

Bericht

# FachDialog 4

## Potenziale der Forschung als Standortfaktor

Januar 2013

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

Autoren: Antonia Reihlen, Dirk Jepsen

**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)

## Inhalt

1	Hintergrund.....	4
2	Regulierung von Nanomaterialien.....	5
2.1	Interaktion zwischen Forschung und Regulierung.....	5
2.2	Stand der Regulierungsdiskussion (November 2012).....	6
3	Diskussionen über Forschung im NanoDialog seit 2006 .....	7
4	Nanotechnologieforschung in Deutschland.....	8
4.1	Forschungsförderung durch das BMBF.....	9
4.2	Forschungsförderung durch weitere Ressorts andere Institutionen.....	10
5	Nanotechnologieforschung in der EU.....	11
6	Rolle der Forschung für die Akzeptanz der Nanotechnologien.....	12
6.1	Nanotechnologieforschung als Wirtschaftsfaktor.....	12
6.2	Verständnis der Begriffe Risiko- und Sicherheitsforschung.....	14
6.3	Rolle der Sicherheitsforschung für Innovationen.....	15
6.3.1	Qualität der Forschung.....	16
6.3.2	Kommunikation von Forschungsergebnissen.....	17
6.4	Rolle der Forschung für die Regulierung.....	18
6.5	Prioritäten für die Forschungsagenda.....	19
7	Schlussfolgerungen.....	20
8	Empfehlungen vom FachDialog 4 .....	21
8.1	Transparenz der Forschung.....	21
8.2	Informationstransfer und Forschungsagenda .....	22

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ist-Stand der Perzeption wissenschaftlicher Forschungsergebnisse	22
Abbildung 2:	Vorschlag für einen Prozess zur Erarbeitung einer gemeinsamen Forschungsagenda .....	24

## 1 Hintergrund

Die Forschungsaktivitäten zu Nanotechnologien sollen Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Problemfelder, wie dem Klimawandel oder der Ressourcenverknappung leisten und dabei eine nachhaltige Nutzung der Technologie fördern. Es bestehen vielfältige Erwartungen, dass durch gezieltes Design von Nanomaterialien (Erzeugung erwünschter und Vermeidung unerwünschter Eigenschaften) und die Herstellung neuer, nanoverstärkter Materialien und Produkte Innovationen entstehen, die neue ökologische, wirtschaftliche und soziale Perspektiven eröffnen.

Wenn über Nanotechnologien gesprochen wird, sind sehr verschiedenartige Anwendungsfelder betroffen und die 'Nanokomponente' kann sehr unterschiedlich gestaltet sein. Gemeint sein könnten u. a. diverse Anwendungen, in denen Strukturen im Nanometerbereich hergestellt werden, wie z. B. in der Elektronik, die Erforschung und Entwicklung neuer Werkstoffe, die Herstellung von Materialien mit unterschiedlicher Funktionalität oder die Erforschung toxikologischer Eigenschaften von Nanomaterialien, ihr Emissionsverhalten oder auch Methoden zu ihrer Charakterisierung. In diesem Bericht liegt der Schwerpunkt auf Technologien, die mit dem Einsatz von Nanomaterialien verknüpft sind, die als solche oder als Bestandteile von Werkstoffen in Produkte integriert werden.

Die aktuellen Forschungsaktivitäten zu Nanotechnologien können in drei Schwerpunktbereiche unterteilt werden:

- **Innovationsforschung:**  
In dieser produkt- und verfahrensbezogenen Forschung werden konkrete Anwendungsfelder für Nanomaterialien ermittelt und erprobt. Die Forschung schließt vielfach die gesamte Wertschöpfungskette von der Herstellung von Nanomaterialien oder Nanostrukturen bis zu ihrer Anwendung in Endprodukten ein.
- **Risikoforschung:**  
Die Risikoforschung im engeren Sinne bezieht sich überwiegend auf Nanomaterialien und umfasst die Ermittlung ihrer gefährlichen Eigenschaften, möglicher Emissionen aus Prozessen und Produkten sowie der Verteilung im menschlichen Körper und der Umwelt. Im Sinne der Nachhaltigkeit können weitere mögliche soziale oder wirtschaftliche Risiken betrachtet werden.
- **Ressortforschung:**  
Die Aktivitäten der Ressortforschungseinrichtungen dienen durch externe Vergabe von Forschungsvorhaben bzw. durch Eigenforschung dem Schutz von Mensch und Umwelt und der konkreten Unterstützung der Regulierung von Nanomaterialien. Sie beinhalten z. B.

Untersuchungen zur Toxizität, die Entwicklung von Verfahren, Methoden und Geräten zur Messung oder Modellierung von Expositionen und zur Probenahme, oder die Ermittlung des Vorkommens von Nanomaterialien in der Umwelt oder in bestimmten Produkten etc.

In diesem Bericht werden unterschiedliche Fragestellungen zum Zusammenspiel der drei ‚Arten von Forschung‘, der Wahrnehmung von Forschungsaktivitäten und –Ergebnissen in der Öffentlichkeit sowie der Ausrichtung von Forschung (Forschungsagenda) beschrieben. Die Inhalte basieren auf den Diskussionen des FachDialogs 4 des BMU mit dem Thema ‚Potenziale der Forschung als Standortfaktor‘, der im Oktober 2012 in Berlin stattfand.

## 2 Regulierung von Nanomaterialien

### 2.1 Interaktion zwischen Forschung und Regulierung

Die Nanotechnologieforschung und die Regulierung von Nanomaterialien beeinflussen sich idealerweise gegenseitig. Die Forschung orientiert sich an den Vorgaben der Regulierung sowie am Bedarf zu dessen Umsetzung und Vollzug. Die Regulatoren/innen wiederum setzen ihre Prioritäten und definieren den Vorsorgebedarf basierend auf dem Kenntnisstand über Anwendungsperspektiven und Risiken von Nanomaterialien und Nanotechnologien.

Innovationsforschung zur Entwicklung neuer Produkte, muss die zukünftigen (Sicherheits-)Anforderungen antizipieren und prüft im Entwicklungsprozess, ob mögliche Risiken für Mensch und Umwelt entstehen können. Zur Ausrichtung der Forschungsaktivitäten und Entscheidung darüber, welche Entwicklungspfade beschränkt oder vermieden werden, ist es wichtig, Kenntnis darüber zu haben, ob mittel- oder langfristig regulatorische Anforderungen bestehen, bzw. entwickelt werden, und wie diese ausgestaltet sind.

Die Ressortforschung zielt darauf ab, den Schutz von Umwelt und Gesundheit zu erhöhen, indem einerseits Wissenslücken geschlossen und andererseits die Umsetzung von Anforderungen Regulierung von Nanomaterialien unterstützt wird. So werden z. B. Lösungen für fehlende Methoden oder Messtechniken und –verfahren erarbeitet oder Informationen erhoben und ausgewertet, die Hinweise auf prioritäre Materialien, Anwendungen oder Schutzgüter geben können, auf die sich zukünftige Regulierung beziehen oder die durch den Vollzug überprüft werden könnten.

Risikoforschung im Allgemeinen kann die Prioritätensetzung für die Regulierung unterstützen und entweder der Identifizierung von

Regulierungsnotwendigkeiten dienen (welche Anwendungen sind risikoreich, welche nicht) oder im Kontext konkreter Bewertungs- und Zulassungsverfahren stattfinden und zum Nachweis der Produktsicherheit erfolgen.

## 2.2 Stand der Regulierungsdiskussion (November 2012)

Die Empfehlung der EU-Kommission<sup>1</sup> für eine Definition von Nanomaterialien soll in bestehende oder neue Regulierungen, ggf. mit für die jeweiligen Regelungsbereiche notwendigen, spezifischen Modifikationen, aufgenommen werden. Allerdings fehlen zu ihrer Umsetzung bislang noch standardisierte Messmethoden, was teilweise zu Unsicherheiten darüber führen kann, ob Chemikalien und die aus ihnen hergestellten Produkte unter die Definition fallen und in (zukünftigen) Regelungen erfasst werden oder nicht.

