



Einführung in die Nanotechnologie

Die Nanotechnologie wird als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts angesehen. Dabei führt das hohe Innovationspotenzial nicht zu einem revolutionären Umschwung, vielmehr ist ein seit Jahren bestehender Zuwachs an Patenten, Entwicklungen und Produkten auf dem Markt zu verzeichnen. Es verbesserte sich kontinuierlich die Fähigkeit, Dinge und Strukturelemente mit mindestens einer räumlichen Dimension zwischen ca. 1 nm und ca. 100 nm zu messen, sichtbar zu machen, zu manipulieren und herzustellen. Dabei treten Eigenschaften in den Vordergrund, die in kleineren Dimensionen (der Bereich der einzelnen Moleküle oder Atome, hier sind Gase und Dämpfe anzutreffen) oder größeren (der Bereich der feinen Stäube) so nicht anzutreffen sind.

Nanoskalige Materialien und Strukturen treten auch in der Natur auf, z.B. in Emissionen von Vulkanen, in Form nanoskaliger Salzkristalle aus der Meeresbrandung oder von Nanomagnetiten in Bakterien. Auch Viren liegen in diesem Größenbereich. Anthropogene Quellen finden sich in Verbrennungs- oder Verdampfungsprozessen – z.B. Kerzenflammen, Backöfen, Verbrennungsmotoren oder Zigarettenglut. Da solche aus „ungezielten Tätigkeiten“ entstehen, werden diese zur besseren Unterscheidung zu Nanomaterialien als ultrafeine Stäube bezeichnet. Gezielt hergestellte Nanomaterialien haben andere, teilweise auch neue Eigenschaften.

Die Nanotechnologie – eigentlich ein Bündel verschiedenster Verfahren – zielt dagegen direkt auf die Erzeugung oder Nutzung solcher Materialien ab. Dabei müssen verschiedene Arten von Nanomaterialien unterschieden werden. Zum Einen gibt es (nach ISO) die Nanoobjekte, diskrete nanoskalige Objekte, die nach Filmen oder Plättchen (mit einer Dicke zwischen ca. 1 nm und ca. 100 nm), Fasern (Röhrchen oder Drähte mit einem Durchmesser in diesem Bereich) oder Partikel (alle drei Raumdimensionen in diesem Bereich) unterschieden werden. Filme und Plättchen sowie die Fasern können dabei erheblich länger (Filme und Plättchen auch breiter) sein. Zum Anderen gibt es die Nanostrukturierten Materialien: Nanokomposite, zusammengesetzte Nanomaterialien und Materialien mit nanoskaliger Oberflächenstruktur. Beispiele hierfür sind Kunststoffe und Lacke mit beigefügten Nanoobjekten (Partikel oder Fasern) oder elektronische Chips mit ihren Oberflächenstrukturen (35-nm-Technik und kleiner).

Die besonderen größenkorrelierten Eigenschaften rühren daher, dass es sich um Materiestücke handelt, die einerseits groß genug sind, um im Gegensatz zu einfachen Ansammlungen von Atomen oder Molekülen – z.B. in einer Flüssigkeit– räumlich strukturierte Komplexität aufzuweisen, andererseits dagegen klein genug sind, um z.B. im Vergleich zu makroskopischen Objekten enorme Größen der Oberflächen (bezogen auf die Masse) zu besitzen oder sogar durch die Quantenmechanik bestimmte Effekte zu zeigen. Die geringe Größe (auch gegenüber biologischen Systemen) zusammen mit den erheblichen Wechselwirkungsmöglichkeiten mit der Umgebung lassen nicht nur besondere Eigenschaften z.B. für neuartige Werkstoffe bis hin zu selbst organisierenden und auf Umgebungsreize reagierende Nanomaterialien erwarten, sondern auch relevante Einwirkungen auf biologische Systeme. Solche geben Anlass zu einer besorgten Aufmerksamkeit und erheblichen Forschungsaktivitäten. Gleichwohl müssen mögliche Risiken gegen die positiven gesellschaftlichen Aspekte (Arbeitsplatz, Verbraucher, Umwelt) abgewogen werden.