



# Nanotechnologien zwischen Nutzen und Risiken für Umwelt und Gesundheit - Für einen verantwortlichen Umgang mit den neuen Nanotechnologien

Gemeinsame Tagung der Evangelischen Akademie Iserlohn  
und des Wissenschaftlichen Beirats des BUND, 04. bis 06.05.2007

## Dokumentation des Tagungsverlaufs

Inhalt

<b>1</b>	<b>Tagungskonzept .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Übersicht über die Beiträge der Tagung .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Diskussionen .....</b>	<b>3</b>
3.1	Diskussion zum Beitrag von Marianne Rappolder: .....	3
3.2	Diskussion zum Beitrag von Prof. Dr. Klaus Kornwachs: .....	3
3.3	Diskussion zum Beitrag von Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel: .....	4
3.4	Diskussion zum Beitrag von Birgit Huber: .....	6
3.5	Diskussion zum Beitrag von Monika Büning: .....	6
3.6	Diskussion zum Beitrag von Dr. Matthias Deliano: .....	7
3.7	Diskussion zum Beitrag von Prof. Helmut Horn: .....	9
<b>4</b>	<b>AG1: Lebensmittel/ Kosmetik/ Bedarfsgegenstände – Wie umgehen mit Nutzen und Risiken? .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>AG2: Ethische Bedenken und Vorteile durch Nanomedizin – Wie geht das zusammen? .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>AG3: Nachhaltige und verantwortliche Konzeptionen für die Forschung: Wie eingreifen? .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Abschlussdiskussion: .....</b>	<b>13</b>

### 1 Tagungskonzept

Nanotechnologien bieten einerseits viel versprechende Perspektiven für steigende Lebensqualität (z. B. med. Anwendungen) oder Ressourcen und Energie schonende Produkte und Anwendungen. Andererseits werden angesichts immer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse über mögliche und erkennbare Gefahren beim Einsatz und Umgang mit dieser Entwicklung die Stimmen nach gesetzlichen Regelungen lauter. Auch ein Stopp dieser Entwicklungen, ein Moratorium, wurde gefordert.

Ziel der Tagung war es, der Ambivalenz zwischen Nutzen und Risiken der Nanotechnologien nachzugehen. Die Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit wurden ebenso

wie die sozialen und ethischen Konsequenzen diskutiert. Dabei ging es vornehmlich um folgende Fragen:

- Welche Entwicklungen sind wünschenswert und welche sind zweifelhaft und nicht zukunftsfähig?
- Welche Kriterien dienen zur Unterscheidung von wünschenswerten und abzulehnenden Entwicklungen? Gibt es Grenzen?
- Wie lassen sich gesellschaftlicher/ ökologischer Nutzen einerseits und Gefahren einer Anwendung von Nanotechnologien andererseits abwägen?
- Welche Verfahren (Dialoge) und Regelungen (rechtliche) müssen vereinbart werden, um mit den Nanotechnologien verantwortungsvoll umzugehen?

Download des Tagungsprogramms:

[http://www.bund.net/bundgegengift/medien/medien\\_90/files/3000\\_00\\_tag050\\_nanotechnologie.pdf](http://www.bund.net/bundgegengift/medien/medien_90/files/3000_00_tag050_nanotechnologie.pdf)

## **2 Übersicht über die Beiträge der Tagung**

Wilfried Kühling: Einführung: Lösung der gesellschaftlichen und ökologischen Probleme durch Nanotechnologien?

Klaus Kornwachs: Neue Technologien nachhaltig entwickeln. Teilhabe – Illusion oder Rettung?

Andreas Hensel: Forschungsstrategien zur Abschätzung des Potentials und Risiken der Nanotechnologie

Marianne Rappolder: Nanotechnologien in vielen Lebensbereichen - Lassen sich die positiven und negativen Folgen für die Umwelt abschätzen?

Birgit Huber: Nanomaterialien in Produkten der Körperpflege – Schutz der Gesundheit oder Gesundheitsrisiko?

Monika Büning: Der Verbraucher in der Zwickmühle: WEM soll er WAS glauben?

Matthias Deliano: Der erweiterte Mensch? Schnittstellen zwischen Maschinen und Nervensystem

Helmut Horn: Anforderungen an eine verantwortliche Forschung zwischen Nutzen und Risiken - eine ambivalente Diskussion

Robert Landsiedel: Nanotechnologie zwischen Nutzen und Risiken

Bruno Orthen: Nachhaltige und verantwortliche Forschung zu den Risiken der Nanotechnologie

Wilfried Kühling: Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, soziale und ethische Konsequenzen

Patricia Cameron: Nanotechnologien zwischen Nutzen und Risiko für Umwelt und Gesundheit - Rolle der Zivilgesellschaft

Wilfried Kühling: Welche Botschaft an welche Akteure - Was müssen die Kernpunkte notwendiger Schritte und Forderungen sein?

Hartmut Giese: Aufgaben und Strategie des BMU

**Hinweis:** hier finden Sie alle Vorträge als pdf-Dokument zum Download:  
[http://www.bund.net/bundgegengift/medien/medien\\_90/medien\\_373.htm](http://www.bund.net/bundgegengift/medien/medien_90/medien_373.htm)

### 3 Diskussionen

#### 3.1 Diskussion zum Beitrag von Marianne Rappolder:

Die Beispiele aus den Untersuchungen zeigen, dass in Ökosystemen verschiedene Beeinträchtigungen bereits festgestellt wurden. Hinzu kamen Beispiele, bei denen auf Gefährdungen durch Nanopartikel hingewiesen wurde. Zum einen wurde bei einem Selbstversuch nanoskaliges Silicium auf einer Wiese verstreut. Das später entstandene Heu wurde an Hasen verfüttert, die daraufhin starben. Eine weitere Hypothese ergab sich aus der Beobachtung von Insekten an einem Abgasrohr, durch das Feinstäube abgeführt wurden. Nach einiger Zeit stürzten die Insekten ab, nachdem sie ihre Flugfähigkeit verloren hatten.

Aus der erhöhten Mortalitätsrate bei Daphnien durch Titandioxid ist belegt, dass es in aquatischen Ökosystemen zu negativen Beeinträchtigungen kommt. Aus den in-vitro-Versuchen zur dermalen Aufnahme von Titandioxid bei Menschen, z.B. bei der Anwendung von Sonnenmilch<sup>1</sup>, geht zwar hervor, dass Partikel bis 20nm nach bisherigen Kenntnissen keine dermale Penetration verursachen, nur bleibt die Frage offen, was mit kleineren Partikeln geschieht (siehe Diskussion zum Beitrag von Birgit Huber) und wie langzeitig z. B. das Ausspülen von Titandioxid in Badeseen zu bewerten ist. Die Verbreitung über die Nahrungskette würde final zu einer oralen Aufnahme beim Menschen führen. Die Reaktionen nach dem Eindringen in Zellen bleiben aber ungewiss. Die fehlende Vergleichbarkeit der vorhandenen Versuche verhindert die Übertragbarkeit. Um einheitliche Bewertungsmaßstäbe festzulegen zu können, müssen die Versuchsreihen vergleichbar sein.

