

Antwort

der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hans-Josef Fell, Ulrike Höfken, Priska Hinz (Herborn), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 16/2150 –

Potenziale und Risiken der Nanotechnologie

Vorbemerkung der Fragesteller

Im Mai 2004 hat der Deutsche Bundestag mit Bundestagsdrucksache 15/3051 den Antrag „Aufbruch in den Nanokosmos – Chancen nutzen, Risiken abschätzen“ verabschiedet. In diesem Antrag sind verschiedenste Anforderungen an die Bundesregierung gerichtet worden. Viele dieser Anforderungen sind bis heute nicht oder nur teilweise erfüllt.

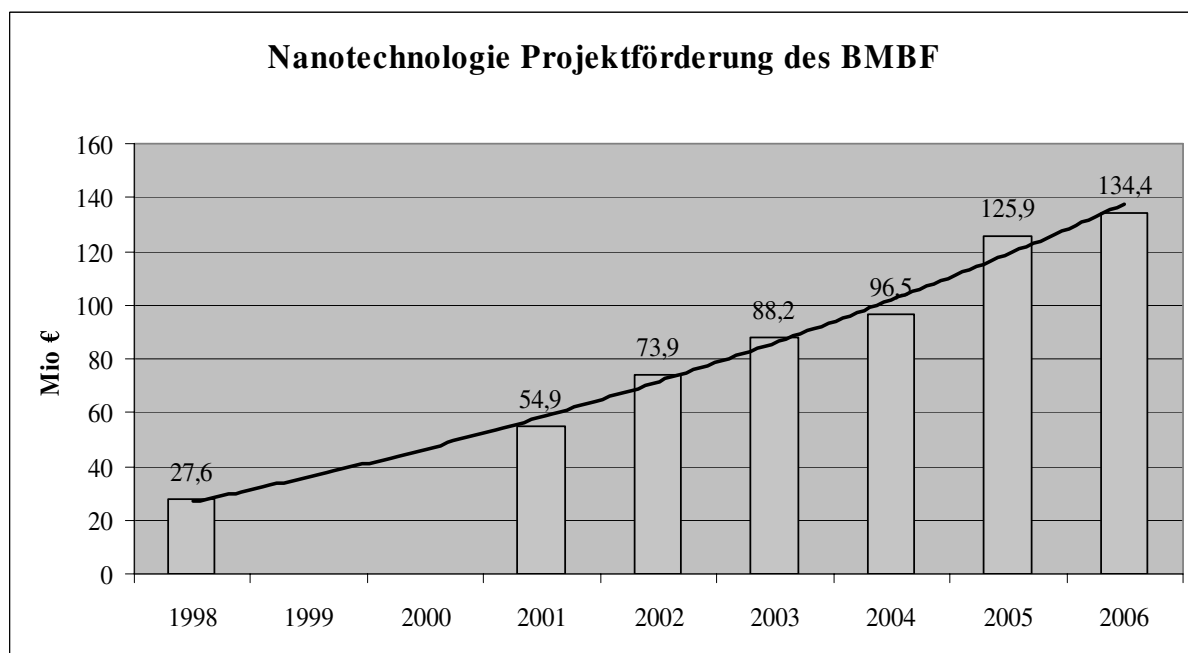
Angesichts der fortschreitenden Anwendungsreife der Nanotechnologie stellen sich viele Fragen. Es wurden z. B. gesundheitliche Schäden im Zusammenhang mit verbrauchernahen Produkten wie Glas- und Keramikversiegelungssprays bekannt, die im Handel als Nanotechnologieprodukte angepriesen werden. Das zeigt, wie notwendig sowohl die Begleitforschung und gesundheitliche Risikobewertung als auch eine kontinuierliche Information der Öffentlichkeit darüber sind. Um die gewünschte positive Marktentfaltung zu unterstützen und den Erfolg von Nanotechnologie nachhaltig zu sichern, müssen mögliche Risiken frühzeitig erkannt und beseitigt werden.

I. Forschungsförderung und Marktentwicklung

1. Wie haben sich die Forschungsmittel für Nanotechnologie in den letzten Jahren entwickelt?

Wie schlüsseln sie sich für die einzelnen Haushaltsjahre von 1998 bis 2006 auf?

Die Nanotechnologie wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Projektförderung durch eine ganze Reihe von Fachprogrammen (z. B. WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft, IT Forschung 2006, Förderprogramm Optische Technologien, Rahmenprogramm Biotechnologie) gefördert. Von 1998 bis 2006 hat sich das Fördervolumen von Verbundprojekten in der Nanotechnologie mehr als vervierfacht und beläuft sich auf rund 134 Mio. Euro in 2006.



Entwicklung der jährlichen Fördermittel des BMBF für die Nanotechnologie-Projektförderung (In den Jahren 1999 und 2000 wurden keine Förderzahlen erhoben), *Quelle: Förderzahlenerhebung 2005 VDI TZ.*

Ein wesentlicher Teil der BMBF Projektförderung fokussiert auf Leitinnovationen, die durch die Etablierung von Wertschöpfungsketten mit großem volkswirtschaftlichem Potenzial eine optimale Hebelwirkung auf Wachstum und Beschäftigung auslösen und innovative Lösungen in gesellschaftlich relevanten Zukunftsbereichen adressieren. Bislang wurden fünf Leitinnovationen implementiert:

- Automobilbau: Leitinnovation „NanoMobil“ (Start 2004; 37 Mio. Euro);
- Chemie: Leitinnovation „NanoChem“ (Start 2005; 31 Mio. Euro);
- Halbleitertechnik: Leitinnovation „NanoFab“ (Start 2001; 129 Mio. Euro);
- Medizin: Leitinnovation „NanoforLife I“ (Start 2005; 24 Mio. Euro);
- Lichttechnik: Leitinnovation „NanoLux“ (Start 2003; 13 Mio. Euro).

Zusätzlich zur Projektförderung des BMBF werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) projektbezogene Investitionen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) sowie Projekte mit Nanotechnologiebezug im Programm Innovationskompetenz PRO INNO für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) finanziert. Dafür werden ca. 25 Mio. Euro pro Jahr bereitgestellt. Darüber hinaus fördert das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) im Jahr 2006 F&T-Aktivitäten mit nanotechnologischem Bezug i. H. v. rund 11 Mio. Euro.

Ein Großteil der Nanotechnologieförderung des Bundes erfolgt weiterhin über die institutionelle Förderung der vier großen Forschungsgemeinschaften Max-Planck-Gesellschaft (MPG), Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF), Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL). Diese unterhalten zahlreiche Forschungseinrichtungen oder Arbeitsgruppen, in denen auch Forschungsschwerpunkte zur Nanotechnologie existieren. Zudem sind diese Partner auch in zahlreichen

Sonderforschungsbereichen und Schwerpunktprogrammen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingebunden. Die folgende Tabelle weist die öffentlichen Aufwendungen für Forschung mit Nanotechnologiebezug in der DFG-Projektförderung und für die institutionelle Förderung des BMBF gemeinsam mit den Ländern aus.

Institutionelle Nanotechnologieförderung	2001	2002	2003	2004	2005	2006
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft	60	60	60	63	63	63
WGL Wissensgemeinschaft G.W. Leibniz	22,1	23,7	23,6	24,8	24,8	25
HGF Helmholtz-Gemeinschaft	34,1	38,2	37,1	33,1	34,8	36,1
MPG Max-Planck-Gesellschaft	12,2	14,8	14,8	14,8	15,8	15,8
FhG Fraunhofer-Gesellschaft	4,8	5,9	6,8	8,3	11,5	11,2
Caesar	1,1	1,8	3,3	4,5	4,8	5,2
VW-Stiftung				4,5	6	6
Summe (in Mio. €)	134,3	144,4	145,6	153	160,7	162,3

Im Jahr 2006 werden rund 162 Mio. Euro an institutionellen Mitteln (gemeinsam mit den Ländern) und rund 134 Mio. Euro an BMBF-Projektmitteln in die Nanotechnologie investiert. Das BMWi trägt zusätzlich mit ca. 25 Mio. Euro, das BMVg mit ca. 11 Mio. Euro zum Gesamtfördervolumen der Nanotechnologie in Deutschland von mehr als 330 Mio. Euro im Jahr 2006 bei.

2. Welche Marktentwicklung hat die Nanotechnologie in Deutschland in den letzten Jahren erfahren?

Wie viele Firmen beschäftigen sich mit Nanotechnologie, wie viele Arbeitsplätze wurden geschaffen, und welche Umsätze werden damit erzielt?

Die Nanotechnologie ist als Schlüssel- und Querschnittstechnologie von hoher Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Für eine Vielzahl wichtiger Industriebranchen in Deutschland wie Automobilbau, Chemie, Pharma, Informationstechnik oder Optik wird die künftige Wettbewerbsfähigkeit ihrer Produkte wesentlich auch von der Erschließung des Nanokosmos abhängen. Die Nanotechnologie eröffnet neue Marktchancen durch die Realisierung kleinerer, schnellerer, leistungsfähigerer und „intelligenterer“ Systemkomponenten für neue Produkte mit deutlich verbesserten und zum Teil gänzlich neuartigen Funktionalitäten. Obwohl bereits viele Produkte mit nanotechnologischen Komponenten auf dem Markt etabliert sind, wird ein Großteil der nanotechnologischen Erkenntnisse erst in einigen Jahren, teilweise sogar erst in Jahrzehnten in Produkte umgesetzt werden können.

Die Beurteilung der Marktentwicklung der Nanotechnologie unterliegt folgenden Rahmenbedingungen:

- Nanotechnologie setzt als „enabling technology“ in der Regel relativ früh in der Wertschöpfungskette an, d. h. bei der Optimierung von Komponenten/Zwischenprodukten z. B. durch nanoskalige Beschichtungen oder nanostrukturierte Werkstoffe. Diese Komponenten machen in der Regel nur einen geringen Anteil an den fertigen Endprodukten (Konsum- und Investitionsgüter) aus. Der Marktwert der nanotechnologischen Komponenten an der Wert-

schöpfung des Endproduktes ist dabei oftmals nicht exakt zu bestimmen. Ohne Anwendung nanotechnologischer Verfahren und Komponenten wären Produkte in vielen Industriezweigen jedoch häufig nicht konkurrenzfähig (z. B. Festplattenspeicher, Computerchips, Ultrapräzisionsoptiken etc.).

- Die Nanotechnologie lässt sich als Querschnittstechnologie keinem bestimmten Wirtschaftszweig zuordnen, der in statistischen wirtschaftlichen Gesamtrechnungen bezüglich Umsatz- und Beschäftigtenzahlen erfasst ist.
- Eine einheitliche Definition, welche Erzeugnisse des Wirtschaftskreislaufs als „nanotechnologische Produkte“ zu qualifizieren sind, existiert nicht.

Die Bundesregierung geht auf der Grundlage einer Studie der Innovations- und Technikanalyse (ITA) zum wirtschaftlichen Potenzial der Nanotechnologie von folgendem Verständnis nanotechnologischer Produkte aus:¹⁾

- (1) Produkte, die mindestens eine funktionelle Komponente mit einer kontrollierten geometrischen Abmessung unterhalb von 100 Nanometern in mindestens einer Richtungsdimension besitzen, wodurch physikalische, chemische oder biologische Effekte nutzbar werden, die oberhalb dieser kritischen Abmessung nicht auftreten.
- (2) Analytische und/oder verfahrenstechnische Produkte, die für die kontrollierte Herstellung, Positionierung oder Vermessung der unter (1) genannten funktionellen Komponente erforderlich ist.

