



Nanotechnologie

Hintergrund / Definition

Das Wort „nānos“ kommt aus dem Altgriechischen und bedeutet Zwerg. Diese Bezeichnung weist bereits auf die Größenordnung hin, mit der man sich hier beschäftigt. Zurzeit gibt es noch keine von Wissenschaft, Industrie und Regulierern einheitlich anerkannte Definition. Aus diesem Grund arbeiten alle Nano-Forschungsgebiete bisher mit einem Sammelbegriff. Dieser Sammelbegriff bezeichnet Atome und Moleküle, deren Strukturgröße von **1 bis hin zu 100 Nanometern (nm)** reichen, wobei ein Nanometer ein Milliardstel Meter ist. In diesem Größenbereich haben Stoffe drastisch andere Eigenschaften als ihre „Elternstoffe“ und zeigen z. B. eine besondere Härte und Festigkeit, eine gesteigerte chemische Reaktionsfähigkeit oder eine hohe Leitfähigkeit. Die bekannten „Elternstoffe“, von denen es bislang auch Nanoformen gibt, sind u. a. Silber, Kohlenstoff, Gold, Titanium, Dioxid und Zinkoxid. Nanomaterialien umfassen Nanoobjekte, wie Nanopartikel, Nanofasern (Stäbchen, Röhrchen) und Nanoplättchen.

Nanotechnologie hat sich innerhalb der letzten 20 Jahre von einem nur in Expertenkreisen bekannten Wissenschaftsfeld zu einem **weltweit stark beachteten Forschungs- und Industriezweig** entwickelt. Nanotechnologie ist ein fachübergreifendes Zusammenspiel vieler, eigentlich spezialisierter Fachgebiete der Naturwissenschaften, darunter die Cluster- und Oberflächenphysik, Halbleiterphysik, Oberflächenchemie sowie andere Teilbereiche der Chemie und in einem bisher noch begrenzten Rahmen, Teilbereichen des Maschinenbaus und der Lebensmitteltechnologie (Nano-Food). Eine große Besonderheit der Nanotechnologie ist somit, dass die Wissenschaft hier an einem Punkt angelangt ist, an dem die Grenzen der verschiedenen Disziplinen verschwimmen.

Anwendungsbereiche / Beispiele

Nanomaterialien werden zumeist auf chemischem Wege oder mittels mechanischer Methoden hergestellt. Einige dieser Nanomaterialien sind kommerziell verfügbar und werden somit in handelsüblichen Produkten eingesetzt, andere sind wichtige Modellsysteme für physikalisch-chemische und materialwissenschaftliche Forschung. Anwendung findet die Nanotechnologie also in vielen, sehr unterschiedlichen Bereichen, wie in der **Chemie**, der **Pharmazie**, der **Medizin**, der **Bio- und Umwelttechnik**, der **Automobilindustrie**, der **Kommunikationstechnik**, im **Maschinenbau** sowie in der **Kosmetik- und Lebensmittelindustrie**.

Konkret wird Nanotechnologie zum Beispiel bei der Herstellung von Metalloxiden und Metallen verwendet und findet sich deshalb in Gummimischungen, Kunststoffen, Kompositmaterialien, Beschichtungen und Folien. Zu den wichtigsten nanotechnologischen Produkten zählen viele Pigmente sowie andere Zusatzstoffe (Additive) für Lacke und Kunststoffe, so zum Beispiel hochdisperse Kieselsäuren oder Ruß. Außerdem gibt es seit kurzer Zeit auch Kleidungsstücke die einen Nano-Verbund aufweisen. Da Schmutzteilchen auf den witzigen Nano-Elementen nicht haften bleiben, wirkt ein solcher Nano-Verbund schmutzabweisend.

Zahlreiche Anwendungen betreffen auch Probleme des Alltags: ein Beispiel dafür ist der **Lotuseffekt**, der selbstreinigende Oberflächen ermöglicht (z. B. Brillengläser). Auch als Schutzanstrich für Karosserien wird die Nanotechnologie derzeit verwendet. Dabei fungiert ein



nanoskalisches Bindemittel als Alternative zu Chromatschichten bei der **Automobillackierung**. Auch der Schutz vor ultravioletter Strahlung in modernen **Sonnencremes** besteht aus nanoskaligem Titandioxid.

In vielen Bereichen eröffnet Nanotechnologie die Möglichkeit für neuartige Produkte und Verfahren. In der Medizin könnten Nanotechnologie helfen neuartige **Diagnostika** und **Therapeutika** zu entwickeln, beispielsweise Kontrastmittel für die bildgebenden Verfahren der Computertomographie oder Magnetresonanztomographie. Bei neuen Medikamenten könnten Nanopartikel als Wirkstofftransporter oder -depot, beispielsweise in der **Tumorbekämpfung**, wirken. Im Fokus der momentanen Forschung stehen hierbei Methoden, durch die eine gezielte Anreicherung der Nanopartikel im Tumor erreicht werden kann. In Zukunft soll Nanotechnologie auch im Bereich der Umwelttechnologie zur Effizienzsteigerung beitragen. Beispielsweise könnten Nanopartikel zur Wärmedämmung oder zur Herstellung von energiesparenden Lichtquellen (OLEDs) verwendet werden.

