

## Einführung

Nanotechnologien werden als bedeutsame Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts und Impulsgeber für Innovationen angesehen. Zahlreiche Branchen wie die Chemieindustrie, die Elektronik, die Medizin, die Kosmetik- und die Lebensmittelindustrie, der Automobilbau oder die Energie- und Umwelttechnik profitieren von den Entwicklungen und Anwendungen der Nanotechnologien. Den meisten Verbrauchern ist nicht bewusst, dass es schon viele Produkte auf dem Markt gibt, die unter Einsatz von Nanomaterialien produziert wurden oder aus jenen Materialien bestehen. Beispiele dafür sind leistungsfähigere Datenspeichermedien, Verfahren und Produkte der medizinischen Diagnostik, Produkte der Oberflächenversiegelung oder Bestandteile von Lebensmitteln und Textilien.

Aufgrund der zahlreichen Einsatzmöglichkeiten rechnen verschiedene Experten mit einem enormen wirtschaftlichen Potential der Nanotechnologie. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung schätzt das Weltmarktvolumen im Jahre 2015 auf etwa 3 Billionen US-Dollar. Viele transnationale Konzerne wie Kraft Foods, BASF, Bayer, Group Danone, Nestlé oder Unilever haben dieses Potential erkannt und betreiben daher intensiven Forschungsaufwand auf dem Gebiet der Einsatzmöglichkeiten von Nanotechnologien in Lebensmitteln und in der Landwirtschaft.

## Funktionsweise von Nanotechnologien

Das große Spektrum an Einsatzmöglichkeiten der Nanotechnologien zeigt, dass es sich hierbei um eine Plattformtechnologie handelt. Dabei kommen sogenannte Nanopartikel zum Einsatz, die als Teilchen mit einer Größe zwischen 0,2 und 100 Nanometer (ein Nanometer = ein Milliardstel Meter = 0,000000001 m) definiert werden. Die Bandbreite an Anwendungen ist dadurch möglich, dass die eingesetzten Stoffe in ihrem Verhalten und ihren Materialeigenschaften verändert werden können. Solche Verfahren sind in dieser Form bei Nanopartikeln umsetzbar, da die Eigenschaftsveränderungen über die Vergrößerung der Oberfläche erfolgt. So ist es möglich, dass Nanopartikel ganz andere physikalisch-chemische Merkmale aufweisen, als das bei gleichen Stoffen in anderer Partikelgröße der Fall ist.



Prinzip der Oberflächenvergrößerung bei gleichem Gesamtvolumen

## Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologien

Wie bereits erwähnt, gibt es zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für Nanotechnologien. Da deren Wirkungsweise aber sehr komplex ist und solche Produkte an vielen Stellen der

Wertschöpfungskette eingesetzt werden können, sollen hier noch einmal Beispiele für die Anwendung von nanotechnologisch basierenden Produkten gegeben werden.

### **Anwendungsbereich Lebensmittel**

Als Nano-Lebensmittel werden solche definiert, deren Anbau, Herstellung, Verarbeitung oder deren Verpackung durch synthetische Nanopartikel geprägt ist. Dabei handelt es sich in der Regel um Lebensmittelzusätze, die dem Produkt zugeführt werden, um dessen Fließeigenschaften, dessen Farbe und dessen Haltbarkeit zu verbessern.

Besondere Anwendung finden solche Verfahren in dem Bereich der funktionellen Lebensmittel. Dabei werden Nanokapseln mit Vitaminen oder Aromen in die Produkte eingebunden, die dann im Körper gezielt freigesetzt werden. Da der tatsächliche Nährwert den des eigentlichen Lebensmittels übersteigt, werden den Produkten der funktionellen Nahrungsmittel gesundheitsfördernde Wirkungen zugeschrieben. Damit einher gehen Lebensmittel, die als „gesunde“ Lebensmittel verkauft werden, weil ihr Gehalt an Fett oder Kohlenhydraten gesenkt und dafür der Gehalt an Stoffen wie Eiweiß, Vitaminen oder Ballaststoffen erhöht wird.

Desweiteren ist es möglich, durch ihre Wirkung erhöhte Farb- und Geschmacksstoffe und Lebensmittelzusätze (z.B. Verdickungsmittel für Ketchup) zu entwickeln. Denkbar sind Produkte, die flexibel ihre Farbe, Aromen oder Nährwerte ändern können.

