

Lerneinheit

[Nano Sicherheit]

Name des Autors: Pavel Malúš, Jiří Kůs

Letztes Bearbeitungsdatum: [12. 12. 2021]

Nano Sicherheit

Erste Einführung

Im Laufe der Menschheitsgeschichte hat alles Neue und Unbekannte bei den Menschen Angst und Schrecken ausgelöst. Dies ist auf einen evolutionären Mechanismus zurückzuführen, der uns einerseits schützt, andererseits aber auch gute und innovative Ideen, die das Leben der Menschen verbessern könnten, vereiteln kann. Eine verständliche Aufklärung und Verbreitung der Grundprinzipien nanotechnologischer Lösungen und ihrer Sicherheit kann dazu beitragen, etwaige Bedenken auszuräumen. Eine Vernachlässigung dieser Bildung würde den Weg für die Entwicklung großer sozialer Gruppen öffnen, die sich gegenseitig in ihren Ängsten in den sozialen Netzwerken bestärken und ihre Sorgen in programmatischen Widerstand gegen innovative Lösungen umsetzen würden. Auf der Grundlage irrationaler Ängste kann praktisch alles nach dem Vorsorgeprinzip eingeschränkt oder verboten werden. Letztlich könnte dies die Aussichten auf eine günstige wirtschaftliche Entwicklung schmälern und das Potenzial des europäischen Wirtschaftswachstums verringern. Um dies zu vermeiden, müssen wir uns der Umstände bewusst sein, unter denen Nanomaterialien für uns schädlich sein können, sowie der Möglichkeiten, solche Risiken zu vermeiden.

Praxisbezug - Hierfür wirst du diese Kenntnisse und Fähigkeiten benötigen

In dieser Einheit erfährst du, wo die potenziellen Risiken beim Einsatz von Nanotechnologien liegen und wie man sie vermeiden kann. Das Verständnis über Grundlagen der Sicherheitslösungen für die Nanotechnologie sowie der elementaren Algorithmen, die zur Überprüfung der Informationen über potenzielle Risiken geeignet sind, bilden die Voraussetzung für eine fundierte Beurteilung eingehender Meldungen und die Unterbindung von Falschmeldungen.

Überblick über die Lernziele und Kompetenzen

In LO_Der grundlegende Startpunkt_01 erfährst du, welche Eigenschaften von Nanomaterialien neben unbestreitbaren Vorteilen auch ein potenzielles Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen können.

In LO_Kontakt des Menschen mit Nanostrukturen_02 erhältst du Informationen zur Nanotechnologie in der Natur, zur bewussten und unbewussten Schaffung von Nanolösungen durch den Menschen und zur bestehenden Freisetzung von künstlichen Nanopartikeln in die Umwelt.

In LO_Schutz des Menschen vor gefährlichen Nanoprodukten_03 lernst du die Grundlagen der Gefahren für den Menschen kennen, die von Nanopartikeln natürlichen Ursprungs sowie von solchen ausgehen, die durch die menschliche Arbeit und die Verwendung verschiedener Produkte entstehen. Gleichzeitig erhältst du einen Einblick in die Entwicklung sicherer nanotechnologischer Lösungen und erfährst, worauf du bei der Erfassung von Informationen über die Sicherheit der Nanotechnologie achten musst, um deren Richtigkeit beurteilen zu können.

Lernziele	Detailziele
LO_Der grundlegende Ausgangspunkt_01: Du lernst, welche Eigenschaften von Nanomaterialien neben unbestreitbaren Vorteilen auch ein potenzielles Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen können.	FO_Was sind die potenziellen Gefahren von Nanomaterialien_01_01: Du erfährst, warum sich die physikalisch-chemischen Eigenschaften fester Stoffe im Nanomaßstab ändern und wie sich Nanopartikel mit einer Größe von 1 - 100 Nanometern in Wechselwirkung mit den Zellen des menschlichen Körpers verhalten.
LO_Kontakt des Menschen mit Nanostrukturen_02: Du erhältst Informationen über Nanotechnologie in der Natur, über die bewusste und unbewusste Herstellung von Nanolösungen durch den Menschen und über die bestehende Freisetzung von künstlichen Nanopartikeln in die Umwelt.	FO_Wo nanotechnologische Objekte in der Natur vorkommen_02_01: Du verstehst die Entstehung von Nanopartikeln in der Natur, sei es als nützliche Lösung, oder als scheinbar nicht funktionales oder schädliches Produkt. FO_Wie wir bewusst und unbewusst Nanoprodukte schaffen_02_02: Du erfährst, wie der Mensch in der Vergangenheit unbewusst Nanolösungen geschaffen hat und wohin wir uns heute bewusst in diesem Bereich bewegen. FO_Welche gefährlichen Nanostrukturen wir in die Umwelt freisetzen_02_03: Du erhältst einen Überblick darüber, wie Nanopartikel durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gelangen.

