

Observieren – Sondieren – Regulieren

Zur gesellschaftlichen Einbettung
nanotechnologischer Entwicklungsprozesse

(Bestandsaufnahmen und Modellentwurf)

Schlussbericht

erstellt von:

Andreas Lösch

Stefan Gammel

Alfred Nordmann

Technische Universität Darmstadt

Büro für Interdisziplinäre Nanotechnikforschung – nanobüro

c/o Institut für Philosophie

Schloss

64283 Darmstadt

www.nanobuero.de

mit Unterstützung des

Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Der Projektbericht fasst die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Modelle regulatorischer Einbettung von Innovationsprozessen am Beispiel der Nanotechnologie“ (Förderkennzeichen 16|1555) des Büros für interdisziplinäre Nanotechnikforschung der Technischen Universität Darmstadt zusammen. Das Projekt wurde als Zuwendung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt (Projektträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin).

Projektleiter: Prof. Dr. Alfred Nordmann

Projektbearbeiter: Dr. Andreas Lösch

Projektmitarbeiter: Stefan Gammel, MA

Unser Dank gilt den vielen Experten, die wertvolle Beiträge und Anregungen zu diesem Forschungsprojekt geliefert haben.

NanoBüro der TUD

Darmstadt, im März 2008

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Die geäußerten Auffassungen stimmen nicht unbedingt mit der Meinung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung überein.

Außerhalb der mit dem Zuwendungsgeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte sind alle Rechte vorbehalten, auch die des Auszugsweisen Nachdruckes, der Auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung (Executive Summary).....	4
1. Einleitung	8
1.1. Ausgangslage und Zielsetzung.....	8
1.1.1. Ausgangslage	8
1.1.2. Bestandsaufnahmen.....	11
1.1.3. Modellentwicklung.....	12
1.2. Problemdiagnosen (Begründung des Urteilsverfahrens).....	13
1.2.1. Nanotechnologie als gesellschaftlich-kommunikatives Phänomen	13
1.2.2. Produktionsbedingte Unsicherheiten und Grenzen der Standardisierung.....	14
1.2.3. Verflechtung von Einzelfall und Gesamtphänomen	16
1.2.4. Nanotechnologie als Funktion in Produktsystemen	16
1.2.5. Perspektivenabhängigkeit von Regulierungszuständigkeiten	17
1.3. Reflexives Urteilsverfahren und Regulierung (Begriffe).....	18
1.4. Observieren, Sondieren und Regulieren (neue Anforderungen).....	21
1.5. Der Bezug zum ‚Zukunftsforum Nanotechnologie‘	23
2. Bestandsaufnahme: Debatten und Modelle zur Nano-Regulierung.....	25
2.1. Die Debatte um die gesetzliche Regulierung der Nanotechnologie (Hintergrund) ..	25
2.2. REACH und das Vorsorgeprinzip (Ausgangspunkte)	29
2.2.1. Der bestehende Rechtsrahmen unter der Lupe.....	29
2.2.2. Gestaltungsoptionen gesetzlicher Regulierung	31
2.2.3. REACH als Vorbild einer erweiterten Regulierungskonzeption	34
2.2.4. Das Vorsorgeprinzip als regulatorische Orientierung	36
2.2.5. REACH, der Vorsorgegedanke und die Ausweitung der Regulierung.....	37
2.3. Grundmodelle der erweiterten Regulierungskonzeption.....	39
2.3.1. Beobachtung.....	39
2.3.2. Selbstregulierung.....	44
2.3.3. Dialog	48
2.4. Ergebnis: Überforderung der Regulierung.....	54
3. Institutionelles Modell: Die Raster-Sonden-Agentur als reflexives Urteilsverfahren	56
3.1. Ziele und Anforderungen	56
3.2. Institutionelle Abgrenzungen	59
3.3. Grundfunktionen	60
3.3.1. Typus und Bezeichnung	60
3.3.2. Ausstattung und Arbeitsteilung.....	62
3.4. Institutionalisierung und Einbettung	63
3.4.1. Anbindung an eine wissenschaftliche Akademie.....	63
3.4.2. Einbettung in ein institutionelles Netzwerk	64
3.4.3. Situierung im ‚Nano-Initiative-Aktionsplan 2010‘	65
3.5. Arbeitsweisen	67
3.5.1. Der Normalfallmodus.....	67
3.5.2. Der Zwischenfallmodus	73
3.5.3. Zeitrahmen der Arbeitsweisen von Normal- und Zwischenfallmodus	76
3.6. Selbstevaluation	77
3.7. Bilanz	78
4. Literaturverzeichnis.....	81
Anhang 1: Expertengespräche.....	87
Anhang 2: Werkstattgespräch vom 5. Juni 2007.....	88

Zusammenfassung (Executive Summary)

Der Befund

Die ‚Nanotechnologie‘ ist äußerst vielseitig und komplex. Die Unbestimmtheit des Gegenstandes ‚Nanotechnologie‘ und entsprechend umfassende Sicherheitsansprüche an Produkte und Verfahren machen Anpassungen gesetzlicher Regularien nahezu unmöglich. Eine Vielzahl an Wissensgrenzen und Wissenslücken – z.B. fehlende Standards, Normen und Testverfahren, etc. – stellen Sicherheitsforschungen und Regulierungsmaßnahmen vor besondere Herausforderungen. Den systematischen Defiziten gesetzlicher Regulierung wird zwar versucht durch ‚weiche‘ Maßnahmen – wie die permanente Observation der Entwicklungen, industrielle Selbstregulierung durch ‚Codes of Conduct‘ und Legitimation stiftende Multi-Stakeholder-Dialoge – zu begegnen. Doch können diese – an einem vagen Vorsorgegedanken orientierten – Maßnahmen die Herausforderungen der ‚Nanotechnologie‘ alleine nicht in angemessener Form meistern (vgl. Kap. 2). Diese Maßnahmen beabsichtigen die Transformation von Nicht-Wissen in gesichertes Wissen. Das Phänomen ‚Nanotechnologie‘ konfrontiert uns auch mit systematischen und – damit – präventiv unaufhebbaren Wissensgrenzen. Viele Chancen und Risiken von Nanotechnologien werden sich erst im Nachhinein – im Gebrauch der Produkte – offenbaren und quantifizieren lassen.

Die ‚weichen‘ Maßnahmen einer ‚erweiterten‘ Regulierungskonzeption verabschieden sich von den Prinzipien klassisch-gesetzlicher Regulierung – wie öffentliche Aufsicht, politische Transparenz und Rechtssicherheit, garantiert durch eine ansprechbare Instanz. Sie bedeuten damit auch einen Rückzug von den Möglichkeiten der Intervention. Die Option des Eingriffs in die Entwicklungsprozesse ist jedoch für einen verantwortlichen und gesellschaftlich abgefederten Umgang mit den Unsicherheiten des neuen Technologiefeldes unverzichtbar.

Diese Tatsachen machen ein *reflexives Urteilsverfahren* als kollektiven Lernprozess und Bürgervertrauen stiftende Maßnahme erforderlich. Dieses Verfahren bedeutet eine öffentlich nachvollziehbare und politisch transparente Kontextualisierung und Einschätzung der Regulierungspraxis hinsichtlich von Wissens-, Kommunikations- und Handlungsbedarf sowie der Reichweite und Angemessenheit bislang ergriffener Maßnahmen der ‚erweiterten‘ Regulierungskonzeption. Die Ergebnisse der Beobachtungen der Observatorien, ‚Code of good practice‘-Verfahren und Stakeholderdialoge werden in das reflexive Urteilsverfahren integriert. Seine Leitfrage lautet: „Ist die Nanotechnologie in guten Händen?“

Das Modell

Dieser Bericht entwirft hierzu das institutionelle Modell einer *Raster-Sonden-Agentur (R-SA)*. Dieses beinhaltet eine Lerngemeinschaft aus Experten aller relevanten Felder der Gesellschaft – u.a. Wissenschaften, Industrie, Gewerkschaften, Kirchen, NGOs, Konsumenten. Diese Gemeinschaft soll öffentlich unter Offenlegung bestehender Wissensgrenzen zu Urtei-

len über ausgewählte nanotechnologische Produkte, Prozesse oder Diskursphänomene kommen. Durch die öffentlich nachvollziehbare Urteilsbildung soll eine sozialverträgliche Einbettung erwünschter nanotechnologischer Innovationsprozesse gefördert werden. Integraler Bestandteil des Modells ist hierbei, das Verfahren an die Prinzipien klassischer Regulierung rückzubinden – wie öffentliche Aufsicht, politische Transparenz und Möglichkeit zur Intervention. Eine ansprechbare und gesellschaftlich breit akzeptierte Instanz garantiert die Integrität des Verfahrens und erarbeitet gesellschaftlich breit abgedeckte Empfehlungen – bspw. zur Forschungsförderung erwünschter Entwicklungen oder für regulatorische Vorsorgemaßnahmen bei als bedenklich beurteilten Produkten (vgl. Kap. 3).

Die R-S-A zeichnet sich durch drei Grundfunktionen aus:

- einer *Rasterfunktion* zum Abtasten des Feldes wissenschaftlich-technischer Entwicklungen und zur Identifizierung klärungsbedürftiger Entwicklungen, Produkte und Diskurse;
- einer *Sondenfunktion* zur Auswahl und Verständigung über die Dimensionen exemplarischer Themen in der ‚Experten-Lerngemeinschaft‘; exemplarische Sondierungen werden mit Hilfe von Zeugenanhörungen (z.B. aus Forschung, Behörden, Industrie) durchgeführt;
- einer *Agenturfunktion* zur Durchführung öffentlicher, gerichtsformiger Urteilsverfahren, zur Intervention in Debatten und zur Erarbeitung der gesellschaftlich breit abgesicherten Empfehlungen, welche z.B. Handlungsbedarf anderer Regulierungsinstanzen sowie Forschungs- und Kommunikationsdefizite benennen.

Die drei Funktionen können zusammengefasst werden als ein Sichten des Terrains kombiniert mit Anhörungen in ausgewählten Fällen. Kollektiv und öffentlich transparent werden Empfehlungen erarbeitet, die das jeweilige Problem im Gesamtkontext gesundheitlicher, umweltbezogener und sozialer Implikationen der ‚Nanotechnologie‘ beurteilen. Mit diesen Funktionen grenzt sich das reflexive Urteilsverfahren der R-S-A von für die ‚Nanotechnologie‘ nicht adäquaten und nicht ausreichenden bzw. zu schwachen Modellen der Observation, Selbstregulierung und Verständigung ab.

Da die R-S-A selbst keine regulatorischen Aufgaben wahrnimmt, keine eigene Forschung betreibt, sondern auf Lerneffekte an ausgewählten Fallbeispielen zielt, kommt sie mit einer ‚schlanken‘ personellen Ausstattung aus: einem kleinen hauptamtlichen Service-Team und der Lerngemeinschaft eines ehrenamtlich tätigen Experten-Gremiums. Die erforderlichen Expertisen werden gebündelt, Formen des lernenden Dialogs umgesetzt und Verfahren einer öffentlich-nachvollziehbarer Urteilsbildung etabliert – mit einer möglichst transparenten Situierung der Institution. Deshalb erscheint es sinnvoll, die R-S-A an eine wissenschaftliche Akademie mit bundesweiter und internationaler Ausstrahlung anzubinden – erste Wahl ist die geplante *Nationale Akademie der Wissenschaften*. Die Bündelung der Expertisen und die intendierte Wirksamkeit der erarbeiteten Empfehlungen erfordern die Situierung von R-S-A in einem *nationalen und internationalen Netzwerk* aus Institutionen und Organisationen, die

über das für den Lernprozess und die Urteilsfindungen notwendige Wissen verfügen und denen die Experten des Gremiums entstammen.

R-S-A zeichnet sich in der *Praxis* durch zwei Arbeitsmodi aus:

1. einem *Normalfallmodus*, in dem auf Anfragen aus der Gesellschaft oder nach Interesse der beteiligten Experten Lernprozesse und öffentliche Urteilsverfahren (inkl. Empfehlungen) zu ausgewählten nanotechnologischen Entwicklungen, Produkten und Diskursphänomenen initiiert und durchgeführt werden (Zeitrahmen der Bearbeitung eines Themas ist ca. 12 Monate);
2. einen *Zwischenfallmodus*, in dem die R-S-A flexibel und ad hoc auf unvorhergesehene Externalitäten – wie z.B. umstrittene Produkte, wissenschaftliche Kontroversen oder politische Proteste – reagieren kann. Die R-S-A beurteilt hier bspw. die Wirksamkeit und Angemessenheit von Maßnahmen der Regulierungsbehörden in Krisenfällen (z.B. die Entfernung eines schadhaften Produktes vom Markt als Reaktion auf Krankheitsfälle) und erarbeitet Empfehlungen zur Verbesserung der Maßnahmen in ähnlich gelagerten Fällen (Bearbeitungszeitraum ca. 2 Monate).

Die Begründung

Die Notwendigkeit einer R-S-A ergibt sich über folgende *Problemdiagnosen* (vgl. Kap. 1.2.):

- Unter dem Terminus ‚Nanotechnologie‘ werden eine Vielzahl von Produkten subsumiert – wie Kosmetika, antibakterielle Oberflächen, Sensoren, Nano-Halbleiter, Lebensmittelzusätze und auch ‚fälschlich‘ so genannte Nano-Produkte. ‚Nanotechnologie‘ (im Singular) ist ein umfassendes *gesellschaftlich-kommunikatives Phänomen*. Insofern ist ein reflexives Urteilsverfahren notwendig, das sich mit allem beschäftigt, was in der Gesellschaft als ‚Nanotechnologie‘ bezeichnet wird und unterschiedliche Formen der Zulassung, Beobachtung oder Aufsicht erforderlich macht.
- Verlässliche Produktsicherheit lässt sich nicht alleine durch den Einsatz standardisierter und geprüfter Grundstoffe (z.B. Nanopartikel) gewährleisten, da kleine *produktionsbedingte Abweichungen* in mehreren Dimensionen des Herstellungsprozesses schon unterschiedliche Unsicherheiten darstellen können. Die in Produkten und für deren Gebrauch etablierten Fehlertoleranzen können ein Spektrum möglicher Risiken repräsentieren, deren Bewertung nur durch erhöhte, den Lebenszyklus von Produkten begleitende Aufmerksamkeit erfolgen kann. Diesen Tatbestand muss ein reflexives Urteilsverfahren öffentlich transparent machen.
- Auftretende Probleme bei einem einzigen Produkt, das als ‚Nanotechnologie‘ bezeichnet wird, können sich auf die *gesellschaftliche Wahrnehmung des Gesamtphänomens* ‚Nanotechnologie‘ auswirken. Deshalb ist eine öffentlich nachvollziehbare Beurteilung geboten, die die unterschiedlichen Dimensionen exemplarischer Produkte entflechtet und gleichzeitig den Zusammenhang zum Gesamtphänomen im Auge behält.

- Mit ‚Nanotechnologie‘ werden Konsumenten nur in *produktintegrierter Form* konfrontiert. Von daher entstehen Unsicherheiten in einer Vielzahl von Dimensionen – z.B. Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Nanomaterialien und Festkörpern im jeweiligen Produkt, Interaktionen mit der Umwelt des Produktes, Variationen des individuellen Gebrauchs. Nur ein reflexives Urteilsverfahren kann die lernende Zusammenschau aller erforderlichen Wissensformen – von naturwissenschaftlichem Wissen bis hin zu Nutzergewohnheiten und ethischen Implikationen – koordinieren, aufgrund all derer gesellschaftlich abgefederte Urteilsbildungen im jeweiligen Fall möglich sind.
- Die Perspektiven, aus denen ein nanotechnologisches Produkt betrachtet wird – z.B. chemisch-toxikologische, materialwissenschaftliche, epidemiologische oder arbeitsmedizinische Sichtweisen – beeinflussen die Wahrnehmung potentiellen Regulierungsbedarfs. Hier ist eine reflexive *Vermittlung zwischen Kompetenzen und Zuständigkeiten der Regulierung* notwendig. Proportional zu den großen, mit der Nanotechnologie verbundenen Versprechungen und Erwartungen entsteht ein gesellschaftlicher Anspruch auf integrative Betrachtung von Gesundheits-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit.

Der Bezugspunkt

Das Modell einer R-S-A versteht sich als Antwort auf das von der *deutschen Bundesregierung* anvisierte *Zukunftsforum Nanotechnologie* für einen reflektierten und interdisziplinären Dialog und leistet einen Beitrag zur Identifikation angemessener Förderstrategien: Mit der Einrichtung einer R-S-A würde eine ansprechbare und politisch transparente Instanz in einer *Mittler-Position* geschaffen. Durch ihr reflexives Urteilsverfahren würde sie u.a. die Projekte des *Nano-Initiative-Aktionsplans 2010* begleiten und bewerten – wie z.B. den *Nano-Dialog* des BMU, das BMBF-Projekt *NanoCare*, die Arbeitsgruppen des BMAS, die Verbraucherschutzmaßnahmen des BfR oder auch die Bürgeraufklärungen von BMBF-Kampagnen wie *Nanotruck*. Deren Ergebnisse würden in öffentlich nachvollziehbare Urteilsverfahren und Empfehlungen integriert. Dadurch würde der Anspruch auf öffentliche Aufsicht und Interventionsmöglichkeit in Innovation und Regulation gesichert.

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage und Zielsetzung

1.1.1. Ausgangslage

Debatten zur Regulierung der Nanotechnologie orientieren sich an regulatorischen Vorbildern: bspw. der europäischen Chemikalienrichtlinie REACH, den Produktsicherheitsprüfungen des TÜV, den Genehmigungsverfahren des GenTG (Gentechnikgesetz) oder den Richtlinien der Lebensmittel- und Arzneimittelsicherheit. Betont wird dabei in der Regel, dass diese Vorbilder *noch nicht* erreicht werden können – aufgrund vielseitiger und umfassender Wissenslücken über die Gesundheits-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit nanotechnologischer Entwicklungen und Produkte. Regulierung wird somit zu einem *Desiderat*, das umfassende Risiko- und Sicherheitsforschungen voraussetzt. Große Wissenslücken werden insbesondere in Bezug auf die potentielle Toxizität von Nanopartikeln problematisiert – z.B. wegen mangelnder Charakterisierung, Standardisierung, fehlenden Informationen zum Transportverhalten in Wasser, Erde und Luft, unterschiedlichen Expositionen durch Einatmen, Hautkontakt, Aufnahme über den Verdauungstrakt und Interaktion mit anderen Stoffen der Umwelt oder Festkörpern in allen Phasen des Lebenszyklus von der Produktion bis zur Entsorgung. Entsprechend lautet ein exemplarisches Urteil aus der toxikologischen Risikoforschung, „dass für eine realistische Abschätzung der Exposition, Gefährdung und dem einhergehenden Risiko die gegenwärtige Datenlage nicht ausreicht. Daher sind derzeit auch spezifische regulatorische Maßnahmen nicht möglich, da völlig unklar ist, worauf sie eigentlich abzielen sollten“ (exemplarisch: Krug&Wörle-Knirsch 2007: 111).

Unter Berufung auf solche Problematisierungen fordern einige NGOs die politischen Verantwortlichen dazu auf, generell keine nanotechnologischen Produkte zuzulassen, solange diese nicht vollständig auf ihre Sicherheit und gesundheitliche, ökologische und soziale Verträglichkeit geprüft sind (z.B. ETC 2002; 2003a+c; ähnlich EGE 2007). Aktuell konstatieren bspw. *Friends of the Earth*: “There should be a moratorium on the further commercial release of sunscreens, cosmetics and personal care products that contain engineered nanomaterials, and the withdrawal of such products currently on the market, until adequate public, peer-reviewed safety studies have been completed, and adequate regulations have been put in place to protect the general public, the workers manufacturing these products and the environmental systems in which waste products will be released” (Illuminato 2007: 8).

Diese Forderungen erwecken den Anschein, als könnte das hierzu notwendige Wissen in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen (kritisch dazu z.B. Maynard et al. 2004). Sie reflektieren nicht, dass derart umfassende Sicherheitsforderungen auf unbestimmte Zeit ein vollständiges Moratorium jeglicher – auch erwünschter – Entwicklungen und industrieller Umsetzungen implizieren, an denen ‚Nanotechnologie‘ in irgendeiner Form beteiligt ist.

Dieser Position entgegen steht zum einen ein öffentliches Interesse an möglichem Nutzen und Vorteilen der Nanotechnologie, zum anderen Forderungen der Industrie und

staatlicher Institutionen, die aufgrund der hypothetischen Risiken und abstrakten Gefahren und den zugleich erwarteten Chancen – unter anderem in Medizin und Umweltschutz – auf Möglichkeiten flexibler Vorsorgemaßnahmen insistieren. Durch Begleitmaßnahmen zu Forschungen, Entwicklungen und Anwendungen sollen – soweit vom Stand des Wissens und der Technik her möglich – Risiken präventiv reguliert und Sicherheit garantiert werden, ohne die erwünschten Innovationsprozesse übermäßig auszubremsen (z.B. BMU 2007b; Lahl 2006a, 2006b). Fortlaufende Wissensfortschritte sollen gewonnen werden durch permanente Beobachtungen aller relevanten wissenschaftlich-technischen Entwicklungen (Observatorien wie das OMNT), Charakterisierungen und Standardisierungen von Nanopartikeln (z.B. ISO, TC 229), Entwicklungen geeigneter Testverfahren (z.B. NanoCare), integrierte Verfahren des Risk-Assessments (z.B. IRGC) oder die Zertifizierung (z.B. CENARIOS, TÜV-Süd/Innovationsgesellschaft: Meili 2007; LCA-Verfahren). ‚Codes of Conduct‘ sollen eine eigenverantwortliche gute Praxis in Forschung und Industrie absichern (z.B. BMU 2007d; und: www.responsiblenanocode.org). Multi-Stakeholder-Dialoge sollen eine gesellschaftlich breit akzeptierte Einigung relevanter Akteure über ‚legitime‘ und sinnvolle Innovationsräume und ‚illegitime‘ Tabuzonen garantieren (z.B. Nanodialog BMU 2007b; Lahl 2006a; NanoTrust in Österreich: Nentwich 2007; auch das EPA-Stewardshipprogramm: <http://www.epa.gov/oppt/nano/#stewardship>). Allerdings implizieren solche vor- oder selbstregulativen Maßnahmen weitgehend die Aufgabe der für ‚klassische‘ Regulierungen durch den gesetzgebenden Staat typischen Prinzipien der Rechtssicherheit wie öffentliche Aufsicht, politische Transparenz und Interventionsmöglichkeit.

Beide Positionen – Moratoriumsforderungen wie (selbst-)regulatorische Vorsorgemaßnahmen – sind an umfassenden Wissensforderungen orientiert. Aus unserer Sicht besteht kein Zweifel, dass es Wissensfortschritte durch diese ‚Wissensbeschaffungsmaßnahmen‘ geben wird. Aber wird es jemals ein den Chemikalienbestimmungen oder pharmazeutischen Richtlinien entsprechendes Wissen über die Sicherheit von nanotechnologischen Produkten geben, wie es die Regulierungsdebatten einfordern? Was bedeutet dies, wenn man die Forderungen der NGOs, staatlicher Institutionen und anderer Akteure ernst nimmt – ein ewig währendes Moratorium oder ein voreiliges Vertrauen in die Möglichkeit baldiger Wissensakkumulation? Oder ist eine neue Umgangsweise mit Risiken, Unsicherheiten und Wissensgrenzen erforderlich? Und – erfordert das Warten auf den Wissenszuwachs derweil den völligen Verzicht auf das Instrumentarium klassischer Regulation?

So begrüßenswert die zu erwartenden Ergebnisse für die Bewertung und Regulierung von Gefahren und Risiken nanotechnologischer Entwicklungen und Produkte durch staatliche Regulierungsbehörden sind: Die in der Regulierungsdebatte erhobenen Forderungen und Ansprüche an die Wissensfortschritte naturwissenschaftlich-technischer Sicherheitsforschung sind gleichzeitig *zu eng* und *zu weit* gefasst.

Zum einen wird unter dem Terminus ‚Nanotechnologie‘ eine heterogene Vielzahl von Produktentwicklungen zusammengefasst, zu denen Schmutz abweisende und feuerfeste Be-

schichtungen, kleinere und schnellere Computerchips und Transistoren, Kapseln zum zielgerichteten Medikamententransport, biokompatible Implantate, winzige, nicht wahrnehmbare Sensoren, Waschmaschinen, Lacke und vieles mehr gerechnet werden (für eine Produktliste siehe <http://www.nanotechproject.org/index.php?id=44>). Von ‚Nanotechnologien‘ kann damit eigentlich nur im Plural die Rede sein. Auch EU-Publikationen verwenden inzwischen den Terminus ‚Nanotechnologien‘ (Plural), wenn es um einzelne nanotechnologische Anwendungsfelder geht (EC 2004 etc.). So vielfältig die nanotechnologische Produktpalette, so mehrdimensional ist die nanotechnologische Sicherheitsproblematik. Deshalb ist es fraglich, ob eine einheitlich verfasste, stoffbezogene Risikoforschung überhaupt ein hinreichendes Wissen über die Gesundheits-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit all dieser Produkte liefern kann – insbesondere solange ihr Fokus auf die Toxizität und Ökotoxizität von Nanopartikeln als *einer* Dimension der Sicherheitsproblematik *verengt* ist.

Zum anderen wird aber auch eine interdisziplinäre Ausweitung der Risikoforschungen um Wissensbestände, die bspw. industrielles Herstellungs- und soziales Gebrauchswissen integrieren, den *weit* gefassten Sicherheitsansprüchen in den Regulierungsdebatten noch nicht gerecht. Die forschungspolitische Zurechnung höchst unterschiedlicher Produkte und Verfahren zu einer ‚Nanotechnologie‘ im Singular weist auf die ‚Nanotechnologie‘ als ein wissenschaftspolitisch und gesellschaftlich konstituiertes Phänomen hin. Dieses wird durch eine abstrakte Allgemeindefinition ermöglicht, die als ‚Nanotechnologie‘ alle Produktionsverfahren kennzeichnet, die durch Manipulation von Materie auf molekularer Ebene in einer bestimmten Größendimension (<100nm) stattfinden. Das Phänomen ‚Nanotechnologie‘ ist das Resultat forschungspolitischer, wissenschaftlicher, wirtschaftlicher, rechtlicher, massenmedialer und anderer gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse. An seiner Konstitution sind faktisches Wissen und technische Fertigkeiten ebenso beteiligt wie gesellschaftliche Interessen, Erwartungen, Versprechen, Visionen und Versagensängste. Durch Erwartungen und Versprechungen (z.B. nächste industrielle Revolution) definiert, erweckt die Nanotechnologie entsprechend hohe Ansprüche an einen umfassend verantwortlichen Umgang. Die Unsicherheiten bezüglich gesundheitlicher, ökologischer und sozialer Implikationen von Nanotechnologien gründen sich jedoch nicht nur auf *Wissenslücken*, die durch Wissensfortschritte aufhebbar sind. Viele Unsicherheiten, mit denen die Regulierung von Nanotechnologien konfrontiert ist, resultieren aus *systematischen Wissensgrenzen* (vgl. Kap. 1.2.). Viele Risiken – und auch Chancen – nanotechnologischer Entwicklungen werden sich erst nach dem Gebrauch der Produkte kalkulieren lassen. Sie verlangen also, da Rechtssicherheit nicht garantiert werden kann, weniger eine regulatorische Zulassung, sondern eine *politisch transparente* reflexive Begleitung nanotechnologischer Entwicklungsprozesse unter *öffentlicher Aufsicht* und mit der *Option zur Intervention*.

1.1.2. Bestandsaufnahmen

Diese Untersuchung unternimmt im ersten Schritt eine Bestandsaufnahme der wesentlichen Diskussionspunkte nationaler und internationaler Debatten und Initiativen zur Regulierung von Nanotechnologien (vgl. Kap. 2.1.). Die Analysen zeigen, dass aufgrund der umfassenden Unsicherheiten über potentielle Chancen und hypothetische Risiken von Nanotechnologien die grundlegenden Probleme der Anpassung bestehender gesetzlicher Regularien thematisiert werden (vgl. Kap. 2.2.). Aufgrund dieser Problematik werden national wie international Projekte für ‚regulatorische‘ Vorsorgemaßnahmen entwickelt und in Angriff genommen. Legt man einen ‚erweiterten Regulierungsbegriff‘ (vgl. Kap. 1.3.) zugrunde, können diese Maßnahmen nach drei Grundmodellen unterschieden werden: Erstens werden *Observatorien* eingerichtet, die fortlaufend Informationen zum Stand der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen liefern und zur Erarbeitung von Standards und Testverfahren beitragen sollen (vgl. Kap. 2.3.1.). Zweitens werden *Codes of Conduct* ausgehandelt, um eine eigenverantwortliche und damit selbstregulative gute Praxis der Industrie mit Nanomaterialien ermöglichen und garantieren zu können (vgl. Kap. 2.3.2.). Drittens sollen zielgruppenspezifische *Dialoge* mit relevanten Stakeholdern der Gesellschaft Nutzen und Risiken nanotechnologischer Entwicklungen und Produkte identifizieren helfen. Die Dialogverfahren haben aber zudem das Ziel, auch bei bestehenden Unsicherheiten Vertrauen in die Verfahren der permanenten Beobachtung und der industriellen Selbstregulierung zu erzeugen. Zusammen genommen lassen sich diese Maßnahmen auch als ein Legitimationsverfahren für die innovationspolitische Entscheidung zugunsten der ‚Nanotechnologie‘ beurteilen. Regulatorische Verfahren im eigentlichen Sinne stellen sie nicht dar (vgl. Kap. 2.3.3.).

Diese Erweiterungen und Lockerungen gesetzlicher Regulierungsprinzipien erweisen sich als Reaktionen auf die Unangemessenheit bestehender Regulierungsinstrumente. Sie erheben jedoch einen derart umfassenden Wissensanspruch, der die ‚regulativen‘ Vorsorgemaßnahmen selbst überfordert (vgl. Kap. 2.4.). Auch diese Modelle können den vielschichtigen und mehrdimensionalen Sicherheitsanforderungen an die ‚Nanotechnologie‘ alleine nicht gerecht werden: Sie nehmen den Regulierungsanspruch zu weit zurück und befinden sich in der Gefahr, nur noch affirmativen Charakter zu haben.

Die Bestandsaufnahmen im zweiten Kapitel zur nationalen und internationalen Regulierungsdebatte erheben keinen Anspruch auf empirische Vollständigkeit. Beansprucht wird jedoch, die drei wesentlichen – und damit repräsentativen – Grundmodelle der Konzeption einer ‚erweiterten Regulierungskonzeption‘ herausgearbeitet zu haben. Bei der Darstellung von Beispielen der jeweiligen Modelle werden, soweit vorhanden, nationale Initiativen und Aktivitäten ausgewählt und diese wiederum im internationalen Kontext situiert.

1.1.3. Modellentwicklung

Zielsetzung und zweiter Schritt des Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines neuen Modells (vgl. Kap. 3.), welches einerseits der Vielschichtigkeit und Mehrdimensionalität der ‚Nanotechnologie‘ dort gerecht wird, wo die bisherigen Modelle einer erweiterten Regulierungskonzeption aus systematischen Gründen überfordert sind. Andererseits hält dieses Modell an den klassischen Regulierungsprinzipien der öffentlichen Aufsicht, politischen Transparenz und Interventionsmöglichkeit fest. Die systematischen Defizite der Regulierung sind vor allem in prinzipiellen Wissensgrenzen und Unsicherheiten zu verorten. Diese sind präventiv auch durch fortlaufende Wissensgenerierungen nicht aufzuheben. Ihnen kann nur durch eine erhöhte und den gesamten Lebenszyklus von Produkten begleitende Aufmerksamkeit begegnet werden. Damit Innovationsprozesse nicht übermäßig ausgebremst werden und die erwünschten Innovationspotenziale von Nanotechnologien genutzt werden können, müssen gesellschaftlich verantwortbare Entscheidungen möglich sein, die die Idee von öffentlicher Aufsicht und politischer Transparenz nicht aufgeben (vgl. Kap. 3.1.; 3.2.).

Die systematischen Defizite gesetzlicher Regulierung würden – so das Resultat dieser Untersuchung – durch die Einrichtung einer *Raster-Sonden-Agentur (R-S-A)* überwunden: Sie institutionalisiert einen *Lernprozess* (vgl. Kap. 3.3.; 3.4.), in den Experten unterschiedlichster Wissensfelder der Gesellschaft integriert sind (zum Expertenbegriff vgl. Kap. 1.3.). Dieser Lernprozess soll anhand exemplarischer Diskurse, Entwicklungen und Produkte einen reflexiven Austausch von unterschiedlichen Wissensformen (z.B. wissenschaftliches, industrielles, politisches Wissen, Alltagswissen usw.) verwirklichen. Als Teil dieses Lernprozesses (und auf dessen Erkenntnissen aufbauend) sollen in öffentlich durchgeführten, gerichtsformigen Verfahren an Fallbeispielen öffentlich nachvollziehbare und politisch transparente *Urteilsbildungen* vollzogen werden. Diese intervenieren in bestehende Debatten. Aus ihnen gehen gesellschaftlich breit abgesicherte Empfehlungen hervor, die Forschungs- und Kommunikationsdefizite sowie Handlungsbedarf von Regulierungsinstitutionen identifizieren (vgl. Kap. 3.5.).

Das institutionelle Modell der Raster-Sonden-Agentur (R-S-A) ergänzt damit bestehende Vorsorgemaßnahmen zu Nanotechnologien durch ein *reflexives Urteilsverfahren* (zum Begriff vgl. 1.3.), welches auch deren Arbeits- und Regulierungspraxis öffentlich kontextualisiert und beurteilt – bspw. durch die Identifizierung von und Verständigung über Wissens-, Kommunikations- und Handlungsbedarf. Vor allem bearbeitet die R-S-A Problemstellungen, mit denen Regulierungsbehörden und die bestehenden Vorsorgeinitiativen – aus systematischen Gründen – überfordert sind.

1.2. Problemdiagnosen (Begründung des Urteilsverfahrens)

1.2.1. Nanotechnologie als gesellschaftlich-kommunikatives Phänomen

Zur ‚Nanotechnologie‘ werden höchst unterschiedliche Produkte und Phänomene gerechnet. Sie verbindet lediglich eine abstrakte Allgemeindefinition, die festlegt, dass diese Produkte und Phänomene durch die Manipulation von Materie in *einer* Dimension in einem bestimmten Größenbereich (<100nm) erzeugt wurden. Fragen der Umwelt-, Gesundheits- und Sozialverträglichkeit von Produkten und Phänomene der ‚Nanotechnologie‘ stellen sich dagegen in einer *Vielzahl* höchst unterschiedlicher Dimensionen. Regulatorische Maßnahmen müssten damit je nach Produkt und Phänomen höchst unterschiedlich gestaltet werden. Wie die exemplarische Übersicht zeigt, ist die Frage durchaus gerechtfertigt, was alle diese Produkte und Phänomene miteinander gemeinsam haben (vgl. Tabelle 1).

Nano-Produkt	hypothetische Risiken	Gefährdungsdimension	regulatorische Maßnahmen
Kosmetika (z.B. Sonnencremes)	Toxizität	Gesundheit	Kennzeichnung, Substitution
Antibakterielle Oberflächen	Wechselwirkung mit dem Immunsystem (Bio-Interaktivität)	Umwelt, Gesundheit	Gesetz, Beobachtung, Code of good Practice
Bio-Sensoren (z.B. Implantate, Lab on a Chip)	Privacy, menschliches Selbstverständnis	Soziales	Verständigung über ethische Implikationen, Datenschutz
Nano-Halbleiter Technologie, Elektronik	(Nano)-Digital-Divide, Entsorgung	Soziales, Umwelt	Verständigung über Nutzen, Code of good Practice
Lebensmittel (Verpackung, functional food)	Wahrnehmung, Bio-Interaktivität	Soziales, Gesundheit	Verbraucherschutz
Nicht-detektierbare Sprengstoffe	Unsichtbare Tötung	Gesundheit, Soziales	Moratorium
Fälschlich als Nano gekennzeichnete Produkte (z.B. Magic-Nano)	Innovationsgefährdung	Soziales	Aufklärung, Zertifizierung

Tabelle 1: Potentielle Risiko- und Regulierungsdimensionen exemplarischer Produkte

Bei der ‚Nanotechnologie‘ (im Singular) handelt es sich um ein umfassendes und vorrangig gesellschaftlich-kommunikatives Phänomen. Entsprechend der zu einer bestimmten Zeit und in einem bestimmten Bereich jeweils vorherrschenden forschungspolitischen Programmatiken, wirtschaftlichen Interessenskonstellationen oder Aufmerksamkeiten der Massenmedien können als ‚Nanotechnologie‘ höchst unterschiedliche Dinge, Prozesse oder Phänomene bezeichnet werden. Dies können Nano-Sprays, Nano-Lacke, Nano-Chips, Nano-Medikamente, Nanoroboter uvm. sein. Dies können aber auch ganz andere Technologiebereiche oder Produkte sein – z.B. biotechnologische Entwicklungen, die derzeit nicht als ‚Nanobiotechnolo-

gie' bezeichnet werden. Ein umfassendes vorsorgliches Wissen über die Risiken und potentiellen Regulierungserfordernisse der Produkte und Phänomene, die zu einem bestimmten Zeitpunkt als Nanotechnologie gelten könnten, lässt sich im Voraus nicht bilden. Die Produktpalette – von Kosmetika, antibakteriellen Oberflächen über Bio-Sensoren, Nano-Halbleiter-Technologie, Lebensmittel bis hin zu fälschlich als Nano-Produkt gekennzeichneten Produkten wie das Reinigungsspray ‚MagicNano'¹ – ist so heterogen, dass sich kaum eine Gemeinsamkeit bestimmen lässt. Insofern sind z.B. Produktkennzeichnungen, die sich ausschließlich von der auf die Größendimension bezogenen Allgemeindefinition herleiten würden, alleine nicht sehr aussagekräftig. Denn reicht es für eine ‚Kennzeichnung', wenn bei einem Produkt eine Dimension einer Komponente im Nanobereich liegt? Solche Unklarheiten der Produktauszeichnung lassen sich durch Vorschriften nicht sinnvoll schließen. Die mögliche Palette der Nano-Bezeichnungen ist zudem allein aufgrund ihrer Eigenschaft, mehr oder weniger gesellschaftlicher Kommunikationseffekt zu sein, unbegrenzt.

Erforderlich ist damit ein *reflexives Urteilsverfahren* zur ‚Nanotechnologie'. Der Ausgangspunkt dieses Urteilsverfahrens muss alles umfassen, was in der Gesellschaft als ‚Nanotechnologie' bezeichnet bzw. mit ihr in Verbindung gebracht wird – so z.B. auch Chancen und Risiken von Produkten, die lediglich als ‚Nanotechnologie' bezeichnet werden, oder Zukunftserwartungen an bestimmte Nanotechnologien (bspw. in der Medizin oder Computertechnologie), welche das gesellschaftliche Verständnis von ‚Nanotechnologie' prägen, auch wenn ihre Realisierung heute noch ungewiss ist. Die Komplexität und Vielschichtigkeit des Phänomens ‚Nanotechnologie' macht damit höchst unterschiedliche Formen der Zulassung, Beobachtung und Aufsicht sowie, je nach Fall der Organisation, der Kooperation zwischen diesen Formen erforderlich.

