

Hintergrunddokument

# FachDialog 3

## Nachhaltige Nanotechnologien

01. Juni 2012

**Ökopol GmbH**  
**Institut für Ökologie und Politik**  
Nernstweg 32-34  
D-22765 Hamburg

## **Impressum**

**ÖKOPOL GmbH**  
**Institut für Ökologie und Politik**

Nernstweg 32–34  
D – 22765 Hamburg  
☎ 0049-40-39 100 2 0  
fax:0049-40-39 100 2 33

[www.oekopol.de](http://www.oekopol.de)  
[info@oekopol.de](mailto:info@oekopol.de)

Autoren: Antonia Reihlen, Dirk Jepsen

**Ökopol GmbH**  
**Institut für Ökologie und Politik**  
Nernstweg 32-34  
D-22765 Hamburg

## Inhalt

1	Die Fach Dialogreihe.....	5
2	Einleitung.....	5
2.1	Hintergrund.....	5
2.2	Zielsetzung des Fach Dialogs.....	6
3	Geplanter Ablauf.....	6
4	Informationen zu den Vortragsthemen.....	7
4.1	Nachhaltigkeit.....	7
4.2	Green Chem istry.....	8
4.3	Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM).....	9
4.4	Debatten auf Ebene der OECD.....	10
4.5	Nachhaltigkeit von Nanotechnologien in der EU.....	10
4.6	Designprinzipien „Green Nano“ der NanoKom mission.....	11
4.7	Standpunkt des Umweltbundesamtes zur Nachhaltigen Chemie.....	13
4.8	Forschung in der EU.....	14
4.9	Strategischer Rahmen für die BMBF-Forschungsförderung der Nanotechnologie.....	14
4.10	Ethische Aspekte für die Entwicklung und Verwendung von Nanom aterialien.....	15
4.11	Nachhaltigkeit als Business Case am Beispiel BASF.....	16
4.12	Von der Theorie in die Praxis - Kriterien für die Beschaffung von Nano- Produkten in der Stadt Wien.....	18

# 1 Die FachDialogreihe

Der FachDialog „Nachhaltige Nanotechnologien“ ist die dritte von vier 2-tägigen Veranstaltungen des BMU im Rahmen des NanoDialogs. An jedem FachDialog werden ca. 25 Vertreter/innen von Stakeholdergruppen sowie aus Ressorts und Behörden eingeladen. Die Protokolle werden mit den Teilnehmenden abgestimmt und die Ergebnisse im Rahmen eigenständiger, thematischer Berichte veröffentlicht.

Im Unterschied zum Konzept der ehemaligen NanoKommission ist keine kontinuierliche, übergreifende Debatte zwischen den FachDialogen geplant. Die Diskussion wird hingegen auf einige wenige relevante Fragestellungen fokussiert und im Rahmen der Veranstaltungen abgeschlossen. Der Schwerpunkt der FachDialoge soll auf der gesellschaftspolitischen Einordnung der jeweiligen Themenstellungen liegen.

Dieses Hintergrunddokument dient der Vorbereitung und Fokussierung des FachDialogs 3 und wird dort nicht diskutiert.

Das Hintergrunddokument enthält eine Einleitung (Kapitel 2) und einen Überblick über den geplanten Ablauf des FachDialogs (Kapitel 3). Im Weiteren (Kapitel 4) werden zu den Vorträgen und Diskussionen der Veranstaltung kurze einleitende Hintergrundtexte aufgeführt.

## 2 Einleitung

### 2.1 Hintergrund

Die Bewertung von Nanotechnologien ist in allen Dialogphasen mit unterschiedlichen Schwerpunkten diskutiert worden, wobei ein starker Fokus auf Fragen des Risikomanagements und der Sicherheit im Umgang mit existierenden Materialien und Produkten lag.

In der [1. Dialogphase](#) der NanoKommission wurden Kriterien zur vorläufigen Bewertung möglicher Risiken von Nanomaterialien entwickelt, der Bedarf an Sicherheitsforschung konkretisiert und Nutzen und Risiken einzelner Produkte bewertet.

In der [2. Dialogphase](#) der NanoKommission wurden basierend auf den Vorarbeiten 2 Kriteriensets zur vorläufigen Einschätzung von Nanomaterialien erarbeitet sowie Fragestellungen vorsorgender Regulierung erörtert. Eine

Arbeitsgruppe entwickelte die Designprinzipien für „Green Nano“. Die NanoKommission empfahl, die Arbeit an Leitbildern für Nanotechnologien sowie sie konkretisierende Designprinzipien voranzutreiben.<sup>1</sup>

Die ersten beiden FachDialoge (FD) der [3. Dialogphase](#) beschäftigten sich mit dem Risikomanagement von Nanomaterialien (Nutzung von Instrumenten zur vorläufigen Bewertung (FD1) und rechtliche Meldepflichten und Aufbau von Nanodatenbanken (FD2). Im Rahmen des 3. FachDialogs soll der Diskurs um die Nachhaltigkeit in Bezug auf eine Beeinflussung der Richtung der Technologieentwicklung stärker im Fokus stehen.