<p>LO_Schutz des Menschen vor gefährlichen Nanoprodukten_03: Du lernst die Grundlagen der Gefahren für den Menschen im Zusammenhang mit Nanopartikeln natürlichen Ursprungs sowie solchen, die durch menschliche Arbeit und die Verwendung verschiedener Produkte entstehen. Gleichzeitig erhältst du einen Einblick in die Entwicklung sicherer nanotechnologischer Lösungen und erfährst, worauf du bei der Erfassung von Informationen über die Sicherheit der Nanotechnologie achten musst, um deren Richtigkeit beurteilen zu können.</p>	<p>FO_Wie wir uns vor unerwünschten Nanostrukturen am Arbeitsplatz schützen können_03_01: Du kannst erkennen, welche Umstände das größte Gesundheitsrisiko für das Personal darstellen</p> <p>FO_Warum die Zusammenarbeit mit Nanotoxikologen bei der Entwicklung neuer nanotechnologischer Produkte notwendig ist_03_02: Du kannst ergründen, warum es wünschenswert ist, die Sicherheit eines nanotechnologischen Verfahrens oder Produkts während seiner Entwicklung zu bewerten</p> <p>FO_Wie man potenziellen Gefahren durch nanotechnologische Lösungen vorbeugt_03_03: Du lernst, wie man bei der Entwicklung eines Nanoprodukts vorgeht, um es während seines gesamten Lebenszyklus sicher zu machen</p> <p>FO_Wie man sicher mit Nanomaterialien umgeht_03_04: Du erfährst, wie sich die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Materialien im Nanomaßstab verändern, welche Gefahren dies birgt und wie man diesen Gefahren begegnen kann</p> <p>FO_Wie man bei der Aufdeckung möglicher Falschmeldungen im Zusammenhang mit Nanotechnologien vorgeht_03_05: Du lernst, wie man wissenschaftliche Erkenntnisse nutzt, um manipulative konspirative Praktiken zu entlarven und unsinnige Behauptungen richtig zu stellen.</p>
--	---

1. Der grundlegende Ausgangspunkt

Was sind die potenziellen Gefahren von Nanomaterialien?

Nanotechnologen arbeiten mit Materie von 1 nm bis 999 nm Größe. In den letzten Jahren wurde der Begriff "Nanomaterial" jedoch nur noch für ein Zehntel der Nanoskalendimension verwendet - von 1 nm bis 100 nm. Einer der Hauptgründe, warum die Dimension von 1 nm bis 100 nm für die Definition von Nanomaterialien ausgewählt wurde, waren Sicherheitsbedenken. Partikel im Bereich von einem bis 100 Nanometern können in die Zellen des menschlichen Körpers eindringen. Partikel mit einer Größe von Hunderten von Nanometern haben diese Fähigkeit nicht, d. h. sie können die Zellwand nicht durchdringen. Daher konzentrieren sich viele Richtlinien, Erlasse und Verordnungen, die Beschränkungen und eine verstärkte Kontrolle von Nanomaterialien vorsehen, im Sinne des Vorsorgeprinzips auf die Dimension 1 nm bis 100 nm.

Die Vereinfachung beruht auf der Tatsache, dass die physikalisch-chemischen Eigenschaften von festen Stoffen im Inneren des Materials und an seiner Oberfläche nicht gleich sind. Wenn die Partikel

eines Materials auf weniger als 100 nm verkleinert werden, haben die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Oberfläche Vorrang vor den Eigenschaften des Materials, und der Partikel beginnt sich so zu verhalten, als bestünde er in seiner Gesamtheit aus der Oberfläche. Besonders wichtig sind die Kräfte zwischen Molekülen und anderen Kräfte, die auf Dimensionen im Bereich von einigen zehn Nanometern wirken. Daher können Nanomaterialien andere Eigenschaften haben als dasselbe Material in einem größeren Maßstab, z. B. auf der Mikroskala.

Definition
Nanomaterialien Am 18. Oktober 2011 veröffentlichte die Europäische Kommission die Empfehlung 2011/696/EU zur Definition von Nanomaterialien. Nach der angenommenen Definition bezeichnet der Begriff „Nanomaterial“ einen natürlichen oder hergestellten Wirkstoff oder nicht wirksamen Stoff, der Partikel in ungebundenem Zustand, als Aggregat oder als Agglomerat enthält und bei dem mindestens 50 % der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm haben"

3. Wissen sichern

Zusammenfassung

Du hast das Ende des Lernziels ‚Der grundlegende Ausgangspunkt‘ erreicht. Da es viel zu lernen gab, bitten wir dich um eine kurze Wiederholung der wichtigsten Dinge, die du zu diesem Thema gelernt hast:

Einer der Hauptgründe, warum die Dimension von 1 nm bis 100 nm für die Definition von Nanomaterialien ausgewählt wurde, war die Sorge um die Sicherheit. Partikel im Bereich von einem bis zehn Nanometern können in die Zellen des menschlichen Körpers eindringen.

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften fester Stoffe sind im Inneren des Materials und an seiner Oberfläche nicht identisch. Wenn die Partikel eines Materials auf weniger als 100 nm verkleinert werden, haben die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Oberfläche Vorrang vor den Eigenschaften des Materials, und der Partikel beginnt sich so zu verhalten, als bestünde er in seiner Gesamtheit aus der Oberfläche. Daher können Nanomaterialien andere Eigenschaften haben als dasselbe Material in einem größeren Maßstab, z. B. auf der Mikroskala.