Gemäß dieser Definition wird durch die Nanotechnologie ein Weltmarkt von derzeit ca. 100 Mrd. Euro beeinflusst. Dieses Marktvolumen lässt sich in eine Vielzahl auch für die deutsche Industrie wichtiger Marktsegmente aufgliedern, in denen nanotechnologisch verbesserte Produkte eine Rolle spielen:

- Der Anteil der Nanoelektronik (d. h. Strukturbreiten < 100 nm) beträgt ca. 10 Prozent des Gesamtmarktes siliziumbasierter Elektronik, was einem Weltmarktvolumen von derzeit ca. 20 Mrd. Dollar entspricht. Der Anteil nanoelektronischer Komponenten wird in Zukunft weiter stark ansteigen. Weitere Marktpotenziale der Nanotechnologie liegen im Milliardenmarkt der Festplattenspeicher, bei denen signifikante Marktanteile durch GMR-Leseköpfe erschlossen wurden, deren Funktionsweise auf nanoskaligen Schichtsystemen basiert.
- Im Bereich der Chemie werden mit lange etablierten nanostrukturierten Materialien wie Carbon Black, Kieselsäure oder Polymerdispersionen Milliardenumsätze am Weltmarkt erzielt. Ein dynamisches Marktwachstum wird bei neueren Nanomaterialien wie Kohlenstoffnanoröhren, Polymernanokompositen, Aerogelen, organischen Halbleitern und anorganischen Nanopartikeln erwartet, deren Marktvolumen auf derzeit ca. 2 Mrd. Dollar geschätzt wird.
- Marktpotenziale in der Optischen Industrie ergeben sich vor allem in der Herstellung ultrapräziser Optiken für die Halbleiterfertigung (optische Lithografie), im Bereich optoelektronischer Lichtquellen (Laserdioden und LED) mit Umsätzen von ca. 10 Mrd. Dollar im Jahr 2006. Auch im Displaybereich – insbesondere auf Basis organischer Leuchtdioden – sind stark wachsende Umsätze nanotechnologischer Produkte zu erwarten.
- Die Marktrelevanz der Nanotechnologie im Automobilbau wird von deutschen Nanotechnologie- und Automobilunternehmen derzeit noch relativ gering eingeschätzt, u. a. aufgrund langer, an Innovationszyklen der verschiedenen Modellserien gekoppelte Vorlaufzeiten für Technologieentwicklungen. In einigen Automobilkomponenten hat die Nanotechnologie jedoch

¹⁾ „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“, Studie des VDI TZ im Auftrag des BMBF 2004.

schon Eingang in Serienprodukte gefunden (z. B. kratzfester Lack, nano-beschichtete Einspritzpumpen, LED-Rücklichter etc.). Langfristig wird nanotechnologisches Know-how einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Automobilbau darstellen hinsichtlich sämtlicher relevanter Kriterien von der Ökologie (z. B. energieeffiziente Antriebe, Leichtbau, Schadstoffreduktion und Ressourcenschonung), über die Sicherheit (Passive und Aktive Sicherheit) bis hin zum Komfort (Produktdesign, Infotainment etc.).

- Die Lebenswissenschaften werden langfristig als einer der bedeutendsten Märkte für die Nanotechnologie eingeschätzt. Mittelfristig sind die Umsatzpotenziale nanotechnologischer Produkte beispielsweise im Vergleich mit der Chemie, Optik und Elektronik eher gering einzustufen. Der Hauptanteil des nanotechnologischen Marktpotenzials im Bereich der Life Sciences basiert auf biomedizinischen Schnelltests (DNA-, Protein-Chips), bei denen der nanotechnologische Einfluss in erster Linie im Bereich der Detektionssysteme deutlich wird.

Die Nanotechnologie hat damit bereits heute einen erheblichen Einfluss auf für Deutschland wichtige Schlüsselbranchen. In Zukunft wird der Einfluss der Nanotechnologie noch weiter wachsen und der Weltmarkt nanotechnologisch optimierter Produkte bis zum Jahr 2015 auf über 1 Billion Dollar ansteigen. Hinsichtlich der nationalen öffentlichen F&E-Ausgaben in der Nanotechnologie liegt Deutschland hinter den USA und Japan weltweit auf Platz drei. Ähnliches gilt für Patentanmeldungen in der Nanotechnologie, bei denen Deutschland mit acht Prozent aller angemeldeten Patente in Europa führend, aber deutlich hinter den USA (57 Prozent) und Japan (24 Prozent) auf Platz drei liegt. Hinsichtlich der Publikationen in der Nanotechnologie lag Deutschland in den letzten Jahren ebenfalls an dritter Position hinter den USA und Japan, ist aber mittlerweile durch China auf Platz vier verdrängt worden.

In Deutschland sind ca. 550 Unternehmen mit der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte befasst, darunter ca. 120 Großunternehmen und 440 KMU, von denen ca. 200 nach 1995 gegründet worden sind und somit als junge Nanotechnologieunternehmen bezeichnet werden können. In einigen Teilbereichen wie der Nanoanalytik, den Nanowerkzeugen (Geräte zur Herstellung von Nanostrukturen), den Nanomaterialien oder der Nano-Optik haben Unternehmen bereits seit Jahren erfolgreich Produkte an den Markt gebracht. In anderen Teilbereichen wie der Nanobiotechnologie liegen die Geschäftsaktivitäten überwiegend noch im F&E-Bereich. In vielen Industriebranchen wie der Chemie, der Optik, der Elektronik oder dem Automobilbau liefert die Nanotechnologie in zunehmendem Maße Beiträge zur Herstellung F&E-intensiver Güter, und zwar überwiegend auf der Stufe von nanotechnologisch verbesserten Zwischenprodukten und Komponenten, die wettbewerbsentscheidende Performance-Gewinne im Gesamtsystem generieren. Festzustellen ist jedoch, dass der Mittelstand in Deutschland insbesondere in klassischen Branchen wie Maschinenbau, Textil oder Bautechnik die Potenziale der Nanotechnologie noch nicht ausgeschöpft hat.

Hinsichtlich der Arbeitsmarkteffekte ist davon auszugehen, dass derzeit rund 50 000 Arbeitsplätze in Deutschland direkt oder indirekt von der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte abhängen. Die Zahl der Arbeitsplätze in öffentlichen Forschungseinrichtungen ist hierbei nicht erfasst. Bei der Angabe der Arbeitsplätze ist zu berücksichtigen, dass es sich nicht zwangsläufig um neu geschaffene Arbeitsplätze in der Nanotechnologie handelt, sondern auch Umschichtungen/Neuausrichtungen bereits vorhandener Arbeitsplätze in den Unternehmen (insb. in Großunternehmen) einschließen.

Mit einem Nettozuwachs an Arbeitsplätzen ist bei KMU und insbesondere bei neu gegründeten Start-up-Unternehmen zu rechnen. Von den kleinen und mittleren Unternehmen rechnet man für den Zeitraum von 2003 bis 2006 knapp die

Hälfte mit einem Mitarbeiterzuwachs von mehr als 20 Prozent, ein Drittel mit mehr als 50 Prozent und fast 20 Prozent der KMU noch mit einem Wachstum von sogar über 100 Prozent in diesem Bereich. Nach einer neueren Erhebung des VDI Technologiezentrum²⁾ sind allein durch die 200 Nanotechnologie Start-up-Unternehmen, die nach 1995 gegründet worden sind, ca. 5 000 Arbeitsplätze in Deutschland neu entstanden. Demnach kann der Nanotechnologie neben der Bedeutung für die Sicherung von Arbeitsplätzen durch den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit in fast allen Industriebranchen auch ein hohes Potenzial bei der Schaffung neuer Arbeitsplätze zugebilligt werden.

3. Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um die Standardisierung der Normierungsprozesse zur Verwertung von Nanotechnologieergebnissen und zur internationalen Vergleichbarkeit von Produkteigenschaften zu fördern?

Standardisierungs- und Normierungsprozesse haben einen wesentlichen Anteil an der Diffusion von Innovationsergebnissen in die Praxis. Besonders im Bereich der Beschreibung und Anwendung neuer Partikel- und Schicht-Größenklassen, sensiblerer Prozess- und Nachweisführungen und auch neuer Funktionalitäten, ist die internationale Wettbewerbsfähigkeit stark von der Vergleichbarkeit von Produkteigenschaften abhängig. Auch tragen internationale Normen stark zur Intensivierung des Welthandels bei. Nur wer erfolgreich F&E betreibt und sich nicht der Internationalisierung verschließt, kann industrielle Standards beeinflussen und Normen innovationsfördernd festlegen.

Die Bundesregierung fördert das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) aufgrund der wichtigen Rolle der Normung als Instrument zur Umsetzung von Innovationen in marktfähige Produkte. Dies betrifft auch die Normungsprojekte im Bereich Nanotechnologie im Rahmen des neu initiierten DIN-Projektes „Innovation mit Normen und Standards“. Internationale Standardisierungsaktivitäten in der International Organization for Standardization (ISO) und der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) werden von deutscher Seite frühzeitig mitgestaltet, da hier entscheidende Weichenstellungen erfolgen. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) leisten durch ihre aktive Mitarbeit in der Normung dazu einen wichtigen Beitrag. DIN und die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) haben Spiegelgremien eingerichtet, die die inhaltliche Abstimmung einer nationalen Strategie und die wirkungsvolle Beteiligung in der internationalen Normung sicherstellen. So bestehen gute Chancen, Schlüsselfunktionen in einem neuen Normungskomitee der IEC auf dem Gebiet der Nanoelektronik von deutscher Seite aus zu besetzen.

4. Welche Maßnahmen wurden seitens der Bundesregierung ergriffen, um die Grundlagen für die Vermittlung und Erlangung nanotechnologischer Kompetenzen in die berufliche und hochschulische Bildung zu erarbeiten und diese umzusetzen?

Welche Berufsbilder wurden entsprechend entwickelt bzw. modernisiert?

Fortschritte in der Nanotechnologie mit ihrem interdisziplinären Charakter werden von Menschen erreicht, die über umfassende, fachübergreifende Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen. In einem rohstoffarmen Land wie Deutschland wird Kompetenz zum Schlüssel für wirtschaftlichen Erfolg. Innovation beginnt vielfach in den Köpfen junger Menschen. Nanotechnologie bietet gute Aussichten auf neue und zukunftssichere Arbeitsplätze mit abwechslungsreichen Tätigkeiten. Um diese wahrzunehmen ist es wichtig, den potenziellen Nachwuchs über

²⁾ „Kommerzialisierung der Nanotechnologie“, Studie des VDI TZ im Auftrag des BMBF 2006.

die neuen Möglichkeiten rechtzeitig zu informieren, nach Möglichkeit zu begeistern und geeignete Kompetenzen zu vermitteln. Für die Umsetzung von Innovationen in marktfähige Produkte von morgen werden bereits heute dringend junge Menschen gebraucht, die den Grundstein für eine Karriere in der Nanotechnologie legen, sei es durch Aufnahme eines einschlägigen Studiums oder Wahl einer geeigneten Berufsausbildung. Nachwuchsarbeit und Vorsorge für gut ausgebildete Fachkräfte ist eine wesentliche Voraussetzung für die Sicherung der Beschäftigung und neue Arbeitsplätze in Deutschland.