## 2.2 Zielsetzung des FachDialogs

Die Zielsetzungen für den 3. FachDialog sind:

- Einen Überblick über die aktuellen Diskurse zur „Nachhaltigkeit von Nanotechnologien“ auf unterschiedlichen Ebenen, einschließlich des NanoDialogs, zu geben,
- Die Ausgestaltung und Operationalisierung der Dimensionen der Nachhaltigkeit im Kontext der Nanotechnologien tiefer gehend zu diskutieren,
- Die (möglichen) Rollen und Bedeutungen eines Leitbildes „Nachhaltige Nanotechnologien“ für die Technologieentwicklung und die Forschung zu diskutieren,
- Die Möglichkeiten der Diskursgestaltung hinsichtlich eines Leitbildes „Nachhaltige Nanotechnologien“ in Deutschland und der Einbindung in den internationalen Kontext zu untersuchen,
- Wenn möglich, gemeinsame Vorstellungen zu einem Vorgehen in Bezug auf Leitbilder im gesellschaftlichen Diskurs und die nachhaltige Entwicklung von Nanotechnologien zu entwickeln.

## 3 Geplanter Ablauf

Der FachDialog beginnt mit einem Rückblick auf die „Green Chemistry“ Debatte und einer Einschätzung ihrer Relevanz für eine Diskussion um „Sustainable Nanotechnologies“. Vorträge und Diskussionen über Diskurse und Aktivitäten auf globaler Ebene (Internationales Chemikalienmanagement) auf Ebene der OECD (Working Parties) sowie in der Europäischen Union (Strategie,

---

<sup>1</sup> Empfehlung der NanoKommission 2009 – 2011, S. 57 des Abschlussberichtes: „Die NanoKommission empfiehlt deshalb der Bundesregierung, die Forschung und Entwicklung von Leitbildern zur nachhaltigen Entwicklung von Nanotechnologien und deren Designprinzipien voranzutreiben und einem breiten Kreis von Akteuren aus der Grundlagenforschung, aus Akademien, Wissenschaftsorganisationen und Fachgesellschaften, in der Forschungsförderung, in den Unternehmensbereichen Forschung und Entwicklung sowie in der strategischen Unternehmensentwicklung bekannt zu machen. Dieser Prozess sollte auch für einen stakeholderübergreifenden Prozess geöffnet werden.“

Aktionsplan) sollen einen Überblick über die Themen und Perspektiven auf die nachhaltige Entwicklung von Nanotechnologien geben. Nach einer Vorstellung der Design-Prinzipien „Green Nano“ der NanoKommission wird eine Einführung in die Forschung zu Nanotechnologien auf EU-Ebene und in Deutschland gegeben. Der Tag soll mit einer Diskussion über die Nachhaltigkeit in der Forschungsförderung und die Richtung der Technologieentwicklung abgeschlossen werden.

Der zweite Tag des FachDialogs beginnt damit, ethische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit von Nanotechnologien stärker in den Blick zu nehmen. Mögliche Ausgestaltungen und Wirkungsweisen von Leitbildern auf das Handeln von Organisationen und den darin tätigen Akteur/innen werden am Beispiel der Nachhaltigkeitsstrategie von BASF sowie der öffentlichen Beschaffung der Stadt Wien illustriert. Zum Abschluss werden die Ergebnisse des FachDialogs zusammengefasst und ggf. Empfehlungen abgeleitet.

## 4 Informationen zu den Vortragsthemen

### 4.1 Nachhaltigkeit

Die Debatte über Nachhaltigkeit begann bereits früher, wird aber global und explizit seit der Konferenz der Vereinten Nationen zu Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro (1992) geführt. Auf der Konferenz haben ca. 170 Staaten das „Aktionsprogramm“ [Agenda 21](#)“ verabschiedet, das Nachhaltigkeit als zentrale Leitlinie für die weltweite Entwicklung beinhaltet.

Nachhaltigkeit wird als „3 Säulen –Modell“ verstanden, in dem es um den Ausgleich ökologischer, ökonomischer und sozialer Interessen geht. Dies wird im Allgemeinen dahin gehend konkretisiert, dass

- natürliche Lebensgrundlagen nur in dem Maße beansprucht werden, wie diese sich regenerieren (Ökologie),
- keine wirtschaftlichen Belastungen auf die nachkommenden Generationen erzeugt werden (Ökonomie) und
- ein friedliches Zusammenleben gewährleistet wird (Soziales).

Zur Ausrichtung von Prozessen oder Produkten auf „Nachhaltigkeit“ sind vielfach Konkretisierungen des übergeordneten Konzeptes erarbeitet worden. Sie sind für die jeweils zu bewertende Fragestellung unterschiedlich und daher wurden viele, sehr unterschiedliche Indikatoren entwickelt, anhand derer die Nachhaltigkeit messbar gemacht werden sollte.

Inwieweit das Konzept der Nachhaltigkeit für die Bewertung und/oder Steuerung der Nanotechnologieentwicklung hilfreich sein kann und inwiefern und welche Konkretisierungen, z.B. in Form von Prinzipien oder Indikatoren für eine praktisch angewendet werden können, soll Thema des FachDialogs sein.

## 4.2 Green Chemistry

Mit dem Konzept „Green Chemistry“ wird im Allgemeinen das Ziel verbunden, Chemie so zu betreiben, dass die Umweltbelastungen und die Toxizität von chemischen Stoffen soweit wie möglich reduziert werden. Dies bezieht sich sowohl auf die Art zu produzieren (Ressourcenverbrauch, Abfälle, Emissionsbegrenzung) als auch auf die Art der Produkte (geringe Gefährlichkeit von Stoffen). In Deutschland setzte sich aus unterschiedlichen Gründen der Begriff "Nachhaltige Chemie" durch, der sich zwischenzeitlich auch international häufiger findet.