1.2.2. Produktionsbedingte Unsicherheiten und Grenzen der Standardisierung

Nanopartikel stellen nur *ein* Problemfeld zur Veranschaulichung produktionsbedingter Unsicherheiten der Nanotechnologie und der daraus resultierenden Schwierigkeiten für regulatorische Maßnahmen dar. Dieses eignet sich jedoch am besten für die Darstellung, weil die Risiko- und Sicherheitsforschungen diesbezüglich sehr gut etabliert sind.

Bislang besteht für Nanopartikel trotz ihrer neuen physikalischen und chemischen Eigenschaften keine eigenständige und verbindliche Nomenklatur. Damit bleibt der Gegenstand für eine potentielle gesetzliche Regulierung unbestimmt. Die Ursache sind unter anderem Schwierigkeiten der Charakterisierung, weil für deren Beschreibung sehr viel mehr Parameter als bei ‚traditionellen' chemischen Substanzen auf einmal ins Spiel kommen wie Masse, Oberfläche, Größe, Form, etc. (vgl. SCENIHR 2006: 55f., Oberdörster 2005b: 837). Um die noch fehlende Standardisierung und Normung von Nanopartikeln zu erstellen, wurden inter-

¹ Das Produkt ‚Magic Nano' enthielt zwar keine Nanopartikel, weshalb es gerne als Beispiel für ein falsches Nano-Produkt zitiert wird. Der mit dem Spray erzeugte Schutzfilm war in seiner Dicke aber im Nanometerbereich. Handelt es sich also doch *irgendwie* um ein Nanoprodukt?

national Projekte in Angriff genommen, wie die von ISO TC 229 und nationalen Standardisierungsorganisationen in Zusammenarbeit mit der OECD Working Party on Nanomaterials (www.oecd.org, Environment Directorate) oder (national) NANOCARE (zu Nanocare vgl. 2.3.1.). Bis jetzt sind diese Bemühungen jedoch mit Ausnahme allgemeiner Definitionen nicht über eine „preparatory stage“ (ISO Klassifikation) hinausgekommen.

Wie aber die Erfahrungen von Nanoforschern zeigen, können kleinste Abweichungen in einer Vielzahl von Aspekten (Größe, Oberfläche, physikalisch-chemische Zusammensetzungen, Wechselwirkungen mit anderen Materialien) andere Eigenschaften bei den Produktionsergebnissen bedeuten. Diese sind durch Standardisierungen und Normungen der Grundstoffe (z.B. Nanopartikel) in der Herstellung – mit dem Ziel der Entwicklung verbindlicher Nomenklaturen und einheitlicher Testverfahren – kaum vorsorglich zu kontrollieren. Zurzeit konzentriert sich die Normierung und Standardisierung auf Nanopartikel (und Nanoröhren) im Kontext ihrer Produktion. Eine Prüfung im Kontext ihrer Anwendungen ist vorsorglich kaum möglich. Hier handelt es sich um eine Wissensgrenze bezüglich der Möglichkeiten von regulatorischen Standards. Konventionen über Standards und Normen nützen wenig, wenn sich die Sicherheit eines Produktes erst im Nachhinein – bspw. aufgrund epidemiologischer Studien oder sogar fallweise von Produkt zu Produkt unterschiedlich – überprüfen lässt. Standardisierungen und Normungen können dieses produktionsbedingte Nicht-Wissen eingrenzen, jedoch (auf absehbare Zeit) nicht überwinden (vgl. Pfautsch 2007).² Die in Produkten und in deren Gebrauch etablierten Fehlertoleranzen können aber gerade ein Spektrum möglicher Risiken repräsentieren, deren Bewertung nicht präventiv, sondern nur durch erhöhte, den Lebenszyklus von Produkten begleitende Aufmerksamkeit erfolgen kann.

Ein *reflexives Urteilsverfahren* müsste diesen Tatbestand produktionsbedingter und damit systematischer Grenzen der Standardisierung und Normung in gesellschaftlichen Verständigungsprozessen transparent machen und einen gesellschaftlichen Urteilsprozess über Nutzen und potentielle Risiken von nanotechnologischen Produkten organisieren, bei denen im Vorfeld des Produktgebrauchs keine gesicherten Standards und keine umfassende Produktsicherheit garantiert werden können. Eine solche Beurteilung von Produkten kann nicht erst nach einem (vielleicht nie erreichbaren) Abschluss der Datensammlungen und Tests erfolgen, sondern ist begleitend zu nanotechnologischen Entwicklungsprozessen zu organisieren. Das Gelingen eines prozessbegleitenden gesellschaftlichen Urteilsprozesses setzt, entgegen allumfassender Sicherheitserwartungen an Innovationen, freilich die Einsicht voraus, dass Technologieentwicklung immer ein kollektives Experiment im ‚Labor der Gesellschaft‘ darstellt (bereits: Krohn&Weyer 1989). Die Betrachtung der Gesellschaft als Labor meint dabei aber nicht, dass die Gesellschaft passives Objekt von ‚Versuchen‘ Dritter ist. Im Gegenteil übernimmt die Gesellschaft die aktive und eingreifende Rolle eines Experimentators – bspw. in einem organisierten öffentlichen Sondierungsprozess akzeptabler

² Die Möglichkeiten, z.B. Nanotubes sauber und einheitlich herzustellen, sind noch nicht ausgereift (vgl. z.B. bezüglich „positioning, orientation, chirality, structure, and length“ Pfautsch 2007: 19).

und inakzeptabler Risiken. Als kollektives Experiment bezieht die Technologieentwicklung alle Bürger verantwortlich mit ein und fordert den Einsatz und das Interesse an der Gestaltung nanotechnologischer Entwicklungsprozesse (vgl. Nordmann 2006). Das reflexive Urteilsverfahren müsste den Ausgleich zwischen den Polen ‚Sicherheit‘ und ‚Experiment‘ gewährleisten.

1.2.3. Verflechtung von Einzelfall und Gesamtphänomen

Aufgrund der gesellschaftlich-kommunikativen Konstitution der ‚Nanotechnologie‘ (1.2.1.) und der produktionsbedingten Unsicherheiten (1.2.2.) wird deutlich: Der Begriff Nanotechnologie ist nicht auf ‚etwas‘ festgelegt. Als ‚Nanotechnologie‘ werden alle möglichen Produkte bezeichnet, die Nanopartikel enthalten oder nano-strukturiert sind, weil sie in wenigstens einer Dimension $< 100\text{nm}$ messen oder weil sie ein Nanokonzept anwenden.³ Wenn nun bei einem dieser unzähligen Produkte im Einzelfall etwas nicht stimmt, es sich als gesundheitlich, ökologisch oder auch sozial bedenklich bzw. gefährlich erweist (wie bei ‚Magic-Nano‘ befürchtet), kann dies auf die gesellschaftliche Wahrnehmung des gesamten Technologiefeldes ‚Nanotechnologie‘ rückwirken (vgl. Bullis 2006, H.W. 2006).

Auch mit dieser Realität muss ein *reflexives Urteilsverfahren* umgehen können. Es muss durch Lernprozesse und öffentliche Vermittlung die unterschiedlichen Dimensionen exemplarischer Produkte, Entwicklungen oder Diskurse entflechten, ohne den Zusammenhang mit dem Gesamtphänomen aus dem Auge zu verlieren (vgl. Nordmann 2007a+b). Der exemplarisch beurteilte Fall muss innerhalb des Gesamtphänomens ‚Nanotechnologie‘ – z.B. der allgemeinen gesellschaftlichen Erwartungen – beurteilt werden.

1.2.4. Nanotechnologie als Funktion in Produktsystemen

Im Rahmen der ‚Nanotechnologie‘ werden Konsumenten meist nicht mit in Reinform vorliegenden Stoffen wie z.B. isolierten Nanopartikeln, molekularen Drähten oder Kohlenstoffröhrchen, sondern in produkt-integrierter Form konfrontiert. Das heißt, für die Konsumenten existiert ‚Nanotechnologie‘ bspw. in Form von Bekleidungsstoffen, Reinigungssprays, schmutzabweisenden Oberflächen, Autolackierungen oder schnellen Computern. Chancen- und Risikenabschätzungen im Lebenszyklus dieser Produkte müssten nicht nur eine geradezu unbegrenzte Vielfalt möglicher Wechselwirkungen zwischen je nach Produkt unterschiedlichen Nanomaterialien, Festkörpern und deren biologischer Umwelt, sondern ebenso Variationen im gesellschaftlichen Gebrauch der Produkte in Betracht ziehen.

Wie erwähnt, werden Nanomaterialien eine gewisse Fehlertoleranz aufweisen müssen, um als Komponente eines Produkts dienen zu können. Innerhalb dieser Fehlertoleranz kann eine Komponente unterschiedliche Eigenschaften haben. Manchmal könnte somit eine Kom-

³ Das heißt, sie nähern sich bottom-up oder top-down an Nanodimensionen an und zeichnen sich durch die typische Nicht-Verortbarkeit zwischen theoretischer Wissenschaft und anwendungsorientierter Ingenieurstechnik aus (vgl. Nordmann forthcoming).

ponente gesundheitsschädlich ausfallen, das andere Mal nicht (vgl. 1.2.2.). Viele Informationen über die Produktkomponenten fallen aber unter die betriebliche Geheimhaltung. Über Menge und Verbleib von Nebenprodukten bei der Herstellung ist damit wenig bekannt (vgl. Franco 2007, Krug&Fleischer 2007). Und darüber hinaus lässt nahezu jedes erdenkliche Produkt höchst unterschiedliche soziale Nutzungsweisen, in Abhängigkeit vom jeweiligen Nutzungskontext bis hin zu individuellen Variationen des Gebrauchs zu.

Während solche Ungewissheiten für den Gebrauch ‚klassischer‘ Produkte meist irrelevant sind, könnte bspw. eine Freisetzung unerwünschter Nanopartikel bei Gebrauchsvariationen im Falle von Nanomaterialien bedeutende Unsicherheiten mit sich bringen. Präventiv lassen sich die hypothetischen Chancen wie Risiken jedes einzelnen Produkts in seinem Lebens-Zyklus nicht vorwegnehmen. Hier bleibt das Wissen aufgrund der Integration von ‚Nanotechnologie‘ in Produkte immer begrenzt.

Ein *reflexives Urteilsverfahren* setzt damit eine Zusammenschau aller erforderlichen Wissensformen unter Offenlegung von Wissensgrenzen voraus. Diese muss sowohl naturwissenschaftliches Wissen (bspw. über die Exposition von Partikeln) als auch gesellschaftliches Wissen (bspw. über Nutzerverhalten und -gewohnheiten, ethische Bedeutungen) umfassen. Durch diese Wissenskombinationen sind auch unterschiedlichste Bewertungsformen zusammenzuführen – von möglichst frühzeitigen Prüfungen der Stofflichkeit der Produkte, der wachsamem Beobachtung von Produktentwicklungen, verfügbarem Wissen ihrer Produktsicherheit bis hin zu dem erst im Laufe des Gebrauchs anwachsenden epidemiologischen Wissen. Da ein abschließendes Wissen aufgrund der Unbegrenztheit der Nutzungszusammenhänge und Unsicherheitsfaktoren gar nicht möglich ist, kann eine Verständigung zwischen den relevanten gesellschaftlichen Akteuren und eine gesellschaftlich abgedeckte Urteilsbildung nur fortlaufend, begleitend, exemplarisch und produkt- und fallbezogen durchgeführt werden. Die Fallbeurteilung muss dabei Lernprozesse für den Umgang mit ähnlich gelagerten Fällen ermöglichen.

1.2.5. Perspektivenabhängigkeit von Regulierungszuständigkeiten

Regulierungsprobleme ergeben sich auch aus der Perspektivenabhängigkeit der Wahrnehmung potentiellen Regulierungsbedarfs und den daraus resultierenden Zuständigkeiten bzw. Zuständigkeitsadressierungen: Aus einer chemisch-toxikologischen Perspektive orientiert man sich an einer Regulierung von Stoffen und Substanzen. Zuständig erscheinen Regularien wie z.B. ChemG und REACH (z.B. Führ et al. 2006; zur Diskussion um REACH vgl. Kap. 2.2.). Aus einer an der Sicherheitsproblematik der Gen- und Biotechnologie orientierten Sicht könnte man versuchen, eine Regulierungsinstitution vergleichbar dem US-amerikanischen *Recombinant DNA Advisory Committee* (RAC, <http://www4.od.nih.gov/oba/rac/aboutrdagt.htm>) zu etablieren, das an den *National Institutes of Health* (NIH) angesiedelt ist. Aufgabe des RAC ist es, als Beratungskomitee auf Bundesebene Empfehlungen an die NIH auszusprechen und Richtlinien für die sichere Durchführung von rekombinanter DNA

Forschung zu erarbeiten. Bei der Arbeit des RAC spielt auch die Vermittlung zwischen wissenschaftlicher Expertise und Beurteilungen durch die Laien-Öffentlichkeit eine wichtige Rolle.

Aus materialwissenschaftlicher, epidemiologischer und arbeitsmedizinischer Sicht könnten Regularien, wie zu Feinstaub, PCB oder Asbest, zuständig sein (BAuA 2006; Brunner et al. 2006; Lahl&Steven 2005). Aus der Sicht der Produktsicherheit könnten Behörden wie der TÜV oder Regelungen zur Entsorgung von Schadstoffen als Adressaten in Frage kommen (zum TÜV vgl. die Zertifizierung des TÜV-Süd und der Schweizer Innovationsgesellschaft durch CENARIOS, Meili 2007; zur Entsorgung vgl. Führ et al 2006). Aus Sicht des Verbraucherschutzes müssten möglichst vielseitige Regulierungsverfahren von Produktauszeichnungen eingeführt bzw. bestehende Kennzeichnungen ergänzt werden (Hertel 2005; Zimmer 2006+2007). In der breiten Öffentlichkeit und den Medien könnten sich Regulierungsprobleme und Regulierungszuständigkeiten durch Hinzufügung fiktiver Elemente noch einmal anders darstellen (vgl. auch Steinfeldt et al. 2004; Führ et al. 2006).

Das *reflexive Urteilsverfahren* müsste somit nicht nur unterschiedliche Wissensformen und Nicht-Wissensformen zusammenführen, sondern auch eine Vermittlung zwischen Regulierungsperspektiven betreiben und ggf. regulatorische Zuständigkeiten für den jeweiligen Fall identifizieren und ein Kompetenz- bzw. Zurechnungsmanagement der relevanten Regulierungsperspektiven übernehmen.

1.3. Reflexives Urteilsverfahren und Regulierung (Begriffe)

Die Problemdiagnosen weisen auf systematische Defizite der gesetzlichen Regulierung hin. Wie die Bestandsaufnahmen und Analysen der Regulierungsdebatte zur ‚Nanotechnologie‘ verdeutlichen (vgl. Kap. 2), wird auf die Defizite gesetzlicher Regulierung bislang durch Maßnahmen reagiert, die eine Abkehr von den ‚klassischen‘ Prinzipien der Regulierung durch einen gesetzgebenden Staat – nämlich öffentliche *Aufsicht*, politische *Transparenz* und *Intervention*möglichkeit – implizieren. Man verabschiedet sich von der öffentlichen Aufsicht durch den Rückzug auf freiwillige ‚Codes of Conduct‘ und ‚Best Practices‘ von Industrie und Privatwirtschaft, ‚objektive‘ Beobachtungen der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen durch Forschungsinstitute und -projekte und – zur demokratischen Legitimation des Rückzugs – von Ministerien und Verbänden moderierte Verständigungen (‚runde Tische‘) zwischen Stakeholdern unterschiedlicher gesellschaftlicher Zielgruppen. Die über einen recht unscharf definierten Vorsorgegedanken (vgl. Kap. 2.2.4.) begründeten Maßnahmen bedeuten eine *Ausweitung* (bzw. Erweiterung) und Schwächung des ‚klassischen‘ Regulierungsbegriffs. In der vorliegenden Untersuchung werden sie als ‚erweiterte Regulierung‘ bezeichnet.

Dagegen müssten jedoch da, wo unter dem Druck der ‚Sachlage‘ und der Komplexität und Vielschichtigkeit des Phänomens ‚Nanotechnologie‘ die klassischen Konzepte nicht mehr greifen – sei es in der Toxikologie, sei es in Regulierungsfragen –, öffentliche Aufsicht, politische Transparenz und Möglichkeiten der Intervention erhalten und eine *ansprechbare In-*

stanz geschaffen werden. Diese Funktion kann nur ein *reflexives Urteilsverfahren* übernehmen, das durch einen kollektiven Lernprozess eine (öffentliche) Kontextualisierung und Einschätzung der Regulierungspraxis ermöglicht. Dies kann durch die Identifizierung von und die Verständigung über bestehenden Wissens-, Kommunikations- und Handlungsbedarf geschehen; oder auch dadurch, dass geprüft und beurteilt wird, wie angemessen und geeignet regulatorische Maßnahmen für die Herausforderungen der ‚Nanotechnologie‘ sind. Nur so kann eine verantwortliche gesundheits-, umwelt- und sozialverträgliche Einbettung nanotechnologischer Entwicklungen gewährleistet werden. Die vorgeschlagene Raster-Sonden-Agentur (R-S-A) ist das Modell für die *institutionelle* Umsetzung des reflexiven Urteilsverfahrens (vgl. Kap. 3).

Das reflexive Urteilsverfahren zur ‚Nanotechnologie‘ identifiziert beurteilungs- und regulierungsrelevante Prozesse auf allen Ebenen (Diskurse, Produkte, Entwicklungen), in allen Stadien (Forschung, Entwicklung, Produktion, Konsum, Entsorgung) und bei allen relevanten Akteuren (Wissenschaftler, Investoren, Behörden, Verbraucher, Medien usw.). Deren *integrative Bewertung* soll Verbesserungen im gesellschaftlichen Umgang mit Nanotechnologien ermöglichen. Damit bedeutet der Begriff ‚Bewertung‘ für das reflexive Urteilsverfahren im Kontrast zum gesetzlichen Regulierungskonzept nicht nur eine Überprüfung von nanotechnologischen Entwicklungen oder Produkten vor rechtlich codierten Normen und Werten (z.B. Gemeinschaftsrecht und Vorsorgegrundsatz; Führ et al. 2006: 3), eine Beurteilung nach definierten Ge- und Verboten und eine praktische Umsetzung von Gesetzen, Richtlinien und Verordnungen durch Prüf- und Kontrollbehörden. Bewertung begrenzt sich auch nicht auf die Risiken-/Nutzenabschätzungen in den Dialogverfahren mit Stakeholder-Zielgruppen der Maßnahmen erweiterter Regulierung, von denen eine Entlastung des Gesetzgebers durch Förderung der industriellen Eigenverantwortung erwartet wird (z.B. Führ&Lahl 2005). Bewertung im reflexiven Urteilsverfahren setzt vielmehr eine Zusammenschau von unterschiedlichen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Wissensbeständen, Bewertungsformen und Regulierungsperspektiven in einem kollektiven Lernprozess und in einer (öffentlichen) Urteilsbildung voraus. Die Kriterien der Bewertung sind das Ergebnis eines kollektiven Lernprozesses unter ‚Experten‘ aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Feldern, aus dem eine öffentlich nachvollziehbare Urteilsbildung mit entsprechenden Handlungsempfehlungen hervorgeht (vgl. Kap. 3.3 und 3.5.). Das reflexive Urteilsverfahren *integriert* damit die Ergebnisse der Maßnahmen der erweiterten Regulierung in seine Bewertungsverfahren, bindet aber im Kontrast zur erweiterten Regulierung sein Urteilsverfahren an die Grundprinzipien öffentlicher Aufsicht, politischer Transparenz und Eingriffsmöglichkeit zurück.

Das reflexive Urteilsverfahren unterscheidet sich von Verfahren der gesetzlichen Regulierung sowie der erweiterten Regulierung damit auf der Ebene des ‚Wissens‘, welches die Bewertungen ermöglicht. Beim Wissen der gesetzlichen Regulierung handelt es sich um ein „schwach kontextualisiertes Wissen“ (zur Kontextualisierung von Wissen vgl. Nowotny et al.

2004). Grundlage der gesetzlichen Regulierung ist ein durch wissenschaftliche Erkenntnisse fundiertes *positives Wissen*, welches in rechtlich-behördliches Verfahrenswissen, in Standards und Normen übersetzt wird. Die Maßnahmen der erweiterten Regulierung begründen sich dagegen über identifizierte *Wissenslücken*, die durch verstärkte Forschung (z.B. begleitende Beobachtungen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen und Datenerhebungen in der Produktionspraxis) geschlossen und damit in positives Wissen transformiert werden sollen (zu Nicht-Wissen und der Konstruktion von Wissenslücken vgl. z.B. Bösch&Wehling 2004). Hier handelt es sich um ein kontextualisiertes Wissen „mittlerer Reichweite“ (Nowotny et al. 2004). Die Wissensgenerierungen werden durch kontextuelle Erfahrungen, Problemwahrnehmungen, Interessen von Stakeholdern aus Industrie, Verbänden, NGOs usw. strukturiert. Durch fortlaufende Forschungen sollen sich bspw. Ungewissheiten über die Toxizität und Exposition von Nanopartikeln in kalkulierbare Risiken transformieren lassen. Basierend auf diesem Wissen sollen bspw. Standards und Normen für industrielle Arbeitsschutzmaßnahmen entwickelt werden, die dann von der Industrie selbst kontrolliert und entsprechend des Wissensstandes flexibel verbessert werden können.

Das reflexive Urteilsverfahren integriert zwar das in den Maßnahmen der erweiterten Regulierung produzierte Wissen. Die Grundlage seiner Urteilsbildungen sind aber nicht nur positives Wissen, sondern ebenso Erkenntnisse über prinzipiell unaufhebbare, *systematische Wissensgrenzen* (zum prinzipiellen Nicht-Wissen vgl. z.B. Dupuy 2004) und dasjenige Wissen, das im Kontext der öffentlichen Urteilsbildungen produziert wird. ‚Wissen‘ im reflexiven Urteilsverfahren ist damit stark kontextualisiert, da es sich aus unterschiedlichsten Wissensformen (dem Wissen aus Natur-, Technik-, Geistes- und Sozialwissenschaften, der industriellen Fertigung, des Investments, von Verbänden, Behörden, NGOs, Gewerkschaften, Kirche, Medien, Verbraucher usw.) zusammensetzt. Es setzt ein reflektiertes Management von Kompetenzen, Kooperationen und Zuständigkeiten zwischen all diesen Wissensformen und den Personen, Institutionen und Organisationen ihrer Produktion voraus (vgl. die Anforderungen des Kooperationsmanagements in interdisziplinärer Forschung; z.B. Schophaus et al. 2003).

Bei der gesetzlichen Regulierung sind ‚klassische Experten‘ (z.B. Rechtsexperten, wissenschaftliche Fachgutachter, Behördenvertreter) die ‚Repräsentanten des Wissens‘. In den Maßnahmen der erweiterten Regulierung wird der Kreis der Repräsentanten durch Stakeholder-Experten (neben den klassischen Experten auch Industrievertreter, Mitarbeiter der NGOs, Verbraucherverbände usw.) ausgeweitet. Die Einladung zum moderierten Dialog entscheidet darüber, ob man ‚Experte‘ oder ‚Laie‘ ist. Im reflexiven Urteilsverfahren dagegen engagieren sich Repräsentanten unterschiedlichster Wissensformen der Gesellschaft in einem gegenseitigen Lern- und kollektiven und öffentlichen Urteilsprozess. In diesem Prozess ist je nach verhandeltem Fall (oder Perspektive auf den Fall) jeder einmal Experte und sind alle häufig Laien (vgl. zu dieser Ambivalenz des Experten vgl. z.B. Weingart 2006; Maassen&Weingart 2005; Bogner&Torgersen 2005).

Der für die gesetzliche Regulierung und die Maßnahmen der erweiterten Regulierung zentrale Begriff ‚Risiko‘ wird in der vorliegenden Untersuchung zum einen aus pragmatischen Gründen der Verständlichkeit, zum anderen aufgrund der Intention, einen Beitrag zur Sicherheitsforschung der Nanotechnologien zu leisten, konstant gehalten. Zugrunde gelegt wird der in der naturwissenschaftlich-technischen Risiko- und Sicherheitsforschung übliche Begriff von ‚Risiko = Gefahr x Exposition‘ (vgl. Krug 2006). In der Praxis müsste sich ein reflexives Urteilsverfahren jedoch auch mit den unterschiedlichen Risikokonzepten auseinandersetzen, die je nach gesellschaftlichem Bereich – z.B. Versicherungen, Investment, Medienöffentlichkeit, Natur- und Sozialwissenschaften – verwendet werden. Die soziologische Risikoforschung hat darauf hingewiesen, dass es einen wesentlichen Unterschied bedeutet, ob z.B. ‚Risiko‘ wie in der technischen Sicherheitsforschung das Gegenteil von ‚Sicherheit‘ bedeutet; ob ‚Risiko‘ z.B. in Politik und Wirtschaft vorrangig eine ‚Entscheidungskategorie‘ ist; oder ob ‚Risiko‘ für die von den Entscheidungen Anderer betroffenen, an ihnen aber nicht beteiligten Bürger immer eine potentielle ‚Gefahr‘ darstellt (vgl. z.B. Japp 2000; Luhmann 1993; Krohn&Krücken 1993). Diese Unterschiede in den Risikokonzeptionen können zu Störungen von Verständigungsprozessen führen. Die Dominanz der einen – naturwissenschaftlich-technischen – Risikokonzeption gegenüber anderen Konzeptionen kann auch für die Herstellung von Bürgervertrauen in Innovationen und Regulierungen hinderlich sein. Durch eine nur zusätzliche Berücksichtigung ‚gesellschaftlich-subjektiver Risikowahrnehmungen‘ bei der Vermittlung ‚wissenschaftlich-objektiver Risiken‘ wird diese Asymmetrie nicht aufgehoben (kritisch dazu Wynne 1993; zu Alternativen Felt&Wynne 2007).

1.4. Observieren, Sondieren und Regulieren (neue Anforderungen)

Die Bestandsaufnahmen zur Regulierungsdebatte und bestehenden Regulierungsinitiativen im zweiten Kapitel arbeiten Erweiterungen der gesetzlichen Regulierung durch drei sich ergänzende Vorsorgemodelle heraus:

- Projekte permanenter Observation wissenschaftlich-technischer Entwicklungen (Modell *Beobachtung*; vgl. Kap. 2.3.1.),
- Initiativen zu einem Code of Conduct der Industrie (Modell *Selbstregulierung*, vgl. Kap. 2.3.2.) und
- Multi-Stakeholder-Dialoge (Modell: *Dialogverfahren*; vgl. Kap. 2.3.3.).

In der Analyse der drei Modelle zeigt sich deren Begrenztheit im Umgang mit den in den Problemdiagnosen (vgl. Kap. 1.2.) dargelegten systematischen Wissensgrenzen. Betont wird u.a. die Unzulänglichkeit der Modelle für die Erzeugung von Bürgervertrauen in Innovationsprozesse, bei denen Unsicherheiten im Vorfeld nicht ausgeschlossen werden können (vgl. Kap. 2.4.). Dagegen kann ein reflexives Urteilsverfahren die Begrenztheiten dieser Modelle *integrativ* durch die Einrichtung einer Raster-Sonden-Agentur (R-S-A) als einer ansprechba-

ren Instanz öffentlicher Aufmerksamkeit, politischer Transparenz und Möglichkeit der Intervention in Innovationsprozesse überwinden (vgl. Kap. 3.).

Bei der institutionellen Umsetzung des Modells stellen sich jedoch neue Anforderungen,

- für das *Observieren* von Entwicklungen der ‚Nanotechnologie‘,
- für das *Sondieren* regulierungsrelevanter Fälle im Dialog,
- für die *Regulierung* als Intervention in die Innovationsprozesse.

a. Observieren der Beobachtungen und des gesellschaftlichen Umgangs

Die Beobachtung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen ist durch Beobachtungen gesellschaftlicher Umgangsweisen mit Nanotechnologien und von im Umfeld der Nanotechnologie auftauchenden Problemen zu erweitern. Dies erfordert eine Zusammenführung von Repräsentanten unterschiedlichsten Wissens – aus Natur-, Technik-, Geistes- und Sozialwissenschaften, der industriellen Fertigung, des Investments, von Verbänden, Behörden, NGOs, Gewerkschaften, Kirche, Medien, Verbraucher usw. Deren spezifische Beobachtungen sind einem *kollektiven* und *gegenseitigen Lernprozess* zuzuführen, der auf den gesellschaftlichen – regulatorischen, innovationspolitischen und kommunikativen – Umgang mit Nanotechnologien *rückwirkt*. Die Beobachter haben sich damit wechselseitig durch Vermittlung ihrer je spezifischen Beobachtungen zu belehren und somit ihre Arbeitsweise sich gegenseitig transparent zu machen. Die unterschiedlich fokussierten Beobachtungsinstanzen selbst würden damit keinen blinden Fleck für die geforderte permanente und öffentliche Aufsicht über die Entwicklungen des Phänomens ‚Nanotechnologie‘ mehr darstellen.

b. Sondieren der Observationen

Ziel dieser wechselseitigen und sich gegenseitig belehrenden Beobachtungen kann *nicht* eine umfassende Beobachtung *aller* nanotechnologischen Entwicklungen, Produkte und Diskurse sein. Im wechselseitigen Lernprozess müssen Entwicklungsprozesse, Produkte, Diskurse des Gesamtphänomens ‚Nanotechnologie‘ durch ‚Probenentnahmen‘ und ‚Tiefenbohrungen‘ sondiert werden. Der kollektive Lernprozess muss den unterschiedlichen Beobachtern eine Auswahl von Fällen ermöglichen, für deren öffentliche Beurteilung eine besondere gesellschaftliche Relevanz besteht (z.B. aufgrund hoher Nutzenserwartungen, Unsicherheitsbedenken, Unklarheiten des Nutzens wie potentieller Gefahren). Aus der Beurteilung der Proben muss unter Transparentmachung aller für den ausgewählten Fall relevanten Wissens- und Nicht-Wissensfaktoren ein öffentlich nachvollziehbares Urteil hervorgehen, das Lerneffekte für den gesellschaftlichen – z.B. innovationspolitischen, kommunikativen und regulatorischen – Umgang mit gängigen Prozessen der Nanotechnologieentwicklung (Forschung, Produktentwicklung, Nutzung, Regulierung, Diskurse usw.) möglich macht.

c. *Reflexion als Intervention in Innovation und Regulation*

Institutionell muss dieser Sondierungs- und Urteilsprozess so verankert werden, dass aus den Lerneffekten im jeweiligen Fall über die beteiligten Akteure ein Rückfluss in die an Innovation und Regulierung (sowohl an gesetzlicher Regulierung wie selbstregulatorischen Maßnahmen der Industrie) beteiligten Institutionen und Organisationen möglich ist. Deren Maßnahmen sollen dadurch optimiert und die Gesundheits- Umwelt- und Sozialverträglichkeit von Innovationen und Regulationen abgesichert werden, ohne dass mit der Arbeit dieser Institutionen und Organisationen ein Konflikt entsteht (z.B. durch störende Parallelarbeit zwischen den Regulierungsbehörden und R-S-A, bezüglich der Wahrung von Industriegeheimnissen, bezüglich behördlicher Weisungskonflikte). Der Urteilsprozess ist in dem Sinne ein *regulierender Eingriff* in Innovationsprozesse: Er erhöht den *Druck* auf Firmen, zu kooperieren und relevante Daten offen zu legen; er benennt Forschungsdefizite, identifiziert Regulierungsmöglichkeiten sowie Gesetzesbedarf und treibt so den Lernprozess zum Umgang mit Nanotechnologien voran. Das Urteilsverfahren muss damit für seine reflexive Wirkung nach außen auch auf das Interesse und das Verantwortungsbewusstsein der Teilnehmer als Individuen setzen.

1.5. Der Bezug zum ‚Zukunftsforum Nanotechnologie‘

„Die Bundesregierung plant mit Fokus auf die weitere wirtschaftliche Entwicklung ein ‚Zukunftsforum Nanotechnologie‘ zu etablieren, um das Verhältnis zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Technologie und Öffentlichkeit in der Nanotechnologie zu erörtern. Chancen- und Risikopotenziale sollen reflektiert und im interdisziplinären Dialog zwischen Natur- und Geisteswissenschaftlern, Politikern, Managern und Journalisten diskutiert werden. Das Zukunftsforum Nanotechnologie soll darüber hinaus ebenfalls Empfehlungen für die zukünftige Förderstrategie erarbeiten“ (Nano-Initiative – Aktionsplan 2010, BMBF 2006: 24).

Nationaler Bezugspunkt des Modells einer Raster-Sonden-Agentur (R-S-A) ist das „Zukunftsforum ‚Nanotechnologie‘“ der Bundesregierung. R-S-A initiiert u.a. kooperative Wechselwirkungen zwischen den im „Nano-Initiative - Aktionsplan 2010“ genannten Initiativen und Projekten (wie z.B. NanoCare, Nano-Dialog, Nanotruck), von denen die Arbeiten auf beiden Seiten profitieren können (vgl. Kap. 3.4.3.)

Die im Aktionsplan genannten Projekte sind aber aufgrund der Ergebnisse dieses Forschungsprojekts vor allem als Vorsorgemaßnahmen einer ‚weichen‘ und ‚erweiterten Regulierung‘ (vgl. Kap. 1.3.) einzustufen. Sie versuchen Wissenslücken – vorrangig über die Gesundheits- und Umweltgefährdungen von Nanotechnologien – zu schließen, um z.B. zukünftige gesetzliche Regulierungen durch dieses Wissen zu fundieren oder den Gesetzgeber durch den Rückzug auf selbst-regulatorische Maßnahmen zu entlasten (vgl. u.a. Kap. 2.3.). Dagegen zielt der Vorschlag einer R-S-A auf die Realisierung einer *ansprechbaren Instanz* öffentlicher Aufsicht, die durch kollektive Lernprozesse und nachvollziehbare Urteilsbildungen in Innovations- und Regulationsprozesse interveniert, um auch bei unaufhebbaren Unsicherheiten eine gesundheits-, umwelt- und sozialverträgliche Einbettung nanotechnologischer Innovati-

onsprozesse zu befördern. Im Sinne des Leitbildes der vom BMBF geförderten ‚Innovations- und Technikanalysen (ITA)‘ soll die R-S-A „erwünschten technologischen Fortschritt identifizieren“ und „Orientierung in einer hoch-technisierten Gesellschaft bieten und einen Beitrag zur Förderung einer menschen- und sozialgerechten sowie umweltverträglichen Technikgestaltung leisten“ (vgl.: <http://www.innovationsanalysen.de/de/ita.html>).

Das Modell der R-S-A impliziert damit keine weitere ‚erweiterte‘ Regulierungsmaßnahme – im Sinne eines Hinausgehens über gesetzliche Regulierungen bei gleichzeitiger Aufweichung derer Prinzipien (siehe Kap. 2.2.; 2.3.). Die R-S-A ist eine Antwort auf systematische Dilemmata (vgl. Kap. 1.2.), welche Vorsorgemaßnahmen – wie Observatorien, industrielle Selbstregulierungen und Multi-Stakeholder-Dialoge – alleine nicht lösen können.

2. Bestandsaufnahme: Debatten und Modelle zur Nano-Regulierung

2.1. Die Debatte um die gesetzliche Regulierung der Nanotechnologie (Hintergrund)

Die ‚offizielle‘ Debatte über die gesetzliche Regulierung der Nanotechnologie setzt international zwischen 2002 und 2003 ein. Sie war eine Reaktion auf die Äußerungen grundsätzlicher Bedenken zu potentiellen Risiken von Nanopartikeln für Gesundheit und Umwelt durch NGOs – vor allem durch die kanadische *Action Group on Erosion, Technology and Concentration* (ETC).⁴ Nach dem „Communiqué: No Small Matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs“ vom Mai/Juni 2002 (ETC 2002) hatte die ETC im Frühjahr 2003 eine Studie mit dem Titel „The Big Down: Atomtech – Technologies Converging at the Nanoscale“ veröffentlicht (ETC 2003a). In dieser Studie warnt sie vor den Gefahren der Nanotechnologie, weist auf ein großes regulatorisches Vakuum hin und fordert unter Berufung auf das Vorsorgeprinzip ein Moratorium für die kommerzielle Produktion von Nanomaterialien – mit der Begründung:

“Given the concerns raised over nanoparticle contamination in living organisms, ETC Group proposes that governments declare an immediate moratorium on commercial production of new nanomaterials and launch a transparent global process for evaluating the socio-economic, health and environmental implications of the technology” (ETC 2003a: 72).

Solchen Forderungen stehen in der Debatte Argumentationen entgegen, die Maßnahmen der Forschungs- und Anwendungsbegrenzung als kontraproduktiv und Innovationen verhindernd bezeichnen (z.B. Reynolds 2002).

Kritische Stimmen von Toxikologen wie z.B. Vicki Colvin, *Rice University*, USA (ICON) fordern staatliche Förderungen der Risikoforschung zur Nanotechnologie ein (Dozier 2006; Colvin 2002). Ebenso betont die Fallstudie des „Foresight and Governance“ Projekts des *Woodrow Wilson International Centers for Scholars* zur Brauchbarkeit des US-amerikanischen *Toxic Substance Control Acts* (TSCA) einen erhöhten toxikologischen Forschungsbedarf als Grundlage der gesetzlichen Regulierung (Wardak 2003). Im Sommer 2003 wird von der britischen Regierung die *Royal Society* und die *Royal Academy of Engineering* mit einer Studie zu gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen der Nanotechnologie beauftragt, die auch eine Erforschung der Risiken und regulatorischen Erfordernisse beinhalten soll. Der im Juni 2004 – als Reaktion auf eine medienöffentliche Moratoriumsforderung durch Prinz Charles (z.B. Prince-of-Wales 2004) – erschienene und viel zitierte Bericht „Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties“ (RSRAE 2004) weist auf große Wissenslücken über die Gesundheits- und Umwelteinflüsse von Nanopartikeln im gesamten Lebens-

⁴ Abseits der öffentlichen Debatte gab es vorher bereits ansatzweise Diskussionen in Fachzeitschriften und Verbänden. In diese Zeit fällt auch eine der ersten Anfragen im deutschen Bundestag (Bundesregierung 2001), bei der Sicherheitsaspekte und Regulierungsfragen angeschnitten werden. Ab 2002/2003 erfährt die Regulierungsfrage erhöhte Aufmerksamkeit (Forschungspolitik, Industrie, Forschung, Medien, etc.).

zyklus von Produkten (vgl. Abbildung 1) und dementsprechende Regulierungslücken hin. Gefordert wird:

“We recommend that Research Council UK (RCUK) establish an interdisciplinary centre (probably comprising several existing research institutions) to research the toxicity, epidemiology, persistence and bioaccumulation of manufactured nanoparticles and nanotubes as well as their exposure pathways, and to develop methodologies and instrumentation for monitoring them in the built and natural environment. A key role would be to liaise with regulators” (RSRAE 2004: 48).