Die Nanotechnologie als innovatives, interdisziplinäres Technologiefeld stellt neue Anforderungen an Aus- und Weiterbildung, Kompetenzentwicklung und Nachwuchsförderung. Innovationspolitische Maßnahmen der Bundesregierung in der vernetzten Welt der Nanotechnologie richten sich u. a. auf Wettbewerbe zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, die gezielte Ansprache von Jugendlichen, die stärkere Ausrichtung der Berufsorientierung auf neue aussichtsreiche Beschäftigungsmöglichkeiten und die Verzahnung neuer Bildungsangebote mit dem Bedarf der Unternehmen gemäß den spezifischen Anforderungen der Nanotechnologie.

Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch NanoFutur

Deutschland besetzt zurzeit im internationalen Vergleich in der Nanotechnologie eine exzellente Position in der Forschung. Um diese auch künftig zu behaupten, gilt es, bereits qualifizierten wissenschaftlichen Nachwuchs gezielt weiter zu unterstützen. Als Beitrag dazu wirbt das BMBF mit dem internationalen Wettbewerb NanoFutur um Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler, die die Gelegenheit erhalten, über einen Zeitrahmen von fünf Jahren in Forschungsgruppen mit großer Eigenständigkeit Arbeiten zur Nanotechnologie zu betreiben.

Dabei wird zum einen Wert gelegt auf den grundlagenorientierten Charakter der Arbeiten. Zum anderen gilt es jedoch auch, industrielles Anwendungspotenzial und Chancen der Kommerzialisierung mit auszuloten, um Unternehmensgründungen durch Mitarbeiter der Nachwuchsgruppen voranzutreiben. Die 17 Nachwuchsgruppen der ersten Förderrunde des BMBF haben sich seit 2003 etabliert. Vier der geförderten Nachwuchswissenschaftler haben inzwischen bereits den Ruf auf eine Professur erhalten. Für weitere Förderrunden im Rahmen von NanoFutur stehen ab 2006 rund 20 Millionen Euro Fördermittel des BMBF zur Verfügung.

Studien- und Berufsorientierung

Um gut ausgebildete Fachkräfte auf dem Gebiet der Nanotechnologie in ausreichendem Umfang für die Märkte der Zukunft verfügbar zu haben, ist es wichtig, bereits heute junge Menschen an die Chancen der Nanotechnologie heranzuführen, sie für diese Zukunftstechnologie zu begeistern, so dass Interesse entsteht, den späteren Berufsweg entsprechend auszurichten. Dazu werden möglichst frühzeitig und flächendeckend Informationen an Schüler und Studenten herangezogen, die eine Studien- und Berufswahl in Richtung Nanotechnologie nahe legen und entsprechende Orientierung geben.

Erste, zum Teil interaktive Medien liegen vor, um junge Menschen für Nanotechnologie zu interessieren. Die im Auftrag des BMBF erstellte und 2005 mit dem iF Communication Design-Award in Gold ausgezeichnete CD „Nanoreisen – Abenteuer hinterm Komma“ führt auf spielerische Weise schrittweise in virtuelle Welten des Mikro- und Nanokosmos (auch online unter www.nanoreisen.de verfügbar). Die ebenfalls im Auftrag des BMBF erstellten Präsentationsmaterialien zur Nanotechnologie sind für den Einsatz im Unterricht, in Seminaren und Vorträgen konzipiert, werden aktiv u. a. über die nanoTruck-Initiative des BMBF, auf

Messen, bei Lehrerkongressen etc. verbreitet und vermitteln anschaulich wissenschaftlich-technische Grundlagen, Anwendungen, Produkte, Märkte sowie gesellschaftliche und politische Aspekte. Zur Entwicklung der Präsentationsmaterialien haben mehr als 40 Kompetenzzentren, Forschungseinrichtungen und Firmen beigetragen.

Wege in die spannende berufliche Zukunft mit Hightech wie Nanotechnologie vermittelt die Broschüre des BMBF „Duale Ausbildung in innovativen Technologiefeldern“. Beispiele moderner Ausbildungskonzepte zeigen, wie Unternehmen die Ausbildung ihrer Fachkräfte realisieren. Die Broschüre wird durch eine CD begleitet, die einschlägige Ausbildungsberufe auch filmisch ins Bild setzt und Jugendliche in der Berufsorientierung ebenso wie Unternehmen anspricht. In Zusammenarbeit mit der Bundesagentur für Arbeit werden Schüler und Studenten über die auflagenstarken Magazine ABI und UNI angesprochen und für eine Berufswahl bzw. eine Schwerpunktsetzung im Studium in Richtung Nanotechnologie interessiert. Reportagen und Nachrichten berichten nanospezifisch über neue Märkte, zukunftsweisende Qualifikationen, Studienmöglichkeiten und aussichtsreiche Arbeitsplätze an der Spitze der technologischen Entwicklung. Mit zielgruppengerechten Informationsangeboten auf Industrie- und Bildungsmessen wie z. B. der CeBIT mit Lernstation Nano für Jugendliche sowie im Rahmen von Konferenzen wie z. B. nano4women und nano4girls initiiert das BMBF die Vermittlung von Chancen für Karrieren in der Arbeitswelt der Nanotechnologie für Schülerinnen und Schüler ebenso wie für Studentinnen und Studenten.

Bedarfsgerechtes Bildungsangebot

Die Innovationskraft von Unternehmen in einem Spezialgebiet wie der Nanotechnologie ist in hohem Maße abhängig von der zielgerechten Qualifikation ihrer Mitarbeiter und Bildungsangeboten, die gut auf die Nachfrage ausgerichtet sind. Voraussetzungen sind ein quantitativ ausreichendes Angebot, hohe Transparenz und ein leichter Zugriff auf geeignete Angebote der Hochschulen und der beruflichen Aus- und Weiterbildung.

Geeignete Qualifizierungsmöglichkeiten zur Nanotechnologie sind gegenwärtig in Deutschland vor allem an Universitäten und Fachhochschulen angesiedelt. Um hier mehr Transparenz zu schaffen, hat das BMBF kürzlich eine bundesweite Befragung in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse ermöglichen erste Aufschlüsse darüber, welche Hochschulen sich mit welchen Angeboten für den Nachwuchs engagieren und welche Angebote geplant sind. Vereinzelt bereits auf Nanotechnologie zugeschnittene Studiengänge sind insbesondere durch ihre Kombination aus Ingenieur- und Naturwissenschaften und ihren fächerübergreifenden Ansatz charakterisiert. Erste Informationen zu Hochschulen und Weiterbildungsträgern mit einschlägigen Angeboten zur Nanotechnologie sind über www.nanonet.de online abrufbar gemacht worden und werden laufend aktualisiert. Einschlägige Weiterbildungsangebote zur Nanotechnologie werden in Kooperation mit der Bundesagentur für Arbeit mittels des Begriffes Nanotechnologie in KURSNET, der Datenbank für Aus- und Weiterbildung, verschlagwortet, so dass ein schnelles Auffinden des geeigneten Bildungsangebotes erleichtert und die verstärkte Wahrnehmung angeregt wird.

Workshops im Rahmen der BMBF-Initiative „Ausbilden jetzt“ setzen auf die Stärkung der Ausbildungsbereitschaft auch im Zukunftsfeld der Nanotechnologie. Als eine Informationsbasis zur langfristigen Orientierung dualer Berufe auf künftige Anforderungen der Nanotechnologie hat das BMBF kürzlich eine Studie zur Früherkennung von Trendqualifikationen gefördert. Für die Teilgebiete Nanoanalytik, Nanochemie/Materialien, Nanobiotechnologie, Nanoelektronik und Nanooptik sind Qualifikationsprofile erstellt worden, die Tätigkeitsbeschreibungen enthalten, Einsatzfelder und Berührungspunkte zu bestehenden

Berufen nennen und die vorausgesetzte Kompetenzen präzisieren. Die gewonnenen Erkenntnisse (www.isw-institut.de/nano) liegen noch weit im Vorfeld neuer Berufsbeschreibungen, lassen sich jedoch als Vorstufe für die Modernisierung einschlägiger Ausbildungsberufe nutzen. Für die Ausbildung von Laboranten im Anwendungsfeld der Nanotechnologie sind Zusatzmodule entwickelt worden, die bereits exemplarisch in der Praxis erprobt werden.

Erste Materialien für experimentelles Lernen Jugendlicher haben die Nano-Kompetenzzentren in Saarbrücken und Kaiserslautern sowie der Verband der Chemischen Industrie entwickelt. Die Initiativen „Nanotechnologie und Schule e. V.“, THINK ING sowie das Deutsche Museum in Bonn engagieren sich, um Nanotechnologie stärker an Schulen heranzuführen und haben als eine Grundlage für fächerübergreifenden Unterricht das Werkbuch „Faszination Nanowelten“ vorgelegt. Eine kürzlich begonnene Untersuchung im Auftrag des BMBF zielt darauf, Fallbeispiele guter Unternehmenspraxis zur Qualifizierung von Akademikern im Bereich Nanotechnologie als Orientierungshilfe insbesondere für KMU aufzubereiten und Kooperationen interessierter Akteure aus Bildung, Wirtschaft und Wissenschaft anzustoßen.

Die BMBF-Initiative „Schulen-ans-Netz“ unterstützt im Rahmen des neu aufgelegten Projektes „Naturwissenschaften entdecken!“ die didaktische Aufbereitung von Unterrichtseinheiten zur Nanotechnologie für interessierte Lehrer. Erste Unterrichtserfahrungen zu Möglichkeiten der Untersuchung atomarer Oberflächen mit Rastertunnelmikroskopen werden im Rahmen einer Fachtagung im September 2006 in Heidelberg diskutiert. Messen, Kongresse, Workshops und Fachveranstaltungen der Nanotechnologie bieten vielfältige, in Zukunft noch stärker zu nutzende Möglichkeiten, Gesprächsangebote über konkrete Vermittlungs-, Einstiegs- und Beschäftigungsmöglichkeiten in der Nanotechnologie vor, während und nach dem Studium zu eröffnen und Informations- und Diskussionsangebote zu organisieren.

5. Welche Aktionen wurden durchgeführt, um eine intensive Mitwirkung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) an Forschungsprojekten der Nanotechnologie sicherzustellen, den Zugang von KMU zu Forschungsergebnissen zu verbessern sowie den Zugang zu Forschungsprogrammen zu erhöhen?
6. Welche Maßnahmen wurden gefördert, um die Entwicklung solcher nanotechnologischer Instrumente zu fördern, die vor allem für KMU nutzbar sind?

Die Fragen 5 und 6 werden im Zusammenhang beantwortet:

Die Bundesregierung sieht es als vordringliche Aufgabe an, den Zugang zu F&E-Ergebnissen für KMU zu optimieren und durch eine Steigerung der Beteiligung von KMU an nationalen wie europäischen Forschungsprogrammen deren zunehmende Integration zu realisieren.