#### 3.2 Diskussion zum Beitrag von Prof. Dr. Klaus Kornwachs:

##### **Wie ist der jetzige Stand der Bewertung zur Chancen-Risiko-Abwägung der Nanotechnologie?**

Es gibt derzeit noch zu wenig Produkte, um eine fundierte Chancen-Risiko-Abwägung für eine vollständig nanobasierte Technologie durchführen zu können. Ein Grossteil der Chancen ist noch Vision und die Datengrundlage für Risiken ist beim derzeitigen Stand nicht ausreichend belegt. Die öffentliche Diskussion muss zunehmend weiter geführt werden, um die Informations- und Datengrundlage zu erweitern.

##### **Da der VDI aktiv an der Entwicklung von Normung und Leitlinien mitwirkt, stelle sich die Frage, welches Werte- bzw. Menschenbild dem VDI bezogen auf die technische Entwicklung zugrunde liegt?**

Weil Wertesysteme einer ständigen Veränderung unterliegen (insbesondere die Reihenfolge der Werte in ihrer Wichtigkeit), kann man aus der historischen Entwicklung sehen, dass sich ein gewisser Kern von Grundüberzeugungen herausgebildet hat, auf den man sich beziehen kann. Dabei zeigt sich auch, dass oft von einem Menschenbild ausgegangen wird, dass sich in Analogie zu dem aufbaut, was eben gerade meint verstanden zu haben, weil man es bauen kann (Mechanikzeitalter: Organismus – Mechanismus; Digitalzeitalter: Gehirn – Computer; → Nanozeitalter: Mensch = Roboter?).

---

<sup>1</sup> vgl. Wiench - BASF, 2006

Der Inhalt der VDI-Richtlinie 3780 zur Technikbewertung zeigt ein Wertesystem mit acht übergeordneten Wertebereichen (Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Wohlstand, Sicherheit, Gesundheit, Umweltqualität, Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität). „Das Ziel allen technischen Handelns ist nach dem VDI die Sicherung und Verbesserung menschlicher Lebensverhältnisse durch die Entwicklung und sinnvolle Anwendung technischer Mittel“.<sup>2</sup>

Die ethische Verantwortung wurde zwar bis auf den einzelnen Technikingenieur herunter gebrochen, aber man darf ihn in seiner Verantwortungssituation nicht alleine lassen. Deshalb wird versucht, die Position eines Ombudsmannes einzurichten.

Bei der Entwicklung neuer und Veränderung bestehender Produkte wird der mögliche Bedarf an technischen Funktionen durch den Entwicklungsingenieur meist an Hand des eigenen sozialen Umfeldes modelliert (z.B. Familie, Freunde, Kollegen). Die Ausgestaltung einer Innovation wird damit auch abhängig vom Ingenieur, dessen Umfeld und seiner Bildung.

Die im Vortrag beschriebene Verzahnung zwischen Technik und umgebender Organisation bedeutet, dass die Funktionen von Produkten in einer Gesellschaft an die Umstände der Nutzen und deren Umgebung gekoppelt sind. Ingenieure benötigen bei der Entwicklung von Techniken daher auch eine gesamtgesellschaftliche Orientierung. Eine Ableitung des Bedarfs an Technik aus dem mikrosoziologischen Umfeld reicht nicht aus.

Ingenieure benötigen mehr Bildung über gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge, um sinnvolle, gesellschaftlich nachhaltige und demographiegerechte Produkte gestalten zu können. Während der Ausbildung müssten daher Bezüge zu den Geistes- und Sozialwissenschaften hergestellt werden, wobei auch andere interdisziplinäre Tätigkeiten denkbar sind (Toxikologie). Ergebnisse aus Stakeholderdialogen und öffentlichen Diskussionsaktivitäten müssen in die Bildung junger Ingenieure fließen. Für aktive Ingenieure muss über eine Forderung nach permanenter Weiterbildung in Geistes- und Sozialwissenschaften nachgedacht werden, damit die bestehende Distanz zwischen Gesellschaft und Ingenieur verkürzt werden kann.

Es wurde hinzugefügt, das Normungsverfahren oft eine Frage der wirtschaftlichen und organisatorischen Machtverteilung sind (Bsp. VHS-Codierung). 60-70% der deutschen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten finden in der Industrie statt. Das Mitbestimmungsrecht ist dementsprechend hoch und sollte auch im Sinne einer gemeinwohlorientierten Technikgestaltung genutzt werden.

### **Welche neuen Besonderheiten sind zu den ökologischen und gesundheitlichen Risiken durch Nanopartikeln und Nanomaterialien festzuhalten?**

Da bei der Nanotechnologie Kernstrukturen von Molekülen und Molekülgruppen geklärt werden, entstehen neue chemische und physikalische Effekte. Diese neuen Effekte werden für neue Anwendungsmöglichkeiten genutzt. Sie bringen aber auch neue Risiken mit sich, die den menschlichen Sinnen jedoch meistens verborgen sind (für menschliches Auge unsichtbar, geruchs- und geschmacksneutral). Durch die zeitliche Verzögerung umwelt- und gesundheitsschädigender Effekte ist die Nachverfolgung erschwert.

### **3.3 Diskussion zum Beitrag von Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel:**

#### **Welche Nanopartikel gibt es bereits in Nahrungsmitteln?**

Es wird bereits nanoskaliges Siliziumoxid beispielsweise in *Ketchupsorten* beigemischt, um die Fließigenschaften zu verbessern. Der beabsichtigte Nutzen (Funktion), eine All-

---

<sup>2</sup> [http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/studium/Energie\\_und\\_Umwelt/ss05/VDI\\_Richtlinie\\_ss05.pdf](http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/studium/Energie_und_Umwelt/ss05/VDI_Richtlinie_ss05.pdf)

tagshandlung zu erleichtern, ist dabei sehr kurzfristig bedacht. Ein möglicher Langzeiteffekt, der zu einer gesundheitlichen oder ökologischen Beeinträchtigung führen könnte, wäre wohl irreversibel. Über einen längeren Zeitraum bleibt ungewiss, was mit den Partikeln im Organismus bei fehlenden Abbaumechanismen geschieht, wie sie mit anderen Partikeln reagieren und wie sich ihre Eigenschaften ändern. Bei einer verantwortungsvollen Herangehensweise stellt sich die Frage, ob die verbesserten Fließeigenschaften es wirklich Wert sind, schwer auszumachende Risiken hinzunehmen?

Ein anderes Beispiel ist die Ergänzung mit nanoskaligen Phytosterolen in *Margarinen, Joghurts und Käsesorten*, um eine Senkung des Cholesterinspiegels zu erzeugen. In diesem Falle können Betroffene sich die neuen Fähigkeiten der Nanowelt therapeutisch zu nutzen machen und mittel- bis langfristig ihre Lebensqualität verbessern. Längerfristige negative Beeinträchtigung könnten in Kauf genommen werden. Das Produkt muss jedoch zielgerichtet, ähnlich wie bei Diabetikern, auf die Betroffenen ausgerichtet sein. Für Menschen ohne Cholesterinprobleme sollten Hinweise auf die Besonderheiten der Inhaltsstoffe gegeben werden.

Der Zustand, dass es bei den angesprochenen Beispielen keine Kennzeichnungen gibt, die auf die Besonderheiten der eingesetzten nanoskaligen Stoffe hinweisen, wurde als desolat, ja als „Skandal“ bewertet, da die Verbrauchersouveränität dadurch stark gefährdet wird - insbesondere bei Lebensmitteln.