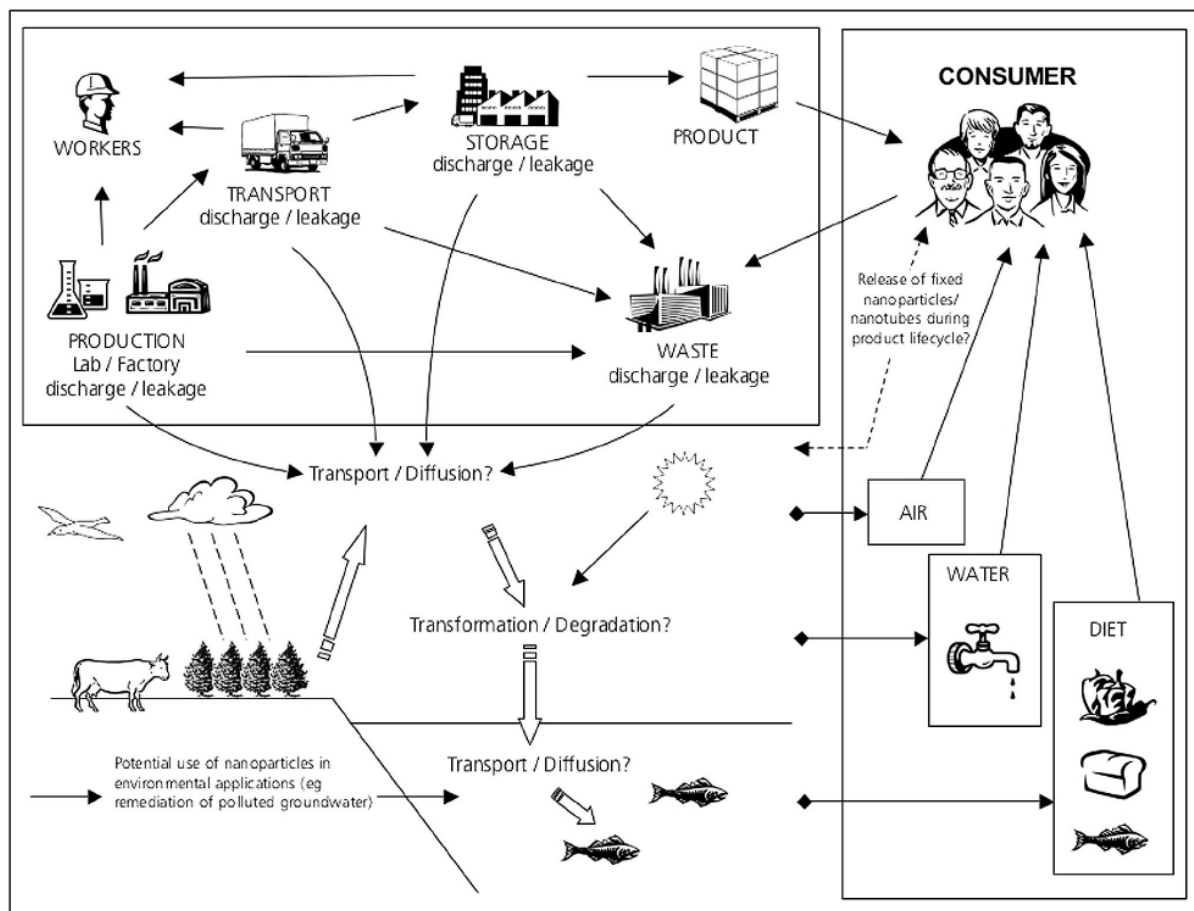


Abbildung 1: Mögliche Expositionen von Nanopartikeln und Nanotubes (Grafik aus RSRAE 2004)

Durch den kurz darauf erschienenen Bericht der *Schweizerischen Rückversicherung* „Nanotechnologie: Kleine Teile – grosse Zukunft?“ (SwissRe 2004) rücken die Risikoproblematik und die sich daraus ergebenden Probleme der Regulierung endgültig ins Zentrum der Aufmerksamkeit (Experten- wie Mediendebatten). Problematisiert wird eine versicherungstechnische Nicht-Kalkulierbarkeit der Risikopotenziale mit den Worten:

„Die Assekuranz ist besorgt. Nicht, weil sich im Zuge neuer technologischer Entwicklungen erfahrungsgemäss neue Schadensszenarien auftun, sondern, weil das Ausmass dieser potentiellen Schäden falsch oder gar nicht eingeschätzt werden kann. [...] Risiko- und versicherungstechnisch wirklich neu ist die Nanotechnolo-

gie also wegen der Unvorhersehbarkeit der Risiken sowie wegen der Latenz möglicher Serien- und Kumul-Schäden, die ursächlich durch die neuen Eigenschaften und damit durch das unterschiedliche Verhalten von nanotechnologisch hergestellten Produkten entstehen“ (SwissRe 2004: 39-40).

In dieser Zeit sieht auch das deutsche *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) verstärkten Bedarf einer frühzeitigen Informierung (und Begeisterung) der Öffentlichkeit und initiiert den „Nanotruck“ (www.nanotruck.net), der als mobile Ausstellungs- und Infozentrale Schulen, Forschungseinrichtungen, Betriebe, etc. besucht. Parallel findet in Brüssel ein gemeinsamer Workshop mit Vertretern der *Swiss Re* zu Nano-Risiken statt (EC 2004). Die durch das Swiss-Re-Papier angestoßene Entwicklung mündet auch in der Forschungsstrategie des *Umweltbundesamtes* (UBA) zu Umwelt- und Gesundheitsrisiken der Nanotechnologie (UBA 2006). Das Swiss-Re-Papier spielte damit in der Debatte eine wichtige Rolle als Katalysator (z.B. Rip&Van Amerom forthcoming).

Die Medienberichte über die gesundheitsschädliche Wirkung des Badsprays „Magic Nano“ im März und April 2006 (z.B. FAZ: Lindinger 2006) – mit einem Medienecho bis in die *Washington Post* (vgl. Bullis 2006) – verliehen den Diskussionen um die möglichen Risiken von Nanotechnologien und auch um die negativen Auswirkungen eines schadhaften Produktes auf das Image der gesamten ‚Nanotechnologie‘ eine besondere Brisanz. Obwohl sich herausstellte, dass keine Nanopartikel in dem Produkt enthalten waren, so war dieser Zwischenfall u.a. der Anlass dafür, sich über Leitfäden zur Best-Practice Gedanken zu machen – in der Politik wie in der Industrie (vgl. Lahl 2006a). Neben der Behandlung des Falles als lehrreiches Exempel in der Regulierungsdebatte wurden in diesem Zusammenhang auch Forderungen laut, derartige Fälle durch eine einheitliche Definition des Begriffes ‚Nanotechnologie‘ zu verhindern und die Hersteller zu einer Deklaration der Inhaltsstoffe zu bewegen (z.B. Krug 2006b).

Vor dem Hintergrund potentieller Risiken und Unsicherheiten von Nanotechnologien und entsprechender Regulierungslücken werden seither national, europäisch und international Diskussionen über Bedarf, Nutzen und Möglichkeiten gesetzlicher Regularien zur „Nanotechnologie“ geführt. Dabei geht es um die Notwendigkeit eines spezifischen „Nanotechnologie-Gesetzes“ bzw. spezifisch auf die ‚Nanotechnologie‘ bezogener Gesetzesvorschriften (Beyerlein 2006a+b, Lahl 2006a) oder um die Anpassungen des bestehenden Rechtsrahmens (z.B. Paschen et al. 2004: 322). Regelungsmöglichkeiten sieht bereits der Bericht „Nanotechnologie“ des *Büros für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)* in nanotechnischen Produktionsbereichen wie z.B. Arzneimittel, Medizinprodukte, Lebensmittel, Kosmetika und bezüglich Luftverunreinigungen und Gefährdungen am Arbeitsplatz (Paschen et al. 2004: 323-324; vgl. auch Eckardt&Ziegler 2002: 118). Als regulatorische Ansatzpunkte im nationalen Rechtsrahmen werden das Bundesimmissionsschutzgesetz, das Chemikalienge-

setz, das Arbeitsschutzgesetz, das Medizinproduktegesetz, das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständengesetz und die Novel-Food-Verordnung (EG) benannt (Paschen et al. 2004: 323).⁵

In weiteren Fachpublikationen zur Regulierung der Nanotechnologie wird jedoch auf das Problem immenser Wissenslücken und Unsicherheiten – z.B. unzureichendes Wissen über die Exposition von Nanomaterialien, fehlende geeignete Klassifikationsschemata, Standards und Testverfahren – verwiesen, die bereits eine Erfassung des Gegenstandes des jeweiligen gesetzlichen Regulariums verhindern bzw. erschweren würden (z.B. Wardak 2003; Steinfeldt et al. 2004: 182-183; Krug&Wörle-Knirsch 2007: 111; Krug&Fleischer 2007). In einer aktuellen Unterrichtung sieht die deutsche Bundesregierung „gegenwärtig grundsätzlich keinen Veränderungsbedarf bei bestehenden Gesetzen und Verordnungen aufgrund nanotechnologischer Entwicklungen“ (Bundesregierung 2007: 4). Das bestehende neue europäische Regelwerk REACH („EG Verordnung 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe und zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur“) sei ausreichend und müsse ggf. parallel der Entwicklung der Nanotechnologie und der dann – hoffentlich – verbesserten Datenlage angepasst werden. In der internationalen Diskussion teilen viele die Ansicht, dass bestehendes Recht schrittweise angepasst werden muss, sobald sich die Datenlage verbessert (vgl. Wilson 2006; EC 2004; Franco 2006; Beyerlein 2006a+b; siehe auch das Nano-Stewardship-Programm der US-amerikanischen EPA zur Gewinnung von Daten: <http://www.epa.gov/oppt/nano/#stewardship>).

Grundpositionen der Debatte

1. Ein spezielles ‚Nanotechnologie-Gesetz‘ ist notwendig, um auf die spezifischen regulatorischen Herausforderungen der Nanotechnologie reagieren zu können. Dies ist vor allem die Position vieler Umwelt-NGOs (z.B. ETC 2003c; Illuminato 2007 [FoE], Sass 2007). Auch US-Autoren wie Davies (2005) vom *Woodrow-Wilson-Center* erachten eine spezielle Nano-Gesetzgebung für besser, verwerfen diese letztlich aber unter pragmatischen Gesichtspunkten.
2. Ein solches Gesetz würde Innovationen und positive Entwicklungen verhindern oder erschweren. Der Wissensstand reicht für die Erarbeitung eines angemessenen Gesetzes nicht aus. Bestehende Regularien können – und müssen – an die neuen Herausforderungen angepasst werden (z.B. OECD 2006; UBA 2006; Lahl 2006a; Wilson 2006; Steinfeldt et al. 2004; RSRAE 2004, Kühling&Horn 2007 [BUND]). Dies ist auch der Ansatz der inkrementellen Anpassung von regulatorischen Rahmenbedingungen, den die EU (EC 2004) favorisiert (vgl. Franco et al. 2007).
3. Weder ein „Nanotechnologie-Gesetz“ noch eine Modifikation bestehender Regularien sind notwendig, weil es zurzeit keinen absehbaren Bedarf gibt (z.B. Bundesregierung 2007), oder, weil angesichts der unsicheren Datenlage und des internationalen Wettbewerbs ein Risiko-Management durch die Industrie selbst am besten durchgeführt werden kann. Letztere Position wird z.B. von der internationalen im UK ansässigen *Nanotechnology Industries Association* vertreten (www.nanotechia.co.uk).

⁵ Das *Bundesinstitut für Risikobewertung* (BfR) erachtet folgende Verordnungen, Richtlinien und Gesetze als relevante Ansatzpunkte, die das Vorkommen von Nanopartikeln in Lebensmitteln betreffen: Produktsicherheit 95/2001/EC Art. 8; Lebensmittel LFGB §30, Lebensmittelbasisverordnung 178/2002 Art. 14, Zusatzstoffe 89/107/EWG Art. 4, Neuartige Lebensmittel EG 258/97 Art. 3, Kosmetik 76/768/EWG Art. 2, ChemG §3a und 16e, die Gefahrstoffverordnung.

Zwischen der zweiten und der dritten Position sind die Übergänge in den Diskussionen fließend. Viele Akteure der Debatte, so z.B. die deutsche Bundesregierung (2007), sehen derzeit keine Notwendigkeit einer Verbesserung bestehender Regularien, schließen aber einen Anpassungsbedarf für die Zukunft nicht aus. Andere, wie der VCI (2005), halten REACh auf europäischer Ebene auch auf lange Sicht für völlig ausreichend.

Diese drei Positionen und ihre Diskussion bringen zum Ausdruck, dass die gesetzlich verfasste Regulierung sich auf dem Rückzug befindet. Auch die Befürworter einer explizit gesetzlichen Regulierung geraten argumentativ unter Druck. Dieser Druck scheint ‚von der Sache selbst‘ auszugehen: Aufgrund der Unbestimmtheit der ‚Nanotechnologie‘ und der dementsprechend umfassenden gesellschaftlichen Sicherheitsansprüche, die in Betracht gezogen werden müssen, entzieht sich die Problematik den Instrumenten klassischer Regulierung (zur Problemdiagnose vgl. Kap. 1.2.). Wie das Konzept gesetzlicher Regulierung – konfrontiert mit vielschichtigen Unbestimmtheiten und Ungewissheiten – zunehmend unter Druck gerät und wie es sich durch Modelle einer erweiterten Regulierungskonzeption fortschreitend ausdehnen und lockern muss, zeigen die nachfolgenden (an der zweiten Position orientierten) Analysen des bestehenden Rechtsrahmens und der Herausforderungen seiner Anpassungen.

2.2. REACh und das Vorsorgeprinzip (Ausgangspunkte)

2.2.1. Der bestehende Rechtsrahmen unter der Lupe

Exemplarisch für die Bewertung der Zuständigkeit und Tauglichkeit bestehender gesetzlicher Regularien, gesetzlichen Regulierungsbedarfs und der Möglichkeiten und Grenzen gesetzlicher Regularien auf europäischer und nationaler Ebene ist das aus Mitteln des *Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit* (BMU) für das *Umweltbundesamt* (UBA) erstellte „Rechtsgutachten Nano-Technologien – ReNaTe“ (von *sofia/Hochschule Darmstadt* und dem *Öko-Institut e.V.*: Führ et al. 2006). Zwar liegt der Fokus des Gutachtens auf einer Bestandsaufnahme bestehender Regulierungen und der Entwicklung von Regulierungsvorschlägen im Bereich der nationalen und europäischen Umweltgesetzgebung. Dies impliziert, dass im Gutachten Regularien und Regulierungsbedarf in anderen Bereichen – wie z.B. der Lebensmittelsicherheit, des Verbraucherschutzes und des Arbeitsschutzes – nicht bewertet werden (ebd. 32).⁶

Aufgrund der Problemdiagnosen unseres Forschungsprojektes (vgl. Kap. 1.2) ist die Thematik des Gutachtens nicht nur aufgrund seines umweltrechtlichen, sondern auch wegen seines ausschließlichen Fokus auf Nanomaterialien (bzw. Nanopartikel) als Regulierungsgegenstand verengt. Doch selbst wenn man dieser Verengung des Gutachtens (wie auch der im Gutachten bewerteten EU-Richtlinie REACh) folgt, ergeben sich zahlreiche Probleme, mit denen jede gesetzliche Regulierung von Nanotechnologien konfrontiert ist. Sie zeigen sich exemplarisch an den, im Gutachten vorgenommenen, Bewertungen der einzelnen Gesetze und

⁶ Zu Überlegungen der Sicherheit am Arbeitsplatz vgl. den neu erschienenen Leitfaden der *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* (BauA) und des *Verband Chemische Industrie* (VCI) (VCI&BAuA 2007).

Richtlinien im Bereich des Umweltrechts. Diese habe ihre Ursache in grundsätzlichen Problemen, die aus einem traditionellen *Stoffbegriff* und aus *Mengenschwellen* resultieren, die beide für Nanomaterialien nicht mehr adäquat sind (dazu Kap. 2.2.2.).

Das exemplarisch analysierte Rechtsgutachten begründet seine Prüfung bestehender gesetzlicher Regularien ausgehend von fachwissenschaftlichen Unsicherheiten über Nanomaterialien bezüglich ihrer Exposition von Mensch und Umwelt. Das Rechtsgutachten geht damit von *abstrakten nano-spezifischen Gefahren* aus, die ihre Ursache in den prinzipiellen Fähigkeiten von Nanopartikeln haben: das Überwinden von Barrieren wie der Blut/Hirnschranke und neue Eigenschaften von Stoffen im *Nano-Format* (z.B. die Toxizität von Titanoxid im Nano-Format, vgl. auch Oberdörster et al. 2005b). Hieraus ergibt sich die Berücksichtigung des Formats, und nicht schlicht des Stoffes, als ein wichtiges Kriterium für die Bewertung der Eignung und Anwendbarkeit der jeweils begutachteten Gesetze (Führ et al. 2006: 1-2). Als normative Sollgrößen gelten primäres Gemeinschafts- bzw. Verfassungsrecht sowie das *Vorsorgeprinzip* (ebd.: 3). Die Analyse des Rechtsrahmens und die Identifizierung von Regelungslücken orientiert sich am *Produkt-Lebenszyklusansatz* (ebd.: 8).

Ergebnisse des UBA-Rechtsgutachtens

1. *Forschung und Entwicklung* werden bereits im Anlagenrecht durch die Genehmigungsverfahren für Versuchsanlagen (dazu BImSchV) geregelt. Besondere Bestimmungen wie etwa bei der Gentechnik, bei der schon kleine, im Labormaßstab verwendete Mengen durch die Vermehrungsfähigkeit der gentechnisch veränderten Organismen unerwünschte Wirkungen zeigen könnten, entfallen bei Nano-Materialien (ebd.:8-9).
2. Im Stadium der *Produktion (Herstellung und industrielle Verwendung)* ist das Industrieanlagenrecht zuständig. Die hierzu analysierte IVU-Richtlinie ist nach dem Gutachten unzulänglich, da sie nur die chemische Umwandlung von Stoffen genehmigungspflichtig mache, nicht jedoch den prinzipiellen Umgang mit Nanomaterialien (ebd.: 13; 48). Des Weiteren werden Regelungslücken durch die fehlenden Grenzwerte des Wasserrechts (Einleitung von Stoffen) und des Abfallrechts (Grenzwerte nur für klassische Schadstoffe) benannt (ebd.: 18).
3. Die Regulierung im Stadium der *Vermarktung von Stoffen und Produkten* wird aus umweltrechtlicher Perspektive durch das Stoffrecht (ChemG, die mittlerweile in Kraft getretene REACh-Richtlinie der EU und die Gefahrstoffverordnung) geregelt. Hier wird eine grundsätzliche Regelungslücke und Anpassungsnotwendigkeit identifiziert. Problematisiert wird, dass der dem Chemikalienrecht zugrunde liegende Stoffbegriff auf chemische Elemente und nicht auf „Erscheinungsformen“ von Stoffen im Nano-Format bezogen sei (ebd.: 19-30). Zudem seien die Mengenschwellen in den Gesetzen viel zu hoch, da sie für die Produktionsvolumina herkömmlicher Materialien ausformuliert sind, während bei der Vermarktung von Nanomaterialien viel geringere Mengen umgesetzt werden (ebd.: 27-30).

4. In den Stadien *Transport*, *Gebrauch* und *Entsorgung* von Produkten ergeben sich nach dem Gutachten weitere Regulierungslücken, die ebenso auf den nicht nanospezifischen Stoffbegriff sowie die nicht nanospezifischen Mengenschwellen zurückgeführt werden können. Im Transportrecht existiert bspw. keine nanospezifische Kennzeichnungspflicht (ebd.: 30). In den Verbraucherschutzrechtlichen Vorschriften z.B. für Humanarzneimittel, den Grundsätzen des Lebensmittelrechts oder den Richtlinien zur Kosmetik⁷ fehlen nanospezifische Kennzeichnungen (ebd.: 32). Im Waschmittel- und Reinigungsgesetz und in den Kraftstoffrichtlinien fehlen nanospezifische Register und Standards bspw. bezüglich Standards der biologischen Abbaubarkeit (ebd.: 33). Im Stadium der Entsorgung bedingen bspw. nicht vorhandene nanospezifische Mengenschwellen Regelungslücken im Wasser-, Abfallrecht und der Klärschlammverordnungen (ebd.: 37; 50-53).

Die in den – entlang des Lebenszyklus von Produkten – zuständigen Rechtsfeldern identifizierten Unzulänglichkeiten hängen letztlich mit dem großen Nicht-Wissen um die Eigenschaften von Nanomaterialien und deren Verhalten in Produktions- und Verwendungszusammenhängen zusammen. Das Gutachten identifiziert damit Gesetzeslücken, die auf Wissenslücken basieren. Ob und wie man diese Lücken für regulatorisch schließbar hält, hängt jedoch davon ab, ob man das fehlende Wissen als gänzlich und schnell einholbar betrachtet. Zur Klärung solcher Fragen besteht bereits Bedarf an einem reflexiven Urteilsverfahren (vgl. Kap. 1.2. und 1.3.)

2.2.2. Gestaltungsoptionen gesetzlicher Regulierung

Zentraler *Problempunkt* für eine nanospezifische Anpassung gesetzlicher Regularien ist nach dem UBA-Gutachten der *ungeeignete Stoffbegriff* sowie die *zu hohen Mengenschwellen*. Hierzu lautet das Urteil des Rechtsgutachtens:

„Soweit sich neue Risiken aus dem Auftreten eines bisher bekannten Stoffes allein daraus ergeben, dass er nunmehr im nanoskaligen Format gehandhabt wird (wie im Fall des Titanoxids), ist sicherzustellen, dass diese durch das Regulierungssystem erkannt und ihrer Unterscheidbarkeit entsprechend behandelt werden. [...] Zentraler Anknüpfungspunkt des Chemikalienrechts ist der Stoff [...]. Dessen rechtliche Ausformung bestimmt damit zugleich Gehalt und Reichweite der entsprechenden Pflichten. Definiert wird ein Stoff durch die ihm eigenen und damit für ihn charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften, wobei man bisher davon ausging, dass diese von seiner Größe und Gestalt unabhängig sind. Mit Blick auf die vorliegenden Kenntnisse über Stoffe im Nano-Format – insbesondere das stark veränderte Oberflächen-Volumenverhältnis und den daraus ggf. resultierenden Besonderheiten – erscheint jedoch diese Annahme überholt“ (ebd.: 40).

Das Urteil des Rechtsgutachtens ist in seiner Bedeutung folgendermaßen zu verstärken: Obwohl es sich bei Stoffen im Nano-Format – verglichen mit herkömmlichen Chemikalien – um

⁷ Die auf die Gebrauchsphase zutreffenden nationalen und Verbraucherschutzrechtlichen sowie auf die Gesundheitsrisiken bezogenen Vorschriften zu Kosmetik, Sonnencremes und Medikamente werden in dem UBA-Gutachten aufgrund dessen umweltrechtlichen Fokus nicht untersucht. Das Problem der fehlenden Kennzeichnung wird bspw. in Publikationen des Verbraucherschutzes (z.B. BfR 2005, 2007; Chaudhry et al. 2006 für die englische DEFRA [Department for Environment, Food and Rural Affairs]) thematisiert.

sehr geringe Mengen handelt, weisen diese jedoch eine viel größere Partikelzahl und eine extrem vergrößerte Oberfläche auf. Eine kleinere Menge bedeutet nicht auch weniger ‚Stoff‘ und somit weniger regulatorische Relevanz (vgl. Tabelle 2).

Menge	<i>Beispiel Kohlenstoff (Teilchen idealisierend als Kugeln angenommen)</i>				
	Granulat	Granulat	Pulver	Nanopartikel NP 50	Nanopartikel NP 10
	Ø = 0,5 mm = 5×10^{-4} m	Ø = 0,5 mm = 5×10^{-4} m	Ø = z.B. 200 µm = 2×10^{-4} m	Ø = 50 nm = 5×10^{-8} m	Ø = 10 nm = 10^{-8} m
Masse	1 Tonne	10 g	10 g	10 g	10 g
Anzahl der Partikel des angegebenen Durchmessers	$6,7 \cdot 10^9$	$6,7 \cdot 10^4$	$1,05 \cdot 10^6$	$6,7 \cdot 10^{16}$	$8,5 \cdot 10^{18}$
Gesamtoberfläche	5233,30 m ²	0,05 m ²	0,14 m ²	530,40 m ²	2661,00 m ²
<i>Anmerkung 1</i>	Der Stoff fällt unter die REACH-Richtlinie bei einer jährlichen Produktion von >1 Tonne, vgl. aber die Partikelzahl und Gesamtoberfläche von nur 10 g des NP10: ca. 20 g von NP10 haben die gleiche Oberfläche wie 1 Tonne Granulat. Gedankenexperiment: Da die Oberfläche unter chemischen Aspekten der Reaktivität besonders relevant ist – was wäre, wenn sich der REACH-Schwellenwert für die Menge an Partikelzahl oder Gesamtoberfläche orientierte?				
<i>Anmerkung 2</i>	Nanopartikel haben andere Eigenschaften als makroskopisches Granulat. Aber auch ein 50 nm großes Partikel hat u. U. andere Eigenschaften als ein 10 nm großes. Bezüglich der Nomenklatur heißt dies, dass NP 50, NP 10, NP 11 und NP 49 als unterschiedliche Stoffe angesehen werden können. Frage 1: Wie wahrscheinlich ist es, dass die nach der Nomenklatur unterschiedlichen Partikel in der Produktion getrennt werden können? Oder werden bei der Herstellung von NP 10 immer auch NPs 8, 9, 11, 12, etc. mitproduziert? Wie regulatorisch relevant ist das? Frage 2: Diese Tabelle berücksichtigt Größe als relevanten Parameter bei der Charakterisierung von Nanopartikeln. Nun hängen die Eigenschaften von Nanopartikeln aber beispielsweise auch von ihrer Form und Oberflächenbeschaffenheit ab. Wie kann oder sollte dies regulatorisch berücksichtigt werden?				

Tabelle 2: Zur regulatorischen Relevanz von Masse, Partikelzahl und Oberfläche

Die in der EU-Richtlinie REACH festgelegten Mengenschwellen erweisen sich damit als ungeeignet für die zu erwartenden Produktionsmengen. Ähnliche Mängel stellen Fischer&Hirrmann (2007) fest: Wenn Nanopartikel in REACH als Neustoff behandelt werden, sind aufgrund der geringen Mengen keine Tests notwendig. Wenn Nanopartikel als Altstoff behandelt werden, dann erweist sich die unscharfe Definition der Makrostoffe – wie bereits in EINECS (*European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances*) – als Hindernis.

Eine regulatorische Erfassung von Nanomaterialien würde damit die Erarbeitung einer neuen *Nomenklatur* der Stoffidentität erforderlich machen, die nicht nur Nanomaterialien mit besonderer Molekül-Struktur (z.B. Fullerene), sondern auch „nano-skalige Erscheinungsformen eines auch im Makro-Format genutzten Stoffes“ (Führ et al. 2006: 44) umfasst.⁸ Die Festlegung nanospezifischer Mengenschwellen setzt aber nach dem UBA-Rechtsgutachten erst einmal die Entwicklung geeigneter *Test- und Monitoringmethoden* zur Bestimmung der toxischen Wirkung spezifischer Mengen an Nanomaterialien voraus. Solche Tests seien aber bis heute weder hinreichend entwickelt noch standardisiert worden (ebd.: 45-46).

⁸ Das Beratungsgremium SCENIHR (2006: 55) schlägt zwei mögliche Lösungen vor: „One approach to ensure that the effects of the nanoparticle form of a chemical is properly assessed would be to have a unique identification for it, either assigning different CAS numbers to the nanoparticle form, or adding a code (CAS-NP50) to existing CAS numbers leaving the CAS number for identifying similar chemical compounds”.

Als *potentiell anpassungsfähige Richtlinie* – also abhängig von den Fortschritten bei der Entwicklung von Testverfahren und Standardisierungen – wird im Rechtsgutachten die REACH-Richtlinie bewertet. Als Voraussetzung ihrer Anpassung gilt, dass im entsprechenden dritten Artikel der Richtlinie der Stoffbegriff geändert und darüber hinaus nanospezifische Mengenschwellen festgelegt würden. Aufgrund der in REACH vorgesehenen umfassenden Registrierungs-, Aktualisierungs- und Risikoermittlungspflichten für Hersteller und Anwender könnte REACH für die geforderten Klassifizierungen und Standardisierungen von Nanomaterialien bereits eine Art regulatorisches „Normungsmandat“ beinhalten (ebd.: 27; 44). Nach dieser Bewertung würde REACH selbst zur Generierung des Wissens beitragen, das später die Festlegung des nanospezifischen Regulierungsgegenstandes unter REACH (die geeigneten Mengenschwellen) möglich macht.

Die *Empfehlung* des Rechtsgutachtens besteht dementsprechend in einem „regulatorischen Stufenmodell“. Dieses basiert vor allem auf *Wissensgenerierungen* und *(selbst)organisierten Verständigungen* zwischen den relevanten Akteuren und stellt *weniger* eine gesetzlich-regulatorische Maßnahme dar: Auf der ersten Stufe des Modells werden u.a. Verfahren, Gegenstand von Registrierungsmitteilungen der Hersteller und Anwender (z.B. unter REACH) geklärt; eine standardisierte Nomenklatur zur Kennzeichnung von Nano-Substanzen wird entwickelt und Testverfahren werden erprobt. Auf der zweiten Stufe werden vorliegende Risiko-Informationen zu einem administrativen oder zivilgesellschaftlichen Risiko-Diskurs zusammengeführt und bewertet. Nach Verständigungen über Maßnahmen der Risikobewältigung wird auf der dritten Stufe der weitere Regulierungsbedarf geklärt. Diese Arbeitsschritte sollen konkrete Risiko-Management-Maßnahmen auf der vierten Stufe und ggf. ein Nachjustieren gesetzlich-regulativer Rahmenbedingungen auf einer fünften Stufe ermöglichen (ebd.: 57-59). Das Gutachten endet mit der Schlussbemerkung:

„Die Vorstellung, der Staat könne in umfassender Weise ‚steuernd‘ in die privaten Forschungs- und Entwicklungsabteilungen hineinwirken, erscheint dabei – in tatsächlicher und rechtlicher Hinsicht – wenig aussichtsreich. Gleichwohl kann der Staat die Forschungsziele (unter Einschluss von Vorsorgegesichtspunkten) bei den von ihm teil- oder vollfinanzierten Forschungsprogrammen beeinflussen und begleitende Risikoforschungsprogramme auflegen. Bei der privaten Forschung wird es darauf ankommen, durch einen breit angelegten regulativen Rahmen eigenverantwortliches Handeln der Akteure zu stimulieren. Inwieweit es dabei genügt, auf freiwillige Kooperationsleistungen zu setzen, oder aber veränderte gesetzliche Rahmenbedingungen erforderlich sind, hängt wesentlich von der Anreizsituation ab, in der sich die maßgeblichen Akteure in Wirtschaft und Forschung befinden. Als eine ‚Zwischenstufe‘ dürften dabei in jedem Fall Standardisierungen eine wichtige Rolle spielen. Dies gilt etwa im Hinblick auf die Nomenklatur sowie Test- und Messmethoden.“ (ebd.: 60).

Ein Regulatorium wie z.B. REACH wäre damit ein gesetzlicher Rahmen für – teils freiwillige, teils verpflichtende – selbstregulative Maßnahmen von Herstellern und Anwendern. Durch wissenschaftliche Forschungen und (selbst)organisierte Verständigungen zwischen den relevanten gesellschaftlichen Akteuren würde das Wissen generiert, welches Maßnahmen des

Risiko-Managements und ggf. der gesetzlichen Regulierung (z.B. durch Produktkennzeichnungen) erst möglich macht. Ein derart gestaltetes gesetzliches Regulatorium ist damit erst das nachträgliche *Ergebnis* prozesshafter und ‚regulatorischer‘ *Praktiken*, die weitgehend von den unterschiedlichen beteiligten Akteuren selbst organisiert werden und mit den Prinzipien klassisch-gesetzlicher Regulierung (wie Rechtssicherheit, öffentliche Aufsicht und politische Transparenz und Intervention) wenig gemeinsam haben.

2.2.3. REACH als Vorbild einer erweiterten Regulierungskonzeption

An der Diskussion um die Regulierung der Nanotechnologie durch REACH zeigt sich, welche Probleme eine Anpassung bestehender Regularien aufwirft; deutlich werden sowohl die Beschränktheiten gesetzlicher Regulierung als auch die Ausweitungen von Regulierungskonzepten, mit denen man den umfassenden Sicherheitsansprüchen an Nanotechnologien zu begegnen versucht.

REACH wurde während des parlamentarischen Entscheidungsprozesses zwischen 2005 und Ende 2006 kontrovers zwischen Politik, Industrie, Verbänden und NGOs diskutiert: Für die Befürworter stellt REACH ein neues innovatives Regulierungssystem dar, dessen Potenzial erstens darin liege, die Industrie zu einem eigenverantwortlichen Umgang mit chemischen Stoffen bewegen zu können – im Sinne einer Risikominimierung durch die Herstellung bzw. Verwendung von unbedenklichen Stoffen. Dazu werde durch REACH die herkömmliche Beweislast umgekehrt: Nicht die Regulierungsbehörden müssten, bevor sie einen gefährlichen Stoff verbieten wollten, dessen Schädlichkeit nachweisen, sondern die „Stoffverantwortlichen“ (in REACH die Hersteller und Importeure) dessen Unbedenklichkeit. Nach dem Motto: „Ohne Daten kein Markt“, hätten die Stoffverantwortlichen vor der Vermarktung eines Stoffes nicht nur umfangreiche Daten über den Stoff, sondern auch über seine Anwendungs- und Verwendungsmöglichkeiten in der gesamten Wertschöpfungskette zu liefern (vgl. z.B. Führ&Lahl 2005; Lahl&Hawxwell 2006). Hierzu müssten sie selbst Risikobewertungen durchführen und deren Ergebnisse gegenüber den Anwendern (Downstream Usern) kommunizieren. Da somit die durch REACH registrierten Daten auch Informationen über die Risiken bestimmter Stoffe bei bestimmten Anwendungen umfassen, produziere REACH bspw. bei den Anwendern schon aufgrund deren Haftung für gefährliche Endprodukte einen Substitutionsanreiz, auf unbedenkliche Stoffe anderer Hersteller auszuweichen (ebd.).

Den zweiten Vorteil von REACH sehen die Befürworter deshalb in der in das Regulierungssystem integrierten Risikominderung. Im Gegensatz zur lückenhaften alten Altstoffregistrierung in EINECS liege der dritte Vorteil schließlich in der fortlaufenden und damit dynamischen Produktion von Daten über die Bedenklichkeit und Unbedenklichkeit von Stoffen in ihrer jeweiligen Verwendungsform und Produktverwendung (vgl. Umweltbundesamt-AT 2006, Lahl o.J.). Diese Wissensgenerierung soll schließlich die Information über die Bedenklichkeit eines Produktes durch den Verbraucher (bis hin zum Supermarktkunden) ermöglichen (vgl. z.B. Führ&Lahl 2005; Lahl&Hawxwell 2006).

Während der Verhandlungsprozesse wurde REACH von Umweltorganisationen und Verbraucherbehörden wegen der zu erwartenden Wissensgenerierung und der Übertragung von mehr Verantwortung auf die chemische Industrie begrüßt (z.B. BUND 2005). Seitens der Industrie und ihrer Verbände wurde dagegen diese Verantwortungsübernahme (eigenes ‚Risk-Assessment‘ und ‚Risk-Management‘ in der Kette) als zu hoher bürokratischer Aufwand kritisiert; man forderte stärkere ordnungsrechtliche Steuerungen durch eine ansprechbare Instanz in Form einer prüfenden und entscheidenden Zentralbehörde (Führ&Lahl 2005: 9; VCI 2005). Der Kompromissbeschluss von Ende 2006 versucht durch eine Mischform aus klassisch-regulatorischen und selbst-regulatorischen Elementen beiden Ansprüchen entgegen zu kommen (Lahl 2006c).

Politik- und rechtswissenschaftliche Diskussionen zu REACH heben gerade diese Mischform als Innovation einer ‚hybriden Governance‘ in der Chemikalienregulierung hervor (z.B. Hey et al. 2006). Das neue Governance-Modell REACH kombiniere Mechanismen öffentlicher Risikokommunikation und obligatorischer Selbstregulierung der Produzenten mit einem traditionellen regulatorischen Kern: Verpflichtung der Datenübermittlung und Sanktionen sowie kooperative Prozeduren und Abläufe (ebd.: 6). REACH wird als *Vorbild einer neuen Form der Regulierung* diskutiert, die herkömmliche Formen der gesetzlichen Regulierung bei Weitem überschreite: Das Modell REACH basiere auf kooperativen und fortlaufenden Wissensproduktionen der beteiligten Akteure. Gesichert würden diese Wissensproduktionen nicht so sehr durch die Androhung gesetzlicher Sanktionen, sondern durch das eigenverantwortliche Handeln der Akteure und die Überwachung ihres Handelns durch sie selbst (Marktgesetze). Die Registrierungen und Zulassungen durch die Kontrollbehörde stellten lediglich einen äußeren gesetzlichen Rahmen dieser Aktivitäten dar (ebd.).

Am Beispiel des UBA-Rechtsgutachtens wurde bereits gezeigt, dass die *Anwendbarkeit* und Anpassungsnotwendigkeit von REACH bezüglich der Regulierung von *Nanomaterialien* ein wichtiges Thema der Debatte zur Regulierung der Nanotechnologie ist (vgl. 2.2.2.; vgl. auch Gergely 2007). Eignen soll sich REACH prinzipiell aufgrund seiner Registrierungs-pflichten in der gesamten Wertschöpfungskette und der durch diesen Wissenserwerb zukünftig ermöglichten Einschätzung von Risiken eines chemischen Stoffes in verschiedenen Nanoformaten (z.B. Beyerlein 2006a+b, Berger 2007). Gegenwärtig gilt REACH jedoch als ungeeignet (z.B. Claus&Lahl 2006; Gergely 2007; Lahl 2005). Wie bereits anhand des UBA-Rechtsgutachtens dargelegt, kann die in REACH angelegte Kombination von Gesetz, Wissenserwerb, Selbstregulierung und Verständigung *noch nicht* greifen. Denn im Vergleich zu makroskopischen Chemikalien, die unter REACH registriert werden, ist – u.a. aufgrund des Fehlens einer nanospezifischen Nomenklatur, fehlender einheitlicher Standardisierungsverfahren, fehlender geeigneter toxikologischer Tests als Grundlage zur Ermittlung der Exposition von Partikeln in Mensch und Umwelt – nicht einmal der *Gegenstand* definiert, der unter REACH reguliert werden könnte (vgl. die unter 2.2.2. diskutierte CAS-NP Problematik). Das *Vorbild* REACH bleibt somit *unerreichbar*.