In ihrer zweiten Überprüfung der Regulierung von Nanomaterialien<sup>2</sup> stellt die EU Kommission fest, dass sich Nanomaterialien insofern nicht von üblichen Chemikalien unterscheiden, als dass sie gefährliche Eigenschaften haben können oder auch nicht. Nanomaterialien und Bulkform desselben chemischen Stoffs können allerdings unterschiedlich gefährliche Eigenschaften haben. Die möglichen Risiken der Verwendung von Nanomaterialien müssen deshalb fallweise und spezifisch für die jeweiligen Anwendungsbereiche durch Risikobewertungen ermittelt werden. Die Herausforderungen zur sicheren Verwendung von Nanomaterialien, die insbesondere durch Forschungsaktivitäten bewältigt werden können, sieht die EU-Kommission in der Validierung von Methoden, Verfahren und Geräten zur Charakterisierung und Analyse von Nanomaterialien, der Schließung von Wissenslücken zu gefährlichen Eigenschaften von Nanomaterialien und der Entwicklung von Methoden zur Expositionsabschätzung. Ein Bedarf an grundlegenden Änderungen in bestehenden Regulierungen in Hinblick auf Umwelt-, Arbeits- und Verbraucherschutz wird, vorbehaltlich der Ergebnisse einer Studie zum Arbeitsschutzrecht, nicht gesehen. Mögliche Änderungen der REACH-Verordnung im Rahmen der REACH-Überprüfung<sup>3</sup> werden aber als möglich angekündigt und auf die Ergebnisse der Studie<sup>4</sup> des Joint Research Center der EU-Kommission (JRC) zur Überprüfung von Registrierungs dossiers verwiesen.

In der zweiten Phase des NanoDialogs hatte die Themengruppe 3 der NanoKommission<sup>5</sup> bereits die regulatorische Situation von Nanomaterialien diskutiert. Für die meisten Bereiche wurde festgestellt, dass die bestehende

<sup>1</sup> EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 18. Oktober 2011 zur Definition von Nanomaterialien (2011/696/EU)

<sup>2</sup> European Commission: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee; COM(2012) 572 final; Brussels 3.10.2012

<sup>3</sup> Als dieser Bericht erstellt wurde, lag die entsprechende Mitteilung der EU-Kommission noch nicht vor.

<sup>4</sup> European Commission; Joint Research Center: NANO SUPPORT Project: Scientific technical support on assessment of nanomaterials in REACH registration dossiers and adequacy of available information; Final Report on analysis and assessment (Task I, step 3&4&5) and options for adapting REACH (Task II, step 1), March 2012. ([http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/pdf/jrc\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/pdf/jrc_report.pdf))

<sup>5</sup> S. Bericht der Themengruppe: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nano\\_abschlussbericht3\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nano_abschlussbericht3_bf.pdf)

Regulierung eine gute Basis sei, die von einigen Akteuren/innen jedoch als ergänzungsbedürftig angesehen wurde. Es bestand Einigkeit darüber, dass Anpassungen der REACH-Verordnung, ihrer Anhänge und der ECHA Leitfäden notwendig sind, insbesondere bzgl. der Einführung einer Nanodefinition, der Datenanforderungen für nanoskalige Stoffe und entsprechender Methoden, der Aufnahme nano-spezifischer Informationen in das Sicherheitsdatenblatt sowie der Registrierungsfristen und Tonnageschwellen für nanoskalige Stoffe.

### 3 Diskussionen über Forschung im NanoDialog seit 2006

Die NanoKommission empfahl in ihrer ersten und zweiten Dialogphase, sowohl die Aktivitäten zur Risikoforschung als auch den Dialog zwischen den Stakeholdern zur nachhaltigen Anwendung der Nanotechnologien zu verstärken, um Verständnis und Akzeptanz der Chancen und Risiken zu fördern. Hierdurch wurde die Bedeutung der gleichzeitigen Bearbeitung beider Aspekte, dem Schließen der Wissenslücken sowie der transparenten und verantwortungsvollen Entscheidung zum Umgang mit der Technologie in der Phase des Nichtwissens, betont.

In der ersten Dialogphase (2006 – 2008) wurden Prioritäten für die Risikoforschung definiert und empfohlen, die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen zu stärken, die Forschungsmittel für die Risikoforschung zu erhöhen und die Forschungsergebnisse sowie den Kenntnisstand über die betrieblich umgesetzten Risikomanagementmaßnahmen strukturiert verfügbar zu machen.

Die Empfehlungen der ersten Dialogphase wurden in der zweiten Dialogphase (2009 – 2011) erneuert und bekräftigt. Zudem wurden Instrumente zur Einschätzung von Nanomaterialien und Nanoprodukten zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in Unternehmen sowie zur Nutzung durch andere Akteur/innen erstellt.

In allen Fach Dialogen der dritten Dialogphase (2011 – 2012) wurden Aspekte der Forschung zu Nanotechnologien diskutiert.

Im ersten FachDialog mit dem Thema 'Risikomanagement in der Nanowelt' wurde betont, dass der Erkenntnisgewinn über Chancen und Risiken von Nanomaterialien zentrales Ziel bleibe. Die Instrumente zur Unterstützung der Entscheidungsfindung über Produktentwicklungen in Unternehmen seien sehr hilfreich, um den Zeitraum bis entsprechendes Wissen vorhanden sei, zu überbrücken.

Im zweiten FachDialog mit dem Thema 'Rückverfolgbarkeit von Nanomaterialien' wurde unter anderem festgestellt, dass Nanodatenbanken neben der allgemeinen Schaffung einer größeren Markttransparenz auch

Informationen für die Forschung bereitstellen können, z. B. können Informationen über die Mengen in konkreten Anwendungsbereichen zur Risikoermittlung durch nationale oder europäische Behörden beitragen. Die Forschung könnte ihrerseits dazu beitragen, die Ausgestaltung von Nanodatenbanken zu unterstützen und Priorisierungen vorzuschlagen.

Im FachDialog 3 mit dem Thema ‚Nachhaltigkeit von Nanotechnologien‘ wurde herausgearbeitet, dass die Bewertung der Nachhaltigkeit eine differenzierte Betrachtung des jeweiligen Anwendungsbereiches von Nanotechnologien erfordert. Dies betrifft sowohl die Abschätzung möglicher Chancen, da ein konkreter Nutzen sich erst aus den verschiedenen Anwendungsbereichen ergibt, als auch die der Risiken, da diese durch die möglichen Freisetzungen von Nanomaterialien im Lebenszyklus bestimmt sind. Die Ergebnisse der Risikoforschung über Nanomaterialien müssen aus diesem Grund für eine Vielzahl von Akteur/innen in unterschiedlichen Kontexten verständlich zugänglich sein, die mit der Nutzung der Materialien in die unterschiedlichen konkreten Anwendungsbereiche befasst sind.

## 4 Nanotechnologieforschung in Deutschland

Forschungsaktivitäten zur Nanotechnologie werden in Deutschland im Allgemeinen aus Mitteln des Bundes, der Länder, der Industrie sowie von Stiftungen finanziert. Gefördert werden Hochschulen, Akademien, Ressortforschungseinrichtungen, institutionelle Forschungsorganisationen und andere Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft.

Nach Angaben des BMBF-Berichts ‘nano-DE<sup>6</sup>‘ werden in Deutschland insgesamt ca. 600 Forschungseinrichtungen im Bereich der Nanotechnologie öffentlich gefördert, wobei für ca. 80% der Institutionen die Drittmittel des Bundes einen großen Anteil des Gesamtbudgets ausmachen (> 25%). Die deutschen Forschungsinstitutionen sehen die deutsche Forschung an einer ‘Spitzenposition gleichauf mit den USA’. Sie bewerten die Standortbedingungen in Deutschland, z. B. die Möglichkeiten der Forschungsk Kooperation und Partizipation in Netzwerken und die verfügbare Infrastruktur sowie den Zugang zu Fördermitteln, als überdurchschnittlich bis gut. Viele Forschungsinstitutionen melden Patente an und einige gründen Spin-offs.