An den beiden Beispielen zeigt sich, dass die Akzeptanz gegenüber Nanopartikeln in Lebensmitteln davon abhängt, wie nötig bzw. sinnvoll der jeweilige Nutzen der neuen Eigenschaften ist. Je sinnvoller ein Produkt eingeschätzt wird, desto eher werden offensichtlich latente Risiken in Kauf genommen.

### **Welche Produkte gibt es sonst noch?**

Nanoskaliges Silber wird ohne Kennzeichnungspflicht aufgrund seiner antibakteriellen Eigenschaften bei der Herstellung von *Bekleidung* und bei *Waschmaschinen* eingesetzt. Als mögliche Langzeiteffekte wurden bei zunehmendem Einsatz von nanoskaligen Silber Silberresistenz und Allergiepoteentiale genannt. Auch hier ruft die fehlende Kennzeichnungspflicht Misstrauen und Entmutigung seitens der Öffentlichkeit hervor. Insgesamt resultiert das Problem der fehlenden Kennzeichnung bei Lebensmittel und anderen Produkten aus fehlenden Zulassungsverfahren. Auch wenn die Einschätzung darüber, was gefährlich ist und was nicht, von Standpunkt und Perspektive abhängt, müssen die Lücken bei der Zulassung schnell geschlossen werden.

### **Gibt es seitens des BfR eine soziale Risikobewertung?**

Diese Frage wurde wegen mangelnder Definition und nicht vorhandener Untersuchungen mit *nein* beantwortet. Das Dialogverfahren allein schafft nicht die Transparenz, die für eine Entscheidung nötig ist. Aus dem gefühlten Risiko lässt sich staatliches Handeln nicht rechtfertigen. Eine Vorsorge ist nur dann möglich, wenn toxikologische Effekte anerkannt sind. Die alleinige Kenntnis des Mechanismus, z. B. das Durchdringen der Blut-Hirn-Schranke, reicht nicht aus, obwohl es Aufgabe des BfR ist, vorsorglich bei Verdacht einer Gefahr tätig zu werden.

Die Verantwortung wurde an die Hersteller und Konsumenten weitergeleitet. Sowohl die Verbraucher als auch die Hersteller sind wesentliche Entscheidungsträger für den Bedarf und das Angebot. Jedoch wird, wie angedeutet die Verbrauchersouveränität und die damit verbundene Macht des Verbrauchers auf Grund mangelnder Informationen über die neuen Stoffgruppen untergraben. Ohne Kennzeichnung gibt es für die Endverbraucher also faktisch keine Entscheidungsfreiheit, demzufolge auch keine Risikowahrnehmung geschweige denn eine Risikobewertung beim Kauf eines Produktes.

### **3.4 Diskussion zum Beitrag von Birgit Huber:**

Grundlage zum Schutz der menschlichen Gesundheit für den Einsatz von kosmetischen Mitteln ist die Kosmetikrichtlinie<sup>3</sup> der EU bzw. die deutsche Umsetzung, die Kosmetik-Verordnung. Dort sind in einer Negativliste bestimmte Stoffe für die Anwendung in kosmetischen Mitteln verboten. Darüber hinaus sind Auflistungen bestimmter Stoffgruppen (z.B. UV-Filter) enthalten, die für die Anwendung in kosmetischen Mitteln erlaubt sind. Die Bewertung der Stoffe erfolgt durch ein wissenschaftliches Beratergremium der EU-Kommission, das die gesundheitliche Unbedenklichkeit der Stoffe bewertet. Die Umweltbelastung der Stoffe erfolgt im Rahmen der Chemikaliengesetzgebung bzw. zukünftig im Rahmen von REACH. Bisher sind nicht alle Studien zur Umweltbewertung publiziert.

#### **Werden bereits Fullerene in kosmetischen Artikeln eingesetzt?**

Bisher werden in Deutschland keine Fullerene in kosmetischen Mitteln eingesetzt. Vor dem Einsatz eines Stoffes muss die Sicherheit durch den Hersteller belegt werden. Auch kosmetische Mittel, die in die EU importiert werden, müssen die Anforderungen der EU-Kosmetikrichtlinie erfüllen.

#### **Was ist mit der Produktverantwortung bei Kosmetika?**

Für jedes auf den Markt gebrachte kosmetische Mittel muss eine Sicherheitsbewertung durch eine Person mit einer entsprechenden Ausbildung (Mediziner, Apotheker, Biologe, Chemiker etc.) erstellt werden, die die zuständigen Behörden überprüfen. Im Rahmen von Weiterbildungskursen wird den entsprechenden Personen die Möglichkeit gegeben sich, hinsichtlich neuester Erkenntnisse auf den aktuellen Stand zu bringen.

#### **Welche Methoden und Ergebnisse toxikologischer Untersuchungen gibt es noch?**

Titandioxid und Zinkoxid sind an allen Endpunkten, sowohl „grobkörnig“ als auch nanoskalig, umfangreich untersucht. Für beide Stoffe konnte nachgewiesen werden, dass sie in den am Markt üblichen Partikelgrößen (20-40 nm) nicht durch die gesunde Haut penetrieren. Wissenschaftler führen Untersuchungen mit Titandioxid in noch kleineren Partikelgrößen (bis 7 nm) durch, z.B. im Rahmen des „Nanoderm“- Projektes. Bisher konnte allerdings keine Penetration durch die Haut auch bei diesen Partikelgrößen nachgewiesen werden.

Die bisherigen Modelle beziehen sich jedoch nur auf intakte Haut. Hinsichtlich geschädigter Haut gibt es bisher keine aussagekräftigen Versuchsmodelle. Bei rissiger Haut kann man allerdings von einem Eindringen in die Haut ausgehen.

#### **Wer sind die Technologietreiber für UVA- und UVB-Filtertechnik?**

Die marktführenden Sonnenschutzprodukte kommen aus Deutschland bzw. aus der EU. Hauptproduzenten für nanoskaliges Titandioxid sind deutsche Firmen, wie z.B. BASF oder Degussa. Auf dem US-amerikanischen Markt war hingegen Titandioxid lange Zeit nicht zugelassen.

### **3.5 Diskussion zum Beitrag von Monika Büning:**

Auch hier wurde die Forderung nach einer eindeutigen Kennzeichnung gleich zu Beginn der Diskussion hervorgehoben. Es ist jedoch fraglich, ob eine Kennzeichnung sinnvoll ist, wenn für Verbraucher keine ausreichende Informationsgrundlage zur Verfügung steht. Die mehrfach angesprochenen Wissenslücken müssen geschlossen werden. Dass Nanopartikel biozide Wirkungen haben können, muss mehr in das öffentliche Bewusstsein gelan-

---

<sup>3</sup> Richtlinie 76/768/EWG über kosmetische Mittel; mehrfach geändert und berichtigt; letzte Änderung durch Richtlinie 2007/22/EG

gen. Aufgrund der mangelnden Informationen, kommt aus der Öffentlichkeit derzeit ein überwiegend positives Bild. Für alltägliche Produkte, wie Lebensmittel und Bekleidung muss das Bewusstsein der Verbraucher über mögliche Risiken geschult werden.