2.2.4. Das Vorsorgeprinzip als regulatorische Orientierung

Bisher lassen sich die von Nanomaterialien ausgehende Gefahren nur abstrakt bestimmen. Es bestehen Hinweise auf die Toxizität bestimmter Stoffe im Nano-Format (z.B. Titanoxid). Bekannt ist bspw., dass Nanopartikel natürliche Schutzbarrieren des menschlichen Körpers wie die Blut-Hirn-Schranke überwinden können. Über die konkreten Gesundheitsrisiken der Exposition von Nanopartikeln im menschlichen Körper weiß man jedoch nur sehr wenig. In einer solchen Situation des Gefahrenverdachts und umfangreichen Nicht-Wissens können sich Maßnahmen – wie z.B. Moratoriumsforderungen (z.B. ETC 2003a) – auf das Vorsorgeprinzip berufen. Ebenso gilt das Vorsorgeprinzip als eine normative Orientierungsgröße bei der Bewertung von gesetzlichem Regulierungsbedarf und den als Ergebnis empfohlenen Maßnahmen (z.B. Führ et al. 2006: 3). Dabei ist die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips auf die ‚Nanotechnologie‘ jedoch nicht unumstritten.

Ein genauerer Blick in die vorliegenden Definitionen des Vorsorgeprinzips zeigt, dass diese nicht eindeutig und häufig recht vage verfasst sind. Die Definitionen erlauben einen weiten Spielraum für (auch konträre) Interpretationen über Auslöser und Reichweite des Vorsorgeprinzips. Eine Definition des Vorsorgeprinzips aus der *Rio-Declaration* von 1992 lautet bspw.:

“When an activity raises threats of harm to human health or the environment, precautionary measures should be taken even if some cause-and-effect relationships are not fully established scientifically” (Tickner o.J.; vgl. auch EEA 2001: 14).

Im Bericht der *European Environment Agency* (EEA 2001) finden sich weitere Definitionen, die in verschiedenen internationalen Verträgen formuliert wurden. Die Offenheit oder Vagheit vieler Definitionen des Vorsorgeprinzips wird einerseits häufig als Grund betrachtet, um die Unangemessenheit des Vorsorgeprinzips für regulatorische Belange zu betonen. Andererseits gilt genau diese Offenheit als gute Voraussetzung für die Eignung des Vorsorgeprinzips als allgemeine Handlungs- und Verfahrensrichtlinie (zur Diskussion vgl. z.B. Bachmann 2006, Marchant 2006; Wilson 2006; Clarke 2006; Cranor 2001; Schomberg 2006+2007).

Nach der zitierten Definition der *Rio-Declaration* ergeben sich Unklarheiten bezüglich seiner Anwendbarkeit auf Nanotechnologien: In diesem Fall ist es durchaus umstritten, ob unter „activity“ schon Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten oder erst die Schaffung eines Produktes für den Markt fallen. Für Forschungstätigkeiten, die noch sehr weit von marktreifen Produkten entfernt sind, gilt das Vorsorgeprinzip im Allgemeinen als nicht zutreffend (z.B. Fisher et al 2006). Umstritten ist auch, ob das Vorsorgeprinzip überhaupt auf die ‚Nanotechnologie‘ anwendbar ist. Schließlich handle es sich bei ‚Nanotechnologie‘ um einen undifferenzierten „umbrella term“. Außerdem umfasse dieser Terminus Anwendungsfelder nanotechnologischer Verfahren, die viel zu sehr von Unsicherheiten und bloßen Versprechungen geprägt seien, als dass bei diesen schon von einer abstrakten Gefährdungssituation ausgegangen werden könne (vgl. Rip 2006).

Auf die ‚Nanotechnologie‘ angewandt und streng ausgelegt, würde das Vorsorgeprinzip angesichts des Gefahrenverdachts (z.B. Toxizität von bestimmten Stoffen im Nano-Format und ihrer neuen Eigenschaften) sowie der enormen Wissenslücken über Risiken von Nanomaterialien für Gesellschaft, Gesundheit und Umwelt ein innovationshemmendes Moratorium bis zur vollständigen Garantie der Sicherheit von Nano-Produkten implizieren (z.B. ETC 2003a; EGE 2007; Illuminato 2007). Eine Erbringung der hier geforderten Beweislast über die Ungefährlichkeit eines potentiellen Produktes durch Hersteller oder Entwickler ist nahezu unmöglich. Gleichmaßen führen Auslegungen des Vorsorgeprinzips nach Hans Jonas’ ‚Vorrang der schlechten Prognose‘ (Jonas 1984) oder nach dem Grundsatz, dass alle Handlungen, von denen schädliche Folgen nicht ausgeschlossen werden können, zu unterlassen sind, zu einem Stillstand der Innovationsprozesse.

In der philosophischen Ethikdebatte zur Nanotechnologie wird entsprechend betont, dass – ohne ein übermäßiges Ausbremsen von Innovationsprozessen – am *Vorsorgegedanken* orientierte Maßnahmen auch bei Nanotechnologien ergriffen werden können, die jedoch in ihrem Anwendungsbereich deutlich eingeschränkt sind: so z.B. als Reaktion auf epistemische Unsicherheiten, den Mangel an Wissen oder wissenschaftliche Kontroversen (vgl. Schomberg 2006). Diese Maßnahmen müssten von einem ‚foresight and knowledge assessment‘ begleitet werden, das je nach Wissensstand veränderliche normative Ziele entwickle und die Prüfung sozio-ökonomischer Machbarkeit sowie wissenschaftlicher Plausibilität in einem multidisziplinären Ansatz kombiniert und qualitativ bewertet (vgl. Schomberg 2007). Aus Sicht der Technikfolgenabschätzung zur Nanotechnologie stellt Armin Grunwald (2006) – im Sinne Schombergs – *begrenzt* auf das Feld synthetischer Nanopartikel fest, dass hier eine ‚precautionary situation‘ gegeben sei, die ein vorsichtiges und schrittweises Vorgehen verlange bei gleichzeitiger Bereitstellung von ‚containment strategies‘. Das schrittweise Vorgehen bezieht sich einerseits auf das Vorantreiben der Entwicklung, andererseits auf eine permanente und begleitende Datenerhebung über Risiken und Neubewertung von Risikofaktoren. Darüber hinaus fordert Grunwald intensivere Bemühungen zur öffentlichen Risikokommunikation und zwischen den unterschiedlichen Ebenen des europäischen Governance-Systems (ebd.).

Handlungen, von denen nicht bewiesen ist, dass sie ungefährlich sind, dürfen also nach dieser Orientierung an einem *Gedanken* der Vorsorge (statt *Vorsorgeprinzip*) und bei Umsetzung entsprechender ‚angemessener Maßnahmen‘ – z.B. technische Modifikationen oder lückenloses Monitoring – vorgenommen werden.

2.2.5. REACh, der Vorsorgegedanke und die Ausweitung der Regulierung

Die an REACh als vorbildlich für eine neue Form der Governance hervorgehobenen Maßnahmen und Prinzipien des Wissenserwerbs, der Selbstregulierung und der Verständigung (vgl. Kap. 2.2.3.) sind damit – im oben beschriebenen Sinne – als vorsorgende und in ihrem Anwendungsbereich deutlich eingeschränkte Begleitmaßnahmen zu begreifen. Da ihr Gegenstand Nanomaterialien (vor allem Nanopartikel) sind, fokussieren die Vorsorgemaßnah-

men somit ausschließlich auf die Stoffproblematik, die nur eine von vielen Dimensionen des Gesamtphänomens ‚Nanotechnologie‘ darstellt (dazu Kap. 2.2.1. sowie 1.2.). Eine am ‚Vorsorgegedanken‘ orientierte Nano-Regulierung würde – vergleichbar dem Vorbild REACH – das regulierungsrelevante Wissen fortlaufend und begleitend zum Forschungs-, Entwicklungs- und Herstellungsprozess generieren. Dies würde durch freiwillige oder erzwungene Datenablieferung der Industrie nebst zentraler Auswertung erreicht (vgl. dazu auch die Ziele des *Stewardship-Program* der US-amerikanischen *Environmental Protection Agency* (EPA): <http://www.epa.gov/oppt/nano/#stewardship>; vgl. in Großbritannien: <http://www.defra.gov.uk/environment/nanotech/policy/>). Dieses Wissen würde in Kooperation zwischen Forschung, Politik und Industrie produziert und seine Nutzung durch eigenverantwortliches Handeln der Industrie (Risikominimierung z.B. durch Substitution) abgesichert. Da aber aufgrund des enormen Nicht-Wissens zukünftige Risiken nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern erst gar nicht quantifiziert werden können, müssten in diese Maßnahmen gesellschaftliche Verständigungsprozesse (Stakeholder-Dialoge) eingebaut werden, die eine weitere industrielle Umsetzung hoch-unsicherer Nanotechnologien gesellschaftlich *legitimieren* und akzeptabel machen (vgl. z.B. Wilson 2006; Schomberg 2006). Mit Regulierung haben diese – sich über den Vorsorgegedanken legitimierenden – Maßnahmen jedoch wenig zu tun. Sie vollziehen sich innerhalb eines regulatorischen Rahmens, in dem nur die Ergebnisse der Maßnahmen anhand der Datensammlungen transparent sind. Die Praxis der Maßnahmen selbst bleibt politisch und öffentlich intransparent.

Die am Beispiel REACH diskutierten Maßnahmen einer ‚hybriden‘ Governance sind als Maßnahmen einer *ausgeweiteten* gesetzlichen Regulierung einzustufen. Sie werden im Fall der ‚Nanotechnologie‘ seit Kurzem teilweise koordiniert, teilweise separat im internationalen Kontext praktiziert. Permanente Wissenserweiterung und Wissens(neu)bewertung, flexible Selbstregulierung der Industrie und Legitimation erzeugende Dialogverfahren werden als vom ‚Vorsorgegedanken‘ geleitete Maßnahmen präsentiert. Eine Anwendung des Vorsorgeprinzips stellen sie ebenso wenig dar wie Instrumente der Regulierung. Wir bezeichnen sie als Maßnahmen einer ‚erweiterten Regulierungskonzeption‘.

Maßnahmen einer erweiterten Regulierungskonzeption

1. Erstens werden *Observatorien* als Orte des Erwerbs, der Systematisierung und Standardisierung des Wissens eingerichtet. Sie sollen in der Lage sein, den schnellen Wandel der nanotechnologischen Entwicklungen auf allen Ebenen seiner Chancen und Risiken zu überblicken und für bestimmte Zielgruppen aufzubereiten.
2. Zweitens werden Modelle der *Selbstregulierung* entwickelt und erprobt. Sie sollen entgegen den schwerfälligen staatlichen und ordnungsrechtlichen Regularien flexibles Reagieren und Agieren der gesellschaftlichen Akteure – vor allem der Industrie – gewährleisten und staatliche Stellen entlasten.

3. Drittens werden, unter Berufung auf die vergangenen negativen Erfahrungen und Versäumnisse im Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen (GMO), bei einer derart unbestimmten Technologie wie der Nanotechnologie *Dialoge* zwischen und mit unterschiedlichsten Zielgruppen der Gesellschaft etabliert, um die Nanotechnologie-Entwicklung trotz ihrer Unsicherheiten zu legitimieren und gesellschaftlich akzeptabel zu machen.⁹

Mit diesen Maßnahmen wird das Konzept der gesetzlichen Regulierung ‚aufgeweicht‘: Sie werden jedoch für die weitere Entwicklung der ‚Nanotechnologie‘ eine weit größere Rolle spielen als der gesetzliche Rahmen, innerhalb dessen und zu dessen Nachjustierung sie initiiert werden. Diese Ausweitung der Regulierung impliziert nicht nur ein Zurücktreten der Prinzipien klassisch-gesetzlicher Regulierung wie öffentliche Aufsicht, politische Transparenz und Intervention, sondern auch eine Aufgabe von Rechtssicherheit. Aus dem Scheitern umfassender gesetzlicher Regulierungsansprüche an die ‚Nanotechnologie‘ ergibt sich das Instrumentarium des Rückzugs.

Das Modell der R-S-A (vgl. Kap. 3) greift die Elemente der erweiterten Regulierungskonzeption wieder auf, bindet sie aber an die Grundprinzipien gesetzlicher Regulierung zurück. Damit soll auch unter Bedingungen der Unsicherheit und vielseitigen Nicht-Wissens, öffentlich nachvollziehbar in Innovationsprozesse interveniert werden können – durch eine ansprechbare Instanz, an die sich unterschiedlichste Gruppen und Individuen wenden können. Im Folgenden werden die Grundmodelle der ‚erweiterten Regulierungskonzeption‘ analysiert.

2.3. Grundmodelle der erweiterten Regulierungskonzeption

2.3.1. Beobachtung

Angesichts der vielfältigen und rasanten Entwicklungen der Nanotechnologie in ihren unterschiedlichen Technologiebereichen werden international und national Observatorien eingerichtet, die das Wissen von der Forschung bis zur industriellen Entwicklung bündeln und systematisieren und der Wissenschaft, Industrie und Politik in bedarfsgerechter Form zur Verfügung stellen. Observatorien sollen fortlaufend einen Überblick über den Stand von Forschung, Entwicklung und Anwendung gewährleisten und im Sinne von Institutionen der *permanenten Aufmerksamkeit* sowohl Chancen als auch mögliche Risiken erfassen können.

Beispiele

a. Observieren wissenschaftlich-technischer Entwicklungen und Anwendungen

Ein typisches Beispiel eines Observatoriums, das nationale und internationale Entwicklungen beobachtet, ist das französische *Observatoire des Micro et Nano Technologies* (OMNT) (www.omnt.fr). Das OMNT wird von verschiedenen öffentlichen französischen Forschungsorganisationen getragen (*Commissariat à l'Énergie Atomique – CEA, Centre nationale de la*

⁹ Die Lehre aus der Geschichte der GMO wird dabei unterschiedlich akzentuiert: von fehlender oder falscher PR bis hin zu einer vernachlässigten Pflicht, Bürger in Entscheidungsprozesse einzubeziehen.

recherche scientifique – CNRS). Seit 2003 arbeitet es im Verbund mit der Forschungs- und Entwicklungseinrichtung *La Maison des Micro et des Nanotechnologies* (MMN) und ist Teil dessen Ressourcenzentrums (MINATEC) in Grenoble (vgl. www.omnt.fr, www.minatec.com, Dupuy&Roure 2004).

MMN wird von der Wirtschaftswissenschaftlerin Ingrid Ott und dem Soziologen Christian Papilloud als eine „Converging Institution“ (Ott&Papilloud 2007) analysiert, die in neuartiger Form Forschung und Entwicklung, Lehre und Ausbildung sowie industrielle Anwendung gleichzeitig unter einem Dach vereinigt. MMN gilt für Ott und Papilloud als eine der Komplexität und Vielschichtigkeit nanotechnologischer Entwicklungen angepasste Form einer Institution. Aufgrund der Kooperation zwischen OMNT als Beobachtungs- und MMN bzw. MINATEC als Forschungs-, Entwicklungs- und Anwendungseinrichtung erscheint das OMNT als eine Institution, die jeweils das aktuelle Wissen zur Verfügung stellen kann, was nicht nur die Lancierung erfolgversprechender Forschung und industrieller Umsetzung ermöglicht, sondern auch regulatorische Maßnahmen fundieren könnte!

Das OMNT beobachtet unterschiedlichste Forschungen, Entwicklungen und Anwendungen – so zu Nano Devices, Nanokonstruktion, organischer und molekularer Elektronik und vieles mehr. Zu jedem Themengebiet unterhält das OMNT eine Expertengruppe, die sich in regelmäßigen Abständen zusammensetzt. Neuerdings (seit Mai 2007) wurde auch eine Expertengruppe zu Gesundheits- und Umweltaspekten von Nanopartikeln bzw. Nanomaterialien eingerichtet, die sich mit Fragen der Toxikologie, des „Life-Cycle-Assessments“ von Produkten, der Standardisierung und regulatorischen Fragen (u.a. des Arbeitsschutzes) beschäftigt. Das OMNT ist über die nationalen Grenzen hinaus in ein Exzellenznetzwerk *Nano To Life* (N2L, www.nanotolife.com) eingebunden und bildet mit diesem das *European Observatory for Nanobiotechnologies* (EON, <http://www.nanotolife.com/news.php?nid=11>). OMNT und EON stellen zielgruppengerechte Informationen für Politik, Industrie und Forschung zusammen.

Trotz der aktuellen Ergänzungen und seiner Zusammenarbeit mit MINATEC ist das OMNT vorrangig ein Wissenschafts- und Technik*observatorium*, welches wissenschaftlich-technisches Faktenwissen sammelt und aufbereitet, um dieses Wissen (laut Homepage) öffentlichen Forschungseinrichtungen, Risikokapitalgesellschaften und der Industrie zur Verfügung zu stellen. Eine Vermittlung der Ergebnisse an die breitere Öffentlichkeit ist nicht angestrebt. Gesellschaftliche Implikationen der nanotechnologischen Entwicklungen – z.B. sozio-ökonomische und ethische Fragen, Risikowahrnehmungen in der Bevölkerung, Nutzererwartungen etc. – werden, wie dies Francois Roure vom französischen Wirtschaftsministerium moniert, bislang nicht beobachtet, geschweige denn reflektiert (Dupuy&Roure 2004).

b. Observieren mit speziellem Fokus

Weitere Formen des Observatoriums sind Institutionen, die innerhalb eines wirtschaftlich und/oder politisch vorgegebenen Rahmens einen speziellen Ausschnitt der nanotechnologischen Entwicklung beobachten.

Ein Beispiel für diese fokussierte Variante des Observatorienmodells ist das 2005 vom Neuseeländischen Ministerium für Forschung, Wissenschaft und Technologie (MORST) initiierte und finanzierte *Navigator Network* (www.navigatornetwork.net.nz). Im Kontrast zum OMNT soll das Navigator Network den zukünftigen Nutzen und die Folgen von Nanotechnologien (und auch Biotechnologien) für die neuseeländische Gesellschaft und Umwelt erkunden und – davon ausgehend – Orientierungen für vorausschauende politische Entscheidungen und Handlungen ermöglichen. Der 2006 publizierte zweite Report des Netzwerkes zur Bio- und Nanotechnologie „Navigating toward our future“ (Nicholas&Cronin 2006) benennt die vorrangigen Ziele des Netzwerkes: a) Erarbeitung eines gemeinsamen Verstehens neuer Technologien, b) Verständnis des durch sie implizierten Wandels und der Chancen für die Gesellschaft und c) eine Praxis der Informationszusammenführung zwischen den Wissenschaften und der Politik. Die Arbeit dieses Observatoriums besteht in einer Erkundung der internationalen und nationalen Entwicklungen der Bio- und Nanotechnologien durch sogenannte „Scanner“, Experten aus den Bio- und Nanowissenschaften sowie aus gesellschaftlichen und politischen Kontexten. Die Aufgabe dieser Experten besteht darin – basierend auf Literaturstudien und aufgrund von Erfahrungen in ihrem jeweiligen Tätigkeitsfeld – für Neuseeland relevantes Wissen zusammenzutragen. Auf gemeinsamen Workshops der Experten werden auf der Basis der „scanning reports“ die Entwicklungen, Optionen und Implikationen erörtert, die für Neuseeland als besonders wichtig bewertet werden (z.B. im Bereich Landwirtschaft, Gartenbau, Lebensmittel, Gesundheit und Umwelt). Die nationalen Gestaltungsmöglichkeiten werden innerhalb des globalen Kontextes (z.B. OECD-, US- und EU- Aktivitäten) ausgelotet.

Das Navigator-Network versteht sich damit ausdrücklich nicht als ‚neutrale‘ Wissenschafts- und Technikbeobachtung, sondern als Gestaltung von Prozessen der Vernetzung zwischen wissenschaftlichen und politischen Akteuren mit dem Ziel einer Meinungsbildung über die Möglichkeiten der Nutzung der Bio- und Nanotechnologien und ihren sozio-ökonomischen Implikationen für die neuseeländische Gesellschaft.

c. Observieren kombiniert mit Standardisieren und Kommunizieren

Eine weitere Variante des Observatorienmodells ist das vom deutschen *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) mit der chemischen Industrie – z.B. *BASF* und *Degussa* – finanzierte und von Harald Krug (*Institut für Toxikologie und Genetik, Forschungszentrum Karlsruhe*) geleitete Projekt *NanoCare* (www.nanopartikel.info; BMBF 2006a [Pressemitteilung]; Bayer 2006; Oberholz 2006). Allgemeines Ziel von NanoCare ist es, „Wissenslücken“ bezüglich der Auswirkungen industriell hergestellter Nanopartikel auf Mensch und Umwelt

zu schließen und „Maßnahmen zur Risikoerkennung und –minimierung einzuleiten. Ergebnis sollen neue Methoden zur frühzeitigen Bewertung der Auswirkungen von Nanomaterialien auf Gesundheit und Umwelt“ (z.B. BMBF 2006b) sein und die „Schaffung einer allgemeinen Informations- und Wissensbasis als Grundlage für eine innovative Materialforschung“ (Krug 2006c). Hierzu verfolgt NanoCare ein dreistufiges Arbeitskonzept: Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Ebene der *Wissenserzeugung*. Von den Industriepartnern werden Nanopartikel zu kommerziellen Zwecken hergestellt, diese jedoch im Projektverbund von NanoCare charakterisiert und standardisiert. Durch in-vivo- und in-vitro-Verfahren werden von den Industriepartnern und den beteiligten universitären Forschungseinrichtungen biologische Wirkungsmechanismen von Nanopartikeln systematisch untersucht und Expositionen am Arbeitsplatz gemessen. Auf der zweiten Ebene des *Wissensmanagements* wird das erzeugte Wissen in Kopplung mit relevantem Wissen aus publizierten Daten (Wissenschaftsjournale) von Projektpartnern wie z.B. der *DECHEMA*, dem *VDI-TZ* (Düsseldorf) und dem *ITAS* (Karlsruhe) in einer Datenbank erfasst und zielgruppenspezifisch (z.B. für Wissenschaft, Presse, Wirtschaft, Öffentlichkeit) aufbereitet. Im dritten Schritt des *Wissenstransfers*, den der *VDI-TZ*, das *ITAS*, das *ITG* und die *DECHEMA* organisieren, wird die Datenbank auf einer Webseite öffentlich gemacht. Darüber hinaus werden die Ergebnisse gegenüber Stakeholdern aus unterschiedlichen Bereichen wie Politik, Wissenschaft, Journalismus, Versicherungen und NGOs öffentlich in Dialogveranstaltungen kommuniziert (vgl. Krug 2006d).

Im Unterschied zu Observatorien wie dem *OMNT* zeichnet sich NanoCare dadurch aus, dass dieses Projekt nicht vorrangig ihm externe Wissenschafts- und Technikentwicklungen beobachtet und das Wissen darüber systematisiert. Dieses Observatorium beobachtet in erster Linie seine eigenen Forschungen an Nanopartikeln. In die Datenbank aufgenommen wird das Wissen, das durch die Charakterisierung der im ‚geschlossenen System‘ des Projektes hergestellten und getesteten Nanopartikel erzeugt wird. Ergänzend zu diesen Daten wird Wissen von außerhalb aus Fachpublikationen in die Datenbank integriert. Verkürzt gesagt: Das Beobachtete wird von NanoCare selbst hergestellt – und die Ergebnisse der Beobachtungen werden nach außen kommuniziert. Spezifische Anfragen von außen können NanoCare zu neuen ‚Selbst-Beobachtungen‘ anregen. Der Output von NanoCare liegt in der Entwicklung von Standards, die Arbeiten von Organisationen wie OECD, ISO (ISO AG TC229) ergänzen, und in der Entwicklung von Testverfahren und Wissen, das gesetzliche-regulatorische Maßnahmen zukünftig fundieren könnte. Er liegt des Weiteren in der Erzeugung von Wissen und Materialien, welches der risikoärmeren Entwicklung sowie Produktion nanotechnischer Materialien und schließlich – zielgruppenspezifischer – der Aufklärung über objektive Risiken von Nanopartikeln dienen könnte. Im Gegensatz zu Observatorien wie dem *Navigator-Network* wird der jeweilige Stand naturwissenschaftlichen Risikowissens nach außen vermittelt, dieses Fachwissen wird jedoch nicht hinsichtlich der gesellschaftlichen Implikationen der Nanotechnologie reflektiert und kommuniziert.

Zusammenfassung

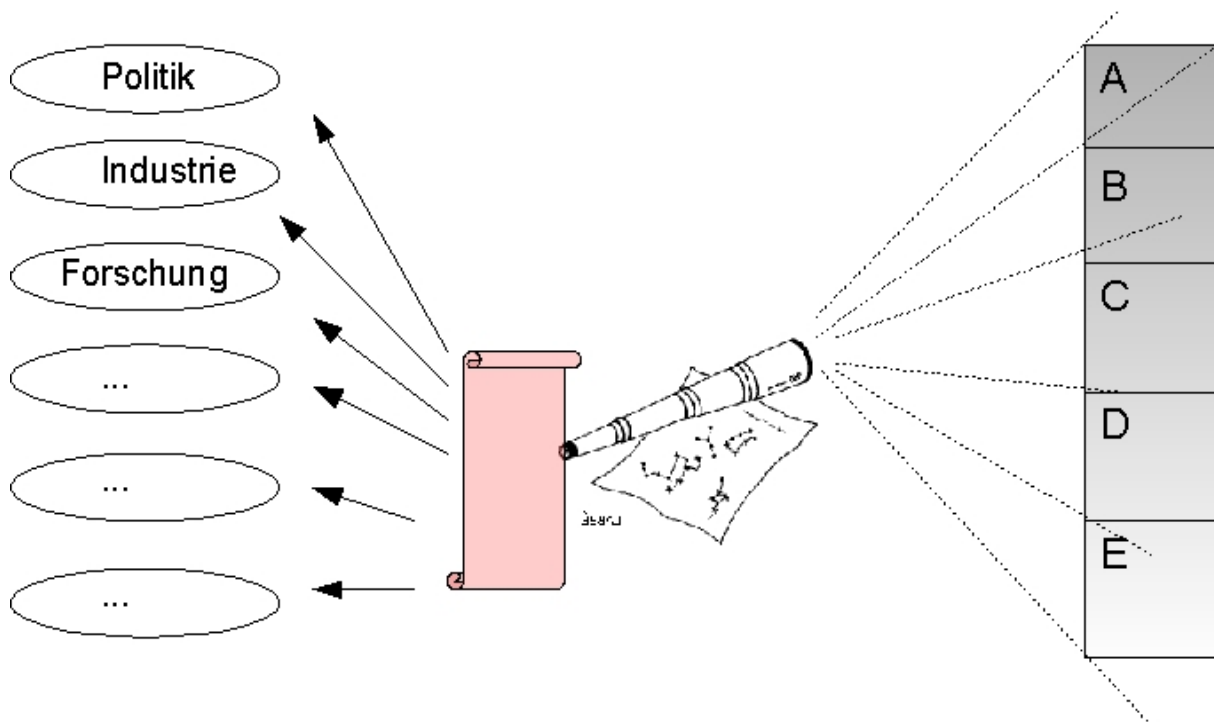


Abbildung 2: Funktionsweise des Observatoriums. Verschiedene Bereiche, z.B. aus Forschung und Entwicklung (A, B, ...), werden auf Informationen über neue Entwicklungen gesammelt, die dann zielgruppenspezifisch aufbereitet zur Verfügung gestellt werden (der Industrie, Politik ...).

Trotz der Unterschiede zwischen den vorgestellten Observatorien zeichnen sie sich durch eine Gemeinsamkeit aus: Sie *beobachten* – unter unterschiedlichen Fragestellungen und mit unterschiedlicher Systematik – Entwicklungen der Nanotechnologien. Aufgrund dieser Beobachtungen durch die beteiligten Experten wird fortlaufend Wissen generiert. Dieses Wissen wird von Experten über Internetplattformen (Webseiten) oder in zielgruppenspezifischen Dialogen *nach außen vermittelt* (vgl. Abbildung 2). Das Interface zwischen den Beobachtern im Observatorium und der Gesellschaft außerhalb ist ‚Information‘ – die Website oder die zielgruppenspezifische Wissensvermittlung durch Experten nach außen. Anfragen von außen sind, wenn überhaupt, in Entsprechung zur vorgegebenen Form der Wissensangebote möglich (bzw. werden je nach Fokus des jeweiligen Observatoriums bearbeitet). Die Observatorien dienen einer fortlaufenden Wissensgenerierung. Von deren Wissensfortschritten wird eine Beseitigung des enormen Nicht-Wissens erwartet, das bislang quantifizierende Kalkulationen der Chancen und Risiken von Nanotechnologien, Risiko-Minderungsmaßnahmen und entsprechende gesetzliche Regulierungen verhindert hat. Ein blinder Fleck der Observatorien ist dasjenige Nicht-Wissen, das mit jedem Wissensfortschritt neu erzeugt wird und gerade auch systematischer Natur sein kann (vgl. Kap. 1.2.).

2.3.2. Selbstregulierung

Angesichts der systematischen Defizite gesetzlicher Regulierung im Fall der ‚Nanotechnologie‘ werden Modelle der industriellen ‚Selbstregulierung‘ mittels mehr oder minder freiwilliger Verpflichtungen der Industrie – sogenannte *Codes of Conduct* – vorgeschlagen.

Beispiele:

a. Industrie-eigene Codes of Conduct

Im Kontext der Debatte um die Unbestimmtheit der Risiken von Nanotechnologien haben Unternehmen wie *Bayer*, *BASF* und *Degussa* eigene und spezielle „Codes of Conduct“ zur Nanotechnologie entwickelt. Diese gleichen allgemeinen Verhaltenscodes der Unternehmen, die Leitprinzipien des guten Umgangs unter den Arbeitern, mit Geschäftspartnern und Kunden vorschreiben und zu deren Beachtung sich die Unternehmen selbst verpflichten.

Im „Code of Conduct Nanotechnology“ von BASF (BASF 2006) wird beispielsweise die besondere Kompetenz von BASF als Produktentwickler betont, da nur auf der Basis konkreter Produkte eine rationale Bewertung und Einschätzung potentieller Risiken möglich sei. Diese Position impliziere eine besondere Verantwortung von BASF gegenüber den eigenen Mitarbeitern, Kunden, Lieferanten und allgemeiner der Gesellschaft und zukünftigen Generationen (BASF 2006: 1). Dieser Code of Conduct beinhaltet u.a. Maßnahmen zur Identifizierung und Minderung (bei der Herstellung nanotechnischer Produkte) entstehender Risiken für Mitarbeiter. Auch sollen nur Produkte vermarktet werden, die gemäß des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse als sicher gelten können. Zudem wird betont, dass die Ergebnisse der unternehmensinternen Risikoidentifizierungen und des Risikomanagements in eine Datenbank eingespeist und damit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Ebenso wird hervorgehoben, dass die Maßnahmen von BASF überall dort durchgeführt werden, wo noch keine gesetzlichen Regulationen vorhanden sind. BASF begreift die Umsetzung seiner im Code of Conduct benannten Maßnahmen damit als Beitrag zu einer Gesetzesentwicklung – z.B. durch die Entwicklung von Standardisierungen, die eine gesetzliche Regulierung erst möglich machen. Darüber hinaus verpflichtet sich die BASF zur aktiven Beteiligung am offenen und Vertrauen stiftenden Dialog mit der Gesellschaft.

Die Selbstverpflichtungen in industrie-eigenen Codes of Conduct beabsichtigen damit eine Form nicht-gesetzlicher Regulierung und sollen den Gesetzgeber entlasten. Die Frage bleibt jedoch, welches Ansehen bzw. welches Vertrauen firmeninterne Codes ohne ein neutrales und externes Monitoring in der Gesellschaft genießen können. Schließlich ist die Chemische Industrie stark durch vergangene Ereignisse wie bspw. Seveso oder Schweizer Halle belastet.

b. Codes of Conduct mit Verpflichtungen gegenüber einem Dritten

Die Entwicklung eines „Responsible Nano Codes“ für die Industrie unter einem Monitoring durch einen ‚neutralen Dritten‘, der die Einhaltung der Selbstverpflichtungen überwacht, wird

derzeit in Großbritannien diskutiert. Die *Royal Society* als Wissenschaftsakademie, *Insight Investment* als Investmentagentur und der Industrieverband *Nanotechnology Industries Association* (NIA) sind in einem Konsortium beteiligt. (www.responsiblenanocode.org). Entwickelt wird der Inhalt des Codes auf den Workshops einer Arbeitsgruppe, die aus Stakeholdern aus dem Industriebereich, der Wissenschaft und NGOs besteht (zum Verlauf siehe: <http://www.responsiblenanocode.org/pages/progress/index.html>).

Dieser freiwillige Code (ResponsibleNanoCode 2007) soll angesichts der ungewissen Bedeutungen der Nanotechnologie für Umwelt, Gesundheit und Gesellschaft (vergleichbar den industrie-eigenen Codes) den beteiligten Unternehmen als Orientierung zu einem verantwortlichen Handeln (inklusive entsprechender Risikoidentifizierungs- und Risikomanagementmaßnahmen) dienen (ebd.: 3-4). Organisationen und Unternehmen, die den Code übernehmen, verpflichten sich zum jährlichen Report über die Umsetzung der Prinzipien des Codes in eine gute Praxis (vgl. die sieben Prinzipien des Codes; ResponsibleNanoCode 2007: 7ff). Sie sollen die Ergebnisse aus der Praxis – vergleichbar den Observatorien – öffentlich auf einer Website zugänglich machen (ebd.: 4). Unklar bleibt in den Diskussionen des Konsortiums und der Arbeitsgruppe jedoch, wer bzw. welche Institution die Position des Dritten, also das Monitoring übernehmen soll:

“We are exploring a number of ideas to encourage the adoption of the Code, to monitor signatories’ compliance with it and evaluate their reporting on compliance. We would welcome any ideas or views on how this could be best achieved.” (<http://www.responsiblenanocode.org/pages/progress/index.html>)

Bislang konnte sich die Gruppe noch nicht auf eine Monitoring-Instanz einigen. Eine externe Instanz würde zwar einen Zugewinn an Glaubwürdigkeit, jedoch zugleich eine Abgabe von Autorität und Macht implizieren.

Ein anderes Beispiel für den Versuch, einen Handlungskodex zu entwickeln, der von einem gesellschaftlich akzeptierten Dritten überwacht werden soll, stellt das vom US-Konzern *DuPont* gemeinsam mit der NGO *Environmental Defense* erarbeitete „Nano Risk-Framework“ (ED-DuPont 2007) dar. Das Framework geht über einen allgemeinen Code of Conduct hinaus, indem es konkretere und ausgearbeitete Vorschläge zur Risikoerfassung und –minimierung entlang der gesamten Produktionsschiene vorstellt. Auch das Risk-Framework versteht sich als ein Modell, das von anderen Unternehmen und Organisationen übernommen werden könnte. Das seit 2005 erarbeitete Risk-Framework soll einer selbstverantwortlichen Wissensgenerierung der beteiligten Unternehmen und Organisationen dienen. Das Modell würde in der Praxis fortlaufend Informationen über Risiken produzieren. Über alle Phasen des Produkt-Lebenszyklus könnten die beteiligten Unternehmen und Organisationen ihre Beobachtungen und Befunde integrieren. Somit würde ein für alle Beteiligten zugängliches Wissen bereitgestellt – als Orientierungshilfe bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen des Risikomanagements (ED-DuPont 2007: 7-10).

Die direkte Kooperation des Chemiekonzerns mit der Umweltorganisation soll das gesellschaftliche Vertrauen in diese Maßnahme einer selbstverpflichtenden Regulierung der Industrie fördern. An den bisherigen Diskussionen dieses Modells zeigt sich jedoch, dass solche Kooperationen zwischen Industrie und NGOs kritisch beobachtet werden und NGOs in den Verdacht geraten, sich als PR-dienliche Akzeptanzbeschaffer zu ‚verkaufen‘ (vgl. Burton 2006).

Fragen bezüglich dieses Frameworks betreffen damit die angestrebten Formen ihrer Verbreitung und Übernahme, den Grad der Verpflichtung, der sich daraus für die beteiligten Unternehmen ergibt, und schließlich wieder die Rolle des Monitorings: Fungieren die NGOs als Partner in der Umsetzung und gleichzeitig als Monitoring- und Compliance-Instanz? Oder wird eine industrieinterne Lösung angestrebt?

c. Codes of Conduct in Multi-Stakeholder-Systemen

Einen Code of Conduct soll auch eine der drei Arbeitsgruppen des *NanoDialog 2006-2008* der deutschen Bundesregierung erarbeiten (BMU 2007b; BMU 2007a). Der NanoDialog wurde im Herbst 2006 am *Bundesministerium für Umwelt- und Reaktorsicherheit* (BMU) eingerichtet und wird von der von Wolff-Michael Catenhusen geleiteten *Nanokommission* begleitet. Die Ergebnisse der Kommission sollen 2008 vorliegen (BMU 2007b).¹⁰ An NanoDialog und Nanokommission sind Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden (z.B. *BASF, Henkel, Degussa, Nanogate, Verband der Chemischen Industrie, Berufsverband der Deutschen Industrie*), Umwelt- und Verbraucherschutzverbände (z.B. *BUND, Verbraucherzentrale Bundesverband*), Arbeitsnehmersvertreter (*Deutscher Gewerkschaftsbund*) und staatliche Vertreter (*BMU, BMBF, Bund/Länderausschuss für Chemikaliensicherheit*) beteiligt.

Eine von drei technischen Arbeitsgruppen des NanoDialogs ist für die Erarbeitung eines „Leitfadens für einen verantwortungsvollen Umgang mit Nanomaterialien“ zum vorsorgenden Schutz von Arbeitnehmern, Verbrauchern und der Umwelt“ zuständig (BMU 2007b; zu den anderen zwei Arbeitsgruppen vgl. Kap. 2.3.3.). Ziel der Arbeitsgruppe ist es – vergleichbar mit den zuvor genannten internationalen Bestrebungen zur Erarbeitung eines Codes of Conduct für die Nanotechnologie – einen Code für die Praxis zu entwickeln, den möglichst viele Unternehmen in der Praxis (Herstellung wie Anwendung) verwenden können und der vergleichbare Initiativen in der OECD und EU mit einbezieht (ebd.). Die Arbeit der Arbeitsgruppe wird als ein „vom Prinzip der Vorsorge (precautionary principle) getragener Umgang mit Nanomaterialien“ begriffen. Er impliziert „Prozesse der Verständigung zwischen wichtigen gesellschaftlichen Akteuren über Anforderungen an einen vorsorgenden Schutz von Ar-

¹⁰ Der NanoDialog ist unter anderem aus dem vom BMU initiierten Stakeholder-Dialog zu synthetischen Nanopartikeln (z.B. Lahl 2005; Claus&Lahl 2006: 3) und einer gemeinsamen „Nanotechnologie: Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanopartikeln – Forschungsstrategie“ der *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* (BAuA), dem *Bundesinstitut für Risikobewertung* (BfR) und dem *Umweltbundesamt* (UBA) hervorgegangen (UBA et al. 2006; www.dialog-nanopartikel.de).

beitnehmern, Verbrauchern und der Umwelt auf dem Feld der Nanotechnologie“ und findet parallel zu Prüfungen „gesetzlicher Regelungen [...] auf ihre Anwendbarkeit für Nanomaterialien“ statt (ebd.). Der zitierte Bezug auf das Vorsorgeprinzip bleibt unbestimmt (vgl. die in Kap. 2.2.4. beschriebene reduzierte Anwendung eines Vorsorgegedankens).