Die Forschungsförderung der Bundesregierung basiert auf dem Aktionsplan Nanotechnologie 2015, der wiederum in die Hightech-Strategie der

---

<sup>6</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung: ‘nano.DE-Report 2011 Status quo der Nanotechnologie in Deutschland, 2011

Bundesregierung eingebettet ist. Hierin werden Zielsetzungen und Forschungsfelder in Deutschland definiert, um die Forschungsplanung zu strukturieren. Im Rahmen des Aktionsplans Nanotechnologie 2015 unterstützen Bundesressorts und sonstige institutionelle Förderer zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Vorsorge- und Risikoforschung, Dialogprozesse und Öffentlichkeitsmaßnahmen sowie nationale und internationale Koordinierungs- und Netzwerktätigkeiten.

Nanotechnologieforschung wird immer häufiger in Verbänden und Kooperationen betrieben, die unterschiedliche Institutionen wie Hochschulen, Unternehmen, Forschungseinrichtungen oder aber auch kleine und mittelständische Unternehmen umfassen. Wichtigster Grund für die zunehmend größeren Forschungsk Kooperationen ist die Komplexität der Fragestellungen für (innovative) Nanotechnologieforschungen, die sich aus der Vielfalt der Anwendungen und den interdisziplinären wissenschaftlichen und technologischen Details ergeben. Ein weiterer Faktor, der eine zunehmende Größe von Forschungsverbänden nach sich zieht, ist die Erkenntnis, dass die gesamte Wertschöpfungskette in die Forschung für Innovationen einbezogen werden sollte. Der Zweck ist, sicherzustellen, dass die innovativen Materialien auch tatsächlich verarbeitet, in Produkten eingesetzt und effizient sowie kostengünstig genutzt werden können und damit eine Chance haben, sich auf dem Markt zu etablieren.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt mit seinem neuesten Förderinstrument gezielt sogenannte Innovationsallianzen. Auch auf EU-Ebene zielt die Förderpolitik darauf ab, entsprechende Projektstrukturen zu unterstützen. Dieser Wandel in der Förderpolitik bezweckt und bewirkt die Bildung von Forschungsverbänden und –Allianzen.

#### **4.1 Forschungsförderung durch das BMBF**

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung ist der größte öffentliche nationale Mittelgeber im Bereich der Forschung zur Nanotechnologie. Es fördert nanotechnologiebezogene Projekte seit ca. 20 Jahren. Die geförderten Forschungsbereiche haben sich im Laufe der Zeit von vorrangig grundlagenorientierten Vorhaben zur Erforschung physikalisch-chemischer Grundprinzipien hin zu anwendungsorientierten Vorhaben zur Unterstützung von Innovationen in bedeutsamen Branchen mit hoher Marktrelevanz entwickelt.

In den Begleitmaßnahmen werden Chancen und Risiken sowie mögliche Folgen neuer Nanotechnologieforschungen ermittelt, berücksichtigt und kommuniziert.

Im Jahr 2011 hat das BMBF ca. 1.700 Vorhaben mit Bezug zur Nanotechnologie im Rahmen der Projektförderung gefördert. Die hierfür insgesamt vom BMBF zur Verfügung gestellten Mittel wurden zu ca. 57% an Forschungseinrichtungen (Förderquote i.d.R. 100%) und zu ca. 43% an die Industrie (Förderquote i.d.R. maximal 50%) zugewandt. Das neueste

Förderinstrument des BMBF, die Innovationsallianz, richtet sich an Partnerschaften zwischen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft, deren Erkenntnisse zur Verbesserung von Produktionsverfahren und Produkten von strategischer Bedeutung für Zukunftsmärkte sind. Da die gesamte Wertschöpfungskette abgedeckt ist, soll eine langfristige Etablierung der Innovationen gewährleistet werden.

Das BMBF hat im Jahr 2011 Nanorisikoforschung durch die Maßnahmen NanoCare, NanoNature, weiteren Begleitmaßnahmen und sonstigen Vorhaben gefördert<sup>7</sup>. Gegenstand dieser Maßnahmen waren u.a.: Forschung zu Auswirkungen auf den Menschen, die Umwelt und zum Arbeitsschutz, Mitarbeit an europäischen und internationalen Aktivitäten zur Nanomaterial-Sicherheitsforschung, transparente Darstellung der Forschungsergebnisse, Dialogaktivitäten in unterschiedlichen Kontexten und mit verschiedenen Stakeholdern sowie Aktivitäten zur Wissensvermittlung.

## **4.2 Forschungsförderung durch weitere Ressorts andere Institutionen**

Das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) ist der zweitgrößte öffentliche Projektmittelgeber und fördert ebenfalls eine Vielzahl von Vorhaben mit Bezug zur Nanotechnologie, z. B. zur Erforschung von Beschichtungen, Membranen, Sensoren oder (neuen) Werkstoffen. Während das BMBF Projekte im Bereich der vorwettbewerblichen Forschung fördert, kann das BMWi Projekte bis zur Pilotanwendung fördern, ist also mit seiner Forschung grundsätzlich anwendungsnäher.

Das BMU finanziert über den Umweltforschungsplan im Rahmen der Ressortforschung verschiedene Projekte zum Verhalten in der Umwelt, zur (Öko-)Toxikologie und Toxikokinetik und zur Weiterentwicklung von Testmethoden ausgewählter Nanomaterialien.

Weitere Ressorts stellen Forschungsmittel zu Nanotechnologien bereit, wobei die Summen mit zwischen 0,5 und 1,2 Millionen nur einen geringen Prozentsatz der gesamten Fördersumme der Ressorts ausmachen.

Die Fördergelder der institutionell geförderten Einrichtungen liegen ungefähr in der Größenordnung der Summe der Fördermittel aller Ressorts.

Auch bei den Bundesländern finden sich, neben der institutionellen Förderung von Forschungseinrichtungen, Institute, Initiativen, Netzwerke und Projekte im Bereich der Nanotechnologien.

Die Industrie investiert Forschungsmittel in eigener, selbstfinanzierter Forschung und im Rahmen ihrer Eigenanteile in geförderten Projekten, auch im Rahmen der Risikoforschung, die zur Kommerzialisierung ihrer Produkte, z. B.

---

<sup>7</sup> Weitere Informationen unter [www.nanopartikel.info](http://www.nanopartikel.info)

unter REACH oder im Rahmen von Zulassungs- oder Notifizierungsverfahren (z. B. Lebensmittelzusatzstoffe, Kosmetika) notwendig ist.

## 5 Nanotechnologieforschung in der EU

In der europäischen Strategie<sup>8</sup> zur Nanotechnologie wird der Forschung und Entwicklung neuer Materialien und Produkte hohe Bedeutung beigemessen. Grundlage 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.

Im Rahmen der EU-Forschungsrahmenprogramme wurden und werden Forschungsvorhaben zu technologischen Innovationen, unter anderem im Bereich der Nanotechnologien gefördert. Durch die Zusammenarbeit öffentlicher und privater Organisationen verschiedener Mitgliedsstaaten an interdisziplinären Fragestellungen soll ein europäischer Forschungsraum geschaffen bzw. erhalten werden, der zur nachhaltigen Entwicklung beiträgt.

Das zukünftige EU-Forschungsrahmenprogramm „Horizon 2020“<sup>9</sup> soll die europäische Wettbewerbsfähigkeit stärken und das Ziel einer wissens- und technologiebasierten Wirtschaft (smart growth) der Strategie Europa 2020 unterstützen. Nanotechnologieforschung wird unter dem Programmschwerpunkt Schlüsseltechnologien<sup>10</sup> gefördert, für das eine strategische Herangehensweise vorgeschlagen wurde, die unter anderem der Kombination verschiedener Technologien eine wichtige Rolle beimisst. Die Forschungsförderung der EU hat als wesentliches Ziel definiert, die Lücke zwischen der Forschung an und der Vermarktung von Innovation zu schließen.