Das Thema

Kontakt des Menschen mit Nanostrukturen

Wo nanotechnologische Objekte in der Natur vorkommen

Die Natur schafft eine Vielzahl von Nanostrukturen, entweder absichtlich oder unabsichtlich. Die Funktionsweise einiger von ihnen kann im Alltag beobachtet werden. Die meisten Pflanzen werden beispielsweise nass, wenn sie mit Wasser in Berührung kommen, während Wassertropfen an der Oberfläche von Lotusblättern und -blüten herunterlaufen, ohne an der Lotuspflanze zu haften. Dies ist auf die wasserabweisende (hydrophobe) Nanostruktur der Oberfläche des Lotus zurückzuführen. Durch solche Nanostrukturen schafft die Natur günstigere Bedingungen für lebende Organismen, die es ihnen ermöglichen, zu überleben und sich erfolgreich weiterzuentwickeln.

Bestimmte Nanostrukturen entstehen in der Natur unbeabsichtigt. Zum Beispiel gibt es auf der Erde zu jedem Zeitpunkt ein Feuer, einen Vulkanausbruch und andere Verbrennungsprozesse, die Nanopartikel in die Atmosphäre freisetzen. Alle Lebewesen, auch der Mensch, atmen solche Nanopartikel ein oder nehmen sie auf andere Weise auf. Unser Stoffwechsel und unser Immunsystem können in der Regel mit solchen Nanopartikeln umgehen, verarbeiten die meisten von ihnen und scheiden sie aus dem Körper aus. Wenn jedoch die Menge der in den Körper gelangenden Nanopartikel die Kapazität unseres Stoffwechsels und unseres Immunsystems übersteigt, können die Folgen tödlich sein.

Definition

Der Lotuseffekt

Trotz ständiger Einwirkung von Staub, Schmutz, Regen und anderen Phänomenen bleiben Blätter und Blüten des Lotus sauber und trocken. Das Geheimnis der Lotusblüte liegt in ihrer Oberfläche verborgen. Winzige Ausbuchtungen von nur wenigen Nanometern Höhe bedecken die Blattoberfläche und schützen sie vor der Ablagerung von Schmutz und der Benetzung mit Flüssigkeiten. Diese Fähigkeit des Lotus hält seine Blätter auch bei Regen stets sauber und trocken. Wissenschaftler nutzen diese spezielle Nanotechnologie, um den Effekt zu simulieren und Oberflächen zu schaffen, die Wasser abweisen, keine Flüssigkeiten aufnehmen und selbstreinigend sind.

Beispiel

Die Pfoten des Geckos können das Tier zuverlässig an der Glasdecke oder Wand des Terrariums halten. Die Klebesegmente an der Unterseite der Pfoten nutzen die molekulare Wechselwirkung (die so genannte Van-der-Waals-Kraft) zwischen ihren feinen Keratinhaaren von 30 bis 130 Nanometern Länge und der glatten Oberfläche, auf der der Gecko krabbelt. Bei dieser Befestigungsmethode müssen sich die Haarspitzen in den kleinsten Unebenheiten der Oberfläche "verkeilen". Sie müssen sich den Atomen der Oberfläche in einem Abstand nähern, in dem die Van-der-Waals-Bindung entsteht. Die Natur hat damit eine bemerkenswerte Nanolösung geschaffen.

Wie wir bewusst und unbewusst Nanoprodukte erzeugen

Die Menschen haben in der Vergangenheit Nanolösungen verwendet, ohne sie so zu nennen. Gold- und Silbernanopartikel wurden in Persien bereits im 10. Jahrhundert v. Chr. verwendet, um keramische Glitzerglasuren in schönen Farben herzustellen. Als die ersten Glasmacher eine kleine Goldmünze in die Schmelze gaben und das Glas rot färbten, ahnten sie nicht, dass sie zu Nanotechnologen wurden. Ihre Entdeckung, dass geschmolzenes Gold im Nanomaßstab seine Farbe von gelb nach rot wechselt, war reiner Zufall.

Wir verwenden Nanoprodukte im täglichen Leben, z. B. in Zahnpasta, Sonnenschutzmitteln, Deodorants, Shampoos, Hautpflegeprodukten und antibakteriellen Produkten usw. Der Einsatz von Nanotechnologie und Nanomaterialien ist sehr breit gefächert. Solche Materialien werden in zahlreichen Anwendungen in vielen Bereichen eingesetzt, wie z.B.:

- Elektronik (Speichermedien, Spintronik, Bioelektronik, Quantenelektronik),
- Gesundheitswesen (gezielte Medikamentenverabreichung, künstliche Gelenke, Ventile, Gewebeersatz, Desinfektionslösungen der nächsten Generation, Analysegeräte, Gesichtsschutzmasken),
- Technik (superharte, reibungsarme Oberflächen, selbstreinigende, kratzfeste Materialien, Bearbeitungswerkzeuge),
- Bauwesen (neue Dämmstoffe, selbstreinigende Fassadenbeschichtung, Anti-Haft-Fliesen),
- chemische Industrie (Nanoröhren, Nanoverbundstoffe, selektive Katalyse, Aerogele),
- Textilindustrie (nicht schrumpfende, hydrophobe und nicht färbende Stoffe),
- Elektrotechnik (Speichermedien mit hoher Kapazität, fotografische Materialien, Brennstoffzellen),
- Optik (optische Filter, photopische Kristalle und photopische Fasern, integrierte Optik),
- Automobilindustrie (nicht benetzbare Oberflächen, Windschutzscheibenfilter),
- Luft- und Raumfahrtindustrie (Katalysatoren, belastbare Oberflächenmaterialien für Satelliten),

- Verteidigungsindustrie (Nanosensoren, Strukturelemente von Raumfähren),
- Umwelt (Entfernung von Schadstoffen, biologischer Abbau, Lebensmittelkennzeichnung) usw.