Nach dem Vorschlag des BMU-Ministerialdirektors Uwe Lahl für einen „Risikoradar“ könnte eine am ‚Vorsorgegedanken‘ orientierte eigenverantwortliche Selbstregulierung der Industrie folgendermaßen funktionieren (Lahl 2006a): Ein Code of Conduct würde eine Festlegung sog. „No-Go-Areas“ zum einen und von nützlichen „Innovationsräumen“ zum anderen durch die Industrie beinhalten. Flexibler als eine gesetzliche Regelung ließen sich die im Code definierten No-Go-Areas und Innovationsräume in Abhängigkeit vom jeweils aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik anpassen. „Auf aktuelle Vorkommnisse oder neue wissenschaftliche Ergebnisse“ könnte, so Lahl, „zeitnah reagiert werden.“ (ebd.: 52). Bislang ist sich die Nanokommission noch unklar darüber, ob ein solcher flexibler Code (bzw. „Risikoradar“) gesetzlich-regulatorisch oder durch eigenverantwortliche Selbstbindung umgesetzt werden sollte.

Vergleichbar den zuvor analysierten Entwürfen von Codes of Conduct beinhaltet diese selbstregulierende Maßnahme eine flexible Anpassungsfähigkeit durch die integrierten Mechanismen der Wissensgenerierung. Offen bleibt jedoch – wie bei den anderen Modellen – welche Institution die Beachtung des Codes kontrollieren soll. In der Etablierungsphase tritt in diesem Modell – im Kontrast zu den anderen Modellen – der Staat als der Dritte auf, der Multi-Stakeholder-Verständigungen über den Code moderiert. Sollte der Staat auch die Rolle der Compliance-Überwachung übernehmen, so ergeben sich Fragen nach dem Status des Staates in dieser Funktion: In wieweit ist der Staat selbst ‚neutral‘ – *de facto* und vor allem in der öffentlichen Wahrnehmung?

Zusammenfassung

Die Varianten des Modells ‚Selbstregulierung‘ lassen sich als am Vorsorgegedanken (vgl. Kap. 2.2.4.) orientierte, erweiterte Regulierungsmaßnahmen betrachten, die ein den Entwicklungs- und Produktionsprozess begleitendes flexibles Handeln – im Sinne von Nutzen der Innovationschancen und Minderung der Risiken – bewirken könnten, gerade, weil sie von Herstellern und Anwendern selbst betrieben werden sollen. Alle Beispiele beinhalten Generierungen von Wissen, welches öffentlich gemacht und damit von anderen Produzenten und Interessenten der Gesellschaft genutzt werden könnte. Die Implementierung der Codes of Conduct in die Praxis könnte auch zur Produktion des Grundlagenwissens beitragen, welches zukünftig eine Anpassung von Gesetzen möglich machen soll. Aufgrund der produktbezogenen Wirkung als Code of *Practice* würde der Gesetzgeber entlastet. Es würden Bereiche ‚reguliert‘, die gesetzlich gar nicht erfasst werden können. Die Verbindlichkeit der Beachtung der Codes soll allein schon durch die Drohung des Ansehensverlusts der Unternehmen in der Gesellschaft gewährleistet sein.

Das gesellschaftliche Vertrauen in diese Form der Selbstregulierung könnte befördert werden, wenn ein solcher Code nicht von der Industrie alleine, sondern aus einem Konsortium unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteure entwickelt und die Einhaltung von einem als ‚neutral‘ wahrgenommenen Dritten überwacht würde. Doch gerade ein geeigneter Dritter scheint schwer bestimmbar zu sein. Glaubwürdigkeit und Vertrauen in die Selbstregulierung erscheinen als Zentralproblem der gesellschaftlichen Legitimierung der weitgehend in geschlossenen Expertengruppen erarbeiteten Codes, welche allesamt auch eine Verantwortungsabgabe des Gesetzgebers an Privatinteressen implizieren. Auch bei einer Überwachung der Einhaltung des Codes durch einen geeigneten Dritten verbleibt das Problem mangelnder *öffentlicher* Aufsicht. Eine *politische Transparenz* ist in diesem System nicht gewährleistet: unter anderem, weil die genauen Zielsetzungen der zahlreichen Varianten von Codes of Conduct sehr unübersichtlich sind und keinen einheitlichen Maßstab besitzen. *Interventionsmöglichkeiten* von außen bei Unzulänglichkeiten der Codes oder Nichtbefolgung sind sehr begrenzt. Zudem wird bei dieser Art wissensbasierter Selbstregulierung noch kein gesellschaftlich verantwortbarer Umgang mit – sich gerade im Produktionsprozess zeigenden – *systematischen* Wissensgrenzen (vgl. Kap. 1.2.) entwickelt. Unser Modell einer *Raster-Sonden-Agentur* (R-S-A) wird dagegen sowohl das in den Wissensgenerierungen der Codes of Conduct als auch das Wissen über systematische Wissensgrenzen in ein reflexives Urteilsverfahren integrieren (vgl. Kap. 3.3.).

2.3.3. Dialog

Zu einem am Vorsorgegedanken (vgl. Kap. 2.2.4.) orientierten Umgang mit Nanotechnologien werden national und international initiierte Diskursverfahren gerechnet, in denen sich Experten bzw. Stakeholder aus vielen gesellschaftlichen Bereichen – z.B. Wissenschaft, Industrie, Versicherer, Gewerkschaften, Behörden, Verbänden, NGOs, Konsumenten, Bürger – je nach Verfahren in unterschiedlicher Form über die Chancen, den Nutzen und die Risiken und ggf. notwendigen gesetzlichen Regulierungsmaßnahmen verständigen.¹¹ Diese Dialoge legitimieren die vor- und selbstregulatorischen Maßnahmen durch Observatorien und Codes of Conduct der Industrie.

Beispiele

a. Multi-Stakeholder-Dialoge

Multi-Stakeholder-Dialoge sollen zum einen aufgrund des gegenseitigen Austausches von Fachwissen und Erfahrungen einer besseren Abschätzung der Chancen bestimmter Produktentwicklungen sowie der gesundheitlichen, umweltbezogenen und sozialen Risiken dienen. Zum anderen soll der Verständigungsprozess mit möglichst vielen Repräsentanten aus den

¹¹ Z.B. BMU 2007c; zu vorangegangenen BMU Stakeholderdialoge zu synthetischen Nanopartikeln vgl. Löchtefeld 2005 und: www.dialog-nanopartikel.de; zu OECD-Workshops z.B. Dubbert 2005; zum VCI-Stakeholderdialog Grobe 2005; zu EU-Dialogen Grobe 2007; zur Bedeutung der Dialogverfahren im EU-Aktionsplan 2005-2009 Hellsten 2005.

unterschiedlichsten gesellschaftlichen Bereichen stattfinden. Das Verfahren selbst soll das Eingehen hypothetischer Risiken zugunsten der Nutzung der erwünschten Potenziale nanotechnologischer Entwicklungen gesellschaftlich akzeptabel machen und legitimieren.

Zum Beispiel entwickelte das von der EU geförderte Projekt *Nanologue*¹² im Verständigungsprozess zwischen Wissenschaftlern und anderen Experten zwei Tools. Diese sollen zur Strukturierung der Kommunikation von Multi-Stakeholder-Dialoge und zur Vermittlung von gesundheitlichen, umweltbezogen und sozialen Implikationen der Nanotechnologie an Experten und interessierte Bürger eingesetzt werden.

- Zum einen wurden drei *Zukunftsszenarien* – Katastrophenfall, gute Regulierungspraxis und technologische Revolution – zur möglichen Entwicklung der Nanotechnologie bis ins Jahr 2015 entwickelt, mit deren Hilfe interessierte Personen sich in einer strukturierten Weise und befördert durch eine narrative Einbettung wissenschaftlicher Fakten gemeinsam verständigen können (vgl. *Nanologue* 2006; zur narrativen Einbettung Wiedemann 2000+2005).
- Zum anderen wurde das *Online-Tool* „*NanoMeter*“ (www.nanologue.net) produziert, das Forschern und Produktentwicklern in einfacher Weise ein Verständnis der gesellschaftlichen Implikationen ihrer Anwendungen während der Produktforschung und Entwicklung ermöglichen soll. In einem Frage- und Antwortschema machen Interessierte Angaben zu ihrem Produkt, den verwandten Materialien und dem Anwendungsbereich; der Nanometer nimmt einen internen automatisierten Datenbankabgleich mit den damit verbundenen ethischen und gesellschaftlichen Problemfeldern vor und weist den Anwender darauf hin.

Der Schwerpunkt von *Nanologue* liegt, so betrachtet, in der Entwicklung von *Kommunikationswerkzeugen* für Dialogverfahren. Dagegen zielen, um ein anderes Beispiel zu nennen, der bereits genannte *NanoDialog 2006-2008* am BMU (BMU 2007b; vgl. auch Kap. 2.3.2.) und die *Nanokommission* (mit Hilfe von drei Arbeitsgruppen und Workshops, an denen Experten aus dem Forschungs-, Regulierungs-, Wirtschaftsbereich, NGOs, Gewerkschaften etc. teilnehmen) auf die Erarbeitung von *Wissensbeständen*, die aus dem gemeinsamen Verständigungsprozess hervorgehen. Generiert wird in fortlaufenden Dialogen *Wissen*

- über Chancen für Umwelt und Gesundheit (in Form einer Beschreibung von Nano-Produkten mit einem nachprüfbar Vorteil für Umwelt und Verbraucherschutz),
- über den Bedarf einer interdisziplinären Risiko- und Sicherheitsforschung durch die Identifizierung von zu schließenden Wissens- und gesetzlichen Regelungslücken (in Form von konkreten Projektvorschlägen)
- und schließlich – basierend auf diesen Wissensbeständen – über einen Leitfaden bzw. Codes of Conduct zum verantwortlichen Umgang mit Nanomaterialien.

¹² *Nanologue* (www.nanologue.net) wurde vom *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie* (vertreten durch Volker Türk), vom *Britischen Forum for the Future* (vertreten durch Hughes Knowles), von der *triple innova* (vertreten durch Holger Wallbaum) und der *EMPA*, St. Gallen/Schweiz (vertreten durch Hans Kastenholz) durchgeführt.

Eine Vermittlung der Ergebnisse an die breitere Öffentlichkeit – im Sinne einer Bürgeraufklärung – ist dabei nicht vorgesehen. Erarbeitet werden die Wissensbestände nicht-öffentlich durch vom BMU eingeladene Stakeholder.

Stakeholder-Dialoge sind ebenso in dem vom BMBF und der Industrie gemeinsam geförderten Verbundprojekt *NanoCare* (vgl. Kap. 2.3.1.) vorgesehen. Zusätzlich zur Ergebnispräsentation auf der Website werden die Forschungsergebnisse von NanoCare in Multi-Stakeholder-Workshops diskutiert (z.B. BMBF 2007) und über Multiplikatoren sowie im Rahmen von Bürger-Dialogen in der Öffentlichkeit kommuniziert (z.B. BMBF 2008). Mitarbeiter von NanoCare sind darüber hinaus an Maßnahmen der Öffentlichkeitsaufklärung beteiligt – so z.B. der Projektleiter Harald Krug an der vom *Deutschen Museum*, München, gestarteten Aktion *Nanobotschafter* (<http://www.nanobotschafter.de>). An die ‚Nanobotschafter‘ – Experten für unterschiedliche Bereiche (Toxikologie, Oberflächenphysik, Biologie, etc.) – können Bürger Anfragen richten und werden auf der Basis wissenschaftlichen Fachwissens informiert.

Die Grundlage der Wissensproduktionen in den drei Beispielen der Multi-Stakeholder-Dialoge ist das vorwiegend naturwissenschaftliche Fachwissen der Experten, welches durch weiteres Fachwissen ergänzt wird (z.B. industrielles Wissen, Planungswissen, Regulierungswissen etc.). Dieses Wissen soll möglichst umfassend sein; vermittelt wird es nach außen in vorgegebenen Formen. Geht es bspw. bei NanoCare um die Vermittlung harter Fakten, geben die Szenarien von Nanologue die Formen vor, wie man sich über die Nanotechnologie zu verständigen hat. Gemeinsam ist den Beispielen zudem, dass gesellschaftliche Legitimation und Akzeptanz außer durch die Transparenz des vermittelten Multi-Experten-Wissens dadurch erzeugt werden soll, dass an den Stakeholder-Dialogen eine Bandbreite an Experten beteiligt ist, die von den Initiatoren der Dialoge als ‚wichtigste‘ (bzw. ‚repräsentative‘) Experten der Gesellschaft für Nanotechnologien erachtet werden. Die Wissensvermittlung ist transparent, die Wissensproduktion findet jedoch in nicht-öffentlichen Verfahren statt.

b. Integrative Risk-Governance

Ein anders gelagertes Beispiel für das Dialogmodell sind sogenannte ‚Neue Formen der Risikokommunikation‘, die in institutionelle Praktiken der natur- und technikwissenschaftlich orientierten Risikoabschätzung integriert werden. Das Grundproblem mangelnder gesellschaftlicher Akzeptanz und des riskanten Umgangs mit Techniken sehen Regulierungsinstitutionen, wie z.B. das *Bundesinstitut für Risikobewertung* (BfR), in einer fehlerhaften Risikokommunikation. Ein Manual zur ‚richtigen‘ Risikokommunikation mit allen beteiligten Akteuren – z.B. innerhalb eines Unternehmens – wurde im Auftrag des BfR von der ehemaligen *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* unter Leitung des Soziologen Ortwin Renn erarbeitet (Renn et al. 2005). Das mehrstufige Verfahren integriert – vergleichbar den Vorschlägen der *Risikokommission der Bundesregierung* (Risikokommission 2003) –

auch eine Abschätzung von Risikowahrnehmungen und Handlungen. Die Bewertung dieser Faktoren entzieht sich (logischerweise) jeder naturwissenschaftlich orientierten Risikoabschätzung.

Für die Abschätzung, Bewertung und Kommunikation von Risiken im Fall der ‚Nanotechnologie‘ hat das *International Risk Governance Council* (IRGC) in Genf, unter Mitarbeit von Renn, das Modell einer „integrative risk governance“ (Renn 2005a) entworfen. Die Notwendigkeit dieses integrierten Risiko-Managements wird mit dem vielseitigen Nicht-Wissen über potentielle Risiken in Wissenschaft und Gesellschaft und folglich mit den Ungewissheiten der Auswirkungen von Nanotechnologien begründet. Das Modell verbindet die (natur- und technikwissenschaftliche) Risiko-Abschätzung mit einem „Concern-Assessment“ (Renn&Roco 2006). Dieses soll gerade in öffentlichen Dialogveranstaltungen Risikowahrnehmungen, gesellschaftliche Bedenken und sozioökonomische Implikationen erfassen. Risk- und Concern-Assessment zusammen genommen, sollen in spezifischen Bereichen der ‚Nanotechnologie‘ eine wissenschaftliche Risikocharakterisierung und eine normativ Risiko-Bewertung ermöglichen. Die Ergebnisse des integrierten Verfahrens sollen in konkreten Risikomanagement-Maßnahmen münden (vgl. Abbildung 3).

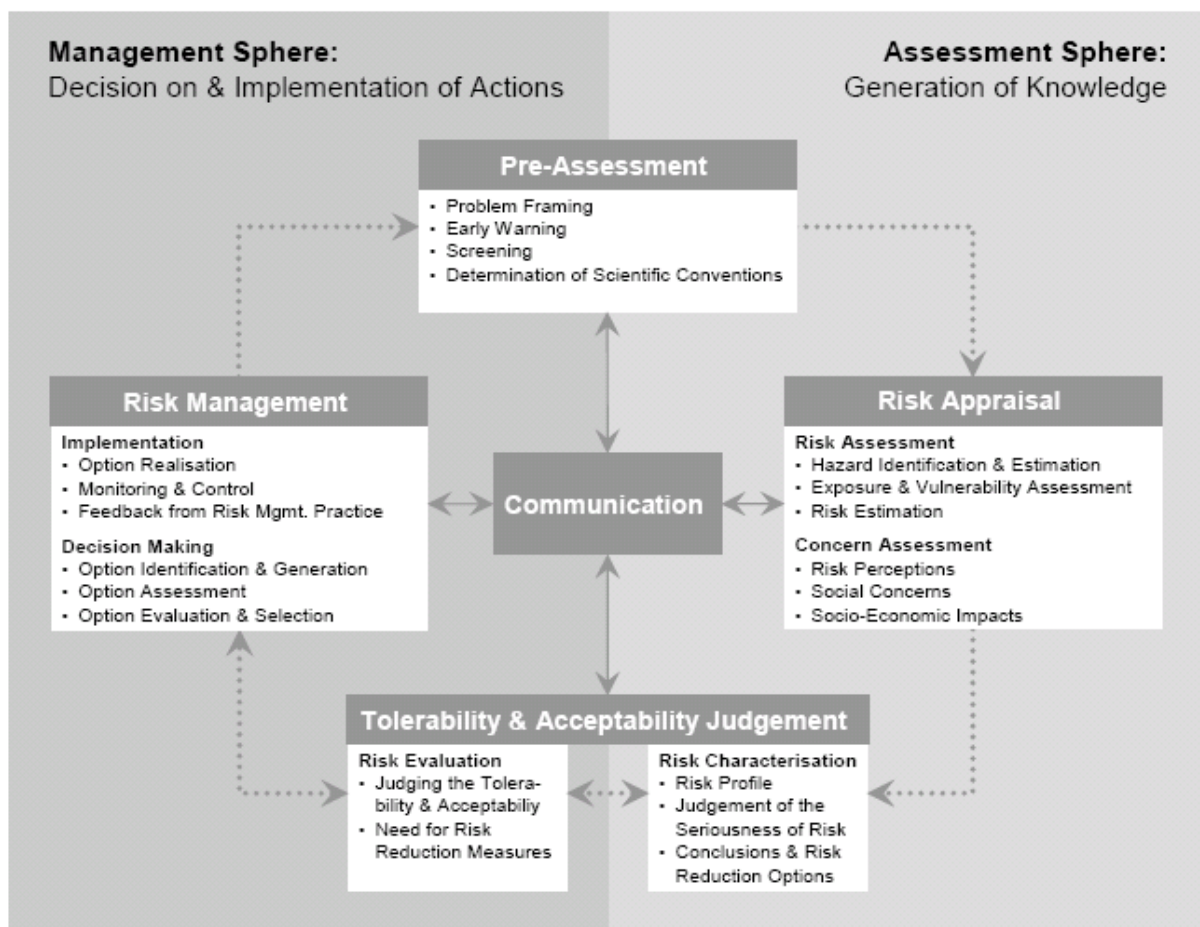


Abbildung 3: Integrative-Risk-Governance (Grafik aus Renn 2007)

Dieses Modell soll zum einen regulatorische Maßnahmen zur Nanotechnologie ermöglichen, die sich nicht allein über die Wissensgenerierungen der naturwissenschaftlich-technischen Risikoforschung begründen lassen. Das Modell soll zum anderen zu einer größeren gesellschaftlichen Akzeptanz führen, da es ebenso subjektive Wahrnehmungen, gesellschaftliche Bedenken und sozioökonomische Aspekte berücksichtigt. Die Zusammenarbeit der deutschen Bundesregierung mit dem IRGC gehört zu einer aus dem „Nano-Initiative-Aktionsplan 2010“ (BMBF 2006) resultierenden Maßnahme (dazu Bundesregierung 2007).

Vergleichbar den Diskursverfahren der Multi-Stakeholder-Dialoge beinhaltet dieses Modell auch Wissensgenerierungen für ‚regulatorische‘ Vorsorgemaßnahmen. Im Kontrast zu den Multi-Stakeholder-Dialogen wird kein Wissen über den Nutzen von Nanotechnologien produziert. Das Modell zielt auf die Identifizierung von und das Management des Umgangs mit Risiken. Die Zusammenschau und Berücksichtigung unterschiedlicher Risikofaktoren und Risikokonzepte in den Dialogverfahren soll das Eingehen von Risiken – auch bei enormen Nicht-Wissen der gesundheitlichen, umweltbezogenen und gesellschaftlichen Auswirkungen von Nanotechnologien – legitimieren und in gesellschaftlich abgefederter Form möglich machen.

c. Plattformen öffentlicher Partizipation

Bei den Multi-Stakeholder-Dialogen und den Praktiken der Risikokommunikation handelt es sich um sog. *Downstream-Verfahren*. Das relevante Wissen wird hier von Experten produziert und an die ‚Laien‘ außerhalb der Verfahren vermittelt. Meist sind wissenschaftliche Rationalisierungen von Ungewissheiten oder Befürchtungen der Ausgangspunkt dieser zielgerichteten und zielgruppenspezifischen Wissensvermittlungen. Reine Downstream-Verfahren werden gerade in Großbritannien aufgrund der Genfood-Erfahrung sehr kritisch betrachtet. So fordert z.B. die *Royal Society* (RSRAE 2004; Pidgeon et al. 2007) die Integration von *Upstream-Modellen*, die auch Befürchtungen und Hoffnungen – allgemein das ‚Laienwissen‘ – von Bürgern ernst nehmen. Upstream-Verfahren orientieren sich bei ihren fachlichen Überlegungen am konkreten Nutzen und der Einbettung von Technologien in Lebenswelten, welche sich im ‚Laienwissen‘ artikulieren sollen. In diesem Sinne hat bspw. der *Trink-tank* DEMOS in Kooperation mit der Universität Lancaster sozialwissenschaftliche ‚Upstream-Experimente‘ durchgeführt. In diesen experimentellen Verfahren wurden Bewertungen und Verständigungen über Nanotechnologien durchgeführt. Ausgangspunkt waren gesellschaftliche Imaginationen zur Nanotechnologie, die von Experten angeboten, aber von den teilnehmenden Bürgern entwickelt wurden (z.B. Nanotechnologien in der Gesundheitsversorgung). Diskussionsgrundlage waren damit nicht von Experten vermittelte, technische Details (Kearnes et al. 2006).

Bei der Integration von Upstream-Verfahren in vor- und selbstregulatorische Dialoge zur Nanotechnologie werden Upstream-Ansätze praktisch immer mit Downstream-Verfahren kombiniert. Man sucht dezidiert einen Mittelweg. ‚*Midstream*‘ lautet der entsprechende Ter-

minus: Er bezeichnet den Versuch von Wissenschaftlern und Ingenieuren, gesellschaftliche Aspekte für ihre Arbeit relevant zu machen (vgl. Fisher 2006). Ein Beispiel der Kombination von Downstream- und Upstream-Verfahren in Plattformen öffentlicher Partizipation ist die 2005 initiierte britische *NanoJury* (<http://www.nanojury.org.uk>):

“The Nanojury was meant as a contribution towards presenting a non-specialist perspective on [the questions of nanotechnology] as well as being an opportunity for citizens to have a voice on an issue that they had chosen”.
(www.nanojury.org.uk)

Die NanoJury wurde von mehreren Stakeholdern getragen.¹³ Expertenwissen wird von Wissenschaftlern, NGOs und Industrie an eine aus allen Schichten der Gesellschaft zufällig ausgewählte, 25-köpfige Bürgerjury weitergegeben (downstream). Von den Bürgern fließen Wissen, Kritik, Anregungen und Fragen (upstream), auch in Form von Empfehlungen, an die Wissenschaftler zurück. Diese sollen von den Bürgern lernen, über die sozialen Aspekte von Wissenschaft und Technologie zu reflektieren und ihre Forschungen am von den Bürgern artikulierten Nutzen auszurichten. Ziel ist eine Demokratisierung von Technologieentwicklungen (z.B. Singh 2006; Parr 2006; NanoJury 2006a+b; Welland&Doubleday 2006; Telford 2005). Eine Reaktion auf die Ergebnisse der NanoJury durch die Politik war zugesagt, fand bis dato jedoch nicht statt:

“Despite a promise, made in September 2005 by a senior official at the Department of Trade and Industry (DTI), to provide a response to the Nanojury’s provisional recommendations ‘in the short term’, this has neither been fulfilled, nor its absence explained.” Aber immerhin: “The Sciencewise programme, funded by the DTI, has supported some projects that move away from the crude application of off-the-shelf citizens’ juries or other simplistic upstream engagement techniques and towards processes that respect citizens’ rights to shape participatory processes” (<http://www.ashby-design.co.uk/nano/future.html>).

Im Prinzip liegt ein solche Kombination von Down- und Upstream-Verfahren auch der vom BfR initiierten und vom *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung* (IÖW) und dem *Unabhängigen Institut für Umweltfragen* (UfU) im November 2006 in Berlin durchgeführten „Verbraucherkonferenz zur Nanotechnologie“ in den Bereichen Lebensmittel, Kosmetika und Textilien zugrunde (Zimmer 2007; BfR 2007). In Klausur beschäftigte sich hier eine Bürgergruppe mit der Materie und formulierte Fragen, die dann einem von der Gruppe ausgewählten Expertengremium öffentlich präsentiert wurden. Das abschließende Verbrauchervotum wurde öffentlich Politikern übergeben. Zu den Ergebnissen des Votums gehört vor allem die – wenn auch nicht sehr differenzierte – Forderung nach einer Kennzeichnungspflicht im Lebensmittelbereich und nach verantwortungsvollem Umgang der Industrie.

Im Vergleich zu den Downstream-Modellen (Multi-Stakeholder-Dialoge und integrative Risk-Governance) werden durch die ‚Plattformen öffentlicher Partizipation‘ keine um-

¹³ Zu diesen Stakeholdern zählen *Greenpeace*, *The Guardian Newspaper*, *Cambridge University’s Nanoscience Centre* und *FRONTIERS Network of Excellence in Nanotechnology* sowie *Policy, Ethics and Life Sciences Research Centre (PEALS)* der University of Newcastle.

fangreichen Wissensbestände produziert. Ob es in bisherigen Verfahren wie der Nano-Jury oder der Verbraucherkonferenz Lerneffekte zwischen Experten und Bürgern (in beide Richtungen) gab – hier läge ein Novum dieser Verfahren –, lässt sich aus den Ergebnispublikationen nicht rekonstruieren. Entsprechend monieren auch Experten für Risikokommunikation die geringe Ergiebigkeit dieser Verfahren bezüglich des messbaren Outputs im Vergleich zu den genannten Downstream-Dialogen. Diese Einschätzung entspricht aber einer Perspektive, die solche Verfahren als Vorsorgemaßnahmen einer erweiterten Regulierungskonzeption begreift. Dialoge sind aus dieser Sicht vorrangig Verfahren der Wissensgenerierung zum Zwecke der Regulierungsfundierung und deren Legitimation durch Partizipation.

Zusammenfassung

Dialogmodelle erfüllen damit vor allem zwei Funktionen: Erstens sollen sie vergleichbar den Observatorien und Praktiken der Selbstregulierung fortlaufend spezifischeres Wissen über mögliche Nutzungen und Risiken der Nanotechnologie produzieren. Hierbei handelt es sich um eine Generierung von Wissensarten (wie z.B. Investmentinteressen, Vorlieben von Nutzern, Wahrnehmungen usw.), welche die Observatorien (vorwiegend wissenschaftliches Wissen) und Selbstregulierungen (Produktions- und Herstellungswissen) nicht produzieren können. Zweitens soll die Integration von immer mehr Akteuren in diese Wissensproduktionen den Gesetzgeber *legitimatorisch entlasten* und durch Transparenz (möglichst umfassende Information, geregelte Kommunikation und Partizipation) gesellschaftliche *Akzeptanz* für Förderung und Nutzung der Nanotechnologie schaffen, auch wenn aufgrund vieler Ungewissheiten die Unsicherheiten und Risiken präventiv nicht minimiert werden können. Man könnte sich aber auch fragen: Was hat soviel Diskurs eigentlich noch mit Regulierung – und auch mit dem Vorsorgegedanken als Legitimation vor- und selbstregulatorischer Maßnahmen – zu tun, wenn die Verbindungen zwischen den Dialogverfahren und der tatsächlichen regulatorischen und forschungspolitischen Praxis bestenfalls fragil sind?

2.4. Ergebnis: Überforderung der Regulierung

In der Zusammenschau haben diese Maßnahmen einer erweiterten Regulierungskonzeption folgende (theoretische) Effekte:

1. eine permanente und sich immer weiter ausdifferenzierende Beobachtung und Systematisierung von allen möglichen Faktoren (toxikologische, wirtschaftliche, gesellschaftliche bis weltanschauliche), die in der Zukunft irgendwie mit nanotechnischen Produkten (in Forschung, Anwendung, Vermarktung, Konsum, Entsorgung) zu tun haben könnten;
2. spezifische Formen eines Monitorings industrieller Selbstregulierung als Legitimation der Selbstentlastung des Gesetzgeber-Staates;
3. zielgerichtete und zielgruppenspezifische Kommunikationsformen, um die Erweiterungen der Regulierung zu legitimieren – und mit der Absicht, sie gesellschaftlich akzeptabel zu machen.

Diesen drei Ausweitungprozessen liegt freilich oft die Annahme zugrunde, man habe es bei den Unsicherheiten der Nanotechnologie vorrangig mit epistemischen Unsicherheiten (d.h. mit Noch-Nicht-Wissen) zu tun, die durch fortlaufende Transformationen von Nicht-Wissen in positives Wissen – Beobachtungen kombiniert mit Selbstregulierungen und Dialogen – eingeholt werden könnten.

Zweifellos wird das durch permanente Aufmerksamkeit fortlaufend generierte Wissen für Handlungen der Regulierungsbehörden grundlegend sein. Es wird der Industrie als Planungs- und Orientierungswissen dienen. Es wird den Gesetzgeber entlasten und Innovationsprozesse der Nanotechnologie fördern, da dieses Wissen politische Entscheidungen flexibel und vor dem jeweils aktuellsten Stand von Wissenschaft und Technologie legitimiert.

Ob damit jedoch ‚Sicherheit‘ – entsprechend des umfassenden Anspruchs einer sicheren und robusten Einbettung der Prozesse in die Gesellschaft – erreicht wird, bleibt fraglich. Denn setzt eine solche gesellschaftlich abgedeckte (oder „sozial-robuste“, Nowotny et al. 2004) Einbettung nicht eine ansprechbare Instanz voraus, die aufgrund der systematischen Defizite klassisch-gesetzlicher Regulierung dennoch die Ideale öffentlicher Aufsicht, politischer Transparenz, Rechtssicherheit und der Intervention garantiert, indem sie das unterschiedliche Wissen und die vielseitigen Kompetenzen der Maßnahmen ‚erweiterter Regulierung‘ in ein reflexives Urteilsverfahren integriert?

Bei den fortschreitenden Wissensgenerierungen durch die analysierten Modelle der erweiterten Regulierungskonzeptionen handelt es sich zumindest um einen unendlichen Prozess, der mit jedem Wissen auch immer mehr Nicht-Wissen produziert. Es entstehen damit immer wieder neue Unsicherheiten, die erneut eingeholt werden müssen – es sei denn, man lässt die Annahme epistemisch bedingter Ungewissheiten als vorrangige Ursache der Regulierungsproblematik hinter sich und geht von ‚prinzipiellen Unbestimmtheiten‘ aus, die durch keine präventive Wissensgenerierung aufgelöst, sondern nur in Form eines die Entwicklung, Produktion und Diskurse begleitenden *reflexiven Urteilsverfahren* behandelt werden können. Dieses Verfahren würde die Wissensgenerierungen und die Haltung permanenter Aufmerksamkeit integrieren.

Das reflexive Urteilsverfahren, für das die im folgenden dargestellte *Raster-Sonden-Agentur (R-S-A)* das institutionelle Modell ist (vgl. Kap. 3), orientiert sich an den Prinzipien der klassischen gesetzlichen Regulierung. Als Maßnahmen ‚erweiterter Regulierung‘ sind dagegen – zusammengefasst – Verfahren zu begreifen,

- die über das Instrumentarium gesetzlicher Regulierung *hinausgehen*, indem sie auf die Eigenverantwortung der Industrie, permanente Aufmerksamkeit und Wissensgenerierung setzen sowie Dialogverfahren als Legitimation dieser Überschreitung einsetzen, und
- die sich damit von Möglichkeiten *öffentlicher Aufsicht, politischer Transparenz, Interventionsmöglichkeiten, Rechtssicherheit und ansprechbarer Autorität* zurückziehen und damit den umfassenden Sicherheitsansprüchen der Gesellschaft an die ‚Nanotechnologie‘ nicht gerecht werden können.

3. Institutionelles Modell: Die Raster-Sonden-Agentur als reflexives Urteilsverfahren

3.1. Ziele und Anforderungen

Ziel des reflexiven Urteilsverfahrens zur ‚Nanotechnologie‘ (zum Begriff vgl. Kap. 1.3.) ist es, trotz bestehender systematischer – und damit prinzipiell nicht-aufhebbarer – Wissensgrenzen, die das komplexe und vielschichtige Phänomen ‚Nanotechnologie‘ impliziert, eine integrative gesundheits-, umwelt- und sozialverträgliche Einbettung gesellschaftlich erwünschter und nützlicher nanotechnologischer Innovationsprozesse zu ermöglichen. Dieses Ziel erfordert es, die Regulierungspraxis öffentlich zu kontextualisieren und einzuschätzen – bspw. durch Identifizierungen von und Verständigung über bestehenden Wissens-, Kommunikations- und Handlungsbedarf oder durch Beurteilungen der Angemessenheit und Hinlänglichkeit regulatorischer Maßnahmen im Blick auf die Herausforderungen der ‚Nanotechnologie‘ (vgl. auch Kap. 1.2). Dafür bedarf es einer ansprechbaren Instanz, die öffentliche Aufsicht, Transparenz und Interventionsmöglichkeit garantiert. Dies kann nur ein reflexives Urteilsverfahren leisten. Seine Leitfrage lautet: ‚Ist die Nanotechnologie in guten Händen?‘

Eine *Vielzahl systematischer Wissensgrenzen* und entsprechend umfassende gesellschaftliche Sicherheitsansprüche stellen Regulierungsmaßnahmen zur ‚Nanotechnologie‘ vor Herausforderungen, welche durch die Modelle einer erweiterten Regulierungskonzeption (Observatorien, Codes of Conduct, Stakeholder-Dialoge) alleine nicht geleistet werden können (vgl. Kap. 2.3.). Das Forschungsprojekt hat folgende Dimensionen systematischer Wissensgrenzen identifiziert (vgl. Kap. 1.2.):

- die Vielschichtigkeit und Variabilität der ‚Nanotechnologie‘ als gesellschaftlich-kommunikatives Phänomen;
- Standardisierungsgrenzen aufgrund produktionsbedingter Unsicherheiten;
- die Verflechtung der gesellschaftlichen Wahrnehmung von Einzelfall (z.B. schadhafte Produkte) und Gesamtphänomen ‚Nanotechnologie‘;
- die Wissensgrenzen durch produktintegrierte Nanotechnologien;
- die Perspektivenabhängigkeit von Regulierungszuständigkeiten.

Alle diese Dimensionen stellen die gesetzliche Regulierung vor Herausforderungen, die sie nicht lösen kann. Aber auch die aufgrund der – systematisch bedingten – Defizite gesetzlicher Regulierung in Angriff genommenen Maßnahmen der erweiterten Regulierungskonzeptionen werden von solchen Formen prinzipiellen Nicht-Wissens und systematischen Wissensgrenzen notwendigerweise überfordert. Denn diese – am Vorsorgegedanken orientierten – Maßnahmen begründen sich über die Annahme epistemischen Nicht-Wissens, das durch Fortschritte von Wissensgenerierungen in positives, quantifizierbares und damit gesichertes Wissen transformierbar sei (vgl. z.B. Dupuy 2004: 14ff.).

Mit Observatorien, Selbstregulierungen und Dialogen (siehe Kap. 2.3.) soll durch permanente Aufmerksamkeit ein umfangreiches Wissen für eine flexible Anpassung gesetzli-

cher Regularien entsprechend dem jeweiligen Stand des Wissens erworben werden. Dies ist ein Wissen nicht nur von wissenschaftlichen, technologischen und industriellen Sachverhalten, sondern auch von Wirtschaftsinteressen, Nutzerverhalten, ethischen Bedenken etc. Aus der Perspektive systematischer Wissensgrenzen handelt es sich dabei aber um unendliche Maßnahmen permanenter Aufmerksamkeit, die auf die Integration von immer neuen Wissensformen zielen. Diese Maßnahmen produzieren einerseits fortlaufend neues Wissen, welches in die Handlungen von Regulierungsinstitutionen einfließen kann. Dieses Wissen wird beispielsweise im Zuge der Bemühungen um Standardisierung, bei Datenerhebungen für die Umsetzung der ‚Codes of Conduct‘ oder als Ergebnisse der Verständigungen zwischen Stakeholdern in den Dialogverfahren erworben. Andererseits werden in diesen Projekten aber auch fortlaufend *neue* Wissenslücken und -grenzen deutlich, die den Anspruch der Produktion gesicherter Wissensbestände wieder in Frage stellen. Dies ist keine Feststellung, die erstmalig und ausschließlich für die ‚Nanotechnologie‘ gilt. Bei einem Technologiefeld, das unter einem Oberbegriff derartig viele unterschiedliche Produktionstechnologien vereint, werden die systematischen Beschränkungen des Wissens jedoch multipliziert.

Ein gesellschaftlich akzeptabler und damit innovationsförderlicher Umgang mit den Nanotechnologien setzt deshalb eine *Integration* der Ergebnisse der Observatorien, Codes of Conduct und Stakeholder-Dialoge in Form eines kollektiven, öffentlichen und transparenten *Urteilsverfahrens* über exemplarisch ausgewählte Fälle voraus – mit dem Ziel durch die Identifizierung von Wissens-, Kommunikations- und Handlungsbedarf gesellschaftlich breit abgesicherte Empfehlungen für Regulierung, Forschung und Kommunikation zu erarbeiten. Diese Anforderungen kann nur eine sichtbare und *ansprechbare Instanz* leisten, die die hierfür *notwendigen Expertisen*, geeignete Formen des *reflexiv-lernenden Dialogs*, *politische Transparenz*, *öffentliche Beurteilung* und *wirksame Intervention* in einer Institution vereint (zu einigen dieser Aspekte vgl. auch Renn 2003).

