot ongevaarlijke stoffen.

### **Economie**

Nanotechnologie zal de economische wereld wat betreft ons concept over wat dingen waard zijn veranderen. Gewoon vuil (koolstofatoom) zal een bruikbaar bouw materiaal zijn met nanotechnologie, en dus in waarde stijgen. Diamant zal een alledaags, goedkope substantie worden dat gebruikt wordt als bouw materiaal voor nanomachines en huishoudelijke artikelen. Voedsel zal vrijwel gratis zijn, omdat de nanobots zichzelf kunnen vermenigvuldigen en de materialen overvloedig in vuil, water en lucht aanwezig zullen zijn. Transport van goederen is nauwelijks meer nodig. De benodigde informatie om het gewenste product te maken, kan elektronisch verstuurd worden naar een lokaal assemblage systeem.

### **Militaire systemen**

Applicaties voor aanvallende, verdedigende en militaire observatie systemen zullen overvloedig aanwezig kunnen zijn. Hetzelfde kan gezegd worden van rechtshandhavende systemen, terroristische wapens, en apparaten voor criminele doeleinden. Voorbeelden zijn onder andere: virusachtige machines die in staat zijn om mensen door middel van hun genetische code te identificeren en aan te vallen of hen te bespioneren, en plagen van allesverslindende 'sprinkhanen' die in staat zijn hele continenten te verwoesten<sup>16</sup>.

Het zal moeilijk worden om de ontwikkeling van nanotechnologie op dergelijke gronden te beperken of zelfs tegen te houden. De beloftes en wonderen die deze technologie met zich meebrengt zijn erg groot en nauwelijks met het menselijk verstand te bevatten.

Volgens sommige wetenschappers kan men er zeker van zijn dat met de komst van het eerste nano assemblage systeem binnen 30 jaar meer dan een internationale grens, opnieuw vastgelegd zal moeten worden. Bovendien zal elk oude productieproces en de nodige arbeiders niet meer nodig zijn. Het verschil in ontwikkeling vergeleken met de derde wereldlanden zal groter kunnen worden. Hoe gaan we die verhoudingen met de aardse regeringen structureren. De internationale verhoudingen in een post-nanotechnologische wereld verschuiven.

#### **1.1.4. Risico's van nanotechnologie**

Een technologie met zulke mogelijkheden heeft behalve zijn beloften ook zijn risico's. Sommige Risico's vallen buiten het bereik van dit werkstuk. Bill Joy heeft het in zijn artikel<sup>17</sup> over de angst dat nanotechnologie kan leiden tot superintelligente machines die hun intelligentie zullen gebruiken om de wereld te domineren en de mens te vervangen. Hier zal niet verder op worden ingegaan omdat het onwaarschijnlijk is dat de mens een passieve houding zal aannemen ten aanzien van een dergelijk scenario. Superintelligente machines

---

<sup>16</sup> Uiteraard betreft het hier geplande acties en niet gebeurtenissen die per ongeluk zijn ontstaan.

<sup>17</sup> Bill Joy, Why the Future Doesn't Need Us, *Wired*, Apr. 2000, at 238, available at <http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html>.

zullen er wel komen maar het is een kwestie van ontwerp om het rebelleren van deze machines tegen te gaan<sup>18</sup>.

Er zijn milieurisico's verbonden aan nanotechnologie, en de aard en omvang van deze risico's heeft de literatuur op dit gebied van af begin bezig gehouden. In het algemeen is men bang dat iemand zichzelfvermenigvuldigende nanobots zal ontwerpen die in staat is kopieën van zichzelf te maken van materiaal uit de natuur, tot in het oneindige zodat *alles* in de biosfeer wereld zal worden 'opgegeten'. In nanotechnologische kringen wordt dit wel de 'witte pest'<sup>19</sup> genoemd. Dit is op z'n minst een verontrustend risico. We zijn er nu al zeker van dat door verder gebruik van nucleaire of biologische wapens de biosfeer aanzienlijk verwoest kan worden. Een niet te stoppen leger van nanobots dat alles verslind doet vaag denken aan een slechte science fiction film. Volgens het Foresight Institute heeft onderzoek uitgewezen dat iets dergelijks alleen kan geschieden door opzettelijk handelen van de mens, niet per ongeluk dus<sup>20</sup>.

Desondanks zijn opzettelijke acties nooit uit te sluiten. Het feit dat het Amerikaanse ministerie van Defensie<sup>21</sup> een van de hoofdsponsors van nanotechnologie is kan een serieuze milieubedreiging vormen. Zodoende is het gebruik van nanotechnologische wapens<sup>22</sup> bedreigender dan de 'witte pest'. Men beweert wel dat ondanks dat de kracht van nanotechnologische wapens groot is ze wel subtieler kunnen worden ingezet, dat wil zeggen minder hardnekkig en minder algemeen verwoestend dan bijvoorbeeld conventionele landmijnen<sup>23</sup>. Het is op dit moment onmogelijk te zeggen of te bewijzen of er misbruik van dit wapen gemaakt kan en zal worden, maar het is zeker onverantwoordelijk om daaraan voorbij te gaan.

Een kleinere bedreiging dan het gebruik van nanowapens is dat de civiele toepassingen wel eens niet zo goed of zo schoon zouden kunnen werken als verwacht. Omdat civiele technologieën krachtiger en betrouwbaarder zijn dan militaire technologieën kan het gevaar kleiner<sup>24</sup> zijn.

---

<sup>18</sup> Men kan de machines zo ontwerpen dat hij door de mens weer uitgezet kan worden. De machine kan bijvoorbeeld stopgezet worden door de energietoevoer af te sluiten of te vernietigen. Om de taak van de machine over te nemen zou men een back-up machine of een ouder conventioneel systeem, of mankracht in kunnen zetten. Men kan ook een superintelligente machine aan een oud conventioneel computersysteem koppelen zodat in geval van 'rebellering' van de machine wellicht makkelijker naar het oude systeem teruggeschakeld kan worden om deze m.b.v. mankracht te laten draaien.

<sup>19</sup> De engelse vertaling: The 'gray goo' problem.

<sup>20</sup> Foresight geeft de volgende informatie: Bij verder onderzoek naar de 'witte pest' bleek het probleem minder ernstig dan aanvankelijk verwacht. Volgens hen is het onmogelijk dat het per ongeluk kan gebeuren, en bijzonder moeilijk om het expres te laten gebeuren. Zie Robert A. Freitas Jr., *Some Limits to Global Ecophagy by Biovorous Replicators, With Public Policy Recommendations*, <http://www.foresight.org/NanoRev/Ecophagy.html> (Apr. 18, 2001).

<sup>21</sup> Zie Neil MacDonald, *DOD Plans to Award 16 Grants to Schools in Nanotechnology*, Fed. Tech. Rep., Mar. 22, 2001, at 5, 2001 WL 12451435 (describing first awards in the new Defense University Research Initiative (DURINT) program on nanotechnology). This is unclassified research, and is separate from the civilian National Nanotechnology Initiative. It is harder to pin down the extent of classified research, though rumor puts it at substantial levels. Glenn Harlan Reynolds, *Environmental Regulation of Nanotechnology: Some Preliminary Observations*, 6-2001, 31 *ELR (Environmental Law Institute)* 10681, Washington, DC 2001: On a personal note, I have conversed with researchers from national laboratories who described their classified military nanotechnology work as sufficiently advanced and threatening that "you don't want to know." Even allowing for the inevitable hyperbole, there seems no reason to doubt the presence of significant classified military nanotechnology research.

<sup>22</sup> Zie, *Future Soldiers Could Get Enhanced Minds*, UPI, Mar. 19, 2001 (available on LEXIS) (describing planned use of nanotechnology to enhance soldiers' cognition and decisionmaking under stress).

<sup>23</sup> Over landmijnen en andere gerelateerde technologieën, zie Jack H. McCall Jr., *Infernal Machines and Hidden Death: International Law and Limits on the Indiscriminate Use of Land Mine Warfare*, 24Ga. J. Int'l & Comp. L. 229, 232 (1994).

<sup>24</sup> Vergelijk de ontwikkeling in 'open source' software, die vaak krachtiger en betrouwbaarder is dan 'closed source' software. Dit concept komt ook voor bij nanotechnologisch onderzoek. Zie Bryan Randolph Bruns, *Open Sourcing*

## 1.2. Spiegeling van uitgekristalliseerde technologieën in de maatschappij

Soms kan men de risico's van een opkomende technologie vergelijken met die van een uitgekristalliseerde technologie die het laboratoriumniveau is ontstegen, volop is ontwikkeld of waarvan de risico's zich al op de een of andere wijze in de maatschappij hebben voorgedaan. Men heeft soms getracht deze risico's te voorzien of achteraf bij het zich voordoen van het gevaar maatregelen getroffen.

Alleen technische overvloed kan de mens geen welzijn en veiligheid bieden. Dit vereist ook onderwijs en sociale zekerheden zoals een betrouwbare maatschappij. Technologische overvloed kan vele conflicten verzachten ontstaan door wedijvering om hulpbronnen of rijkdommen.

Een dergelijk technologie is de biotechnologie. Biotechnologie heeft ook moleculaire mechanismen, replicators, grote investeringen, groeiende producten, en een wereldwijde markt. In deze moderne wereld ondergaat onze natuurlijke omgeving op snel tempo grote veranderingen. Onze omgeving is een mix van kunstgrepen opgelegd aan de natuur, waarbij de balans ieder jaar meer naar kunstgrepen verschuift. Een vraag dan voor de beleidsmakers is, of de maatschappij op zo'n wijze direct controle moet hebben over wat ons definieert, namelijk onze genetische code. Deze vraag is al eens gesteld in de context van gentherapie en biotechnologisch onderzoek, maar zal belangrijker worden wanneer medisch nanotechnologisch onderzoek een volwassen staat heeft bereikt.

Onderzoek wijst uit dat regulering door de overheid soms minder obstakels voor de ontwikkeling van een technologie opwerpt dan bijvoorbeeld regulering door de industrie zelf. Met name de zogenaamde ISO-standaards en reglementen lijken de ontwikkeling van een technologie te hinderen, zodanig dat het een instrument lijkt om concurrentie (dus wellicht betere ontwikkeling) te beperken of uit te sluiten. Vanuit het oogpunt van vrije concurrentie is dan strengere overheidsregulering wellicht wenselijker aangezien dit minder beperkingen voor concurrenten oplevert en zo een eventueel machtsmonopolie kan voorkomen, dit geheel terzijde.

Aan de andere kant, heeft de biotechindustrie gefaald om het publiek bij de ontwikkelingen in genetisch gemanipuleerd voedsel te betrekken en werd vervolgens verblind door de negatieve reacties daarop. Het is van belang op z'n minst op dergelijke reacties te anticiperen. De geschiedenis heeft aangetoond dat wetenschappelijke en technologische doorbraken maatschappelijke en economische veranderingen hebben veroorzaakt en soms ook sociale angst. Maar niemand dacht eraan om onderzoek te stoppen vanwege eventuele risico's. In verband met DNA technologisch onderzoek zijn in de Verenigde Staten zo'n 25 jaar geleden richtlijnen opgesteld door de biotechnologische gemeenschap. Dit is een particulier initiatief geweest en dus een vorm van zelfregulering. Deze richtlijnen werden vrij goed ontvangen en hebben het bedoelde effect gehad. Men heeft deze ontwikkeling middels particuliere fondsen verder gestimuleerd. Een dergelijke trend doet zich bij de nanotechnologische gemeenschap ook voor, waarover meer in hoofdstuk 2.

Er valt voor wat betreft nanotechnologie te leren van de manier waarop het publiek en de beleidsmakers deze techniek hebben opgepikt.

Een andere belangrijke technologie is de informatietechnologie. Gedurende deze eeuw zal deze technologie drastisch veranderen. Er bestaan verschillende concepten voor een nieuwe generatie computerchips, waaronder het gebruik van nanotechnologie en complexe biologische materialen. Nanotechnologie maakt de dingen kleiner. In de biologie (DNA) wordt informatie parallel verwerkt in plaats van serieel zoals bij de klassieke computer<sup>25</sup>. Een ander effect van informatietechnologie is dat mensen vrij goedkoop via het internet de ontwikkelingen van nanotechnologie kunnen volgen<sup>26</sup>. Dit educatieve effect zal zeker bij kunnen dragen aan een beter begrip van de milieuvoordelen en veiligheid die nanotechnologie biedt. Deze uitgekristalliseerde technologieën kunnen ook bijdragen aan een versnelde ontwikkeling van een opkomende technologie als nanotechnologie.

