



U. Fiedeler*, M. Simkó,
A. Gzásó, M. Nentwich

Zur Definition der Nanotechnologie

Zusammenfassung

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Definitionen der Nanotechnologie. Jedoch hat sich bisher noch keine präzise und allgemein akzeptierte Definition durchgesetzt. Vor dem Hintergrund eines wachsenden Bedarfs an Regulierung, Harmonisierung und Standardisierung nimmt auch die Nachfrage nach klaren Abgrenzungen und Zuordnungen zu. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Politik, sondern auch wirtschaftliche Akteure. Abgesehen von den praktischen Schwierigkeiten einer Definition der Nanotechnologie einerseits gibt es auf der anderen Seite handfeste Interessen, die gegen eine einheitliche Definition sprechen. So bietet die Offenheit des Begriffes für WissenschaftlerInnen den Handlungsspielraum, um interdisziplinäre Forschungsthemen zu etablieren und neue Koalitionen zu bilden. Darüber hinaus spielt die Offenheit des Begriffes, wie bereits bei anderen „Plastikwörtern“¹ ausführlich analysiert, eine entscheidende Rolle im öffentlich-medialen Diskurs. In diesem Dossier wird eine Auswahl der gebräuchlichsten Ansätze von Definitionen der Nanotechnologie vorgestellt und diskutiert. Zudem werden einige politische und wissenschaftsstrategische Hintergründe beleuchtet.

* Korrespondenzautor

Einleitung

Ein wesentliches Charakteristikum der Nanotechnologie ist, dass sie ein äußerst breites Spektrum an Forschungsansätzen, Präparations-, Prozess- und Analysetechniken umfasst, sowie unterschiedliche Produkte bzw. Produktkonzepte beinhaltet. Für viele Fragestellungen, insbesondere der Standardisierung und Regulierung aber auch einer übergreifenden Markt- und Potenzialanalyse wäre eine einheitliche präzise Definition wünschenswert. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Politik, sondern auch wirtschaftliche Akteure, die sich mittels einer Vereinheitlichung eine größere Kompatibilität an den Schnittstellen der Wertschöpfungskette erhoffen. In Berichten zur Forschungspolitik und in Forschungsprogrammen sind verschiedene Definitionen der Nanotechnologie zu finden. Zu Beginn des Dossiers werden die gebräuchlichsten Ansätze von Definitionen der Nanotechnologie vorgestellt. Hierbei wird diskutiert, inwiefern sie dem Anspruch einer übergreifenden Definition der gesamten Nanotechnologie genügen. Es wird argumentiert, dass dies kein sinnvolles Ziel sein kann. Dies ergibt sich nicht nur aus den eher technischen Schwierigkeiten einer Definition der Nanotechnologie, sondern auch aus politischen und wissenschaftsstrategischen Aspekten, welche im letzten Abschnitt des Dossiers erläutert werden.

Beispiele von Definitionen der Nanotechnologie

Die einfachste und vielleicht am häufigsten verwendete Definition der Nanotechnologie bezieht sich auf die namensgebende Größenordnung. Als Beispiel sei hier die Definition des Nanoforums genannt:

„Nanotechnologie ist ein Bereich der Technologie, in der Dimensionen und Abstände von 0,1 bis 100 Nanometern eine kritische Rolle spielen.“²

So kurz und einleuchtend diese Definition auch ist, sie eignet sich nicht dazu, eine Technologie eindeutig zur Nanotechnologie hinzu zu rechnen bzw. von ihr zu unterscheiden. Häufig wird diese Art der Definition noch dadurch erweitert, dass Beispiele genannt werden, die klären sollen, auf welche Weise die Größenordnung eine „kritische“ Rolle spielt. Dadurch ergibt sich dann zwar eine mehr oder weniger vage Vorstellung darüber, was Nanotechnologie alles umfasst, eine solche Liste eignet sich aber nicht dazu, andere Technologien, die nicht in der Liste enthalten sind, präzise zuzuordnen bzw. von ihr zu unterscheiden.