Wir schlagen hierfür die Einrichtung einer *Raster-Sonden-Agentur (R-S-A)* vor. Dieses Modell umfasst eine Lerngemeinschaft aus Experten der unterschiedlichsten gesellschaftlichen Felder (u.a. Wissenschaften, Industrie, Gewerkschaften, Kirche, NGOs, Konsumenten, zum Expertenbegriff vgl. Kap. 1.3.). Diese Gemeinschaft soll unter Offenlegung von Kriterien und Schwierigkeiten des Meinungsbildungsprozesses zu Urteilen über ausgewählte nanotechnologische Produkte, Prozesse oder Diskursphänomene kommen. Durch dieses öffentliche Prozessieren kann eine gesellschaftlich akzeptierte und verträgliche Einbettung nanotechnologischer Innovationsprozesse gewährleistet werden. Die Maßnahmen der ‚erweiterten Regulierung‘ werden in das reflexive Urteilsverfahren integriert. Sie profitieren von den Ergebnissen des Verfahrens, indem sie in ein stärkeres Regulierungskonzept

rückgebunden werden, das die Ideale klassischer Regulierung trotz der Defizite gesetzlicher Regulierung nicht aufgibt.¹⁴

Von dieser *Integration* profitieren die ‚weichen‘ Maßnahmen der erweiterten Regulierung folgendermaßen:

- Die öffentlichen Verfahren sichern die Legitimation von Innovationsförderungen bei vorsorglicher Regulierung, die sich zu ihren prinzipiellen Wissensgrenzen bekennt, durch eine breite gesellschaftliche Akzeptanz.
- Die gegenseitigen Verständigungen zwischen Vertretern unterschiedlicher Wissensformen produzieren zwar kein positives Wissen, funktionieren jedoch als Maßnahmen permanenter gesellschaftlicher Aufmerksamkeit – für Dimensionen der Unsicherheit nanotechnologischer Entwicklungen, die sich durch positive Wissensgenerierungen (Observatorien) nicht beseitigen lassen.
- Durch die erzeugte gesellschaftliche Aufmerksamkeit werden Forscher, Hersteller und Entwickler allein schon aufgrund des drohenden öffentlichen Vertrauensverlustes zu kooperativem und verantwortlichem Handeln – nach einem ‚Code of good Practice‘ – angeregt.

Ziel des institutionellen Modells ist die exemplarische und öffentlich transparente Beurteilung von Entwicklungen: Diese sollen auch bei unaufhebbaren Wissensgrenzen (prinzipiellem Nicht-Wissen) im gesellschaftlichen Konsens gebilligt oder verhindert werden können. So wird es ermöglicht, Verständigungen über Unsicherheitsfaktoren zu erlangen, die sich aufgrund des Nicht-Wissens (noch) gar nicht als Chancen oder Risiken kalkulieren lassen. Als *Effekte* der Lernprozesse und Urteilsbildungen sind damit auch *Empfehlungen* zur Verhinderung von Entwicklungen von Nanotechnologien denkbar, die aus der Perspektive der Sicherheits- und Risikoforschung als gesundheitlich und ökologisch unbedenklich erscheinen, die gesellschaftlich aber kaum einer will. Das könnten zum Beispiel sein:

- Empfehlungen, Entwicklungen im Bereich der Kosmetik zu Gunsten der Sicherheitsforschung hinten an zustellen;
- Empfehlungen, die Modifikation rein optischer Eigenschaften von Gebrauchsgegenständen mit Hilfe von Nanopartikeln ruhen zu lassen

¹⁴ Die R-S-A versteht sich dabei nicht als eine Wissensservice-Einrichtung – wie z.B. das österreichische Projekt „NanoTrust“ (Integrierende Analyse des Wissensstandes über mögliche Gesundheits- und Umweltrisiken der Nanotechnologie, <http://www.oeaw.ac.at/ita/ebene4/d2-2c21.htm>) –, sondern als eine *Lernwerkstatt* für Experten (im weitesten Sinne) und als *Beurteilungsverfahren*, welches durch die öffentliche Urteilsbildung Bürgervertrauen in Innovationsprozesse und ihre Regulierung erzeugt.

3.2. Institutionelle Abgrenzungen

Die Ziele und Anforderungen des Modells implizieren folgende Abgrenzungen zu anderen existierenden und denkbaren institutionellen Modellen:

1. Der Ort einer Umsetzung des Modells kann *keine gesetzlich orientierte Regulierungsbehörde* mit konkreten Vollzugsvollmachten sein, deren Aufgabe darin besteht, z.B. ein als gesundheitsschädlich bewertetes Produkt vom Markt zu entfernen. Das Modell ergänzt die Arbeit solcher Institutionen – z.B. des BfR –, indem es Bürgervertrauen in die Regulierung auch da stiftet, wo die Regulierungsbehörde aufgrund systematischer Wissensgrenzen nicht handeln kann.
2. Das Modell impliziert *keine ‚Megabehörde‘*, die Regulierung, Wissensgenerierung, Bewertung und Dialoge unter einem Dach vereinen würde. Eine solche Einrichtung stünde in Konkurrenz zu bestehenden Institutionen, was die Regulierung hemmen würde.
3. Das Modell kann *nicht Teil einer ihre Funktionen und Wissensformen hierarchisierenden Institution* sein, die öffentliche Dialoge einsetzt, um z.B. politische Forschungsförderung der Nanotechnologie zu legitimieren. Im Urteilsverfahren der R-S-A können Konsumentwünsche und Bürgerängste denselben Stellenwert haben wie statistisch-naturwissenschaftliche Chancen/Risikoabschätzungen und deren rechtliche Bewertung.
4. Das Modell ist *kein Observatorium* zur systematischen und umfassenden Beobachtung nanotechnologischer Entwicklungsprozesse. Denn in der R-S-A wird kein Wissen in einer der Systematiken gesammelt, wie dies in den Observatorien der Fall ist (vgl. 2.3.1.). Wissen wird in der R-S-A exemplarisch und je nach Fall in unterschiedlicher Systematik prozessiert. Es wird zudem kein direkt regulatorisch einsetzbares Wissen generiert – z.B. die Standardisierungen von NanoCare oder die Datenbanken der ‚Good Practice‘-Verfahren (2.3.1., 2.3.2.). Und schließlich sind im Urteilsverfahren der R-S-A die ‚Beobachter‘ (Experten) in ihrem Umgang mit den Begrenztheiten ihres Wissens sichtbar und treten als öffentlich urteilende Experten auf. In den Observatorien dagegen ist nur die Vermittlung der Ergebnisse aus den vorhergehenden Wissensproduktionen von Experten (via Internetplattform und/oder Zielgruppdialoge) sichtbar. Der Anspruch öffentlicher Aufsicht und Einflussnahme setzt die Nachvollziehbarkeit des gesamten Urteilsverfahrens der R-S-A von außen voraus.

3.3. Grundfunktionen

3.3.1. Typus und Bezeichnung

Die hier entwickelte Institution wird vorläufig als ‚Raster-Sonden-Agentur‘ (Scanning-Probe-Agency) bezeichnet. Ob dies schon ein glücklicher Name ist, sei dahin gestellt. Treffend ist die Bezeichnung auf jeden Fall – und nicht nur, weil sie sich auf ein Instrument bezieht, das wie kein anderes die Nanotechnologie verkörpert, nämlich das nicht nur beobachtende, sondern aktiv in die Nanowelt eingreifende Raster-Sonden-Mikroskop. Treffend ist die Bezeichnung jedoch vor allem, weil sie die drei Grundfunktionen des Modells benennt (siehe Abbildung 4).

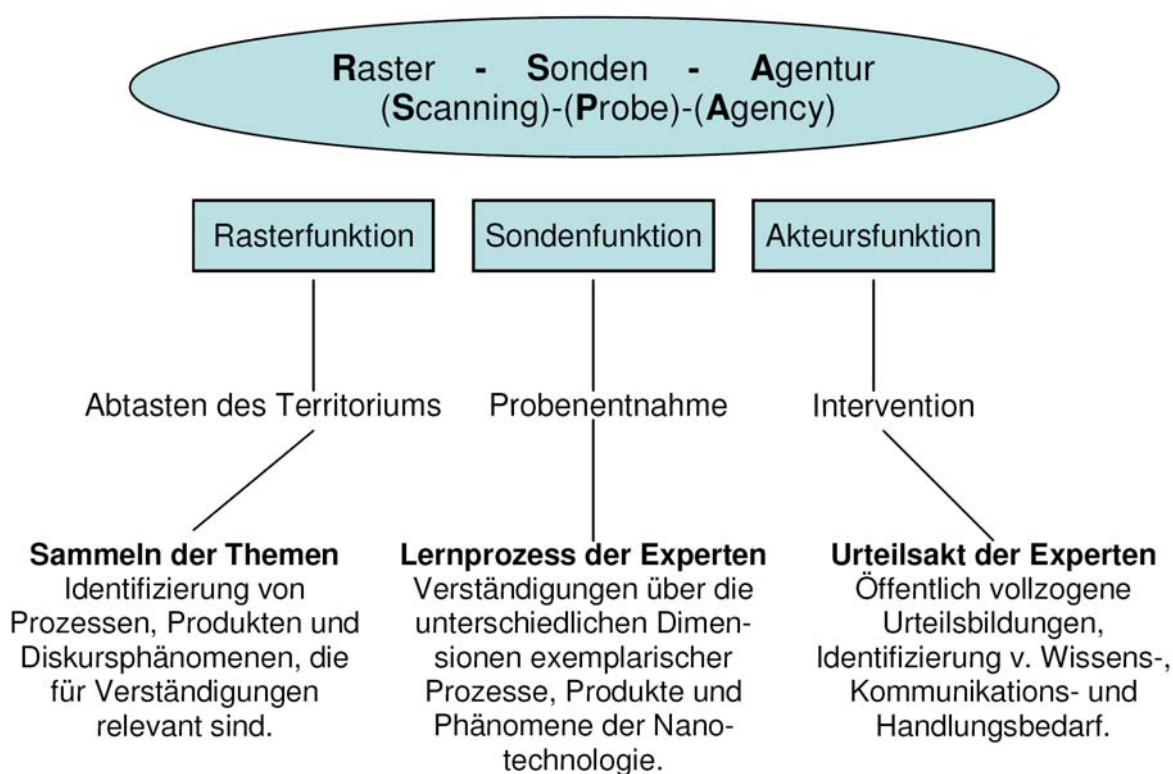


Abbildung 4: Funktionen der R-S-A

In ihrer *Rasterfunktion* ‚tastet‘ die R-S-A das Feld gegenwärtiger nanotechnologischer Entwicklungen ab. Dies schließt Forschungstrends, die Vermarktung neuer nanotechnologischer Produkte und den gesellschaftlichen, auch geistes- und sozialwissenschaftlichen Diskussionsstand zum Thema ‚Nanotechnologie‘ ein. Hierbei bedient sich die R-S-A fachwissenschaftlicher Daten und Befunde, wie sie von Observatorien erhoben oder bei der Umsetzung von Codes of Conduct produziert werden (z.B. zu produktionsspezifischen Chancen und Risiken bestimmter Fertigungsprozesse). Die Erfassung des Themenfelds ‚Nanotechnologie‘ umfasst auch Medienrecherchen oder die Ergebnisberichte aus Dialogverfahren (im Rahmen der

allgemeinen Bürgeraufklärung sowie bei zielgruppenspezifischen Stakeholderdialogen). Das Ziel dieses *Abtastens* des Themenfelds besteht darin, charakteristische Fallbeispiele oder mögliche Problemzonen zu identifizieren, an denen eine vertiefte Auseinandersetzung neue Einsichten verspricht oder angemessene Umgangsweisen erschließen kann. Über die Rasterfunktion können auch Muster in scheinbar getrennten Ereignissen oder Diskursstrukturen erkannt und Verbindungen hergestellt werden, um latente Entwicklungen aufzuspüren und rechtzeitig die notwendige Aufmerksamkeit zu schaffen.¹⁵

Die Rasteraktivität der R-S-A zielt daher nicht auf eine vollständige und systematische Sammlung möglichst umfangreicher Wissensbestände, sondern auf die Zusammenschau klärungsbedürftiger Tendenzen, die für unterschiedliche Gesellschaftsbereiche bedeutend sind – bspw. für die mediale Repräsentation, für politische Regulierungsansprüche, für die Risikoforschung, für das Produktmanagement, für Gewerkschaften, Umweltorganisationen, den Verbraucherschutz oder für kirchlich-theologische Fragestellungen. Diese Identifizierungsarbeit verständigungsrelevanter Beispielfälle, Problemzonen oder Entwicklungsmuster wird von den Mitarbeitern („scanners“) der R-S-A betrieben oder antwortet auf gezielte Anfragen von gesellschaftlichen Akteuren – sei es von Parlamentariern, Ministerien oder Behörden, sei es von Unternehmen, Interessensverbänden oder auch einzelnen Bürgern etc.

In seiner *Sondenfunktion* wendet sich das disziplinar breit aufgestellte Experten-Gremium der R-S-A (mehr dazu unter Kap. 3.3.2.) ausgewählten Fallbeispielen und Themenbereichen zu, für die erhöhter Klärungsbedarf und eine besondere gesellschaftliche Nachfrage besteht. Die Experten bilden eine *Lerngemeinschaft*, in der höchst unterschiedliche Wissensformen zusammentreffen (z.B. natur- und sozialwissenschaftliches Wissen, Fertigungswissen, volkswirtschaftliches und Investorenwissen, theologische und ethische Qualifikation, Wissen über Arbeitssicherheit und Innovationsprozesse, Nutzerwissen von Verbrauchern). Der Lernprozess zeichnet sich durch den gemeinsamen Wissenserwerb in Form gegenseitiger Belehrungen aus, insbesondere im Zuge von Zeugenanhörungen. Die Zeugen werden bei der Anhörung nach ihren Erfahrungen aus den Forschungslaboren, aus dem Verbraucherschutz, aus Regulierungsprozessen, aus dem Handel und ihrer Beteiligung an ganz bestimmten Vorgängen befragt. Dieser gemeinsame Lernprozess führt auf die Urteilsbildung des Expertengremiums hin.

In seiner *Agenturfunktion* tritt das Experten-Gremium schließlich an die Öffentlichkeit und interveniert somit in laufende Debatten. Dabei stellt das Experten-Gremium in einem öffentlichen Forum nicht nur das in der Lerngemeinschaft erarbeitete Urteil, sondern auch die

¹⁵ Ein Vorbild in dieser Hinsicht könnten die US-amerikanischen *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) und ähnliche Einrichtungen sein. Siehe etwa die Rolle, die die CDC bei der ‚Entdeckung‘ von HIV/AIDS gespielt haben. Vereinzelt Nachrichten aus weit entfernten Teilen der USA über ungewöhnliche Fälle einer seltenen Krebsart und einer Lungeninfektion, kombiniert mit einer größeren Nachfrage nach selten verschriebenen Medikamenten, wurden registriert und zusammengeführt, sodass sich nach zahlreichen Theoriebildungen AIDS herauszukristallisieren begann (Shilts 2007, CDC 1996). Die R-S-A beschränkt ihre sensorische Tätigkeit aber nicht auf gesundheitliche Aspekte, sondern bezieht auch gesellschaftliche Aspekte in die Zusammenschau des Themenfelds ein – z.B. Diskursphänomene, Visionen, Ängste, Forschungsprogramme etc.

Gesichtspunkte und Schwierigkeiten der Urteilsbildung und gegebenenfalls ein Minderheitsvotum vor. So werden die erarbeiteten Wissensbestände und Fragestellungen zum jeweiligen Fall nachvollziehbar gemacht und eine höchstmögliche Transparenz erreicht. Das jeweilige Urteil kann mit *Empfehlungen* für natur- und sozialwissenschaftliche Forschung, Politik, Regulierung und Kommunikation verbunden sein. Diese Empfehlungen der R-S-A haben keinen Gesetzes- oder Verordnungscharakter und überschneiden sich nicht mit der Arbeit von Behörden, die bereits bestehende Verordnungen umsetzen. Somit hat die R-S-A einen klar umgrenzten Zuständigkeitsbereich, der alles umfasst, was mit ‚Nanotechnologie‘ verbunden wird. Allerdings hat die R-S-A keine Machtbefugnis. Ihre Autorität beruht auf der ausgewogenen Zusammensetzung des Gremiums und seinem öffentlich nachvollziehbaren Urteil, das sich an gesellschaftlich relevanten Fragestellungen orientiert und somit entscheidende Akzente im öffentlichen Diskurs über Chancen und Risiken von Nanotechnologien setzt. In dieser Hinsicht ist die R-S-A dem *Nationalen Ethikrat* der Bundesregierung vergleichbar.

3.3.2. Ausstattung und Arbeitsteilung

Die R-S-A übernimmt keine unmittelbar regulatorische Rolle; sie sammelt und systematisiert auch kein umfangreiches Wissen, wie es z.B. Observatorien tun. Stattdessen arbeitet die R-S-A mit ausgewählten Trends oder Fallbeispielen und produziert Lerneffekte, die über den Umgang mit einem Einzelfall hinausweisen. Diese problem- oder fallbezogene Arbeitsweise erlaubt es der R-S-A, mit einer relativ kleinen Anzahl von Mitarbeitern auszukommen. Bei der R-S-A handelt es sich somit um eine ‚schlanke‘ Institution, in der ein fest angestellter Stab dem ehrenamtlich tätigen Experten-Gremium zuarbeitet.

a. Das Experten-Gremium

Das Gremium setzt sich aus 15 bis 20 Experten aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen zusammen, die daher auch unterschiedliche Wissensformen repräsentieren: 50 Prozent der Experten sollten aus Wissenschaft, Entwicklung, Industrie, KMUs und Forschungseinrichtungen kommen, darunter wenigstens ein Sozial- oder Geisteswissenschaftler und ggf. einer der ‚NanoBotschafter‘ des Deutschen Museums, und die anderen 50 Prozent aus Gewerkschaften, Kirchen, Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden, interessierten Bürgern, etc. Das Gremium wird keineswegs und soll auch gar nicht zu jeder Problemstellung ‚sachverständig‘ sein. Die Naturwissenschaftler im Gremium sollen gerade nicht die ‚wahren Experten‘ sein. Denn alle Mitglieder des Gremiums werden Wissenslücken haben, sei es zu technisch-wissenschaftlichen Dimensionen, sei es zu juristischen oder marktwirtschaftlichen Fragen, sei es zu gesellschaftlichen Aspekten der Risikowahrnehmung. Diese Wissenslücken werden durch die Mitglieder des Gremiums geschlossen, indem sie sich gegenseitig über die Grenzen ihres Wissens aufklären oder sie führen hierzu Anhörungen eingeladener Zeugen durchführen. Der Vorsitz wird innerhalb des Gremiums nach einem Rotationsverfahren jedes Jahr neu bestimmt. Um Interessenskonflikte zu vermeiden, können Behördenvertreter nur als

Zeugen zum Lernprozess beitragen. Aufwandsentschädigungen für die Teilnehmer würden sich individuell nach Einkommen und Lebensumständen richten. Durch sie soll ein gesellschaftlicher Querschnitt der Gremiumsmitglieder abgesichert werden. Bei der Besetzung des Gremiums soll die koordinierende wissenschaftliche Akademie das Vorschlagsrecht haben und mit den für die Finanzierung der R-S-A zuständigen Ministerien und Verbänden absprechen (vgl. zu diesem Punkt auch 3.4.1.).

Wenn kein besonderer Anlass vorliegt, trifft sich das Experten-Gremium zwei Mal im Jahr. Das erste Treffen dient der Sichtung und Orientierung, der Auswahl des zu sondierenden Problemfelds oder Fallbeispiels und der Vorbereitung der Anhörung. Das zweite Treffen ist der Anhörung, der anschließenden Urteilsbildung und deren öffentlicher Darstellung gewidmet (zu den Details der Arbeitsweise siehe Kap. 3.5.).

b. Der Service-Stub

Der Service-Stub besteht im Normalbetrieb aus sechs wissenschaftlichen Mitarbeitern: drei sogenannten ‚Scannern‘ nach dem Vorbild des neuseeländischen Navigator-Netzwerks (vgl. Kap. 2.3.1.b.) und drei ‚Sondierern‘, die die Anhörungen und Urteilsbildungsprozesse vorbereiten und nachbereitend dokumentieren. Hinzu kommen drei administrative Mitarbeiter und eine Person, die für die Öffentlichkeitsarbeit verantwortlich ist.

Dieser Mitarbeiterstab arbeitet dem Experten-Gremium zu, stellt Trends und Themenfelder vor, organisiert Workshops und das öffentliche Urteilsverfahren, führt vorbereitende Recherchen zu möglichen Themen durch und übernimmt die Nachbereitung der Lernprozesse und Urteilsfindungen (Dokumentationen, Berichte, Publikationen, Presse). Zudem können sich aus den Sammlungs- und Systematisierungsarbeiten des Stabs auch neue Themen(felder) ergeben, mit denen sich das Gremium beschäftigt.

3.4. Institutionalisierung und Einbettung

3.4.1. Anbindung an eine wissenschaftliche Akademie

Einen angemessenen Rahmen für die Institutionalisierung der R-S-A bietet eine wissenschaftliche Akademie. Im Idealfall käme hierfür die geplante *Nationale Akademie der Wissenschaften* an der *Leopoldina* in Halle in Frage (vgl. dazu z.B. DFG 2007). Denkbar wäre auch eine Akademie mit bundesweiter Ausstrahlung wie z.B. die *Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW)*. Für die Anbindung von R-S-A an eine wissenschaftliche Akademie sprechen folgenden Gründe:

1. Die R-S-A ist als eine Institution mit *bundesweiter und internationaler Ausstrahlung* konzipiert. Ihre Urteilsverfahren sollen bundesweit öffentlich wahrgenommen werden. Deshalb empfiehlt sich eine wissenschaftliche Akademie, die bereits aufgrund ihrer bisherigen Arbeit in der bundesweiten Öffentlichkeit bekannt ist und über entsprechende Kooperationen mit vergleichbaren Akademien in anderen Ländern verfügt.

2. Die von der R-S-A intendierten Lerneffekte aus der Zusammenkunft verschiedener Wissensformen erfordern einen Ort, an dem *transdisziplinäre Expertise und öffentlicher Dialog* praktiziert wird. Dies wäre somit ein Ort, an dem Themen nicht nur von wissenschaftlicher, sondern gerade auch von gesellschaftlicher Bedeutung verhandelt werden.
3. Darüber hinaus haben wissenschaftliche Akademien die Aufgabe, durch transparente und verantwortungsvolle Arbeit gleichzeitig in Wissenschaft und Gesellschaft hineinzuwirken (vgl. exemplarisch: http://www.bbaw.de/bbaw/Akademie/Aufgaben_Ziele/Aufgaben-Ziele).

Das Ziel der R-S-A, Bürgervertrauen in den regulatorischen Umgang mit nanotechnologischen Innovationen durch eine öffentlich nachvollziehbare Urteilsbildung zu erzeugen, erfordert schließlich eine institutionelle Anbindung an einem als politisch unabhängig und darum als ‚neutral‘ wahrgenommen Ort.¹⁶ Schon darum sollte die R-S-A nicht an ein Ministerium, eine Behörde oder eine NGO angegliedert werden. Die Institutionalisierung an einer wissenschaftlichen Akademie, die über keine politischen Machtbefugnisse verfügt, ist für das reflexive Urteilsverfahren zur ‚Nanotechnologie‘ möglich, da die R-S-A *regulatorische Maßnahmen allenfalls anregt, nicht aber formuliert oder umsetzt*.

3.4.2. Einbettung in ein institutionelles Netzwerk

Die R-S-A führt selbst keine Forschung durch und schafft auch keine umfangreichen Datenbanken, wie es bspw. die Observatorien tun. Die Arbeit der R-S-A ist somit auf die *Wissensgenerierungen anderer Institutionen* angewiesen, um überhaupt zu den relevanten Themen der Urteilsbildung zu kommen. Die Urteilsbildung der R-S-A reflektiert daher auch die Qualität des öffentlich verfügbaren Wissens und wird in dieser Hinsicht wesentliche Desiderate identifizieren. Die von der R-S-A erzeugten Lerneffekte sollen eine gesellschaftliche Wirkung haben, die auf Forschung, Produktion, Konsum und Regulation ausstrahlt.

Die R-S-A soll Bürgervertrauen in einen verantwortlichen Umgang mit den Unsicherheiten von gesundheits-, umwelt- und sozialverträglichen Nanotechnologien ermöglichen. Deshalb muss sie sich in eine *Mittler-Position* in einem Netz relevanter Institutionen und Organisationen fügen, die ihrerseits unterschiedlich definierte Beziehungen zueinander unterhalten (vgl. Abbildung 5).

Die Pfeile in Abbildung 5 repräsentieren Informationsflüsse, die von den umgebenden Institutionen zunächst auf die R-S-A zufließen, dort reflektiert und umgelenkt werden – sei es im Sinne einer vernetzenden Weiterleitung, einer Identifikation von schließbaren oder systematischen Wissenslücken oder von an relevanter Stelle ungenutztem Wissen, etc. Die skizzenhafte und unvollständige Netzwerkgrafik dient dabei der Darstellung von möglichen Wissenstransfers. Die Pfeile (→) von einer Institution oder Organisation *zur* R-S-A bezeichnen

¹⁶ Im engeren Sinne kann freilich keine Institution *vollständige* Neutralität für sich beanspruchen. Darum sind die wichtigsten Merkmale für die Auswahl eines geeigneten Ortes die öffentliche Transparenz ihrer Anbindungen und der (finanziellen) Unterstützungen, von denen sie getragen wird.

den Fluss des speziellen Wissens der jeweiligen Institution oder Organisation an die R-S-A, auch Anfragen und Vorschläge zur Bearbeitung bestimmter Themen. Die Pfeile (\leftrightarrow) von der R-S-A zu diversen Institution oder Organisationen bezeichnen u.a. Anfragen oder den Wissensabruf seitens R-S-A bei einer anderen Institution oder Organisation bzw. den Rückfluss von Lerneffekten aus den Verfahren der R-S-A an die jeweilige Institution oder Organisation. Das von der R-S-A *virtuell* koordinierte Netzwerk als Ganzes ist ein Sensorium, das sensibel auf Entwicklungen reagiert und im Netzwerk kommuniziert. Besonders verständigungsbedürftige oder kontroverse Themen werden identifiziert (aufgespürt).

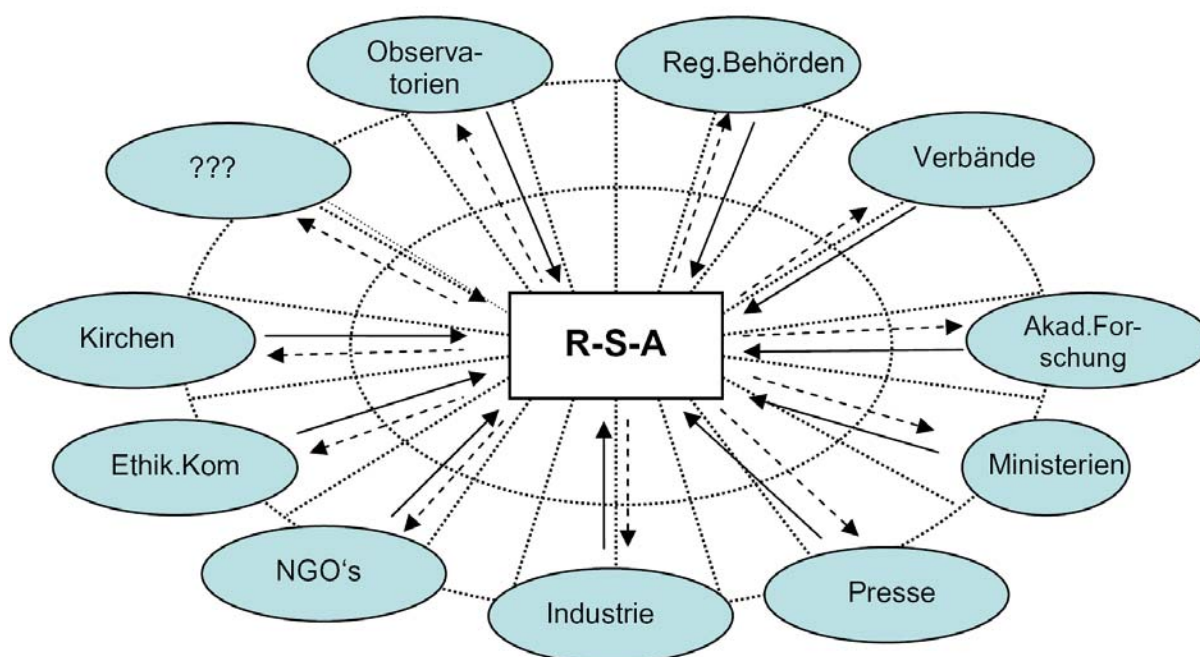


Abbildung 5: Einbettung von R-S-A in Netzwerk der Institutionen und Organisationen.

Die Beziehung der R-S-A zu den in der Netzwerkgrafik exemplarisch benannten Institutionen und Organisationen ist zu vielschichtig und komplex, um hier erschöpfend beschrieben zu werden. In Bezug auf die im ‚Nano-Initiative-Aktionsplan 2010‘ genannten Maßnahmen und Projekten soll aber im Folgenden zumindest eine exemplarische Erläuterung gegeben werden.

3.4.3. Situierung im ‚Nano-Initiative-Aktionsplan 2010‘

R-S-A verstehen wir als einen Beitrag zu der für ein „Zukunftsforum Nanotechnologie“ (BMBF 2006: 24) geforderten „Reflexion der Chancen- und Risikopotentiale im interdisziplinären Dialog“, wie sie der „Nano-Initiative-Aktionsplan 2010“ der Bundesregierung vorsieht (unter Federführung des BMBF und getragen von den Ministerien, inkl. Oberbehörden BMAS, BAuA, BMU, BMELV, BMV, BMG und BMWi; vgl. auch Kap. 1.5.). Die folgende Tabelle skizziert die unterschiedliche Bedeutung der R-S-A gegenüber einigen im Aktionsplan genannten Projekten exemplarisch und stichwortartig (vgl. Tabelle 3).

Projekte des Aktionsplans (BMBF 2006: 23-27)	Input in die R-S-A	Output aus der R-S-A
<i>Code of Good Practice</i> und Innovationsräume-AG, Nano-Dialog 2006-2008, BMU (vgl. 2.3.2.c, 2.3.3.a.)	Kontroverse Themen z.B. in den Multi-Stakeholder-Dialogen, umstrittene Innovationsbereiche, Fragen zum Monitoring	Erfahrungen und Empfehlungen aus öffentlichen Urteilsfindungen z.B. gesellschaftlich akzeptable Unsicherheiten, erwünschte Innovationen
<i>Normung und Standardisierung</i> von nach Gesundheits- und Umweltverträglichkeit geprüften Nanopartikeln im Rahmen eines Kooperationsprojekts von Forschung und Industrie: NanoCare, BMBF (vgl. 2.3.1.c, 2.3.3.a.)	Wissensstand über identifizierte Risiken, standardisierte Materialien, Ergebnisse von LCA-Bewertungen (gesichertes Wissen, schließbare und systematische Wissenslücken)	Lerneffekte über die Grenzen des Standardisierungs- und Risikowissens (für die Risikobewertung), Erfahrungen im Umgang mit prinzipiellem Nicht-Wissen (für Stakeholder-Dialoge von NanoCare)
AG's zur <i>Arbeitsicherheit</i> beim betrieblichen Umgang mit Nanopartikeln, BMAS/BAuA	Ergebnisse der Risikobewertungen sowie Bestimmung der Grenzen der Arbeitsschutzmaßnahmen	Wissen über gesellschaftlich erwünschte vorsorgliche Maßnahmen auch bei nicht-möglicher Risikobewertung (z.B. identifizierter Bedarf an Schutzmaßnahmen in der Produktion, Risikobereitschaft, ggf. Forderungen von teilweisen Produktionsstopps)
Nanopartikel in <i>Kosmetika, Lebensmittel und Bedarfsgegenstände</i> , Bestandsaufnahmen des BMELV und beteiligter Industrie sowie Delphi-Befragung zu den Risiken und Verbraucherkonferenz des BfR (vgl. 2.3.3.c.)	Informationen über verbrauchernahe Nano-Produkte, Substitutionseffekte, Hinweise auf regulatorische Wünsche von Verbrauchern und deren Umsetzungsschwierigkeiten (z.B. Lebensmittelkennzeichnung, BfR-Verbraucherkonferenz)	Erfahrungen und Empfehlungen aus öffentlichen Urteilsbildungen zu gesellschaftlich drängenden regulatorischen Maßnahmen, Lerneffekte zum Umgang und zur Vermittlung von Wissenslücken auch in verbraucher-sensiblen Bereichen (z.B. Erkenntnisse über Nutzungen, die unbekannte Risiken rechtfertigen können).
Bewertungen von Möglichkeiten und Risiken nanotechnologischer Anwendungen in <i>Arzneimitteln und Medizinprodukten</i> , Geschäftsbereich des BMG	Wissen über geprüfte und zugelassene Nanotechnologien im Arzneimittel- und Medizinbereich, Erfahrungen aus klinischen Prüfungen	Wissen über gesellschaftliche Erwartungen an die Nanomedizin und über Ängste, Berührungspunkte mit weltanschaulichen Fragen
<i>Informationskampagnen und Bürgeraufklärungen</i> des BMBF z.B. NanoTruck	Erfahrung zur Vermittlungspraxis, Rolle von Visualisierungen, Ergebnisse von PUS (public understanding of science) und/oder Upstream Engagement Experimenten	Problematisierung reduktionistischer Informationskampagnen; Erweiterung des Horizonts vermittlungsrelevanter Gesichtspunkte (über Chancen und Risiken, zu Fragen guter Governance).

Tabelle 3: Beziehungen zwischen der R-S-A und Projekten des Nano-Initiative Aktionsplans

3.5. Arbeitsweisen

3.5.1. Der Normalfallmodus

Schritt 1.: Identifizierung relevanter Themen (Rasterfunktion)

Optionen der Themenbeschaffung

- Option 1: Die Experten des Gremiums oder die drei ‚Scanner‘ des Service-Stabs schlagen aufgrund ihrer Beobachtungen nanotechnologischer Entwicklungen und Diskurse z.B. aufgrund von Beobachtungen bei den Observatorien oder bei Stakeholder-Dialogen, eigener Erfahrungen in ihrem Tätigkeitsfeld oder auch aus Interesse Themen vor, bei denen sie einen erhöhten Klärungsbedarf und besondere gesellschaftliche Relevanz sehen. Dies können konkrete Probleme des Arbeitsschutzes sein, Fragen der Toxizität bestimmter Stoffe, Forschungsprogramme und Visionen der Forschung oder Erörterungen zur Rolle von Vorsorgemaßnahmen usw. Der Service-Stab (die ‚Scanner‘ nun gemeinsam mit den ‚Sondierern‘) arbeitet dem Experten-Gremium durch entsprechende Recherchen z.B. in Fachzeitschriften, Medien, den Datenbanken der Observatorien oder durch Anfragen bei Institutionen und Organisationen des Netzwerkes (wie Regulierungsbehörden, Verbraucherorganisationen, NGOs) zu.
- Option 2: Parlamentarier, Bürger, Produzenten, Mitglieder der Institutionen und Organisationen des Netzwerkes stellen Anfragen zur Verständigung über bestimmte Themen an den Service-Stab (bzw. an dessen ‚Scanner‘) oder an Mitglieder des Experten-Gremiums. Zu diesen Anfragen werden dann bei Bedarf vom Service-Stab Recherchen (wie unter Option 1) durchgeführt. Die zu bearbeitenden Themen können dabei konkrete Spezialanfragen, wie z.B. zu einem vermeintlichen Nanoprodukt, komplexere Zusammenhänge, wie z.B. zur ethischen Vertretbarkeit von nanotechnischen Neuroimplantaten, oder Nachfragen über Trends in den Medien umfassen.

Die beiden Optionen der Themenbeschaffung können getrennt auftreten. Sie können sich im Arbeitsprozess aber auch gegenseitig ergänzen.

Vorbereitung des Treffens des Experten-Gremiums zur Themenauswahl

In Anschluss an diese Rasteraktivitäten bereiten die Sondierer gemeinsam mit den administrativen Mitarbeitern des Service-Stabs das erste jährliche Treffen des Experten-Gremiums vor, bei dem die gesammelten Themenvorschläge gesichtet werden und eine Auswahl getroffen wird. Für diese Entscheidung spielen gerade auch die Beobachtungen der Mitglieder des Experten-Gremiums in ihren jeweiligen Tätigkeitsfeldern und ihre Einstufung der Relevanz von Themen eine wichtige Rolle.

Schritt 2: Verständigungsprozess des Experten-Gremiums (Sondenfunktion/Teil 1)

Themen- und Zeugenauswahl

Das Experten-Gremium einigt sich bei der ersten jährlichen Sitzung auf ein zu erörterndes Thema aus der Sammlung relevanter Themen und informiert sich gegenseitig über aktuelle Wissensbestände bzw. -defizite und Perspektiven. Das Experten-Gremium und der Service-Stab („Scanner“ und „Sondierer“) schlagen aus ihren jeweiligen Perspektiven „Zeugen“ vor (z.B. Hochschulforscher, Industrievertreter, Behördenvertreter usw.). Diese sollen zu einer Anhörung eingeladen werden, um über ihr spezifisches Wissen, ihre Tätigkeiten und ihre Erfahrungen zu berichten. Damit sollen Wissenslücken des Experten-Gremiums geschlossen werden. Die Berichte der „Zeugen“ sollen den Lernprozess der Experten vorantreiben. Die Themen- und Zeugenauswahl erfolgt während einer eintägigen Sitzung, die vom Service-Stab (hier die „Sondierer“) moderiert und dokumentiert wird (zur Übersicht über den Sitzungsverlauf siehe Tabelle 4). Weitere Tagesordnungspunkte des ersten Jahrestreffens sind die Bestimmung des nächsten Vorsitzenden des Gremiums und eine Selbstevaluierung der R-S-A (zur Funktion der Selbstevaluation vgl. Kap. 3.6.).

Uhrzeit	Tätigkeit
09:00 – 11:00	Wahl des Themas
11:00 – 13:00	Gegenseitiger Austausch über den Wissensstand
14:00 – 16:00	Erste Diskussion zur Anhörungsvorbereitung
16:30 – 17:00	Bestimmung des Vorsitzenden für das nächste Jahr
17:00 – 18:30	Selbstevaluierung

Tabelle 4: Schematische Darstellung des ersten Jahrestreffens

Vorbereitung der Lernwerkstatt:

Nach Abschluss des ersten Jahrestreffens bereiten die „Sondierer“, die administrativen Mitarbeiter und der Mitarbeiter für die Öffentlichkeitsarbeit einen mit einer Anhörung verbundenen Klausurworkshop des Experten-Gremiums und das angeschlossene Verfahren einer öffentlichen Urteilsfindung vor (z.B. Einladungen, Pressearbeit, Konferenzvorbereitung) und laden die vorgeschlagenen „Zeugen“ dazu ein.

