



Nanotechnologien in Nordrhein-Westfalen

Umweltschutz
wird großgeschrieben

3 Inhalt

Vorwort	4
Nanotechnologien verändern Märkte	7
Nanotechnologien für den Umweltschutz	11
1. Oberflächenbeschichtungen	12
2. Neue Werkstoffe	16
3. Katalyse	18
4. Membrantechnologie	21
Ein erstes Fazit	23
Übersicht – Marktrealität oder Zukunftsmusik?	25
Auf dem Markt oder in Kürze verfügbar	26
In Forschung und Entwicklung	29
Prognosen der Technologieentwicklung	30
Stärken am Standort Nordrhein-Westfalen	32
Auswirkungen für Mensch und Umwelt	35
Gesundheit	36
Umwelt	39
Sicherheits- und Risikoforschung	40
Aktivitäten der nordrhein-westfälischen Landesregierung	45
Weiterführende Informationen	48
Impressum	50

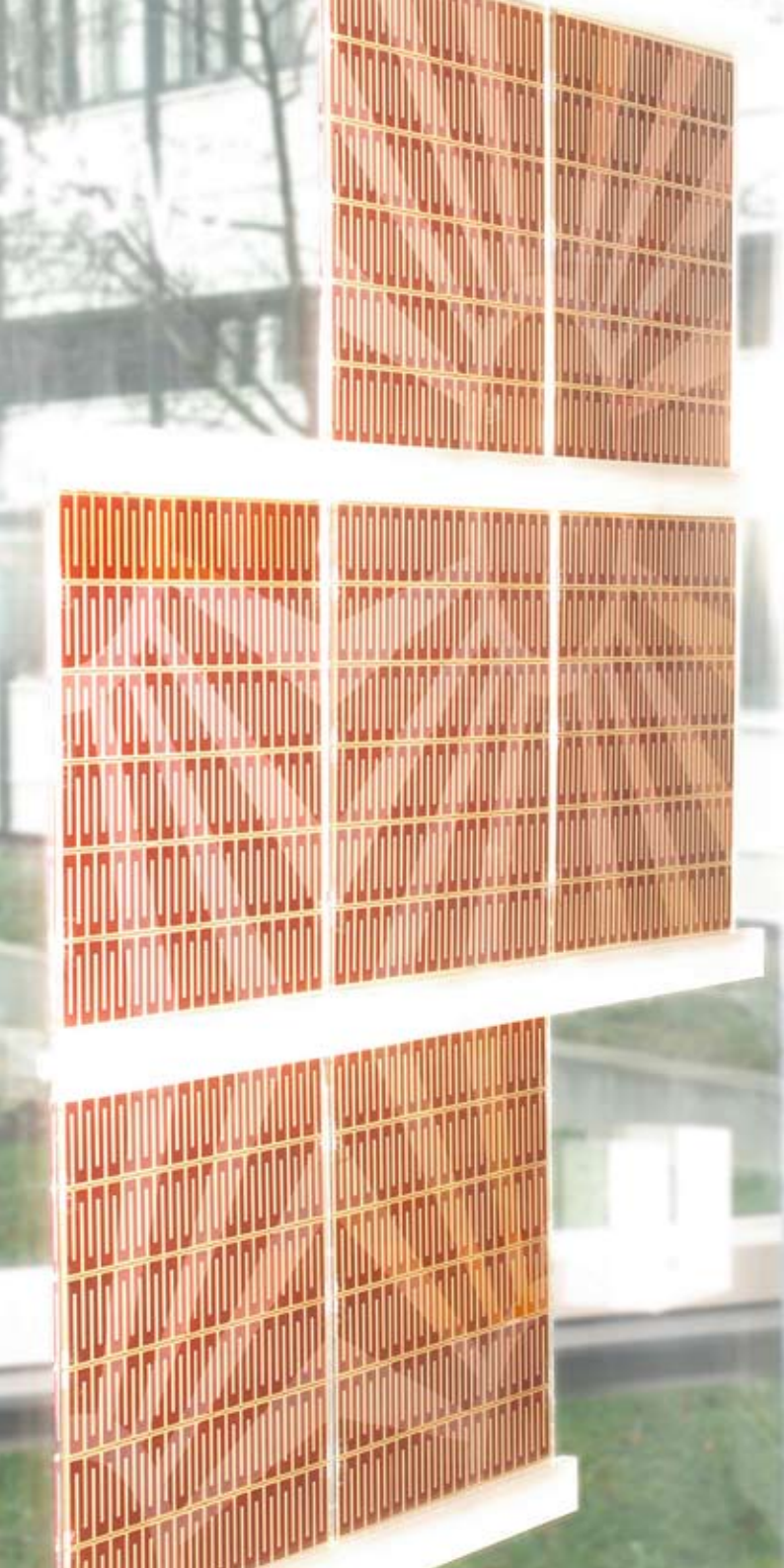
Nanotechnologien verändern Märkte

Was neuartig klingt, ist bereits heute in vielen deutschen Unternehmen angekommen.

Ob besonders kratzfest, hitzebeständig, selbstreinigend oder korrosionsbeständig: Optimierte, maßgeschneiderte Produkte dank neuer Nano-Eigenschaften sind in unternehmerischen Prozessen gefragt, z. B. für langlebige Maschinenteile, robuste Transportbehälter oder optimierte Anlagentechniken. Vor allem Oberflächen und Werkstoffe – verbessert mit Hilfe von Nanomaterialien – sind bereits auf dem Markt.

Nano-Produkte erreichen auch den Endverbraucher, etwa in Form von kratzfesten Oberflächen im Küchenbereich oder selbstreinigenden Fassaden. Auch in der Kosmetik finden sich Nano-Produkte, zum Beispiel in Sonnencremes mit hohem Lichtschutzfaktor.

Nanotechnologien werden als Schlüssel- oder Querschnittstechnologie bezeichnet. Große Hoffnungen werden auch in neue Diagnose- und Behandlungsmethoden mit Nanotechnik in der Medizin gesetzt, z. B. in der Krebstherapie. Verschiedene Entwicklungen sind hier bereits vergleichsweise weit fortgeschritten. Ebenso sind Nanotechnologien aus den Bereichen Optik, Analytik und Elektronik schon heute nicht mehr wegzudenken. Auch Solartechniken sollen zukünftig mit Nanotechnologien noch weiter verbessert werden (z.B. Farbstoffsolarzellen)



8 Nanotechnologien verändern Märkte

Doch was genau sind Nanotechnologien? Eine gute Orientierung liefert die Definition des Bundesministeriums für Bildung und Forschung:

Nanotechnologie beschreibt die Untersuchung, Anwendung und Herstellung von Strukturen, molekularen Materialien und Systemen mit einer Dimension oder Fertigungstoleranz typischerweise unterhalb von 100 Nanometern.

Allein aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten resultieren dabei neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsoptionen.

Der Grund für das Entstehen der neuen Eigenschaften bei Materialien liegt im veränderten Verhältnis von der Oberfläche zum Volumen. Dadurch entstehen teilweise überraschende neue Effekte. Zum Beispiel weist Gold unter 10 Nanometern eine erstaunliche katalytische Aktivität auf, die bei größerskaligem Gold nicht auftritt. Andere Stoffe werden in diesem Größenbereich zum Beispiel transparent oder extrem leitfähig.

Diese neuen Effekte wecken Neugierde und Interesse. Können Produkte und Anwendungen mit Hilfe von Nanotechnologien möglicherweise nicht nur verbessert, sondern grundlegend neu gedacht werden? Wenn beispielsweise Produkte von Grund auf neu aufgebaut werden, hätte dies wohl entscheidenden Einfluss auf ganze Lebens- und Wirtschaftsbereiche?

Nano – ein Thema für den Umweltschutz

Das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen misst dem Thema Nanotechnologien und Umweltschutz eine große Bedeutung bei. Aus diesem Grund wurde das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Kooperation mit der Universität Bremen und der Universität Dortmund mit der Studie „Chancen der Nanotechnologie für den Umweltschutz und in der Umwelttechnik und Marktpotenziale für NRW“ beauftragt.

9

Diese Broschüre stellt wesentliche Ergebnisse dieser umfangreichen Studie zusammenfassend dar.

Eine Vielzahl von Produkten und Verfahren, die mit Hilfe von Nanotechnologien Potenziale für die Umwelttechnik aufweisen oder einen Beitrag zum Umweltschutz leisten, sind heute schon in Nordrhein-Westfalen zu finden.