Die Definition der US-amerikanischen „National Nanotechnology Initiative (NNI)“ beinhaltet neben der Angabe der Größenordnung eine Beschreibung, warum gerade die Größenordnung von 1–100 Nanometern eine hervorgehobene Rolle spielt:

„Das Wesen der Nanotechnologie beruht auf der Fähigkeit, auf der molekularen Ebene, Atom für Atom, größere Strukturen zu schaffen [...]. Im Gegensatz zum Verhalten einzelner Moleküle [...] bzw. von makroskopischen Materialien zeigen Strukturen in dem Bereich von 1 bis 100 nm wichtige Verhaltensände-

Nanoforum Das Nanoforum ist aus einem Projekt der Europäischen Kommission hervorgegangen und hat nun den Status eines European Economic Interest Grouping (EEIG). Auf seinen Internetseiten (www.nanoforum.org) bietet das Nanoforum eine Vielzahl von Informationen darunter Ausschreibungen, Veranstaltungshinweise, Fördermöglichkeiten und öffentlich zugängliche Dokumente zur Nanotechnologie an; einige dieser Studien wurden vom Nanoforum in Auftrag gegeben. Mitte 2007 ist die Förderung durch die EU ausgelaufen. Die Aktivitäten werden aber durch Eigenmittel einiger Partner³ und in geringem Umfang durch Werbeeinnahmen bis auf Weiteres aufrechterhalten.

rungen. Nanotechnologie beschäftigt sich mit Materialien und Systemen, deren Strukturen und Komponenten auf Grund ihrer Nanoskaligkeit neue und deutlich verbesserte physikalische, chemische und biologische Eigenschaften aufweisen und neue Phänomene und Prozesse erlauben. Ziel ist es, diese Eigenschaften zu explorieren, indem Kontrolle über Strukturen und funktionelle Einheiten auf atomarer, molekularer und supramolekularer Ebene gewonnen wird und diese funktionellen Einheiten effizient zu produzieren und zu nutzen. [...] Die wichtigsten Verhaltensänderungen werden nicht durch das Ausmaß der Größenreduktion hervorgerufen, sondern durch neu zu beobachtende Phänomene, die dem Nanobereich inhärent sind bzw. dort dominant werden. [...]"⁴

Hier wird erwähnt, dass aufgrund der Manipulation im Bereich von Nanometern Materialien und daraus hervorgehende Geräte neue Eigenschaften und Funktionen erhalten. Es wird allerdings nicht spezifiziert, wie diese neuen Eigenschaften und Funktionen aussehen. In dieser Definition wird zudem noch deutlicher hervorgehoben, dass Nanotechnologie sich dadurch auszeichnet, dass Strukturen in der besagten Größenordnung gezielt hergestellt und manipuliert werden. Insofern beinhaltet die zweite Definition Anhaltspunkte, um die Nanotechnologie gegenüber biologischen oder chemischen Systemen abzugrenzen. Deren funktionsgebende Strukturen liegen auch in dem genannten Größenordnungsbereich, werden jedoch nicht durch gezielte Manipulation technisch hergestellt. Beide Definitionen stimmen in der Angabe des Bereiches der „kritischen“ Größenordnung überein.

Die in Deutschland gebräuchlichste Definition der Nanotechnologie lautet:

„Gegenstand der Nanotechnologie ist die Herstellung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien, inneren Grenzflächen und Oberflächen mit kritischen Dimensionen oder Fertigungstoleranzen von einigen 10 nm bis zu atomaren Abmessungen. [...] Ziel ist die Präparation materialabhängiger Festkörpereigenschaften, -dimensionen und neuen Funktionen basierend auf neuen physikalisch-chemisch-biologischen Wirkprinzipien, deren Ursache im submikroskopischen bzw. im atomaren und molekularen Bereich begründet sind. (...) Nanotechnologie beschäftigt sich mit Systemen, deren neue Funktionen und Eigenschaften nur allein von den nanoskaligen Effekten ihrer Komponenten abhängig sind.“⁵