Beispiel

Nur wenigen Autobesitzern ist bewusst, dass ihr Fahrzeug von Nanoprodukten - den Reifen - auf der Straße getragen wird. Die Reifenzusammensetzung enthält Ruß, d. h. Nanopartikel, die bei der Verbrennung von Erdölprodukten entstehen. Ruß als Füllstoff macht etwa 30 % der Reifen aus. Ruß verleiht den Reifen Steifigkeit und Härte und macht sie widerstandsfähig gegen Verschleiß und Hitze. Aus Sicherheitsaspekten ist zu beachten, dass bei der Fahrt auf der Straße oder im Gelände Mikro- und Nanopartikel in die Umwelt gelangen.

Welche gefährlichen Nanostrukturen wir in die Umwelt freisetzen

Wir Menschen erzeugen unwissentlich Nanopartikel, indem wir eine Kerze, eine Zigarette, ein Feuer im Kamin oder im Ofen anzünden. Weitaus gefährlicher ist jedoch die Wirkung von chemischen Substanzen, die an Feinstaubpartikel gebunden sind, die von Industriebetrieben in die Luft abgegeben werden, sowie von Nanopartikeln in Abgasen von Verbrennungsmotoren. Durch das Reiben eines Reifens auf dem Asphalt oder einer anderen Oberfläche wird eine große Anzahl ultrafeiner Partikel abgeschliffen und in die Umwelt freigesetzt. Es ist sehr wichtig, die unerwünschte Konzentration solcher Partikel in unserer Umwelt zu verringern.

Menschen kommen in ihrem Alltag mit Nanopartikeln unterschiedlicher Konzentration in Kontakt. Sie können an bestimmten Orten (Industriegebieten in Städten) oder bei bestimmten Aktivitäten (Sportschießen, Rauchen, Feuerwerk) oder bei der Arbeit in Industrieanlagen eine erhöhte Konzentration von Nanopartikeln ausgesetzt sein.

Die gezielte Herstellung von Nanopartikeln ist derzeit noch relativ begrenzt, aber schon jetzt müssen wir alles tun, um sicherzustellen, dass industriell hergestellte Nanopartikel ihre Funktion nur dort erfüllen, wo sie erwünscht sind, und nicht an Orte gelangen, an denen sie nicht vorgesehen sind. Generell gilt jedoch: Solange Nanomaterialien fest in größeren Einheiten verankert sind und nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen, können sie weder die Umwelt noch die menschliche Gesundheit in irgendeiner unbekanntem Weise gefährden.

5. Wissen sichern

Zusammenfassung

Du hast das Ende des Lernziels „Kontakt des Menschen mit Nanostrukturen“ erreicht. Da es viel zu lernen gab, bitten wir dich um eine kurze Wiederholung der wichtigsten Dinge, die du zu diesem Thema gelernt hast:

Die Natur schafft eine Vielzahl von Nanostrukturen, entweder absichtlich oder unabsichtlich. Die Funktionsweise einiger von ihnen kann allgemein beobachtet werden. Durch die Schaffung solcher Nanostrukturen schafft die Natur bessere Bedingungen für lebende Organismen, die es ihnen ermöglichen, zu überleben und sich erfolgreich weiterzuentwickeln.

Bestimmte Nanostrukturen entstehen in der Natur unbeabsichtigt. Zum Beispiel gibt es auf der Erde zu jedem Zeitpunkt ein Feuer, einen Vulkanausbruch und andere Verbrennungsprozesse, die Tonnen von Nanopartikeln in die Atmosphäre freisetzen.

Alle Lebewesen, auch der Mensch, atmen solche Nanopartikel ein oder nehmen sie auf andere Weise auf. Unser Stoffwechsel und unser Immunsystem können in der Regel mit solchen Nanopartikeln umgehen, verarbeiten die meisten von ihnen und scheiden sie aus dem Körper aus. Wenn jedoch die Menge der in den Körper gelangenden Nanopartikel die Kapazität unseres Stoffwechsels und unseres Immunsystems übersteigt, können die Folgen tödlich sein.

Die gezielte Herstellung von Nanopartikeln ist derzeit noch relativ begrenzt, aber schon jetzt müssen wir alles tun, um sicherzustellen, dass industriell hergestellte Nanopartikel ihre Funktion nur dort erfüllen, wo sie erwünscht sind, und nicht in Bereiche gelangen, für die sie nicht bestimmt sind.