### **Wer soll informieren und wie soll informiert werden?**

Zunächst ist es wichtig, dass der öffentliche Diskurs weiter geführt wird und die Erkenntnisse über Multiplikatoren an größere Bevölkerungsgruppen gelangen. Informationen von Studien und Diskursen müssen dazu zentral gebündelt werden. Bei sich widersprechenden Ergebnissen müssen neue Rückschlüsse gezogen werden. Es wurde auf die Schwierigkeit hingewiesen die Verbraucher zu erreichen, da 80-90% desinteressiert sind und die Verantwortung den Herstellern überlassen.

Eine Kennzeichnungspflicht der Produkte wird z. T. auch ohne größere Vorinformationen für den Verbraucher begrüßt, da die Entscheidungsgründe für oder gegen ein Produkt nicht zwingend rationaler, sondern auch emotionaler, ideologischer Natur sein können. Gerade wegen des vorhandenen Informationsdefizits und des unkalkulierbaren Risikos wurde die Kennzeichnungspflicht eingefordert.

An den VZBV wurde die Forderung nach einer Liste gestellt, in der alle Produkte der Nanotechnologie aufgezeigt sind. Jedoch ist dazu eine einheitliche Definition von Nanotechnologie erforderlich.

### **Wie können die komplexen Informationen an Verbraucher weitergegeben werden?**

Der Vorschlag einer Risikokartierung (risk-mapping) wurde aufgegriffen. Dabei sollen verschiedene Positionen aufgeschlüsselt und überschaubar Vor- und Nachteile gegenübergestellt werden. Als Voraussetzung wird die Bündelung aller Untersuchungs- und Diskussionsergebnisse verlangt.

## **3.6 Diskussion zum Beitrag von Dr. Matthias Deliano:**

### **Wie ist das Potential der Kognitionswissenschaften insgesamt einzuschätzen?**

Schnittstellen zwischen technischen Geräten und dem Nervensystem werden heute vorwiegend in Bezug auf medizinische Anwendungen erforscht, also zur Wiederherstellung/Ersetzung von Funktionen im Nervensystem, die durch Schädigung verloren gegangen sind. Einige dieser Neuroprothesen sind bereits mit Erfolg im klinischen Einsatz, wie z.B. die Innenohrprothese (Cochleaimplantat) zur Wiederherstellung des Hörvermögens oder Hirnschrittmacher für die Unterdrückung pathologischer Nervenzellaktivität bei der Parkinsonerkrankung. Der Forschungsstrang der Neuroprothetik wird dabei von den meisten Geschädigten, als eine gute Chance wieder zur „Normalität“ zurückzukehren, anerkannt.

Bei vielen anderen Neuroprothesen ist allerdings heute noch der Status der Grundlagenforschung gegeben. So wurden zwar in den letzten Jahren ausgereifte, auf lange Zeit biokompatible Implantate (z.B. Elektrodensysteme) für verschiedene neuroprothetische Anwendungen entwickelt, doch scheinen die zugrunde liegenden neurowissenschaftlichen Konzepte über Wahrnehmung und Handeln noch ungeeignet zu sein, um das erfolgreiche Funktionieren z.B. von zentralen sensorischen Neuroprothesen zu ermöglichen.

Ein Hauptproblem besteht darin, dass es für die dynamischen Selbstorganisationsprozesse im zentralen Nervensystem (ZNS) noch keine vollständig kausale Erklärung gibt. Hirnprozesse, die an subjektiven Wahrnehmungs- und Handlungsprozessen beteiligt sind, sind nicht-linear, hoch-dimensional und damit äußerst komplex. Die derzeit verfügbaren mathematischen Modelle beschreiben diese Prozesse nur ungenügend. Die Entwicklung neuer Verfahren zur Verbesserung des Verständnisses dieser Vorgänge wird noch viel Forschungszeit brauchen.

Beim heutigen Erkenntnisstand bleibt das ZNS nicht steuerbar sondern nur modulierbar. Ob eine solche Steuerbarkeit prinzipiell überhaupt erreicht werden kann, ist eine offene Frage. Entscheidend für das subjektive Erleben (mit und ohne Neuroprothese) ist die Kopplung bzw. Rückkopplung zwischen Nervensystem, Körper und Umwelt. Wahrnehmung, Gefühle, Gedanken und Wissen entstehen aus einer Dynamik, die über die Grenzen zwischen Umwelt, Körper und Nervensystem hinweg operiert. Daher ist der Erfolg einer Neuroprothese zur Wiederherstellung bestimmter Funktionen, wie Hören und Sehen, nicht nur von der durch die Technik eingespeisten Information, sondern ebenso von der Eigendynamik von Körper und Nervensystem abhängig. Damit die eingespeisten Informationen auch Bedeutung für den Träger der Prothese erlangen kann, spielen Lernprozesse eine entscheidende Rolle.

Durch die neue Dimension der Nanotechnologie ist davon auszugehen, dass die technischen Schnittstellen zum Menschen kleiner und präziser werden. Die Belastung des Trägers durch implantierte technische Geräte könnte dadurch verringert werden. Auch eine nicht-lokale Wechselwirkung mit dem Nervensystem über viele, verteilte nanotechnologische Schnittstellen ist denkbar. Dies könnte zu einer völlig neuen Form der Interaktion mit dem Nervensystem führen. Das Funktionieren einer solchen Schnittstelle setzt aber geeignete neurowissenschaftliche Konzepte über die Funktionsweise des Nervensystems voraus. Ansätze für solche Schnittstellen-Konzepte könnten derzeit aus der Grundlagenforschung zur räumlich und zeitlichen Neurodynamik entstehen, sind aber noch nicht ausgereift.

### **Gibt es eine gegensätzliche Entwicklung zur Wiederherstellung von Funktionen im Nervensystem durch Neuroprothesen, wie die Erweiterung vorhandener menschlicher Fähigkeiten?**

Es wurden verschiedene Tierversuche aus den 1960ern mit Hühnern und Stieren angesprochen, in den es darum ging, Gefühle wie Aggression durch direkte elektrische Hirnstimulation auszulösen oder auszuschalten. Die Vorhaben sind zum Teil gelungen. Dennoch lassen sich die meisten Hirnfunktionen in Bezug auf Gefühle nicht lokalisieren, sondern involvieren komplexe Netzwerke verschiedener Hirnstrukturen. Auch sind die Effekte lokaler Elektrostimulation von der komplexen Eigendynamik dieser Netzwerke und von Lernprozessen abhängig. Dennoch wird immer wieder versucht, durch die elektrische Hirnstimulation eine externe Kontrolle des Verhaltens zu erzielen. So demonstrierte z.B. kürzlich ein Experiment, dass Ratten über die Stimulation verschiedener Hirngebiete durch ein Labyrinth gesteuert werden können. Von einer vollständigen externen Kontrolle des Versuchstieres kann aber auch hier nicht gesprochen werden, da diese Experimente intensive Lernprozeduren erfordern. Aus den langjährigen Erfahrungen mit elektrischer Hirnstimulation an Tieren und Menschen zeigt sich aber, dass die Stimulation von Hirnstrukturen vor allem im limbischen System problematisch sein kann, weil dadurch die Handlungsmöglichkeiten eines Subjektes, ähnlich wie beim Suchtverhalten, eingeschränkt werden können. Außerdem können durch diese Stimulation negative emotionale Zustände wie Angst und Aggression ausgelöst werden. Die Stimulation dieser Hirnstrukturen, die allerdings weitgehend bekannt sind, sollte also nur unter größter Vorsicht erfolgen, wenn der therapeutische Nutzen klar die Risiken überwiegt.