Aktuell werden vor allem bestehende Verfahren und Produkte mit Hilfe von Nanotechnologien verbessert. Zukünftig sollte jedoch für die weitere Technologieentwicklung folgende Frage im Vordergrund stehen:

Welche Chancen bieten Nanotechnologien für eine moderne Wirtschaftsweise, die einen hohen Lebensstandard für den Menschen mit einer intelligenten und ressourcenschonenden Produktionsweise und gesunden, umweltfreundlichen Produkten verbindet?



Ein Größenvergleich: 100 Nanometer (= ein Nanoteilchen) verhalten sich zu einem Fußball wie dieser zur Erdkugel.



Nanotechnologien für den Umweltschutz

Im Hinblick auf die Chancen der Nanotechnologien für den Umweltschutz lassen sich zwei wesentliche Felder unterscheiden:

- Nanotechnologien, die direkt dem Umweltschutz im klassischen Sinne dienen, wie etwa bei der Wasseraufbereitung, Abfallbehandlung, Luftreinhaltung oder auch Altlastensanierung. Hier geht es z. B. um optimierte Filtertechnik.
- Nanotechnologien für einen integrierten Umweltschutz, z. B. im Herstellungsprozess durch einen geringeren Material- und Energieverbrauch oder durch minimierte Schadstoffeinträge in die Umwelt. Hierzu gehören beispielsweise Oberflächenbeschichtungen und verbesserte Werkstoffe, aber zukünftig auch Nano-Katalysatoren.

Dem integrierten Umweltschutz wird insgesamt eine größere Bedeutung vorausgesagt, weil hier die Stärken der Nanotechnologien als „Enabling Technology“ (Basistechnologie) bereits im Herstellungsprozess greifen können.

Aber auch für den klassischen Umweltschutz finden sich interessante Anwendungsfelder der Nanotechnologien. Beispiele sind Membranen mit Nanomaterialien oder Nanoporen, die der Qualitätsverbesserung dienen, etwa bei der Aufbereitung oder Reinigung von Wasser.

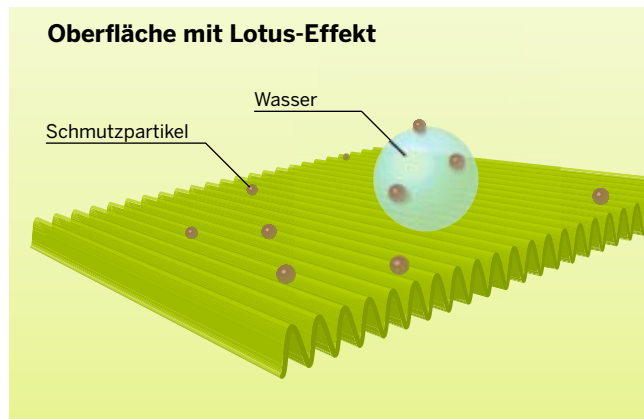
1. Oberflächenbeschichtungen

Im Bereich der Oberflächen sind die neuen Möglichkeiten der Nanotechnologien bereits in den Märkten angekommen. Dabei sind ganz unterschiedliche neue Funktionalitäten bei Oberflächenbeschichtungen möglich.

„Selbstreinigend“ – Schmutz bleibt nicht mehr haften

Viele Flächen von Gebäuden, Alltagsgegenständen oder industriellen Anlagen verschmutzen, was nicht nur schlecht aussieht, sondern zu Schäden führen kann. Regelmäßige Reinigungsvorgänge benötigen Wasser und nicht selten chemische Reinigungsmittel, die häufig die Umwelt belasten.

Dagegen werden mit Hilfe von Nanostrukturen Beschichtungen entwickelt, die Verschmutzungen verhindern und Reinigungsprozesse vereinfachen. Sie werden häufig unter den Begriffen „selbstreinigend“, „Easy-to-clean“ oder „Anti-Haft“ zusammengefasst. Interessante Anwendungsmöglichkeiten im Alltag ergeben sich nicht nur für Fliesen und Keramik.



Schmutzpartikel haften besser am Wassertropfen als an der Oberfläche und werden dadurch entfernt.

Auch bei Maschinen und in industriellen Anlagen sind diese Anwendungen nicht nur praktisch, sondern sie können auch einen Beitrag zum unternehmerischen Umweltschutz leisten:

Beispiele in industriellen Prozessen:

Wenn sich z. B. Gitterroste oder Wärmetauscher in Kraftwerken zusetzen, müssen sie sehr aufwendig gereinigt werden. Dazu müssen Anlagen heruntergefahren werden und fallen zeitweise aus. Beides verursacht Kosten und reduziert den Wirkungsgrad.

Keramische Nanopartikel in der Beschichtung können die Standzeiten von Anlagen, also die Zeiten, in denen die Maschinen ohne Unterbrechung laufen können, deutlich verlängern. Das Anhaften von Schlamm und Schmutz kann damit zwar nicht gänzlich verhindert, aber stark reduziert werden.

Auch bei Papierwalzen in Druckereien können mit Hilfe von Nano-Beschichtungen die Maschinenlaufzeit verlängert und der Reinigungsaufwand vermindert werden.

Kratzfest – widerstandsfähig gegen Beschädigungen

Mit Hilfe von nanopartikulären Zusätzen z. B. Siliziumdioxid in Beschichtungen können Oberflächen kratzfest gemacht werden. Diese Beschichtungen schützen darunter liegende Schichten und die Werkstoffe insgesamt.

Der mögliche Beitrag zum Umweltschutz besteht darin, dass die Nutzungsdauer des Produktes erhöht und Lackierprozesse reduziert werden können.

Spezielle Nano-Lacke ermöglichen zudem erheblich dünnere Lackschichten bei gleichen oder sogar besseren Oberflächeneigenschaften. Außerdem kann auf umweltschädigende Chromverbindungen verzichtet werden.

Korrosionsschutz – gegen unerwünschte Umwelteinflüsse

Herkömmliche Beschichtungen gegen Korrosion enthalten nicht selten toxische Verbindungen oder Schwermetalle, die durch Abrieb oder nach Gebrauch in die Umwelt gelangen können.

In Nano-Beschichtungen kommen beispielsweise Zirkonfluorid-Nanopartikel zum Einsatz. Die ökologischen Vorteile für eines dieser Produkte werden vom Hersteller wie folgt benannt: eine phosphatfreie Anwendung, keine Nutzung von toxischen Verbindungen, insgesamt ein geringerer Chemikalienaufwand und eine minimierte Schlammentsorgung und Anlagenreinigung.



Nanostrukturierte Beschichtungen erhöhen schon heute die Effizienz von Solaranlagen.

Anti-Reflex-Beschichtungen

Eine weitere vielversprechende Anwendung bei Oberflächen stellen Anti-Reflex-Beschichtungen dar. Ein verbraucher-nahes Beispiel sind etwa Brillengläser.

Eine interessante Anwendung für den Umweltschutz sind die Glasoberflächen von Solaranlagen, die es ebenfalls schon auf dem Markt gibt. Durch nanostrukturierte Beschichtungen z. B. mit Siliziumdioxid kann die jährliche Energieausbeute bei Photovoltaik bis zu sechs Prozent und bei Solarthermie bis zu zehn Prozent gesteigert werden. Entscheidend ist hier, dass die Nanomaterialien transparent sind und dadurch weniger Licht reflektiert wird.

Die NanoKommission der Bundesregierung stellt in Ihrem Abschlussbericht 2008 fest, dass die Chancen der Nanotechnologien für den Umweltschutz und für die Umweltentlastung zukünftig noch mehr mit quantitativen Aussagen untermauert werden sollten. Die zentrale Frage ist: Welchen nanospezifischen Nutzen bringt ein Produkt oder eine Anwendung im Vergleich zu bisherigen Lösungen mit sich? Dabei sollte der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden.

Denkbar für die weitere Chancendebatte wäre die Entwicklung eines Prüfrasters, welches den Vergleich der ökologischen Bilanz eines Produktes mit potenziellen Alternativen möglich macht und dadurch mehr Transparenz schafft.

In der NanoKommission der Bundesregierung arbeiten Vertreter aus Bundes- und Landesbehörden, Wirtschaft, Wissenschaft und Umwelt- und Verbraucherverbänden zu Chancen und Risiken von Nanomaterialien.