Anwendungsmöglichkeiten bestehen ebenfalls in der Verpackungsindustrie, die Produkte entwickeln kann, die den Verderb des Nahrungsmittels, sich ausbreitende Bakterien oder Nährwertverluste erkennen und diesen Prozessen durch das gezielte Freisetzen antibakterieller Stoffe entgegen wirken können. Für die Landwirtschaft sind Agrochemikalien (Dünger, Pestizide, Saatgutbehandlungsmittel) in der Entwicklung. Ebenso ergeben sich aufgrund der Fortschritte der Nanotechnologien neue Methoden zur Genmanipulation von Nutzpflanzen.

### **Anwendungsbereiche Textilien und Medizin**

Im Textil-Bereich wird insbesondere die Anwendung von Funktionskleidung forciert. So sind nanotechnologisch basierte Textilien wasser- und schmutzabweisender als gewöhnliche Kleidung. Sie können antibakteriell wirken, was häufig bei Schuhen zum Einsatz kommt, um Geruchsbildung zu vermeiden. Desweiteren kann diese Kleidung vor UV-Strahlung schützen. Diese Eigenschaften sind besonders im Bereich der Sport- und Wanderbekleidung hilfreich. Denkbar sind Textilien, die neue Qualitäten im Thermoschutz und in ihrer Abriebbeständigkeit aufweisen.

Im medizinischen Bereich werden derzeit Medikamente entwickelt, die in ihrer Dosierbarkeit und Wirksamkeit verbessert sind. Es ist auch hier möglich, dass die Wirkstoffe gezielt an den Stellen des Körpers freigesetzt werden, an denen sie benötigt werden. Der Forschungsbereich der Alzheimer- und Parkinson-Therapie setzt besondere Hoffnungen in die Nanotechnologie, da die Partikel so klein sind, dass sie die Blut-Hirn-Schranke überwinden und so zielgenau wirken können. Ebenso nimmt man an, dass die Diagnostik und Therapie aufgrund von Verfahren, die nanotechnologisch gestützt sind, sicherer und genauer durchgeführt werden können.

## Risiken für Gesundheit und Umwelt

In all diesen Bereichen werden wesentliche Fortschritte durch den Einsatz von Nanotechnologie erwartet. Es ist allerdings besonders wichtig, sich mit den Anwendungen zu beschäftigen, die im körpernahen Bereich zum Einsatz kommen, da bisher nur wenig Risikoforschung betrieben wurde. Aufgrund der neuen Eigenschaften, die mit Nanopartikeln verbunden sind, birgt diese Technologie neue Risiken für die menschliche Gesundheit. Oftmals weisen Nanopartikel eine höhere chemische Reaktivität auf als größere Partikel des gleichen Stoffes. Das hat zur Folge, dass diese mobiler sind und leichter vom menschlichen Körper aufgenommen werden können. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Partikel zu klein sind, um vom menschlichen Immunsystem erkannt werden, obwohl sie in der Lage sind, die Funktionen des Immunsystems zu beeinflussen. Aufgrund ihrer hohen Bioverfügbarkeit (der inneren Exposition - die Menge der in der Umgebung freigesetzten Partikel, die tatsächlich vom Körper aufgenommen werden) kann es durch die Kombination mit ihrer größeren biologischen Aktivität insgesamt zu einer (höheren) toxischen Wirkung kommen. So ist wissenschaftlich bekannt, dass einige Partikel beispielsweise in der Lage sind, menschliche Zellen zu töten, Krebs zu erregen oder das menschliche Erbgut zu verändern. Die Irreversibilität der Freisetzung kann dazu führen, dass sich die Partikel im Körper anreichern und so gesundheitliche Langzeitschäden auslösen können.