Neben der medizinischen Forschung wurde und wird auch immer wieder versucht, das Hirn zu militärischen Zwecke zu beeinflussen. Bereits vor der Entwicklung von Schnittstellen zum Nervensystem geschah dies durch pharmakologische Beeinflussung. So wurden z.B. Kampfpiloten mit Amphetaminen manipuliert, um sie länger wach zu halten und ihre Angschwelle zu vermindern. Gegenwärtig wird anscheinend auch versucht, Schnittstellen zum Gehirn als zusätzliche Informationskanäle für Kampfpiloten zu nutzen, um deren Informationsverarbeitungskapazität zu steigern. Auch vom Versuch, durch Hirnstimulation steuerbare, lebende „Roboter“ zu entwickeln wird berichtet. Es ist davon auszugehen, dass Experimente dieser Art mit technischen Schnittstellen in Richtung Multitaskfähigkeit



oder Stärkung der mentalen Fähigkeiten insbesondere für die militärische Nutzung stattfinden. Das Eröffnen weiterer Informationszugänge zum Gehirn bedeutet aber nicht automatisch, dass diese Information auch sinnvoll genutzt werden kann. Oftmals benötigt die sinnvolle Nutzung einer solchen Schnittstelle ein hohes Maß an Konzentration und erlaubt keine Nebentätigkeit. Ob mit diesen Schnittstellen eine Erweiterung menschlicher Fähigkeiten erzielt oder erlernt werden kann, ist eine offene Frage.

### 3.7 Diskussion zum Beitrag von Prof. Helmut Horn:

#### Wie sinnvoll ist eine Beteiligung der Industrie an der Risikoforschung?

Risikoforschung sollte bei der industriellen Forschung in ständiger Begleitung bei der Entwicklung von Produkten und Techniken als paralleler Forschungsstrang vorhanden sein. Da z.B. das Verwenden bestimmter Inhaltsstoffe oft ein betriebliches Geheimnis ist, muss die Industrie zunehmend mehr in die Verantwortung gezogen werden, diese Stoffe dann auch auf Gesundheit- und Umweltverträglichkeit zu prüfen. Für viele große Unternehmen ist diese Herangehensweise auch schon Bestandteil der aktuellen Forschungsbemühungen (vgl. Nanocare). Jedoch reichen Projekte dieser Art nicht aus, um langfristige Risikopotentiale zu bewerten. Der wirtschaftliche Druck ist sehr groß und so stellt sich die Frage, warum die Industrie mit der Risikoforschung nach einem bestimmten Zeitraum aufhört. An diesem Punkt muss eine unabhängige, von Drittmitteln aus Industrie und Wirtschaft befreite Risikoforschung fortgesetzt werden. Eine solche Institution müsste staatlich getragen und von Steuer- und Stiftungsgeldern finanziert sein. Die derzeit stark abgespeckte, unabhängige Risikoforschung zeigt jedoch eine Fehleinschätzung von Politik und Staat. Die Länder bekommen vom Bund weniger Gelder für die Universitäten, welche wiederum ungesteuert vom gesellschaftlichen Interesse an weniger wirtschaftlichen Fachbereichen sparen, wie der Risikoforschung. Doch um gesellschaftlich wie volkswirtschaftlich von den neuen Technologien langfristig zu profitieren, müssen gezielt rein staatliche getragene Einrichtungen zur Risikoforschung und Risikobewertung aufgebaut werden. Um die Datentransparenz zu fördern und Doppelarbeit zu vermeiden, ist ein kleiner Informationskanal zur industriellen Forschung aufrechtzuerhalten, jedoch finanziell unabhängig, damit Forschungsfragen und Ergebnisse in ihrer Formulierung von industriellen Interessen befreit bleiben.

#### Wie viel unabhängige Risikoforschung gibt es noch in Deutschland?

Bis Ende der 70er Jahre gab es in diesem Bereich noch eine staatliche Vollförderung. Heute werden die Gelder der staatlichen Forschungsförderung im Wesentlichen über das BMBF verteilt. Dabei fließt ein Grossteil in Projekte, die wiederum zu ca. 50% aus industrieller und wirtschaftlicher Förderung finanziert sind. Nur noch ein kleiner Teil fließt in unabhängige Institute oder Kommissionen für die Begleitforschung.

#### 4 AG1: Lebensmittel/ Kosmetik/ Bedarfsgegenstände – Wie umgehen mit Nutzen und Risiken?

Allgemein müssen die Nutzen/ Risiken getrennt für jedes Produkt und den jeweiligen Nutzer betrachtet werden. Da die Nutzer unterschiedliche Bedürfnisse haben, ist eine Abwägung der Interessen notwendig. Auf die Frage, ob wir alle Nano-Produkte, die auf dem Markt sind auch wirklich brauchen, muss jeder Verbraucher für sich eine Antwort finden.

#### Welchen Nutzen / Welche Risiken bringt die Anwendung von Nanotechnologien?

Nutzen	Risiken
Einsparung an Rohstoffen (u.a. Energie, etc.)	Mögliche Risiken für Arbeitnehmer, daher neue Anforderungen an Arbeitsschutz

Finanzielle Einsparungen	Unwissenheit über bisher Unbekanntes
Sonnenmilch: Schutz vor Sonne und gesundheitlichen Spätfolgen (z.B. Hautkrebs)	Anreicherung/ Belastung der Umwelt (Mensch, Boden, Wasser, Luft, Flora und Fauna)
	Irreversibilität

**Wie lassen sich gesundheitlicher/ gesellschaftlicher/ ökonomischer Nutzen abwägen gegen die Gefahren/ Risiken einer Anwendung?**

Wie im Laufe der Diskussion schon mehrfach angesprochen, herrscht in vielen Bereichen der Nutzen/Risiko-Abwägung noch große Unwissenheit. Die Grundlage einer Abwägung ist eine Ökobilanz. Die menschlichen und ökologischen Schutzmechanismen (Blut-Hirn-Schranke, Plazenta-Schranke, Bodenfilter etc.), die durch Nanopartikel betroffen sind, müssen dafür mehr untersucht werden.

Die letztliche Entscheidung/ Abwägung, die der Verbraucher gegenüber den Produkten am Markt fällt, ist abhängig von der Bildung und vom Lebensstil, sowohl innerhalb eines Landes, aber auch weltweit betrachtet. Als Grundlage der Abwägung sollte die Bedürfnispyramide dienen.

Aber auch das Interesse der Industrie an einem ausgestalteten Abwägungsprozess ist groß, da nur ein sauberes Image die nötige Akzeptanz für die Produkte schafft.

Die Abwägung der Kriterien muss ein offener Prozess sein und, da sich wissenschaftliche Erkenntnisse ändern, müssen diese laufend neu einbezogen werden.

**Welche Verfahren (Dialoge) und Regelungen (rechtliche) brauchen wir für einen verantwortungsvollen Umgang mit Nanotechnologien?**

Notwendig ist zunächst ein organisierter, gesellschaftlicher Dialog und eine zentrale Institution (nicht zentralistisch), die die Ergebnisse bündelt - eventuell eine Art Risikokommision. Bedingungen für den Dialog/ eine Abwägung sind transparente Information und Daten.