Die Europäische Kommission fördert und unterstützt Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltforschung zu Nanomaterialien und -technologien als einen wichtigen Teil ihrer Rahmenprogramme. Im Zeitraum von 2007 bis 2011 wurden im siebten Forschungsrahmenprogramm insgesamt ca. 110 Millionen Euro für die Risikoforschung bereitgestellt.

<sup>8</sup> <http://cordis.europa.eu/documents/documentlibrary/66637841DE6.pdf>

<sup>9</sup> [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index\\_en.cfm?pg=home&video=none](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm?pg=home&video=none)

<sup>10</sup> Als Schlüsseltechnologien gelten unter anderem: Photonik, Mikro- und Nanoelektronik, Nanotechnologien, fortgeschrittene Werkstoffe, Biotechnologie sowie fortgeschrittene Fertigung und Verarbeitung.

Zu Beginn des siebten Forschungsrahmenprogramms wurde die Notwendigkeit einer Koordinierung und Zusammenarbeit zwischen Forschern/innen erkannt und durch die Finanzierung von Aktivitäten wie NanoImpactNet<sup>11</sup> unterstützt. Zur langfristigen Koordinierung der Risikoforschung wurde der NanoSafety Cluster<sup>12</sup> geschaffen, der eine übergreifende Zusammenarbeit von Forschungsteams und einen Wissenstransfer zwischen den Projekten ermöglicht. In einem von den Forschern/innen des NanoSafety Clusters erstellten 'Visionsdokument' sollen die Ziele für die Sicherheitsforschung definiert werden.

## 6 Rolle der Forschung für die Akzeptanz der Nanotechnologien

In den folgenden Abschnitten werden einige Aspekte zur Rolle der Forschung für die Akzeptanz der Nanotechnologien diskutiert. Die Potenziale der Nanotechnologien zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung von neuen Produkten und die allgemeine Wahrnehmung dieser Potenziale werden im Abschnitt 6.1 zusammengefasst. In den folgenden Abschnitten werden die beim FachDialog 4 diskutierten Aspekte zusammengefasst, die von vielen Teilnehmenden kritisch gesehen wurden. Würden für diese Fragen Lösungen gefunden, würde dies zu einer höheren Akzeptanz, Sichtbarkeit und Glaubwürdigkeit, insbesondere der Risikoforschung in Deutschland würden.

### 6.1 Nanotechnologieforschung als Wirtschaftsfaktor

Im nano.DE-Report 2011<sup>6</sup> wird die Zahl der Institutionen, die in Deutschland mit Nanotechnologien befasst sind, auf 1.800 geschätzt. Hiervon sind 40 % kleine und mittlere Unternehmen, 13 % Großunternehmen, 24 % Hochschulinstitutionen und 9 % weitere Institutionen.

Zu den wichtigsten Anwendungsfeldern zählen laut Bericht die Chemie, der Geräte- und Maschinenbau (incl. Messtechnik), der Dienstleistungssektor sowie der Bereich Medizin und Pharmazeutik.

In 2010 waren geschätzte 61.000 Beschäftigte im Nanotechnologiesektor in Deutschland tätig, mit einer zunehmenden Tendenz für die folgenden Jahre. Der Umsatz der Unternehmen im Bereich Nanotechnologien wird für 2010 auf ca. 13 Mrd. Euro geschätzt, ebenfalls mit steigender Tendenz.

---

<sup>11</sup> <http://www.nanoimpactnet.eu/>

<sup>12</sup> <http://www.nanosafetycluster.eu/>

Der Forschungsaufwand der Unternehmen im Bereich Nanotechnologie wird für das gleiche Jahr auf 1,3 Mrd. Euro geschätzt (Forschungsquote von 10% des Umsatzes). Nach Aussagen der Unternehmen werden sich diese Ausgaben ebenfalls erhöhen.

Der nano.DE Report sieht Deutschland als weltweit führenden Standort für die Nanotechnologie mit einer hohen Anzahl an Fachpublikationen und Patentanmeldungen sowie einer Marktführerschaft bei einigen wichtigen Nanotechnologieprodukten.

Eine Befragung von Experten/innen im Rahmen einer Studie zu Nanotechnologien in Deutschland<sup>13</sup> zeigt, dass für einige Nanomaterialien große Anwendungspotenziale gesehen werden, insbesondere für Kohlenstoffnanoröhrchen und Nanosilber. Allerdings halten die Experten/innen eine ‚Massenproduktion‘ von Nanoprodukten in naher Zukunft nicht für wahrscheinlich. In der Studie wird festgestellt, dass die Forschung und Anwendung von Nanomaterialien zu Produktinnovationen führen, neue Märkte öffnen und die Nachfrage auf dem nationalen Markt stärken kann. Dabei entsteht ein Bedarf an qualifizierten Arbeitnehmer/innen. Allerdings sind auch der Bau neuer Produktionsanlagen und die Installation erhöhter Sicherheitsstandards an Arbeitsplätzen erforderlich.

Dem Standort Deutschland wird, bezüglich der in der Studie näher untersuchten Nanoprodukte, eine gute wettbewerbliche Position beigemessen, was unter anderem auf die aktive Beteiligung aller relevanten Akteure/innen in Deutschland zurückgeführt wird (Stärke des Innovationsstandortes). Die Notwendigkeit der Kooperation aller relevanten Akteure/innen zur Entwicklung von Nanoprodukten in neuen Anwendungsfeldern wird auch in dieser Studie bekräftigt.

Die Erfahrungen in der Entwicklung der Nanotechnologien und die sowohl national wie auch auf EU-Ebene vorherrschende Förderpolitik zeigen, dass die Innovationsforschung zur Anwendung von Nanotechnologien aufgrund der Komplexität der Fragestellungen der Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen bedarf. Des Weiteren wird ein erfolgreicher Transfer von Innovationen in marktreife Produkte durch die Förderung von Akteurskooperationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette unterstützt.

Die Autoren/innen der Studie ‚Nanotechnologie: Innovationsmotor für den Standort Deutschland‘ und der ‚nano.DE-Bericht‘ stellen fest, dass die deutsche Bevölkerung diesem Technologiefeld überwiegend positiv gegenübersteht. Allerdings kann sich diese Wahrnehmung leicht verändern, insbesondere für verbrauchernahe Anwendungen.

<sup>13</sup> Grimm et al.: ‚Nanotechnologie: Innovationsmotor für den Standort Deutschland‘; 2011

## 6.2 Verständnis der Begriffe Risiko- und Sicherheitsforschung

Es gibt keine allgemeingültige und einheitliche Definition der Begriffe ‚Risikoforschung‘ und ‚Sicherheitsforschung‘ in Bezug auf Nanotechnologien / Nanomaterialien. In den meisten Fällen werden die beiden Begriffe genutzt ohne sie zu erklären, was dazu führen kann, dass Missverständnisse darüber entstehen, welche Forschungsfragen oder –Aktivitäten mit den Begriffen adressiert werden.

Insgesamt scheint die Verwendung der Begriffe ‚Sicherheit‘ und ‚Risiko‘ in Bezug auf Chemikalien sich auch durch die Diskussion um die REACH-Verordnung verändert zu haben: Im ‚alten Chemikalienrecht‘ diente die Risikobewertung von Altstoffen dem Nachweis, ob ein Stoff Risiken für Mensch und Umwelt birgt und war Grundlage für die Möglichkeit, EU-weite Maßnahmen zum Risikomanagement vorzuschlagen. Diese Risikobewertung wurde in der REACH-Verordnung in die Stoffsicherheitsbewertung der Registranten/innen überführt. Diese ‚Umbenennung‘ spiegelt auch die Umkehr der Beweislast für die Chemikaliensicherheit von den Behörden auf die Industrie wieder: Registranten/innen müssen nachweisen, dass die Verwendung von Chemikalien ‚sicher‘ im Sinne der Abwesenheit von Risiken ist. Analog würde der Begriff ‚Sicherheitsforschung‘ die Perspektive auf den Nachweis der Abwesenheit von konkreten Risiken für konkrete Produkte implizieren, während der Begriff ‚Risikoforschung‘ eher ein Verständnis der Ermittlung von möglichen Risiken im Allgemeinen sowie die dazugehörigen Methoden und Verfahren unterstellen könnte.