Hier wird ganz explizit darauf hingewiesen, dass diese neuen Eigenschaften und Wirkprinzipien der in der Definition genannten Größenordnung verdankt sein müssen. Offen bleibt, was die neuen Phänomene bzw. die neuen Wirkprinzipien sind. Auch bei diesem Ansatz der Definition der Nanotechnologie bleibt noch ein großer Interpretationsspielraum bestehen, der einer klaren Zuordnung von Techniken und Forschungsansätzen zur Nanotechnologie im Wege steht.

Alle drei hier ausgewählten Definitionen konzentrieren sich auf technologische Aspekte der Nanotechnologie. In der Regel wird aber auch die Erforschung von Strukturen der Nanometerdimension, die zunächst nur darauf abzielt, Prinzipien und Wirkzusammenhänge zu verstehen, dabei jedoch kein Element der Manipulation aufweist, ebenfalls als Nanotechnologie bezeichnet.⁶

Neue Eigenschaften

Der Verweis auf bisher nicht bekannte Eigenschaften, die dann wiederum bisher nicht bekannte Funktionen ermöglichen, ist ein wesentliches Argumentationsmuster, welches häufig verwendet wird, um das große Potenzial gesellschaftlich nutzbarer Anwendungen der Nanotechnologie plausibel zu machen. In den beiden zuletzt genannten Definitionen der Nanotechnologie wird explizit erwähnt, dass aufgrund der Manipulationsmöglichkeit auf der Nanometerskala neue Phänomene auftreten, die technisch genutzt werden können.

Betrachtet man jedoch die häufig genannten Beispiele solcher Phänomene und deren technische Anwendungen, dann stellt sich schnell heraus, dass viele dieser Anwendungen bereits seit vielen Jahren, zum Teil schon seit Jahrzehnten technisch genutzt werden. Ein besonders spektakuläres Beispiel ist die Verwendung von Goldpartikeln in Nanometer Größe, welche schon seit dem Mittelalter zum Färben von Gläsern, insbesondere für Kirchenfenster, eingesetzt wurden. Dieses häufig zitierte Beispiel für eine Nanotechnologie zeigt jedoch die Dehnbarkeit des Begriffes. Im Mittelalter war die Ursache der Färbung (Goldpartikel in Nanometergröße) nicht bekannt, überdies wurden die Goldpartikel nicht gezielt hergestellt. Vor diesem Hintergrund ist es im Lichte der oben erwähnten Definitionen fragwürdig, diese Technologie als Nanotechnologie zu bezeichnen. Dieses Beispiel zeigt auch, dass die physikalischen Effekte⁷, von denen erwartet wird, dass sie gehäuft im Nanometerbereich auftreten, schon vor dem Aufkommen des Be-

griffes der Nanotechnologie technisch genutzt wurden. Dieser Verweis auf die schon seit Jahrhunderten dauernde Nutzung der Nanotechnologie schwächt jedoch die Argumentation, dass es sich bei der Nanotechnologie um etwas völlig Neues handelt und dass daher auch mit einem sehr großen bisher noch nicht erschlossenen, technisch nutzbaren Potenzial zu rechnen ist.

Anhand zweier Beispiele, einem aus dem Bereich der Mikroelektronik und einem aus dem Bereich der Biologie, sollen im Folgenden weitere Probleme der oben vorgestellten Definitionen erörtert werden.

Mikroelektronik

Seit einiger Zeit wird die Mikroelektronik immer öfter der Nanotechnologie zugerechnet.⁸ Dieses Vorgehen ist anhand der oben genannten Definitionen nachvollziehbar, wenn auch nicht eindeutig. Funktionsgebende Strukturen, z. B. der Abstand zwischen „Source“ (Quelle) und „Drain“ (Senke) eines Transistors (auch als Gate-Länge bezeichnet), liegen bei den heutigen Mikroprozessoren um 30 nm und in absehbarer Zukunft (2010) bei 18 nm.⁹ Unstrittig ist auch, dass diese Struktur gezielt hergestellt wird, dass es sich also um eine Technologie handelt. Interpretationsbedürftig ist aber die Frage, ob die Funktion dieser Struktur auf seine Größe zurückzuführen ist. Vielmehr scheint es so, dass die Funktion unabhängig von der Größe in den letzten Jahrzehnten immer die gleiche geblieben ist, sich lediglich die geometrischen Abmessungen verändert haben.