## **2. Beleid en regelgeving op het gebied van nanotechnologie**

In dit hoofdstuk zal kort ingegaan worden op juridische implicaties van nanotechnologie, beleidsregels en (toekomstige) regelgeving zoals opgesteld door particulieren en overheden naar aanleiding van debatten over risico's van nanotechnologie. Aangezien nanotechnologie in Amerika is ontdekt is (20 jaar geleden), zijn daar het eerst (10 jaar geleden) beleidsregels en richtlijnen opgesteld, in eerste instantie door particuliere instituten en daarna door de overheid. Pas afgelopen zomer (juni en augustus 2001) hebben de Europese en Nederlandse parlementen enkele wetsvoorstellen en beleidsplannen opgesteld omtrent - voor zover mogelijk- de beperking van risico's van nanotechnologie mede in verband met het voorzorgbeginsel.

### **2.1. Beginselen en zelfregulering door particulieren**

Het Foresight<sup>27</sup> Institute for Nanotechnology<sup>28</sup> in California heeft na jarenlang gevoerde debatten enkele richtlijnen en beleidsregels opgesteld. De richtlijnen bevatten veronderstellingen, beginselen, en enkele specifieke aanbevelingen bedoeld als basis voor een verantwoordelijke ontwikkeling van nanotechnologie. Het Foresight Institute waarschuwt dat er steeds onderzoek en onderwijs nodig is om de techniek en de risico's te kunnen bevatten en begrijpen terwijl nanotechnologie zich verder ontwikkelt. Toekomstige discussies zouden zich volgens haar moeten concentreren op de voordelen en nadelen op economisch gebied en milieu. Het instituut ziet een belangrijke rol voor de industrie zelf weggelegd om vrijwillig veilige instrumenten te ontwikkelen. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat Amerikanen elke overheidsbemoeienis schuwen wanneer het gaat om een in ontwikkeling zijnde nieuwe technologie. Door overheidsbemoeienis zou deze ontwikkeling afgeremd of zelfs gestopt kunnen worden.

In bijlage 1 zijn enkele beginselen opgenomen die wetenschappers die met nanotechnologie werken zouden moeten ontwikkelen en hanteren voor een betrouwbare technologie. Het gaat

---

<sup>25</sup> Workshop "NanoBioTec for Information Technology" Date and Time: Thursday, 27 September, 09.00 - 12.00 hrs, 2000 Chairperson: Prof. Dr. Christiane Ziegler, University of Kaiserslautern, Germany.

<sup>26</sup> Zoals ik dat al ruim drie jaar doe bijvoorbeeld.

<sup>27</sup> Overigens is de vertaling van het engelse woord 'foresight': vooruitzien, overleg, voorzorg.

<sup>28</sup> The Foresight Guidelines were developed during and after a workshop on Molecular Nanotechnology (MNT) Research Policy Guidelines sponsored by the Foresight Institute and the Institute for Molecular Manufacturing (IMM). The workshop was conducted over the February 19-21, 1999, weekend in Monterey, California, zie <http://www.foresight.com>.

voornamelijk om beginselen zoals, kennis van milieu, veiligheid, ethische en economische risico's.

De richtlijnen<sup>29</sup> zijn voornamelijk bedoeld om de eventuele technische risico's van oncontroleerbare zelfvermenigvuldiging, misbruik en piraterij te voorkomen. Het gaat hen dus met name om 'gewenste' risico's namelijk zelfvermenigvuldiging die oncontroleerbaar zou kunnen worden wanneer bijvoorbeeld van deze techniek misbruik wordt gemaakt of er fouten gemaakt worden. In de richtlijnen is niets geregeld omtrent 'ongewenste' risico's. Het Foresight Institute wil zelfregulering in deze technologische branche stimuleren door de richtlijnen te publiceren, onder andere via internet, waarop kritiek en nieuwe ideeën voor verbetering gegeven kunnen worden. Het artikel van Bill Joy: "Why the Future Doesn't Need Us" is voor het instituut een duidelijk signaal dat verdere voorlichting onontbeerlijk is. Bill Joy heeft ook persoonlijk deelgenomen aan enkele debatten omtrent het opstellen van de richtlijnen. Zijn bijdrage was onder andere een richtlijn voor een verzekeringspolis voor ontwikkelaars.

## **2.2. Juridische implicaties van nanotechnologie**

De rechtsgebieden waar aanpassingen gedaan moeten worden zijn legio. Omdat de eerste juridische problemen bij de uitvinding van nanotechnologie ontstonden op het gebied van intellectueel eigendom wordt in paragraaf 2.2.1. kort ingegaan op dit probleem en worden enkele oplossingen aangedragen. In paragraaf 2.2.2. worden enkele meest voor de hand liggende mogelijke wettelijke aanpassingen genoemd.

In het algemeen zal men bij het aanpassen van wetten moeten waken voor over- en onderregulering, aangezien in beide gevallen risico's kunnen ontstaan. Bij overregulering ontstaan onnodige en ongepaste regels die stagnatie kunnen veroorzaken<sup>30</sup>. Ingeval van onderregulering is de kans op het ontstaan van veiligheidsrisico's bij gebrek aan de nodige veiligheidsregels groot.<sup>31</sup>

### **2.2.1. Intellectuele rechten**

Op het gebied van octrooirecht<sup>32</sup> kunnen problemen ontstaan in verband met de geldigheidsduur van een octrooi. Dit is van belang voor bijvoorbeeld farmaceutische octrooien die veelal toepassingen in de medische wetenschap beschermen. Doordat sommige ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologie langer kunnen duren dan de wettelijke

---

<sup>29</sup> Version 3.7 of the Guidelines are available at the Foresight web URL: <http://www.foresight.org/guidelines>. This text, like most web text, can be annotated using software called Crit, which enables in-line comments to be made using a web browser. Information about the use of Crit can be found at <http://crit.org>. We encourage your ideas and constructive criticism about how to improve the Guidelines.

<sup>30</sup> For an excellent overview of nanotechnology's environmental risks and benefits, see Neil Jacobstein, *Nanotechnology and Molecular Manufacturing: Opportunities and Risks*, Presentation at Doug Engelbart's Unfinished Revolution Colloquium at Stanford University (Jan. 20, 2000), available online at: [http://bootstrap.org/colloquium/session\\_03/session\\_03\\_jacobstein.html](http://bootstrap.org/colloquium/session_03/session_03_jacobstein.html). This topic is also addressed at length in Drexler et al., *supra* note 4, at 181-98. The following discussion draws on both sources.

<sup>31</sup> Arthur Kantrowitz, *The Weapon of Openness*, Foresight Back-ground No. 4 (1990) (arguing that the maintenance of an open society is the best defense against misuse of technology). Available on-line at <http://www.foresight.org/Updates/Background4.html>.

<sup>32</sup> Overgenomen uit: *Hoofdstukken Handelsrecht*, Hst16, Octrooirecht en andere op innovatie gerichte beschermingsregimes, R.W. Holzhauser, p. 621v, Kluwer Deventer 1996.

geldigheidsduur van het octrooi, kan de ontwikkeling van een belangrijk medicijn in gevaar komen.<sup>33</sup>

Ingeval van een zichzelf oneindig vermenigvuldigende nanobot is de oplossing wellicht makkelijk, het zou beschermd kunnen worden door het auteursrecht. Het belang hiervan kan bijvoorbeeld blijken wanneer dergelijke nanobots beschadigd of vernietigd worden, schadevergoeding op grond van de Auteurswet kan worden gevraagd en niet via een moeilijk te bewijzen onrechtmatige daadsactie waar relativiteit en causaal verband aangetoond dient te worden.

Aangezien de nano-assemblers op software gaan draaien dragen de rechtsontwikkelingen op het gebied van software (auteursrechten en octrooi) en dragers daarvan ook in belangrijke mate bij aan het wettelijke beschermingsniveau van nanotechnologische uitvindingen. Daarbij moet dan vooral gelet worden op Amerikaanse rechtspraak. De reden daarvoor is eenvoudig. De Amerikanen lopen op het gebied van informatica en rechtsinformatica nu eenmaal voor. Men denke bijvoorbeeld aan de uitspraak van het Supreme Court 8 jan. 1996, de Lotus v. Borland International, waarin het spread- sheetprogramma Lotus 1-2-3 auteursrechtelijke bescherming toegekend werd. Maar ook de Nederlandse uitspraak dat energie een zaak is, het Elektriciteitsarrest<sup>34</sup>, en het toekennen van octrooirecht voor een computergestuurde werkwijze<sup>35</sup> zijn belangrijk geweest. Al dit soort zaken dragen bij aan de verdere ontwikkeling van nanotechnologie.

### 2.2.2. Aanpassingen van wetten en verdragen

Hieronder volgen voorbeelden van meest voor de hand liggende mogelijke wettelijke aanpassingen in verband met nanotechnologie. Uiteraard zijn deze voorbeelden niet uitputtend en zeker niet allesomvattend.

Er kunnen nieuwe variaties ontstaan op de bekende onrechtmatige daadsacties uiteenlopend van productenaansprakelijkheid tot verwaarlozing van de werking van nanomachines. Men kan ook denken aan medische aansprakelijkheid voor mogelijke bijwerkingen van nanomedicijnen.

Het strafrecht zal aangepast moeten worden in verband met de te verwachten criminele activiteiten zoals diefstal en piraterij van nanotechnologische producten. Oude onopgeloste rechtszaken zullen heropend kunnen worden vanwege de nieuwe technologische vindingen. Een mooi voorbeeld is het heropenen van onopgeloste strafrechtelijke zaken in Nederland met betrekking tot het vaststellen van de identiteit van de dader of het slachtoffer aan de hand van verbeterde DNA-technieken.

Het is de vraag of nanotechnologische apparaten voor militair gebruik onder verdragen vallen die het gebruik van chemische en biologische wapens regelen. Analoog interpreterend zou men kunnen zeggen dat de verwoestende (meer dan de observerende) nanotechnologische wapens effect hebben door chemische actie, hoewel ze mechanisch op gang gebracht moeten worden.<sup>36</sup> Het moge duidelijk zijn, getuige de poging van het kabinet Reagan om het ABM

---

<sup>33</sup> *Intellectueel recht en nanotechnologie*, M. van Wensveen en J.A. Visser, mei 1999.

<sup>34</sup> HR 23 mei 1921, NJ 1921, 564.

<sup>35</sup> Streepjescode-arrest van Octrooiraad 11 mei 1987, BIE 1987, 42 (het ging om materie, later werd dit ook voor informatie toegekend).

<sup>36</sup> Het lijkt op de discussie in de informatietechnologie, of magnetische gegevens op een floppy dezelfde gegevens zijn als gegevens in een boek dat beschermd wordt door auteursrecht. De meningen hierover liepen uiteen, maar

Treaty te interpreteren<sup>37</sup>, dat nationale regeringen wetten en verdragen zo zullen interpreteren als het hun uitkomt. Derhalve is het niet te vroeg om conventies en verdragen omtrent chemische en biologische oorlogsvoering te bekijken voor eventuele aanpassing en manieren te vinden om de werking van destructieve nanotechnologie door middel van oorlogsrecht aan banden te leggen.

Milieujuristen zullen meer dan andere juristen te maken kunnen krijgen met aanpassingen. Tenminste, wanneer het gaat om op hol geslagen self-replicating nanobots die de biosfeer 'opeten'. Milieujuristen zijn overigens wel bekend met de overwegingen en grenzen verbonden aan de aanpassing van het recht in verband met opkomende technologieën temidden van technische en sociale onzekerheid<sup>38</sup>.

### 2.3. Preventie en risicobeleid door overheden

Sinds nanotechnologie in Amerika is ontdekt in 1981 zijn er twintig jaren voorbijgegaan waarin de technologie zich heeft ontwikkeld en inmiddels hebben de debatten omtrent regulering van nanotechnologie zich verscherpt. Dat de Amerikanen voorlopen op deze gebieden zal niemand verbazen. Echter waar de Amerikanen angstvallig ontwikkelingsbeperkende regels mijden, gaan de Europese en Nederlandse parlementen een stap verder. Zij hebben enkele wetsvoorstellen en beleidsplannen ingediend omtrent de beperking van risico's van nanotechnologie mede in verband met het voorzorgbeginsel. In hoofdstuk 4 zal dieper ingegaan worden op de interpretatie, betekenis en het gevolg van de toepassing van dit begrip.