Mit der BMBF-Förderinitiative „NanoChance“ werden daher KMU unterstützt, die auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätig sind bzw. ihr Geschäftsfeld durch den Einsatz von Nanotechnologie erweitern und stärken wollen. Neben der Unterstützung neu gegründeter Start-ups in der Nanotechnologie werden Stabilisierung und Wachstum innovationsfreudiger KMU flankiert, um Raum für neue nanotechnologische Entwicklungen zu schaffen sowie Potenziale für Vernetzungsaktivitäten und neue Verwertungsperspektiven zu erschließen. Junge, gegründete Unternehmen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen wurden ausdrücklich zur Teilnahme an der Initiative aufgerufen. In diesem Zusammenhang wurde eine Cofinanzierung der Vorhaben beispielsweise auch über den High-Tech-Gründerfonds als generell möglich angesprochen.

Bis März 2006 wurden 78 Projektvorschläge eingereicht. Ein mit Experten aus Forschung und Industrie zusammengesetztes Gutachtergremium hat aus diesen Vorschlägen 20 Projektideen mit einem Gesamtfördervolumen von ca. 15 Mio. Euro ausgewählt, die sich zur Förderung eignen. Derzeit befinden sich die Anträge in Vorbereitung. Es ist geplant, die ersten Vorhaben im 4. Quartal 2006 anlaufen zu lassen. Mit dieser Maßnahme werden somit über 30 klein- und mittelständische Unternehmen mit öffentlichen Fördermitteln aus dem Fachprogramm WING auf dem Gebiet der Nanotechnologie ertüchtigt. Alle Firmen nutzen gleichzeitig den Mehrwert, der sich aus der Zusammenarbeit mit etablierten Forschungseinrichtungen ergibt, denn jedes Forschungsprojekt ist als Verbundprojekt mit mehreren Partnern konzipiert.

KMU werden darüber hinaus verstärkt in die Verbundprojektförderung im Rahmen der referatsübergreifenden BMBF-Leitinnovationen einbezogen (s. Antwort zu Frage 1). Der Anteil an KMU an diesen Fördermaßnahmen ist überdurchschnittlich hoch.

Das BMWi unterstützt sektorspezifische Aktivitäten der Industrie mit dem Ziel, die Ergebnisse der Nanowissenschaften in Schlüsseltechnologien zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit umzusetzen. Das gilt insbesondere für die KMU aus dem Bereich der Investitionsgüterindustrie, deren Produkte und Technologien von entscheidender Bedeutung für die Sicherung des Produktionsstandortes Deutschland sind. Die Förderung erfolgt hier insbesondere über folgende Maßnahmen:

- Förderprogramm PRO INNO II;
- Förderung von Forschung und Entwicklung bei Wachstumsträgern in benachteiligten Regionen (INNO-WATT);
- Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) und Initiativprogramm Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen (ZUTECH).

Zur Kopplung von Forschungsergebnissen mit Produkten und Verfahren der KMU wird ein Internationaler Kongress zu Mikrotechnologien, Nanotechnologien und -wissenschaften in Verbindung mit der Messe MiNaT, Internationale Fachmesse für Feinwerktechnik, Ultrapräzisionstechnik, Micro- und Nanotechnologie im Juni 2007 in Stuttgart vorbereitet.

7. Welche Anreize wurden gesetzt, um Forschungseinrichtungen aus Entwicklungsländern an Forschungsprojekten zu beteiligen?

Keine. (Anwendungsnahe Projektförderung im Rahmen von sog. 2+2-Verbundprojekten mit deutscher und ausländischer Industrie- und Wissenschaftsbeteiligung ist kein Instrument der Entwicklungszusammenarbeit, sondern eine Maßnahme zur Stärkung deutscher Wettbewerbsfähigkeit durch Erschließung ausländischer Märkte.)

8. Wie wird der gesellschaftliche Diskurs zwischen Wissenschaft, Unternehmen und der breiten Öffentlichkeit über Chancen, Perspektiven und Risiken der Nanotechnologie organisiert und intensiviert?

Neue Entwicklungen im Bereich der Nanotechnologie bedingen eine verstärkte Information der Öffentlichkeit und einen kontinuierlichen gesellschaftlichen Diskurs zwischen Wissenschaft, Unternehmen und der breiten Öffentlichkeit über Chancen, Perspektiven und Risiken. Mittlerweile ist in unterschiedlichsten Branchen eine Vielzahl von Produkten auf dem Markt, die auf Nanotechnologie beruhen oder dieses zumindest nahe legen. Die starke Interdisziplinarität der Nanotechnologie und die zunehmende Verwendung des Begriffs „Nano“ in vie-

len Werbestrategien führen allerdings zu Verunsicherungen in der öffentlichen Wahrnehmung, die dazu beitragen können, dass „Nano“ nur noch mit „neu“ und bestenfalls mit „innovativ“ gleichgesetzt wird. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass „Nano“ zunehmend als Risiko wahrgenommen wird. Gezielte Information der Öffentlichkeit und der Diskurs mit gesellschaftlichen Interessengruppen erhalten künftig einen noch höheren Stellenwert, um Aufklärung zu bewirken, Bedenken wahrzunehmen, Schwellenängste gegenüber neuen Anwendungen der Nanotechnologie abzubauen und ein breites gesellschaftliches Interesse für Chancen und Potenziale der Nanotechnologie zu entfalten. Dazu sind konsequenterweise neben den vielen Vorteilen der Nanotechnologie auch deren mögliche Risiken zu kommunizieren, wie z. B. eine mögliche Gefährdung durch Nanopartikel.

Informationsinitiative

Das BMBF hat bereits frühzeitig eine Informationsinitiative über Zukunftspotenziale der Nanotechnologie einschließlich deren Chancen und Risiken eingeleitet. Konferenzen zu aktuellen Themen der Nanotechnologie vermitteln kontinuierlich neue Forschungsergebnisse und den aktuellen Stand des Wissens. Darüber hinaus werden Informationen zu Förderschwerpunkten, neuen Forschungsansätzen und innovationsunterstützenden Infrastrukturmaßnahmen für Presse- und Fachszene aktuell angeboten. Informationsmaterialien und Broschüren des BMBF eröffnen Interessenten einen Einstieg in die Welt kleinster Dimensionen und vermitteln komplexe Zusammenhänge auf verständliche Weise. Damit wird nicht nur das Interesse für das Zukunftsfeld der Nanotechnologie geweckt, sondern auch eine Basis für die weitere gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema geschaffen.

Grenzüberschreitende Beachtung erfährt die BMBF-Broschüre „Nanotechnologie – Innovationen für die Welt von morgen“, übersetzt in alle offiziellen Amtssprachen der EU und darüber hinaus ins Chinesische, Russische und Arabische. Das im Auftrag des BMBF vierteljährlich erscheinende Informationsblatt NanoSpotlight gibt einen Überblick zu nanospezifischen Aktivitäten, Trends, Projektergebnissen, Veranstaltungen, Diskursen und ersten Erfolgen. Nachrichten zur Nanotechnologie werden mehrfach in der Woche unter www.nanonet.de angeboten. Alle Informationsangebote werden auch bei Konferenzen, Messen und weiteren einschlägigen Anlässen bereitgehalten und zielgruppenspezifisch adressiert.

nanoTruck-Initiative

Ein Kernstück der Informationsinitiative des BMBF zum Thema Nanotechnologie ist der sog. nanoTruck. Die Initiative „nanoTruck: Reise in den Nanokosmos – die Welt kleinster Dimensionen“ informiert seit Anfang 2004 bundesweit an wechselnden Einsatzorten über Forschungsstand, Entwicklungspotenziale und Risiken der Nanotechnologie. Jährlich erreicht der nanoTruck eine Resonanz von etwa 100 000 Besuchern. Bis Mitte 2006 hat der nanoTruck ca. 300 Standorte in ganz Deutschland besucht. Der größte Anteil der Einsatzorte fällt dabei auf Schulen, gefolgt von Einsätzen auf öffentlichen Plätzen und bei Sonderveranstaltungen. Der nanoTruck wird stark nachgefragt, wie die bislang 130 abschlägig beantworteten Einsatzanfragen allein für 2006 zeigen.

Diskurse zu Chancen und Risiken

Der gesellschaftliche Diskurs zwischen Wissenschaft, Unternehmen und der breiten Öffentlichkeit über Chancen, Perspektiven und Risiken der Nanotechnologie wird darüber hinaus durch mehrere Verbundprojekte intensiviert. In den BMBF-Projekten NanoCare, INOS (Identifizierung und Bewertung von Gesundheits- und Umweltauswirkungen von technischen nanoskaligen Partikeln)

und TRACER (Toxikologische Bewertung und Funktionalisierung von Kohlenstoff-Nanomaterialien) werden seit Anfang 2006 gemeinschaftlich von Industrie und Forschungseinrichtungen wissenschaftliche Grundlagen zu gesundheitlichen Aspekten von Nanopartikeln erarbeitet. Im Projekt NanoCare werden z. B. zur Abschätzung der Auswirkungen von Nanopartikeln von den beteiligten Partnern aus Industrie und Wissenschaft neuartige Partikel hergestellt bzw. modifiziert und auf ihre biologische Wirkung hin untersucht, um als Modell für Vergleiche mit bereits kommerziell genutzten Nanopartikeln zu dienen. Die Ergebnisse des Projekts werden während der Projektlaufzeit als öffentliche Informationsbasis im Internet aufbereitet. Damit und im Dialog mit interessierten gesellschaftlichen Gruppen soll eine Plattform zur verantwortungsvollen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzung der Nanotechnologie geschaffen werden.

In einer öffentlichen Stakeholder-Dialogveranstaltung (www.dialog-nanopartikel.de), die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und dem Umweltbundesamt (UBA) im Oktober 2005 veranstaltet wurde, wurden die fachlichen Hintergründe zu Sicherheitsaspekten der Nanotechnologie diskutiert und in Arbeitsgruppen und Plenumsgesprächen ein Diskurs mit interessierten Gruppierungen (z. B. Industrie, Nichtregierungsorganisationen, Die Grünen NRW) durchgeführt. In Fortsetzung des ersten Nano-Dialogs findet am 18. September 2006 eine vom BMU organisierte Veranstaltung mit hochrangigen Vertretern aus der Wirtschaft, Verbänden und umweltpolitischen Sprechern der Bundestagsfraktionen statt. Ziel ist eine weiterführende Diskussion zu Chancen und Risiken von Nanomaterialien und eine Verabredung für den Dialogprozess 2006 bis 2008.

Im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) führte das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) am 28. März 2006 ein Expertengespräch zu Anwendungen der Nanotechnologie in den Gebieten Lebensmittel, kosmetische Mittel und Bedarfsgegenstände durch. Dazu wurden Nanotechnologie-Experten aus Industrie und Forschung eingeladen. In der Veranstaltung erörterten die eingeladenen Experten, mit welchen Stoffen und Partikelgrößen gearbeitet wird, welche Risiken von den Endprodukten für den Verbraucher ausgehen könnten und welche nanotechnologischen Anwendungen und Produkte zukünftig zu erwarten sind.