2. Neue Werkstoffe

Werkstoffe und neue Materialien sind ein weiteres wichtiges Anwendungs- und Entwicklungsfeld der Nanotechnologien und heute ebenfalls teilweise schon Marktrealität. Durch eine Beimischung von Nanopartikeln werden vielfältige Leistungssteigerungen erreicht, die – genauso wie bei den Oberflächen – auch zur Umweltentlastung beitragen können.

Mechanisch belastbar und weniger Gewicht

Werkstoffe können mit Hilfe von Nanomaterialien extrem bruch- und stoßfest werden. Eine große Bedeutung könnte hier zukünftig den Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT) zukommen. Reißfester als Stahl, können sie ihre Eigenschaften auch auf die Trägermaterialien übertragen.

Auch als Ergänzung für leichtere Werkstoffe haben CNT zukünftig wahrscheinlich die Nase vorn. Bereits heute können z. B. Kunststofffolien mit ihrer Hilfe ohne Qualitätsverlust bis zu zehn Prozent dünner und leichter hergestellt werden.

Große Hoffnungen werden in die Leichtbautechnik gesetzt, weil hier vor allem Potenziale für die Kraftstoffeinsparung locken. Weitere zukünftige Anwendungsfelder: größere, stabilere und zugleich leichtere Rotorblätter von Windkraftanlagen. Mögliche Produkte sind hier aber eher noch Vision statt Wirklichkeit.

Neben Kohlenstoff-Nanoröhrchen können auch andere Nanomaterialien zum Einsatz kommen und die mechanischen Eigenschaften von Produkten beeinflussen. So kön-



Nano-Schäume sollen zukünftig die Wärmedämmung verbessern.

nen Kieselsäurepartikel als Zusatzstoff die Festigkeit von Beton steigern und Kohlenstoffpartikel den Abrieb von Reifen minimieren.

Die Sicherheitsdebatte in Bezug auf CNT

In 2008 wurde in den Medien eine Studie zitiert, die bei speziellen Typen von CNT negative Gesundheitseffekte gefunden hat. Es war von möglicherweise „asbestfaser-ähnlichen“ Schädigungen die Rede. Weil es sehr unterschiedliche Typen von CNT gibt, sind diese Effekte nicht verallgemeinerungsfähig. Trotzdem ist Vorsorge wichtig. Die NanoKommission der Bundesregierung empfiehlt unter anderem, durch eine gezielte Herstellung von anders strukturierten CNT Gefährdungen bereits im Vorfeld zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Bessere Isolierung bei geringerem Volumen

Neuartige Wärmeisolierungen können mit Hilfe von Nanotechnologien möglicherweise dazu beitragen, noch besser als heute Energie zu sparen. Wärmedämmung wird heute typischerweise mit Glaswolle oder Styropor durchgeführt. Diese Stoffe sind zwar leicht, aber vergleichsweise voluminös. Die Dämmeigenschaften sind außerdem optimierbar. Eine vielversprechende Alternative könnten zukünftig die sogenannten Aerogele bilden, das sind nanoporöse Strukturen aus Siliziumdioxid. In Tests leiten sie Wärme viel schlechter als alle bekannten Isoliermaterialien, können bei gleicher Dämmleistung extrem dünn schichtig bleiben und sind trotzdem sehr widerstandsfähig.

Weil Aerogele fast transparent sind, können sie nicht nur Wände isolieren, sondern sind auch als energieeffiziente Fensterisolierung einsetzbar. Glasfassaden verbessern zunehmend die Ästhetik und den Komfort von Bauten – hier könnten Aerogele zukünftig einen echten Gewinn für eine gute Isolierung darstellen.

Es werden auch noch andere Isolierprinzipien mit Hilfe von Nanotechnologien entwickelt, etwa ein fester Schaum aus Kunststoff mit nanometergroßen Blasen. Diese sollen ebenfalls die Wärmeleitung verhindern und dünnere Isolierungen ermöglichen.

3. Katalyse

Die große Bedeutung der Katalyse für die chemische Industrie insgesamt spiegelt sich in der Tatsache, dass heute mehr als 80 Prozent aller chemisch-industriell erzeugten Produkte an irgendeiner Stelle ihres Herstellungsprozesses eine katalytische Reaktion durchlaufen haben. Ohne Katalysatoren würde manche Reaktionen gar nicht, langsamer oder nur mit hoher Energiezufuhr stattfinden. So kann beispielsweise die Herstellung von Kunststoffen durch den Einsatz von Katalysatoren umweltfreundlicher und ökonomischer erfolgen.

Interesse wecken vor allem die erstaunlichen katalytischen Eigenschaften bestimmter Stoffe, die sich erst dann zeigen, wenn der Stoff in Partikeln von nur wenigen Nanometern Durchmesser vorliegt. Die Nano-Katalyse kann insgesamt als eine stetige Verbesserung katalytischer Prozesse verstanden werden.

Möglicher Umweltnutzen: Die Katalysatormaterialien werden effizienter und können weniger umweltfreundliche Katalysatormaterialien ersetzen.

Fotokatalyse

Es gibt heute schon Produkte, die man der Nano-Katalyse zuordnen kann: z. B. so genannte „Catalytic-to-clean“-Anwendungen. Sie sollen Schmutzanhaftungen verhindern oder verringern. Nanopartikuläres Titandioxid wird als Katalysator verwendet, um organische Verbindungen an Oberflächen abzubauen. Das Produkt wird in Wandfarben bzw. Fassadenanstrichen eingesetzt.

Die Anwendung ist nicht zu verwechseln mit „Easy-to-clean“-Beschichtungen, bei denen Nanostrukturen für den Reinigungseffekt ausschlaggebend sind.

Die NanoKommission der Bundesregierung führt dazu aus, dass es bei dieser Anwendung im Außenbereich eventuell zu einer Auswaschung von Titandioxid und damit zu einer Freisetzung von Nanopartikeln in die Umwelt kommen könnte. Sie regt deswegen bezüglich der Stabilität der Beschichtungen weitere Untersuchungen an.

Katalysatoren für die Grundwassersanierung

Ein Anwendungsbereich in der Umwelttechnik ist die Grundwassersanierung mit Nano-Eisen. Sie soll helfen, organische Schadstoffe zu zersetzen, die das Grundwasser vor allem im Umkreis von ehemaligen Industriestandorten gefährden können. Die eingegebenen Stoffe breiten sich allerdings nur in geringem Maße aus und werden im Grundwasserleiter relativ schnell chemisch gebunden, sodass eine Ausbreitung über größere Entfernungen nicht zu erwarten ist.

Exkurs: Schwierige Abwägung im Einzelfall?

Die Anwendung von Nano-Eisen für die Grundwassersanierung kann als ein Beispiel dienen, dass die Abwägung von möglichen Chancen und Risiken nicht immer einfach ist.

Aktuell gibt es keine Hinweise darauf, dass Nano-Eisen neue Gefahren für die Umwelt mit sich bringen kann. Es handelt sich um eine vielversprechende Anwendung zur Sanierung des Grundwassers.

Die NanoKommission der Bundesregierung rät grundsätzlich bei umwelt-offenen Anwendungen mit Nanomaterialien im Sinne der Vorsorge zu Vorsicht. Hintergrund ist, dass die Risikoabschätzung in Bezug auf mögliche Umweltwirkungen im Moment noch schwierig ist, weil es teilweise an geeigneten Mess- und Nachweisverfahren fehlt.

Das Beispiel macht deutlich, wie wichtig eine strategische Sicherheitsforschung ist, die vielversprechende Innovationen begleitet und mögliche negative Effekte frühzeitig untersucht.

In nationalen und internationalen Gremien (z. B. in einer Arbeitsgruppe der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit) wird deswegen mit Hochdruck daran gearbeitet, gängige Nanomaterialien umfassend zu prüfen und mehr Sicherheit bei Untersuchungsmethoden zu erhalten.

Ein Blick in die Zukunft

Insgesamt befinden sich Nano-Katalysatoren – im Sinne einer gezielten Analyse und Herstellung dieser Strukturen – vielfach noch im Stadium von Forschung und Entwicklung.

Ein Bereich, in den hohe Erwartungen gesetzt werden, ist die Gewinnung von Wasserstoff in katalytischen Reaktionen mit einem erheblich geringeren Energieaufwand. Wasserstoff als vielversprechender Energiespeicher der Zukunft muss sonst erst energieintensiv hergestellt werden, bevor seine Vorteile – keine schädlichen Emissionen, insbesondere kein Kohlendioxid – zum Tragen kommen können.