#### 2.3.1. Amerikaans recht

Amerikaanse regelgeving betreft voornamelijk het veiligstellen van investeringen voor de ontwikkeling van nanotechnologie door het Ministerie van Energie en het Pentagon. Bill Clinton heeft begin januari 2000 het agentschap the National Nanotechnology Initiative<sup>39</sup> in het leven geroepen. Als zodanig is de ontwikkeling van nanotechnologie ook opgenomen in het fiscale plan 2001.

Uit het Amerikaanse federale register<sup>40</sup> blijkt het volgende:

[...]

SUMMARY: The Office of Basic Energy Sciences (BES) of the Office of Science (SC), U.S. Department of Energy (DOE), hereby announces its interest in receiving grant applications for innovative research on the topic of nanoscale science, engineering and technology.

---

uiteindelijk is de wet toch aangepast en is een werk gemaakt op de computer expliciet opgenomen in de Auteurswet.

<sup>37</sup> The ABM Treaty reinterpretation debate is discussed in Glenn H. Reynolds & Robert P. Merges, *Outer Space: Problems of Law and Policy* 94-101 (2d ed. 1997).

<sup>38</sup> Vergelijk bijvoorbeeld de verbeterde onderzoeks- en meettechnieken in de bouw. Verontreinigd puin (of havenslib) wordt alleen nog maar gebruikt als fundament bij het bouwen van wegen niet bij het bouwen van huizen. In gespecialiseerde milieuwetten staat welke schadelijke stoffen en zo ja welke hoeveelheid in puin of andere grondstoffen nodig voor de (wegen)bouw mag zitten. Schadevergoeding en boetes bij overtreding zijn ook in deze wetten geregeld.

<sup>39</sup> De US National Nano Website: <http://www.nano.gov/start.htm>.

<sup>40</sup> Available at LEXIS-NEXIS® Academic: FEDERAL REGISTER Vol. 66, No. 201 Notices DEPARTMENT OF ENERGY (DOE), Office of Science; Office of Science Financial Assistance Program Notice 02-02; Nanoscale Science, Engineering, and Technology 66 FR 52756, DATE: Wednesday, October 17, 2001.

Opportunities exist for research with primary focus in materials sciences and engineering, chemical sciences, biosciences, and biomolecular materials. More specific information is outlined in the supplementary information section below....

...These reports are Complex Systems: Science for the 21<sup>st</sup> Century (1999) available at: <http://www.sc.doe.gov/production/bes/complexsystems.htm> and Nanoscale Science,

Engineering and Technology Research Directions (1999) available at: <http://www.sc.doe.gov/production/bes/nanoscale.html>.

These reports detail current topics supported by BES in the area of NSET, describe future research directions, and should be used as a guide to appropriate proposal topics.

Applications will be subjected to scientific merit review (peer review) and will be evaluated against the following evaluation criteria listed in descending order of importance as codified at 10 CFR Part 605.10(d) <http://www.sc.doe.gov/production/grants/605index.html>:

1. Scientific and/or technical merit of the project;
2. Appropriateness of the proposed method or approach;
3. Competency of applicant's personnel and adequacy of proposed resources; and
4. Reasonableness and appropriateness of the proposed budget...

...Information about the development and submission of applications, eligibility, limitations, evaluation, selection process, and other policies and procedures may be found in 10 CFR part 605 and in the Application Guide for the Office of Science Financial Assistance Program.

Electronic access to the Guide and required forms is available via the World Wide Web at:

<http://www.sc.doe.gov/production/grants/grants.html>. [...]

### 2.3.2. Europese regelgeving

Volgens geldende gemeenschapswetgeving van 1999<sup>41</sup> liggen de prioriteiten en doelstellingen op het gebied van technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen in het algemeen bij een *duurzame* technologie waarbij zoveel als mogelijk de *risico's* in kaart gebracht dienen te worden.

[...]De verbetering van de kennis, deskundigheid en kwalificaties van de Europese onderzoekers en het inzicht in de sociaal-economische effecten van onderzoek op de door het programma bestreken gebieden is van essentieel belang om een toereikende beschikbaarheid van passende deskundigheid te waarborgen en om tastbare en duurzame resultaten tot stand te brengen. [...]

Hieronder valt ook nanotechnologie getuige de volgende passage inzake 'Materialen met ruime toepassingen':

[...] OTO-prioriteiten: innoverende benaderingen zoals nanostructuurmaterialen, supramoleculaire chemie, colloïdale systemen en biomimetische materialen; katalysatoren, nieuwe en verbeterde, bijvoorbeeld in extreme omstandigheden gebruikte structurele en lichte materialen, met name voor de bouw, vervoer en toepassingen bij hoge temperaturen; functionele materialen, met name voor optoelektronica en sensoren, met eigenschappen die een betrouwbare werking mogelijk maken; nieuwe en verbeterde biomaterialen zoals

---

<sup>41</sup> Publikatieblad nr L 064 van 12/03/1999 BLZ. 0040, Beschikking van de Raad van 25 januari 1999 tot vaststelling van een specifiek programma voor onderzoek, technologische ontwikkeling en demonstratie op het gebied van een concurrerende en duurzame groei (1998-2002), 1999/169/EG.

implantaten en hybride weefsels; onderzoek ter verbetering van het inzicht in veroudering- en breukverschijnselen. [...]

Ingeval van biologische hulpbronnen ligt de prioriteit van het gemeenschapsbeleid<sup>42</sup> bij onderzoek naar ethische waarden. Of onderzoek naar ethische waarden ook geldt voor nanotechniek is hier nog niet letterlijk terug te vinden.

[...] Onderzoek naar problemen op het gebied van medische ethiek en bio-ethiek, met inachtneming van de fundamentele menselijke waarden Doel is de ethische, juridische en maatschappelijke vraagstukken te inventariseren die als gevolg van het medische en biologische onderzoek en in een breder verband door de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen aan de orde worden gesteld, om de problemen in kaart te brengen die bij het brede publiek bezorgdheid hebben doen ontstaan en hierover een maatschappelijke discussie op gang te brengen, en de ethische dimensie van juridische en regelgevingsmaatregelen te analyseren.

OTO-prioriteiten: ethische aspecten van onderzoek in de biowetenschappen en de toepassingen daarvan in de medische praktijk, in voeding, bij dieren, planten en het milieu (1). [...]

Uit het bovenstaande blijkt dat er wel reeds met de ontwikkeling van nieuwe technologieën rekening wordt gehouden, hoewel de te volgen beleidslijnen daaromtrent wat summier zijn.

Wat betreft onderzoek naar ethische waarden van nanotechnologie bestaat nog geen beleid of richtlijn, maar er bestaat wel reeds een voorstel voor een beschikking van de Raad van 28 augustus 2001<sup>43</sup>. Het kaderprogramma is opgebouwd uit drie hoofdgroepen van activiteiten, "Integratie van het onderzoek", "Structureren van de Europese onderzoeksruimte" en "Versterking van de grondslagen van de Europese onderzoeksruimte", waarvan de tweede moet worden uitgevoerd door deze beschikking, met name de doelstellingen en wetenschappelijke en technologische prioriteiten vallend onder bijlage I. Hieronder volgen de voor dit werkstuk relevante gedeelten van de betreffende bijlage. Het voorzorgbeginsel wordt direct met de risico's van nanotechnologie in verband gebracht:

[...] Verantwoord onderzoek en toepassing van wetenschap en technologie...

- Ethiek: netwerken tussen bestaande organisaties en activiteiten op ethisch gebied in Europa, en bevordering van de dialoog over ethiek in onderzoek met andere regio's wereldwijd; bewustmaking en opleidingsactiviteiten op het gebied van ethiek; coördinatie en ontwikkeling van gedragscodes voor onderzoekactiviteiten en technologische ontwikkelingen; onderzoek inzake ethiek in relatie tot wetenschap, technologische ontwikkelingen en de toepassing daarvan, bijvoorbeeld ten aanzien van de informatiemaatschappij, nanotechnologieën, menselijke genetica en biomedisch onderzoek en in voedseltechnologieën.

- Onzekerheid, risico's en toepassing van het voorzorgsbeginsel: analyse en ondersteuning van de beste praktijken bij de toepassing van het voorzorgsbeginsel op diverse gebieden van beleidsvorming en bij de beoordeling, het beheer en het bekendmaken van onzekerheid en risico's. [...]

---

<sup>42</sup> *Publikatieblad nr L 064 van 12/03/1999 BLZ. 0001 - 0019*,: Beschikking van de Raad van 25 januari 1999 tot vaststelling van een specifiek programma voor onderzoek, technologische ontwikkeling en demonstratie op het gebied van "Kwaliteit van het bestaan en beheer van de biologische hulpbronnen" (1998-2002), 1999/167/EG.

<sup>43</sup> Voorstel voor een Beschikking van de Raad tot vaststelling van een specifiek programma 2002-2006 voor onderzoek, technologische ontwikkeling en demonstratie ter bevordering van het structureren van de Europese onderzoeksruimte, COM/2001/0279 def. - CNS 2001/0123, Publicatieblad Nr. C 240 E van 28/08/2001 blz. 0227 - 0237.

De rechtsgrondslag van deze beschikking ligt in art. 166 EG-verdrag. Op het gebied van (nanotechnologisch) onderzoek en innovatie moet de wetenschap de samenleving dienen, door op een verantwoorde ontwikkeling en toepassing van wetenschap en technologie toe te zien. Daarbij dient rekening gehouden te worden met ethische aspecten, onzekerheid, risico en toepassing van het voorzorgbeginsel.

### 2.3.3. Het Nederlandse Nationale milieubeleidsplan

Recentelijk is het 4e Nationale Milieubeleidsplan gepubliceerd<sup>44</sup> waarin het volgende is opgenomen betreffende de risico's van nanotechnologie en het voorzorgbeginsel. Hieronder volgen enkele tekstgedeelten die voor dit werkstuk van belang zijn. Het betreft:

- technologische doorbraken door robots, nanotechnologie en genetica
- gevaar van zelfreproductie: kleine fouten, grote gevolgen
- biologische vervuiling: ernstiger dan huidige vervuiling

[...]

#### **Milieuprobleem 7: Mogelijke onbeheersbare risico's**

Situatie over 30 jaar (bij ongewijzigd beleid): de oplossingen van vandaag zijn mogelijk de problemen van morgen.

#### **Zeven grote milieuproblemen:**

##### **De situatie in 2030**

Op grond van de ervaring dat de oplossingen van vandaag de problemen van morgen kunnen zijn, mogen we in ieder geval niet verwachten dat ze niet zullen ontstaan. De nadelen van oplossingen blijken immers vaak pas later. Het zijn altijd de onverwachte bijeffecten die de grootste milieuproblemen opleveren. Het *voorzorgbeginsel* (mijn cursief) vereist dat we rekening houden met worst case scenario's en dat we tijdig maatregelen nemen...

#### **Zorgen rond mogelijke oplossingen**

Voor de problemen die we nog moeten oplossen wordt veelal verwachtingsvol gezocht naar technologische doorbraken. Zo zijn er voor de transitie naar een duurzame energiehuishouding en een duurzame landbouw onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's. Deze moeten leiden tot systeeminnovaties, waarbij de milieueffecten substantieel worden beperkt. Ook voor de transitie naar een duurzaam gebruik van biodiversiteit en natuurlijke hulpbronnen zal nieuwe technologie van belang zijn om de gewenste dematerialisatie te bereiken. Echter nieuwe technologie kan ook tot nieuwe milieuproblemen leiden.

Drie velden van nieuwe technologie zijn potentieel risicovol: robots, *nanotechnologie* en genetica. Robots voor huishoudelijk gebruik, in industriële processen en om onderzoek in de ruimte te doen. *Nanotechnologie* om kleine sensoren te maken en om zeer lokale medische ingrepen te verrichten. Genetica voor medische toepassingen en voor verbetering van de agrarische productie. Combinaties komen voor. Manipulatie van DNA door *nanomachines*. DNA als onderdeel voor computerchips. *Nanorobots*. Lerende en zelfherstellende robots, gebouwd met een voorraad elektronisch DNA.