Weiterhin hat das BfR eine Experten-Delphi-Befragung zu Risiken nanotechnologischer Anwendungen angestoßen. Mit diesem Projekt sollen potenzielle Risiken der Nanotechnologie in verbraucherrelevanten Bereichen frühzeitig identifiziert, die Implikationen der verstärkten Anwendung der Nanotechnologie durch Verbraucher hinterfragt und gemeinsam mit den Experten Handlungsstrategien zur Vermeidung bzw. Minimierung möglicher Risiken entwickelt werden.

Das BfR plant in diesem Jahr noch eine Verbraucherkonferenz zu Risiken der Nanotechnologie. Ziel ist es, ein qualifiziertes Meinungsbild von Verbrauchern zu nanotechnologischen Anwendungen in den Bereichen Lebensmittel, Kosmetika und Bedarfsgegenstände zu erstellen sowie Verbrauchern die direkte Beteiligung an der öffentlichen und politischen Diskussion zu einem gesellschaftlich relevanten Thema zu ermöglichen.

Die bislang erfolgreich angelaufenen Aktivitäten zum Diskurs mit gesellschaftlichen Gruppen und zur Information der interessierten Öffentlichkeit über Entwicklungen, Potenziale, Chancen und Risiken der Nanotechnologie sollen auch in Zukunft fortgeführt und den jeweiligen aktuellen Anforderungen angemessen angepasst werden. Dazu gehören:

- fundierte Abschätzungen von Chancen und Risiken,

- aktive Informationsaufbereitungen für Interessenten und Wissenschaftsjournalisten,
- nationale und internationale Konferenz- und Messebeteiligungen,
- vertrauensbildende Diskurse über Chancen und Risiken,
- ein noch intensiverer Austausch von Wissenschaft, Wirtschaft, Bildung und Öffentlichkeit im Sinne eines „public understanding of science“.

9. Welche Vorhaben zur Förderung der Nanotechnologie plant die Bundesregierung im Rahmen des oder im Zusammenhang mit dem Sechs-Milliarden-Programm?

Was findet innerhalb, was außerhalb des Leuchtturms „Nano geht in die Produktion“ statt?

Welches sind die geplanten Schwerpunkte, und welche Aufteilung auf die verschiedenen Ressorts ist geplant?

Der Förderschwerpunkt „Nano geht in die Produktion“ wurde am 30. März 2006 im Bundesanzeiger veröffentlicht und ist eine Initiative des BMBF. Zum Bewerbungsschluss am 30. Juni 2006 lagen 69 Projektskizzen zur Begutachtung vor, von denen die besten in einem wettbewerblichen Verfahren nach Empfehlung unabhängiger Experten mit rund 15 Mio. Euro im Rahmen von Verbundprojekten gefördert werden. Voraussichtlich werden Forschungsarbeiten zu folgenden Themen starten:

- Herstellung nanoskaliger Partikel in großen Mengen und großer Reinheit;
- Verarbeitung von nanoskaligen Partikeln in Matrixwerkstoffen;
- Beschichtung von Oberflächen mit nanoskaligen Materialien;
- Online-Analytik bei der Herstellung und Verarbeitung;
- Strukturierung von Oberflächen und nanoskalig strukturierte Festkörper.

Bereits während der Projektlaufzeit, aber insbesondere zum Abschluss des Projektes, finden öffentliche Veranstaltungen statt, auf denen die Forschungsergebnisse diskutiert und damit auch anderen Interessierten nahe gebracht werden.

Als Teil des Leuchtturms „High-Tech für die Gesundheit“ wird im Rahmen des Sechs-Milliarden-Programms zudem der Förderschwerpunkt „NanoforLife 2“ aufgelegt. Im Zentrum von NanoforLife 2 wird das Themenfeld Wirkstofftransport stehen. Die im Förderschwerpunkt NanoforLife 1 durchgeführten Projekte bearbeiten hinsichtlich der Krankheiten und der eingesetzten Verfahren nur einen Ausschnitt der Fragestellungen, die mit Nanotechnologie-Anwendungen für die Gesundheit adressiert werden können. Auf der Grundlage der gewonnenen Erfahrungen wird die Weiterentwicklung des Programms sich auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:

- Barrieregängigkeit (Stichwort: Blut-Hirnschranke),
- Löslichkeit; viele Wirkstoffe sind wasserunlöslich und deshalb nicht einsetzbar; die Darreichung als Nanopartikel kann hier Abhilfe schaffen; und
- Zielvermittlung der Therapeutika; Medikamente sollen nur am Ort der Erkrankung (z. B. im Tumor) wirken, um die Nebenwirkungen bei hoher Dosis gering zu halten.

Die Vision ist dabei die Verbindung von Diagnostik und Therapie, Theranostik, d. h. die Entwicklung multifunktionaler Nanopartikel, die sich zielgerichtet am Ort der Erkrankung anreichern, dort die Diagnose erlauben und auf externe Signale hin Medikamente freisetzen.

10. Wann wird die Bundesregierung den vom Deutschen Bundestag bis zum September 2005 geforderten Bericht vorlegen, in welchem eventueller Veränderungsbedarf zum Rechtsrahmen für Anwendungen der Nanotechnologie beschrieben wird?
11. Sieht die Bundesregierung derzeit Veränderungsbedarf bei bestehenden Normen, Gesetzen und Verordnungen speziell in den Bereichen Gesundheit, Umweltschutz, Verbraucherschutz, Datenschutz aufgrund nanotechnologischer Entwicklungen?

Die Fragen 10 und 11 werden im Zusammenhang beantwortet:

Nach derzeitigem Kenntnisstand sieht die Bundesregierung gegenwärtig keinen Veränderungsbedarf bei bestehenden Normen, Gesetzen und Verordnungen aufgrund nanotechnologischer Entwicklungen. Das bestehende gesetzliche und untergesetzliche Regelwerk ebenso wie das geplante neue Chemikalienrecht der Europäischen Union (REACH) bietet flexible Instrumente, um mögliche Risiken nanotechnologischer Entwicklungen zu erkennen und gegebenenfalls darauf zu reagieren. Nanomaterialien sind von diesen Regelwerken grundsätzlich mit erfasst. Sollte sich diese Einschätzung auf der Basis von Ergebnissen noch laufender Untersuchungen verändern, wird die Bundesregierung dazu einen Bericht vorlegen.

Bezüglich der Anwendung der Nanotechnologie in Produkten sind insbesondere folgende gesetzlichen Regelungen auf nationaler Ebene zu berücksichtigen: Bundesimmissionsschutzgesetz, Chemikaliengesetz, Arbeitsschutzgesetz, Arzneimittelgesetz, Medizinproduktegesetz, Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch, Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 (sog. Basisverordnung zum Lebensmittelrecht).

Bei der Herstellung und dem Inverkehrbringen nanopartikelbasierter Produkte gelten derzeit je nach Anwendungsbereich unterschiedliche Regulierungsmechanismen:

Für Arzneimittel ist gemäß Arzneimittelgesetz eine Zulassungsprüfung erforderlich, die umfangreiche Testroutinen für jedes neu entwickelte Medikament vorsehen, d. h. auch für nanopartikelbasierte Produkte.

Lebensmittel, die unter Anwendung der Nanotechnologie hergestellt werden bzw. die nanotechnologisch hergestellte Zutaten enthalten, müssen den einschlägigen lebensmittelrechtlichen Vorschriften zum gesundheitlichen Verbraucherschutz und zum Schutz vor Irreführung und Täuschung entsprechen. Auch für solche Lebensmittel gilt das Verbot, sie für andere derart herzustellen oder zu behandeln, dass ihr Verzehr gesundheitsschädlich ist, und das Verbot, gesundheitsschädliche Lebensmittel in den Verkehr zu bringen. Sofern Lebensmittel bzw. Lebensmittelzutaten als neuartig im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 258/97 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 1997 über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten einzustufen sind, bedürfen sie der Zulassung.

Ob über die bestehenden lebensmittelrechtlichen Vorschriften hinaus regulatorische Maßnahmen erforderlich sind, wird auf der Grundlage der Ergebnisse der vom BMELV eingeleiteten Befragung der betroffenen Wirtschaft über den Einsatz der Nanotechnologie im Lebensmittelbereich sowie der notwendigen gesundheitlichen Bewertung geprüft.

Das BMELV hat bereits im Juli 2005 die Senatskommission zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft gebeten, sich mit dem Thema Nanotechnologie im Lebensmittelbereich und mit dem Einsatz von Nanopartikeln in Lebensmitteln zu befassen und zu den Aspekten des gesundheitlichen Verbraucherschutzes Stellung zu nehmen. Die Beratungen sind noch nicht abgeschlossen.

Sofern es sich bei den Verbraucherprodukten um Bedarfsgegenstände oder kosmetische Mittel handelt, unterliegen diese den allgemeinen Anforderungen des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB).

Gemäß § 30 Abs. 1 und 2 LFGB ist es verboten, Bedarfsgegenstände derart herzustellen, zu behandeln und in den Verkehr zu bringen, dass sie bei bestimmungsgemäßem oder vor auszusehendem Gebrauch geeignet sind, die Gesundheit durch ihre stoffliche Zusammensetzung, insbesondere durch toxikologisch wirksame Stoffe oder durch Verunreinigungen zu schädigen. Für kosmetische Mittel sieht § 26 LFGB eine vergleichbare Regelung vor. Nach § 31 Abs. 1 LFGB dürfen Lebensmittelbedarfsgegenstände nur dann gewerbsmäßig verwendet oder in den Verkehr gebracht werden, wenn sie den in Artikel 3 Abs. 1 der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 geregelten Anforderungen an ihre Herstellung entsprechen. Nach dieser Vorschrift müssen derartige Bedarfsgegenstände nach guter Herstellerpraxis so hergestellt werden, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf das Lebensmittel in Mengen abgeben, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu gefährden. Diese allgemeinen Anforderungen gelten auch für Produkte, welche unter Verwendung der Nanotechnologie hergestellt worden sind.

Ob über die bestehenden lebensmittelrechtlichen Vorschriften hinaus weitere regulatorische Maßnahmen erforderlich sind, wird auf der Grundlage der Ergebnisse der vom BMELV eingeleiteten Befragung der betroffenen Wirtschaft über den Einsatz der Nanotechnologie im Bereich der Bedarfsgegenstände und kosmetischen Mittel sowie der notwendigen gesundheitlichen Bewertung geprüft. Die Beratungen sind noch nicht abgeschlossen.

Hinsichtlich der gesetzlichen Regelungen für sonstige Verbraucherprodukte, bei denen es sich nicht um Bedarfsgegenstände oder kosmetische Mittel handelt, sieht die Bundesregierung keinen Änderungsbedarf vor dem Hintergrund nanotechnologischer Entwicklungen. Das Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG), schreibt vor, dass Produkte nur dann in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie so beschaffen sind, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung oder vorhersehbarer Fehlanwendung Sicherheit und Gesundheit von Verwendern oder Dritten gewährleistet sind. Es enthält zudem besondere Informations-, Kennzeichnungs- und Prüfpflichten für das Inverkehrbringen von Verbraucherprodukten. Neue Produktkategorien – wie beispielsweise nanotechnologisch hergestellte Produkte – unterliegen diesen Regelungen ebenso wie herkömmliche Verbraucherprodukte. Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz enthält für die zuständigen Vollzugsbehörden der Länder Instrumentarien zur Durchsetzung geeigneter Maßnahmen im Rahmen der Marktaufsicht.