Ein weiteres Anwendungsfeld der Zukunft könnte die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für die chemische Industrie sein, wo sie potenziell Erdöl als Grundstoff ablösen können. Das Ziel ist hier, durch Katalyse pflanzliche Fette in Ausgangsstoffe für die Herstellung von Kunststoffen umzuwandeln.

4. Membrantechnologie

Filter bilden ein Kernelement des klassischen Umweltschutzes. In der Regel geht es darum, ungewünschte Stoffe etwa bei der Trinkwassergewinnung oder Abwasserreinigung zurückzuhalten. Es kann bei der Filterung auch umgekehrt um das Ziel gehen, wertvolle Stoffe aus Prozessen zurückzugewinnen, z. B. beim Recycling von Säuren aus Bädern.

Der besondere Vorteil von Membrantrennverfahren ist, dass sie ohne Erhitzen auskommen können und somit meist energetisch günstig sind. Es gibt bereits heute eine immense Vielfalt an unterschiedlichen Membranen, die auch in zahlreichen industriellen Verarbeitungsprozessen Anwendung finden.

Welchen Beitrag leisten hier die Nanotechnologien?

Eigentlich gehört ein Großteil der seit vielen Jahrzehnten entwickelten Membrantechnik zum Feld der Nanotechnologien, denn: Nano-kleine Poren können schon lange realisiert werden und finden sich in vielen Membranen.

Nanofiltration wird z. B. in der Wasseraufbereitung von Produktionsabwässern angewendet, etwa um es zu enthärten oder Schwermetalle zu entfernen. Das nächst



Die Membrantechnologie wird mit Hilfe von Nanotechnologien weiter optimiert, um Stoffe zu trennen, z.B. zur Trink- und Abwasserreinigung.

feinere Verfahren ist die Umkehrosmose: Sie lässt nur noch kleinste Moleküle wie z. B. Wasser durch – der Moleküldurchmesser von Wasser ist kleiner als 0,2 Nanometer!

Keramikmembranen

Hier werden in Filterungstechniken kleinste keramische Nanopartikel in mehreren Lagen übereinander gebrannt; die Nanometer-kleinen Zwischenräume nehmen dabei die Filterfunktion wahr.

Eine spezielle Keramikmembran wurde für den Einsatz in Lithium-Ionen-Batterien entwickelt. Der entscheidende Vorteil ist, dass die Batterien deutlich höheren Temperaturen standhalten. Das ist ein wichtiger Punkt für den Einsatz großformatiger Energiespeicher, vor allem im Automobilbereich oder auch zur Speicherung regenerativer Energien.

Anwendungsbereiche der Zukunft?

Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT) als Membranwerkstoffe oder auch Polymermembranen mit organischen Nanopartikeln befinden sich im Stadium von Forschung und Entwicklung. CNT leitet Wasser sehr gut, hält jedoch andere Stoffe mit hoher Selektivität zurück. Sie könnten bei Verfahren für die Meerwasserentsalzung eingesetzt werden.

Das beschriebene Phänomen ist insofern besonders, weil normalerweise alle Maßnahmen, die den Fluss durch eine Membran verbessern, sich negativ auf die Selektivität auswirken. Das ist jedoch bei diesem Membranprinzip nicht der Fall.

Ein anderes interessantes Feld für Forschung und Entwicklung ist die Verbesserung von Brennstoffzellen. Die Membranen bisheriger Brennstoffzellen enthalten Platin als Katalysator, das sehr teuer ist. Die katalytische Wirkung lässt sich signifikant erhöhen, wenn man es auf Kohlenstoff-Nanoröhrchen aufbringt. Hier wird auch die Schnittstelle zum Zukunftsfeld Katalyse deutlich.

Ein erstes Fazit

Es gibt vielfältige nanotechnologische Entwicklungen und Ansätze, mit denen Unternehmen in Nordrhein-Westfalen einen Beitrag für einen vorsorgenden Umweltschutz leisten können.

Nanotechnologische Produkte müssen sich zukünftig gegenüber bestehenden Produkten auf dem Markt bewähren. Hierzu zählt, dass Verbesserungen mit Hilfe von Nanotechnologien neue Investitionen rechtfertigen müssen. Die neuen Leistungseigenschaften müssen also gegenüber bestehenden, trotz eventuell höherer Kosten, überzeugen.

Quantitative Aussagen zu tatsächlichen Umweltentlastungspotenzialen in der konkreten Anwendung liegen derzeit noch selten vor. Eine Ursache ist der noch frühe Stand der Technologieentwicklung. Reale Einsparergebnisse müssen z. B. mittels Ökobilanzen in der praktischen Anwendung überprüft und bestätigt werden.

Eines ist aber ebenfalls deutlich: Innovationen für den Umweltschutz müssen heute gedacht werden, damit sie morgen Wirklichkeit werden können. Hier lohnt ein frühzeitiger Blick auf die neuen Qualitäten, die die Nanotechnologien möglicherweise mit sich bringen können.



Übersicht – Marktrealität oder Zukunftsmusik?

Es folgt ein Überblick über Nanoprodukte und -anwendungen mit Nutzen für Umweltschutz bzw. Umwelttechnik, die am Markt verfügbar sind oder unmittelbar vor der Markteinführung stehen.

Die folgenden Produkte und Anwendungen sind nach ihrem primären Umweltnutzen sortiert. Dabei kann es zu Doppelungen kommen, weil Anwendungen oft einen mehrfachen Nutzen für den Umweltschutz bieten. Zum Ziel der Übersichtlichkeit wurden Schwerpunkte gesetzt und weitere Nutzenaspekte gegebenenfalls qualitativ ergänzt.

Zu Forschung und Entwicklung sei erwähnt, dass Unternehmen in manchen Fällen verständlicherweise zurückhaltend sind, was den Stand ihrer Entwicklungen angeht.

Ein Rotorblatt-Modell wird zur Optimierung der Windenergienutzung geprüft – zukünftig noch besser mit Hilfe von Nanotechnologien?



Auf dem Markt oder in Kürze verfügbar

Ressourcen- und Materialeffizienz	
Produkte	Nutzen (Qualität + Umweltschutz)
Anti-Haft-Beschichtungen mit Nanostrukturen, z. B. für Werkzeuge	Längere Lebensdauer
Kratzfeste Beschichtungen mit Siliziumdioxid, z. B. für Automobillacke	Verbesserte Kratzbeständigkeit; längere Lebensdauer
Nanolacke Schicht auf Basis kolloidchemischen Nanotechnologien	Materialeinsparung durch dünnere Schichten, Reduzierung toxischer Substanzen
Korrosionsbeschichtungen Anorganisch-organische Hybridpolymere auf Basis von Silanverbindungen	Materialeinsparung durch dünnere Schichten, Vermeidung toxischer Substanzen
Verschleißschutz-/Schmiermittel mit/aus Siliziumdioxid, z. B. für Automotoren	Erhöhte Lebensdauer Motor, Steigerung der Leistung; Kraftstoffeinsparung (bis 10%)
Leitfähige Folien verstärkt mit Kohlenstoffnanoröhren, z. B. für Verpackungen	Materialeinsparungen, Verringerung der Foliendicke um bis zu 20 Prozent möglich
Spezialzement Nanostrukturierte synthetische Kieselsäuren	Materialeinsparungen, Verringerung des spezifischen Verbrauchs an Zement
Kunststoffe mit besseren Fließeigenschaften Organische Nanopartikel	Materialeinsparungen, die einfachere Verarbeitung des Kunststoffs führt beim Spritzgussprozess zu einer Energieeinsparung von bis zu 20 Prozent