Im Bundesministerium für Bildung und Forschung hat sich die Verwendung des Begriffs ‚Sicherheitsforschung‘ inzwischen so etabliert, dass darunter nur solche Forschung verstanden wird, die dazu dient, die zivile Sicherheit, den Schutz vor Terroranschlägen sowie vor Katastrophen aller Art<sup>14</sup> sicherzustellen.<sup>15</sup> Hingegen wird der Begriff Risikoforschung in Bezug auf Nanotechnologien als Identifizierung von gefährlichen Eigenschaften, Emissionen und Expositionen sowie möglichen Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt verstanden, also eher im Sinne eines klassischen Chemikalienrisikos. Dieses Verständnis wird von den anderen Ressorts und Bundesoberbehörden geteilt<sup>16</sup>, wobei dort die Verwendung der Begriffe Risikoforschung und Sicherheitsforschung vielfach synonym erscheint.

Auch in den Berichten der NanoKommission werden die Begriffe Risiko- und Sicherheitsforschung synonym verwendet.

<sup>14</sup> ‚[...] Was kann die Forschung tun, um Auswirkungen von Katastrophen zu mildern? Wie kann die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger vor terroristischen Anschlägen verbessert werden? Solchen Fragen geht die Sicherheitsforschung im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung nach.‘ <http://www.bmbf.de/de/6293.php>

<sup>15</sup> Das ist allerdings nicht durchgängig der Fall: unter anderem im Nanoaktionsplan wird der Begriff ‚Sicherheitsforschung‘ im Sinne der Risikoforschung in einem weiteren Kontext verwendet, was auch die Aktivitäten der Begleitforschung einschließen kann.

<sup>16</sup> Sicherheitsforschung beinhaltet in diesem Verständnis auch das Risikomanagement, also auch Verfahren und Instrumente zur Minderung von Emissionen und Expositionen.

Im aktuellen FachDialog 4 wurde geäußert, dass der Begriff ‚Sicherheitsforschung‘ von der Industrie für Forschungsaktivitäten zur Bewertung von Risiken von Nanomaterialien im engeren Sinne verstanden wird, also der Ermittlung von Stoffeigenschaften und Expositionen. Die Risikobewertung sei hingegen lediglich das Instrument, um zu zeigen, dass die Verwendung von Nanoprodukten für Mensch und Umwelt sicher ist. Die Sicherheitsforschung von Unternehmen kann unter anderem im Kontext formeller regulatorischer Verfahren (Zulassung, Notifizierung), der Produktsicherheit oder im Kontext von Produktentwicklungen erfolgen.

Einige Akteure/innen verstehen unter dem Begriff ‚Sicherheitsforschung‘ dagegen deutlich mehr als nur die Ermittlung von Stoffeigenschaften und Expositionen durch die Verwendung von Nanomaterialien ‚im Allgemeinen‘. Im Sinne der Nachhaltigkeit inkludieren sie außerdem auch Aspekte der ethischen, rechtlichen und/oder gesellschaftlichen Folgen der Anwendung von Nanotechnologien.

In diesem Bericht wird Sicherheitsforschung als Erforschung der gefährlichen Eigenschaften von Nanomaterialien sowie möglicher Emissionen, Expositionen und Risiken verstanden.

### **6.3 Rolle der Sicherheitsforschung für Innovationen**

Um die Potenziale der Nanotechnologien im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu nutzen, ist eine langfristige gesellschaftliche Akzeptanz der Technologie insgesamt, sowie ein Vertrauen in die Sicherheit der hergestellten Produkte im Konkreten notwendig. Die Sicherheitsforschung trägt wesentlich zu beiden Aspekten bei, indem Wissenslücken über mögliche Risiken geschlossen werden und die Produktsicherheit, z. B. im Rahmen von Zulassungsverfahren oder durch forschungs- und entwicklungsbegleitende Maßnahmen dargelegt wird.

Auch in Bezug auf die (Rück-)Versicherbarkeit von Nanotechnologierisiken sind die konkrete sowie die allgemeine Sicherheitsforschung von Bedeutung, da sie die Innovationsfähigkeit von Unternehmen unterstützen. So wird bei der Bewertung der Versicherbarkeit eines Unternehmens geprüft, welche Forschungsaktivitäten bzgl. der Produktsicherheit unternommen werden und welche grundlegende Politik zum Risikomanagement im Unternehmen vorherrscht. Daneben spielt die generelle Verfügbarkeit von Informationen über die Eigenschaften von Nanomaterialien und mögliche Anwendungen / Expositionen eine wichtige Rolle, da hieraus die Akzeptanz der Technologien und mögliche Haftungsklagen antizipiert werden können. Erhöhte Risiken aus Sicht der Versicherungswirtschaft entstehen auch durch regulatorische Unsicherheiten, wie die Unschärfe der Definition für Nanomaterialien auf EU – Ebene oder durch eine fehlende gesellschaftliche Technologieakzeptanz, da hier möglicherweise mit vermehrten Haftungsklagen zu rechnen ist. Dialog und Transparenz über die Forschungsaktivitäten aller Beteiligten, die Ergebnisse

und ihrer Bewertung fördern dagegen die Versicherbarkeit von Nanotechnologierisiken.

Die Sicherheitsforschung zu Nanotechnologien wird aus unterschiedlichen Gründen kritisch diskutiert. Im Folgenden werden die Diskussionen des FachDialogs 4 im Detail dargestellt, die diese Punkte aufgegriffen haben. Diese Debatten gleichen in vielen Punkten vergangen oder parallelen Diskursen für andere neue Technologien. Sie sind in einigen Punkten nicht spezifisch, sondern werden exemplarisch beziehungsweise unter anderem auch für die Nanotechnologien geführt.

### **6.3.1 Qualität der Forschung**

Im Vergleich zu anderen Technologien wird die Glaubwürdigkeit der Nanoforschung sehr intensiv diskutiert. Unter anderem werden diskutiert:

- die Qualität von Studien und die wissenschaftlichen Kriterien von Validität und Evidenz;
- das Fehlen oder die unzureichende Anpassung standardisierter Messmethoden;
- die Praxis, 'negative' Forschungsergebnisse nicht zu publizieren;
- die Objektivität der Forscher/innen.

Bereits in der ersten NanoKommission wurde festgestellt, dass viele Studien nicht verwertbar und/oder vergleichbar sind, da die verwendeten Materialien nicht oder kaum charakterisiert sind oder die Studien nicht gemäß der Standardmethoden durchgeführt wurden. Diese Aussage wurde unter anderem durch den Bericht des Joint Research Center zur Registrierung von Nanomaterialien erneut bestätigt<sup>4</sup>.

Die Veröffentlichung nicht verwertbarer Daten führt zu einem allgemeinen Vertrauensverlust in die Forschung und einem erhöhten Aufwand zur Bewertung des Erkenntnisstandes insgesamt, da zwischen diesen Informationen und solchen, die wissenschaftlichen Qualitätsansprüchen genügen, unterschieden werden. Zudem besteht Kritik aus Sicht des Tierschutzes, da in diesen Studien ggf. Tests durchgeführt würden, die vermeidbar wären, bzw. deren Nutzen den Verbrauch an Versuchstieren nicht rechtfertige.

Das Fehlen von Standardmethoden bzw. der Bedarf der Anpassung vorhandener Methoden für die Untersuchung von Nanomaterialien macht die Forschungsergebnisse grundsätzlich angreifbarer, da die Qualität von Studien angezweifelt werden kann. Arbeiten zur Standardisierung laufen auf OECD Ebene in den entsprechenden Arbeitsgruppen. Allerdings ist insbesondere die Validierung von Nichttestmethoden für Nanomaterialien noch nicht weit fortgeschritten.