Für die Produktion und den Vertrieb von neuen Chemikalien (Vermarktung ab 1981) gilt eine Anmelde- und Registrierungspflicht, die auf EU-Ebene derzeit durch die Chemikalien-Richtlinie 67/548/EWG geregelt ist, die künftig von der neuen Verordnung REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) abgelöst werden soll. Die derzeitige Richtlinie bezieht sich nur auf die chemische Zusammensetzung von Substanzen und nicht auf physikalische Eigenschaften wie Partikelgröße oder -form, d. h. für nanopartikuläre Substanzen besteht keine gesonderte Anmeldungspflicht, sofern die gröber strukturierten Substanzen bereits registriert sind.

Insgesamt besteht derzeit keine gesonderte Kennzeichnungspflicht für Produkte, in denen nanopartikuläre Substanzen verwendet werden. Eine Abschätzung, ob der oben skizzierte Rechtsrahmen auf die Besonderheiten der Nanotechnologie, insb. des Einsatzes von Nanopartikeln, angepasst werden muss, ist erst nach Vorliegen der erforderlichen Informationen möglich. Die Bundesregierung hat hierzu bereits eine Reihe von Aktivitäten initiiert:

- BMBF: Durchführung von Begleitmaßnahmen und Projekten der Risikoforschung zu möglichen Gesundheitsrisiken von Nanopartikeln (Verbundprojekte NanoCare, INOS, TRACER, s. Antwort zu Frage 15);
- BMU: „Dialog zu Ermittlung und Bewertung der Umwelt- und Gesundheitsgefahren durch Nanopartikel“ (www.dialog-nanopartikel.de);
- BMELV/BfR: Delphi-Studie und Bürgerforum zum Thema Verbraucherschutz Nanotechnologie;
- BMAS: Unternehmensbefragung zur Nanopartikel-Exposition von Arbeitnehmern, „Initiative neue Qualität der Arbeit“ (INQA), um die Belastung von Arbeitnehmern durch Gefahrstoffe zu reduzieren.

Darüber hinaus hat die Bundesregierung begonnen, in Deutschland einen ressortübergreifenden Kommunikationsprozess zu initiieren, in dessen Verlauf der erforderliche Handlungsrahmen zu möglichen Regulierungsmaßnahmen abgesteckt werden soll. Hierin sollen sämtliche relevanten Regulierungsbehörden und Verordnungsgeber einbezogen werden. In Deutschland betrifft dies neben den verantwortlichen Ressorts BMBF, BMWi, BMELV, BMAS; BMU, BMG, BMVg u. a. die folgenden Behörden und Einrichtungen:

- BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung),
- BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin),
- PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt),
- BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung),
- BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit),
- UBA (Umweltbundesamt).

Weiterhin beteiligt sich die Bundesregierung auch an Aktivitäten auf internationaler Ebene, die sich mit der Thematik auseinandersetzen, u. a.

- Arbeitsgruppe der OECD zur Risikoabschätzung und -management von Nanomaterialien;
- Aktionsplan der Europäischen Kommission zur Nanotechnologie, der Maßnahmen zur Etablierung eines wirtschaftsfreundlichen, integrierten und verantwortungsvollen Umganges bei F&E in den Nanotechnologien initiieren soll, ohne dabei die gesellschaftlichen Bedürfnisse (Sicherheit, Transparenz, Information) zu vernachlässigen;
- International Risk Governance Council IRGC, eine vom schweizerischen Versicherungskonzern SwissRe ins Leben gerufene Organisation, betreibt eine Initiative zum Verständnis und Management möglicher Risiken durch die Nanotechnologie für Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft.

In der laufenden Legislaturperiode plant die Bundesregierung einen Maßnahmenkatalog zur Adressierung von Belangen des Arbeitnehmer-, Verbraucher- und Umweltschutzes sowie die Koordinierung nationaler und internationaler Aktivitäten. Dies umfasst u. a.:

- die Definition von Kommunikationsschnittstellen und -ebenen im Bereich der betroffenen Gesetzes- und Verordnungsgeber sowohl national als auch auf EU-Ebene;
- die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Gefahren- und Risikobeurteilung;
- die Mitarbeit bei der Erstellung von international harmonisierten Definitionen, Messmethoden und validierten Testrichtlinien für die Gefahren- und Risikobeurteilung;

- den Dialog mit Forschern, Wirtschaftsverbänden, Behörden, Versicherern, Politikern, Investoren und der Öffentlichkeit.

12. Gibt es eine systematische Analyse über das Ausbreitungsverhalten von Nanostrukturen in allen Medien, über potenzielle Langzeitfolgen für Umwelt, Gesundheit und biologische Systeme, über Pharmakokinetik sowie über den sicheren Umgang mit Nanopartikeln?

Welche Auswirkungen von Nanotechnologie auf die menschliche und tierische Gesundheit und auf die Umwelt sind zu erwarten?

Eine generelle Aussage zu toxischen Wirkungen von Nanopartikeln unterschiedlichster Zusammensetzung ist nicht zu erwarten, da es sich bisher gezeigt hat, dass die Wirkung von Nanopartikel zu Nanopartikel (Form und Art) unterschiedlich ist, die Wirkung Zelltyp-spezifisch ausfällt und wesentlich von der Anwendungs- bzw. Expositionsform abhängt.

Bei der Verwendung der Nanopartikel in geschlossenen Systemen kann eine Exposition der Umwelt weitgehend ausgeschlossen werden. Eine Exposition gilt auch als wenig wahrscheinlich bei Produkten, bei denen Nanopartikel fest in eine Matrix eingeschlossen sind.

Bei offenen Anwendungen von Nanopartikeln wird gegenwärtig in Fachkreisen beraten, welche Untersuchungen als notwendig angesehen werden, um eine ausreichende Sicherheit für Mensch und Umwelt zu gewährleisten. Bisher sind nur Teilbereiche der Wirkungen von Nanopartikeln untersucht. Kenntnisse bestehen über die langfristigen Auswirkungen von Nanopartikeln natürlichen Ursprungs (bestimmte Stäube und Aerosole) oder solcher, die bei menschlichen Tätigkeiten entstehen (z. B. Dämpfe beim Schweißen).

Soweit Nanopartikel in Arzneimitteln eingesetzt werden, werden die Pharmakokinetik, die Pharmakodynamik und die auftretenden Wirkungen untersucht. Die im Rahmen der Arzneimittelpflichtprüfung durchgeführten Untersuchungen können auf ein mögliches Gefahrenpotenzial für Mensch und Tier hinweisen. Als besonders kritische Eigenschaft von Nanopartikeln wird angesehen, dass einige die Blut-Hirn-Schranke sowie die Plazentaschranke passieren können. Dieses Verhalten ist bereits von bestimmten Arzneimitteln bekannt und daher keine neue Stoffeigenschaft.

Insgesamt ist festzustellen, dass zur endgültigen Abklärung des Verhaltens und der Auswirkungen von Nanopartikeln noch weitere Untersuchungen erforderlich sind. Ein wesentlicher Meilenstein für ein systematisches Vorgehen wird eine Forschungsstrategie sein, die derzeit von den beteiligten Ressorts unter Einbindung von UBA, BAuA und BfR erarbeitet wird.

In mehreren BMBF-Projekten sowie in Forschungsinstituten (z. B. GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) und Firmen in Deutschland werden die Auswirkungen von nanotechnologischen Materialien auf die menschliche und tierische Gesundheit sowie die Umwelt untersucht. Im Forschungsvorhaben „NanoCare“ werden zum Beispiel die Zusammenhänge der Partikeleigenschaften und der biologischen Wirkung systematisch erforscht.

13. Welche Projekte des Forschungsvorhabens „Nanocare“ befassen sich mit der Erforschung nanotechnologisch veränderter Lebensmittel und ihren Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit?

NanoCare beschäftigt sich nicht explizit mit nanotechnologisch veränderten Lebensmitteln. Es werden nanopartikelartige Materialien auf mögliche Gesundheitseffekte untersucht, die z. T. auch in Lebensmitteln verwendet werden können.

Im Fokus der Untersuchungen von NanoCare stehen Nanopartikel, die als Aerosol über die Atemwege in den menschlichen Körper gelangen können. In Bezug auf Lebensmittel ist dagegen der Expositionspfad über den menschlichen Verdauungstrakt näher zu untersuchen.

14. Hat die Bundesregierung ein systematisches Monitoring-Programm eingeführt, in dessen Rahmen biomedizinische, ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Folgen kontinuierlich erhoben und evaluiert werden?

Im Rahmen der innovationsunterstützenden Maßnahmen zur Nanotechnologie des BMBF wird ein kontinuierliches Monitoring möglicher gesellschaftlicher Folgen der Nanotechnologie durchgeführt. Hierzu werden die Aktivitäten nationaler und internationaler Interessensgruppierungen (Unternehmen, Forschungsinstitutionen, Verbände, Umweltschutz- und Verbraucherschutzverbände, Kirchen, Behörden etc.) erfasst. Mit relevanten nationalen und internationalen Initiativen sind Kommunikationsschnittstellen etabliert worden; es erfolgt ein kontinuierlicher Informationsaustausch. Zu nennen sind hierbei u. a. folgende Aktivitäten:

- „Survey on Nanotechnology Governance“ des International Risk Governance Council. Ziel der Studie ist es, weltweit die Maßnahmen zur Regulierung von Risiken der Nanotechnologie zu erfassen und Handlungsempfehlungen für Regierungen zu geben;
- OECD-Arbeitsgruppe zu Risikoaspekten und Management von Nanomaterialien, die eine Studie „Survey on the Potential Implications of Manufactured Nanomaterials for Human Health and Environmental Safety“ durchgeführt hat;
- Erhebung zu Aspekten des Arbeitsschutzes bei der Herstellung und im Umgang mit synthetischen Nanomaterialien der BAuA und des VCI;
- EU-Projekte „NanoSafe2“, „IMPART/Nanotox“, „Particle_Risk“, „NanoDerm“ (Projekte zur Einschätzung möglicher Risiken von Nanomaterialien);
- ICON International Council on Nanotechnology.

Im Rahmen der BMBF-Projekte NanoCare und INOS werden Datenbanken mit relevanten Informationen eingerichtet und ein Dialogprozess mit Bürgern und Interessensgruppierungen initiiert.

15. Wie hoch waren die Mittel für die ökologische, ethische, soziale, friedenspolitische sowie verbraucher- und gesundheitsschutzorientierte Begleitforschung zur Nanotechnologie in den einzelnen Haushaltsjahren, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Bereichen?

In welchen Bereichen sind die vom Deutschen Bundestag geforderten fünf Prozent der Mittel für Nanotechnologieforschung für die ökologische, ethische, soziale, friedenspolitische sowie verbraucher- und gesundheitsschutzorientierte Begleitforschung ausgegeben worden?

Falls sie nicht ausgegeben wurden, warum nicht?

Die Bundesregierung hat ihr Engagement in der Begleitforschung zur Nanotechnologie in den letzten Jahren erheblich verstärkt. Auch im Jahr 2006 ist eine Reihe von Projekten initiiert worden, die sich insb. mit gesundheitsorientierten und ökologischen Fragestellungen im Zusammenhang mit Nanomaterialien befassen und in den nächsten drei Jahren mit insgesamt rund 7,6 Mio. Euro gefördert werden.