Schritt 3: Lernprozess und Urteil des Experten-Gremiums (Sondenfunktion/Teil 2)

Klausurworkshop des Experten-Gremiums (Lernwerkstatt)

Beim zweiten Jahrestreffen des Experten-Gremiums findet die Lernwerkstatt der Experten in Form eines Klausurworkshops statt. Auf diesen Workshop informieren sich die Experten gegenseitig, auf die Ergebnisse des ersten Jahrestreffens aufbauend, aus ihrer jeweiligen Perspektive über den Stand ihrer je spezifischen Einschätzungen und Bewertungen des beim ersten Treffen ausgewählten Themas. Unterstützt wird ihr gemeinsamer Lernprozess durch die

Anhörung der eingeladenen Zeugen. Die Zeugen berichten bspw. als Behördenvertreter über ihre Regulierungstätigkeiten, als Produkthersteller über Fertigungsprozess und Vermarktung von Produkten, als Kommunikations- und Medienwissenschaftler über den Verlauf von Diskursen zur ‚Nanotechnologie‘ usw. Um die Lerngemeinschaft als Ganzes zu erhalten, wird in gemeinsamen Plenen gearbeitet. Im Rahmen dieser kollektiven Plenen finden auch die Zeugenanhörungen statt. Abschließend wird in einem gemeinsamen Plenum ein Urteil der Experten zum Thema gefällt (zum Ablaufschema des Treffens vgl. Tabelle 5). Die Urteile beinhalten Einschätzungen und Vorschläge für Forschung, Regulierung und Kommunikation.

Beispiele für Inhalte von Urteilen:

- Einschätzungen darüber, wie gut Regulierungsbehörden im Falle einer bestimmten Entwicklung darauf vorbereitet sind, mit allen relevanten Aspekten eines Problems umzugehen, Beurteilungen des Umfangs ihrer Handlungsfähigkeit und Vorschläge für notwendige und mögliche Verbesserungen von Ablauf und Prozess der Regulierungsmaßnahmen.
- Empfehlungen an Firmen für geeignete Maßnahmen (bspw. der Kennzeichnung von Produkten), um dem wirklichen Informationsbedarf von Konsumenten nachzukommen, ohne dabei – angesichts der Vielfalt möglicher Informationen zu einem Nano-Produkt – einen Überfluss an für die Verbraucher sinnlosen Informationen zu produzieren.
- Beurteilungen darüber, inwieweit bestimmte Versprechungen oder Befürchtungen auf einem Gebiet der Nanotechnologie begründet, inwiefern sie irreführend sind, und wer für diese Versprechen und Befürchtungen verantwortlich ist.
- etc.

Das Urteil muss keinen Konsens implizieren. Es soll vorzugsweise ein Mehrheits- und ein Minderheitenvotum beinhalten, um die Aussagekraft und Prägnanz der Einschätzung zu untermauern und Differenzen der unterschiedlichen Sichtweisen in kurzer Form transparent darzustellen. Das Urteil und der gesamte zum Urteil hinführende Arbeitsprozess (Diskussionsverlauf, Arbeitsformen) wird von Mitarbeitern des Service-Stabs („Sondierer“) protokolliert und für die anschließende öffentliche Diskussion aufbereitet (z.B. Präsentation).

Schritt 4: Öffentliches Urteilsverfahren (Agenturfunktion/Teil 1)

Öffentliche Diskussion und endgültiges Urteil

Direkt im Anschluss an den Klausurworkshop des Experten-Gremiums, der mit dem Urteil der Experten endet, werden Befunde, Ergebnisse und das Urteil im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung präsentiert und zur Diskussion gestellt (vgl. die schematische Übersicht in Tabelle 5). Diese öffentliche Veranstaltung bzw. Konferenz ist für alle interessierten Bürgerinnen und Bürger zugänglich. Die Teilnahme ist kostenfrei. Nach dem ersten Jahrestreffen des Experten-Gremiums wurde zu ihrer Bekanntmachung durch den Service-Stab eine breite Öff-

fentlichkeitsarbeit betrieben. Zusätzlich wurden vom Service-Stab Organisationen, wie z.B. der BUND, die Gewerkschaften und Kirchen, dazu aufgefordert, ihre Mitglieder einzuladen (siehe Schritt 2).

Der Vorsitzende des Experten-Gremiums präsentiert das Urteil und den Urteilsprozess der Lernwerkstatt. Die einzelnen Experten des Gremiums legen ihre (unterschiedlichen) Einschätzungen dar, die zu dem Urteil (Mehrheits- und Minderheitenvotum) geführt haben. Sie berichten über ihre Lerneffekte durch das Wissen der anderen Experten. Dadurch machen sie ihren Urteilsprozess transparent. Sie beziehen zu Fragen der Konferenzteilnehmer Stellung. In der vom Service-Stab moderierten abschließenden Diskussion zwischen Experten-Gremium und anwesender Öffentlichkeit wird die Plausibilität und Nachvollziehbarkeit des Urteils nochmals kritisch hinterfragt. Daraufhin überprüft das Experten-Gremium, welche Gesichtspunkte bei der öffentlichen Diskussion hinzu gekommen sind. Für das Urteil relevante Gesichtspunkte werden aufgenommen. Ggf. wird das Urteil nochmals modifiziert. Das *endgültige Urteil* wird öffentlich verkündet. Damit endet die öffentliche Veranstaltung bzw. das zweite Jahrestreffen des Experten-Gremiums (zum Gesamt Ablauf des zweiten Jahrestreffens vgl. Tabelle 5).

Veranstaltungstag	Uhrzeit	Tätigkeiten
1. Tag	15:00 – 18:00	Beratungen und Diskussionen des Experten-Gremiums (Vorbereitung der Anhörungen)
2. Tag	09:00 – 12:00 13:00 – 15:00	Anhörungen
2. Tag	16:00 – 18:00	Interne Diskussion des Experten-Gremiums (z.B. Auswertung der Anhörungen)
3. Tag	09:00 – 12:00	Formulierung des Urteils (inkl. der Empfehlungen)
3. Tag	13:00 – 16:00	Öffentliche Präsentation und Diskussion des Urteils
3. Tag	16:00 – 17:00	Integration der Kritikpunkte und Anregungen aus der öffentlichen Diskussion in das Urteil
3. Tag	17:00 – 18:30	Verkündung des endgültigen Urteils sowie abschließende Formalia

Tabelle 5: Schematische Darstellung des zweiten Jahrestreffens (Workshop und Urteil)

Schritt 5: Sicherung der nachhaltigen Wirkung des Urteils (Agenturfunktion/Teil 2)

Dokumentation und Nachbereitung des Verfahrens

Die ‚Sondierer‘ und administrativen Mitarbeiter des Service-Stabs verschriftlichen ausführlich die Ergebnisse der Lernwerkstatt und des Urteilsverfahrens. Die Ergebnisse werden publiziert (Bericht, Fachpublikationen, Pressearbeit, Newsletter etc.). Die Befunde werden differenziert an die jeweils dafür kompetenten und zuständigen Institutionen und Organisationen des Netzwerks von R-S-A weitergeleitet.

Empfehlungen und ihre Wirkung

Die Ergebnispublikationen enthalten den Meinungsbildungsprozess und das daraus hervorgegangene Urteil (inkl. unterschiedlicher Einschätzungen). Darin werden Empfehlungen ausgesprochen, wie ein bestimmtes Problem einzuschätzen und handhabbar ist (bspw. Wissens- und Regulierungsbedarf). Diese Empfehlungen können und sollen sich z.B. auch über die einzelnen Experten des Gremiums oder über am Verfahren teilnehmende Individuen aus unterschiedlichen Institutionen und Organisationen des Netzwerkes auf deren Arbeit auswirken bzw. von ihnen hier umgesetzt werden.

Darüber hinaus können je nach Thema auch konkrete Empfehlungen und konkret *adressierte* Empfehlungen ausgesprochen werden, die eine Institution oder ein (juristische) Person ansprechen – jedoch nicht im Sinne einer Verordnung oder Weisung, und mit der Gelegenheit, Stellung beziehend in einen Dialog mit R-S-A zu treten.

Die folgende Grafik stellt den Arbeitsprozess der R-S-A im *Normalfallmodus* in der Übersicht dar (siehe Abbildung 5).

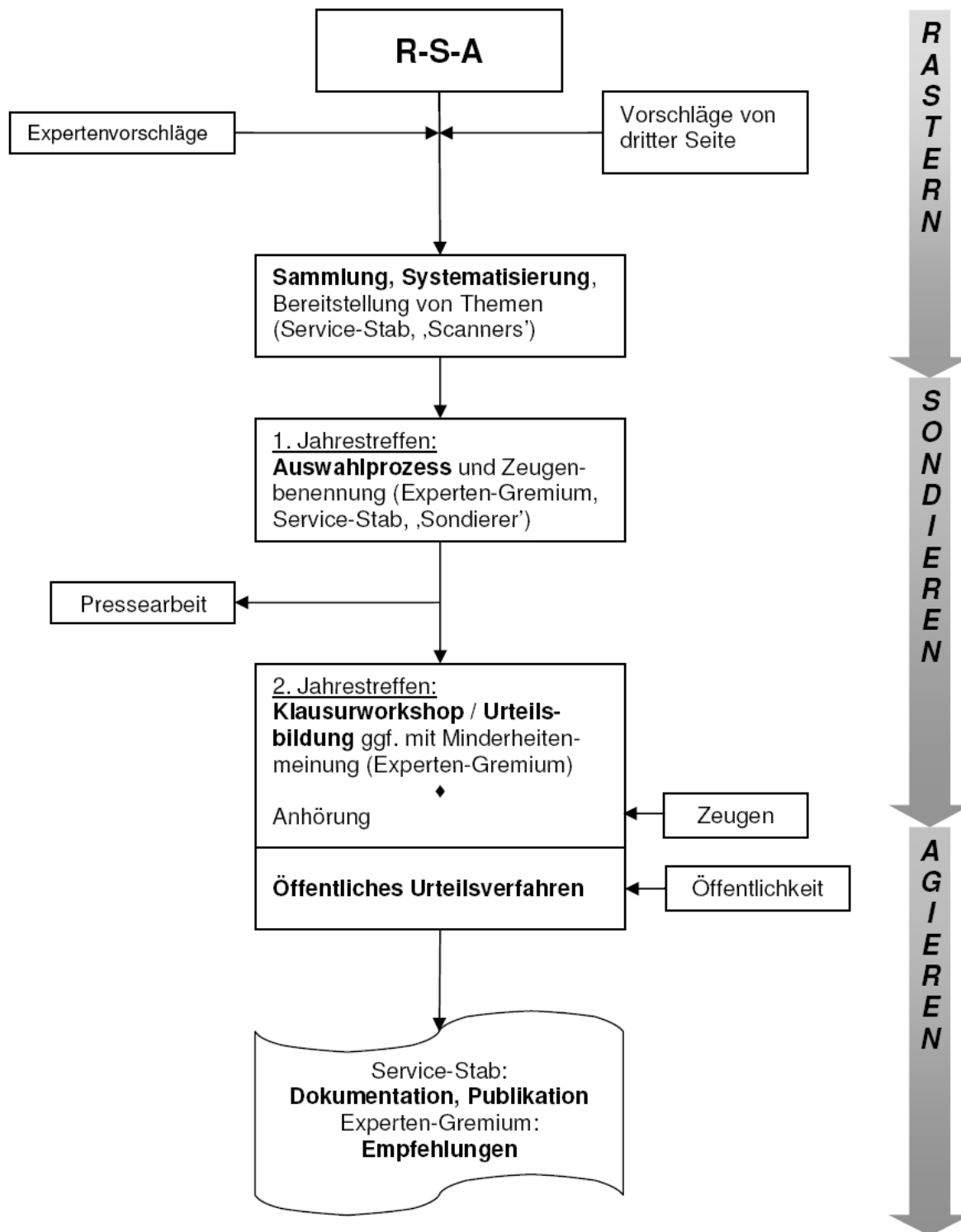


Abbildung 5: Der Arbeitsprozess von R-S-A im Normalfallmodus

3.5.2. Der Zwischenfallmodus

Die R-S-A soll nicht nur nach eigenem Interessen und Bemessen oder auf Anfragen von außen Lernprozesse zwischen Repräsentanten unterschiedlicher gesellschaftlicher Wissensformen und öffentlich nachvollziehbare Urteilsbildungen ermöglichen. Das reflexive Urteilsverfahren der R-S-A muss auch *flexibel* und *ad hoc* – ohne Vorlauf (siehe Abbildung 6) – mit der Kontingenz nicht vorhersehbarer und nicht-intendierter ‚Zwischenfälle‘ umgehen können (siehe untenstehende Definition). Damit ein solcher Fall das Agieren und die Intervention der R-S-A hervorruft, muss das Experten-Gremium entweder aufgrund von Hinweisen seiner Mitglieder, auf Anregung des Service-Stabs oder durch Anrufung von Dritten (Anfragen bzw. Aufforderungen aus Ministerien, dem Parlament oder einer der Institutionen und Organisationen aus dem Netzwerk der R-S-A) den ‚Zwischenfallmodus‘ initiieren.

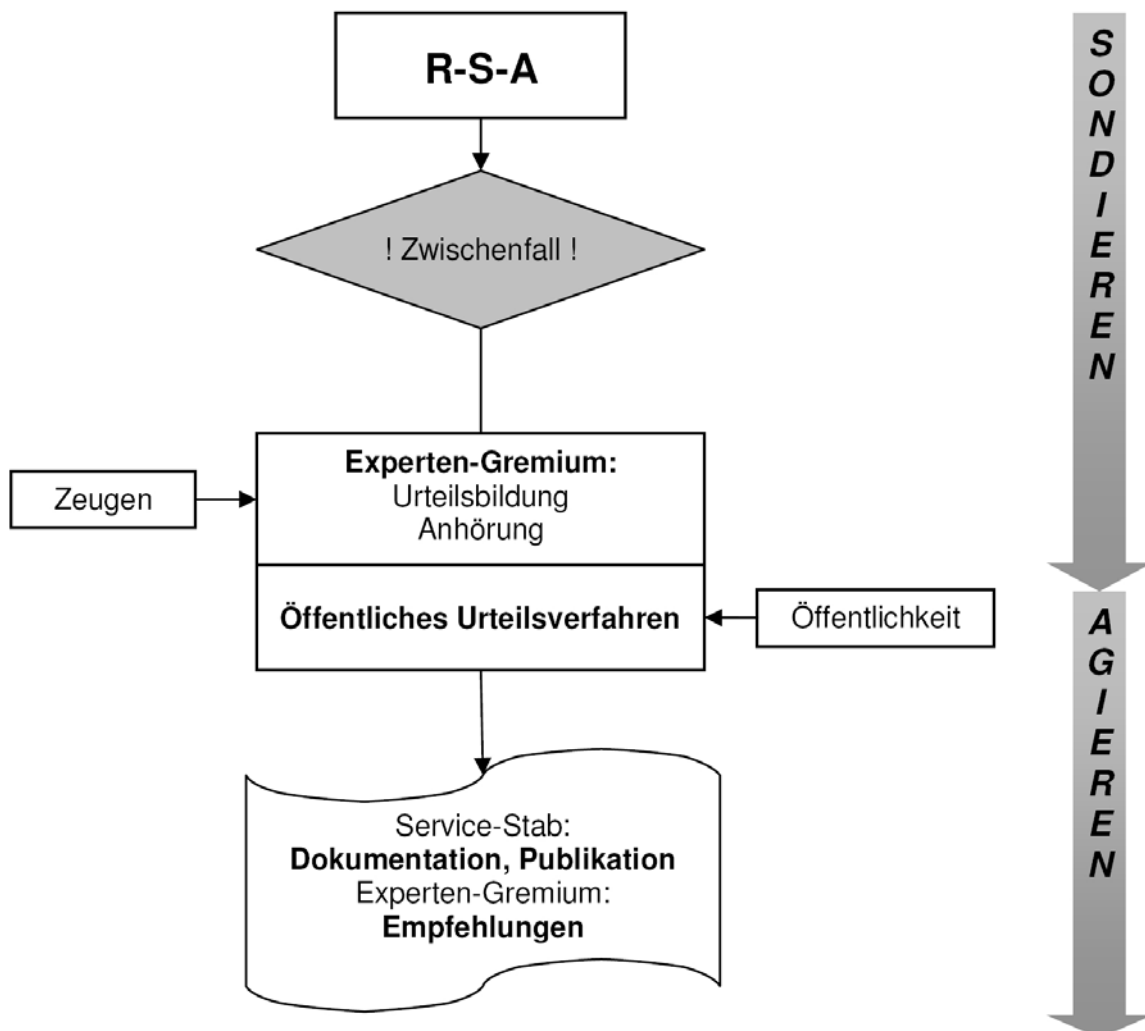


Abbildung 6: Der Arbeitsprozess von R-S-A im Zwischenfallmodus

Ein ‚Zwischenfall‘ für die R-S-A definiert sich, wie folgt, und ist von ‚Krisen‘ für Regulierungsbehörden zu unterscheiden, auch wenn sich in der Bearbeitung des konkreten Falls durchaus Berührungspunkte (z.B. gegenseitige Lerneffekte) ergeben.

Definition eines R-S-A ‚Zwischenfalls‘

- Unter ‚Zwischenfällen‘ sind *im weitesten Sinne* „Externalitäten“ aufzufassen, in Anlehnung an den Wortgebrauch in der Volkswirtschaftslehre. Sie bezeichnen externe Effekte, Auswirkungen von Handlungen oder Entwicklungen auf Dritte, die überraschend auftreten und nicht beabsichtigt waren (vgl. z.B. Ott&Papilloud 2007).
- Aus der Perspektive der R-S-A bezeichnet ein ‚Zwischenfall‘ eine Externalität, die gerade anlässlich eines bestimmten ‚verworrenen‘ Falls dringende Verständigungen, d.h. Entflechtungen der unterschiedlichen und in den Kommunikationsprozessen vermischten Dimensionen, erforderlich macht – z.B. das Nicht-Wissen über stoffliche Interaktionen im Produkt, die Unbestimmtheiten seines Gebrauchs, überzogene Erwartungen, Wünsche, Ängste, die vom Einzelfall auf die gesamte ‚Nanotechnologie‘ übertragen werden und umgekehrt. Zur Bearbeitung eines Zwischenfalls gehört neben dieser Entflechtungsarbeit die nachfolgende Analyse der Vorgehensweise behördlicher Instanzen und deren Umgang mit dem jeweiligen Fall.
- Ein ‚Zwischenfall‘ bezeichnet aus der Perspektive der R-S-A keine regulatorische Krise. Das auslösende Problem kann auch (muss aber nicht) ein regulatorisches Problem im eigentlichen Sinne sein, welches bei einem schadhaften, gesundheits- oder umweltschädlichen Produkt Maßnahmen der Gefahrenabwehr durch eine Regulierungsbehörde (z.B. Entfernung des Produktes vom Markt, Klärung der Produkthaftung, Aufklärung der Öffentlichkeit über Gefährdungspotenziale, Einleitung von Verbraucherschutzmaßnahmen für zukünftige Fälle) erforderlich machen würde.

Fälle wie ‚MagicNano‘ sind gleichzeitig ein ‚Zwischenfall‘ im Sinne der R-S-A und lösen eine ‚regulatorische Krise‘ bei Regulierungsinstitutionen wie z.B. dem BfR aus. In solchen Fällen können die R-S-A und die Regulierungsbehörde gegenseitig von ihren Bewältigungsmaßnahmen lernen – die Art der Bewältigung des Zwischenfalls und der Krise ist aber eine völlig andere. Die Maßnahmen der behördlichen Gefahrenabwehr und des reflexiven Urteilsverfahrens der R-S-A kommen sich im akuten Fall nicht in die Quere. Allerdings ist ein Fall wie MagicNano ein guter Anlass für das Experten-Gremium, um im Nachhinein aufzuarbeiten, was im behördlichen und gesellschaftlichen Umgang mit dem Fall gut funktioniert hat und wo sich gewichtige Defizite offenbart haben.

Gegenseitige Lerneffekte können anhand eines solchen Falles für den Umgang mit zukünftigen und ähnlich gelagerter Fällen erzielt werden. So analysiert die R-S-A z.B. in einem MagicNano-Fall das behördliche Vorgehen und kann auf Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten der behördlichen Arbeit hinweisen. Umgekehrt profitiert die R-S-A von der angewandten Kompetenz der Behörden. Die R-S-A lernt Möglichkeiten funktionierender behördlicher Reaktionsweisen auf solche Fälle kennen. Die Aufgabe der R-S-A beim ‚Zwischenfall‘ besteht vor allem darin, die verschiedenen Aspekte des Phänomens auszuloten und zueinander in Beziehung zu setzen. Durch die öffentliche Entflechtung eines solchen Falles kann ihr Ur-

teilsverfahren die Unsicherheiten und Regulierungsprobleme im Einzelfall innerhalb der vielschichtigen Sicherheitsproblematik des Gesamtphänomens ‚Nanotechnologie‘ kontextualisieren (vgl. Kap. 1.2.)

Für einen Zwischenfall, mit dem sich die R-S-A beschäftigen würde, sind unterschiedlich gelagerte Beispiele denkbar. Gemeinsam ist ihnen, dass sie zu Irritationen bei Experten wie in der breiten Öffentlichkeit führen, da Fakten und Fiktionen, Wissen und Nicht-Wissen, sicherheitstechnische Fragen und allgemein gesellschaftspolitische Fragen, Erwartungen an die Nanotechnologie und konkrete Erfahrungen mit einem Produkt heillos miteinander vermengt werden. Ein solcher Zwischenfall kann daher – wie die folgenden Beispiele zeigen – ganz unterschiedliche *Auslöser* haben.

Beispiel: Schadhafte Produkt

In einem ‚Magic Nano Fall‘ wäre das schadhafte Produkt die auslösende Externalität, die zur Initiierung des Zwischenfallmodus durch R-S-A führt. R-S-A würde Verständigungsprobleme zwischen unterschiedlichen Akteuren analysieren und bewerten, die in den Fall involviert sind. So müsste R-S-A z.B. vermitteln, dass, obwohl es sich bei ‚Magic Nano‘ gar nicht um ein Produkt mit Nanopartikeln handelte, dieses Produkt dennoch ein ‚Nano-Produkt‘ ist, weil ‚Nanotechnologie‘ ein heterogenes Feld an unklar definierten Produktentwicklungen und Eigenschaftszuschreibungen umfasst.

‚Magic Nano‘ enthielt bekanntlich keine Nanopartikel, aber die Dicke des durch das Reinigungsspray erzeugten Schutzfilms lag im Nanometerbereich. Und offenbar war es selbst den Herstellern nicht klar, dass keine Nanopartikel drin waren – eine Episode, die belegt, dass die ‚Welt‘ der Nanopartikel und -produkte nur schwer durch gesetzliche Regularien kontrollierbar ist.

Das Urteil der R-S-A könnte in einem solchen Fall lauten, dass die Reaktionen von Behörden und/oder der Industrie sehr effektiv und angemessen waren, dass aber wesentliche aus dem Fall resultierende Fragen nicht aufgearbeitet wurden – so bezüglich der mangelnden Transparenz in der Produktions- und Vermarktungskette: Warum war es für die diversen beteiligten Akteure so schwierig, die Nanodimensionen des Produkts zu überprüfen? Wie kann so ein Produkt an eine TÜV-Prüfplakette kommen? Warum setzt deren Vergabe keine geeigneten Prüfverfahren voraus?

Beispiel: Wissenschaftliche Kontroverse

Auch wissenschaftliche Kontroversen, gegenläufige Expertisen oder wissenschaftliche Versprechen, die in den Medien breit kommuniziert werden, könnten einen Zwischenfall auslösen.

Denkbar wäre bspw. eine neue Debatte über Nanoassembler bzw. unverantwortliche Wissenschaft, die durch die reißerische Darstellung von nano-wissenschaftlichen Forschungen als Vorstufen auf dem Weg zu sicht-selbst-vermehrenden Nanomaschinen eröffnet wird. Die Arbeit von R-S-A würde hier z.B. darin bestehen, einseitige Zuschreibungen zu kontextualisieren, zu entflechten und auf ihre Substanz zu prüfen, um die echten Probleme sichtbar zu machen, die sich in solchen Darstellungen unkontrollierter Technik artikulieren.

Als ursprünglicher Auslöser einer solchen Kontroverse könnte sich die Propagierung eines (noch sehr visionären) und kostenintensiven medizinischen Verfahrens mit Hilfe von Nanopartikeln rekonstruieren lassen. Von diesem versprochen die beteiligten Forschungsinstitute, Industrieunternehmen und Medien die Heilung bislang unheilbarer Zivilisationskrankheiten. Für dessen Grundlagenforschung stellte die Forschungspolitik großzügig Fördermittel zur Verfügung, obwohl die wissenschaftlichen Methoden und technischen Verfahren äußerst umstritten sind. Beides – die Vision der Nanomaschinen und die großzügige staatliche Förderung des visionären Verfahrens – wurden in wissenschaftsjournalistischen Publikationen miteinander verkoppelt und zur pauschalisierenden Kritik an der Nanotechnologie wie staatlicher Forschungspolitik genutzt.

Das Urteil der R-S-A könnte in solchen Fällen einerseits eine Differenzierung der in der Kontroverse vermengten wissenschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen und sonstigen Faktoren beinhalten. Andererseits würde es beurteilen, wer – einschließlich der beteiligten Wissenschaftler und Journalisten – die Verantwortung für die die Debatte befördernden Aussagen über die grenzenlosen Möglichkeiten der Nanotechnologie zu tragen hat und damit auch die Verantwortung in solchen Fällen übernehmen sollte. In diesem Fall könnte das Urteil auch Empfehlungen zu einer besseren Kontrolle und Vermittlung der Kriterien staatlicher Forschungsförderung enthalten.

Beispiel: Politischer Protest

Ein weiterer Auslöser eines Zwischenfalls könnte eine politische Protestbewegung sein.

Der Fall könnte dem Protest der *Grenobler Opposition gegen Nektrotechnologien* vergleichbar sein, die ihre Demonstrationen gegen die Eröffnung von MINATEC im Juni 2006 mit einer Ausweitung einer globalen-kapitalistischen Überwachungsgesellschaft begründete (GON 2006). Nanotechnologie wurde bspw. mit einer gesellschaftlichen Ausweitung „intelligenter Kameras“ in „unter der Haut Implantaten“ und „biometrischen Systemen“ gleichgesetzt und als „Blitzkrieg gegen das Leben“ bezeichnet (ebd.).

Dass Urteil der R-S-A hätte in einem solchen Fall gleichzeitig die adressierte ‚Nanotechnologie‘ zu differenzieren und den Protest zu kontextualisieren: Zu identifizieren wäre z.B., wo sich datenschutzrechtliche Bedenken tatsächlich durch die nanotechnologische Verfeinerung solcher Sensoren stellen. Zu differenzieren wäre, dass diese Entwicklung nur einen kleinen Bereich der Nanotechnologien ausmacht und auch hier z.B. für den medizinischen Bereich durchaus wünschenswerte Produkte entwickelt werden können. Zu differenzieren wäre ebenso, ob nicht die Adresse eines solchen Protestes verlagert werden müsste – bspw. von der wissenschaftlich-technischen Entwicklungsinstitution hin zu politischen Institutionen, die mit ihren Sicherheitsdiskursen zur Lösung politischer Probleme mit sicherheitstechnischen Mitteln (bspw. im Kontext der globalen Terrorismusdiskussion) selbst zu der Vermischung beigetragen haben, auf die sich die Protestbewegung in Wirklichkeit bezieht. Kurz – das Urteil der R-S-A müsste den Protest als solchen ernst nehmen, um überhaupt differenzieren zu können, was an ihm in Bezug auf die ‚Nanotechnologie‘ ernst zu nehmen ist. Dies würde zu einem ‚Verstehen‘ solcher Proteste führen, anstatt sie von vornherein als irrational abzuwerten.

3.5.3. Zeitrahmen der Arbeitsweisen von Normal- und Zwischenfallmodus

Der Zeitrahmen der Arbeitsweisen der R-S-A unterscheidet sich im Normalfall- und Zwischenfallmodus (vgl. Abbildung 7): Im *Normalfallmodus* verläuft der Vorgang des ‚Scannens‘ (die Rasteraktivität zur Themenfindung) kontinuierlich. Er erfordert permanente Auf-

merksamkeit auf Entwicklungen, Produkte und Diskurse der ‚Nanotechnologie‘ durch die ‚Scanner‘ des Service-Stabes, wird aber auch von den anderen Beteiligten mitgetragen. Im ersten Monat erfolgt ein Treffen des Experten-Gremiums, u.a. zur Themenwahl. Dieses Treffen findet selbstverständlich nicht im Gründungsjahr der R-S-A statt, da ihm die permanente Arbeit des Scannens vorhergehen muss. Ab dem ersten Jahrestreffen arbeiten die drei ‚Sondierer‘ des Service-Stabs auf das zweite Jahrestreffen sechs Monate später hin. Dieses beinhaltet den Workshop, die Anhörungen, die Urteilbildung und ihre öffentliche Vermittlung (das Agieren bzw. Intervenieren). Daran anschließend kümmern sich die administrativen Mitarbeiter und die ‚Sondierer‘ bis zum Ende des 12-monatigen Arbeitszyklus um die Ergebnisvermittlung durch Berichte, Publikationen, Pressearbeit und Weiterleitung konkreter Empfehlungen an die dafür kompetenten und zuständigen Institutionen und Organisationen des Netzwerkes.

Für den *Zwischenfallmodus* gilt dagegen eine beschleunigte Variante: Hier entfällt der langwierige Vorgang der Themenfindung durch das ‚Scannen‘, wobei die Bearbeitung des Zwischenfalls natürlich von den Ergebnissen des ‚Scannens‘ im Normalfallmodus profitiert. Das Urteilsverfahren und die Ergebnisvermittlung finden adhoc (insgesamt in einem Zeitrahmen von ein bis zwei Monaten) statt. Je nach Größenordnung und Zeitpunkt kann der Zwischenfallmodus damit den schon laufenden Normalfallmodus ersetzen oder zeitlich verschieben.

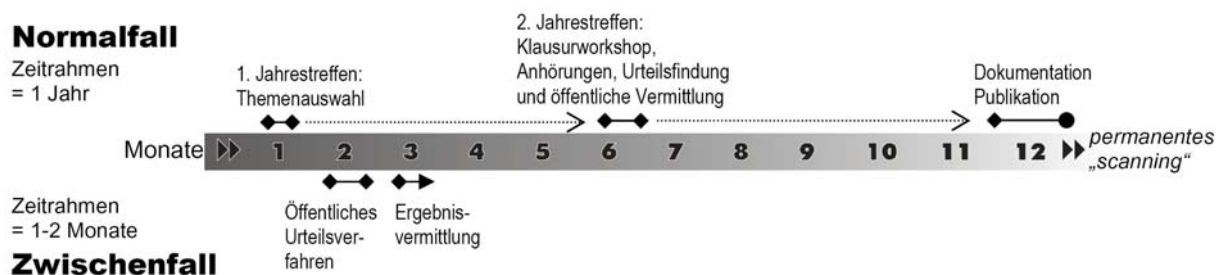


Abbildung 7: Arbeitsgeschwindigkeiten im Normal- und Zwischenfallmodus

3.6. Selbstevaluation

Am Ende des ersten Jahrestreffens der R-S-A findet regelmäßig eine Selbstevaluierung der Institution durch das Experten-Gremiums statt (vgl. Kap. 3.5.1., Tabelle 4). Diese Maßnahme begründet sich folgendermaßen:

Das hier vorgestellte Modell für eine R-S-A geht davon aus, dass ihre Arbeit vornehmlich explorativ und begleitend ist. Die R-S-A behält die ‚Nanotechnologie‘ als diskursives Gesamtphänomen im Auge und beurteilt Möglichkeiten, Grenzen und neuen Herausforderungen an das bestehende regulatorische Gefüge, dass mit nanotechnologischen Einzelphänomenen der Produkt- und Verfahrenssicherheit befasst ist. Erwartet wird, dass nanotechnologische Forschung und Entwicklung immer weiter in Bereiche hoher Komplexität und prin-

zipten Nichtwissens vordringt. Dabei muss aber auch davon ausgegangen werden, dass marktfähige Nanotechnologien bestehende Technologien nur inkrementell verändern, was bei einzelnen Transformationen oder Übergängen (von Feinstaub zu Nanopartikeln, von Mikro- zu Nanochips, etc.) die entsprechenden inkrementellen Anpassungsleistungen der Aufsichtsmechanismen erlaubt. Die R-S-A behält diese Gesamtdynamik im Blick. Ihre Arbeitsweise entspricht einer permanent erhöhten Aufmerksamkeit, nicht aber einer aktivistischen Aufgeregtheit. Die R-S-A repräsentiert somit ein permanent erhöhte, dabei allerdings unaufgeregte Aufmerksamkeit: Der ‚Zwischenfallmodus‘ (vgl. 3.5.2.) ist als eine Ausnahmesituation definiert.

Diese Grundvoraussetzungen bedürfen ihrerseits einer permanenten Aufmerksamkeit. Insbesondere zwei mögliche Entwicklungen könnten zu einer Veränderung oder sogar einer *Selbstaflösung* der R-S-A führen: Zum einen ist denkbar, dass der ‚Zwischenfall‘ zum Regelfall wird, dadurch dass eine oder mehrere Problemzonen entstehen, in denen das bestehende Regulierungsgefüge offensichtlich nicht ausreicht. Unter diesen Bedingungen kann die R-S-A ihre eigene Überforderung feststellen und die Bildung permanenter Arbeitsgruppen fordern, die langfristige institutionelle Lösungen für nunmehr wohl-definierte neue Problemfelder entwickeln.

Eine zweite Möglichkeit besteht zum anderen darin, dass von der ‚Nanotechnologie‘ (Singular) weniger und weniger gesprochen wird, dass sich nanotechnologische Ansätze wieder in einzelne Entwicklungslinien zurückziehen und man zukünftig statt mit ‚Nanotechnologie‘ wieder mit ‚Pharmazie‘, ‚Farben und Lacken‘, ‚Kosmetika‘ oder ‚Nahrungsmittelzusätzen‘ konfrontiert wird. In diesem Fall wäre es angemessen, wenn sich auch das öffentliche und regulatorische Interesse auf diese einzelnen Entwicklungslinien richtete und nicht auf das heterogene, visionär aufgeladene Programm einer alles transformierenden ‚Nanotechnologie‘. Entsprechend könnte in diesem Fall das Experten-Gremium feststellen, dass eine R-S-A für die ‚Nanotechnologie‘ nicht mehr angemessen ist. Denn vielleicht hat sich das visionäre Innovationsprogramm dann auf die synthetische Biologie verlagert.

Zu den Möglichkeiten einer den heutigen Technikentwicklungen angemessenen „converging institution“ (Papilloud & Ott 1997) – wie der R-S-A – muss gerade auch diese Form der Selbstevaluation gehören, die kritische Selbstbeobachtung auch ggf. mit der Konsequenz der eigenen Selbstaflösung umfasst.

3.7. Bilanz

Die R-S-A realisiert institutionell ein reflexives Urteilsverfahren zur ‚Nanotechnologie‘. Der gesellschaftliche Nutzen und der Mehrwert dieses Verfahrens im Kontrast zu den bisher etablierten zu ‚weichen‘ Maßnahmen einer erweiterten Regulierungskonzeption (vgl. Tabelle 6) besteht in der Erzeugung von *gesellschaftlich eingebetteten Lerneffekten* zu Möglichkeiten und Grenzen des Umgangs mit nanotechnologischen Innovationsprozessen.

	Observatorium, Selbstregulierung, Dialog („erweiterte Regulierungsmaßnahmen“)	R-S-A (‘reflexives Urteilsverfahren’)
Interface zur Gesellschaft	Website und zielgruppenspezifische Stakeholder-Dialoge	Öffentlich nachvollziehbare Urteilsbildungen des Experten-Gremiums
Sichtbarkeit und politische Transparenz	Unsichtbarkeit des Beobachters (Observatorium) und bloße Veröffentlichung des Wissens und der Ergebnisse (in Datenbanken, Berichten etc.), eine politisch geförderte Maßnahme neben anderen	Sichtbarkeit aller Akteure, Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Wissensproduktion, politische Situierung in einer ‚Mittler-Position‘ (z.B. Nationale Akademie der Wissenschaften)
Modus der Wissensproduktion	Vermittlung und Lernen durch Experten, Bewertung und Urteil ohne abschließendes, komplettes Wissen	Verschiedene Wissensformen treten in eine Lerngemeinschaft ein
Öffentliche Aufsicht	Kein Analog zu diesem Regulierungsideal (vgl. z.B. das ‚Monitoring‘ als Schwachstelle der Codes of Conduct)	Die R-S-A arbeitet unabhängig, kritisch, im öffentlichen Auftrag und Interesse. Sie hat die Nanotechnologie als diskursives Gesamtphänomen im Blick.
Etc.		

Tabelle 6: Die R-S-A im Kontrast zu den Modellen einer erweiterten Regulierungskonzeption

In den Lerneffekten aus dem reflexiven Urteilsverfahren kommen die drei Funktionen der R-S-A (Rastern, Sondieren, Handlungen anstoßen) zusammen. Sie orientieren die R-S-A auf die unverzichtbaren Ideale der öffentlichen Aufsicht, politischen Transparenz, Möglichkeit zur Intervention, ansprechbarer Instanz und größtmöglicher Rechtssicherheit. Insofern ist die Institutionalisierung einer unabhängigen Lerngemeinschaft auch eine Maßnahme, die amorphe, heterogene und visionär aufgeladene ‚Nanotechnologie‘ in die Sphäre der *Regierbarkeit* zu holen und somit Bürgervertrauen in Innovationsprozesse sowie die Regulierung zu schaffen. Die *Lerneffekte* bestehen vor allem in zweierlei:

1. In ihrem Urteilsbildungsprozess *lernen Experten* aus allen wesentlichen gesellschaftlichen Bereichen (wissenschaftliche Disziplinen, Industrie, Behörden, Verbraucherschutz, Umweltorganisationen, Gewerkschaften, Kirchen, Konsumenten usw.) die jeweils unterschiedlichen Einschätzungen, den Wissenstand, die Erfahrungen der anderen Experten kennen. Dieser Zusammenprall unterschiedlicher Wissensformen und Wissensbestände fließt in das gemeinsame Urteil ein. Hier geht also nicht nur darum, die wissenschaftlich-technischen Hintergründe einschätzen zu können, sondern auch deren gesellschaftliche und kulturelle Bedeutung. Bürgervertreter lernen von Wissenschaft und Technik, Forscher und Entwickler lernen umgekehrt etwas über gesellschaftliche Vorbehalte und Werttraditionen. Entsprechend multidimensional ist somit die vom Urteil repräsentierte Wirklichkeit.

2. Durch die öffentliche Vermittlung des Urteilsfindungsprozesses entsteht eine *kritische Nachvollziehbarkeit*. Diese unterscheidet die Arbeit der R-S-A grundsätzlich von der Informationspolitik, wie sie aus dem Umfeld der Observatorien und der anderen Maßnahmen der erweiterten Regulierungskonzeption bekannt ist. Die Schnittstelle zwischen Expertenwissen und öffentlichen Interessen besteht nicht in einer Datenbank, einer Informationsveranstaltung oder einem Sachverständigenbeitrag, sondern vielmehr in der transparent gemachten Urteilsfindung. Alle interessierten Bürger können in Erfahrung bringen, wie schwer es ist, aus einer Vielzahl von Gesichtspunkten und aus einer unsicheren Datelage zu einem verantwortlichen Umgang mit den Möglichkeiten und Problemen eines entstehenden Technologiefeldes zu gelangen.