Energieeffizienz und -speicherung	
Produkte	Nutzen (Qualität + Umweltschutz)
Keramik-Separatoren aus Zirkonium und Silizium, z. B. in Batterien, Akkus, Brennstoffzellen	Brandsichere Speicherung, bessere Energiespeicherung und -effizienz
Anti-Reflexschichten aus/mit Siliziumdioxid, z. B. für Solaranlagen	Steigerung der Energieausbeute: bei Photovoltaik bis zu sechs Prozent, bei Solarthermie bis zu zehn Prozent
Abriebfeste Materialien „Carbon Black“, z. B. in Autoreifen	Verbesserte Lauf- und Haftungseigenschaften, erhöhte Abriebbeständigkeit, Kraftstoffeinsparungen
LED-Lampen, Leuchtdioden z. B. im Bereich Unterhaltungselektronik und Automobil	Durch LED-Prinzip wird bei Lichtproduktion bei geringer Energiezufuhr eine hohe Lichtausbeute erreicht.
Nanogelfenster mit Nanogel	Verbesserung der Wärme- und Schalldämmung
Gebäudeisolierung Aerogel auf Basis von Kieselsäure	bessere Dämmeigenschaften bei verringertem Volumen
Kleben von Verbundmaterialien Beschichtete, nanoskalige Eisenoxidpartikel, z. B. in Fahrzeugbau und Luftfahrt	Ferritklebstoffe benötigen nur eine partielle Erwärmung; dadurch geringerer Energieverbrauch

Umweltschutz und Verzicht auf bzw. Reduktion von umweltgefährdenden Stoffen	
Produkte	Nutzen (Qualität + Umweltschutz)
Selbstreinigende Oberflächen mit Nanostrukturen, z. B. für Wände, Dachziegel, Badkeramik)	Reduktion von Reinigungsmitteln und -aufwand
Katalysatoren Platin, Palladium, Gold, z. B. im Abgaskatalysator im Auto oder in chemischen Prozessen	Verbesserte Katalysatoreigenschaften
Fotokatalysatoren Titandioxid, z. B. in Wandfarben	Luftreinhaltung
Membrane Titandioxid, z. B. Abwasserbehandlung	Verbesserte Aufbereitung und Stabilität, Adsorption von organischen Schadstoffen wie Benzol oder Aceton



Nanotechnologien sollen Hochleistungskatalysatoren noch weiter verbessern.

In Forschung und Entwicklung

Bei den nanotechnologischen Produkten und Verfahren, die sich derzeit noch im Stadium von Forschung und Entwicklung befinden, bildet der Bereich Energie einen Schwerpunkt.

Produkte	Nutzen (Qualität + Umweltschutz)
Leichtbau z. B. bei Automobilen oder Maschinen	Gewichts- und Volumenreduktion, verbesserte mechanische Beanspruchbarkeit, Material- und Energieeinsparung
Alternative Solarzellentechnologien z. B. Quantendots, Farbstoffsolarzellen u. a. für Photovoltaik	Effizienzsteigerungen in der Energieerzeugung im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen
Brennstoffzellen Energiespeicher für Industrie und Haushalt	Verbesserte Energiespeicherung, die großflächigen, wirtschaftlichen Einsatz von Brennstoffzellen ermöglicht
Wasserstoff-Speicherung mit nanoporösen Materialstrukturen	Verbesserte Energiespeicherung, die die wirtschaftliche Nutzung der Wasserstofftechnologie begünstigt

Es gibt darüber hinaus weitere interessante Entwicklungen für einen integrierten Umweltschutz:

- Hochfester Stahl mit Hilfe von Nanotechnologien,
- die Entwicklung von Nano-Sensoren (z. B. zur Überwachung der Schadstoffeinträge bei Böden und Wasser oder zum Aufspüren von Gasen bei der Luftreinhaltung),
- der Bereich der Nano-Elektronik (z. B. im Bereich Computer- oder Halbleitertechnik).

Prognosen der Technologieentwicklung

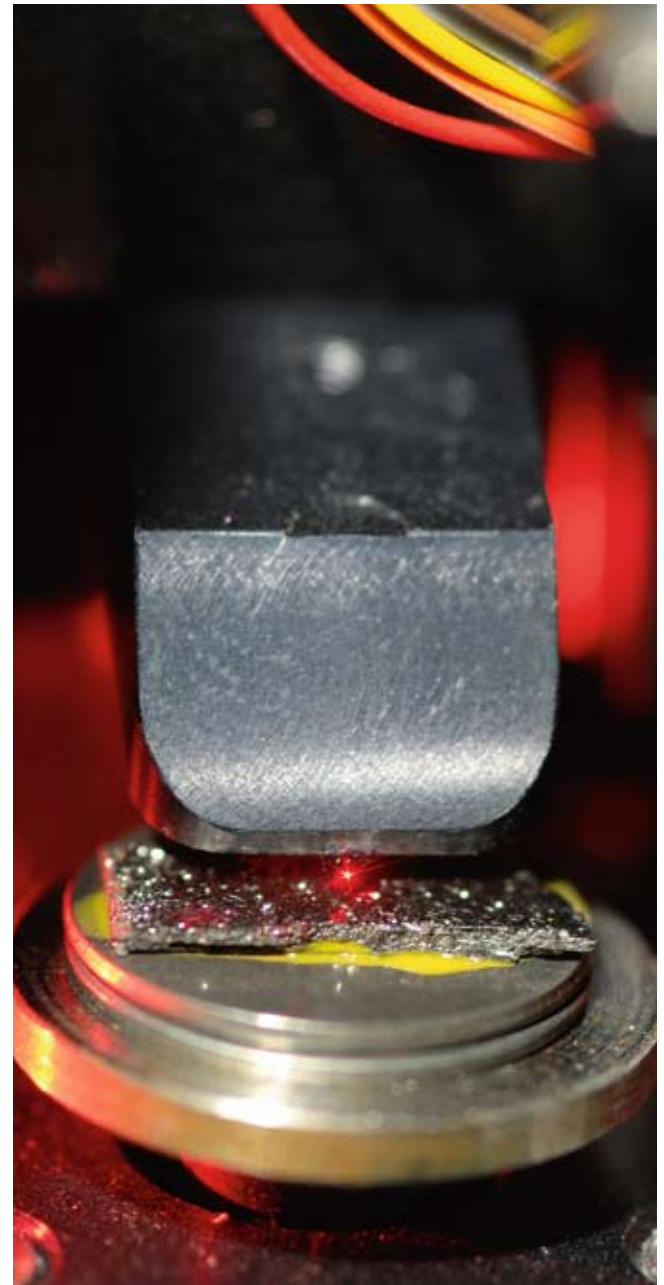
Die Vorhersagen zu zukünftigen Marktvolumina unterscheiden sich teilweise sehr stark. Ein möglicher Grund: Nanotechnologien beeinflussen (potenziell) viele Branchen und sie wirken häufig am Anfang der Wertschöpfungskette.

Trotzdem sagen alle Prognosen überdurchschnittliche Wachstumsraten, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt der Industrienationen, voraus. Im Durchschnitt wird von einer jährlichen Wachstumsrate von ca. 15 Prozent des Nanotechnologiemarktes bis 2015 ausgegangen.

Die Studie des Technologiezentrums des Vereins deutscher Ingenieure unter dem Titel „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“, die bereits 2004 ausführlich die Zukunftsprognosen der Nano-Branche untersucht hat, kam zu dem Ergebnis: Unternehmen sehen die größten Potenziale im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie, Chemie, Medizintechnik und Gesundheit, erwarten aber mittelfristig auch große Marktpotenziale für die Umwelttechnik und den Umweltschutz.

Teilmärkte mit Umweltbezug

- Das Marktforschungsinstitut BCC Research geht von einer jährlichen Wachstumsrate bei der Anwendung von Nanopartikeln in der Energiewirtschaft von 8,4 Prozent bis ins Jahr 2012 aus.
- Nach Analysen von Lux-Research ist die Anzahl der publizierten Patente im Bereich der Umwelttechnologien zwischen 2002 und 2006 um sieben Prozent gestiegen, wohingegen die Umwelttechnologie-Patente mit einem Bezug zu Nanotechnologien um 31 Prozent gewachsen sind.
- Bei der Entwicklung des Marktes für Nanofiltration wird mit einem jährlichen Wachstum von 26,1 Prozent bis 2012 gerechnet, wobei drei Viertel des Sektors durch den Einsatz von Filtern in der Wasseraufbereitung abgedeckt werden.



Rasterkraftmikroskopie macht kleinste Oberflächenstrukturen sichtbar.

Stärken am Standort Nordrhein-Westfalen

Schwerpunkte in der Industrie

Es gibt eine solide industrielle Basis am Standort Nordrhein-Westfalen: Gegenwärtig sind weit über 200 Unternehmen im Bereich Nanotechnologien aktiv. Dabei haben sowohl zentrale Produzenten als auch potenzielle Anwenderbranchen hier ihren Sitz.