Schutz des Menschen vor gefährlichen Nanoprodukten

Wie wir uns vor unerwünschten Nanostrukturen am Arbeitsplatz schützen können

Um Arbeitnehmer vor gefährlichen Nanopartikeln zu schützen, muss man wissen, unter welchen Umständen solche Partikel entstehen. Selbst in Bereichen, die scheinbar nichts mit der Nanotechnologie zu tun haben. Es ist unbestritten, dass Nanopartikel z. B. durch den Verbrennungsprozess entstehen. Wenn beispielsweise ein Schweißer schweißt, sollte er nicht nur einen Gesichtsschutz und Handschuhe tragen, um sich vor Funken zu schützen, die ihn verbrennen und sein Augenlicht schädigen können, sondern auch seine Atemwege schützen, da er während seiner Arbeitszeit große Mengen an Nanopartikeln einatmet, die beim Schweißen entstehen. Ebenso sollten die Mengen an Nanopartikeln überprüft werden, die von Straßenbauarbeitern eingeatmet werden, die ohne Atemschutzmasken Asphalt auftragen usw. An vielen Arbeitsplätzen werden immer noch Nanopartikel eingeatmet, ohne dass die Arbeitgeber dies berücksichtigen und geeignete Bedingungen schaffen, um ihre Mitarbeiter vor Verunreinigungen zu schützen, die auf lange Sicht die Gesundheit der Arbeitnehmer gefährden.

Wenn Nanotechnologieunternehmen Nanopartikel zur Weiterverarbeitung herstellen, muss das Personal, das mit den Nanopartikeln umgeht, durch persönliche Schutzausrüstung geschützt werden. Am wichtigsten in diesem Bereich ist der Schutz der Schleimhäute, insbesondere der Atemwege und der Augen. Dies setzt voraus, dass die Arbeitnehmer mit effizienten Atemschutzmasken und Schutzbrillen ausgestattet sind, die eng an der Gesichtshaut anliegen. Technologische Einrichtungen, die mit Nanomaterialien arbeiten, versuchen auch, ihr Personal vor möglichen Risiken zu schützen, indem sie Belüftungssysteme, Luftfiltersysteme usw. einsetzen.

Die Sauberkeit der Arbeitsumgebung ist in der Regel am besten in Produktionsstätten gewährleistet, die Produkte mit Nano-Oberflächenbehandlung herstellen. Sollte Schmutz auf die Nanoschicht des Produkts gelangen, würde die Funktionalität des Produkts unwiderruflich beeinträchtigt werden.

Eine saubere Produktionsumgebung schützt also nicht nur das Produkt, sondern auch das Bedienpersonal.

Warum die Zusammenarbeit mit Nanotoxikologen bei der Entwicklung neuer nanotechnologischer Produkte notwendig ist

Die Sicherheit neuer Nanoprodukte muss bereits während der Entwicklung, d. h. lange vor dem Start der Massenproduktion, überprüft werden. Das Produkt muss nicht nur den bestehenden Normen und Vorschriften entsprechen, die Nanolösungen oft nicht in ihre Konzepte einbeziehen, sondern auch im Hinblick auf das mögliche Eindringen des Nanomaterials in den menschlichen Körper oder die Umwelt. Die potenzielle Toxizität von Nanopartikeln, die für eine bestimmte Anwendung entwickelt wurden, muss vor dem Einsatz in der Praxis bekannt sein.

Wissenschaftliche Einrichtungen verfügen über die Mittel, um die Sicherheit neuer Nanomaterialien zu überprüfen und die Mechanismen etwaiger toxischer Wirkungen von massenhaft hergestellten Nanopartikeln sowie deren potenzielle Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit objektiv zu bestimmen. Es muss auch berücksichtigt werden, was mit den Nanomaterialien während ihres gesamten Lebenszyklus geschieht und ob und in welchen Konzentrationen sie eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen könnten.

Definition
Nanotoxikologie Die Nanotoxikologie ist ein Teilgebiet der Toxikologie, das sich mit der Untersuchung der Toxizität von Nanomaterialien befasst, die sich in solche aus Verbrennungsprozessen (z. B. Dieselruß), Herstellungsprozessen (z. B. Sprühtrocknung oder Mahlen) und natürlich vorkommenden Prozessen (z. B. Vulkanausbrüche oder atmosphärische Reaktionen) unterteilen lassen.

Wie man möglichen Gefahren durch nanotechnologische Lösungen vorbeugen kann

Um die einzigartigen Eigenschaften von Materialien im Nanomaßstab zu nutzen und gleichzeitig das unerwünschte Eindringen von Nanopartikeln in Zellen und die Dispersion in der Umwelt zu vermeiden, müssen geeignete Bindemittel und andere Verbindungen zwischen den Partikeln und Materialien im Makromaßstab entwickelt werden. Wenn wir beispielsweise die Fähigkeit von Nanosilber zur Verhinderung des Bakterienwachstums nutzen wollen und gleichzeitig nicht wollen, dass die Nanopartikel an andere Stellen als die medizinisch nützlichen gelangen, müssen wir sie untrennbar mit den Verbandstextilien, die den Träger bilden, verbinden. Zu diesem Zweck verwenden wir unter anderem sehr schwer trennbare Bindungen in Polymeren sowie andere Lösungen mit ähnlicher Wirkung.

Die Covid-19-Pandemie warf die Frage auf, wie die Natur mit Nanomembranen in Masken und Atemschutzmasken im Zusammenhang mit der Pandemie umgehen wird. Gemäß der europäischen Gesetzgebung müssen alle diese medizinischen Geräte in Verbrennungsanlagen verbrannt werden. Nanotechnologen fragten sich jedoch, ob sich alle Nutzer von Nanomasken und Nano-Atemschutzgeräten tatsächlich verantwortungsvoll und gesetzeskonform verhalten. Die

Verantwortungslosigkeit mancher Verbraucher veranlasst die Nanoproduzenten, den Trend zur Verwendung biologisch abbaubarer Materialien bei der Herstellung organischer Nanofasern für Nanomembranen zu fördern. Dieser Ansatz sollte bei der Herstellung praktisch aller Einwegprodukte verfolgt werden.