Gate-Länge Das wichtigste Bauteil der Mikroelektronik ist ein Feldeffekt-Transistor. Er dient als elektronischer Schalter. Der Stromfluss durch den Transistor wird mittels der Variation einer Spannung gesteuert. Diese wird über dem Bereich zwischen der Stelle, wo die Elektronen des Stroms in den Transistor eintreten (Source = Quelle) und der Stelle, wo sie wieder austreten (Drain = Senke) angelegt. Die Funktionseinheit, an der die Steuerspannung angelegt wird, wird als Gate (Tor) bezeichnet. Ihre Längenausdehnung ist eine charakteristische Größe des gesamten elektronischen Bauteils und bestimmt u. a. auch die Schaltgeschwindigkeit, welche wiederum für die Taktfrequenz des gesamten mikroelektronischen Chips von entscheidender Bedeutung ist.¹⁰

Biologie

Im Zuge der Fortschritte molekularbiologischer Forschung wird mehr und mehr verstanden, wie die verschiedenen biologischen makromolekularen Funktionseinheiten (Enzyme, Pro-Enzyme etc.) im Detail aufgebaut sind und inwiefern diese Strukturen ihre Wirkungsweise determinieren. Mittlerweile ist es möglich, einzelne Strukturelemente durch eine Kombination von bestimmten Substanzen und einer entsprechenden Prozessführung zu manipulieren. Soll jedoch anhand der oben vorgestellten Definitionen entschieden werden, ob es sich bei diesen Manipulationen biologischen Materials um Nanotechnologie handelt, müssen folgende Fragen geklärt werden:

- Handelt es sich bei der Manipulation um Eingriffe, die als gezielte Strukturierungen im Nanometermaßstab bezeichnet werden können oder ist sie eher mit einer Herstellungsmethode vergleichbar, die der Chemie oder Biologie hinzu zu rechnen ist?
- Inwiefern ist die Struktur für die Funktion ausschlaggebend und inwiefern handelt es sich hier um „neue Phänomene“, die sich von bisherigen Erscheinungen unterscheiden?

Beide Beispiele verdeutlichen, dass es im konkreten Einzelfall schwierig ist, anhand der oben vorgestellten Definitionen zu entscheiden, ob es sich um Nanotechnologie oder um „konventionelle“ Technologie handelt. Dies ist unabhängig davon, ob es sich dabei um ein Produkt oder um ein Herstellungsverfahren handelt. Allein die für jeden Einzelfall notwendigen Detailkenntnisse würden eine interdisziplinär zusammengesetzte Kommission hochkarätiger Experten erfordern, die dann erst nach eingehender Prüfung die zur Diskussion stehende „Technologie“ der Nanotechnologie zurechnen bzw. als von ihr verschieden identifizieren könnte. Ein solches Vorgehen ist für die Praxis völlig ungeeignet. Mit welchen Schwierigkeiten der Entwicklung einer eindeutigen Definition und ihrer Anwendung auf den Einzelfall zu rechnen ist, ist bei Schmidt et al.¹¹ ausführlich diskutiert.