Der Begriff „Green Chemistry“ wurde von Paul Anastas und John Warner durch 12 Prinzipien konkretisiert, wie z. B.:

- Verminderung von Emissionen z. B. durch Gestaltung chemischer Synthesen bzw. Prozesse und Reaktoren,
- Design sicherer Chemikalien im Sinne der Förderung der Produkte mit den höchsten Nutzen und der niedrigsten Toxizität, Herstellung von (leicht) abbaubaren Chemikalien und Produkten,
- Nutzung erneuerbarer Rohstoffe,
- Erhöhte Effizienz, z.B. Nutzung von Katalysatoren anstelle stöchiometrischer Reagenzien oder Vermeidung unnötiger Zwischenstufen in chemischen Prozessen,
- Maximierung der Atomeffizienz, indem Synthesen und Reaktionen so gestaltet werden, dass die Ausgangsreagenzien vollständig umgesetzt werden und keine ungewünschten Stoffe entstehen,
- Minimierung von Unfallrisiken.

Die Prinzipien decken fast nur die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit ab. Soziale und ökonomische Aspekte werden nur indirekt angesprochen.

Zum Beispiel erhält ein effizienter Umgang mit Ressourcen die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen, wodurch ein sozialer Aspekt über die Effizienz berücksichtigt ist. An dieser Stelle geht "Nachhaltige Chemie" (Sustainable Chemistry) aber deutlich über Green Chemistry hinaus, indem auch nicht chemisch-technische Aspekte einbezogen werden. Für die Nutzung von Ressourcen sind u.a. weitere soziale und ökonomische Folgen der Nutzung von Rohstoffen im Rahmen der Nachhaltigen Chemie zu betrachten und Risiko-Nutzen-Abwägungen spielen eine Rolle. Effizienz deckt auch Teile der ökonomischen Dimension ab, da ein geringerer Ressourcenverbrauch sich in niedrigeren Produktkosten niederschlägt. Dies kann jedoch auch zu Konflikten führen, da hierdurch die Produktion (übermäßig) erhöht wird (Suffizienz) und zu unerwartet großen Stoffströmen mit nicht nachhaltigen Folgen führt ("rebound effect").



### 4.3 Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)

Beim Weltgipfel zur nachhaltigen Entwicklung 2002 in Johannesburg wurde bezüglich der Chemikaliensicherheit folgendes Ziel definiert:

*Im Jahr 2020 werden Chemikalien entlang ihres gesamten Lebensweges sicher gehandhabt. Die mit ihnen verbundenen schädlichen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sind minimiert. Dies soll durch wissenschaftsbasierte Risikobewertungen und Risikomanagementmaßnahmen erreicht werden sowie durch die Anwendung des Vorsorgeprinzips und die Unterstützung von weniger entwickelten Ländern bei der Handhabung von Chemikalien und Abfällen.*

In der Erklärung von Dubai aus dem Jahr 2006 wird das verantwortungsvolle Management von Chemikalien als zentrale Voraussetzung für nachhaltige Entwicklung, einschließlich der Überwindung von Armut, Krankheit und der Verbesserung des Lebensstandards und der Umwelt- und Gesundheit, angesehen.

Mit dem „strategischen Ansatz zum internationalen Chemikalienmanagement“ (SAICM<sup>2</sup>) soll das Ziel des sicheren Chemikalienmanagements durch einen globalen Aktionsplan, der unter globaler Beteiligung aller relevanten Stakeholder erstellt wurde, umgesetzt werden. Die Internationale Konferenz zum Chemikalienmanagement (ICCM<sup>3</sup>) koordiniert und evaluiert die Arbeiten von SAICM.

Die Zielsetzung für das (nachhaltige) internationale Chemikalienmanagement gibt Orientierung für die Aktivitäten auf globaler Ebene und wird zur Entwicklung von Aktionsplänen und Aktivitäten sowie zur Beurteilung des Fortschritts im Chemikalienmanagement verwendet. Diese Konkretisierung des Leitbildes zum nachhaltigen Chemikalienmanagement ist zentraler handlungsleitender Bezugspunkt und berücksichtigt u.a. folgende Aspekte der Nachhaltigkeit:

- die Risiken und Chancen von Chemikalien in der ökologischen Dimension (Umwelt- und Gesundheitsschutz) sowie der wirtschaftlichen und sozialen Dimension (Chancen nutzen, Lebensstandard verbessern, Risikomanagement)
- das Vorsorgeprinzip zur Ausbalancierung der verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen
- eine globale Kooperation (wirtschaftliche und soziale Dimension über Finanzierung und Wissenstransfer etc.).

<sup>2</sup> Strategic Approach to International Chemicals Management; <http://www.saicm.org/>

<sup>3</sup> International Conference on Chemicals Management; <http://www.saicm.org/index.php?menuid=7&pageid=28>

#### 4.4 Debatten auf Ebene der OECD

Die Nachhaltigkeit ist als Konzept für die Arbeit in der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) in verschiedenen Aspekten sichtbar. In Bezug auf die Arbeiten zur Nanotechnologie ist eine Ausrichtung der Fragestellungen in Bezug auf die Förderung von Technologien und Verwendungen mit hohem Umwelt – und gesellschaftlichen Nutzen bei gleichzeitiger Berücksichtigung und Vermeidung von Risiken erkennbar.