De voorspelde successen van deze technieken zijn indrukwekkend. Onbemande ruimteschepen die zichzelf kunnen herstellen van botsingen met meteorieten, chips die zich kunnen aanpassen aan hun energiebehoefte, computers die zelf een methode voor de oplossing zoeken voordat ze aan de oplossing beginnen, robots die op suiker lopen. DNA-chips die voor een genetische analyse een heel laboratorium kunnen vervangen.

---

<sup>44</sup> Nationaal Milieubeleidsplan 4, Tweede Kamer, 13 juni 2001, 047 767.

De verwachting is dat de combinatie van genetische manipulatie, *nanomachines* en robots zal leiden tot een versnelling van onderzoek en individualisering van geneeswijzen. Veel van de technieken zijn nog niet buiten het laboratorium te vinden, maar eenvoudige versies zijn al te koop voor consumenten. Het militaire apparaat kijkt vol verwachting uit naar de resultaten.

### **Wat kan er fout gaan?**

De oplossing van vandaag kan het probleem van morgen zijn. Niet het gewas maar het onkruid wordt resistent tegen het bestrijdingsmiddel. Medicijnen als additief ingebracht in voedsel veroorzaken virulente ziektes. Vitamine A in rijst geeft vitaminevergiftiging. Zich *reproducerende nano-machines* verdrijven de ratten uit de riolen, maar zijn niet meer te verwijderen. De kennis over moderne geneesmiddelen biedt ook mogelijkheden voor de ontwikkeling van biologische wapens. Snelle methoden van analyse van DNA geeft mogelijkheden tot snelle identificatie van bevolkingsgroepen en genetic cleansing...

...In een krimpende wereld hebben de kleine, snel reproducerende soorten een evolutionair voordeel. De nieuwe technieken van genetische manipulatie en *nano-machines* spelen zich op een zelfde schaal af en robottechnologie voegt zelfreproductie toe. Het geeft extra mogelijkheden aan de bacteriën, virussen en insecten. Dit alles kan leiden tot een grote mate van instabiliteit van beide systemen, het economische systeem en het life support systeem.

Tijdens een symposium van de OECD waarschuwde *Bill Joy*, medeoprichter van Sun Microsystems, onlangs (mei 2000) tegen GNR ('genetics, nanotechnology, and robotics'). 'Accustomed to living with almost routine scientific breakthroughs, we have yet to come to terms with the fact that the most compelling 21st-century technologies - robotics, genetic engineering, and nanotechnology - pose a different threat than the technologies that have come before. Specifically, robots, engineered organisms, and nanobots share a dangerous amplifying factor: they can self-replicate. A bomb is blown up only once - but one bot can become many, and quickly get out of control.'

Kan het fout gaan? De kans is aanwezig. We weten nu dat kerncentrales exploderen, dat olietankers op de rotsen lopen en dat space shuttles de verkeerde afdichtingen kunnen krijgen. Dus zullen GMO's en nanorobots ook wel ontsnappen. Het is hooguit de vraag of we de rommel kunnen opruimen. Wat kost het opruimen van een biologische emissie die zichzelf reproduceert?...

...De milieuvervuiling van de 21e eeuw wordt biologische vervuiling, in tegenstelling tot de vervuiling van de 20e eeuw, die abiotisch was. Biologische vervuiling is veel ernstiger. Ongewenste verspreiding van zware metalen, pesticiden en dergelijke is erg, maar is uiteindelijk te bestrijden. Men kan het opruimen of immobiel maken. Levende soorten met veel, kleine, zich snel voortplantende, zich snel verplaatsende en zich snel aanpassende individuen zijn daarentegen niet uit te roeien. Kleine knaagdieren, insecten, bacteriën en virussen zijn onoverwinnelijk. Ook robots kunnen uitgroeien tot zelfreproducerende, zich verplaatsende en zich aanpassende entiteiten. Deze eigenschappen maken dat de bestrijding van ongewenste virussen, bacteriën, muggen, ontsnapte *nanorobots* en gmo's astronomische bedragen zal kunnen vergen. dan huidige vervuiling. [...]

Het is jammer dat de Nederlandse regering zich bij het opstellen van het NMP4 zo heeft laten inspireren door het stuk van Bill Joy en de reacties daarop. Wellicht had ze zich beter kunnen laten informeren door de wetenschappers zelf. Misschien heeft de regering nog wat meer tijd en informatie nodig om tot andere en minder drastische inzichten te komen<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> En ook om de inhoudelijke fouten te verbeteren, dit geheel terzijde.

### 3 De risicomaatschappij

In deze moderne tijd leven we volgens wetenschappers in een risicomaatschappij. Omdat het begrip risico niet eenduidig uitgelegd kan worden, zal in dit hoofdstuk ingegaan worden op wat het begrip risico kan inhouden. Deze uiteenzetting is niet limitatief. Aan de hand van de theorie van wetenschappers als: Adams, Douglas en Wildavsky, Beck en Giddens zullen aspecten als 'cultural theory', politiek, moderne reflexiviteit, individualisering, dubbele hermeneutiek, enz aan bod komen.

#### 3.1. Het begrip risico

In de loop der eeuwen is de betekenis van het begrip risico ingrijpend veranderd. Risico is niet langer alleen onzekerheid of kans op gevaar, nadeel of schade. De betekenis van het begrip heeft in deze tijd een negatieve lading gekregen. Het is een schande om schade te hebben. Terwijl risico vroeger geassocieerd werd met noodlot, betekent het tegenwoordig: vrees voor een bepaalde afloop. In de technische taal van het *risk management* is risico de kans op schade in relatie tot de omvang van de schade.<sup>46</sup> Volgens Pieterman is inmiddels duidelijk geworden dat gevaar en risico niet hetzelfde zijn. Gevaar verwijst naar schade die in de tijd nabij is en die als acuut ervaren wordt. Risico's verwijzen naar schade die met meer of minder waarschijnlijkheid vroeger of later op kan treden. Pieterman maakt het volgende onderscheid omtrent risico en schade<sup>47</sup>:

- Het schulddenken van de 19<sup>e</sup> eeuw. Eenieder draagt in beginsel zijn eigen schade, tenzij aangetoond dat hij zelf geen enkele schuld had en bewezen kon worden dat de schuld voor de schade geheel bij een ander lag. Aan dit schulddenken lag de gedachte ten grondslag dat de mens een redelijk handelend, individueel en rationeel wezen is. Van belang is de morele schuld in de vorm van nalatigheid of onzorgvuldigheid.
- Het risicodenken van de twintigste eeuw. Tijdens het industrialisatieproces kwam men tot het rationele oordeel dat schade onlosmakelijk verbonden is aan de industriële productiewijze. Om de voortgang van het industrialisatieproces te waarborgen werd een schadevergoedingssysteem ontwikkeld waaraan we onze huidige publieke en particuliere verzekeringsmechanismen te danken hebben.
- Het preventiedenken, eind-twintigste eeuw. Volgens Pieterman is de houding ten opzichte van risico's en schade radicaal veranderd. Men denkt dat schade te vermijden is. Een juridische uitwerking hiervan is het voorzorgbeginsel.

In het riskmanagement<sup>48</sup> geeft men de volgende betekenis aan het begrip risico: 'de kans op schade in relatie tot de omvang van de schade', zonder te kunnen voorspellen wanneer de

---

<sup>46</sup> Uit *Blueprint for a Green Economy* (Pearce et al. 1989); geciteerd in John Adams *Risk* (UCL Press, 1995, 94). Adams merkt later op dat de auteurs zich in dit voorbeeld een factor honderd vergissen. Volgens hem zijn dergelijke fouten geen triviale typefouten, maar gebeurt het veelvuldig dat "people conjuring with complex models and large numbers [manage] to misplace their decimal point" (Idem, 105).

<sup>47</sup> R. Pieterman, "Afscheid van risico? Niet zonder gevaar!", *Recht der Werkelijkheid* (16) 2001/1, p. 35–63.

<sup>48</sup> Idem.

nadelige situatie zich zal voordoen. Er is sprake van onzekerheid als de kans op de nadelige situatie niet voorspeld kan worden.

Maar de mens is niet in staat alle risico's te kennen, en van de bekende risico's kunnen er maar enkele geselecteerd worden voor nader onderzoek. Bovendien is kennis door wetenschappelijk onderzoek nooit volledig. Men kan aan de hand van de *huidige* stand van de wetenschap genoeg kennis hebben dat bepaalde risico's zich zullen voordoen, om het onderzoek naar die risico's te stoppen. Later zou kunnen blijken dat het onderzoek weer hervat moet worden vanwege nieuwe inzichten. Bijvoorbeeld inzichten uit andere culturen waar dergelijk onderzoek niet gestopt is.

Pieterman<sup>49</sup> onderscheidt in het risicodenken drie karakteristieke elementen namelijk: de berekenbaarheid van schade, formele aansprakelijkheid voor schade en preventie. Particuliere en publieke verzekeringen zijn een voorbeeld van formele aansprakelijkheid. Men kan zich voor een bepaald bedrag verzekeren tegen bepaalde risico's. Op grond van de verzekering wordt een vergoeding uitgekeerd ingeval van schade. Hoe die schade ontstaan is en wie daaraan schuldig is, is voor de uitkering van de schade niet van belang. Risico's worden als onvermijdbaar gezien en maken deel uit van de samenleving. Het is de samenleving die de gehele schade draagt niet het individu.

Door ervaringskennis uit het verleden omtrent risicovolle gebeurtenissen ontstaat een groter inzicht in risico en schade. Men dacht derhalve te kunnen spreken van een maakbare en beheersbare samenleving. Schadeveroorzakende activiteiten konden worden voortgezet wanneer de maatschappelijke kosten ervan konden worden terugverdiend door deze door te berekenen in de eindprijs van een bepaald product. Op de achtergrond speelde het vertrouwen dat de wetenschap risico's kon aantonen en voorkomen. Op een gegeven moment werd echter duidelijk werd dat de techniek (als wetenschap) zelf de voornaamste bron was van potentiële risico's.

### 3.2. Menselijk gedrag en risico's

In zijn boek "Risk" legt John Adams<sup>50</sup> uit dat de reden dat veel veiligheidsmaatregelen te kortschieten ligt in het feit dat mensen risico's compenseren. Hij is sceptisch ten opzichte van overheidsmaatregelen om grotere veiligheid te bereiken. Mensen reageren niet passief op dergelijke regels, maar zullen bepaalde veiligheidsregels bedoeld om een bepaald risico te vermijden, compenseren – vaak met een ander risico. Mensen zijn bereid om bepaalde risico's te nemen in hun leven.

Als voorbeeld noemt hij de veiligheidsmaatregelen omtrent het verhogen van verkeersveiligheid bij autogebruikers. Ondanks de genomen maatregelen, lijken mensen agressiever te gaan rijden. Men had ook met het veel veiligere openbaar vervoer kunnen gaan, maar kennelijk wegen de voordelen van autorijden, snelheid, comfort en gemak niet op tegen de verhoogde risico's van letsel of sterfte door een verkeersongeluk.

Volgens Adams anticiperen overheidsregels niet adequaat op een dergelijke risico compensatie. Het wettelijk verplichten van het dragen van een autogordel bijvoorbeeld mist zijn doel, namelijk het verlagen van verhoogde kans op letsel bij een auto-ongeluk. Er is zelfs

---

<sup>49</sup> R. Pieterman, "Afscheid van risico? Niet zonder gevaar!", *Recht der Werkelijkheid* (16) 2001/1, p. 35–63.

<sup>50</sup> *Risk* by John Adams (UCL Press Limited, University College London, Gower St., London WC1E 6BT) (1995).

een lichte daling in het aantal ongevallen te bemerken in gevallen waar deze regel niet van kracht is.

Het boek van Adams zou een waarschuwing moeten zijn voor beleidsmakers die een veiligere leefomgeving willen creëren. Men zal het compenseren ofwel het verschuiven van risico's naar aanleiding van bepaalde veiligheidsregels moeten voorzien. Door het verplichten van het dragen van een autogordel tijdens het rijden, zal de automobilist zich veiliger voelen en dus harder gaan rijden, waardoor de risico's voor andere weggebruikers worden vergroot.

De oplossing ligt volgens Adams niet slechts in het opstellen van een aantal wettelijke regels of het aanbrengen van technische verbeteringen (denk aan airbags) voor een veiligere verkeerssituatie. Individuen moeten zelf gaan kiezen welk risico en gedrag ze acceptabel vinden. De overheid is dan bij uitstek degene die de burger *informatie* moet verschaffen over de risico's van bepaald gedrag en beschermende maatregelen moet nemen voor diegene die het minst in staat zijn hun eigen risico's te bepalen (bijvoorbeeld kinderen).