‘Negative’ Forschungsergebnisse, also Ergebnisse, die zeigen, dass eine Annahme widerlegt wird oder z. B. ein Verfahren nicht funktioniert, werden in der Regel nicht veröffentlicht. Dies liegt insbesondere daran, dass publizierte ‘Erfolgsmeldungen’ häufiger zitiert werden und (daher) einen höheren Stellenwert haben, als Beiträge über ‘negative’ Ergebnisse. Diese Praxis hat zur Folge, dass wichtige Informationen für zukünftige Forschungen verloren gehen, ‘Fehler’ dadurch ggf. wiederholt werden und der Erkenntnisstand nur zum Teil beschrieben ist. Andererseits kann auch der Eindruck in der öffentlichen Wahrnehmung entstehen, dass Daten ‘verheimlicht werden’, wenn die Ergebnisse nicht im Interesse der Forscher/innen oder ihrer Auftraggeber/innen sind.

Die industrielle Forschung wird in der Öffentlichkeit teilweise als stark interessengeleitet angesehen. Daher besteht auch eine Annahme, dass Forschungsergebnisse nicht objektiv erarbeitet oder berichtet werden. Das teilweise fehlende Vertrauen in die Industrieforschung steht, zumindest im Bereich der Sicherheitsforschung an Produkten, im deutlichen Gegensatz zum regulatorischen Prinzip der Selbstverantwortung der Industrie und der Verpflichtung unter REACH, die sichere Verwendung von Nanomaterialien vor der Vermarktung nachzuweisen.

### **6.3.2 Kommunikation von Forschungsergebnissen**

In der Studie ‘Nanotechnologien aus Sicht der Konsumenten’ wird insgesamt eine positive Wahrnehmung der Nanotechnologien festgestellt, wobei der Anteil der Konsumenten/innen, die die Technologien positiv bewerten sich verringert und der Anteil der ‘Ambivalenten’ sich erhöht hat. Die Bedenken gegen die Verwendung von Nanoprodukten spiegeln die Argumente der wissenschaftlichen Risikodebatte gut wider.

In der Studie wird auch eine Verringerung des Kenntnisstandes der Verbraucher/innen über Nanotechnologien und ihre Anwendungen beobachtet. Ein Grund dafür wird darin gesehen, dass dem Wunsch nach verständlicher und verfügbarer Information nicht nachgekommen wurde. Die Autoren/innen empfehlen daher unter anderem, die Kommunikationsstrategien aller Akteure/innen, einschließlich der Wissenschaft, auf den Prüfstand zu stellen.

Beim FachDialog bestand unter den Teilnehmenden Einigkeit darüber, dass verschiedene Interessen- und Anspruchsgruppen (wie z. B. Verbraucher/innen oder Umweltverbände, aber auch Politik und Regulatoren/innen) jeweils ein etwas anderes Vorsorge- und Risikokalkül haben, welches nicht unbedingt im Einklang mit der Risikocharakterisierung im etablierten, wissenschaftlichen Diskurs stehen muss. Das Bundesinstitut für Risikobewertung schreibt auf seiner Internetseite<sup>17</sup> zum Thema Risikowahrnehmung:

<sup>17</sup> [http://www.bfr.bund.de/de/forschung\\_zur\\_risikokommunikation-8078.html](http://www.bfr.bund.de/de/forschung_zur_risikokommunikation-8078.html)

*„Eine Vielzahl von Faktoren entscheidet darüber, wie ein Risiko wahrgenommen wird. Dazu zählen Eigenschaften des Risikos selbst wie das Ausmaß eines möglichen Schadens, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit, oder auch die Wahlfreiheit des Menschen einem Risiko gegenüber. Aber auch persönliche und gesellschaftliche Faktoren wie Nutzen-Risiko-Erwägungen, Wissen über bestimmte Risiken sowie Einfluss von und Vertrauen in Institutionen und Organisationen spielen eine bedeutende Rolle. Nicht zuletzt entscheidet die Art der Risikokommunikation selbst darüber, wie ein bestimmtes Risiko wahrgenommen wird. Eine herausragende Bedeutung kommt dabei den Medien zu.“*

Forschungsergebnisse werden außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft insbesondere über die Medien<sup>18</sup> sowie über Internetplattformen vermittelt (z. B. DANA<sup>19</sup>). Beim FachDialog drückten die forschenden Akteure/innen zum Teil ihre Frustration darüber aus, dass die von ihnen dargebotene Information außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft nicht ausreichend wahrgenommen würde. Hingegen waren die zivilgesellschaftlichen Gruppen der Ansicht, dass es nicht ausreicht, Informationen z. B. im Rahmen einer Internetplattform 'zur Verfügung zu stellen', sondern dass es auch notwendig sei, aktiver zu kommunizieren.

Ein weiteres, von allen Akteuren gesehenes Problem sei der Mangel an Strukturen, um Orientierung bei der Informationsauswahl und Bewertung zu bekommen.

## **6.4 Rolle der Forschung für die Regulierung**

Die Regulierung von Nanomaterialien ist aufgrund verschiedener Herausforderungen derzeit in einigen Bereichen noch nicht vollständig ausgestaltet. Unter anderem:

- sind die Materialien für eine regulatorische Risikobewertung unzureichend charakterisiert,
- fehlt eine Einigung darüber, wie die Toxizität / Ökotoxizität von Nanomaterialien quantifiziert (angegeben) werden soll,
- sind Expositionsmessungen nicht verlässlich und ist unklar, wie die Expositionshöhe angegeben werden sollte,
- fehlen in-situ Methoden zur Charakterisierung von Nanomaterialien und ausreichende Informationen zum Lebenszyklus.

Wegen der oben genannten methodischen Defizite ist es schwer für Nichtwissenschaftlern/innen zu verstehen, welche Erkenntnisse als 'gesichert' gelten können und welcher mögliche Regulationsbedarf daraus entsteht.

<sup>18</sup> Siehe z. B. René Zimmer, Rolf Hertel, Gaby-Fleur Böhl (Hrsg.): Risikowahrnehmung beim Thema Nanotechnologie – Analyse der Medienberichterstattung, Berlin 2008

<sup>19</sup> www.nanopartikel.de

Andererseits ist Regulierung ohne entsprechendes Instrumentarium zur Umsetzung und Kontrolle, insbesondere im Bereich der Expositionsmessung und Materialcharakterisierung nicht sinnvoll. Auch die Umsetzung bestehender Vorgaben und das Gewinnen praktischer Erfahrungen sind erschwert, z. B. im Bereich der Prüfung von Zulassungsanträgen oder der Handhabung von Nanomaterialien in Unternehmen und ihrer Verwendung in Produkten. Dies gilt für Behörden und Unternehmen gleichermaßen.

Ein weiterer Aspekt betrifft den Transfer von Forschungsergebnissen in (Grundlagen für) regulatives Handeln. Die Aktivitäten der Ressortforschung dienen konkret und direkt der Unterstützung der Regulierung und Überwachung. Die Forschungsprojekte werden entsprechend so zugeschnitten, dass auf regulatorische Fragestellungen konkrete Antworten erarbeitet werden und die Ergebnisse den Ressorts in aufbereiteter Form zur Verfügung gestellt werden.

Die Ergebnisse anderer forschender Institutionen werden hingegen nicht ausreichend zur Information der Regulatoren/innen 'übersetzt'. Die Ergebnisse aus der Innovations- und der Grundlagenforschung werden im Kontext von Evaluierungen in Form von Berichten extrahiert und verdichtet.

Damit liegen zwar auch übergreifende Ergebnisse in prinzipiell für die verschiedenen Ressorts zugänglicher Form vor. Eine Einordnung, Analyse und Bewertung der verschiedenen Ergebnisse in den weiteren (regulatorischen) Kontext fehlt hingegen. So können Regulatoren/innen nur eingeschränkt darauf zugreifen und für ihre Aktivitäten nutzen.

