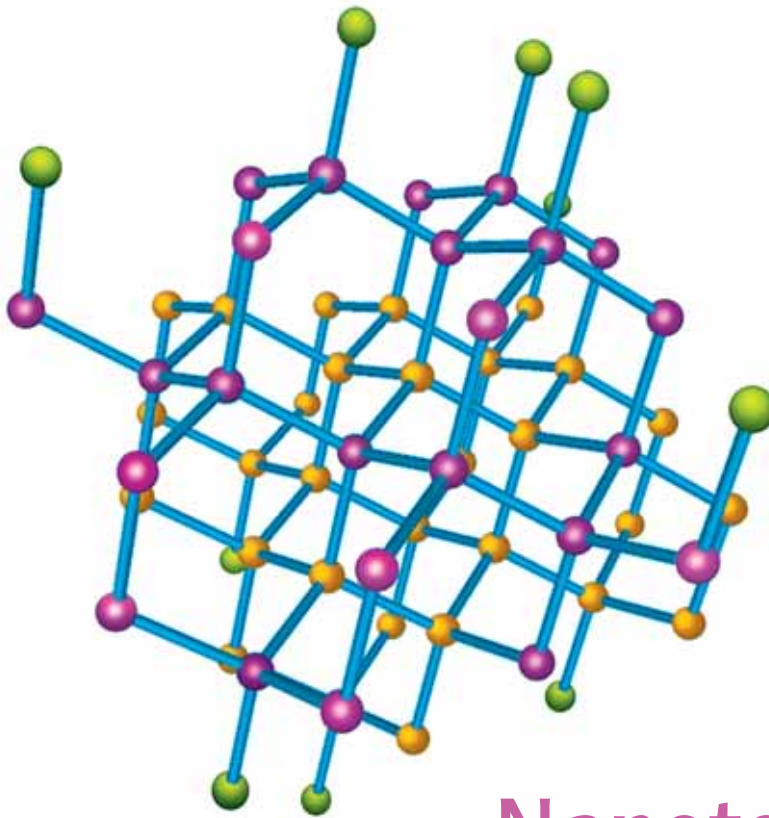


_____ A. Reller: Nanopartikel in der Umwelt _____
_____ P. Mooney: Ein technologischer Tsunami ___ U. Lahl: Innovationsräume sichern _____
_____ A. Grobe: Bürger frühzeitig beteiligen _____

politische ökologie ¹⁰¹



Nanotechnologie

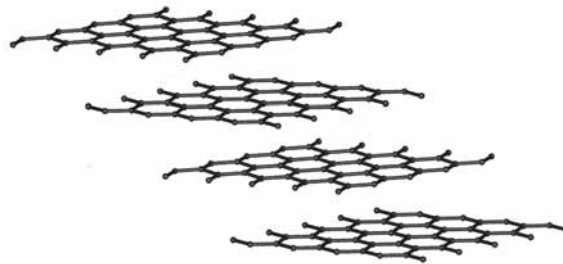
Aufbruch ins Ungewisse



September 06_24. Jahrgang_14_90 Euro_23,80 sFr. _ISSN 0933-5722_ ISBN 3-86581-050-0 _ B 8400 F