Für die Produzenten müssen sowohl freiwillige Selbstverpflichtung als auch vorgeschriebene Verpflichtungen gelten. Das Prinzip der Registrierung für gefährliche Stoffe, wie bei REACH, muss bei vorhandener Datenlage auch für die Nanotechnologie anwendbar sein.

Nur wie soll die Prozesssteuerung im internationalen Handel organisiert werden?

Deutschland könnte und sollte eine Vorreiterfunktion einnehmen. Eine Stärkung der Produkthaftung und eine Einrichtung mit Rückstellungen für Notfälle sollte organisiert werden. Ideen zur Herangehensweise an bestimmte Aufgabenstellungen müssen international gesammelt werden, um dann die Forschungsaufgaben zu verteilen.

**5 AG2: Ethische Bedenken und Vorteile durch Nanomedizin – Wie geht das zusammen?**

**Welche Entwicklungen sind wünschenswert, konkret in den Bereichen der Neurobiologie/ Medizin, aber auch für die Umwelt? Welche Konflikte treten hier auf, welche Werte, Normen und Güter sind hier berührt?**

Wir müssen feststellen, dass die neuen technologischen Entwicklungen vielfältig sind, wie die NBICs (nano-bio-information-cognition)-Technologien zeigen. Nanotechnologie ist also eine unter mehreren neuen Technologien, wie die Gentechnologie, deren potentielle Risiken es zu diskutieren gilt. Durch die neuen technologischen Entwicklungen sind zum einen das Menschenbild und das Selbstverständnis des Menschen berührt. Es stellt sich

also die Frage, inwieweit die Technisierung des Menschen, die „Natürlichkeit“, das Gewordensein und das so gegebene Grundverständnis des Menschen verändert.

Weiterhin ist das Krankheits- und Gesundheitsverständnis der Menschen berührt. Wenn neue Technologien eingesetzt werden, ist der „informed consent“ die Zustimmung der „betroffenen Menschen“ eine zentrale Voraussetzung. Damit verbunden kann der Grundsatz der „Reversibilität“ sein. Wenn zum Beispiel bei Prothesen Probleme auftreten, können diese wieder entnommen werden. Das ist natürlich in der therapeutischen Anwendung generell so nicht machbar, aber bei zusätzlich angebrachten prothetischen Materialien schon. Das „Recht auf Nichteingriff“ ist ebenfalls ein wichtiges Kriterium, um den Druck auf hörgeschädigte Menschen, die kein Cochleaimplantat haben wollen und/oder bei denen es ohne Wirkung bliebe, nicht unzulässig zu erhöhen.

Wir haben grundsätzlich zu differenzieren - zum einen nach der therapeutischen Anwendung neuer Technologien, die der Krankheitsbehandlung dienen. Gemeint sind hier zum Beispiel Mittel zur Krebsbekämpfung, wenn Medikamente zielgenauer an den Krankheitsentstehungsherd herangebracht werden können. Zum zweiten sind es die so genannten Defizite, also wenn Menschen beispielsweise taub oder blind sind, um sie durch technische Unterstützung wieder hörender bzw. sehender zu machen. Zum dritten die Strategie der Verbesserung menschlicher Eigenschaften (enhancement). Hier kann es nur darum gehen, solche manipulativen Ansätze transparent zu machen und Auswüchse, die bereits jetzt als Vision präsent sind, nicht nur kritisch zu begleiten sondern solche Grenzüberschreitungen abzulehnen.

### **Welche Kriterien zur Unterscheidung von wünschenswerten und nicht wünschenswerten Entwicklungen können und sollen angelegt werden? Welche Grenzen gilt es zu ziehen?**

Am Beispiel der Cochleaimplantate kann die Einsatzstrategie neuer Technologien illustriert werden. Es gibt taube Menschen, die den Einsatz dieser Implantate kritisch sehen, da sie eine Gefährdung der Gebärdensprache und der „Taubenkultur“ sehen. Generell zeigt sich, dass neue Technologien dann anwendbar sein müssen, wenn die Betroffenen damit eine Erhöhung ihrer Lebensqualität verbinden und dem Einsatz der Technologien zustimmen. Darüber hinaus müssen wir die Frage stellen, ob Defizite immer Behinderungen sind, die es abzustellen gilt. Das muss man mit Blick auf die Bestimmungen des Krankheits- und Gesundheitsbegriffes in Frage stellen. Damit verbunden ist die Überlegung, den Menschen so zu belassen, wie er ist, und seine Endlichkeit und Unvollkommenheit zu akzeptieren.

### **Wie sehen die Abwägung der „Güter“ und die dann zu begründenden Entscheidungen bzw. Bewertungen und Empfehlungen aus?**

Das widerspricht im Ansatz, Menschen zu verändern und zu verbessern mit einer Vision, in der der perfekte Mensch das Ziel ist. Sollte also Taubheit keine Krankheit sein, um bei diesem Beispiel zu bleiben, und kein Defizit sein und Menschen das nicht wollen, kann daraus die Konsequenz erwachsen, dass kein Implantat notwendig ist. Im übrigen ist auch ein Cochleaimplantat, falls es nicht vertragen wird, rückholbar, reversibel und wieder herausnehmbar. Hier stellt sich die Frage, ob wir tatsächlich ein echtes ethisches Problem haben. Nach Meinung der Mehrheit der Gruppe Ja!, da die Anwendung der neuen Technologien nicht nur eine Person oder wenige betrifft, sondern flächendeckender ansetzt und damit gesellschaftlich relevant wird. Das Problem kann sein, dass die Diskriminierungen innerhalb der Gehörlosengruppe da zunehmen, wo es einzelne gibt, die wieder ein Stück mehr hören, und andere, denen das Cochleaimplantat ohne Erfolg eingesetzt werden würde. Eine Integration von Gebärdensprache und Neuroprotheseneinsatz wäre daher wünschenswert.

Von den Kriterien, die angelegt worden sind, sind bereits einige genannt worden. Wir können davon ausgehen, dass die neuen Technologien die Medizin und die Prothetik re-

volutionieren werden. Hier stellt sich die Frage, ob es tatsächlich „No-go-areas“ gibt, in denen keine Aktion, keine Forschung, keine Anwendung geschehen darf. Ein Beispiel wäre, Eisenpartikel-Platzierungen im Körper, gekoppelt mit einem Nano-Schalter, der von Dritten außerhalb des Menschen an- und abgeschaltet werden kann. Bereits jetzt gibt es die Möglichkeit, limbische Strukturen, die mit Motivation verbunden sind, zu beeinflussen. Hier ist das Kriterium der Autonomie, die einem persönlichen Eingriff zustimmen muss oder ablehnen kann, und dem Widerstreben einer externen Manipulation zu betonen.

Die Abwägung der Güter, Werte und Normen führen dann zu Entscheidungen und zu den entsprechenden Begründungen und Bewertungen und daraus folgenden Empfehlungen. Sie müssen den therapeutischen Nutzen und die möglichen Nebenwirkungen berücksichtigen. Wie bereits unter 1. gesagt, ist ein therapeutischer Einsatz neuer Technologien sicherlich kaum ethisch bedenklich. Es sei denn, es treten Nebenwirkungen auf wie Persönlichkeitsveränderungen, die im Sinne des kurativen Indexes eine Abwägung des therapeutischen Nutzens und der Nebenwirkungen erforderlich machen.