### 3.3. De moderne samenleving

Volgens Beck bevindt de huidige samenleving zich in een nieuwe fase van het moderniseringsproces, namelijk die van de 'risicomaatschappij'. Het kenmerk van de risicomaatschappij is het type risico's dat geproduceerd wordt. Hij onderscheidt verschillende typen risico's, namelijk ecologische, individualiseringsrisico's en beheersrisico's. Het wordt voor individuen steeds moeilijker de complexe samenleving te begrijpen en ontwikkelingen bij te houden. Het wordt ook steeds moeilijker om wetenschap, technologie en economie te beheersen. Vaak spelen instellingen die de samenleving sturen een dubbele rol bij het beperken, onderzoeken en vaststellen van risico's.

Beck doet in zijn boek 'Risk society' een belangrijke bijdrage aan de theorie van industriële maatschappij en het concept 'moderniteit'.<sup>51</sup> Hij geeft kritiek op de rol van wetenschap en instrumentele rationaliteit in een moderne samenleving. Hij gaat uit van een 'nulrisico' beleid dat echter voorbijgaat aan voordelen die een technologie kan opleveren. Wat Beck doet met vrijwillige veroorzaakte risico's is niet geheel duidelijk, behalve dat hij aangeeft dat mensen bereid zijn dergelijke risico's te nemen, bijvoorbeeld die betreffende verkeersongelukken met auto's.

#### 3.3.1. Douglas en Wildavsky's 'cultural theory'

Een andere factor die de denkwijze omtrent het begrip risico beïnvloed werd door Douglas en Wildavsky geïntroduceerd aan de hand van de 'cultural theory'.<sup>52</sup> Deze houdt in dat het culturele verbonden wordt met het politieke. Kennis kan nooit volledig zijn, dus berust het op selectie. Om te kunnen weten welk risico we het gevaarlijkst vinden moeten we weten welke voordelen van een technologie men het belangrijkste vindt. In die zin is men dan ook genoodzaakt prioriteiten te stellen en *die* gevaren te selecteren die belangrijk genoeg zijn om te kennen en te onderzoeken. Deze prioriteiten worden bepaald door een belangenstrijd waarin politieke overwegingen een belangrijke rol spelen.

---

<sup>51</sup> Ulrich Beck, *Risk society, Towards a New Modernity*, Polity Press 1992.

<sup>52</sup> *Risk and Blame; Essays in Cultural Theory*, Routledge 1992, p. 31.

Douglas en Wildavsky onderkennen dat over de vraag welke risico's bestreden moeten worden in de samenleving fundamentele meningsverschillen bestaan. Zij onderscheiden onder andere de volgende drie benaderingen:

1. De hiërarchische benadering. Orde en veiligheid op nationaal en internationaal niveau zijn de belangrijkste waarden. Vrede en stabiliteit zijn het belangrijkste en oorlog, misdaad en andere maatschappelijke vormen van onrust en onveiligheid de ergste gevaren.
2. De individualistische benadering. Deze op de vrije markt georiënteerde benadering, ziet de ontplooiing van het individu als hoogste goed. Individuele vrijheid van de burger moet veilig gesteld worden. Voorrechten, verstarrend beleid en economische achteruitgang moeten voorkomen worden.
3. De egalitaristische benadering. Menselijke gelijkheid, broederschap en het in harmonie leven met de natuur behoren tot de hoogste waarden. Overheden, industrie en wetenschap zijn gevaarlijke sociale systemen die vervreemd zijn van het alledaags leven. In deze benadering is het milieu belangrijk. Het voornaamste doel is het tegengaan van grootschaligheid omdat die de harmonie met de (natuurlijke) omgeving verstoort. Volgens Douglas en Wildavsky is deze benadering in de afgelopen tijd geldend geworden.

Een instelling als het Forsight Institute valt onder de individualistische benadering, maar ook deels onder de hiërarchisten doordat ze vanuit een wetenschappelijke achtergrond vrijwillig veiligheidsnormen hebben opgesteld. Bill Joy is zo'n wetenschapper uit een individualistisch gerichte cultuur – namelijk de Amerikaanse cultuur, waar de overheid regulering zo min mogelijk toepast. Het lijkt er bovendien op dat hij een fatalist -in het bijzonder een dystopist- is hoewel hij toch weer hoopt dat verbroederlijk menselijk gedrag (egalitaristische benadering) de mens van de ondergang zal redden.

Nederland is een lidstaat van de Europese Unie. Zij zal bepaalde Europese regels moeten implementeren in nationaal beleid en/of recht. Als zodanig valt Nederland onder de hiërarchistische benadering. Weliswaar hebben bepaalde waarden van de egalitaristische benadering nog veel invloed, zoals blijkt uit bijvoorbeeld de invloed van milieuorganisaties op Nederlands beleid en politiek, maar naarmate de Europese Unie meer invloed krijgt op haar lidstaten zal de hiërarchistische benadering gaan overheersen.

### **3.3.2. Politieke besluitvorming**

Een van de belangrijkste oorzaken voor de opkomst van de 'egalitaristen' kan gelegen zijn in het feit dat de media<sup>53</sup> massaal burgers confronteren met wetenschappelijke ontwikkelingen, politieke vraagstukken omtrent milieu en voedsel<sup>54</sup>, reclameblokken van allerlei milieuactieve groepen zoals bijvoorbeeld Greenpeace. Daarnaast vormen ook globalisering en het toenemen van de mondigheid van de burger belangrijke oorzaken.

Het belang van de burger staat hierin voorop. Dergelijke belangen en politiek zouden gebaseerd moeten zijn op visie, feiten en analyse. Het lijkt er echter op, dat deze steeds meer vervangen wordt door draagvlak, perceptie en emotie. Een voorbeeld hiervan is de uitkomst

---

<sup>53</sup> Waarbij de vorm van televisie: geluid en beeld mijns inziens de meest invloedrijke vorm is.

<sup>54</sup> Vooral de negatieve effecten daarvan getuige varkenspest, BSE, MKZ, dioxine-crisis enz.

van discussies over de luchtvaart<sup>55</sup>, wat ook op andere maatschappelijke debatten van toepassing kan zijn. Volgens Baksteen is het voorbeeld van de discussie over de luchtvaart gemakkelijk vanwege de helderheid en de eenvoudig controleerbare feiten. Milieugroepen hebben verborgen agendapunten als het streven naar een andere samenleving, een samenleving zonder economische groei, een samenleving zelfs van "consuminderen". Het zijn voortzettingen van de radicaal-linkse actiegroepen uit de zeventiger jaren, in een dun groen jasje. Baksteen vindt het streven naar een andere samenleving onverstandig. Het beperkt de economische groei die juist voordelen voor de mens en het milieu oplevert. Dergelijke actiegroepen zijn weliswaar legitiem maar horen niet onevenredig veel invloed op de politieke besluitvorming te hebben. Deze militante milieubeweging suggereert een groot draagvlak in de samenleving te hebben tegen luchtvaart. Bij een recente NIPO enquête onder zowel omwonenden als niet-omwonenden van vliegvelden was het percentage, dat spontaan luchtvaart als probleem noemde, nul.

Baksteen beweert dat door jarenlang suggestief taalgebruik, en zelfs het verspreiden van onwaarheden de perceptie ontstaan is bij de overheid en de media, dat luchtvaart een uitzonderlijk milieubedreigende activiteit is. De Brent Spar-affaire heeft bewezen dat dergelijke onwaarheden verspreid door milieuactivisten ook weer makkelijk vergeten worden. Tenslotte wordt handig op de emotie van de burger ingespeeld. Als voorbeeld van misplaatste emotie kan het kappen van het zogenaamde 'Bulderbos' genoemd worden. Dat bos blijkt helemaal geen bos te zijn, maar een klein grasveldje in de polder -kleiner dan het strafschopgebied van een voetbalveld- met wat jonge aanplant. Volgens Baksteen wordt dit argument misbruikt voor een ander doel namelijk het bewerkstelligen van een andere samenleving en niet het milieu of de omwonenden van een luchthaven.

Douglas en Wildavsky<sup>56</sup> menen dat actiegroepen als Greenpeace geen echte milieubeweging meer zijn, omdat ook zij belang hebben bij het eigen voortbestaan. Zo gezien zouden milieuorganisaties ook allerlei 'tegens' in de wereld kunnen helpen in verband met de eventuele risico's van nanotechnologie, die moeilijk te weerleggen zijn doordat de voorstelling van zaken onjuist is en de politiek – met name de politieke partijen en de regering- deze 'tegens' klakkeloos zou kunnen overnemen in haar politiek programma. Dat wellicht het veiligstellen van een Europese toekomst voor het nageslacht in verband met een eventueel niet ongevaarlijke toekomstige technologie ook meer van belang is geworden speelt ook mee. De Europese politiek is zodanig dat op het gebied van nanotechnologie beleidsregels en het voorzorgsbeginsel ervoor moeten zorgen dat eventuele risico's van nanotechnologie tenminste beperkt worden.

Beck heeft een scherpe kritiek tegen risk management willen schrijven, in het bijzonder tegen risk management zoals vele risico experts en managers het willen uitvoeren, namelijk, als een oefening in bureaucratische rationaliteit, technocratie, en verachting voor de publieke perceptie van risico.

### **3.3.3. Reflexiviteit en individualisering**

Meestal ziet men de moderne mens bij uitstek als een autonoom subject dat erop uit is de werkelijkheid met behulp van technisch-rationele middelen te beheersen en naar eigen wens

---

<sup>55</sup> Artikel Vrij Nederland 31 augustus 2000, Benno Baksteen Luchtvaartdeskundige, Voorzitter Platform voor de Nederlandse Luchtvaart.

<sup>56</sup> Zie onder andere Mary Douglas en Aaron Wildavsky, *Risk and Culture*, University of California Press, 1982).

vorm te geven, en daarbij zichzelf volgens eigen inzicht een identiteit te geven. De socioloog Anthony Giddens beweert dat juist reflexiviteit het karakteristieke kenmerk is van de moderne mens. Aan het einde van de moderne tijd hebben mensen niet meer op een vanzelfsprekende manier een identiteit. Het zelf-zijn, zegt Giddens, is zelf een reflexief project geworden. Wat ik als 'zelf' ben, staat niet langer vast, en mijn leven moet ik voortdurend herzien.<sup>57</sup> Als iemand over zichzelf praat, dan vertelt hij niet alleen over wat hij in het verleden heeft meegemaakt en in de toekomst van plan is, hij giet zijn levensgeschiedenis in de vorm van een beschrijving van het traject dat hij door de tijd aan het afleggen is.

Beck beweert in zijn boek 'Risk Society' dat natuurwetenschap ook 'reflexief' wordt, omdat het 'onttroond' wordt door betwisting van haar 'monopolie' op de waarheid. Beck eindigt met op te roepen tot een nieuwe 'pedagogie van wetenschappelijke rationaliteit'. Het is alleen een beetje moeilijk in te schatten wat hiermee bereikt zou kunnen worden. Waarom we dit nodig hebben verteld Beck niet. Hopelijk draagt het Foresight Instituut bij aan hetgeen Beck zo graag zou willen zien. Het instituut stelt namelijk op een goedkope manier informatie beschikbaar voor zowel wetenschappers als leken en het stelt aan de hand van publieke debatten richtlijnen op en past deze richtlijnen voortdurend aan aan de ontwikkelingen in de technologie, wetenschap en politiek.

Beck schrijft dat risico gedefinieerd kan worden als de systematische manier van omgaan met gevaren en onzekerheden veroorzaakt en geïntroduceerd door modernisatie.<sup>58</sup> In tegenstelling tot eerdere tijdperken (inclusief de industriële maatschappij), wordt de risicomaatschappij voornamelijk gekarakteriseerd door een gebrek: het belang van een externe toevoeging van risico's. Met andere woorden, risico's zijn afhankelijk van beslissingen, ze zijn industrieel geproduceerd en in deze zin politiek reflexief.<sup>59</sup>

Volgens Beck oefenen risico en individualisatie hun samenhang uit als aspecten van een reflexieve modernisatie van de industriële samenleving. Dit is logisch: in de tweede fase van de industriële samenleving zijn individuen bevrijd van hun onbewuste verzonkenheid in traditionele groepsvaststellingen en worden uitgedaagd om tot zelfbewustzijn te komen met hun onbemiddelde relatie in de maatschappij. Individen zijn zich bewust geworden van de omvang van deze risico's dankzij bijvoorbeeld de wetenschap van epidemiologie, die ons helpt de ingegeven deceptie veroorzaakt door de incubatieperiode (van 20 jaar of langer) van longkanker en de andere fatale ziektes veroorzaakt door tabaksgebruik te ontmaskeren.