Nanotechnologie

Aufbruch ins Ungewisse



Elementarteilchen

8 Zukunftsmusik

Anwendungsfelder der Nanotechnologie

9 NanoSpeak – eine Einführung

Glossar

10 Ende im grauen Schleim?

Nanotechnologie in der Science-Fiction
Von Angela und Karlheinz Steinmüller

14 Im Reich des Allerkleinsten

Wie die Nanotechnologie unser Leben
verändern kann
Von Andrea Reiche

Nanorama

20 Die Welt als Baukastensystem

Denkmuster hinter der
Nanotechnologie
Von Alfred Nordmann

24 Verstreut in alle Winde

Nanopartikel in der Umwelt
Von Armin Reller

27 Nichts Ungeheuerliches

Aus ethischer Sicht
Von Armin Grunwald

30 Ein weißer Fleck auf der Nano-Landkarte

Geschlechterforschung
Von Petra Lucht

Nanopoly

34 Wettlauf um Märkte und Forschungsgelder

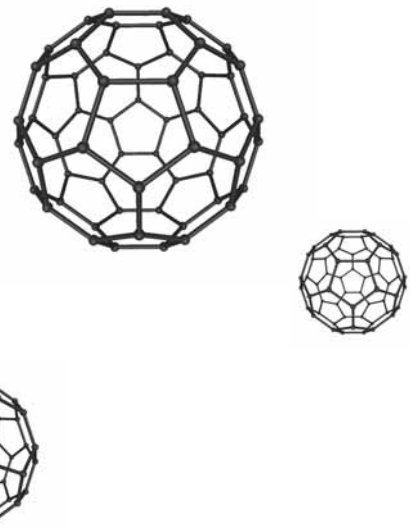
Potenziale für Umwelt und Wirtschaft
Von Ulrich Petschow

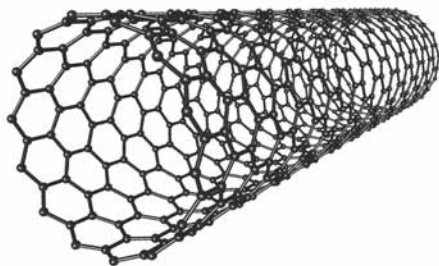
37 „Ein technologischer Tsunami kommt auf uns zu“

Globalisierungs- und Machtfragen
Interview mit Pat Mooney

41 Fortschritt der Ahnungslosigkeit

Chemie, Bio- und Nanotechnologie im
Gefährdungsvergleich
Von Arnim von Gleich





Nanolog

46 Harmonie auf Zeit

Nanotechnologie im Dialog

Von Antje Grobe

50 Innovationsräume mit einem

Risikoradar orten

Politische Regulierung I

Von Uwe Lahl

53 Globale und verbindliche Standards

Politische Regulierung II

Von Petra Schaper-Rinkel

Impulse

56 Projekte und Konzepte

Memorandum zur Nanotechnologie

Von Patricia Cameron

Herr und Frau Nachbar als Nanoexperten

Von Silke Domasch

Stakeholdertreffen beim Umweltminister

Von Stefan Löchtfeld

Von der Gen-Ethik lernen

Europa im Nanologue

Schöner mit Nano?

Was unter die Haut geht

Mit Nanoroboterarm Viertelmillion abgreifen

Forschung für den Mittelstand

Und die Arbeitssicherheit?

BMBF fördert Risikostudien

Lernstation „Mannometer: Nanometer!“

Kontrollverlust durch Nanobionik?

Rastertunnelmikroskop als Bastelsatz

60 Medien

Spektrum Nachhaltigkeit

64 Totgesagte leben länger

Der Zustand der Doha-Runde der

Welthandelsorganisation

Von Daniel Mittler

66 Gestaltungsaufgabe für den

Umweltschutz

Konsequenzen des demografischen Wandels

Von Angelika Zahmt und Daniel Unsöld

68 Megastädte – Megaherausforderungen

Nord-Süd-Süd-Partnerschaften für urbane

Entwicklungszusammenarbeit

Von Günther Taube, Ulrich Nitschke

und Gerrit Peters

70 Ein Plan für die Mächtigen

Der Plan Puebla-Panama

Von Zwischenzeit e. V.

Rubriken

3 Editorial

72 Reaktionen

73 Vorschau/Impressum

Globale und verbindliche Standards

Von Petra Schaper-Rinkel

Die Positionen reichen von einer euphorischen Hurra-Stimmung bis zur ungeschminkten Horror-Vision. Die Gesetzgebung hat sich bisher weitgehend zurückgehalten. Letzten Endes könnten die Nano-Skeptiker der Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts zum Durchbruch verhelfen.