Diese Lerneffekte können *Bürgervertrauen* schaffen, wobei Bürgervertrauen zu erzeugen weit mehr erfordert als eine Reihe von Maßnahmen zum Konsumentenschutz; hier geht es um Vertrauen in politische Prozesse und die Regierbarkeit einer neuen Technologie. Dazu müssen die Belange von Bürgern zunächst einmal ernst genommen werden. Die Fixierung auf Gesundheits- und Umweltrisiken reicht hierfür nicht aus. Staatsbürgerliche Belange sind weitergehend auf Gesundheits-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit gerichtet. Sie betreffen Fragen der Gerechtigkeit, der Solidarität und inneren Sicherheit, der verantwortlichen Staatsausgaben usw. Die Belange von Bürgern werden zweitens ernst genommen, wenn Bürger nicht nur informiert oder pro forma nach ihrer Meinung befragt werden, sondern wenn ihnen die Schwierigkeit der Urteilsfindung zugemutet wird.

Die durch die Verfahren der R-S-A ermöglichten Lerneffekte und das erzeugte Bürgervertrauen können zur Bildung einer Kultur der ‚Risikobereitschaft‘ und des vorsichtigen Umgangs mit Nicht-Wissen beitragen, ohne die sich nanotechnologische Innovationspotenziale kaum durchsetzen lassen werden.

4. Literaturverzeichnis

- Bachmann, A. (2006). Nanobiotechnologie. Eine ethische Auslegeordnung. Bern, Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich EKAH und Ariane Willemsen.
- BASF (2006). Code of Conduct Nanotechnology. Ludwigshafen, BASF.
- BAuA (2006). Sonderinformationsdienst. Nanotechnologie / Ultrafeinstaub. Berlin, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Bayer (2006). Bayer beteiligt sich an 'NanoCare'. Presse-Information. Leverkusen.
- Berger, M. (2007). "Regulating nanotechnology - incremental approach or new regulatory framework?" Nanowerk Spotlight Retrieved 26.7.2007, from www.nanowerk.com.
- Beyerlein, T. (2006a). "Das 'Nanotechnologie-Gesetz'? Notwendigkeit und Bestrebungen in Deutschland, Europa und den Vereinigten Staaten Teil 1 (Deutschland und Europa)." StoffR **5**: 196-201.
- Beyerlein, T. (2006b). "Das 'Nanotechnologie-Gesetz'? Notwendigkeit und Bestrebungen in Deutschland, Europa und den Vereinigten Staaten Teil 2 (Vereinigte Staaten)." StoffR **6**: 271-273.
- BfR (2005). Proceedings zum ersten BfR-Forum Verbraucherschutz am 23. und 24. Juni 2005. EU-Chemikalienrecht und Verbraucherschutz Berlin, Bundesinstitut für Risikobewertung.
- BfR (2007). Verbrauchervotum zur Anwendung der Nanotechnologie in den Bereichen Lebensmittel, Kosmetika und Textilien. Ergebnis der Verbraucherkonferenz: Nanotechnologie. BfR. Berlin, Ufu und IÖW.
- BMBF (2006). Nano-Initiative – Aktionsplan 2010. Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2006a). BMBF und Industrie starten Forschung zu Nanopartikeln Pressemitteilung. Berlin.
- BMBF. (2006b). "NanoCare - verantwortungsvoller Umgang mit der Nanotechnologie." Retrieved 26.03.2007, 2007, from <http://www.bmbf.de/de/5915.php>
- BMBF (2007). Dialog NanoCare. Verantwortlicher Umgang mit Nanomaterialien. Flyer Tagung Düsseldorf. Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2008). Bürgerdialog NanoCare. Sichere Herstellung von Nanomaterialien. Veranstaltungsflyer Hamburg 12.4.2008. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMU (2007a). Experten diskutieren über Nanomaterialien. Nanoarbeitsgruppen treffen sich zu erster Sitzung. BMU Pressedienst.
- BMU (2007b). Hintergrundpapier der Nanokommission zum NanoDialog. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMU (2007c). Nanomaterialien im Dialog. Pressemeldung der Nanokommission der Bundesregierung. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BMU. (2007d). "Nanotechnologien, Umwelt- und Gesundheitsschutz. Rolle des Staates – sind Maßnahmen nötig?" Retrieved 27.4., 2007, from http://www.bmu.de/gesundheit_und_umwelt/nanotechnologie/doc/37261.php.
- Böschen, S and Wehling P. (2004): Wissenschaft zwischen Folgenverantwortung und Nichtwissen. Wiesbaden: VHS-Verlag
- Bogner, A, H. Torgersen (Hg.) (2005): Wozu Experten? Ambivalenzen der Beziehung von Wissenschaft und Politik. Wiesbaden: VHS-Verlag.
- Brunner, T. J., P. Wick, et al. (2006). "In Vitro Cytotoxicity of Oxide Nanoparticles: Comparison to Asbestos, Silica, and the Effect of Particle Solubility." Environ. Sci. Technol. **40**: 4374-4381.
- BUND (2005). Deutschland: Bremser bei der Chemikaliensicherheit. Hintergrundpapier, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland.
- Bundesregierung (2001). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Ulrike Flach, Cornelia Pieper, Birgit Homburger, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der F.D.P. – Drucksache 14/5286 –. Berlin, Deutscher Bundestag.
- Bundesregierung (2007). Unterrichtung durch die Bundesregierung: Bericht der Bundesregierung zum Veränderungsbedarf des bestehenden Rechtsrahmens für Anwendungen der Nanotechnologie. Drucksache 16/6337 vom 30.8.2007. Berlin, Deutscher Bundestag.
- Bullis, K. (2006). "Angst vor Nano im Regal." Retrieved 05.10.2007, from <http://www.heise.de/tr/artikel/print/71931>.
- Burton, B. (2006). "Environmental Defense or Nanotech Defense?" Retrieved 8. Oktober, 2006, from <http://www.prwatch.org/node/4273>.

- CDC (1996). "Historical Perspectives History of CDC." MMWR **45**(25): 526-530.
- Chaudhry, Q., J. Blackburn, et al. (2006). A scoping study to identify gaps in environmental regulation for the products and applications of nanotechnologies. London, DEFRA.
- Clarke, S. (2006). "Future technologies, dystopic futures and the precautionary principle." Ethics and Information Technology **7**: 121-126.
- Claus, F. and U. Lahl (2006). "Synthetische Nanopartikel – Entwicklungschancen im Dialog." UWSF – Z Umweltchem Ökotox (OnlineFirst): 1-3.
- Colvin, V. (2002) "Responsible Nanotechnology: Looking Beyond the Good News." EurekaAlert - Nanotechnology In Context. <http://www.eurekaalert.org/context.php?context=nano&show=essays&essaydate=1102>
- Cranor, C. F. (2001). "Learning from the Law to address Unvertainty in the Precautionary Principle." Science and Engineering Ethics **7**: 313-326.
- Davies, J. C. (2005). Managing the Effects of Nanotechnology. o.O., Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on Emerging Nanotechnologies.
- DFG (2007): Leopoldina als Nationale Akademie der Wissenschaften. DFG-Pressemitteilung 75/20.11.2007.
- Dozier, S. (2006). Solicitation of Comments pertaining to NTP Nanotechnology Working Group. Norfolk VA, Nanotechnology Research Liaison.
- Dubbert, W. (2005). Results of the Workshop "Dialogue on Evaluation of Synthetic Nanoparticles inWork and Environmental Areas". OECD Workshop on the Safety of Manufactured Nanomaterials. Washington DC, OECD.
- Dupuy, J.-P. (2004). Complexity and Uncertainty - A Prudential Approach to Nanotechnology. Brüssel, "Foresighting the New Technology Wave" High-Level Expert Group, EC.
- Dupuy, J.-P. and F. Roure (2004). Nanotechnologies: Ethics and Industrial Prospects. Paris, Conseil Général des Mines, Conseil Général des Technologies de l'Information.
- EC (2004). Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis on the Basis of a Workshop Organized in Brussels on 1–2 March 2004 by the Health and Consumer Protection Directorate General of the European Commission. Brüssel, European Communities.
- Eckardt, A. and C. M. Ziegler (2002). Nanotechnologie und Life Sciences. Zürich, Basler & Hofmann AG.
- ED-DuPont (2007). Nano Risk Framework. Wilmington DE, Washinton DC, Environmental Defense - DuPont Partnership.
- EEA, Ed. (2001). Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000. Environmental issue report. Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities.
- EGE (2007). Opinion on the ethical aspects of nanomedicine. Brussels, European Communities.
- ETC (2002). No Small Matter! Nanotech Particles Penetrate Living Cells and Accumulate in Animal Organs. Communiqué Issue 76, Action Group on Erosion, Technology and Concentration ETC.
- ETC (2003a). The Big Down. From Genomes to Atoms. Winnipeg, Action Group on Erosion, Technology and Concentration.
- ETC (2003b). Nanotech and the Precautionary Prince. News Release. Winnipeg, Action Group on Erosion, Technology and Concentration.
- ETC (2003c). Size Matters! ETC Group: New information provides more evidence for mandatory moratorium on synthetic anoparticles. News Release. Winnipeg, Action Group on Erosion, Technology and Concentration.
- ETC (2004). The Precautionary Prince II. News release. Winnipeg, Action Group on Erosion, Technology and Concentration.
- Felt, U. and B. Wynne (2007). Science and Governance - Taking European Knowledge Society Seriously, EC Directorate-General for Research.
- Fisher, Erik, Roop L. Mahajan, and Carl Mitcham. "Midstream Modulation of Technology - Governance from Within." Bulletin of Science, Technology & Society **26.6** (2006): 485-96.
- Franco, A., S. F. Hansen, et al. (2007). "Limits and prospects of the "incremental approach" and the European legislation on the management of risks related to nanomaterials." Regulatory Toxicology and Pharmacology **48**: 171–183.
- Führ, M., A. Hermann, et al. (2006). Rechtsgutachten Nano-Technologie - ReNaTe: Bestehender Rechtsrahmen, Regulierungsbedarf sowie Regulierungsmöglichkeiten auf europäischer und nationaler Ebene. Darmstadt, Öko-Institut e.V. & sofia.

- Führ, M. and U. Lahl (2005). Eigen-Verantwortung als Regulierungskonzept - am Beispiel des Entscheidungsprozesses zu REACh.
- Gergely, A. (2007). Within REACh? Can we regulate the safety of nano-products, without blunting progress? NanoNOW! 1: 44-46.
- GON (2006). Nach der Atomkraft und den gentechnisch veränderten Organismen: Wenn wir uns nicht mit Nanotechnologie befassen, wird sie sich mit uns befassen! Grenoble, Grenobler Opposition gegen Nukleartechnologien.
- Grobe, A. (2005). Nanomaterialien am Arbeitsplatz. VCI-Stakeholder-Dialog zum Arbeitsplatz. Kurzbericht der Ergebnisse. Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen. Bonn.
- Grobe, A. (2007). Europa setzt auf Dialoge: Neue Wege der (Risiko-)Kommunikation für Nanotechnologien. nano. Chancen und Risiken aktueller Technologien. A. Gzásó, S. Greßler and S. F. Wien, New York: 199-215.
- Grunwald, A. (2002). Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Berlin, Edition Sigma.
- Grunwald, A. (2006): Manufactured Nanoparticles Risk-perception, Decision-making, and Communication. ENERO Workshop May 11, 2006 Brussels.
- H.W. (2006). Wie giftig sind Nanopartikel? Der Ruf nach Regulierung wird lauter. NZZ Online.
- Hellsten, E. (2005). Nanosciences and Nanotechnologies: An Action Plan for Europe 2005-2009. Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen. Bonn.
- Hertel, R. F. (2005). Risikobewertung: Methoden, Grenzen und Möglichkeiten. BfR-Workshop, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR).
- Hey, C., K. Jacob, et al. (2007). "Better regulation by new governance hybrids? Governance models and the reform of European chemicals policy." Journal of Cleaner Production / In Press: 1-16.
- Illuminato, I. (2007). Nanotechnology and Sunscreens. Washington DC, Friends of the Earth.
- Japp, K. P. (2000). Risiko. Bielefeld, Transcript.
- Kearnes, Matthew, Phil Macnaghten, and James Wilsdon. Governing at the Nanoscale People, Policies and Emerging Technologies. London: DEMOS, 2006.
- Krohn, W. and G. Krücken, Eds. (1993). Risikante Technologien: Reflexion und Regulation. Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung. Frankfurt, Suhrkamp.
- Krug, H. F. (2006). Chancen und Risiken für die Gesundheit. Koordination Normungsarbeit der Umweltverbände: Nanotechnologien im Alltag - eine Vision für das 21. Jahrhundert? Chancen und Risiken für Umwelt und Gesundheit. Berlin.
- Krug, H. F. (2006b). Gibt es Gefährdungen oder Risiken durch Nanopartikel? Neue Technologien nachhaltig gestalten. Evangelische Akademie Iserlohn.
- Krug, H. F. (2006c). Gesundheitsrelevante Aspekte synthetischer Nanopartikel: Schaffung einer allgemeinen Informations- und Wissensbasis als Grundlage für eine innovative Materialforschung NanoCare. Berlin.
- Krug, H. F. (2006d). Statement. Pressekonferenz NanoCare. Berlin. <http://www.nanopartikel.info/projekt/ziele.html>
- Krug, H. F. and T. Fleischer (2007). "Nanotechnologie - eine Bestandsaufnahme." umwelt.medizin.gesellschaft 20(1): 44-50.
- Krug, H. F. and J. M. Wörle-Knirsch (2007). Risikoforschung und toxikologische Bewertung von Nanomaterialien. nano - Chancen und Risiken aktueller Technologien. A. Gzásó, S. Gressler and F. Schiemer. Wien, New York, Springer: 101-114.
- Kühling, W. and H. Horn (2007). Für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Nanotechnologie - Eine erste Diskussionsgrundlage am Beispiel der Nanopartikel. Berlin, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), Friends of the Earth Germany.
- Lahl, U. (2005). Synthetische Nanopartikel – Entwicklungschancen im Dialog. Bonn, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: 8.
- Lahl, U. (2006a). "Innovationsräume mit einem Risikoradar orten." politische ökologie 24(101): 50-52. {#20}
- Lahl, U. (2006b). Nanotechnologie, Umwelt- und Gesundheitsschutz. Dialogveranstaltung 'Chancen nutzen – Risiken managen. Weichen stellen für eine nachhaltige Nanotechnologie'. Berlin. {#18}
- Lahl, U. (2006c). "REACh - Bewertung der politischen Einigung." StoffR 6: 238-242.
- Lahl, U. and W. Steven (2005). "Feinstaub - eine gesundheitspolitische Herausforderung." Pneumologie 59: 704-714.

- Lahl, U. and K. A. Hawxwell (2006). "REACH - The New European Chemicals Law." Environmental Science & Technology: 7115-7121.
- Lahl, U. and J. Tickner (o.J.). Defizite im amerikanischen und europäischen Chemikalienrecht - Reformbemühungen und die transatlantische Dialogbereitschaft: 24.
- Lindinger, M. (2006). Giftzwerge - Welche Gesundheitsrisiken lauern in Nanopartikeln? Frankfurter Allgemeine Zeitung. 24.5.2006.
- Löchtefeld, S. and F. Claus (2005). Synthetische Nanopartikel. Abschlussbericht des ersten Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen. Dortmund, iku GmbH: 23.
- Luhmann, N. (1993). Risiko und Gefahr. Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung. W. Krohn and G. Krücken. Frankfurt, Suhrkamp: 183-185.
- Maasen, S., P. Weingart (eds.) (2005): Democratization of Expertise? Exploring Novel Forms of Scientific Advice in Political Decision-Making. Sociology of the Sciences Vol. XXIV. Dordrecht: Springer.
- Marchant, G. E. and D. J. Sylvester (2006). "Transnational Models for Regulation of Nanotechnology." Journal of law, medicine & ethics: 714-725.
- Maynard, AD, Baron PA et al. (2004): "Exposure to carbon nanotube material: aerosol release during the handling of unrefined single-walled carbon nanotube material" Journal Toxicol Environ Health A, 67:87-107
- Meili, C. (2007). CENARIOS - Nano-Risiken managen. St. Gallen, The Innovation Society.
- NanoJury (2006a). NanoJury – Public engagement on nanotechnologies, NanoJury.
- NanoJury (2006b). Recommendations, NanoJury.
- nanologue (2006). The future of nanotechnology: We need to talk. o.O., nanologue. www.nanologue.net
- Nentwich, M. (2007). "Nanotechnologien auf dem Prüfstand der Technikfolgenabschätzung." ITA-News(September): 2-3.
- Nicholas, B. and K. Cronin (2006). Navigating toward our future: Second report of 'The Navigator Network' on emerging issues in biotechnology and nanotechnology. Wellington NZ, Navigatornetwork.
- Nordmann, A. (2006). Gesellschaftliche und ethische Fragen der Nanotechnologie - Risikobereitschaft, Verantwortung, Mitgestaltung. Hessen im Dialog.
- Nordmann, A. (2007a). Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie. nano – Chancen und Risiken aktueller Technologien. A. Gzásó, S. Greßler and F. Schiemer. Berlin, Springer: 215-229.
- Nordmann, A. (2007b). "Knots and Strands: An Argument for Productive Disillusionment." Journal of Medicine and Philosophy 32(3).
- Nordmann, A. (forthcoming). Philosophy of NanoTechnoScience. Nanotechnology. H. Fuchs, M. Grätzel, H. Krug et al. Weinheim, Wiley.
- Nowotny, H, P. Scott, et al. (2004): Wissenschaft neu denken. Wissen und Öffentlichkeit in einem Zeitalter der Ungewissheit. Weilerswist: Velbrück
- Oberdörster, G. (2005). Biokinetik von Nanopartikeln: Grund zur Besorgnis? Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen. Bonn.
- Oberdörster, G., E. Oberdörster, et al. (2005b). "Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles." Environmental Health Perspectives 113(7): 823-839.
- Oberholz, A. (2006). Statement. Pressekonferenz NanoCare. Berlin.
- OECD (2006). Report of the OECD Workshop on the Safety of Manufactured Nanomaterials: Building Cooperation, Co-ordination and Communication. Washington D.C., United States, 7th-9th December 2005. Paris, Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD).
- Ott, I. and C. Papilloud (2007). Converging institutions - Shaping relationships between nanotechnologies, economy and society. Bulletin of Science, Technology & Society 27(6): 455-466.
- Parr, Douglas. "Nanojury - Reflections and Implications of Recommendations." London: Greenpeace, 2006.
- Paschen, H.; Coenen, C.; Fleischer, T. u.a. (2004). Nanotechnologie. Forschung, Entwicklung, Anwendung. Berlin, Springer.
- Pidgeon, N. and T. Rogers-Hayden (2007). "Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'?" Health, Risk & Society 9(2): 191-210.
- Pfautsch, E. (2007). Challenges in Commercializing Carbon Nanotube Composites. Columbia, University of Missouri-Columbia.
- Prince-of-Wales (2004). Comment. Independent on Sunday, 11. July: 25.

- Renn, O. (2003). The Challenge of Integrating Deliberation and Expertise: Participation and Discourse in Risk Management. Risk Analysis and Society: An Interdisciplinary Characterization of the Field. T. L. MacDaniels and M. J. Small. Cambridge, Cambridge University Press.
- Renn, O., R. Carius, et al. (2005). ERiK – Entwicklung eines mehrstufigen Verfahrens der Risikokommunikation. Berlin, Bundesinstitut für Risikobewertung.
- Renn, O. (2005a). White Paper on Risk Governance. Towards an integrative Approach. Genf, International Risk Governance Council.
- Renn, O. and M. Roco (2006). White Paper on Nanotechnology Risk Governance. Genf, International Risk Governance Council.
- Renn, O. (2007). Nanotechnology and Risk Governance: The IRGC Model. Risk Governance of Nanotechnologies - The International State-of-the-Art. Wien, ita/bmvit.
- ResponsibleNanoCode. (2007, 17.09). "Responsible Nanotechnologies Code Consultation Draft – 17 September 2007." from www.responsiblenanocode.org.
- Reynolds, G. H. (2002). Forward to the Future - Nanotechnology and Regulatory Policy. San Francisco, Pacific Research Institute.
- Rip, A. (2006): The Tension between Fiction and Precaution. Implementing the Precautionary Principle. Perspectives and Prospects. E. Fisher, J. Jones and R. Schomberg. Cheltenham, UK, Northampton, MA, US: Edward Elgar.
- Rip, A. and M. v. Amerom (forthcoming). Patterns in the co-evolution of nanotechnology and society. Deliberating Future Technologies: Identity, Ethics, and Governance of Nanotechnology. Yearbook of the Sociology of the Sciences. S. Maasen and C. Rehmman-Sutter. Berlin, Springer.
- Rippe, K. P. (2002). Vorsorge als umweltethisches Leitprinzip. Zürich, Eidgenössische Ethikkommission für den ausserhumanen Bereich (EKAH).
- Rippe, K. P. (2006). Ein Vorrang der schlechten Prognose? Zu den ethischen Grundlagen des Vorsorgeprinzips. Neue Zürcher Zeitung. Zürich.
- Risikokommission, Ed. (2003). Abschlussbericht der Risikokommission. ad hoc-Kommission 'Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland'. Salzgitter, Bundesamt für Strahlenschutz.
- RSRAE (2003). Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. London, The Royal Society & The Royal Academy of Engineering.
- Sass, J. (2007). Nanotechnology's Invisible Threat - Small Science, Big Consequences. New York, National Resource Defense Council.
- SCENIHR (2006). Opinion on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies. Brüssel, European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Schomberg, R. v. (2006). The precautionary principle and its normative challenges. Implementing the Precautionary Principle: Perspectives and Prospects. E. Fisher, J. Jones and R. v. Schomberg. Cheltenham UK and Northampton, MA, US, Edward Elgar: 19-42.
- Schomberg, R. v. (2007). From the Ethics of Technology towards an Ethics of Knowledge Policy & Knowledge Assessment. Brüssel, European Commission.
- Schophaus, M., H.-L. Dienel et al. (2003): Von Brücken und Einbahnstraßen. Aufgaben des Kooperationsmanagements interdisziplinärer Forschung. Discussion Paper Nr. 08/03 Zentrum für Technik und Gesellschaft, Berlin: ZTG
- Shilts, Randy (20/2007): And the Band Played on: Politics, People, and the AIDS Epidemic. St. Martin's Griffin.
- Singh, Jasber. Polluted Waters: The Uk Nanojury as Upstream Public Engagement. London: Nanojury, 2006.
- Steinfeldt, M., A. v. Gleich, et al. (2004). Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte Berlin, IÖW.
- SwissRe (2004). Nanotechnologie: Kleine Teile - Große Zukunft? Zürich, Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft.
- Telford, M. (2005). NanoJury calls for greater clarity and more public say. materials today: 23.
- UBA, BfR, et al. (2006). Nanotechnologie: Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanopartikeln - Entwurf einer Forschungsstrategie. Berlin, UBA, BAuA und BfR.
- Umweltbundesamt-AT (2006). REACH in der Praxis - Ein Leitfaden für Unternehmen. Wien, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (AT).

- VCI (2005). Comment of the German Chemical Industry Association on the Communication from the Commission on an "Action Plan on Nanosciences and Nanotechnologies" COM (2005) 243 final, Verband der Chemischen Industrie e.V.
- VCI and BAuA (2007). Leitfaden für Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Verband der Chemischen Industrie (VCI).
- Wardak, A. (2003). Nanotechnology & Regulation. A Case Study using the Toxic Substance Control Act (TSCA). Virginia, Woodrow Wilson International Center for Scholars. Foresight and Governance Project.
- Weingart, P. (2006). Die Wissenschaft der Öffentlichkeit. Essays zum Verhältnis von Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit. Weilerswist, Velbrück.
- Welland, M. and R. Doubleday (2006). Nanojury UK - Reflections from the perspective of the IRC in Nanotechnology & FRONTIERS. London, NanoJury.
- Wiedemann, P. (2005). Risikokommunikation und Akzeptanz von synthetischen Nanopartikeln. Dialog zur Bewertung von synthetischen Nanopartikeln in Arbeits- und Umweltbereichen. Bonn.
- Wiedemann, P. M., R. Carius, et al. (2000). Risikokommunikation für Unternehmen P. M. Wiedemann, VDI. http://www.fz-juelich.de/inb/inb-mut/vdi/vdi__bericht/index.html
- Wilson, R. F. (2006). "Nanotechnology: The Challenge of Regulating Known Unknowns." journal of law, medicine & ethics: 704-713.
- Wynne, B. and H. Otway (1993). Risiko-Kommunikation: Paradigma und Paradox. Risikante Technologien: Reflexion und Regulation. Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung. W. Krohn and G. Krücken. Frankfurt, Suhrkamp: 101-112.
- Zimmer, R. (2006). Verbraucherschutz. Nano-Forschungsstrategie 'Umwelt- und Gesundheitsschutz'. Bonn.
- Zimmer, R. (2007). Nanotechnologie: Ergebnisse der ersten deutschen Verbraucherkonferenz. Fortbildung für den öffentlichen Gesundheitsdienst. o.O, BfR.

Anhang 1: Expertengespräche

Die Ergebnisse der Literaturrecherchen und Dokumentenanalysen des Forschungsprojekts wurden durch Informationen ergänzt, die in informellen Expertengesprächen und leitfadengestützten Experteninterviews gewonnen wurden.

Informelle Expertengespräche

Gesprächspartner	Datum	Ort	Projektmitarbeiter
Dr. Gerhard Jonschker; Business Development Manager, Chemicals – Advanced Materials, Merck KGaA, Darmstadt	7. März 2007	Firma Merck, Darmstadt	Dr. Andreas Lösch & Stefan Gammel, MA.; Nanobüro, TUD
Dr. Christoph Pistner & Ass. iur. Andreas Hermann; Öko- Institut e.V., Darmstadt	24. April 2007	Öko-Institut, Darmstadt	Dr. Andreas Lösch & Stefan Gammel, MA; Nanobüro, TUD

Leitfadengestützte Experteninterviews

Die Leitfäden der Interviews bestanden aus drei Fragekomplexen:

1. Allgemeine Einschätzungen zur Sicherheitsthematik und zum Regulierungsbedarf von Nanotechnologien.
2. Spezielle Fragen zum jeweiligen Fachgebiet bzw. den Tätigkeiten der Experten in Regulierungs- und Vorsorgemaßnahmen.
3. Einschätzungen der Experten zu ersten Entwürfen unseres Modells.

Interviewpartner	Datum	Ort	Interviewer
Dipl.-Phys. Torsten Fleischer; FZK, Institut für Technikfol- genabschätzung und Sys- temanalyse (ITAS), Karlsruhe	2. April 2007	ZIT, TU-Darmstadt	Dr. Andreas Lösch & Stefan Gammel, MA.; Nanobüro, TUD
Dr. habil. Uwe Lahl, MinDir.; Bundesministerium für Um- welt, Naturschutz und Reak- torsicherheit (BMU), Abtei- lung IG, Bonn	26. April 2007	BMU, Bonn	Dr. Andreas Lösch; Nanobüro, TUD
Dr. Matthew Kearnes; Dep. of Geography, Science Laboratories, Durham University, UK & DEMOS, London, UK	4. Mai 2007	Programm für Wissen- schaftsforschung, Universität Basel/CH	Dr. Andreas Lösch; Nanobüro, TUD
Dr. Hans Kastenholz; EMPA, O.E.: Technologie und Ge- sellschaft, St. Gallen, CH	14. Mai 2007	EMPA, St. Gallen/CH	Dr. Andreas Lösch; Nanobüro, TUD
Prof. Dr. Harald F. Krug; Head of Laboratory for Materials-Biology Interactions, EMPA, St. Gallen, CH	15. Mai 2007	EMPA, St. Gallen/CH	Dr. Andreas Lösch; Nanobüro, TUD

Anhang 2: Werkstattgespräch vom 5. Juni 2007

Auf dem Experten-Workshop „Regulatorische und institutionelle Herausforderungen der Nanotechnologie“ (TU-Darmstadt, 5.6.2007) wurden Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes (Problemdiagnosen, Bestandsaufnahmen von Regulierungsdebatte und Regulierungsmodellen, der Entwurf des institutionellen Modells ‚R-S-A‘) vorgestellt. Im moderierten Werkstattgespräch mit den eingeladenen Experten wurde der Modellentwurf zur Diskussion gestellt. Die Kritikpunkte der Experten wurden – soweit möglich – bei der Überarbeitung des Entwurfes Bericht berücksichtigt.

Einige Diskussionspunkte:

- Bedarf und Aufgabenfelder von R-S-A (z.B. Experten-Lerngemeinschaft, Risikobereitschaftskommunikation),
- Einflussmöglichkeiten von R-S-A (z.B. auf Forschung und Behörden),
- Arbeitsteilungen, Abgrenzungen zwischen Regulierung und R-S-A (z.B. Bearbeitung von Regulierungskrisen vs. kommunikative Krisen),
- Situierung in bestehenden Initiativen (z.B. Nano-Dialog des BMU, Nano-Initiative-Aktionsplan 2010),
- Legitimation von Institution und Experten-Gremium.

Im November 2007 wurde eine Entwurfsfassung des vorliegenden Berichts an alle Teilnehmer des Workshops verschickt. Die Kritikpunkte aus diesem Begutachtungsverfahren sind in diese endgültige Version des Berichts eingeflossen.

(Workshopprogramm und Teilnehmerliste siehe die folgenden Seiten)

Konzeption

Ein Regulierungsbedarf für die Nanotechnologie wird bisher vornehmlich im Zusammenhang von Gesundheitsrisiken und insbesondere der möglichen Toxizität von Nanopartikeln diskutiert. Die Problemstellung einer gesundheits-, umwelt-, und sozialverträglichen Nanoforschung ist jedoch weitreichender und vor allem mehrdimensionaler.

Mit Nanotechnologie werden wir kaum in Reinform – als isolierte Nanopartikel, molekulare Drähte oder Kohlenstoffröhrchen – konfrontiert. Nanotechnologie existiert vorwiegend integriert in Produktsysteme – in Computerchips, Lacken, Bekleidungsstoffen, Kosmetika, Medikamenten, Nahrungsmitteln, Reinigungsmitteln etc. Somit entfaltet sich die nanotechnische Sicherheitsproblematik erst im Kontext des jeweiligen Nano-Produktes – den Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Substanzen des Produktes, zwischen spezifischen Eigenschaften von Nanopartikeln, die erst im jeweiligen System zur Ausprägung kommen etc. Ausschließlich chemische und physikalische Untersuchungen von isolierten Nanomaterialien können also kaum ausreichendes Wissen über die Problematik oder Unbedenklichkeit eines Nano-Produktes liefern. All dies legen wissenschafts-philosophische und -soziologische Analysen nahe, die den Ausgangspunkt für den Workshop liefern.

Aufgrund dieser Analysen stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten integrativer Regularien und flexibler institutioneller Lösungen, die einen verantwortlichen Umgang der Gesellschaft auch mit verbleibendem Nicht-Wissen, bzw. systematischen Grenzen des Wissens ermöglichen.

• Wie lassen sich pragmatische Umgangsmöglichkeiten mit den komplexen Problemstellungen einer nachhaltigen Nanotechnikentwicklung gestalten?

• Wie lassen sich diese im Umfeld bereits existierender Institutionen, Gremien und Regulationsmechanismen verorten?

Nimmt man die Nanotechnologie als Beispiel für Schlüsseltechnologischer Innovationsprozesse, so könnten sich die Besonderheiten nanotechnologischer Forschungs- und Entwicklungsbedingungen als innovationshemmend erweisen, wenn kein ihnen gemäßes, flexibles und integratives regulatorisches Instrumentarium entwickelt wird.

Der Projekt-Workshop diskutiert die Sicherheitsproblematik der Nanotechnologie vor dem Hintergrund ihrer philosophischen und wissenschaftstheoretischen Grundlagen und zugleich pragmatisch innerhalb des Tableaus bestehender Regularien und Institutionen.

Ausgehend von diesen theoretischen und pragmatischen Verortungen wird ein regulatorisch-institutionelles Modell für einen integrativ-flexiblen Umgang mit der Spezifik und Mehrdimensionalität nanotechnologischer Risiken vorgeschlagen und zur Diskussion gestellt. Die Ergebnisse und Anstöße dieser Diskussion werden in den Schlussbericht des BMBF-Projekts einfließen.

Programm

Vormittags

10:00 -10:15 Uhr	Begrüßung und Workshoperöffnung
10:15 -11:00 Uhr	Philosophie und Theorie der Nanowissenschaften <i>Prof. Alfred Nordmann</i> (Philosophie, TUD) Projektleiter
11:15 -12:00 Uhr	Das Tableau bestehender Regularien <i>Stefan Gammel, MA.</i> (Philosophie, Nanobüro/ZIT) Projektmitarbeiter
12:15 -13:00 Uhr	Vorschlag eines regulatorisch- institutionellen Modells <i>Dr. Andreas Lösch</i> (Soziologie, Nanobüro/ZIT) Projektbearbeiter
13:00 -14:30 Uhr	Mittagspause

Nachmittags

14:30 -17:00 Uhr	Unsere Fragen, Ihre Kommentare ... Offene Plenumsdiskussion
17:00 Uhr	Ende des Workshops
19:00 Uhr	Informelles Abendessen

Kontaktadresse

nanobüro (Büro für interdisziplinäre
Nanotechnikforschung)
Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung
(ZIT)
Hochschulstrasse 1
64289 Darmstadt
Fon: 06151 – 16 2699
Fax: 06151 – 16 6752
E-Mail: gammel@zit.tu-darmstadt.de

Anfahrt

Der Veranstaltungsort ist vom Hauptbahnhof
aus per Straßenbahnen und Bus gut zu
erreichen (Haltestellen: TU/Alexanderstrasse
oder Schloss)



Regulatorische und institutionelle Herausforderungen der Nanotechnologie

Workshop des BMBF-Projektes:
Modelle regulatorischer Einbettung von
Innovationsprozessen am Beispiel der
Nanotechnologie

Dienstag, 5. Juni 2007

Veranstalter:
nanobüro (Büro für Interdisziplinäre
Nanotechnikforschung)
www.nanobuero.de

Veranstaltungsort:
Technische Universität Darmstadt
Gebäude: S S1 01 / 7.OG. (Senatssaal)
Karolinenplatz 5
64289 Darmstadt

Teilnehmerliste zum Werkstattgespräch vom 5. Juni 2007

Name	Vorname	Herr/Frau Titel	Institution/Firma	Straße	PLZ	Ort	eMail
Bachmann	Gerd	Herr Dr.	Verein Deutscher Ingenieure e.V. Strategic Development, Technology Forecasting	Graf-Recke-Str. 84 Postfach 101139	40002	Düsseldorf	bachmann@vdi.de
Bendisch	Bianca	Frau	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Referat IG II 3	Postfach 12 06 29	53048	Bonn	bianca.bendisch@bmu.bund.de
Dersch	Roland	Herr Dr.	Universität Marburg, FB Chemie AG Wendorff	Hans-Meerwein-Str.	35032	Marburg	dersch@staff.uni-marburg.de
Elsaßer	Wolfgang	Herr Prof. Dr.	TU Darmstadt, Institut für Angewandte Physik	Schlossgartenstr. 7	64289	Darmstadt	elsaesser@physik.tu-darmstadt.de
Ferrari	Arianna	Frau Dr.	TU Darmstadt, Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	ferrari@phil.tu-darmstadt.de
Finke	Kristin	Frau	TU-Darmstadt, Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	kristin.finke@phil.tu-darmstadt.de
Friedrichs	Steffi	Frau Dr.	Nanotechnology Industries Association (NIA)	PO Box 581	CB1 0FF	Cambridge, UK	Steffi.friedrichs@nanotechia.co.uk
Gammel (Projektmitarbeiter)	Stefan	Herr	TU Darmstadt, ZIT + Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	gammel@zit.tu-darmstadt.de
Heil	Reinhard	Herr	TU Darmstadt, Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	heil@phil.tu-darmstadt.de
Hermann	Andreas	Herr RA	Öko-Institut e.V.	Rheinstr. 95	64295	Darmstadt	a.hermann@oeko.de
Hertel	Rolf	Herr Prof. Dr.	Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)	Thielallee 88-92	14195	Berlin	Rolf.Hertel@bfr.bund.de
Kastenholz	Hans	Herr Dr.	EMPA, Abt. Technologie & Gesellschaft	Lerchenfeldstr. 5	CH-9014	St. Gallen	Hans.kastenholz@empa.ch
Kranz	Carolin	Frau Dr.	BASF	ZOG/I – C100	67056	Ludwigshafen	Carolin.kranz@basf.com
Krug	Harald	Herr Prof. Dr.	EMPA, Abt. Materials Science & Technology	Lerchenfeldstr. 5	CH-9014	St. Gallen	Harald.krug@empa.ch
Lemke	Ute	Frau Dr.	IHK Hanau-Gelnhausen-Schlüchtern, Industrie & Umwelt	Am Pedro-Jung-Park 14	63450	Hanau	u.lemke@hanau.ihk.de
Lösch (Projektbearbeiter)	Andreas	Herr Dr.	TU Darmstadt, ZIT + Institut für Soziologie	Schloss	64283	Darmstadt	loesch@ifs.tu-darmstadt.de
Nordmann (Projektleiter)	Alfred	Herr Prof. Dr.	TU Darmstadt, Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	nordmann@phil.tu-darmstadt.de
Nowak	Frauke	Frau	TU Darmstadt, Graduiertenkolleg Topologie der Technik	Schlossgartenstr. 65	64289	Darmstadt	nowak@ifs.tu-darmstadt.de
Ott	Ingrid	Frau Jr.-Prof.	Universität Lüneburg, VWL	Scharnhorststr. 1	21335	Lüneburg	ott@uni-lueneburg.de
Papilloud	Christian	Herr Jr.-Prof.	Universität Lüneburg, Kulturtheorie	Scharnhorststr. 1	21335	Lüneburg	papilloud@uni-lueneburg.de
Rikowski	Eckhard	Herr Dr.	TU Darmstadt, FB Chemie	Petersenstr. 18	64287	Darmstadt	rikowski@ac.chemie.tu-darmstadt.de
Schwarz (Moderation)	Astrid	Frau Dr.	TU Darmstadt, Institut für Philosophie	Schloss	64283	Darmstadt	schwarz@phil.tu-darmstadt.de
Stillings	Christopher	Herr Dr.	Universität Marburg, FB Chemie, AG Wendorff	Hans-Meerwein-Str.	35032	Marburg	stillings@staff.uni-marburg.de
Waldschmidt	Rainer H.	Herr Dr.	Hessisches Wirtschaftsministerium, Bio-, Umwelt-, Nano- und Materialtechnologien	Kaiser Friedrich-Ring 75	65185	Wiesbaden	Rainer.Waldschmidt@hmwvl.hessen.de
Wendorff	Joachim H.	Herr Prof. Dr.	Universität Marburg, FB Chemie AG Wendorff	Hans-Meerwein-Str.	35032	Marburg	wendorff@staff.uni-marburg.de
Wriedt	Henning	Herr	Kooperationsstelle Hamburg	Besenbinderhof 60	20097	Hamburg	H.Wriedt@kooperationsstelle-hh.de