Besonders gut aufgestellt ist Nordrhein-Westfalen unter anderem bei der Oberflächentechnik im Bereich Farben und Lacke. Neben großen Farben- und Lackherstellern finden sich hier auch vielfältige große und kleine Chemieunternehmen.

Aufgrund seiner Bevölkerungszahl bietet das Land nicht nur einen interessanten Endkonsumentenmarkt für Nanoprodukte, sondern eben auch Anwendungsfelder in den gegebenen Kraftwerks- und Industriekapazitäten im Lande. In dem am weitesten in der Entwicklung fortgeschrittenen Bereich „Easy-to-clean“ zeichnen sich Potenziale für die Umweltentlastung vor allem durch funktionalisierte Oberflächenbeschichtungen im Industriebereich ab.

Die Bereiche Wasser und Energie werden als wesentliche Anwendungsfelder im Bereich der Nanotechnologien gesehen. In beiden Feldern ist Nordrhein-Westfalen gut aufgestellt.

Forschung und Entwicklung

Über 40 Institute an Hochschulen und Fachhochschulen sowie Fraunhofer-, Max-Planck- und weitere Institutionen befassen sich in Nordrhein-Westfalen mit Nanowissenschaften und Nanotechnologien. Die disziplinübergreifende Arbeit von Ingenieur- und Naturwissenschaften an Universitäten ist dabei bereits in vielfältiger Weise erprobt, z. B. an den Universitäten Duisburg/Essen, Münster, Bochum und Aachen.

An dieser Stelle soll außerdem erwähnt werden, dass Nordrhein-Westfalen gerade auch im Bereich der Katalysatorforschung und -entwicklung besonders stark ist. Allein in 24 Einrichtungen ist dieser Forschungsschwerpunkt vertreten. Nordrhein-Westfalen ist hier nicht nur deutschlandweit, sondern auch im internationalen Vergleich in einer sehr guten Stellung.

Regionale Netzwerke und Beratung

Es gibt darüber hinaus regionale Netzwerke mit spezifischen Nanotechnologie-Schwerpunkten, zum Beispiel

- Duisburg/Essen (Produktion von Nanopartikeln, Umwelt-/Analytik, Nano-Energietechnik)
- Münster (Nano-Analytik)
- Dortmund (Mikrostrukturtechnik, Nanotechnologien)

Dabei forschen Unternehmen und Hochschule vielfach gemeinsam und können insgesamt auf eine nanospezifische technische Ausstattung für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung zurückgreifen.

Es gibt zudem eine gute Beratungsinfrastruktur zu Unternehmensgründungen im Bereich Nanotechnologien (z. B. MST.factory in Dortmund oder CeNTech in Münster sowie weitere Netzwerke). Einen zentralen Zugang für Informationen u. a. im Bereich der Nanotechnologien in Nordrhein-Westfalen erhalten Sie beim Clustermanager Nano-Mikro + Werkstoffe, zu finden unter: www.nanomikrowerkstoffe.nrw.de.



Nanowürfel als Speichermedium für Wasserstoff

Auswirkungen für Mensch und Umwelt

Die Entwicklung neuer Verfahren und Materialien wirft gleichzeitig Fragen nach der Sicherheit für Mensch und Umwelt auf. Toxikologen gehen davon aus, dass die neuartigen Eigenschaften von Nanomaterialien auch unerwünschte Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben können. Hier werden vor allem Nanopartikel oder Nanoröhrchen untersucht. Mögliche Effekte sind für einen verantwortungsvollen Umgang mit Nanomaterialien frühzeitig zu erforschen und zu benennen.

Die bisher verfügbaren Studien lassen allerdings keine verallgemeinerbare Aussage zu, ob Nanomaterialien prinzipiell gefährlich sind oder nicht. Die Materialien müssen im Einzelfall („case by case“) bewertet werden.

Für eine Gefährdungsabschätzung sind grundsätzlich Antworten auf zwei Ebenen maßgeblich:

1. Wie und wo können Mensch und Umwelt mit Nanomaterialien in Berührung kommen (Exposition)?
2. Welche schädlichen Wirkungen können Nanomaterialien auf den menschlichen Körper oder die Umwelt haben (Toxikologie)?

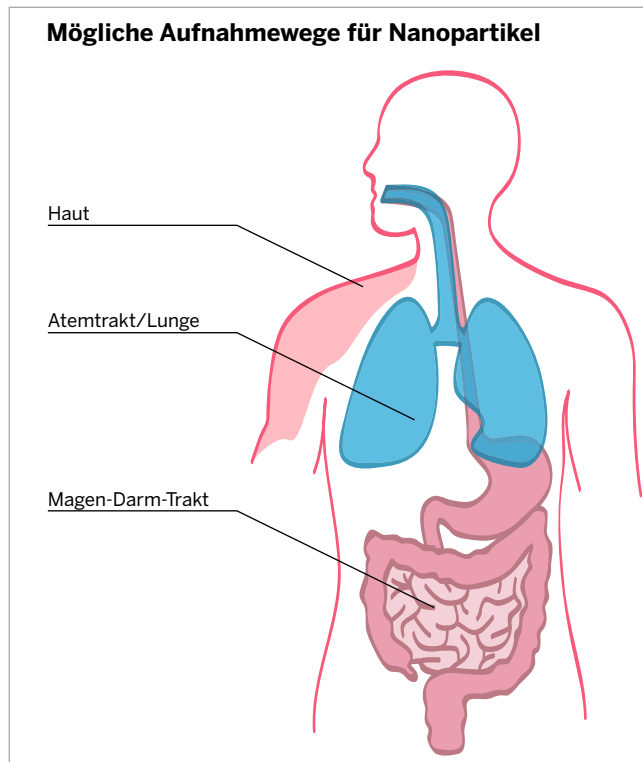


Gesundheit

Wie und wo können Menschen mit Nanomaterialien in Berührung kommen (Exposition)?

Die Exposition von Menschen könnte zum einen über die Freisetzung von Nanomaterialien aus der Produktion erfolgen, zum Beispiel durch nicht funktionierende Filter, Reinigung von Anlagen, Störfälle etc., zum anderen aus dem Gebrauch von Produkten mit Nanomaterialien.

Die meisten bekannten Nanomaterialien sind in Zwischen- oder Endprodukte eingebunden. Eine umfassende Übersicht gibt es dazu aber nicht. Am häufigsten können wahrscheinlich Arbeitnehmer in der Produktion mit Nanomaterialien in Berührung kommen.



Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und der Verband der Chemischen Industrie haben hierzu einen speziellen Leitfaden für einen sicheren Umgang mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz herausgegeben (Quellenangabe im Anhang). Außerdem greifen natürlich die allgemeinen Arbeitsschutzvorschriften.

Wie kann im Falle einer Freisetzung von Nanomaterialien die Aufnahme in den Körper erfolgen (Aufnahmepfad)?

Die vorliegenden Studien fokussieren auf die Inhalation (Einatmung) als vorrangigen Aufnahmepfad von Nanomaterialien.

Die NanoKommission der Bundesregierung stellt hierzu fest:

„Sind Nanomaterialien z. B. in einer Matrix eingebunden – also in einer ausgehärteten Oberflächenbeschichtung –, so werden die Risiken für die menschliche Gesundheit durch Einatmen von der Mehrheit der Experten als eher gering eingeschätzt.“

Dermatologische Studien zeigen, dass gesunde Haut einen guten Schutz gegen Nanomaterialien bietet. Untersuchungsergebnisse zu geschädigter Haut stehen noch aus. Aktuell wird in Fachkreisen ebenfalls diskutiert, wie Nanomaterialien über die orale Aufnahme in den Körper gelangen können.

Wie verhalten sich Nanomaterialien im Körper (Toxikokinetik)?

Für einzelne Partikel gibt es erste Untersuchungen, die darauf hinweisen, dass sich Nanomaterialien im Körper verteilen können (Translokation). Es fehlen allerdings Studien, wie die Mechanismen der Verteilung genau funktionieren und ob etwa Nanomaterialien nach möglicher Aufnahme in das Blut (Resorption) in andere Stoffe umgewandelt werden (Metabolisierung).

38 Auswirkungen für Mensch und Umwelt

Eine offene Frage ist auch, ob sich Nanomaterialien im Körper ansammeln können (Akkumulation) und in welchem Ausmaß sie ausgeschieden werden. Unbekannt ist weiterhin, ob bestimmte Organe stärker als andere betroffen sein könnten.

Was könnten Nanomaterialien im lebenden Organismus bewirken (Toxikologie)?