### **Welche Verfahren (Dialoge, gesetzliche Regelungen) sind passend und praktikabel?**

Als Verfahren, um mit diesen Fragen umzugehen, die auch immer Konflikte bergen, ist ein permanenter kritischer Diskurs in der Gesellschaft und in den gesellschaftlichen Gruppen vonnöten. Dabei hat insbesondere auch in der Wissenschaft, der First-person-view, also die Einbeziehung des Subjektiven, wieder eine größere Rolle zu spielen. Lebensweltliche Aspekte sollten eine größere Rolle bei diesen sensiblen Forschungsfragen spielen. Kirchen sollten eine größere Rolle als Ethikvermittler spielen. Ethik soll und muss in der naturwissenschaftlichen Ausbildung eingeführt werden, die „Förderung des Gewissens“ und damit moralische Komponenten und die Entscheidungsmöglichkeiten im Rahmen der ethischen Urteilsbildung intensiviert werden können.

### **Welche Leitfragen und Inputs lassen sich für die Abschlussdiskussion formulieren?**

1. Wir müssen unterscheiden zwischen „Krankheit“ und „Lifestyle“. Dort liegt die Grenze des Zulässigen.
2. Gewissensbildung ist stärker zu fördern, um Konflikte und Handlungen zu beleuchten und die ethische Urteilsbildung zu stärken.
3. „Ethik“ muss in die naturwissenschaftliche Ausbildung von Studenten und Schülern eingeführt werden.
4. Ein permanenter kritischer Diskurs der gesellschaftlichen Gruppen, der Wissenschaft und der Politik ist notwendig.
5. Wir benötigen wissenschaftliche Konzepte, die nicht reduziert sind, ganzheitlich orientiert sind, das Körperverständnis der „Probanden“ und damit der Menschen sowie die individuelle Perspektive des einzelnen stärker berücksichtigt.

### **6 AG3: Nachhaltige und verantwortliche Konzeptionen für die Forschung: Wie eingreifen?**

#### **1. Wie muss Forschung organisiert sein, um unabhängige Ergebnisse produzieren zu können?**

Da die meisten Forschungsdaten unter finanzieller Beteiligung der Industrie entstehen, sind diese für die Öffentlichkeit kaum transparent. Zudem nimmt die Industrie Einfluss auf die Forschungsvorhaben, die Durchführung, die Interpretation und Veröffentlichung der Erkenntnisse. Wie schon im Beitrag von Helmut Horn deutlich wird, kann eine unabhängige, für die Gesellschaft offene Forschung nur durch finanzielle Mittel getragen werden, die

von Industrie und Wirtschaft unabhängig sind. Somit kommen nur staatliche und private Mittel für eine nicht abhängige Forschung in Betracht. Private Mittel könnten in Form einer Stiftung gebündelt werden und der Staat muss im Sinne einer Begleitforschung unabhängige Forschungsinstitute einrichten, in denen transparente Verfahren und Projektausreibungen möglich sind. Nur so können die Unsicherheiten und Vertrauenslücken zur industriebeeinflussten Forschung geschlossen werden.

## **2. Welche Bedeutung hat „nicht-technische“ Forschung für die Entwicklung einer Technologie?**

Da zu jeder Technologie auch eine passende technologische Hülle und eine gesellschaftliche Akzeptanz nötig sind, sind beides existentielle Voraussetzungen für den Erfolg einer neuer Technologie. Den Einsatz einer Technologie auf eine soziale und ökologische Verträglichkeit zu prüfen, wäre sehr sinnvoll, da sich Fehlentwicklungen so vermeiden ließen. Die Erforschung der Umgebung von Technologien (Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften) kann wiederum dazu beitragen Technologien zu entwickeln, mit denen soziale, wie ökologische Probleme bewältigt werden können.

## **3. Welche Aufgabe hat der Staat bei der Forschungsförderung?**

Neben der Verantwortung gegenüber der Gesellschaft eine unabhängige Forschung zu organisieren, die für Verbraucher transparent ist, sollte die staatliche Forschungsförderung auch in Projekten, wie Nanocare, weiter mitwirken und die Kommunikation der Ergebnisse mit der Industrie weiter pflegen.

Zudem muss der Staat auch indirekt auf die Forschungsvorhaben von Industrie und Wirtschaft Einfluss nehmen, durch die Subventionierung nachhaltiger Technologien, wie z.B. die Vergütung für Strom aus Photovoltaik.

## **4. Gibt es Grenzen für die Forschung?**

Oder anders gefragt: Kann die Wissenschaft überhaupt noch eindeutige Ergebnisse und Antworten liefern? Da die zunehmende Privatisierung der Forschung zur Folge hat, dass Methodensets heterogener werden, leidet auch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse (Problem nicht valider Datensätze). Zudem ist die Interpretation der Ergebnisse aufgrund der Komplexität sehr weitläufig, wodurch die wissenschaftlichen Meinungen je nach Interessenslage stark auseinanderdriften können. Ein Konsens zu finden, erweist sich zunehmend als schwierig. Somit ist klar, dass ohne die Vereinheitlichung der Untersuchungsmethoden, die Wissenschaft auch keine konkret gültigen Ergebnisse vorerst liefern kann.

## **7 Abschlussdiskussion:**

### **Hoher Zeitdruck!**

Da sich der Markt bereits rasant mit nanobasierten Produkten füllt, muss eine unabhängige Chancen-Risiko-Bewertungsforschung sofort verstärkt werden, um möglichst bald zu gerechtfertigten Zulassungsverfahren zu kommen. Der jetzige Zustand wird seitens vieler Akteure nicht akzeptiert. Produkte, von Lebensmitteln über Kosmetika bis zu Bekleidung, sind ohne Kennzeichnung der neuen nanoskaligen Stoffgruppen zum Verkauf freigegeben. Der Verbraucher ist machtlos dem Konsum der Produkte ausgesetzt. Die beschleunigte Produktentwicklung und das schnelle Vermarkten für kurzfristig angelegte Gewinnmöglichkeiten fordern einen Zustand heraus, in dem latente Risiken weniger betrachtet werden. Die treibenden Kräfte aus Industrie und Wirtschaft müssen an dieser Stelle stärker reguliert werden. Eine Verpflichtung zur Kennzeichnung und zu einer langfristig angelegten Risikoforschung wäre der Mindestanspruch. Die Gewährleistung der Rückholbarkeit von künstlichen Nanopartikeln bis hin zu Nanotechniken ist ebenfalls als grundsätzliche Forderung zu betrachten, jedoch unter den jetzigen Bedingungen wenig realistisch. Die Wirtschaft und Industrie sollten sich im Klaren sein, dass große Fehlschläge in unser

sich zunehmend destabilisierenden Umwelt nicht mehr akzeptabel sind. Daher sollte eine verantwortungsvolle, langfristig angelegte Nutzen-Risiken-Abwägung für jedes einzelne Produkt unterstützt werden.

In die Ausbildung der Ingenieure und Techniker müssen interdisziplinäre, nicht-technische, Lernmodule aufgenommen werden, damit beim späteren Technikdesign auch gesamtgesellschaftliche und umweltbezogene Aspekte in die Entwicklungen mit einfließen.