Bisherige Entwicklungen auf Europäischer Ebene

Laut Generaldirektion Unternehmen der Europäischen Kommission fallen Nanomaterialien unter die Definition einer chemischen Substanz unter der **REACH-Verordnung** und sind somit reguliert. Jedoch wird die Effektivität der Verordnung hinsichtlich Nanomaterialien auf Grund der unter REACH vorgesehenen Jahrestonnen der produzierten oder importierten Stoffe als zweifelhaft eingestuft, denn Stoffe, die in nur geringen Mengen produziert werden, müssen laut REACH nicht registriert werden. Ein entscheidender Aspekt bei der Registrierung ist, ob die Nanoform einer Chemikalie als neue oder als bereits bestehende Substanz kategorisiert wird. Als neue, eigenständige Substanz würden Nanomaterialien auf Grund der geringen produzierten, importierten oder verwendeten Mengen nicht unter REACH fallen. Werden Nanomaterialien jedoch, wie es die Europäische Kommission Anfang des Jahres vorschlug, zu ihren „Elternstoffen“ gezählt, werden die meisten die Grenze von einer Jahrestonne, die REACH als Registrierungsgrenze vorsieht, überschreiten und somit in den REACH Regulierungsprozess fallen. Experten regen außerdem an, die Mindestmenge einer Chemikalie zu senken, sodass auch Nanomaterialien unter REACH fallen.

Es besteht ferner die Sorge, dass sich Nanotechnologie zu einem **Politikum entwickeln** können, ähnlich der Debatte um GVOs (genetisch veränderte Organismen) und Biotechnologie. Während in den 90er Jahren viele Hersteller ihre Produkte mit dem Begriff „Nano“ bewarben, obwohl Nanopartikel oftmals gar nicht enthalten waren, kann heutzutage ein gegenläufiger Trend beobachtet werden. Auch Produkte, die mit Nanotechnologie hergestellt werden, werden nicht entsprechend gekennzeichnet. An dieser Stelle ist zu betonen, dass es **keinerlei Testergebnisse** gibt, welche die **Gefährlichkeit** von Nanomaterialien belegen. Einigkeit herrscht jedoch darüber, dass die **Auswirkungen** von Nanomaterialien für Mensch und Umwelt **noch unzureichend erforscht** sind und dass zu wenig über mögliche Risiken von Nanomaterialien bekannt ist.

Aus diesen Gründen hat die EU- Kommission in den vergangenen Jahren eine Reihe von Forschungsprojekten gefördert, um die technischen Fortschritte im Bereich der Nanotechnologie mit Risikobewertungen zu begleiten. So initiierte die Europäische Union mit dem sechsten und siebenten **Forschungsrahmenprogramm** die Projekte „NanoSafe1“ (2003-2004) und



„NanoSafe2“ (seit 2005). Diese Projekte geben erste Hinweise auf mögliche toxische Effekte von Nanomaterialien und geben somit Anlass zu weiterführenden Forschungen.

Anfang des Jahres 2009 legte der schwedische Grünenabgeordnete Carl Schlyter im Europäischen Parlament einen **Initiativbericht** vor, der die fehlende verbindliche rechtliche Grundlage im Umgang mit Nanotechnologie bemängelte. Der ursprüngliche Berichtsentwurf war stark von Technologiefeindlichkeit gekennzeichnet. Der nahezu hysterische Tonfall wäre der oben angesprochenen befürchteten Debatte sehr zuträglich gewesen. Mit den Stimmen der Konservativen konnte der Bericht dahingehend verändert werden, dass eine sachlichere Diskussion darauf aufgebaut werden kann. Die **Chancen** der Technologie müssen betont werden, ohne jedoch die **Risiken** zu vernachlässigen. Die vom Parlament verabschiedete Resolution fordert die Kommission auf, innerhalb der nächsten zwei Jahre ihre herausgegebenen „Regelungsaspekte bei Nanomaterialien“ zu überarbeiten. Um einen neuen Rahmen für den Umgang mit Nanopartikeln zu schaffen, sei es grundlegend, eine **wissenschaftliche Definition** zum Begriff der Nanotechnologie zu erarbeiten. Auch solle das Vorsorgeprinzip gestärkt werden und eine Kennzeichnungspflicht eingeführt werden. Entsprechende Regelungen finden sich bereits in der vom Parlament verabschiedeten Kosmetik-Richtlinie wieder.

Blick in die Zukunft

Der Nanotechnologie wird ein **enormes Potential als Wachstumstreiber** zugeschrieben. Aktuelle Marktprognosen für nanooptimierte Produkte gehen von einer volkswirtschaftlichen Hebelwirkung der Nanotechnologie auf ein Weltmarktvolumen von bis zu 3 Billionen US Dollar bis zum Jahr 2015 aus. In **Deutschland** sind ca. **370 Unternehmen** als Nanotechnologie-Kernunternehmen zu bezeichnen, bei denen Nanotechnologie mehr als 30 % der Geschäftsaktivitäten ausmacht. Bei rund **80 %** der deutschen Nanotechnologieunternehmen handelt es sich um **KMU**. Die Bundesrepublik ist in diesem Technologiefeld bereits jetzt **europaweit führend**.

Internationale Organisationen, Regierungen, Nicht-Regierungsorganisationen und die Industrie sind sich einig, dass die Schwierigkeit der definitorischen Eingrenzung von Nanomaterialien möglichst schnell überwunden werden sollte. Eine **Definition**, die möglichst breite Zustimmung findet, ist – auch im Hinblick auf den weltweiten Handel – äußerst **wünschenswert**. Um eine international abgestimmte Sichtweise und Abgrenzbarkeit von Nanomaterialien zu erwirken, entwickeln derzeit internationale Standardisierungsgremien wie die IEC (International Electrotechnical Commission) Grundlagen für eine vereinheitlichte Nomenklatur. Es ist jedoch fraglich, ob ein einziger Definitionsrahmen alle Facetten der Nanotechnologie fassen kann.

Die Europäische Kommission hat bis spätestens April 2011 Zeit, auf die oben angesprochene Resolution des Parlaments zu reagieren. Des Weiteren soll die Kommission 2011 einen Fortschrittsbericht bezüglich der Implementierung der bestehenden Gesetze zu Nanomaterialien veröffentlichen.