Hier gibt es bereits eine große Anzahl von Untersuchungen, wie bestimmte Nanomaterialien in ausgewählten Zellkulturen (in vitro) bzw. bei Versuchstieren (in vivo) wirken können.

Problematisch ist, dass bei diesen Laboruntersuchungen teilweise standardisierte Referenzmaterialien fehlen und z. B. unterschiedlich große Partikel verwendet wurden. Hier sind mehr Klarheit und methodische Genauigkeit wichtig, damit Studien reproduzierbar sind und verglichen werden können.

Ungeklärt ist weiterhin: Wenn Effekte auftreten, welcher Wirkmechanismus ist maßgeblich? Neben der geringen Größe und der großen Oberfläche der Partikel könnten auch die chemische Zusammensetzung, die Dichte, Persistenz, Oberflächenstruktur oder die Reaktivität der Substanzen eine Rolle spielen. Auch die Beziehung zwischen Dosis und Wirkung konnte bisher nicht ermittelt werden.

39

Umwelt

Bei den Auswirkungen von Nanomaterialien auf die Umwelt gibt es noch viele offene Fragen, vor allem: Welche künstlich hergestellten Nanomaterialien finden sich überhaupt in der Umwelt und in welchen Mengen?

So besteht die Schwierigkeit, Nanomaterialien in den verschiedenen Umweltmedien Wasser, Boden, Luft überhaupt zu messen. Um die Exposition der Umwelt – und damit indirekt auch des Menschen – beurteilen zu können, bedarf es weiterer Informationen. Es fehlen hier vor allem standardisierte Tests.

Wichtig wäre auch zu erforschen, durch welche Prozesse die Nanopartikel in die Umwelt gelangen können (Eintragspfade).

Um etwa Belastungsszenarien entwickeln zu können, muss untersucht werden, wie sich die Nanomaterialien in der Umwelt verhalten. Wie ist das Mobilitätsverhalten in Wasser, Luft, Boden und Organismen? Wie ist das Agglomerationsverhalten? Sind sie wasser- oder fettlöslich? Bauen sich die Materialien ab oder verbleiben sie dauerhaft in der Umwelt (Persistenz) oder reichern sich gar an (Bioakkumulation)?

Auch zu den Wirkmechanismen fehlen weitere Untersuchungen, um belastbare Aussagen treffen zu können. Wie wirken sich die Materialien auf Wasser- und Bodenlebewesen aus? Wie mobil sind sie in den Organismen? Welche problematischen Wirkungen erzeugen sie? Wie reaktiv sind sie? Gibt es problematische Wechselwirkungen mit anderen Stoffen oder verändern sich die Materialien in problematische Stoffe? Wie verhalten sie sich in Nahrungsketten?

Sicherheits- und Risikoforschung

Es gibt viele nationale und internationale Forschungsvorhaben, die sich mit dem Thema Auswirkungen von Nanomaterialien auf Umwelt und Gesundheit beschäftigen.

Ein Teil ist durch das Bundesforschungsministerium oder die Europäische Union gefördert, andere werden mit Eigenmitteln der Industrie durchgeführt. Mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit werden national vor allem im Rahmen von NanoCare erforscht. Verantwortlich ist hier das Bundesforschungsministerium. Das Projekt will neue wissenschaftliche Erkenntnisse über mögliche gesundheitliche Auswirkungen von Nanopartikeln gewinnen und Informationen zur Verfügung stellen.

Der Forschungs- und Handlungsbedarf für mögliche Auswirkungen auf die Umwelt ist ebenfalls erkannt, deutlich etwa durch die Gründung des Projekts NanoNatur durch das Bundesforschungsministerium BMBF.

Das Umweltbundesamt, die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und das Bundesinstitut für Risikobewertung haben eine Forschungsstrategie zur weiteren Untersuchung möglicher Risiken von Nanomaterialien erarbeitet. Diese ist in die Prioritäten der NanoKommission eingeflossen.



Risiko- und Sicherheitsforschung sind ein wichtiger Bestandteil einer umfassenden Innovationsstrategie.

Vorschläge der NanoKommission der Bundesregierung für Forschungsthemen:

- Charakterisierung und Identifizierung von Nanomaterialien (Kriterien zur hinreichenden Charakterisierung von Nanomaterialien, Identifizierung der relevanten Nanomaterialien in Bezug auf Exposition)
- Messmethoden und -strategien (Anpassung und Entwicklung von Messmethoden, Entwicklung von Messstrategien und Referenzmaterialien)
- Expositionsabschätzung und -analyse (Abschätzung und Analyse der Exposition entlang dem Lebensweg, Umweltbelastungsszenarien, Modellierung und Kategorisierung von Expositionsszenarien)
- Verhalten in der Umwelt (ökotoxikologische Wirkungen, Aufnahmemechanismen, Mobilität, Abbaubarkeit, Agglomeration, relevante Parameter des Umweltverhaltens)
- Toxikologie und Toxikokinetik (toxikologische Wirkungen, Wechselwirkungen, Expositionswege, Verteilung im Körper, Akkumulation, Abbaubarkeit)
- Test- und Bewertungsstrategien (Entwicklung validierter Testsysteme, Eignung bzw. Adaption ökotoxikologischer Standardtests, Bewertungsstrategien)
- Akutelle Risikobewertung ausgewählter Nanomaterialien (Auswertung aktueller Studien, Beschreibung möglicher Risiken und des Handlungsbedarfs)

Verantwortungsvoller Umgang mit Nanomaterialien

Die NanoKommission hat ein Konzept entwickelt, um mögliche Gefährdungen von Nanomaterialien bereits vorläufig abzuschätzen.

Dazu wurden Kriterien erarbeitet, die aus Sicht der beteiligten Akteure Hinweise auf erwartbare höhere oder geringere Gefährdungen geben. Hiermit wird eine Einstufung in Gefährdung „wahrscheinlich“, „möglich“ oder „unwahrscheinlich“ angestrebt.

Gruppe 1: Gefährdung wahrscheinlich = Besorgnis hoch
Kriterien: Exposition gegeben, hohe Mobilität, Reaktivität, Persistenz oder Toxizität der Materialien
Maßnahmenkonzept zur Minimierung der Exposition oder Verzicht auf bestimmte Anwendungen erforderlich
Gruppe 2: Gefährdung möglich = Besorgnis mittel
Kriterien: Exposition nicht auszuschließen, unbekanntes Agglomerations- bzw. Deagglomerationsverhalten, zu wenig Informationen zur Löslichkeit und biologischen Abbaubarkeit, Möglichkeit der Freisetzung aus einer Matrix nicht geklärt
Maßnahmenkonzept zur Verminderung der Exposition von Mensch und Umwelt erforderlich
Gruppe 3: Gefährdung unwahrscheinlich = Besorgnis gering
Kriterien: Exposition weitgehend ausgeschlossen, Materialien löslich oder biologisch abbaubar, Materialien gebunden in einer Matrix, Bildung stabiler Aggregate oder Agglomerate
Keine über die ‚gute Arbeitsschutzpraxis‘ (oder ‚Hygienepraxis‘) hinausgehenden Maßnahmen erforderlich

Gesetzliche Änderungs- und Anpassungsbedarfe?

Der Bundesregierung stehen verschiedene rechtliche Instrumente zur Erfüllung der staatlichen Vorsorgepflicht in Bezug auf Nanomaterialien zur Verfügung. Eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen umfassen auch nanotechnologische Verfahren und Produkte.

REACH, die europäische Chemikalienverordnung, stellt eine wesentliche rechtliche Grundlage zur Regulierung von Nanomaterialien dar. Sie umfasst grundsätzlich auch Nanomaterialien, enthält jedoch keine nanospezifischen Regelungen.

Das EU-Parlament hat im März 2009 außerdem Grundlagen für die neue Kosmetikverordnung der EU beschlossen. Dazu zählen eine Kennzeichnungspflicht von Nanomaterialien in Kosmetikprodukten und die Einführung eines Verfahrens zur Sicherheitsbewertung.

Werden Nanomaterialien in kosmetischen Mitteln eingesetzt, wie es etwa bei Sonnenschutzmitteln mit hohem Lichtschutzfaktor und mineralischen Sonnenschutzfiltern bereits der Fall ist, muss dies bei der Europäischen Kommission angezeigt und die Sicherheitsbewertung eingereicht werden. Bei Bestehen eines potenziellen Risikos für die menschliche Gesundheit wird die neue Kosmetikverordnung entsprechen angepasst. Die EU-Kommission wird jährlich einen Bericht zum Einsatz von Nanomaterialien veröffentlichen.