Die OECD beteiligt sich daran, den Einsatz von Nanotechnologien zur Lösung gesellschaftlicher und ökologischer Fragen, wie z.B. den Bedarf an erneuerbaren Energien und sauberem Wasser, zu fördern und gleichzeitig die damit verbundenen Herausforderungen zu bearbeiten.

Die im März 2007 gegründete und zum Direktorat Wissenschaft, Technologie und Industrie gehörende OECD-Arbeitsgruppe zur Nanotechnologie (WPN) soll Empfehlungen und Unterstützung für politikrelevante Fragen in Wissenschaft, Technologie und Innovation im Sinne einer verantwortlichen Entwicklung und Anwendung von Nanotechnologie erarbeiten. Für die kürzlich abgehaltene [Konferenz](#) zu wirtschaftlichen Auswirkungen der Anwendung von Nanotechnologien hat die WPN-Hintergrunddokumente zu den Beiträgen der Nanotechnologien zur wirtschaftlichen Entwicklung und zu „grünem“ und nachhaltigem Wachstum veröffentlicht.

Im Direktorat Umwelt wurde die Working Party on Manufactured Nanomaterials ([WPMN](#)) ins Leben gerufen, die 8 Unterarbeitsgruppen (SG) hat, von denen eine die „Zusammenarbeit zur für die Umwelt nachhaltigen Verwendung hergestellter Nanomaterialien“ zum Thema hat.

Die Zielsetzung dieser Unterarbeitsgruppe ist die Entwicklung von auf Lebenszyklusbetrachtungen basierenden Systemen und Instrumenten zur Bewertung unterschiedlicher Anwendungen von Nanomaterialien, die einen direkten oder indirekten Umweltnutzen haben. Hierdurch soll die Wissensbasis über Lebenszyklusaspekte von Nanomaterialien vertieft und negative wie positive Auswirkungen von Anwendungen der Nanotechnologien auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt identifiziert werden. In dieser SG wird Nachhaltigkeit auf den Umweltaspekt fokussiert.

#### 4.5 Nachhaltigkeit von Nanotechnologien in der EU

Das Prinzip Nachhaltigkeit ist ein integraler Bestandteil in der Politikentwicklung und den Verfahren der Europäischen Union. Die Ausrichtung an der Zielsetzung ökologische, ökonomische und soziale Fragestellungen in der Entwicklung von Strategien, Programmen und Gesetzgebungen führt auch dazu, dass eine zunehmende Politikintegration und Synergien auf unterschiedlichen Ebenen stattfinden. In der Wachstumsstrategie der EU „[Europa 2020](#)“ ist Nachhaltigkeit als eines von drei Kerncharakteristika zukünftiger Entwicklung beschrieben.

Zur Zielsetzung heißt es:

„Im Zentrum von Europa 2020 stehen drei Schwerpunkte:

- *Intelligentes Wachstum – Entwicklung einer auf Wissen und Innovation gestützten Wirtschaft*
- *Nachhaltiges Wachstum – Förderung einer ressourcenschonenden, umweltfreundlicheren und wettbewerbsfähigeren Wirtschaft*
- *Integratives Wachstum – Förderung einer Wirtschaft mit hoher Beschäftigung und wirtschaftlichem, sozialem und territorialem Zusammenhalt“*

Nachhaltiges Wachstum wird unter anderem gemessen an der Wettbewerbsfähigkeit, Ressourceneffizienz und Emissionsarmut der Wirtschaft, am Schutz der Umwelt durch Verringerungen der Emissionen und den Erhalt der biologischen Vielfalt und sowie der Übernahme einer Führungsrolle für Umwelttechnologien und umweltfreundliche Produktionsverfahren.

Nanotechnologie als eine „unterstützende“ oder „ermöglichende“ (enabling) Technologie trägt in sehr unterschiedlichen Bereichen zur wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Entwicklung bei. Zur Beherrschung möglicher Risiken im Umgang mit Nanomaterialien spielt REACH und die praktische Umsetzung von REACH eine wichtige Rolle, z.B. durch die Leitfäden der Europäischen Chemikalienagentur, sowie die verschiedenen sektoralen und produktbezogenen Regelungen. Eine strategische Ausrichtung der Forschungsförderung erfolgt im Rahmen des Nanotechnologieaktionsplans und der Forschungsrahmenprogramme (s.u.).

#### **4.6 Designprinzipien „Green Nano“ der NanoKommission<sup>4</sup>**

Leitbilder können in einem Innovationsprozess sinnvoll Orientierung geben, Komplexität reduzieren und ordnen. Sie beschreiben das gesellschaftlich Wünschbare einer Technologie und verbinden dies mit dem Machbaren. Mit Blick auf Nachhaltigkeitsziele könnte eine Konkretisierung von Leitbildern helfen, im Sinne einer gezielten Unterstützung von bestimmten Anwendungsfeldern, Innovationen auf gesellschaftlich gewünschten Gebieten mit hoher Priorität zu verfolgen. Die Einflussnahme zielt dabei sowohl auf eine Orientierung an nachhaltigen Anwendungszwecken der Nanotechnologien (z.B. Umweltentlastung und Ressourcenschutz), als auch auf eine nachhaltige Gestaltung der technologischen Lösung selbst (Green Nano).