Die scheinbar einfache Formel für die staatliche Politik der Nanotechnologie lautet, Chancen zu optimieren und Risiken zu minimieren. Das ist leichter formuliert als getan: Umstritten ist bereits, was überhaupt die Risiken der unterschiedlichen Nanotechnologien sind, wer Risiken definiert und welche Risiken für wen akzeptabel sind. Risiken und ihre Regulierung gelten nicht selten als Bremse neuer Technologien, die die Akzeptanz und damit Innovationen hemmen sowie die wissenschaftliche und ökonomische Freiheit einschränken. Doch erst die Verhandlung über Risiken und ihre Regulierung schafft die Grundlagen,

dass aus Nano-Visionen konkrete Produkt- und Verfahreninnovationen werden. Warum? Regulierung bedeutet, bestimmte Nanotechnologien – im Moment insbesondere Nanopartikel und -materialien – zu spezifizieren und zu klassifizieren, um Qualitäts- und Sicherheitsstandards zu entwickeln. Regulierung ist die Voraussetzung, um Nanotechnologien zu handelbaren Gütern zu machen.

Alles nano?

Nanotechnologie ist ein heterogenes technologisches Feld, dessen Ränder unscharf sind. In Deutschland, wie auch in der EU und den USA wurde technologiepolitisch ein weiter Begriff von Nanotechnologie eingeführt, um ein breites Spektrum an naturwissenschaftlichen Disziplinen und Branchen zu adressieren. (1) Mit diesem Leitbild der Nanotechnologie als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts werden Produkt- und Verfahreninnovationen in jeder Branche prognostiziert. Stark steigende öffentliche Forschungsmittel machten es für Forschende attraktiv, darzulegen, was ihre Forschung zur Entwicklung des Feldes beitragen kann und so ließen die steigenden Forschungsgelder die Verwendung des Begriffes Nano explodieren. Da Nano kein geschützter Begriff ist, können ihn sowohl hoch innovative, forschende Unternehmen nutzen als auch Unternehmen, die sich von dem Begriff einen Werbeeffekt erwarten. Einen ersten Fall gab es in diesem Jahr: Das börsennotierte Unternehmen Neosino

Nanotechnologies hatte für seine Nahrungsergänzungsmittel mit Nano-Mineralien geworben. Laut einem Bericht des Fernsehmagazins Panorama enthalten die Mittel aber überhaupt keine Nanopartikel.

Ein breiter Nanotechnologie-Begriff ist zentral, um Ideen und Visionen zu erzeugen und das Interesse von Öffentlichkeit, von Forschung, Industrie und Investoren zu wecken. Für konkrete neue Produkte und Verfahren sind eindeutige und abgrenzbare Begriffe für konkrete Nanopartikel, Materialien und Verfahren aber unverzichtbar. Denn für eine industrielle Anwendung – im Moment insbesondere von Nanopartikeln und Nanomaterialien – sind Normen und Standards notwendig, damit neue Materialien in ihren Eigenschaften und Qualitäten überhaupt vergleichbar sind. Die zweite Notwendigkeit für Regulierung ergibt sich aus den Risiken für Umwelt und Gesundheit, die mittlerweile verstärkt diskutiert werden, nachdem sie staatlicherseits jahrelang tabuisiert wurden.

Regeln für den Wettbewerb

Mit der Marktreife von Nanotechnologien treten Fragen zu Herstellungsprozessen in den Vordergrund der technologiepolitischen Diskussion: Wie lässt sich der Arbeitsschutz gewährleisten? Wie kann die Produkt-Nomenklatur Nanotechnologien erfassen? Wie können Normung und Standardisierung vorangetrieben werden, um Märkte für industriell eingesetzte Nanomaterialien zu entwickeln? Die Regierungen der führenden Industrie-



_ Wie ein Gecko: Dank Nanostrukturen haften und können selbst nach 30 Minuten noch neu

Fliesen besonders gut auf dem Untergrund positioniert werden.

staaten haben im Rahmen ihrer auf Wettbewerbsfähigkeit konzentrierten Politik primär ein Interesse daran, dass aus Werksnormen im jeweils eigenen Land internationale Normen entstehen. Damit spezifische Nanotechnologien patentiert, gehandelt und reguliert werden können, sind präzise Begriffsbestimmungen und Abgrenzungen notwendig. Dies erfordert eine Förderung von konkreten Forschungsvorhaben, aber auch die Moderation des Prozesses durch spezialisierte Bundesbehörden oder Prozesse der regulierten Selbstregulierung wie bei der Normung.