In eerste instantie moet er overeenstemming bereikt worden over de risico's die de geïndividualiseerde samenleving bedreigen, zoals het verdwijnen van het natuurlijke landschap of aantastingen van het milieu door bijvoorbeeld nanotechnologie. Maar in breder verband ontstaat er -schijnbaar tegen de door de overheid ingezette tendens van deregulering in -overeenstemming over wetten, regels en normen. Deze overeenstemmingen produceren gemeenschappelijke grondslagen waarop verder gewerkt kan worden.

### 3.3.4. Dubbele hermeneutiek

Giddens noemt 'dubbele hermeneutiek' als een van de kenmerken van moderniteit. De mens- en cultuurwetenschappen hebben, anders dan de natuurwetenschappen, betrekking op een vooraf geïnterpreteerde wereld. In het dagelijkse leven interpreteren actoren hun

---

<sup>57</sup> Anthony Giddens, *Modernity and Self-Identity*, Cambridge, Polity Press, o.a. p. 4 e.v.

<sup>58</sup> Ulrich Beck, *Risk society, Towards a New Modernity*, Polity Press 1992, p. 21.

<sup>59</sup> Idem, p. 183.

communicatieve handelingen (eerste hermeneutiek). Sociale wetenschappers interpreteren op hun beurt deze interpretaties (dubbele hermeneutiek. Wetenschappers van bijvoorbeeld nanotechnologie interpreteren het proces van de productie van gebeurtenissen in het laboratorium, en dat betekent dat zij hun eigen handelingen, ofwel interventies in de natuur, analyseren. Zo bezien worden de natuurwetenschappen (en de technische wetenschappen) ook langzamerhand door dubbele hermeneutiek beïnvloed.

Technische wetenschappers dienen steeds vaker rekening te houden met de maatschappelijke implicaties van hun onderzoek, mede vanwege het feit dat de informatie hieromtrent door beleidsmakers maar ook leken - lees burgers - steeds gemakkelijker kan worden verzameld. Dat wetenschappers van bijvoorbeeld nanotechnologie zich hiervan bewust zijn blijkt uit het feit dat ze bereid zijn goedkoop informatie via internet beschikbaar te stellen omtrent de technische, maatschappelijke en juridische ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologie (zie hst 1 en 2).

#### 4. Het voorzorgbeginsel

In de jaren tachtig hebben de Duitsers het voorzorgbeginsel op het gebied van milieubeleid ontwikkeld. Naar aanleiding van de Tweede Noordzee Conferentie van 1987 is de definitie van het voorzorgbeginsel in paragraaf 7 van de London Declaration opgenomen:

'In order to protect the North Sea from possibly damaging effects of the most dangerous substances, a precautionary approach is necessary which may require action to control inputs of such substances even before a causal link has been established by absolute clear scientific evidence.'

De vertaling hiervan luidt als volgt: om de Noordzee te beschermen tegen mogelijke schadelijke effecten van de meest gevaarlijke stoffen wordt het voorzorgsbeginsel gebruikt, hetwelk kan eisen dat actie wordt ondernomen om de inwerking van zulke stoffen op het milieu te voorkomen, zelfs voordat een causaal verband is aangetoond door middel van absoluut wetenschappelijk bewijs.

Het betrof echter een onverbindende declaratie. Pas in 1992 is het beginsel opgenomen in een bindende verklaring namelijk, de Rio Declaration van de United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), artikel 15:

In order to protect the environment the precautionary approach shall be widely applied by states according to their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.

De vertaling hiervan luidt als volgt: wanneer er sprake is van een dreiging van aanzienlijke of onomkeerbare schade, zal de afwezigheid van volledige wetenschappelijke zekerheid niet gebruikt worden als een excuus om kostenefficiënte maatregelen die achteruitgang van het milieu kunnen voorkomen, uit te stellen.

Vanaf dat moment is het voorzorgsbeginsel in tal van verdragen neergelegd zoals bijvoorbeeld: het Verdrag inzake de Bescherming van het Maritieme Milieu in het Noordoostelijke Deel van de Atlantische Oceaan, het Verdrag inzake de Bescherming van het Maritieme Milieu in de Baltische Zee, het Verdrag inzake de Bescherming en het Gebruik van Grensoverschrijdende Waterlopen en Internationale Meren, Verenigde Naties Raamwerk Conventie over Klimaatveranderingen enz; zowel verbindende als niet-verbindende conventies en verdragen. Het voorzorgsbeginsel wordt het als een van de leidende beginselen in het EG-milieurecht gezien. De belangrijkste redenen voor het opnemen van het voorzorgsbeginsel is gelegen in het feit dat nog veel onzekerheid bestaat over de effecten van menselijke activiteiten op ecosystemen.

##### 4.1. Internationale rechtsbeginselen

Het voorzorgsbeginsel is een van de belangrijkste milieurechtsbeginselen. Beginselen hebben tal van functies in het recht. Ze vergroten de normatieve kracht van regels, ze kunnen open of onduidelijke regels nader invullen, bijdragen aan een vergroting van de rechtszekerheid en daarmee de legitimiteit van de besluitvorming verbeteren, grondslag geven aan het betreffende rechtsgebied en richting geven aan zelfregulering.<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> S. Gutwirth & G. van Maanen (red.), *De Natuur van het Milieurecht. Een verkenning naar de grondslagen van het milieurecht*, Nijmegen: Ars Aequi Libri 1995, p.108-120.

Er zijn schrijvers<sup>61</sup> die menen dat uit de aanwezigheid van het voorzorgbeginsel in internationale verdragen, en uit het feit dat het voorzorgbeginsel wordt toegepast in diverse landen kan worden afgeleid dat het een beginsel van internationaal gewoonterecht is. Pieterman<sup>62</sup> vindt dat er geen sprake is van een in internationaal gewoonterecht neergelegd beginsel. Het beginsel is te vaag omschreven, zodat het in praktijk niet eenduidig kan worden geïnterpreteerd. Bovendien wordt het beginsel slechts in een enkel geval door het internationaal gerechtshof direct toegepast.

In de Nederlandse wetgeving zijn de milieurechtsbeginselen nog niet vastgelegd, maar er wordt wel conform internationaal (gewoonte)recht uitspraak gedaan door de Nederlandse rechter<sup>63</sup>. Volgens Gilhuis en Verschuuren<sup>64</sup> is codificatie alleen nuttig wanneer het in plaats van een vervanging een aanvulling op concrete normering vormt.

#### 4.2. De interpretatie van het voorzorgbeginsel

Het voorzorgbeginsel houdt in dat bij afwezigheid van *volledige* wetenschappelijke zekerheid omtrent de vraag of menselijk handelen nadelige effecten zou kunnen hebben op het ecosysteem, geen reden mag zijn om beschermende maatregelen achterwege te laten. Bij twijfel over schadeloosheid moet aan het milieubelang voorrang verleend worden. Door deze interpretatie 'bij twijfel niet doen' wordt het voorzorgbeginsel als een nulrisicobeginsel gehanteerd.

Volgens juristen en beleidsmakers moet het voorzorgbeginsel worden uitgewerkt en nader geconcretiseerd, omdat de omschrijving in het actuele beleid te vaag is.

De Verklaring van Rio de Janeiro is een voor Nederland niet-verbindend verdrag. Voor de interpretatie van Nederlandse wet- en regelgeving kan dan een beginselconforme interpretatie plaatsvinden. Het voorzorgbeginsel komt letterlijk terug in het Europese preventiebeleid<sup>65</sup> op het gebied van milieu. Deze dient dan ook in nationaal beleid door te werken net zoals dat het geval is bij voor Nederland verbindende verdragen.

In de zaak *Waddenvereniging*<sup>66</sup> heeft de rechter geoordeeld tot schorsing van de toestemmingsbesluiten omdat er niet genoeg gegevens zijn geproduceerd op basis waarvan hij tot een andere conclusie zou kunnen komen. De rechter heeft bepaald dat niet *alle* wetenschappelijke gegevens zijn verzameld. Verschuuren<sup>67</sup> is het met de rechter eens ook hij zegt dat geoordeeld moet worden op basis van een volledige vergaring van beschikbare wetenschappelijke gegevens.

Pieterman vindt met Karel Knip<sup>68</sup> dat niet *alle* twijfels omtrent de schadelijke effecten van een zekere handeling weggenomen kunnen worden door wetenschappelijk onderzoek. Strikte toepassing van het voorzorgbeginsel is volgens Pieterman dan ook ontoelaatbaar.

<sup>61</sup> D. Freestone & E. Hey, *The Precautionary Principle and International Law*, Kluwer Law International, p. 37.

<sup>62</sup> D. Freestone & E. Hey, *The Precautionary Principle and International Law*, Kluwer Law International, p. 37.

<sup>63</sup> Pres. Rb. Leeuwarden 28 april 1997, WRT 1997, nr. 366-369, WET 1997, nr. 493-496 en Jurisprudentie Milieurecht 1997/1, nr. 1.

<sup>64</sup> Gilhuis & Verschuuren, *De Nederlandse Milieuwetgeving getoetst aan de Verklaring van Rio de Janeiro en Agenda 21*, Den Haag: 1995, p. 104 en 158.

<sup>65</sup> Mededeling van de Commissie over het voorzorgbeginsel, Brussel 02,02,2000; COM(2000) 1: [http://europa.eu.int/comm/food/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/index_en.html).

<sup>66</sup> Pres. Rb. Leeuwarden 28 april 1997, WRT 1997, nr. 366-369, WET 1997, nr. 493-496 en Jurisprudentie Milieurecht 1997/1, nr. 1.

<sup>67</sup> Verschuuren, *De laatste wilde hamster in Nederland en de grondslagen van het Europees en internationaal milieurecht*.

<sup>68</sup> NRC Handelsblad 13 november 1999, "Boren en winnen".

Mijns inziens hebben beide schrijvers gelijk, nog afgezien van het feit dat een enge interpretatie de ontwikkeling van toepassingen op het gebied van nanotechnologie zou kunnen beperken is het onmogelijk om sluitend (volledig) wetenschappelijk bewijs vooral van schadeloosheid te vinden.

### **4.3. Afstappen van het voorzorgbeginsel of aanpassen**

Weliswaar is het voorzorgbeginsel in verschillende verdragen opgenomen maar de betekenis die de aan dit beginsel gegeven wordt is niet hetzelfde. Ondanks het feit dat het voorzorgbeginsel in de politiek breed geaccepteerd en gesteund is, is het grootste probleem dat het ook als beleidsinstrument geen eenduidige betekenis heeft. Sommige critici beweren zelfs dat het beginsel gebruikt wordt als verkapte vorm van handelsmonopolie. Recente voorbeelden hiervan zijn het weren van Amerikaans en Canadees rundvlees vanwege het gebruik van groeihormonen en het vertragen van de goedkeuring van genetisch gemanipuleerd voedsel bestemd voor de Europese markt.

De Amerikaanse overheid is zeer huiverig voor het gebruik van het voorzorgbeginsel. Uit hoofdstuk 1 en 2 blijkt dat ze met betrekking tot het ontwikkelen van nanotechnologie dit beginsel niet vast te leggen in verband met de eventuele risico's van de technologie. Het voorzorgbeginsel beperkt de ontwikkeling van de technologie in Amerika, waardoor andere landen die dit instrument niet kennen of toepassen een technologische voorsprong op de Verenigde Staten zouden kunnen krijgen. Het is wellicht ook niet nodig dat de overheid overgaat tot vastlegging van het voorzorgbeginsel, omdat de wetenschappers zelf bereidt zijn enkele richtlijnen op te stellen. Het blijft de vraag of het voorzorgbeginsel dan afgeschaft kan worden.