Die Tabelle gibt eine Übersicht über die Mittelverteilung der vergangenen Haushaltsjahre (in TEuro):

Thema:	2002	2003	2004	2005	2006
Chancen und Risiken (z.B. ITA-Studien, INOS, NanoCare)	257	460	460	40	1.582
Innovationsunterstützende Maßnahmen (z.B. Kompetenznetze, Nationale Kontaktstelle Nanotechnologie, Technologiefrüherkennung)	1.840	2.189	3.048	2.929	3.780
Bildung, Weiterbildung, Soziale Aspekte	0	200	1.900	1.500	1.152
Gesamt	2.097	2.849	5.408	4.429	6.514

Die verbraucher- und gesundheitsschutzorientierte Begleitforschung zur Nanotechnologie, die im Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), dem Umweltbundesamt (UBA) sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin betrieben wird, wird über institutionelle Mittel finanziert.

II. Nanotechnologie in der Anwendung

16. In welchen Lebensmitteln und Verbraucherprodukten kommt Nanotechnologie zur Anwendung?

Mögliche Beispiele für Nanotechnologie-Anwendungen im Lebensmittelbereich:

Es ist bekannt, dass mit Hilfe der Nanotechnologie möglicherweise die Stabilität und Lebensdauer von Lebensmitteln verbessert, die Bioverfügbarkeit von wichtigen Inhaltsstoffen erhöht sowie optische Eigenschaften, Geschmack und Konsistenz verändert werden können.

- Vitamine und andere Nährstoffe können Lebensmitteln zur Verbesserung der Löslichkeit und der Resorption in nanoskaliger Form oder auch verkapselt als Nanocontainer (z. B. Liposome) zugesetzt werden, um deren Bioverfügbarkeit zu erhöhen.
- Kolloidale Kieselsäure bzw. Siliziumdioxid können aufgrund des hohen Adsorptionsvermögens als Rieselhilfsmittel oder Trägerstoff verwendet werden, um das Fließverhalten beispielsweise von Ketchup zu verbessern oder ein Zusammenbacken von Kochsalzkristallen und Lebensmitteln zu verhindern. Derartige Nanopartikel können weiterhin bei der Klärung von Fruchtsäften eingesetzt werden.

Beispiele für Nanotechnologie-Anwendungen im Bereich Lebensmittelbedarfsgegenstände:

- Nanobeschichtungen verringern die Gasdurchlässigkeit von Lebensmittelverpackungen und Plastik-Getränkeflaschen, wodurch sich verbesserte Barrieren gegen Sauerstoff, Kohlendioxid, Feuchtigkeit bilden, die die Haltbarkeit von Lebensmitteln deutlich verbessern. Ein ähnlicher Effekt wird durch die Verwendung von Nanokomposit-Materialien mit nanostrukturierten Füllstoffen (modifizierte Schicht-Silikate) in Polymeren erzielt.
- Titandioxidnanopartikel in Plastikfolien blockieren die UV-Strahlung und verhindern damit chemische Prozesse in Lebensmitteln und verbessern deren Haltbarkeit.

Beispiele für Nanotechnologie-Anwendungen im Kosmetikbereich:

- Sonnencremes enthalten als UV-Filter nanoskalige Metalloxidpartikel (z. B. Titandioxid oder Zinkoxid), die aufgrund der Kleinheit transparent sind, aber auf der Haut aufgetragen einen effizienten UV-Schutz bieten.
- Zahncreme wird mit Hydroxylapatit-Nanopartikeln versetzt, um angegriffenen Zahnschmelz beim Zähneputzen wieder aufzubauen. Das Material ist chemisch identisch mit dem Zahnschmelz, wodurch die Partikel nach der Anwendung einen zusammenhängenden dünnen Film bilden, der die Fehlstellen überdeckt.

Beispiele für Nanotechnologie-Anwendungen in Textilien:

- Titandioxid wird in Textilien als UV-absorbierende Nanoschicht implementiert. Die geringe Größe der Pigmentpartikel sorgt für ein großes Absorptionspotenzial bei gleichzeitig geringer Lichtstreuung, so dass die Partikelschicht transparent und der Sonnenschutz unsichtbar ist.
- Nanopartikel aus SiO₂ werden zur Bildung nanostrukturierter Oberflächen auf Fasern genutzt. Dadurch bekommen die Textilien schmutzabweisende Eigenschaften.

Um umfassende Kenntnisse darüber zu erlangen, welche konkreten Anwendungen der Nanotechnologie im Bereich der Lebensmittel, Lebensmittelbedarfsgegenstände, der kosmetischen Mittel und Bekleidungstextilien in Deutschland tatsächlich zum Einsatz kommen, wird derzeit eine Abfrage bei den betroffenen Wirtschaftsbeteiligten durchgeführt.

Beispiele für Nanotechnologie-Anwendungen in sonstigen Verbraucherprodukten:

- Lacke werden mit keramischen Nanopartikeln versetzt, um deren Kratzfestigkeit (beispielsweise bei Automobilen) zu erhöhen. Nanoskalige Interferenzpigmente verbessern durch spezielle Farbeffekte wie Perlglanz oder Farbwechsel das Design verschiedener Verbraucherprodukte;
- Silber-Nanopartikel mit antibakteriellen Eigenschaften werden für Desinfektionszwecke in Produktoberflächen insbesondere im Sanitärbereich oder auch Textilien und Wandfarben integriert;
- Nanomaterialien (Kohlenstoffnanoröhren) werden zur mechanischen Verstärkung von Sportgeräten eingesetzt.

17. Wie viele Produkte mit Nanotechnologie sind markenrechtlich erfasst?

Beim Deutschen Patent- und Markenamt sind ca. 150 Produkte mit dem Begriff „nano“ im Markennamen registriert. Auf europäischer Ebene sind 550 Produkte mit „nano-Label“ als Gemeinschaftsmarke angemeldet.

18. Welche spezifischen physikalisch-chemischen Eigenschaften von Nanopartikeln werden in Lebensmitteln und Verbraucherprodukten bereits eingesetzt?

Eigenschaft	Beispiele für Effekte durch nanoskalige Konfiguration
Chemisch	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Löslichkeit von Lebensmittelzusatzstoffen und medizinischen Wirkstoffen • Easy-To-Clean Eigenschaften von Oberflächen durch nanopartikuläre Beschichtungsmaterialien • Effizientere Abgaskatalysatoren in Automobilen durch vergrößerte Katalysatoroberflächen • Leistungsfähigere Batterien und Akkumulatoren durch höhere spezifische Elektrodenoberflächen
Mechanisch	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Gasdichtigkeit von Lebensmittelverpackungen durch Zusatz von Nanopartikeln oder Nanobeschichtungen • Verbesserte Kratzfestigkeit von Lacken durch keramische Nanopartikel • Verbesserte Steifigkeit von Sportgeräten durch Zusatz von Nanopartikeln
Optisch	<ul style="list-style-type: none"> • Transparenter UV-Schutz in Kosmetika, Textilien oder Möbeln • Spezifische Absorptions- und Fluoreszenzeigenschaften bei Sicherheitspigmenten und medizinischen Schnelltests • Spezielle Farbeffekte bei Farben und Lacken (z.B. Interferenzpigmente) • Antireflexeigenschaften bei Displays und Anzeigen
Biologisch	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Durchlässigkeit für physiologische Barrieren (Membrane, Blut-Hirn-Schranke etc.) in Medikamenten • Erhöhte Biokompatibilität durch Nanostrukturierung von Knochenersatzmaterialien, Wundverschlüssen • Antibakterielle Eigenschaften von Gebrauchsgegenständen durch Silbernanopartikel

19. Mit welchen Methoden werden Nanopartikel in Lebensmitteln und Verbraucherprodukten nachgewiesen und auf ihre Wirkungsweise getestet?

Zurzeit wird auf nationaler und internationaler Ebene diskutiert, inwieweit die bereits verfügbaren chemisch analytischen und toxikologischen Prüfverfahren zur Bewertung des Gefährdungspotenzials von Nanopartikeln geeignet sind. Diese Forschungsfragen sind u. a. Gegenstand des BMBF-Projekts NanoCare. Darüber hinaus entwirft das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) zurzeit gemeinsam mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und dem Umweltbundesamt (UBA) eine entsprechende Strategie zur Risikoforschung. Forschungsbedarf besteht im Bereich der Nachweisverfahren ebenso wie im Bereich der toxikologischen Prüfverfahren.

20. Welche Forschungsvorhaben und Erkenntnisse sind der Bundesregierung im Zusammenhang mit der Risikobewertung von Spray-Aerosolen bekannt?

Systematische Untersuchungen im Verbraucherbereich zur Verwendung und den gesundheitlichen Wirkungen von Sprühaerosolen sind nicht bekannt.

Die Dokumentations- und Bewertungsstelle für Vergiftungen (§ 16e ChemG) des Bundesinstituts für Risikobewertung (früher: Bundesgesundheitsamt, BGA) hat seit 1993 in regelmäßigen Abständen über einzelne Vergiftungsfälle mit Imprägniersprays/Ledersprays berichtet. Hinsichtlich dieser Produkte wurden im Rahmen der Bedarfsgegenständeverordnung ergänzende Warnhinweise vorgeschrieben. Seit der ersten vom BGA dokumentierten Fallserie im Zeitraum 1981 bis 1984 bis zu der Fallserie von etwa 110 Fällen mit Magic-Nano-Versiegelungssprays ist in der Bundesrepublik bisher keine weitere Häufung von Fällen bei bestimmten Produkten oder Produktarten bekannt geworden.

Des Weiteren wird auf die Antworten zu den Fragen 19 und 21 verwiesen.

21. Wie entsteht ein nanodünner Film beim Versprühen eines Versiegelungssprays mit Nanotechnologie, und wie kann er auch dann entstehen, wenn im Spray nach Auskunft des Herstellers keine Nanopartikel enthalten sind?

Welche Ursachen führten konkret zu den bekannt gewordenen Gesundheitsbeschwerden bei der Anwendung dieser Versiegelungssprays?

Die Sol-Gel-Technik zur Herstellung eines nanodünnen Films ist ein lange bekanntes nasschemisches Verfahren zur Herstellung von dünnen Schichten auf Oberflächen. Aus einer flüssigen Stoffmischung (Sol) entsteht ein amorphes Netzwerk eines Festkörpers (Gel), welcher sich unter bestimmten Voraussetzungen zu einer festhaftenden Oberfläche auf einem Grundwerkstoff (z. B. Fliesen, Glasscheiben usw.) ausbildet. Bei einmaligem Auftrag können ultradünne Schichtdicken ohne Einlagerung von speziellen Partikeln mit 5 bis 20 Mikrometer Schichtdicke erreicht werden: Dabei werden kratzfeste, schmutzabweisende und entspiegelte Oberflächen erzeugt. Derartige Technologien sind weit verbreitet und besonders zuverlässig beim Auftragen mit z. B. Lappen oder Pinsel.