Wesentliche Adressaten für eine nachhaltige Gestaltung der Nanotechnologien arbeiten in der Grundlagenforschung, in der strategischen Unternehmensentwicklung, in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von

---

<sup>4</sup> Die folgenden Abschnitte sind eine gekürzte und bearbeitete Fassung des Beitrags der Arbeitsgruppe „Green Nano“ zum Abschlussbericht der NanoKommission (Kapitel „Leitbild ‚Nachhaltige Nanotechnologien – Sustainable / Green Nano‘“)

Unternehmen und in Stakeholderorganisationen insbesondere des Umwelt- und Verbraucherschutzes, der Gewerkschaften und der Kirchen / Akademien (Multiplikatoren).

Die Designprinzipien beziehen sich auf das Ziel der Entwicklung ‚Nachhaltiger Nanotechnologien‘ im Sinne einer expliziten Berücksichtigung von Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekten. Ziel ist nicht nur die Minimierung und Vermeidung negativer Effekte („design for safety“), sondern auch die Realisierung positiver Wirkungen auf Mensch und Natur („benign by design“).

Die [Designprinzipien](#) sind nach vier Hauptfeldern gegliedert (vgl. Abbildung 1): Biomimetik, Risikoarmut, Ressourceneffizienz sowie Energie- und Umwelttechnik, wobei in der Abbildung die Innovations-schrittweite (Innovationshöhe) von links unten nach rechts oben in der Regel zunehmen dürfte. Sie sollen selbstverständlich nicht als ‚Vorschriften‘ missverstanden werden. Es handelt sich um Zielvorstellungen bzw. Orientierungen. Dabei ist es unvermeidbar, dass Anforderungen aus unterschiedlichen Designprinzipien in einem Spannungsprozess zueinander stehen oder sich gar widersprechen können. Die Umsetzung der Vorgaben durch die Designprinzipien vollzieht sich somit im Rahmen eines komplexen Optimierungsprozesses.

Derzeit bestimmen die neuen technologischen Möglichkeiten die meisten nanotechnologischen Innovationen und viele Innovationsprozesse befinden sich noch in einer sehr frühen Phase. Dieser Umstand begrenzt ebenso ihre Reichweite, wie der aktuell geringe Kenntnisstand über Chancen und Risiken der jeweiligen Innovationen.



Abbildung 1: Struktur der Designprinzipien

Sowohl die Chancen als auch die Risiken Nanotechnologie-basierter Innovationen werden aber letztlich nur zum Teil durch die Technologie selbst bestimmt. Die Anwendungszwecke, die Einsatzbedingungen bzw. Anwendungskontexte spielen hier eine mindestens genauso wichtige Rolle. Je

stärker die Wirkungen der Materialien, Prozesse und Produkte durch die jeweiligen Anwendungszwecke und -kontexte bestimmt werden, desto stärker müssen zusätzliche, noch spezifischer auf die Anwendungszwecke und -kontexte bezogene Designprinzipien herangezogen werden. Der Dialogbedarf wird demnach eher zunehmen als abnehmen.

#### **4.7 Standpunkt des Umweltbundesamtes zur Nachhaltigen Chemie**

Das Umweltbundesamt (UBA) sieht das Ziel Nachhaltiger Chemie darin, „vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutz mit einer innovativen ökonomischen Strategie zu verbinden, die gleichzeitig zu mehr Beschäftigung führt.“<sup>5</sup> Neben den 12 Prinzipien der „Green Chemistry“ (s. Abschnitt 4.2) sieht das UBA auch die Leitkriterien der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzungen als Möglichkeit, diesen Ansatz zu konkretisieren<sup>6</sup>. Zusammen mit der OECD hat das UBA vertiefte Kriterien für eine nachhaltige Chemie erarbeitet:

- Qualitative Entwicklung: Ungefährliche Stoffe, oder wo dies nicht möglich ist, Stoffe mit geringer Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt, einsetzen und ressourcenschonend produzierte und langlebige Produkte herstellen
- Quantitative Entwicklung: Verbrauch von Ressourcen verringern, die möglichst erneuerbar sind; Emissionen oder Einträge von Chemikalien oder Schadstoffe in die Umwelt vermeiden, oder wo dies nicht möglich ist, diese zu verringern; diese Maßnahmen helfen Kosten zu sparen
- Umfassende Lebenswegbetrachtung: Analyse von Rohstoffgewinnung, Herstellung, Weiterverarbeitung, Anwendung und Entsorgung von Chemikalien und Produkten, um den Ressourcen- und Energieverbrauch zu senken und gefährliche Stoffe zu vermeiden
- Aktion statt Reaktion: Bereits im Vorfeld vermeiden, dass Chemikalien während ihres Lebenswegs Umwelt und menschliche Gesundheit gefährden und die Umwelt als Quelle und Senke überbeanspruchen; Schadenskosten und damit wirtschaftliche Risiken der Unternehmen und Sanierungskosten für den Staat vermeiden
- Wirtschaftliche Innovation: Nachhaltigere Chemikalien, Produkte und Produktionsweisen schaffen Vertrauen bei industriellen Anwendern und privaten Konsumenten und erschließen damit Wettbewerbsvorteile

Chemikalien und damit auch Nanomaterialien gelten aus Sicht des UBA als nachhaltig, wenn sie nach einer Freisetzung in die Umwelt keine kurz- oder langfristigen Probleme verursachen. Sie dürfen nicht persistent sein, sich nicht über größere Entfernungen ausbreiten und keine irreversiblen Wirkungen bzw. gefährlichen Eigenschaften haben.