Aangezien in de Europese landen reeds door overheden en de politiek met het voorzorgbeginsel rekening wordt gehouden (terwijl dat in Amerika niet zo is, behalve dan door wetenschappers zelf) lijkt het verstandig te bekijken of het voorzorgbeginsel aangepast kan worden, of een zodanige eenduidige betekenis krijgt dat er minder obstakels zullen zijn om het ook daadwerkelijk te kunnen toepassen.

#### **4.3.1. Verfijning van het voorzorgbeginsel**

Graham heeft het voorzorgbeginsel onderzocht en zich de vraag gesteld of het beginsel aangepast moet worden is<sup>69</sup>. Hij vindt dat de verschillende definities in verdragen zoals de Rio Conventie van 1992 op het gebied van politieke besluitvorming in verband met het reguleren van risico's van technologische ontwikkelingen tekortschieten. Hij stelt enkele verfijningen voor die van belang zijn voor een analytische besluitvorming met betrekking tot drie complicaties namelijk<sup>70</sup>:

---

<sup>69</sup> John D. Graham, "Decision-analytic refinements of the precautionary principle", *Journal of Risk Research*, 4 (2), pp. 127-141, 2001. <http://www.tandf.co.uk/journals>, DOI: 10.1080/13669870010005590. John D. Graham, "A future for the precautionary principle?", *Journal of Risk Research*, 4 (2), pp. 109-111, 2001, <http://www.tandf.co.uk/journals>, DOI: 10.1080/13669870110040518.

<sup>70</sup> John D. Graham, "Decision-analytic refinements of the precautionary principle", *Journal of Risk Research*, 4 (2), p. 127).

1. gevallen waarin de te beperken of te voorkomen risico's zowel voordelige als nadelige gevolgen kunnen hebben,
2. gevallen waarin de beschermende maatregel zelf risicovolle gevolgen veroorzaakt, en
3. gevallen waarin investeringen in wetenschappelijk onderzoek naar voorzorgmaatregelen, in combinatie met een terughoudende toepassing van beschermende acties, beter zijn dan onmiddellijk tot beschermde acties over te gaan.

Hoewel de informatie op website van het Foresight Institute nergens over het voorzorgbeginsel spreekt of ernaar verwijst, komt de informatie op een aantal punten de drie verfijningen van Graham overeen (zie ook paragraaf 2.1.). In art. 5 van de Development Principles (zie Bijlage 1) staat bijvoorbeeld dat men *bedoelde* milieugevolgen moet proberen te voorkomen. Men heeft het niet over *onbedoelde* gevolgen, waarschijnlijk omdat de wetenschappers deze richtlijnen zelf hebben opgesteld en zichzelf ervan hebben overtuigd middels onderzoek dat zichzelfvermenigvuldigende nanobots alleen kan geschieden door opzettelijk handelen van de mens, niet per ongeluk dus (zie ook paragraaf 1.1.4.). Het Foresight Institute waarschuwt voor misbruik van de technologie (zwarte markt) in verband met punt twee van Graham's verfijning. Maar het instituut is het wel met de beperking eens. Met name bij punt drie valt wellicht een moedige poging te ontdekken om wetenschappelijk onderzoek naar voorzorgmaatregelen te bevorderen, onder andere door middel van het voeren van debatten en congressen waar wetenschappers en politici uit verschillende disciplines aan deelnemen. De Amerikaanse overheden reguleert alleen investeringen met betrekking tot de technologie.

Het laatste Nederlandse Nationaal Milieubeleidsplan, gaat veel verder met beschermende maatregelen dan het Foresight Institute. De regering heeft het voorzorgbeginsel letterlijk in haar programma opgenomen (zie ook paragraaf 2.3.3.) in verband met te verwachten worst case scenario's in 2030. Afgezien van het feit dat er verschillende inhoudelijke fouten in het plan staan -waar hier verder niet op ingegaan zal worden- wordt ook hier niet echt ingegaan op punt twee van de voorgestelde verfijning van Graham. Uit het plan komt wel naar voren dat beperkende maatregelen zowel voordelige als nadelige effecten kunnen hebben (punt 1 van Graham's verfijning). Wat de Nederlandse overheid met het derde punt van Graham's verfijning gaat doen, zal nog moeten blijken, maar de kans is groot dat ze precies het omgekeerde doet wat Graham zou willen zien.

#### 4.3.2. Afstappen van het voorzorgbeginsel

Volgens Pieterman kleven er allerlei haken en ogen aan het voorzorgbeginsel van zowel, logische, theoretische, morele, sociale, politieke en economische aard<sup>71</sup>. Hoewel hij er in eerste instantie voor pleit om van het voorzorgbeginsel af te stappen en afstand te nemen van het preventiedenken, geeft hij aan dat dat geen goed alternatief is. Het voorzorgbeginsel is inmiddels in vele verdragen en wetten vastgelegd en tot de nationale en Europese politiek doorgedrongen. Pieterman geeft naast de verfijningen van Graham nog enkele punten die we in gedachten moeten houden wanneer we het voorzorgbeginsel willen hanteren<sup>72</sup>:

<sup>71</sup> R. Pieterman, Culture in the Risk Society. An Essay on the Rise of a Precautionary Culture, september 2001.

<sup>72</sup> 'Weg met het voorzorgbeginsel? Een rechtssociologische cultuurkritiek' ('Away with the precautionary principle? A socio-legal critique') in *Nederlands Juristen Blad* (Dutch Lawyers Magazine; June 1, 2001, p.p. 1023-1029).

1. we moeten altijd beseffen dat er geen schadeloos doen of niet doen bestaat,
2. het doel moet zijn, de verhoging van de levensverwachting van alle mensen,
3. we moeten zoveel als mogelijk alternatieven aandragen en geïnteresseerde partijen betrekken bij een kostenbatenanalyse die mede een risico-analyse bevat, en
4. een eis moet zijn dat er brede consensus onder wetenschappers bestaat met betrekking tot mogelijke schadelijke effecten voordat we een beroep doen op het voorzorgbeginsel.

Zo gezien is de betekenis en interpretatie van het voorzorgbeginsel aanzienlijk opgerekt. Het is echter noodzakelijk om tot een dergelijk inzicht te komen aangezien bij toepassing van het voorzorgbeginsel als beginsel van 'bij twijfel niet doen' nauwelijks of niet kunnen bewijzen dat bij een doen of niet doen geen schade optreedt. Derhalve zal het onderzoek en de ontwikkeling van de desbetreffende technologie gestopt moeten worden bij gebrek aan volledig wetenschappelijk bewijs. Dat dit niet wenselijk is mag inmiddels duidelijk zijn.

## 5. Conclusie

Nanotechnologie is nog volop in ontwikkeling, hoewel steeds meer toepassingen reeds het laboratoriumniveau ontstijgen. Het is (te) moeilijk voor de gewone burger maar ook voor beleidsmakers deze ontwikkelingen te kennen, laat staan de laatste ontwikkelingen bij te houden.

Deze technologie zal, zodra deze in zich uitgekristalliseerd heeft, maatschappelijk en sociaal-economische veranderingen met zich meebrengen. Door sommigen wordt het risico van zichzelfvermenigvuldigende nanobots als worst case scenario omschreven. Deze mening wordt in eerste instantie niet door de wetenschappers zelf gedeeld maar enkele onder hen, zijn bereidt gevonden vanuit maatschappelijk en ethisch oogpunt daar rekening mee te houden.

Echter deze technologie heeft ook voordelen die zich voordoen bij ecologische probleemstellingen; recyclingvraagstukken; duurzame ontwikkelingen; energiewinning en -opslag; gezondheidsonderzoek; procesveiligheid; informatie en communicatie. Kortom, geen enge ziektes meer, een schoon milieu en genoeg voedsel voor iedereen.

De ontwikkelingen in uitgekristalliseerde technologieën zoals de biotechnologie en de informatietechnologie kunnen van belang zijn voor nanotechnologie. Regulering door de overheid om risico's te beperken lijkt de ontwikkeling van de technologie minder te hinderen dan de zogenaamde ISO-standaards en reglementen die de industrie zichzelf oplegd. Die standaards kunnen wellicht een instrument zijn om concurrentie te beperken of uit te sluiten, zodat overheidsregulering vanuit het oogpunt van vrije concurrentie wenselijker is om oneerlijke concurrentiestrijd te voorkomen. De biotechindustrie heeft gefaald het publiek bij de ontwikkelingen in genetisch gemanipuleerd voedsel te betrekken en werd vervolgens verblind door de negatieve reacties daarop. Het is van belang op z'n minst op dergelijke reacties te anticiperen. De ontwikkelingen in de informatietechnologie zorgen voor een goedkope en voor veel mensen eenvoudige toegang tot informatie (bijvoorbeeld verzorgd door het Foresight Institute) via internet. Dit educatieve effect zal zeker bij kunnen dragen aan een beter begrip van de milieuvordelen en veiligheid die nanotechnologie biedt en zorgen voor een versnelde ontwikkeling van nanotechnologie.

Op het gebied van beleid en regelgeving zijn reeds richtlijnen, wetsvoorstellen en beleidsplannen opgesteld omtrent - voor zover mogelijk- de beperking van eventuele risico's die nanotechnologie met zich meebrengt.

Veiligheidsrisico's kunnen zich voordoen wanneer wetten en/of verdragen niet of niet tijdig aangepast worden in verband met de maatschappelijke en sociaal-economische veranderingen. Bij overregulering kunnen onnodige en ongepaste regels ontstaan die stagnatie van de technologische ontwikkeling kan veroorzaken. Er kunnen nieuwe variaties ontstaan op de bekende onrechtmatige daadsacties uiteenlopend van productenaansprakelijkheid tot verwaarlozing van de werking van nanomachines. Men kan ook denken aan medische aansprakelijkheid voor mogelijke bijwerkingen van nanomedicijnen. Het strafrecht zal aangepast moeten worden in verband met de te verwachten criminele activiteiten zoals diefstal en piraterij van nanotechnologische producten. Oude onopgeloste rechtszaken zullen heropend kunnen worden vanwege de nieuwe technologische vindingen.

Het Foresight Institute for Nanotechnology in California heeft als particulier instituut na jarenlang gevoerde debatten enkele ontwikkelingsrichtlijnen opgesteld. Het gaat hen met name om 'bedoelde' risico's te voorkomen, namelijk zelfvermenigvuldiging die oncontroleerbaar zou kunnen worden wanneer bijvoorbeeld van deze techniek misbruik

gemaakt wordt. In de richtlijnen is echter (nog) niets geregeld omtrent 'ongewenste' risico's ingeval er bijvoorbeeld fouten gemaakt worden.

De Amerikaanse overheid mijdt angstvallig ontwikkelingsbeperkende regels. De Europese en Nederlandse parlementen gaan een stap verder. Zij hebben enkele wetsvoorstellen en beleidsplannen ingediend omtrent de beperking van risico's van nanotechnologie mede in verband met het voorzorgbeginsel.

De Europese regelgeving is erop gericht in het algemeen bij een duurzame technologie zoveel als mogelijk de risico's in kaart te brengen. In geldende Europese wetgeving wordt onderzoek op nanotechnologisch gebied gesteund en waar het gaat om onderzoek naar risico, ethische waarden en voorlichting daarover bij breder publiek wordt nanotechnologie en de eventuele risico's daarvan genoemd.

Het Nederlandse Nationale milieubeleidsplan vereist dat we rekening houden met worst case scenario's en dat we tijdig maatregelen nemen. Het NMP4 van de Nederlandse regering spreekt voor de leek tot de verbeelding. De beloften en de gevaren zijn bijna even groot, daarbij wordt erkend dat kleine risico's (zichzelfvermenigvuldigende nanobots) grote gevolgen kunnen hebben. Echter, waar de Amerikaanse wetenschapper en beleidsmaker zowel de beloften als de gevaren wat nuchter bekijkt, blijft de Nederlandse regering achter. In dat licht ziet het er naar uit dat de strenge interpretatie van het voorzorgbeginsel opgelegd door de Europese beschikking wel eens de ontwikkeling van nanotechnologie in Nederland kan gaan beperken. Men heeft zich te zeer door de dystopische visioenen van Bill Joy laten inspireren.