Gesetzt den Fall, dass es möglich wäre, eine eindeutige Definition zu finden, stellt sich darüber hinaus die Frage, welche Einheit der betrachteten Technik bzw. des Gerätes als Teil der Nanotechnologie angesehen werden soll. So stellt sich beispielsweise bei der Mikroelektronik bzw. der Nanoelektronik die Frage, ob nur die Prozesse, die unmittelbar im Zusammenhang mit der Strukturierung der Gate-Länge der Nanotechnologie zuge-

rechnet oder ob das gesamte Produkt, der Chip, oder gar die kleinste kommerziell erhältliche Einheit, das Motherbord, als nanotechnologisches Produkt angesehen werden soll. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn gesellschaftliche Konsequenzen der Nanotechnologie diskutiert werden. Das bedeutet, dass je nach Art der Zurechnung das Marktvolumen der Nanotechnologie oder die Anzahl der Arbeitsplätze, die mit der entsprechenden Nanotechnologie in Zusammenhang gebracht werden, deutlich unterschiedlich ausfallen. Häufig getätigte Aussagen über zu erwartende wirtschaftliche Potenziale und Entwicklungen sind aus diesem Grund mit Vorsicht zu betrachten und sind ohne die genaue Angabe, welche Teile des Produktes oder des Prozesses in die Kalkulation mit aufgenommen worden sind, nicht verwertbar.

Politisch-gesellschaftliche Aspekte

Nachdem bisher im Wesentlichen technisch-praktischen Probleme, die einer Definition der Nanotechnologie im Wege stehen, erläutert wurden, soll im Folgenden noch kurz auf die politisch-strategischen Aspekte eingegangen werden, die ebenfalls das Unterfangen, zu einer einheitlichen Definition der Nanotechnologie zu gelangen, erschweren.

Viele Akteure im Bereich der Nanotechnologie haben ein Interesse daran, dass der Begriff offen, flexibel und uneindeutig bleibt. Es ist plausibel anzunehmen, dass dieser nicht-technische Aspekt der Nanotechnologie ihr wesentliches Charakteristikum und das entscheidende Moment ihrer medialen und politischen Präsenz ist.¹²

Der im Folgenden beschriebene Aspekt ist ein allgemeiner Effekt des modernen Wissenschaftssystems, trägt aber dazu bei, dass die Nanotechnologie eher an Diversität gewinnt, denn präzisiert wird. Allein durch die Tatsache, dass bereits erhebliche Fördermittel für die Nanotechnologie reserviert worden sind und umfangreiche Forschungsprogramme im Namen der Nanotechnologie angeboten werden, haben die WissenschaftlerInnen ein großes Interesse, dass ihre Forschungsarbeiten als Nanotechnologie wahrgenommen werden. Sie erhoffen sich, auf diese Weise ebenfalls Zugang zu den Fördermitteln, die für die Nanotechnologie reserviert wurden, zu erhalten. Indem sie ihre Arbeiten als Nanotechnologie deklarieren, tragen sie aber wiederum dazu bei, dass

der Begriff breiter und damit unbestimmter wird. Hinzu kommt, dass WissenschaftlerInnen, die sich aufgrund ihres problemorientierten Forschungsansatzes bisher nicht oder nur in Teilen in die bestehende disziplinäre Landschaft einordnen konnten, in der Nanotechnologie aufgrund ihrer Interdisziplinarität und inhaltlichen Breite eine „Heimat“ finden. Ihnen ist nicht daran gelegen, dass die Nanotechnologie durch eine eindeutige Definition eingeschränkt wird.

Für JournalistInnen ist die Nanotechnologie nicht nur interessant, weil es sich um einen Begriff handelt, der etwas Neues verspricht, sondern auch, weil im Umfeld der Nanotechnologie eine Vielzahl von weitreichenden Szenarien und Visionen mit spektakulären Ideen kursieren. Hier bieten sich zahlreiche Möglichkeiten für Artikel und Medienbeiträge. Eine Egalisierung und Homogenisierung der Nanotechnologie durch eine allgemein akzeptierte Definition würde ihren medialen Charme nur schmälern, so dass auch von Seiten der Berichterstattung über Nanotechnologie kein Interesse an einer Vereinheitlichung des Bildes zu erwarten ist.