Definition
Biologische Abbaubarkeit Biologischer Abbau ist der Prozess der Zersetzung eines Stoffes in der Natur unter Beteiligung natürlicher biologischer Prozesse. Praktisch jedes Material ist biologisch abbaubar, der Unterschied liegt in der Zeit, die für die Zersetzung eines Stoffes in der natürlichen Umgebung benötigt wird. Die höchsten Anforderungen an eine schnelle Zersetzung sind mit der biologischen Abbaubarkeit im menschlichen Körper verbunden.

Wie man sicher mit Nanomaterialien umgeht

So wie wir in der Vergangenheit gelernt haben, das Feuer zu unserem Vorteil zu nutzen, müssen wir auch mit hochreaktiven Nanopartikeln mit dem gleichen Maß an Vorsicht und Sicherheit arbeiten. Nur so können wir ihre einzigartigen Eigenschaften in der richtigen Weise nutzen. Für jedes Nanomaterial müssen wir untersuchen, wie sich seine physikalisch-chemischen Eigenschaften im Nanomaßstab verändern, welche Risiken bestehen und wie sie beseitigt oder gemildert werden können.

Beispiel

Verunreinigungen wie Gifte oder Öle können sich über Jahre hinweg wie eine ökologische Zeitbombe im Boden absetzen. Dank der neuen Technologien können einige versteckte Bedrohungen erfolgreich beseitigt werden. Ein solcher Reinigungsprozess wird als Sanierung der Umweltbelastung bezeichnet. Hierbei wird Nano-Eisen verwendet.

Wenn ein Stück Eisen in der Makrowelt oxidiert, nimmt der Beobachter den Vorgang als Rosten wahr. Es dauert Wochen oder Monate, bis ein gewöhnliches Eisenstück rostig wird. Im Gegensatz dazu oxidiert Nano-Eisen bereits bei einem Fall aus einer Meter Höhe lange vor dem Auftreffen auf den Boden. Während der Bewegung reagiert praktisch die gesamte Oberfläche der Eisen-Nanopartikel mit der Luft, die mit ihr in Berührung kommt. Wenn es der Luft ausgesetzt wird, verbrennt das Nano-Eisen so schnell, dass der Oxidationsprozess wie eine Explosion aussieht. Nano-Eisen in wässriger Suspension spaltet Wassermoleküle auf. Dabei entsteht Wasserstoff, und bei unsachgemäßer Handhabung könnten Probleme bei Transport und Lagerung von Nano-Eisen auftreten. Daher sollte Nano-Eisen nur von entsprechend geschultem Fachpersonal gehandhabt werden.

Durch die Reaktion mit Nano-Eisen werden giftige Stoffe, die für Menschen oder andere Lebewesen schädlich sind, ungiftig. Vor allem mit organischen Stoffen reagiert Nano-Eisen in der Regel so, dass der Stoff in einen anderen ungiftigen Stoff umgewandelt wird. Nano-Eisen ist auch in der Lage, giftige metallhaltige Schadstoffe abzubauen. Metall, auch Schwermetall, wird immer Metall sein, nur seine Form kann sich ändern. Im Boden ist das Metall in der Regel wasserlöslich. So kann es auch den Menschen erreichen und eine Gefahr für ihn darstellen. Nano-Eisen kann solche Metalle in eine Form umwandeln, die nicht mehr wasserlöslich ist, so dass sie keine Gefahr mehr darstellen.

Bei der Arbeit mit Nano-Eisen ist es notwendig, den gesamten Prozess der Reaktion mit toxischen Substanzen vorherzusagen und anschließend zu überwachen. Wir müssen im Voraus wissen, wie Nano-Eisen mit all den Stoffen reagiert, mit denen es bei der Reinigung der kontaminierten Flächen in Berührung kommt, wie groß die neu gebildeten Partikel sein werden und wie ihre weitere Entwicklung aussehen wird.

Wie man mögliche Falschmeldungen im Zusammenhang mit Nanotechnologien am besten erkennt

Eine der häufigen Unannehmlichkeiten, von denen das Internet geplagt ist, ist die Verbreitung von alarmierenden und schädlichen Kettenmails, sogenannten Hoaxes (auf Deutsch: Falschmeldungen). Dazu gehören gefälschte Warnungen und Gerüchte. Der Hoax versucht, durch seine künstliche Wichtigkeit zu überzeugen, indem er Warnungen von vertrauenswürdigen Quellen zitiert, oder er vermittelt eine "durchgesickerte" Information. Hoaxes können auch als Nachrichten definiert werden, die ungenaue, irreführende Informationen, absichtlich veränderte Halbwahrheiten oder eine Mischung aus Halbwahrheiten und Lügen enthalten. Darüber hinaus wird ein Hoax in der Regel mit einer Aufforderung an den Empfänger abgeschlossen, ihn weiter zu verbreiten.