<sup>5</sup> [http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/nachhaltige\\_chemie/index.htm](http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/nachhaltige_chemie/index.htm)

<sup>6</sup> Richtlinie 96/61/EG.

Eine nachhaltige Chemikalie wird aber nicht nur durch die stofflichen Eigenschaften, sondern auch durch die Bedingungen, unter denen sie hergestellt, verarbeitet und angewendet wird, charakterisiert. Das UBA hat einen [Leitfaden](#) mit Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Chemikalien veröffentlicht. In einem [Hintergrundpapier](#) zur Nachhaltigen Chemie wird das Konzept des UBA weitergehend erläutert.

#### 4.8 Forschung in der EU

In der europäischen [Strategie](#) zur Nanotechnologie wird der Forschung und Entwicklung neuer Materialien, neuer oder verbesserter Produkte hohe Bedeutung beigemessen. Grundlage dieser Strategie ist dabei eine verantwortungsbewusste Technologieentwicklung, die auf ethischen Grundsätzen beruht, gesellschaftliche Auswirkungen berücksichtigt und mögliche Risiken für Gesundheit, Sicherheit und Umwelt wissenschaftlich untersucht und ggf. durch entsprechende Regulierungen beherrscht.

Der [Aktionsplan](#) Nanotechnologien stellt fest, dass sich die Produkte und Anwendungen im Bereich der Nanotechnologien deutlich weiter entwickelt haben und die Erforschung gesellschaftlicher und sicherheitsbezogener Fragestellung für eine nachhaltige Entwicklung der Nanotechnologie fortzusetzen ist.

Im [7. Forschungsrahmenprogramm](#) der EU werden Projekte im Bereich der Nanotechnologien im Themenkreis "Nanowissenschaften, Nanotechnologie, Werkstoffe und neue Produktionstechnologien" gefördert. Der Schwerpunkt liegt auf der Verbesserung von Wachstum, Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz und der sozialen Werte in Europa. Die Projekte im Bereich „Nanosafety“ werden in einem kürzlich veröffentlichten Kompendium vorgestellt ([nanosafety cluster](#)).

Das zukünftige EU-Forschungsrahmenprogramm „[Horizon 2020](#)“ beinhaltet eine Umstrukturierung der Forschungsförderung und soll die europäische Wettbewerbsfähigkeit stärken und soll das Innovationsziel der Strategie Europa 2020 unterstützen. Insbesondere die gezielte Weiterentwicklung der Nano EHS-Forschung (Umwelt, Gesundheit und Sicherheit) mit direktem Bezug auf Produktions-, Material- und Anwendungsentwicklungen werden hierbei ein wichtiges Vehikel sein, um eine nachhaltige und sichere Entwicklung zu gewährleisten. Horizon 2020 ist derzeit noch in der Abstimmung und die ersten Aufforderungen für Projektanträge werden 2014 erwartet.

#### 4.9 Strategischer Rahmen für die BMBF-Forschungsförderung der Nanotechnologie

Die Forschungsförderung des BMBF zur Nanotechnologie erfolgt im Kontext der „Hightech-Strategie für Deutschland“ der Bundesregierung und dem „Aktionsplan Nanotechnologie 2015“.

Globale Herausforderungen wie der Klimawandel, die demographische Entwicklung, die Verbreitung von Volkskrankheiten, die Sicherstellung der



Welternährung und die Endlichkeit der fossilen Rohstoff- und Energiequellen fordern zukunftsfähige Lösungen, die nur durch Forschung, neue Technologien und die Verbreitung von Innovationen bereitgestellt werden können. Die Antwort auf diese Herausforderungen ist die Hightech-Strategie 2020 für Deutschland (2006 eingeführt).

Ziel der Hightech-Strategie ist es, Deutschland zum Vorreiter bei der Lösung dieser globalen Herausforderungen zu machen und überzeugende Antworten auf die drängenden Fragen des 21. Jahrhunderts zu geben. Dies ist nicht nur ein Beitrag dazu, das Leben vieler Menschen besser und lebenswerter zu machen; es bietet auch neue Wertschöpfungspotenziale für die Wirtschaft, schafft qualifizierte Arbeitsplätze in Deutschland und zielt darauf ab, die Talente in Deutschland besser zu nutzen.

Mit der Hightech-Strategie wurde erstmals ein nationales Gesamtkonzept vorgelegt.

Es ist das klar definierte Ziel der Hightech-Strategie für Deutschland, die Wertschöpfungspotenziale der Schlüsseltechnologien, also auch der Nanotechnologie, zu nutzen, um nicht zuletzt den Technologiestandort Deutschland zu sichern und zu stärken.

Die Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologie sind immens. Die künftigen Fortschritte der Nanotechnologie entscheiden mit über die weitere Entwicklung zukunftssträchtiger Branchen wie z. B. Energie oder Gesundheit.

Mit dem Aktionsplan Nanotechnologie 2015 der Bundesregierung liegt ein integriertes Konzept vor, Nanotechnologie zu nutzen, ohne Mensch und Umwelt zu gefährden.