### **Zivilgesellschaft als Netzwerk**

Die Partizipierenden aus Nichtregierungsorganisationen agieren, wie bei dieser Tagungsreihe und auch bei anderen Dialogreihen, in Netzwerken. Aus den unterschiedlichsten Disziplinen werden Wissensschnittmengen zur Nanotechnologie gebildet und diskutiert. Diese Form der Auseinandersetzung ist in sofern wünschenswert, da die Nanotechnologie selbst als Querschnittstechnologie interdisziplinär zu betrachten ist. Netzwerke in dieser öffentlich gehaltenen Form, sind sehr nützlich für die Verteilung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und Diskussionsergebnisse in die breitere Öffentlichkeit. Um an dem Dilemma etwas zu ändern, dass der Endverbraucher beim Kauf bestimmter Produkte in Unwissenheit latenten Risiken ausgesetzt ist, müssen für die gewonnenen Erkenntnisse mehr Multiplikatoren gebildet werden. Kooperationsnetzwerke sind dafür ein sehr geeignetes Instrument.

Am Beispiel der weltweit kooperierenden Umweltverbände bei „Friends of the Earth“ zeigt sich, welche Bedeutung und welchen Erfolg die Netzwerkbildung auch auf internationaler Ebene hat. Doch müssen erst die jeweils nationalen Dialoge zu verbindlichen Standpunkten führen, bevor internationale Definitionen möglich sind oder ist die Nanotechnologie so umfassend, dass die Bewertung auf nationaler Ebene allein nicht möglich ist und erst durch eine internationale Aufteilung der Forschungsfragen zu bewältigen ist? Es zeigt sich, vor welchen organisatorischen Herausforderungen wir noch stehen, wenn es um eine akzeptable Chancen-Risiko-Bewertung zur Nanotechnologie in Zukunft gehen soll. Das Wissen über Erfolgsfaktoren von Kooperationsnetzwerken spielt daher noch eine wesentliche Rolle.

### **Die Rolle der Kirche**

Nicht nur weil die Kirche über Dialog ermöglichende Institutionen verfügt, sondern weil sie sich verstärkt ethischen Fragestellungen widmet, ist sie ein wichtiger Mitspieler für den öffentlichen Dialogprozess um die Nanotechnologie. Unter Aspekten der Menschenwürde werden der Umgang mit der Schöpfung und der Mensch als Schöpfer hinsichtlich der Visionen der Nanotechnologie kritisch betrachtet. Aber auch bekannte ethische Aspekte, wie Verteilung und Gerechtigkeit, werden durch die Konvergenz der Nanotechnologie verstärkt diskutiert.

Der Kommunikationsprozess in der Kirche zum Thema Nano dient der Entwicklung einer ethischen Orientierung. Eine fundierte Stellungnahme war hier noch nicht möglich.

### **Die Nanokommission**

Die von der Bundesregierung eingerichtete Nanokommission beschäftigt sich mit den nachstehenden drei Themenbereichen/ Fragestellungen. Eine Begleitung aller Facetten der Nanotechnologie findet dabei nicht statt, da das Überblicken aller Felder nicht möglich ist. Die Konzentration richtet sich vor allem auf den Regulierungsbedarf für Nanomaterialien.

1. Welche Innovationspotentiale für eine nachhaltige Entwicklung Deutschlands gibt es?
2. Wie schaffen wir es, die Grundlagen der Risikobewertung zu einer strategischen Bewegung zu entwickeln?

### 3. Reichen klassische Regelwerke? Was kann für die Übergangszeit an Selbstverpflichtung bei der Wirtschaft erzeugt werden?

Vertreten wird die Nanokommission durch Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft, NGOs und aus benachbarten Bundesbehörden. In einem offenen Dialoge mit der Wirtschaft, unter breiten Einbezug von Anwendern der Nanopartikel, wird die Bedeutung des wirtschaftlichen Standorts Deutschlands debattiert. Durch neue Formen der Zusammenarbeit zwischen den Ressorts und der Vernetzung der Arbeitsbereiche wird die Transparenz erhöht. Rückkopplungen sollen Dopplungen vermeiden, Entwicklungsimpulse und harte Fakten für Regulierung und Eingriff werden entwickelt.

Doch reicht die Nanokommission in ihrer jetzigen Organisation als zentrale Institution für einen verantwortungsvollen Chancen-Risiko-Abgleich aus? Die Nanokommission soll zu einer integrierten Nanostrategie beitragen. Ein offenes Verfahren muss dennoch gesamtgesellschaftlich installiert werden. Ein eingebundener Ablaufplan zum Umgang mit Risiko, Beteiligung, Zugang, Begleitung und Diskursstruktur ist dabei zu berücksichtigen.

#### **Nord-Süd-Betrachtung**

Dieser Themenbereich konnte nur kurz angeschnitten und die Frage ob sich die Schere der Wohlstandsverteilung weltweit durch die Nanotechnologie weiter öffnet, nicht ausreichend diskutiert werden.

Erwähnt wurde, dass bestimmte Schwellenländer, wie die Lateinamerikas, oder Entwicklungsländer mit jüngstem Wirtschaftswachstum, wie Indien, von den neuen Technologien profitieren, insofern sie ihre Forschungsinfrastruktur an die neuen Möglichkeiten anpassen. Jedoch haben die marginalen Staaten Afrikas zunehmend erschwert oder gar keinen Zugang zu den neuen Technologien, abhängig von ihren wissenschaftlichen Potentialen. Abschließend hierzu wurde auf den UNESCO-Diskurs und andere NGOs verwiesen.

#### **Abschließende Erkenntnisse aus der Tagung**

Der gemeinsame, periodisch fortgesetzte Dialogprozesses ist weiter zu stützen. Zwischenergebnisse müssen über Multiplikatoren weiter verbreitet werden. Das Spannungsfeld zwischen „nichts tun“ und einem „Moratorium“ ist die Herausforderung, die mit geeigneter Datenlage ständig weiter diskutiert werden muss. Die Rechtzeitigkeit des Dialoges ist dafür gegeben, doch die Zeitachse zur politischen Wirksamkeit muss weiter verkürzt werden.

Die diffuse Datenlage stellt das größte Problem in der Diskussion und lässt die wichtigsten offenen Fragen zurück. Wie kann eine unabhängige Forschung aussehen, die im Stande ist, die Datenlücken zu schließen? Ein solches „Nanoinstitut“ braucht eine unabhängige Trägerschaft und es müssen innerhalb des Instituts interdisziplinäre Forschungsfragen beantwortet werden.

Die Vorgaben für Verteilung öffentlicher Gelder an die Forschung müssen sich ändern, da selbst die angestrebten 5% für die Begleitforschung derzeit nicht erfüllt werden. Bei ca. 160 Millionen € Gesamtförderung für die Nanotechnologie wurden für die Bearbeitung von Chancen und Risiken nur 1,582 Millionen € vorgesehen (2006).

Aus den Unsicherheiten über mangelhafte und fehlende Daten resultiert, dass der Kommunikationsprozess immer wieder aufbricht und an Struktur verliert. Eine breite Diskussion wird zwar gefordert, doch muss aus den vielen Gremien und Dialoge auch eine zurückführende Bündelung erfolgen.