Dass der personal- und kostenintensive Normprozess durch öffentliche Förderung unterstützt wird, ist eine Forderung, die alle unterschiedlichen Interessensgruppen, von der Industrie, der Versicherungswirtschaft bis zu Umwelt-NGOs vereint. Unstrittig ist auch, den rechtlichen Rahmen zu überprüfen, um Schutzlücken bei Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz zu identifizieren und ein hohes Schutzniveau in Laboren und in der Produktion von synthetischen Nanopartikeln zu sichern. Da Nanotechnologien auf globale Märkte zielen, sollen all diese Prozesse möglichst auch noch international kompatibel sein.

Positionen im Normstreit

Das alles hört sich nach einer Situation an, in der alle gewinnen und es keinen Dissens hinsichtlich der Regulierung gibt. Doch das Konfliktpotenzial ist beträchtlich. Zum einen stellt sich die Frage, was denn sichere, verantwortungsvolle und nachhaltige Nanotechnologie sein soll, was ein hohes Schutzniveau ist und wie es gewährleistet werden kann. Zum anderen stellt sich die Frage nach der politisch maßgeblichen Risikokonzeption, ob nur (Natur)Wissenschaft und Wirtschaft die Risiken definieren, oder ein vorsorgeorientierter Risikobegriff entwickelt wird, der irreversible Folgen berücksichtigt. Und schließlich tritt mit der Produktion von Nanopartikeln die Frage auf, wie verbindlich welche Regulierungen sind, ob es sich um freiwillige Maßnahmen handelt oder aber um gesetzlich vorgeschriebene. An der Frage der Nachhaltigkeit zeigt sich schnell, wie unterschiedlich die Regulierungsnotwendigkeiten sind, die hinter den vagen Konzepten stehen. Denn das Verhältnis von Nanotechnologien zu Nachhaltigkeit wird höchst unterschiedlich gefasst.

Die erste Position lässt sich als ökonomistisch verkürzter Nano-Optimismus

kennzeichnen. Nano-Visionäre wie K. Eric Drexler (2), aber auch deutsche und US-amerikanische Regierungsprogramme schreiben Nanotechnologien per se positive Nachhaltigkeitseffekte zu. Da das grundlegende Konzept der Nanotechnologie darin besteht, jeweils spezifische Funktionalitäten mit einem Minimum an Material zu realisieren, sei sie schon vom Prinzip her ressourcenschonend und energiesparend. Zielgerichtete politische Interventionen sind daher weitgehend überflüssig, spezifische Nanoregulierung soll nur dann eingeführt werden, wenn sich eindeutige Defizite der bisherigen Regulierung zeigen.

Unabhängig davon, ob diese Position aus Begeisterung oder Zweckoptimismus vertreten wird, ist sie mit einer marktradikalen Position verbunden, die davon ausgeht, dass Unternehmen optimale Lösungen finden werden. Während die Nano-Enthusiasten Märkte idealisieren und eine dezentrale, grüne und solar getriebene Nanowelt erwarten, dient das als revolutionär bezeichnete Potenzial der Nanotechnologie Regierungen dazu, die bestehenden industriellen Entwicklungspfade zu stärken, Wachstum zu forcieren und den internationalen Wettbewerb auszuweiten.

Zweitens lässt sich ein radikaler Nano-Pessimismus feststellen, der am prominentesten durch die kanadische Umweltorganisation ETC-Group vertreten wird (vgl. S. 37). Aufgrund der unabsehbaren Gefahren von toxischen Nanopartikeln über unkontrollierbare Selbstreplikationsprozesse bis zur Gefahr der weiteren Konzentration ökonomischer und politischer Macht in wenigen Staaten und Unternehmen sind Nanotechnologien gefährlich für Umwelt und Gesellschaft. Als politische Konsequenz fordern Nano-Pessimisten wie ETC oder die australische Sektion von Friends of the Earth ein Moratorium sowie demokratische Gremien, die auf internationaler Ebene die Technologieentwicklung beobachten und bewerten.