Nanotechnologie und Produkte, die Nanolösungen verwenden, sind immer häufiger das Ziel von über das Internet verbreiteten Falschmeldungen. Die Menschen können sich die Nanoskala nicht vorstellen. Die Urheber von Falschmeldungen nutzen also die natürliche Angst vor dem Unbekannten aus. Sie kombinieren oft wahre Informationen mit völligem Unsinn. Um Falschmeldungen zu entlarven, brauchen Leser mehr als nur das in der Grund- oder weiterführenden Schule erworbene Wissen. Sie müssen Quellen nachschlagen. Hoaxes beziehen sich oft auf nichtexistierende Studien oder nichtexistierende Zitate von tatsächlichen oder erfundenen Institutionen oder Behörden. Wenn Leser sich über den tatsächlichen Stand der Dinge informieren möchten, sollten sie auf vertrauenswürdigen Websites nach den entsprechenden Quellen suchen. Sie sollten auch die Bedeutung der Wörter sorgfältig prüfen. Wenn eine Behörde behauptet, dass sie über etwas besorgt ist, sollte sie auch angeben, ob diese Besorgnis durch eine einschlägige wissenschaftliche Studie usw. untermauert ist.

Beispiel

In den ersten Monaten des Jahres 2021 ging ein Video weltweit viral, in dem ein amerikanischer Fernseh- und Filmproduzent und der Leiter der Anti-Vax-Gruppe Informed Consent Action Network, Del Matthew Bigtree, und der Enthüllungsjournalist Jeffrey Jaxen von einer Studie namens "Informed Consent" sprechen: "Die Notwendigkeit einer Bewertung der Inhalation von Mikro(nano)plastikpartikeln aus Masken, Atemschutzmasken und selbstgemachten Masken während der Covid-19-Pandemie". Sie zeigen ein Foto von Mikrofasern mit eingefangenen Partikeln und einem Kommentar: "Wir sehen überall Mikro- und Nanofasern, Fragmente und Partikel. Der Studie zufolge sind sie nur lose mit den Strukturfasern des Produkts verbunden. Blaue Pfeile zeigen Mikrofasern. Rote Pfeile kennzeichnen Partikel und Fragmente auf Submikro- und Nanoebene. Du siehst, dass sie überall sind. Wie es in der Studie heißt, sind sie nur lose miteinander verbunden. Warum ist das ein Problem? Im Jahr 2012 verwies die Universität Edinburgh im Vereinigten Königreich auf eine von ihr durchgeführte Studie". Und das Zitat von Ken Donaldson, Professor für Toxikologie der Atemwege: "Es gab Bedenken, dass neue Arten von Nanofasern, die von der Nanotechnologie-Industrie hergestellt werden, ein Risiko darstellen könnten, da ihre Form der von Asbest ähnelt" .

Wollte der Nutzer dies überprüfen, könnte er im Internet mit Google nach der Studie suchen. Wenn sie erfolgreich waren, sollten sie sehen, wo sie veröffentlicht wurde. Wenn eine solche Studie auf der Website der Universität von Edinburgh veröffentlicht würde, wäre sie sicher lesenswert. Wenn Professor Ken Donaldson jemals gesagt hat, dass "es Bedenken gab, dass neue Arten von Nanofasern, die von der Nanotechnologie-Industrie hergestellt werden, ein Risiko darstellen könnten, da ihre Form der von Asbest ähnelt", dann hat er sicherlich auch gesagt, ob sich diese Bedenken als berechtigt oder falsch erwiesen haben.

Die überwiegende Mehrheit der bei der Herstellung von Gesichtsmasken und Atemschutzmasken verwendeten Vliesstoffe besteht aus so genannten Endlosfasern, die zusätzlich verwoben sind. Die Bilder eines Rasterelektronenmikroskops beweisen, dass die Partikel von der Atemschutzmaske aufgefangen wurden, nicht dass sie von der Atemschutzmaske freigesetzt werden. In der Luft befinden sich große Mengen an Staub und anderen Partikeln, darunter auch solche, die üblicherweise von Verbrennungsmotoren erzeugt werden. Atemschutzgeräte und -masken, insbesondere solche aus Nanofasern, fangen solche Partikel aufgrund der vorhandenen elektrischen Kräfte ein. Der Vergleich mit Asbest ist völlig unangebracht, da Asbest zu den anorganischen Fasern gehört, während Atemschutzmasken aus sicheren Polymerfasern hergestellt werden.

Wenn der Benutzer die Nanofaser-Gesichtsmaske zerschneidet oder zerreißt und die Nanofaser-Membran freilegt, ist es praktisch unmöglich, eine einzelne Nanofaser aus der Nanostruktur herauszulösen oder freizulegen. Selbst in Laborumgebungen ist es noch nicht gelungen, ein Nanomesser oder ein anderes Gerät zu konstruieren, mit dem eine Nanofaser von der Nanofasermembran entfernt und in Nanopartikel zerschnitten werden kann. Die Länge einer einzelnen Nanofaser liegt mindestens in der Größenordnung von Hunderten von Mikrometern bis hin zu einigen Millimetern. Jede Nanofaser kreuzt sich mit anderen Nanofasern an Hunderten oder mehr Stellen entlang ihrer Länge. An diesen Stellen wird eine Reibungskraft zwischen den Nanofasern ausgeübt, die es nicht erlaubt, einzelne Nanofasern leicht von der Struktur zu trennen. Eine mechanische Kraft kann zum Zerreißen der Nanofaserschicht und zur Abtrennung eines Nanofaserbündels führen. Solche Cluster ähneln jedoch einem Fussel und sind einige Dutzend bis Hunderte von Mikrometern groß. Solche Fusseln ähneln in ihren Eigenschaften gewöhnlichem Staub. Wenn sie eingeatmet werden, werden sie vom Flimmerepithel in der Nasenhöhle aufgefangen. Die