Insgesamt werden sechs Aktionsfelder adressiert:

- Forschung fördern und Technologietransfer intensivieren,
- die Wettbewerbsfähigkeit am Standort Deutschland sichern,
- die Risiken der Nanotechnologie erkennen, um so für einen sicheren und verantwortlichen Umgang sorgen zu können,
- die Rahmenbedingungen verbessern,
- die Kommunikation intensivieren und auch weiterhin mit der Öffentlichkeit Dialoge führen und
- die deutsche Spitzenposition durch internationale Kooperation ausbauen.

#### **4.10 Ethische Aspekte für die Entwicklung und Verwendung von Nanomaterialien<sup>7</sup>**

Angesichts der weitreichenden Erwartungen an die Nanotechnologie, die bis hin zu einer „Dritten Industriellen Revolution“ reichen, ist es nicht verwunderlich, dass parallel zum Auftauchen der positiven Visionen auch eine ethische

<sup>7</sup> Prof. Dr. Armin Grunwald, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe

Debatte eingesetzt hat, die sich mit Risiken und Grenzen der Nanotechnologie befasst. Die „Nano-Ethik“, wie sie gelegentlich genannt wird, ist jedoch kein eigenständiger Teilbereich der Angewandten Ethik, wie etwa die Bioethik oder die Informationsethik, sondern ein auf die verschiedenen Felder der Nanotechnologie bezogener Reflexionsrahmen. Er umfasst neben den philosophisch-ethischen Aspekten im engeren Sinne auch allgemeinere Fragen nach den Auswirkungen der Nanotechnologie auf die Gesellschaft und nach deren Wünschbarkeit oder Zumutbarkeit.

In den mittlerweile fast zehn Jahren der internationalen Debatte über ethische Fragen der Nanotechnologie haben sich folgende Themenfelder als besonders relevant herausgestellt:

- *Umgang mit Risiken der Nanotechnologie angesichts der Unsicherheiten des Folgenwissens:* Hier ist vor allem das Problem der möglichen Gesundheits- und Umweltrisiken durch Nanomaterialien zu erwähnen, und auf der Ebene der gesellschaftlichen Reaktionen darauf das Vorsorgeprinzip.
- *Verteilungsgerechtigkeit in der Nutzung der Nanotechnologie:* Waren einerseits von Beginn an große Hoffnungen mit der Nanotechnologie dahingehend verbunden, dass sie gerade für Entwicklungsländer enorme Potenziale bieten würde, so sind andererseits Bedenken aufgekommen, dass gerade Entwicklungsländer von der Nutzung der Nanotechnologie aufgrund mangelnder Ressourcen weitgehend abgeschnitten seien.
- *Nanotechnologie und Leben:* Nanobiotechnologie, Nanobionik und Synthetische Biologie lassen erwarten, lebende Systeme immer stärker technisch beeinflussen und gestalten zu können. Dies wirft Fragen nach Risiken, aber auch nach dem Verständnis von und dem Umgang mit ‚Leben‘ auf. Auf der anderen Seite verspricht die Nanomedizin neue Möglichkeiten von Heilung und Therapie.
- *Möglichkeiten der Technikgestaltung:* Sind Möglichkeiten und Grenzen der Technikgestaltung nach gesellschaftlichen Zielsetzungen zwar ein übergreifendes Thema von Technikfolgenabschätzung, so stellen sie sich in der Nanotechnologie als „enabling technology“ in einer spezifischen Weise. Ob und inwieweit hier Leitbilder orientierend und gestaltend wirken können, ist eine offene Frage.

Sind die ersten drei Felder mit spezifischen Teilthemen der Ethik im Feld der Nanotechnologie verbunden, so betrifft das vierte Thema einen wesentlichen Aspekt der Einbettung der Nanotechnologie in die Gesellschaft.

#### **4.11 Nachhaltigkeit als Business Case am Beispiel BASF**

Der folgende Text ist ein Ausschnitt aus der Broschüre „We create chemistry“ der BASF, in der die Unternehmensstrategie des Unternehmens beschrieben



wird<sup>8</sup>. Nanotechnologie ist eine Schlüsseltechnologie für BASF, die in allen Wachstumsfeldern des Unternehmens entwickelt wird.

### **Aus der Broschüre der BASF**

„Wir verbinden wirtschaftlichen Erfolg, gesellschaftliche Verantwortung und den Schutz der Umwelt. Mit Forschung und Innovation helfen wir unseren Kunden, heute und in Zukunft die Bedürfnisse der Gesellschaft zu erfüllen.“

Im Jahr 2050 werden mehr als neun Milliarden Menschen auf der Erde leben. Die Weltbevölkerung und ihre Ansprüche wachsen, doch die Ressourcen unseres Planeten sind begrenzt. Wenn sich nichts ändert, brauchen wir in Zukunft die Ressourcen von annähernd drei Planeten so groß wie unsere Erde, um die Menschheit zu versorgen. Daher stehen wir vor enormen globalen Herausforderungen.

Wir sehen drei Bereiche, in denen Innovationen aus der Chemie eine wesentliche Rolle spielen werden.