Aktivitäten der nordrhein-westfälischen Landesregierung

Nordrhein-Westfalen ist als moderner Industriestandort an der Einführung neuer Technologien sehr interessiert. Das gilt auch für die weitere Entwicklung und Nutzung von Nanotechnologien, die von der Landesregierung mit verschiedenen Aktivitäten unterstützt werden.

Zukünftige Maßnahmen sind:

- kleine- und mittelständische Unternehmen über mögliche Chancen von Nanotechnologien für die Umwelttechnik informieren und dabei auch die Möglichkeiten und Erfordernisse für einen verantwortungsvollen Umgang darlegen
- Vernetzung zwischen den Akteuren in den Bereichen der Umwelt- und Nanotechnologien und zwischen Forschung und Unternehmen unterstützen
- bei der Akquisition von Fördermitteln/Beratung hinsichtlich Förderaktivitäten von Land, Bund und EU unterstützen
- Zur Förderung von innovativen Fördervorhaben aus dem NRW-EU-Ziel-2-Programm 2007–2013 hat die Landesregierung Wettbewerbe als Hauptinstrument zur Auswahl bestimmt. Der erste Aufruf zum Wettbewerb „Ressource. NRW“ ist im Mai 2009 erfolgt. Der erste Aufruf in den Bereichen Nano- und Mikrotechnologien und in der Werkstoffforschung ist ebenfalls erfolgt, der zweite Aufruf ist für das III. Quartal 2009 geplant. Informationen zu den Wettbewerben erhalten Sie unter www.ziel2-nrw.de.

Schwerpunkt Risiko- und Sicherheitsforschung

Die Landesregierung hat Forschung, Lehre und Entwicklung zu Produktion und Risikoforschung von Nanomaterialien mit 3,3 Mio. Euro gefördert, wobei die Themenbereiche Filtration, Analytik und Nachweismethoden sowie Arbeitsschutz einen wesentlichen Anteil haben.

Mit 42.000 Euro Projektfördermitteln und über die Grundfinanzierung der Universitäten wurde zudem erfolgreich die Mitarbeit der Universitäten Duisburg-Essen, Münster, Bielefeld und Düsseldorf in der Risikoforschung zu Nanomaterialien auf Bundes- und EU-Ebene vorbereitet.

Die Landesregierung wird weiterhin das Engagement der Akteure in Nordrhein-Westfalen in der Risiko- und Sicherheitsforschung, der Forschung im Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie der Analytik auf Bundes- und EU-Ebene unterstützen.

Das Umweltministerium hat 2006 das Thema „Gesundheitliche Wirkungen und Risiken der Nanotechnologie bzw. der Exposition gegenüber Nanopartikeln“ in die Diskussion der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) gebracht.

Das nordrhein-westfälische Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz hat eine Literaturstudie zu „Umweltrisiken durch technische Nanomaterialien“ erstellen lassen.

Gesundheit

Im Auftrag des Umweltministeriums wurde vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen zwischen 2006 und 2009 eine umfangreiche kontinuierliche Recherche und Auswertung nationaler und internationaler Fachpublikationen zu den gesundheitlichen Wirkungen von Nanopartikeln nach inhalativer Aufnahme durchgeführt.

Die hier gewonnenen Erkenntnisse wurden in verschiedene nationale Gremien, die sich mit der gesundheitlichen Bewertung von Umweltschadstoffen befassen, eingebracht, unter anderem in die Länder-Arbeitsgemeinschaft umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG).

Als erstes Bundesland in Deutschland hat Nordrhein-Westfalen damit eine wichtige Grundlage zur Darstellung des aktuellen Standes des Wissens zur gesundheitlichen Relevanz von Nanopartikeln nach inhalativer Aufnahme erarbeitet, die auch vom Bund, anderen Bundesländern und wissenschaftlichen Institutionen genutzt wird.

Der endgültige Abschlussbericht zu dem im Auftrag des Umweltministeriums durchgeführten Projekt wird als Fachpublikation des nordrhein-westfälischen Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz im Herbst 2009 unter www.lanuv.nrw.de veröffentlicht.

Verbraucher

Das Umweltministerium ist sich seiner Verantwortung für einen gesundheitlichen Verbraucherschutz bewusst und beteiligt sich am Dialog mit Wirtschaftsverbänden zum Einsatz von Nanomaterialien z. B. in kosmetischen Mitteln.

Durch den intensiven fachlichen Austausch wird gewährleistet, dass mögliche Risiken besser abgeschätzt werden können.

Die EU-Politik hat sich diesem Thema in einer neuen Kosmetikverordnung ebenfalls genähert und fordert eine bessere Risikoabschätzung für den Einsatz von Nanomaterialien in kosmetischen Mitteln. Ein wesentliches Instrument dazu stellen die Sicherheitsbewertungen kosmetischer Mittel dar.

Nordrhein-Westfalen

- **Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen**
www.umwelt.nrw.de
- **Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen**
www.innovation.nrw.de
- **Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen**
www.lanuv.nrw.de
- **Verbraucherzentrale NRW**
www.vz-nrw.de
- **„Chancen der Nanotechnologie für den Umweltschutz und in der Umwelttechnik und Marktpotenziale für NRW“** Studie des IÖW in Kooperation mit der Universität Bremen und der Universität Dortmund im Auftrag des Umweltministeriums NRW
www.umwelt.nrw.de

Bundesbehörden

- **„Verantwortlicher Umgang mit Nanomaterialien“**
Bericht und Empfehlungen der NanoKommission der deutschen Bundesregierung 2008
www.bundesumweltministerium.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nanokomm_abschlussbericht_2008.pdf
- **„Nanopartikel – kleine Dinge, große Wirkung“**
Übersichtsbroschüre des Bundesforschungsministeriums 2008
www.bmbf.de/pub/nanopartikel_kleine_dinge_grosse_wirkung.pdf
www.bmbf.de/de/nanotechnologie.php
- **„Nanotechnologie: Gesundheits- und Umweltrisiken von Nanomaterialien“**
Forschungsstrategie von Umweltbundesamt, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007
www.bundesumweltministerium.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nano_forschungsstrategie.pdf

- **„BfR-Verbraucherkonferenz Nanotechnologie“**
Bundesinstitut für Risikobewertung, 2008
www.bfr.bund.de/cm/238/bfr_verbraucherkonferenz_nanotechnologie.pdf
- **„Leitfaden für Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz“** von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und dem Verband der Chemischen Industrie, 2007
www.baua.de/nn_44628/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Nanotechnologie/pdf/Leitfaden-Nanomaterialien.pdf

Forschungsberichte Umwelt

- **„Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte“**
des IÖW im Auftrag des BMBF, Berlin November 2004
www.ioew.de/home/downloaddateien/SR177.pdf
- **„Nanotechnologien für den Umweltschutz“**
ZTC (Zukünftige Technologien Consulting) der VDI TZ GmbH (Hrsg.), 2004
www.zukuenftigetechnologien.de/pdf/Band_71.pdf
- **„Zukunftsmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft und Nanotechnologie“** VDI TZ ZTC im Auftrag von Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium, 2007
www.zukuenftigetechnologien.de/pdf/Umwelt_nachhaltigkeit.pdf

Risiko- und Sicherheitsforschung

- **Projekt Nanocare**
www.nanopartikel.info

Internationale Organisationen

- **OECD Arbeitsgruppe Safety of Manufactured Nanomaterials**
www.oecd.org/departement/0,3355,en_2649_37015404_1_1_1_1_1,00.html

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat Öffentlichkeitsarbeit
40190 Düsseldorf

Text und Redaktion

iku GmbH
Umweltministerium NRW, Referat VII-4, Nachhaltiges Wirtschaften,
Produktionsintegrierter Umweltschutz, Strukturpolitik

Gestaltung

wppt:kommunikation gmbh

Bildnachweis

BASF (Seiten 10, 16, 21, 28 und 33)
BMU (Seiten 6, 14, 24 und 31)
wppt (Seiten 9, 12, 23, 34, 36, 40, 44 und Rücktitel)

Druck

Paffrath print & medien gmbh, Remscheid

Stand

Juni 2009

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
Telefon 0211 4566-666
Telefax 0211 4566-388
infoservice@munlv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