Für PolitikerInnen bietet die Nanotechnologie, wie jede neue Technologie, die eine gewisse Schwelle der Aufmerksamkeit überschritten hat, eine Möglichkeit der Profilierung. Die Diversität der Nanotechnologie bietet hier viel Spielraum und erscheint allein daher als relevant, da sie als Querschnittstechnologie viele gesellschaftliche Bereiche betrifft.

Diesen systembedingten Interessen an einer auch weiterhin unscharf definierten Nanotechnologie stehen Bemühungen einer Vereinheitlichung gegenüber. So wurde beispielsweise von der Europäischen Kommission ein Gremium von Experten einberufen, das die bereits existierenden Definitionen nanotechnologischer Materialien systematisiert und eine Reihe von Definitionen ausgearbeitet hat.¹³ Ziel dieser Arbeit war es, vor allem für den Bereich der Toxikologie und der Risikoanalyse handhabbare Definitionen zu entwickeln. Wengleich auch in dieser Arbeit die Frage nach der Abgrenzung zur Biologie und Chemie noch weitgehend offen bleibt, so stellen die vorgeschlagenen Definitionen einen wichtigen Beitrag zu einer Vereinheitlichung dar. Insbesondere Regulierungsmaßnahmen bedürfen klarer Bezeichnung dessen, was sie regulieren sollen, deshalb nehmen die internationalen Bemühungen um eine Standardisierung bestimmter Bereiche der Nanotechnologie mehr und mehr Gestalt an. Die britische Normungsbehörde¹⁴ hat eine Reihe von Standards ausgearbeitet¹⁵, die derzeit auch Diskussions-

grundlage anderer internationaler Standardisierungsbehörden sind (v. a. ISO/TC 299). Einen Überblick über die Aktivitäten weiterer internationaler Standardisierungseinrichtungen sind in ITA¹⁶ und Blind¹⁷ zu finden.

Fazit

Aus wirtschaftlichen und politischen Gründen ist eine eindeutige Definition der Nanotechnologie oder zumindest bestimmter Teilbereiche der Nanotechnologie wünschenswert. Auf Grund ihrer inhärenten Breite, die mit ihrer Charakterisierung über eine Größenordnung verbunden ist, scheint eine einheitliche Definition der gesamten Nanotechnologie jedoch weder wahrscheinlich noch sinnvoll. Hinzu kommen die oben beschriebenen politisch-gesellschaftlichen Phänomene, die einer Vereinheitlichung der Nanotechnologie im Wege stehen. Diese Tendenzen gegen eine Festlegung des Begriffes der Nanotechnologie müssen als ein wesentlicher Aspekt der Nanotechnologie selbst angesehen werden. Ein Ausweg aus diesem Dilemma scheint sich bereits dahingehend anzukündigen, dass nun spezielle Definitionen für Bereiche der Nanotechnologie eingeführt werden. Diese Definitionen beschränken sich nicht nur auf kleine Felder der Nanotechnologie, wie etwa die Unterscheidung verschiedener Typen von Nanopartikeln, sondern werden auch für einen eng begrenzten Zweck entwickelt, z. B. für die Systematisierung von Nanopartikeln hinsichtlich toxikologischer Fragestellungen.