Epithelzellen sondern Schleim ab, der verschiedene Staubpartikel zurückhält. Die Flimmerzellen transportieren den Schleim in den Nasen-Rachen-Raum, von wo aus er in den Verdauungstrakt gelangt. Über den Verdauungstrakt scheidet der Mensch dann die Verunreinigungen aus dem Körper aus. Die Größe des produzierten Schleims lässt es nicht zu, dass er die Zellwände des Verdauungstrakts oder die Auskleidung der Atemwege durchdringt. Medizinische Nano-Gesichtsmasken, die der europäischen Norm EN 14683 entsprechen, werden im Rahmen des Zertifizierungsprozesses auch auf Zytotoxizität und Hautverträglichkeit geprüft. Das europäische Zertifikat bestätigt somit ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit.

7. Wissen sichern

Zusammenfassung

Du hast das Ende des Lernziels „Schutz des Menschen vor gefährlichen Nanoprodukten“ erreicht. Da es viel zu lernen gab, bitten wir dich um eine kurze Wiederholung der wichtigsten Dinge, die du zu diesem Thema gelernt hast:

Wie wir uns vor unerwünschten Nanostrukturen am Arbeitsplatz schützen können

Um Arbeitnehmer vor gefährlichen Nanopartikeln zu schützen, muss man wissen, unter welchen Umständen solche Partikel entstehen. Selbst in Bereichen, die scheinbar nichts mit der Nanotechnologie zu tun haben treten Nanopartikel auf. An vielen Arbeitsplätzen werden immer noch Nanopartikel eingeatmet, ohne dass die Arbeitgeber dies berücksichtigen und geeignete Bedingungen schaffen, um ihre Mitarbeiter vor Verunreinigungen zu schützen, die auf lange Sicht die Gesundheit der Arbeitnehmer gefährden.

Wenn Nanotechnologieunternehmen Nanopartikel zur Weiterverarbeitung herstellen, muss das Personal, das mit den Nanopartikeln umgeht, durch persönliche Schutzausrüstung geschützt werden. Am wichtigsten in diesem Bereich ist der Schutz der Schleimhäute, insbesondere der Atemwege und der Augen.

Die Nanotechnologie wird von der Europäischen Kommission als eine Schlüsseltechnologie angesehen. Sie gilt als Grundlagentechnologie, die für viele Bereiche wie Chemie, Konsumgüter, Gesundheit, Energie und Umwelt von Bedeutung ist. Folglich umfasst der EU-Rechtsrahmen Nanomaterialien und die damit verbundenen potenziellen Risiken. Die Sicherheit neuer Nanoprodukte muss bereits während der Entwicklung, d. h. lange vor dem Start der Massenproduktion, überprüft werden. Das Produkt muss nicht nur den bestehenden Normen und Vorschriften entsprechen, die Nanolösungen oft nicht in ihre Konzepte einbeziehen, sondern auch im Hinblick auf das mögliche Eindringen des Nanomaterials in den menschlichen Körper oder die Umwelt. Es muss auch berücksichtigt werden, was mit den Nanomaterialien während ihres gesamten Lebenszyklus geschieht und ob und in welchen Konzentrationen sie eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen könnten.

So wie wir in der Vergangenheit gelernt haben, das Feuer zu unserem Vorteil zu nutzen, müssen wir auch mit hochreaktiven Nanopartikeln mit dem gleichen Maß an Vorsicht und Sicherheit arbeiten.

Nur so können wir ihre einzigartigen Eigenschaften in der richtigen Weise nutzen. Für jedes Nanomaterial müssen wir untersuchen, wie sich seine physikalisch-chemischen Eigenschaften im Nanomaßstab verändern, welche Risiken bestehen und wie sie beseitigt oder gemildert werden können.

Die Nanotechnologie ist immer häufiger Ziel von über das Internet verbreiteten Falschmeldungen. Die Urheber von Hoaxes (auf Deutsch: Falschmeldungen) nutzen die natürliche Angst vor dem Unbekannten aus. Um Falschmeldungen zu entlarven, brauchen Leser mehr als nur das in der Grund- oder weiterführenden Schule erworbene Wissen. Sie müssen Quellen nachschlagen. Hoaxes beziehen sich oft auf nichtexistierende Studien oder nichtexistierende Zitate von tatsächlichen oder erfundenen Institutionen oder Behörden. Wenn Leser sich über den tatsächlichen Stand der Dinge informieren möchten, sollten sie auf vertrauenswürdigen Websites nach den entsprechenden Quellen suchen. Sie sollten auch die Bedeutung der Wörter sorgfältig prüfen. Wenn eine Behörde behauptet, dass sie über etwas besorgt ist, sollte sie auch angeben, ob diese Besorgnis durch eine einschlägige wissenschaftliche Studie usw. untermauert ist.