- Rohstoffe, Umwelt und Klima: Der stark wachsende Energiebedarf ist eine der wichtigsten globalen Herausforderungen. Zudem wird der Zugang zu sauberem Trinkwasser und anderen nicht-erneuerbaren Rohstoffen entscheidender.
- Nahrungsmittel und Ernährung: Eine wachsende Weltbevölkerung braucht auch entsprechend mehr Nahrungsmittel – und wir müssen die Qualität der Ernährung verbessern.
- Lebensqualität: Bevölkerungswachstum und Globalisierung bringen weitere Herausforderungen mit sich. Die Ansprüche und Wünsche der Menschen sind von Region zu Region und innerhalb verschiedener gesellschaftlicher Gruppen ganz unterschiedlich, aber eins haben alle gemeinsam: Sie wollen ihre individuelle Lebensqualität verbessern.

### **Was – unsere strategischen Prinzipien**

Was werden wir tun, um diese Herausforderungen anzugehen? Unsere einzigartige Position als integriertes, globales Chemieunternehmen eröffnet uns die Möglichkeit, in allen drei dargestellten Bereichen unsere Chancen wahrzunehmen.

Dabei richten wir uns nach vier strategischen Prinzipien:

- Wir schaffen Wert als ein Unternehmen.
- Wir setzen auf Innovationen, um unsere Kunden erfolgreicher zu machen.
- Wir treiben nachhaltige Lösungen voran.
- Wir bilden das beste Team.“

<sup>8</sup> Die gesamte Broschüre und weitere Informationen finden sich unter <http://www.basf.com/group/corporate/de/about-basf/strategy/index>

#### 4.12 Von der Theorie in die Praxis - Kriterien für die Beschaffung von Nano-Produkten in der Stadt Wien

Die Stadt Wien gibt jährlich rund fünf Milliarden Euro für Produkte und Leistungen aus. Damit besitzt die Stadt eine große Marktmacht.

1998 wurde das Programm „ÖkoKauf Wien“ zur Ökologisierung des Wiener Beschaffungswesens ins Leben gerufen. Ein zentrales Steuerungs-Instrument dazu sind die von „ÖkoKaufWien“ ausgearbeiteten Öko-Kriterienkataloge. Sie listen die Anforderungen auf, die an definierte Produkte und Leistungen zu stellen sind – hinsichtlich Umweltfreundlichkeit, Gebrauchstauglichkeit, Wirtschaftlichkeit, Qualität und Arbeitnehmer/innenschutz. Diese Kriterienkataloge sind per Erlass für die Dienststellen der Stadt Wien verbindlich.

Insgesamt arbeiten rund 200 Mitarbeiter/innen innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung an dem Programm mit. Sie sind in themenspezifischen Arbeitsgruppen organisiert. Seit 2010 gibt es auch eine Arbeitsgruppe zum Thema Nanotechnologie. Die Arbeitsgruppe hat das Ziel, am Markt bereits erhältliche Nanoprodukte, welche potenziell auch von der Stadt Wien beschafft werden (könnten), auf ökologische Vorteile und eventuelle Risiken hin zu bewerten und Empfehlungen für Beschaffer/innen zu erarbeiten. Dabei wird einerseits versucht, in einer Phase noch unzureichender rechtlicher Regelungen und fehlender, standardisierter Untersuchungsmethoden dem Vorsorgeprinzip im Rahmen der öffentlichen Beschaffung Rechnung zu tragen. Andererseits wird geprüft, welchen Nanoprodukten die Stadt Wien aufgrund bestehender Umweltvorteile die Etablierung am Markt erleichtern könnte.

#### Bisherige Ergebnisse

2010 wurde eine Studie in Auftrag gegeben, in welcher für die Stadt Wien relevante Nano-Produktgruppen identifiziert und ihre potenziellen ökologischen Vorteile und Risiken beschrieben wurden. Im Mai 2011 wurde ein Positionspapier über Nanotechnologien publiziert, um öffentlichen Beschaffer/innen eine erste Orientierungshilfe bei der Bewertung und dem eventuellen Einkauf von Nano-Produkten zu geben.<sup>9</sup>

Der Trend, Gebrauchsgegenstände zur antimikrobiellen Ausrüstung mit Nanosilber (oder anderen Chemikalien) zu beschichten, wird von der Stadt Wien kritisch gesehen. Bei der Beschaffung einiger Produktgruppen (wie z.B. elektrischer Büro- und Haushaltsgeräte) werden deshalb antimikrobiell beschichtete Produkte durch einen entsprechenden Passus von einer Vergabe ausgeschlossen. Ein [Mediengespräch](#) hierzu mit der Wiener Umweltstadträtin wurde initiiert.

Ein Screening über konkrete Nano-Produkte am österreichischen Markt wurde durchgeführt, um herauszufinden, welche Produkte aufgrund ihrer "nanobasierten" Eigenschaften für die Stadt Wien ökologisch vorteilhaft und

<sup>9</sup> Studie & Papier (s. Arbeitsgruppe Nanotechnologie): <http://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekokauf/ergebnisse.html>

deshalb im Rahmen der öffentlichen Beschaffung besonders interessant sein könnten.

Durch die Mitarbeit bei der Erstellung und Evaluierung des österreichischen Aktionsplans Nanotechnologie besteht auch eine Anbindung an die Aktivitäten auf Bundesebene.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>Ansprechpartnerin: Dipl.-Ing. Marion Jaros, Wiener Umweltschutz, Muthgasse 62, 1190 Wien, marion.jaros@wien.gv.at