Anmerkungen und Literaturhinweise

- 1 Pörksen, U., 1988, *Plastikwörter – Die Sprache einer internationalen Diktatur*, Stuttgart: Klett-Cotta- Verlag.
- 2 NanoForum, Glossary: Nanotechnology, www.nanoforum.org (19.3.2008), (Übersetzung UF).
- 3 Dies sind vor allem der „Verein deutscher Ingenieure“ (VDI) und das „Institute of Nanotechnology“.
- 4 National Science and Technology Council (NSTC), 2002. *National Nanotechnology Initiative (NNI). The Initiative and Its Implementation Plan. Detailed Technical Report Associated with the Supplemental Report to the President’s FY 2003 Budget*. Washington DC, S.19, (Übersetzung UF).
- 5 Bachmann, G., 1998, *Innovationschub aus dem Nanokosmos*. Düsseldorf: VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien.
- 6 Im englischen Sprachraum werden diese Forschungsaktivitäten oft mittels des Begriffes „Nanoscience“ von der Nanotechnologie abgesetzt.
- 7 Die Rot-Färbung des Fensterglases geht auf das durch die Goldpartikeln modifizierte Absorptionsverhalten des Glases zurück. Der dahinter liegende Effekt geht zurück auf die von dem Durchmesser der Goldpartikel abhängige Resonanzfrequenz von Oberflächenplasmonen.
- 8 W.-D. Dudenhausen, 2003, „*Nanoelektronik made in Europe ist einer der wichtigsten Innovationsmotoren*“, BMBF-Pressemitteilung 219/03 vom 25.10.03 www.bmbf.de/press/1004.php (27.5.2008).
- 9 ITRS (2007) *International Technology Roadmap for Semiconductors – Edition 2007*, Executive Summary, www.itrs.net/Links/2007ITRS/ExecSum2007.pdf (27.5.2008).
- 10 Mehr Information ist zu finden unter: de.wikipedia.org/wiki/Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (27.5.2008).
- 11 Schmidt G, Decker M, Ernst, H, Fuchs H, Grünwald W, Grunwald A, Hofmann H, Mayor M, Rathgeber W, Simon U, Wyrwa D, 2003, *Small Dimensions and Material Properties. A Definition of Nanotechnology*. Graue Reihe Nr. 35., Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH.
- 12 Fiedeler, U., 2008, *Technology Assessment of Nanotechnology: Problems and Methods in Assessing Emerging Technologies*, in: Erik Fisher, Cynthia Selin und Jameson Wetmore (Hg.): *The Yearbook of Nanotechnology in Society*: Springer.
Schummer, J., 2004, *Societal and Ethical Implications of Nanotechnology: Meanings, Interest Groups, and Social Dynamics*, *Techné* 8:2, 56.
Nordmann, A., 2007, *Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie*. In: André Gázsó, Sabine Greßler, Fritz Schiemer (Eds.): *nano – Chancen und Risiken aktueller Technologien*. Berlin, pp. 215-229.
- 13 SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks), 2008, *The existing and proposed definitions relating to products of nanotechnologies*, Brussels: European Commission.
- 14 British Standards Institution (BSI).
- 15 British Standards Institution (BSI), 2008; Press Release 29.01.2008, *Safe approach to nanotechnology – BSI British Standards publishes new guidance for UK industry*, www.bsi-global.com/en/About-BSI/News-Room/BSI-News-Content/Disciplines/Nanotechnology/Nanotech-launch (27.5.2008).
- 16 ITA (Institut für Technikfolgen-Abschätzung), 2006, *Nanotechnologie-Begleitmaßnahmen: Stand und Implikationen für Österreich*; ITA-Bericht, im Auftrag von: BMVIT, Nr. e17, 22.6., Wien: Österreichische Akademie der Wissenschaften epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2e17.pdf (27.5.2008).
- 17 Blind, K., 2007, *NanoNormung – Normung im Bereich der Nanotechnologien*; Hrsg.: HA Hessen Agentur GmbH, Wiesbaden, www.hessen-nanotech.de/mm/NanoNormung_final_Internet.pdf (27.5.2008).

IMPRESSUM:

Medieninhaber: Österreichische Akademie der Wissenschaften; Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003); Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

Herausgeber: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA); Strohgasse 45/5, A-1030 Wien; www.oeaw.ac.at/ita

Erscheinungsweise: Die NanoTrust-Dossiers erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung im Rahmen des Projekts NanoTrust. Die Berichte werden ausschließlich über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt: epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/

NanoTrust-Dossier Nr. 001, Mai 2008: epub.oeaw.ac.at/ita/nanotrust-dossiers/dossier001.pdf

ISSN: 1998-7293



Dieses Dossier steht unter der Creative Commons (Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 2.0 Österreich) Lizenz: creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/at/deed.de