## **6.5 Prioritäten für die Forschungsagenda**

Sowohl national als auch auf EU-Ebene ist die staatlich geförderte Innovationsforschung für Nanotechnologien vorrangig an den großen Problem- und Bedürfnisfeldern orientiert (z. B. Klimaschutz, Ernährungssicherheit, Gesundheit, Mobilität). In Deutschland dient hier insbesondere die Hightech-Strategie der Bundesregierung als Referenzrahmen, während auf der EU-Ebene entsprechende Schwerpunkte im Forschungsrahmenprogramm 'Horizon 2020' definiert werden. Entsprechend werden vorrangig diejenigen Projekte gefördert, die dazu dienen sollen, einen Beitrag zur Lösung dieser Fragestellungen zu leisten (Auf EU-Ebene: Schlüsseltechnologie / key enabling technology (KET)). Die Sicherheitsforschung wird als integraler Bestandteil der Projekte mit gefördert.

Zur Vorbereitung des EU-Forschungsprogramms 'Horizon 2020' werden darüber hinaus die Ergebnisse und Fragestellungen des NanoSafety Cluster zur Sicherheitsforschung durch eine Arbeitsgruppe von Forscher/innen in einem sogenannten 'vision document' zusammengeführt. Darin werden die Ziele für die EU-Sicherheitsforschung aus dem aktuellen Forschungsstand und dem Bedarf an Informationen, Methoden und Verfahren zur Ermittlung und Vermeidung von Risiken von Nanomaterialien abgeleitet.

Parallel zur strategisch ausgerichteten staatlich geförderten Innovationsforschung erfolgen die Eigenforschungsaktivitäten der verschiedenen Forschungsinstitutionen. Hier werden aus vorrangig wissenschaftlichem Erkenntnisinteresse Forschungsfragen aufgeworfen und bearbeitet, die vor allem der Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Kenntnisse über grundlegende Eigenschaften und (Wirk-)Mechanismen von nanoskaligen Stoffen und Materialien dienen. Die Schwerpunkte dieser Forschung entwickeln sich über die Selbststeuerungsmechanismen der wissenschaftlichen Diskurse und der wissenschaftlichen Selbstverwaltung weiter.

Der übergreifende Austausch zwischen den unterschiedlichen Akteuren/innen der Forschung erfolgt über einschlägige Fachpublikationen oder im Rahmen von Fachkonferenzen. Hier werden regelmäßig erzielte Ergebnisse und identifizierte (verbliebene oder neue) Wissenslücken vorgestellt und diskutiert.

## 7 Schlussfolgerungen

Forschung findet in einem gesellschaftlichen Kontext mit hohen Erwartungen an die Realisierung nachhaltiger Innovationen zur Lösung drängender Probleme und zur Sicherung ökonomischer Zukunftsperspektiven statt. Gleichzeitig soll und will Forschung auf der einen Seite grundlegende Erkenntnislücken schließen und auf der anderen Seite sehr konkret auf dem Markt erfolgreiche Produkte hervorbringen.

Die Generierung und Aufbereitung von Wissen zur Unterstützung gesellschaftlicher Prozesse, wie der Definition einheitlicher Rahmenregelungen zur Risikobegrenzung oder der Information der zivilgesellschaftlichen Akteure/innen, stellen dabei meist eher Begleitaktivitäten dar.

Eine Vielzahl von Forschungsinitiativen hat auf unterschiedlichen Gebieten einen signifikanten Erkenntnisfortschritt erzielt. Dennoch sind in der Wahrnehmung verschiedener Stakeholder wesentliche Fragen zur Sicherheit von Nanotechnologien (noch) nicht eindeutig beantwortet. Dies ist zum Teil dem Problem geschuldet, dass der Transfer der Informationen und Erkenntnisse aus der Forschung zu den gesellschaftlich Akteuren/innen und den von ihnen gestellten Ansprüchen an die Forschung nicht ausreichend funktioniert.

Den unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen fehlen klare Antworten auf ihre Fragen. Sie sehen wenige Möglichkeiten, die Forschungsschwerpunkte zu beeinflussen und zweifeln teilweise an der Glaubwürdigkeit der Forschung. Dies liegt auch daran, dass die Prozesse, wie die Forschungsergebnisse erzielt wurden, nicht nachvollzogen werden können.

Fragen zur Transparenz der Forschung sind unter anderem:

- Wer setzt / wie entsteht die Forschungsagenda?
- Wie werden Forschungsgelder verteilt?
- Wie qualitätsgesichert und wie glaubwürdig sind die Ergebnisse?  
Welche Unsicherheiten bestehen bezüglich der Ergebnisse?
- Wie erfolgt die Auswertung und Zusammenschau, Analyse und Interpretation der Ergebnisse?
- Nach welchen Kriterien und Philosophien werden die Ergebnisse der Forschung von den jeweiligen Akteuren/innen bewertet?

## 8 Empfehlungen vom FachDialog 4

Basierend auf den Schlussfolgerungen und den Diskussionen beim 4. FachDialog werden im folgenden Empfehlungen zur Verbesserung der Transparenz der Nanotechnologieforschung gegeben sowie ein Prozess zum Informationstransfer und zur Erstellung einer Forschungsagenda im Dialog zwischen den Forschenden und den gesellschaftlichen Interessengruppen formuliert.

### 8.1 Transparenz der Forschung

Vorschläge zur Verbesserung der Transparenz über die Struktur und Organisation sowie die Prozesse der Forschung wurden unter anderem beim vierten FachDialog genannt. So wird z. B. angeraten zu den folgenden Themen einfache, verständliche und ansprechend aufbereitete Information zu erstellen und zu verbreiten:

- Struktur und Organisation der Forschung, inklusive einer Liste, der an Forschung beteiligten Einrichtungen,
- Mechanismen der Qualitätssicherung innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft (z. B. Peer Review),
- Kriterien und Regeln zur Veröffentlichung von wissenschaftlichen Studien,
- Prozesse der wissenschaftlichen Selbstverwaltung,
- Praxis der Fördermittelvergabe (Ausschreibung, Bewertung und Auswahl von förderwürdigen Projekten).

Zur Verbesserung der Kommunikation von Forschungsergebnissen (insbesondere bzgl. der möglichen Risiken / Sicherheit der Nanotechnologien) sollten:

- die verbraucher/innenorientierte Forschung zur Risikowahrnehmung und zu förderlichen Methoden und Informationswegen zur Vermittlung von Forschungsergebnissen gestärkt werden,
- Forschungsergebnisse thematisch zusammengefasst und aufbereitet veröffentlicht werden.

## 8.2 Informationstransfer und Forschungsagenda

Über die genannten Aspekte von Transparenz hinaus deuteten die Diskussionen im FachDialog darauf hin, dass es insbesondere an einem strukturierten Prozess zur Sammlung der Fragen der gesellschaftlichen Anspruchsgruppen an die Forschung und an einem glaubwürdigen Prozess zur systematischen Beantwortung dieser Fragen aus der Forschung fehlt.

Die Abbildung 1 illustriert diese auf dem FachDialog diskutierte IST-Analyse in grafischer Form.

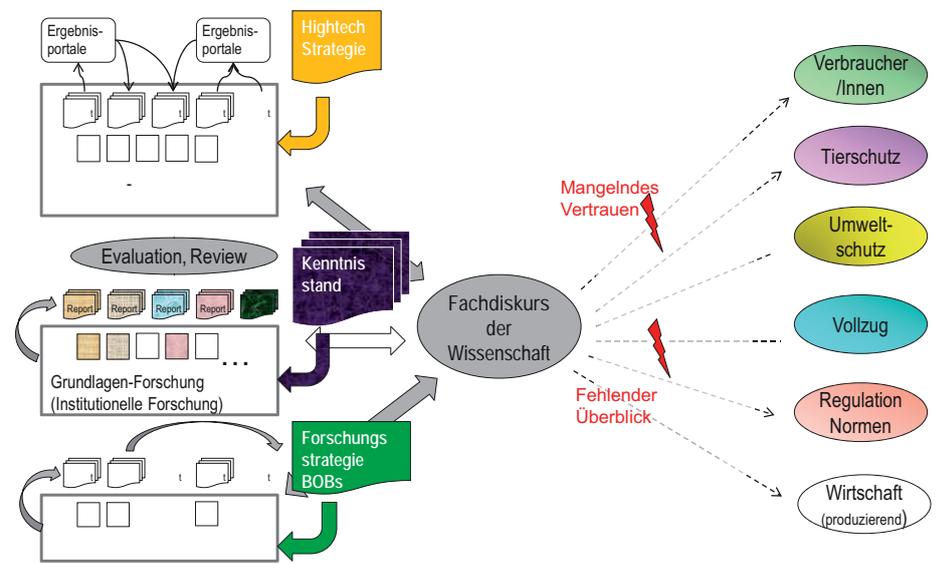


Abbildung 1: Ist-Stand der Perzeption wissenschaftlicher Forschungsergebnisse

Auf der linken Seite stehen die forschenden Akteure/innen, die unterteilt werden können<sup>20</sup> in