Het begrip risico valt niet eenduidig uit te leggen. Dit is mede het gevolg van de ontwikkeling van de industriële maatschappij naar een moderne samenleving. In zijn boek 'Risk' waarschuwt Adams beleidsmakers die een veiligere leefomgeving willen creëren met behulp van riskmanagement. De oplossing ligt volgens Adams niet in het opstellen van een aantal wettelijke regels of het aanbrengen van technische verbeteringen. Individuen moeten zelf gaan kiezen welk risico en gedrag ze acceptabel vinden. De overheid is dan bij uitstek degene die de burger informatie moet verschaffen over de risico's van bepaald gedrag en beschermende maatregelen moet nemen voor diegene die het minst in staat zijn hun eigen risico's te bepalen.

Omdat kennis nooit volledig kan zijn, moet het wel op selectie berusten. Men is genoodzaakt prioriteiten te stellen en *die* gevaren te selecteren die belangrijk genoeg zijn om te kennen en te onderzoeken. Deze prioriteiten worden bepaald door een belangenstrijd waarin politieke overwegingen een belangrijke rol spelen. Volgens de culturele theorie van Douglas en Wildavsky bestaan er in de samenleving fundamentele meningsverschillen over welke risico's bestreden moeten worden. Bill Joy is een Amerikaanse wetenschapper uit een individualistisch gerichte cultuur, waar de overheid regulering zo min mogelijk toepast. Het Foresight Institute valt onder de individualistische benadering en zal zoveel als mogelijk proberen beperking van ontplooiing van de technologie te voorkomen. Doordat ze echter ook rekening houdt met maatschappelijke waarden valt zij niet geheel onder deze benadering. Doordat Nederland lidstaat is van de Europese Unie, zal zij bepaalde Europese regels moeten implementeren in nationaal beleid en/of recht. Als het Europees beleid zodanig is dat het voorzorgbeginsel toegepast moet worden zal Nederland zich hieraan moeten conformeren. Bepaalde waarden van de egalitarische benadering hebben nog veel invloed in Nederland, zoals blijkt uit bijvoorbeeld de invloed van milieuorganisaties op Nederlands beleid en

politiek, maar naarmate de Europese Unie meer invloed krijgt op haar lidstaten zal de hiërarchistische benadering gaan overheersen.

Actiegroepen (egalitaristische benadering) zijn weliswaar legitiem maar horen niet onevenredig veel invloed op de politieke besluitvorming te hebben. Het is vreemd dat onwaarheden verspreid door milieuactivisten ook weer makkelijk vergeten worden. Greenpeace is bijvoorbeeld geen echte milieubeweging meer, omdat zij belang heeft bij het eigen voortbestaan. Volgens sommige streven dergelijk actiegroepen naar een andere samenleving, het liefst zonder vervuilende en gevaarlijke technologie. Een dergelijk uitgangspunt beperkt de economische groei die juist voordelen voor de mens en het milieu oplevert.

Risk management in zijn huidige vorm zoals het door managers en beleidsmakers gebezigd wordt is niet het ultieme medicijn om regulering omtrent risico's van een technologie te bewerkstelligen. Het zou kunnen uitmonden in een oefening in bureaucratische rationaliteit, technocratie, en verachting voor de publieke perceptie van risico.

Andere kenmerken van moderniteit die van invloed zijn op hoe we tegen risico's aankijken zijn reflexiviteit en individualisering. Individuen zijn zich bewust geworden van de omvang van risico's. Men bereikt overeenstemming over de risico's die de geïndividualiseerde samenleving bedreigen, zoals het verdwijnen van het natuurlijke landschap of aantastingen van het milieu door bijvoorbeeld nanotechnologie. In breder verband ontstaat er -schijnbaar tegen de door de overheid ingezette tendens van deregulering in -overeenstemming over wetten, regels en normen. Deze overeenstemmingen produceren gemeenschappelijke grondslagen waarop verder gewerkt kan worden. Het Foresight Institute kan hier wederom als voorbeeld dienen. Zij stelt op een goedkope manier informatie beschikbaar voor zowel wetenschappers als leken en het stelt aan de hand van publieke debatten richtlijnen op en past deze richtlijnen voortdurend aan aan de ontwikkelingen in de technologie, wetenschap en politiek. Risico's zijn afhankelijk van beslissingen, ze zijn industrieel geproduceerd en in deze zin politiek reflexief.

Wetenschappers van bijvoorbeeld nanotechnologie interpreteren het proces van de productie van gebeurtenissen in het laboratorium, en dat betekent dat zij hun eigen handelingen, ofwel interventies in de natuur, analyseren. Zo bezien worden de natuurwetenschappen (en de technische wetenschappen) ook langzamerhand door dubbele hermeneutiek beïnvloed. Op congressen van het Foresight Institute komen wetenschappers uit allerlei disciplines samen om te debatteren over de risico's van nanotechnologie.

Door het voorzorgbeginsel te interpreteren als 'bij twijfel niet doen' wordt het als een nulrisicobeginsel gehanteerd. Het is duidelijk dat niet alle twijfels omtrent de schadelijke effecten van een zekere handeling weggenomen kunnen worden door wetenschappelijk onderzoek. Strikte toepassing van het voorzorgbeginsel is volgens Pieterman dan ook ontoelaatbaar. Graham heeft het voorzorgbeginsel onderzocht en enkele punten genoemd om het beginsel te verfijnen. Pieterman geeft een viertal punten waarmee rekening moet worden gehouden bij eventuele toepassing van het voorzorgbeginsel. De verfijning en aanpassing van Graham en Pieterman betreffen voornamelijk richtlijnen die van belang zijn voor een politieke besluitvorming met betrekking tot het eventueel toepassen van het voorzorgbeginsel. Zodoende is de betekenis en interpretatie van het voorzorgbeginsel aanzienlijk opgerekt.

## **BIJLAGEN**

### **Bijlage 1: The Foresight principles**

[...]

#### **Development Principles**

1. Artificial replicators must not be capable of replication in a natural, uncontrolled environment.
2. Evolution within the context of a self-replicating manufacturing system is discouraged.
3. Any replicated information should be error free.
4. MNT (Molecular Nanotechnology) device designs should specifically limit proliferation and provide traceability of any replicating systems.
5. Developers should attempt to consider systematically the environmental consequences of the technology, and to limit these consequences to intended effects. This requires significant research on environmental models, risk management, as well as the theory, mechanisms, and experimental designs for built-in safeguard systems.
6. Industry self-regulation should be designed in whenever possible. Economic incentives could be provided through discounts on insurance policies for MNT development organizations that certify Guidelines compliance. Willingness to provide self-regulation should be one condition for access to advanced forms of the technology.
7. Distribution of molecular manufacturing development capability should be restricted, whenever possible, to responsible actors that have agreed to use the Guidelines. No such restriction need apply to end products of the development process that satisfy the Guidelines.

#### **Specific Design Guidelines**

1. Any self-replicating device which has sufficient onboard information to describe its own manufacture should encrypt it such that any replication error will randomize its blueprint.
2. Encrypted MNT device instruction sets should be utilized to discourage irresponsible proliferation and piracy.
3. Mutation (autonomous and otherwise) outside of sealed laboratory conditions, should be discouraged.
4. Replication systems should generate audit trails.
5. MNT device designs should incorporate provisions for built-in safety mechanisms, such as:
  - 1) absolute dependence on a single artificial fuel source or artificial “vitamins” that don’t exist in any natural environment;
  - 2) making devices that are dependent on broadcast transmissions for replication or in some cases operation;
  - 3) routing control signal paths throughout a device, so that subassemblies do not function independently;
  - 4) programming termination dates into devices, and
  - 5) other innovations in laboratory or device safety technology developed specifically to address the potential dangers of MNT.
6. MNT developers should adopt systematic security measures to avoid unplanned distribution of their designs and technical capabilities. [...]

## LITERATUUR

J. Adams, *Risk* UCL Press, London 1995.

Ulrich Beck, *Risk society*, Towards a New Modernity, Polity Press 1992.

Michael Becker, *At nanoscale, the laws of humans may not apply*, by Small Times Correspondent July 30, 2001.

M. Douglas, *Risk and Blame. Essays in cultural theory*. Routledge, London 1992.

M. Douglas en A. Wildavsky, *Risk and Culture. An essay on the selection of technological and environmental dangers*, University of California Press 1983.

Douma e.a., *Internationaal Milieurecht in Nederland*, Tjeenk Willink, Deventer 1998.

E. Drexler, C. Peterson and G. Pergamit, *Unbounding the Future: the Nanotechnology Revolution*, New York 1991. <http://www.foresight.com>.

A. Frederick Fiedler and Glenn Reynolds, "Legal Problems of Nanotechnology: An Overview", *Southern California Interdisciplinary Law Journal*, Volume 3, Number 2, pp. 593-629, Winter 1994.

D. Freestone en E. Hey, *The Precautionary Principle and International Law*, Kluwer Law International, Den Haag 1996.

Freestone en Ijlstra, *The North Sea: Perspectives in Regional Environmental Co-operation*, 1990.

A. Giddens, *Modernity and self-identity. Self and society in the late modern age*, Cambridge, Polity Press 1997.

Gilhuis en Verschuuren, *De Nederlandse Milieuwetgeving getoetst aan de Verklaring van Rio de Janeiro en Agenda 21*, Den Haag 1995.

John D. Graham, "Decision-analytic refinements of the precautionary principle", *Journal of Risk Research*, 4 (2), pp. 127-141, 2001. <http://www.tandf.co.uk/journals>, DOI: 10.1080/13669870010005590.

John D. Graham, "A future for the precautionary principle?" , *Journal of Risk Research*, 4 (2), pp. 109-111, 2001. <http://www.tandf.co.uk/journals>, DOI: 10.1080/13669870110040518.

De Groene Amsterdammer van 9-9-2000 *Het nanotijdperk begint*.

S. Gutwirth & G. van Maanen (red.), *De Natuur van het Milieurecht. Een verkenning naar de grondslagen van het milieurecht*, Nijmegen: Ars Aequi Libri 1995, p.108-120.

N. J. H. Huls, *Recht in de risicomaatschappij*, Intrede 7 maart 1997, Delft University Press.

Glenn Harlan Reynolds, Environmental Regulation of Nanotechnology: Some Preliminary Observations, 6-2001, 31 *ELR (Environmental Law Institute)* 10681, Washington, DC 2001.

R.W. Holzhauser, *Hoofdstukken Handelsrecht*, Hst16, Octrooirecht en andere op innovatie gerichte beschermingsregimes, , p. 621v, Kluwer Deventer 1996.

Prof. Dr. Ir. L. P. Kouwenhoven, "De Science en Fiction van Nanotechnologie, Inaugurele rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van Antoni van Leeuwenhoek Hoogleraar aan de faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Technische Universiteit Delft op 16 juni 2000.

McIntyre and Mosedale, The precautionary principle as a norm of customary international law, *Journal of Environmental Law* 1997.

Jurisprudentie Milieurecht 1997/1 nr. 1 Pres. Rb. Leeuwarden 28 april 1997, Waddenzeevereniging e.a. en G. Busser – Minister van Economische Zaken.

Mededelingen van de Europese Commissie over het voorzorgbeginsel, Brussel 2 februari 2000.

R. Pieterman, Afscheid van Risico? Niet zonder gevaar!, *Recht der werkelijkheid*, (16) 2001/1; p. 35-63.

R. Pieterman, Weg met het voorzorgbeginsel? Een rechtssociologische cultuurkritiek, *Nederlands Juristen Blad*, 1 juni, 2001, p. 1023-1029.

R. Pieterman, Culture in the Risk Society. An Essay on the Rise of a Precautionary Culture, september 2001.

Spence, Bill, Nanotechnology Economy & NanoLaw, *NanoTechnology magazine*, 29 May, 1997, 1-4, zie <http://www.planet-hawa.../nanozine/nonoecon.htm>.

Bill Spence, What is Nanotechnology?, *NanoTechnology magazine*, 15 June, 1997, 1-7, zie <http://www.nanozine.com/whatnano.htm>.

T. S. Twibell, Nano Law: The Legal Implications of Self-Replicating Nanotechnology, *NanoTechnology Magazine*,

*Nanotechnology, towards a molecular construction kitt*, STT (Stichting Toekomstbeeld der Techniek) 1998, zie <http://www.stt.nl>.

De US National Nano Website: <http://www.nano.gov/start.htm>.

H.M.A. de Vries en J.A. Visser, *Recht en (nano)technologie; droom of werkelijkheid?*, april 1999.

M. van Wensveen en J.A. Visser, *Intellectueel recht en nanotechnologie*, mei 1999.

Zyvex, "*The Assembler*." Zyvex, 24 November, 1997, 1-4.