Eine weitere Möglichkeit ist in der biochemischen bzw. nanotechnologischen Nachahmung des Lotos-Effektes von Pflanzen zu sehen. Auf dieser Grundlage gibt es bereits nanotechnologische Entwicklungen, bei denen entsprechende ultrafeine Filme mit einzelnen Partikeln auf der Oberfläche erzeugt werden. Das Prinzip dabei ist die Erzeugung von ultradünnen Oberflächenstrukturen, in die in regelmäßigen Abständen feste ultrafeine hydrophobe Partikel (Nanoteilchen) zur Abweisung von Wasser fest eingelagert sind.

Hinsichtlich der sog. Magic-Nano Aerosolsprays wurde vom Bundesinstitut für Risikobewertung geklärt, dass nach den dort vorliegenden Erkenntnissen Nanopartikel nicht der Auslöser der Gesundheitsstörungen waren, da die betroffenen Produkte keine Partikel in Nano-Abmessungen enthalten. Die Ursachen für die Gesundheitsbeschwerden nach Verwendung der sog. Magic-Nano-Aerosolsprays sind noch nicht endgültig geklärt. Das Bundesinstitut für Risikobewertung ist damit befasst, die Ursachen für das Auftreten der aktuellen Gesundheitsbeschwerden festzustellen. In diesem Zusammenhang wird auch der spezielle Forschungsbedarf geprüft werden.

22. Aus welchen Gründen besteht aktuell keine Zulassungsverpflichtung für Verbraucherprodukte mit Nanotechnologie wie etwa bei anderen „neuartigen Lebensmitteln“ (Novel food-Verordnung)?

Es wird auf die Antwort zu Frage 11 verwiesen.

23. Beabsichtigt die Bundesregierung ein Zulassungsverfahren und eine Rezepturmeldepflicht für Verbraucherprodukte mit Nanotechnologie einzuführen?

Es wird auf die Antwort zu Frage 11 verwiesen.

24. Wie begleitet die Bundesregierung die Markteinführung der Verbraucherprodukte mit Nanotechnologie, und findet eine Überprüfung auf mögliche gesundheitliche Auswirkungen statt?

Die Marktüberwachung und der Vollzug des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes obliegen den zuständigen Behörden der Länder.

Im Übrigen wird auf die Antworten zu den Fragen 11 und 19 verwiesen.

25. Sind Nanopartikel durch das Chemikaliengesetz erfasst, wenn ja, wie und seit wann, und welche weiteren gesetzlichen Grundlagen finden Anwendung?

Nanopartikel unterliegen grundsätzlich den bestehenden Regelungen des Chemikaliengesetzes. Dort wird allerdings nach Stoffen und nicht nach Teilchengrößen unterschieden, weshalb die nanopartikulären Eigenschaften nicht gesondert bewertet werden. Nanopartikel tragen daher in der Regel dieselbe CAS-Nummer wie die größeren Partikelfractionen des gleichen Stoffes; im bisherigen stoffspezifischen, gesetzlichen Regelwerk wurde die nanopartikuläre Fraktion nicht gezielt bewertet.

26. Welche arbeitsschutzrechtlichen Regeln gelten im Bezug auf Produkte mit Nanotechnologie?

Tätigkeiten mit Produkten der Nanotechnologie unterliegen den allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes und seiner Verordnungen, insbesondere der Gefahrstoffverordnung. Arbeitsschutzvorschriften, die spezifisch auf die Eigenschaften von Produkten der Nanotechnologie eingehen, gibt es bisher weder im nationalen Bereich noch auf EG-Ebene.

27. Welche Kennzeichnungs- und Informationsvorschriften greifen bei Verbraucherprodukten mit Nanotechnologie, insbesondere wenn herkömmliche Eigenschaften unerkennbar verändert werden?

Spezifische lebensmittelrechtliche Kennzeichnungsvorschriften für unter Verwendung von Nanotechnologie hergestellte Verbrauchererzeugnisse bestehen nicht. Des Weiteren wird auf die Antwort zu Frage 11 verwiesen.

28. Welche öffentlich finanzierten oder geförderten Untersuchungen finden derzeit zur Toxikologie von ultra- und nanofeinen Stäuben in der Innenraumluft, v. a. in Bezug auf Toneremissionen durch Drucker und Kopierer, statt?

Welche Ergebnisse oder Zwischenergebnisse liegen dazu vor?

In einer Studie, die über Mittel des BfR und durch ergänzende Mittel des Umweltforschungsplans (UFO-Plans) finanziert wird, werden Messungen in Innenräumen von Büros vorwiegend in öffentlichen Verwaltungen zu den durch den Druckvorgang freigesetzten Emissionen (u. a. Partikelmessungen, chemische Messungen, mikrobiologische Messungen) vorgenommen. Die Auswertung der bis Ende April 2006 durchgeführten Messungen machte deutlich, dass die technischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Studiendurchführung gegeben sind. Ein abschließender Bericht zu den Emissionen wird Ende 2006/Anfang 2007 vorliegen. Die Ergebnisse gehen in die Expositionsbeurteilung der sich anschließenden Risikobewertung ein. Mit einer abschließenden Risikobewertung ist, in Abhängigkeit vom Vorliegen des abschließenden Berichts aus der Studie zur Exposition, Mitte 2007 zu rechnen.

Schäden durch Mikro- und Nanopartikel werden zudem in einem noch laufenden Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin untersucht. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Inhaltsstoffe aus Tonern bei hohen Belastungen der Lunge im Tierversuch zu Lungenschäden führen.

29. Welche Schlüsse zieht die Bundesregierung aus dem Expertengespräch „Nanotechnologie, ihre Produkte und Risiken für den Verbraucher“, das am 28. März 2006 im Bundesinstitut für Risikobewertung stattfand?

Das Expertengespräch wurde vom Bundesinstitut für Risikobewertung durchgeführt, um einen aktuellen Sachstand zu diesem Thema zu erhalten. Es hat gezeigt, dass einzelne Anwendungen, wie zum Beispiel die Verwendung von Titandioxid oder Zinkoxid in Nanogröße als UV-Filter in kosmetischen Mitteln, gut untersucht sind. Jedoch hat sich andererseits auch bestätigt, dass hinsichtlich des Einsatzes der Nanotechnologie im Lebensmittelbereich sowie im Bereich der Bedarfsgegenstände und der kosmetischen Mittel im Hinblick auf die gesundheitliche Bewertung noch viele Fragen offen sind, so dass derzeit keine konkreten Schlussfolgerungen gezogen werden können. Die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten national und international sind abzuwarten. Sofern gesundheitliche Risiken für Verbraucher erkennbar werden, sind die zuständigen Behörden zu unverzüglichem Handeln angehalten.

III. Internationales

30. Welche Position hat die Bundesregierung in den Verhandlungen über das 7. Forschungsrahmenprogramm (FRP) der EU hinsichtlich der Forderung nach einer angemessenen nanotechnologischen Begleitforschung vertreten?

Inwiefern ist abzusehen, dass die Begleitforschung den entsprechenden Stellenwert im 7. FRP bekommt?

Im Rahmen der Verhandlungen zum 7. Forschungsrahmenprogramm hat die Bundesregierung für den Bereich Nano- und Mikrotechnologien, Materialtechnologien und Produktion folgende Standpunkte vertreten:

„Die auf Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der europäischen Industrie ausgerichteten F&E-Arbeiten erfordern verstärkt eine inter-

disziplinäre Herangehensweise unter frühzeitiger Berücksichtigung der grundlagen- und anwendungsbezogenen Aspekte. Damit wird sichergestellt, dass Ergebnisse aus der Grundlagenforschung schnell in die industrielle Umsetzung gelangen und tatsächlich zur Stärkung der Innovationskraft europäischer Unternehmen (besonders KMU) beitragen können.

Wegen der besonderen wirtschafts- und wissenschaftspolitischen Bedeutung der Nanotechnologie ist es sinnvoll, die in den einschlägigen Fachthemen geförderten Aspekte zu einer EU-Gesamtstrategie zu bündeln und sie in unterschiedlichen Bereichen wie Anwendungsmöglichkeiten, Beteiligung der KMU, Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie Chancen und Risiken umzusetzen. Wesentliche Aufgabenstellungen umfassen die Nanotechnologie, die Mikrosystemtechnik, die Materialforschung, Optische Technologien und Produktionsforschung.³⁾

Die Europäische Kommission wird der nanotechnologischen Begleitforschung insbesondere auch dadurch Rechnung tragen, dass im 7. Forschungsrahmenprogramm neben der Nanotechnologie auch Nanowissenschaften angesprochen werden, die sich im Wesentlichen mit Grundlagenprojekten befassen werden. Darüber hinaus werden zukünftig Themen wie Öffentliche Gesundheit, Sicherheit, Umwelt- und Verbraucherschutz im Zusammenhang mit der nanotechnologischen Forschung adressiert, bei denen es vorzugsweise darum geht, allen Stufen des Lebenszyklus der Technologie, vom Entwurf einschließlich der F&E, über die Herstellung, Verteilung und Verwendung bis zur Entsorgung oder der Wiederverwertung durch entsprechende Aktivitäten Aufmerksamkeit zu widmen.

31. Hat die Bundesregierung eine Diskussion über Rüstungskontrollfragen im Bereich der militärischen Nutzung von Nanotechnologie initiiert und eine verstärkte internationale Kooperation der verschiedenen Nanotechnologieinitiativen unter Einbeziehung rüstungskontrollpolitischer Aspekte geprüft?

Wenn ja, welche Zwischenergebnisse liegen hierzu vor?

Wenn nein, inwiefern beabsichtigt die Bundesregierung, dies in nächster Zeit nachzuholen?

Die Bundesregierung ist sich der u. a. im Bericht des Bundestagsausschusses für Bildung, Forschung und Technologiefolgenabschätzung „Technikfolgenabschätzungsprojekt Nanotechnologie“ vom März 2004 (Bundestagsdrucksache 15/2713) zum Ausdruck gebrachten Gefahren einer missbräuchlichen militärischen Nutzung von Nanotechnologie bewusst. Sie verfolgt die Diskussion zur militärischen Nutzung von Nanotechnologie aufmerksam und wird neuen militärtechnischen Entwicklungen in diesem Bereich Rechnung tragen.

Die in den Übereinkommen über das Verbot chemischer Waffen (CWÜ) und über das Verbot biologischer Waffen (BWÜ) enthaltenen Verbotstatbestände bei Massenvernichtungswaffen bieten bereits jetzt umfassenden Schutz auch vor missbräuchlicher Anwendung von Nanotechnologie. Darüber hinaus beobachtet das technische Expertengremium des Wassenaar Arrangements (internationales Exportkontrollregime u. a. zuständig für die Kontrolle von Rüstungsgütern) fortlaufend die Entwicklung der Nanotechnologie im Hinblick auf denkbare militärische Anwendungen und eventuell erforderliche Ergänzungen im Kontrollregime. Deutschland ist mit einem Expertenteam beteiligt.

³⁾ Kernforderungen der Bundesregierung an das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm, Positionspapier des BMBF vom 26. November 2004, S. 8 (<http://cordis.europa.eu/documents/documentlibrary/2466EN.pdf>).

32. Welche Entscheidungen über nanotechnologiespezifische Regulierungen sind bereits getroffen worden?

Wie sehen diese aufgeschlüsselt nach nationaler Ebene, EU-Ebene sowie im internationalen Raum, z. B. OECD und ISO aus?

Es wird auf die Antwort zu den Fragen 3 und 11 verwiesen.