- stärker anwendungsorientierte und an der Entwicklung innovativer Lösungen und Produkte arbeitende Forschung (oben links). Ihre Forschungsagenda orientiert sich an Zielen und zu lösenden gesellschaftlichen Problemfeldern der Hightech-Strategie. Ergebnisse von Projekten, Forschungsverbänden und –Allianzen werden in Berichten und Webportalen dokumentiert und auf Konferenzen diskutiert. Der Erkenntnisstand in den Themenfeldern ist bei der Beantragung von Forschungsgeldern zusammenzutragen.
- stärker grundlagenorientierte Forschung. Ihre Agenda richtet sich nach dem Erkenntnisinteresse und Erkenntnisstand der forschenden Institutionen. Ergebnisse und themenbezogene Erkenntnisstände werden unter anderem in Projektevaluationen und themenbezogenen Reviews dargestellt.
- stärker an der Unterstützung der Umsetzung und Überwachung von Regulation orientierte Forschung (Ressortforschung). Ihre Agenda richtet sich nach den regulatorischen Notwendigkeiten und Prioritäten, die in Form einer Forschungsstrategie der Bundesoberbehörden dokumentiert wurden.

Auf der rechten Seite der Abbildung werden unterschiedliche Anspruchsgruppen aufgeführt, die je nach Interessenlage unterschiedliche Erwartungen an die Forschung haben (können). Diese Anspruchsgruppen haben unterschiedliche Voraussetzungen, die vorhandenen Informationen für ihre Zwecke zu erhalten, auszuwerten und zu interpretieren.

Die Industrie ist in der Abbildung auch als Anspruchsgruppe aufgeführt, da sie die Ergebnisse der Forschung für sich nutzt (nutzen kann) und ebenfalls entsprechende Erwartungen an die Forschungsagenda hat. Dies gilt insbesondere für die Industriebereiche die nicht selber forschen aber auf Basis verfügbarer neuer Technologien, neue Produkte herstellen und verbreiten. Die Industrie ist allerdings auch selbst forschende Akteurin (linke Seite der Abbildung).

Basierend auf dieser IST-Analyse wurde in der gemeinsamen Diskussion ein erster Vorschlag entwickelt, wie der beidseitige Transfer von Forschungsfragen und Forschungsergebnissen zwischen der Forschungsgemeinschaft und den (zivilgesellschaftlichen) Anspruchsgruppen verbessert und in seiner Glaubwürdigkeit gestärkt werden könnte.

---

<sup>20</sup> Grundlagenforschung und Anwendungsforschung sind faktisch nicht so stark getrennt, sondern gehen fließend ineinander über. Dennoch sind Tendenzen in den forschenden Institutionen sichtbar und wird diese Trennung für die schematische Darstellung als hilfreich erachtet.

Nach diesem Vorschlag würde sich die Erarbeitung einer ergänzenden Forschungsagenda aus den folgenden eng verzahnten Prozessen speisen:

- Die gesellschaftlichen Akteure/innen müssten die aus ihrer (jeweiligen) Perspektive relevanten und klärungsbedürftigen Fragen formulieren.
- Diese Fragen sollten in einem Diskussionsprozess zwischen diesen Anspruchsgruppen zusammengetragen und verdichtet werden, so dass hier eine konsolidierte Liste der relevanten Fragen entsteht.
- Die Forschungsgemeinschaft sollte einerseits den (jeweils aktuellen) Stand des wissenschaftlichen Diskurses und die ggf. vorliegenden Forschungsergebnisse in konkrete Antworten auf diese (jeweils aktuellen Fragen) übersetzen. Andererseits sollte sie die noch offenen Fragen aktiv aufnehmen und in Forschungsfragen 'übersetzen' und transparent machen wann oder wo diese Fragen in künftigen Forschungsaktivitäten bearbeitet werden.

Wie diese Beschreibung zeigt, ist es von hoher Bedeutung, dass ein beidseitiger 'Übersetzungsprozess' stattfindet, der zum Ziel hat, Fragen und Antworten zusammenzubringen, damit die Aktivitäten beider 'Seiten' in einer gemeinsamen Forschungsagenda münden können und die Forschungsergebnisse auch gesellschaftlich wahrgenommen und akzeptiert werden. Die Abbildung 2 zeigt diese zusätzlichen Prozesse in der grafischen Übersicht.

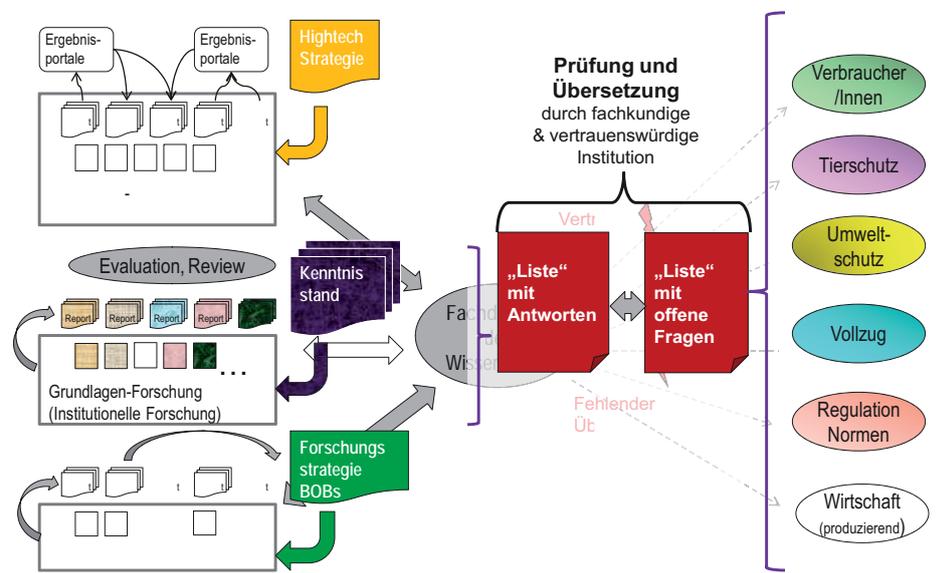


Abbildung 2: Vorschlag für einen Prozess zur Erarbeitung einer gemeinsamen Forschungsagenda

Dieser Vermittlungsprozess zwischen Forschung und gesellschaftlichen Akteuren/innen ist für das Verständnis und die Akzeptanz sowie die konkrete, erhöhte Nutzung der Forschungsergebnisse zentral. Dieser Prozess müsste über eine reine Übersetzung hinausgehen und durch eine Institution betreut werden, die das Vertrauen aller Akteure/innen besitzt, vielfältige Kompetenzen sowohl im naturwissenschaftlichen als auch im gesellschaftspolitischen Bereich bündelt und hohe kommunikative Fähigkeiten besitzt.

Nach dem Verständnis einiger Teilnehmender am FachDialog besitzen die Bundesoberbehörden die grundlegenden Kompetenzen und genießen das notwendige Vertrauen der Öffentlichkeit, um diesen Transferprozess wahrzunehmen. Bislang wird diese Funktion jedoch nur begrenzt<sup>21</sup> wahrgenommen. Einige Stakeholder halten auch die Verbraucherschutzorganisationen für geeignet, diese Aufgabe zu übernehmen.

---

<sup>21</sup> Überwiegend bezogen auf die 'eigene' Ressortforschung'