Die möglichen Auswirkungen von Nanopartikeln auf die Umwelt waren bisher in nur wenigen Untersuchungen Forschungsgegenstand, sodass es kaum belastbare Ergebnisse über deren Umweltwirkungen gibt. Besonders die Fragen nach der Aufnahme von Partikeln durch Pflanzen und Belastungen, die sich aus den genetischen Veränderungen von Pflanzen ergeben, wurden noch nicht beantwortet. Es existieren Hinweise darauf, welche Auswirkungen Nanopartikel auf Wasserorganismen haben, da es in diesem Bereich nachgewiesene Konzentrationen gibt. Dennoch ist nicht bekannt, ob oder inwiefern sich Nanomaterialien in der Nahrungskette anreichern können. Problematisch scheinen Nanopartikel zu sein, die antibakterielle Wirkungen aufweisen. So fanden Wissenschaftler heraus, dass einer der Stoffe in nanopartikelgröße, der die häufigste Anwendung findet, toxische Wirkungen auf Algen und Wasserflöhe hat. Ebenso ist denkbar, dass antibakterielle Stoffe, die durch das Abwasser Zugang in den Wasserkreislauf finden, die Funktionsweise eigentlich nützlicher Bakterien stören können. In der Lebensmittelproduktion werden Agrochemikalien eingesetzt, was den eigentlichen Leitbildern nachhaltiger Landwirtschaft widerspricht. Hier werden als Folgen immenser Wasser- und Bodenverschmutzung, die Störung von Ökosystemen und der Verlust von Biodiversität genannt.

## Ethische Fragestellungen

Ethische Fragen kommen an verschiedenen Stellen auf, werden aber bisher nur unzureichend thematisiert und beantwortet. Eine Rolle spielen hierbei Fragen nach der nationalen Gerechtigkeit. Die Auflistung der Unternehmen, die Forschungen im Bereich von Nano-Lebensmitteln durchführen, konzentriert sich auf wenige transnationale, finanzstarke Unternehmen. Dieses Know-how ist, unabhängig von seiner Sinnhaftigkeit, an die Unternehmen gebunden und somit auch weitgehend in den Industrieländern verortet. Damit werden weitere Verschiebungen der Machtverhältnisse zu Ungunsten der Länder des globalen Südens deutlich. Insbesondere im Lebensmittelbereich geht diese Verschiebung zu Lasten der Kleinbauern und lokaler Anbausysteme.

Ein weiterer Aspekt, der gerade im Lebensmittelbereich relevant ist, ist die Frage nach der Zukunftsfähigkeit dieser Technologien. Nanopartikel sind mit einem hohen ökologischen Fußabdruck behaftet, da deren Herstellung sehr wasser- und energieintensiv ist. Desweiteren kommen giftige Chemikalien zum Einsatz, deren Auswirkungen wenig bekannt sind. Inwieweit sich Produkte am Markt durchsetzen, von denen bekannt ist, dass sie Nanopartikel enthalten (können), ist daher fraglich. Bisher besteht insbesondere im körpernahen Bereich keine große öffentliche Akzeptanz solcher Produkte.

## Forderungen

Aufgrund dieser Erkenntnisse fordern wir den sofortigen Stopp für den Einsatz synthetischer Nanomaterialien in umweltoffenen und verbrauchernahen Anwendungen. Dazu gehören Lebensmittel, Nahrungsergänzungsmittel, funktionelle Lebensmittel und Zusatzstoffe, Lebensmittelverpackungen, Agro-Chemikalien für die Herstellung von Lebensmitteln, Küchengeräte, Spielwaren, Kosmetika, Textilien und Oberflächenversiegelungen für den privaten Gebrauch, da es in diesen Bereichen nicht auszuschließen ist, dass Nanopartikel in den menschlichen Körper gelangen können und es nicht abzusehen ist, welche Folgen dies nach sich zieht.

Dieser Anwendungsstopp kann aus unserer Sicht erst dann aufgehoben werden, wenn folgende Bedingungen hinreichend erfüllt sind:

- Es müssen genügend Forschungsgelder zur Verfügung gestellt werden, um unabhängige Risikoforschung zu betreiben, bis eine umfassende Risikobewertung für Produkte mit Nanotechnologien vorliegt, die die Sicherheit dieser Technologien belegt und Strategien der Vorsorge von Risiken beinhaltet.
- Es werden dringend verpflichtende nanospezifische Testverfahren benötigt, um die Sicherheit zukünftig hergestellter Produkte vor der Markteinführung überprüfen zu können.
- Die gesetzlichen Vorgaben müssen für die Anwendungen der Nanotechnologie nicht nur überprüft, sondern auch dringend angepasst werden. Hierbei muss der Schutz von Verbrauchern, Arbeitnehmern und der Umwelt bei der Herstellung, der Anwendung und der Entsorgung solcher Produkte im Vordergrund stehen.
- Es muss eine Kennzeichnungspflicht eingeführt werden, die es dem Verbraucher ermöglicht, zwischen Produkten mit und ohne Nanomaterialien zu wählen. Außerdem muss eine breite Aufklärung zum Thema stattfinden, die auch die Risiken des Verfahrens offenlegen.