Nachhaltige Nanotechnologie

Drittens schließlich artikuliert sich eine an Vorsorge orientierte Position der moderaten Nano-Skepsis, die die Nachhaltigkeitswirkungen von Nanotechnologien als ungewiss sieht und auf weitere Forschung und einen enormen Wissenszuwachs setzt, um Risiken und Chancen überhaupt abwägen zu können. Für diese Position steht insbesondere die kritische Studie der britischen Royal Society. (3) Allerdings sind es die kritisch-skeptischen Positionen, die Vorschläge für Prozesse entwickeln, die langfristig den Nano-Optimismus ermöglichen könnten. Denn positive Nachhaltigkeitswirkungen der Nanotechnologie können nur dann zum Tragen kommen, wenn das Ziel der Nachhaltigkeit verbindlich umgesetzt wird und die politischen Rahmenbedingungen den Prozess befördern. Dies ist im Moment nicht der Fall.

Innerhalb der Logik des globalen Marktes sind Regulierungen zur Minimierung der Risiken primär wirksam, wenn sie global und verbindlich sind. Gelten Regulierungen für alle, sind sie nicht diskriminierend: Alle Unternehmen wären ihnen dann gleichermaßen unterworfen, niemand hätte einen Wettbewerbsnachteil, wenn er eine verantwortungsvolle und vorsorgeorientierte Technologieent-

wicklung betreibt. Verbindlichkeit ist notwendig, um Schutzmaßnahmen in allen Unternehmen zu gewährleisten. Da ein hohes Schutzniveau Kosten verursacht, die sich im höheren Preis der Produkte niederschlagen, würden bei Freiwilligkeit diejenigen bestraft, die eine vorsorgeorientierte Technologieentwicklung betreiben. „Freiwillig“ müssten sie den Preis des drohenden Untergangs am Markt in Kauf nehmen.

Im Moment gibt es hinsichtlich der Einschätzung von Risiken und der Regulierung mehr offene Fragen als Antworten. Die Fragen werden in vielfältigen Dialogforen diskutiert. Gleichzeitig schaffen die hohen Summen, die weltweit in die Nanotechnologie investiert werden, Fakten in Form neuer Verfahren und Produkte, deren Wirkungen unabsehbar sind. Technologiepolitik ist Gesellschaftspolitik, denn mit der Gestaltung der Schlüsseltechnologie werden die Weichen der industriellen Produktion für lange Zeit gestellt. (4)

Anmerkungen

- (1) BMBF (2002): Strategische Neuausrichtung. Nanotechnologie in Deutschland. Bonn.
 Europäische Kommission (2004): Auf dem Weg zu einer europäischen Strategie für Nanotechnologie. Kommission der Europäischen Gemeinschaften. Brüssel.
 National Science and Technology Council (2004): National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan. Washington.
 (www.nano.gov/NNI_Strategic_Plan_2004.pdf)
 (2) Eric Drexler entwickelte 1986 in seinem Buch „Engines of Creations“ die Vision, atomare und molekulare Strukturen mittels Nanomaschinen (Assemblern) herzustellen. So wäre eine neue industrielle „grüne“ Revolution möglich, in der alles dezentral über nanotechnologisch optimierte Solarenergie produziert wird.
 (3) Royal Society/The Royal Academy of Engineering (2004): Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. London.
 (4) Wie technologiepolitische Strategien die gesellschaftliche Entwicklung bestimmen vgl. Schaper-Rinkel, Petra (2003): Die Europäische Informationsgesellschaft. Technologische und politische Integration in der europäischen Politik. Münster.



Wann kommt es für Sie auf Größe an?

Die Rolle des unvorstellbar Kleinen ist unvorstellbar groß.
 Louis Pasteur (1822-1895)

Zur Autorin

Petra Schaper-Rinkel, geb. 1966, studierte Politikwissenschaft. Sie arbeitete als wiss. Mitarbeiterin und Projektleiterin an der Humboldt-Universität zu Berlin und bei der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. 2002 gründete sie das Nano-Polis-Institut für Innovationsgestaltung im Nanozeitalter. Zurzeit leitet sie ein Projekt der Deutschen Forschungsgesellschaft zur Nanotechnologiepolitik an der FU Berlin.

Kontakt

Dr. Petra Schaper-Rinkel
 Freie Universität Berlin
 FB Politik- und Sozialwissenschaften
 Ihnestr. 22
 D-14195 Berlin
 Fon ++49/(0)177/358 23 80
 E-Mail psr@zedat.fu-berlin.de
 www.nanotechnologiepolitik.de
 www.nano-polis.de