



Akademien der Wissenschaften Schweiz
Académies suisses des sciences
Accademie svizzere delle scienze
Academias svizas da las ciencias
Swiss Academies of Arts and Sciences

Eine öffentliche Diskussion ist notwendig

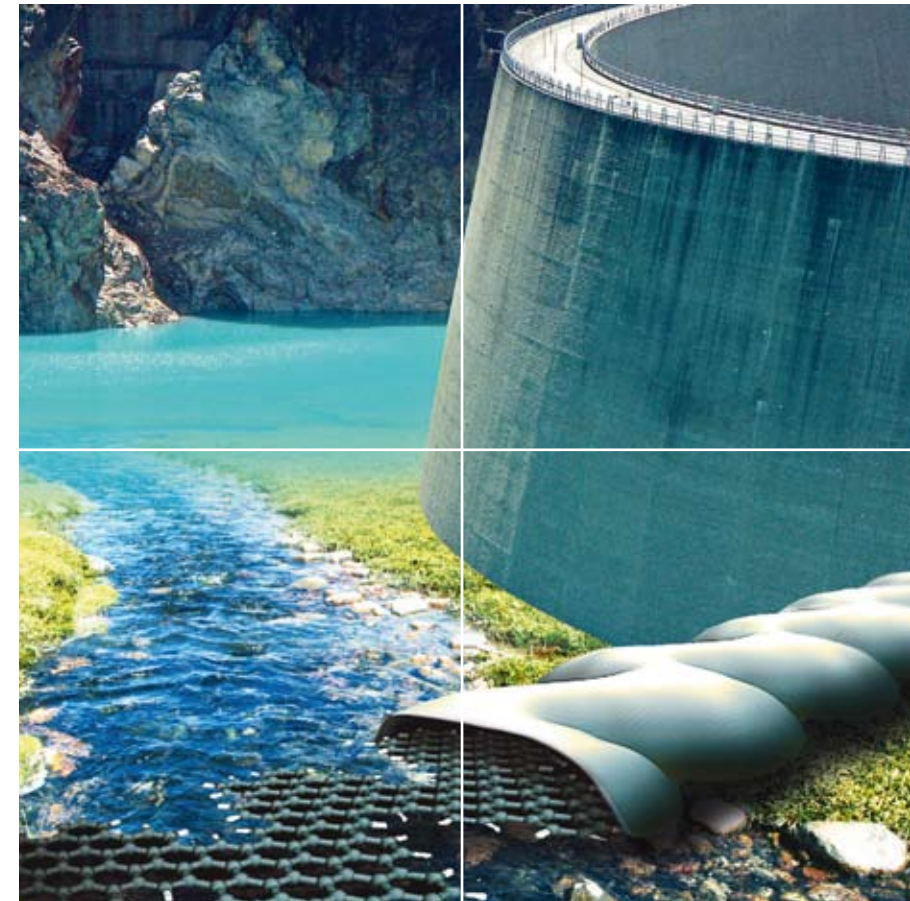
«Eine nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der Gegenwart entspricht, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.» So definierte die Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen vor über zwanzig Jahren den Begriff «Nachhaltigkeit».

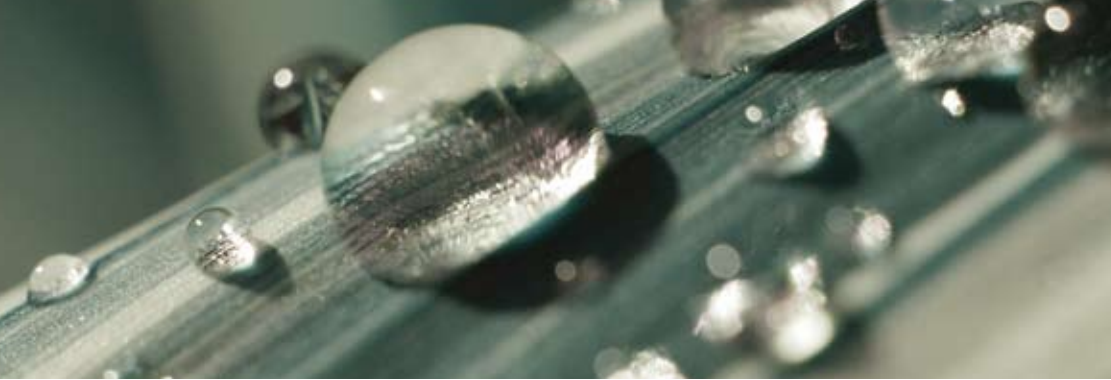
Um Nachhaltigkeit zu erreichen und grossen Herausforderungen unserer Zeit wie dem Klimawandel oder knapper werdenden Ressourcen zu begegnen, braucht es den Willen dazu und die richtigen Instrumente. Dazu zählen ohne Zweifel technische Innovationen. Und solche liefern heute vielfach die Nanotechnologien. Dank synthetischer Nanopartikel können schädliche Stoffe durch unschädliche ersetzt werden, ressourcen- und energieintensive Prozesse werden effizienter.

Es ist wichtig, mögliche Risiken, die von den Nanotechnologien ausgehen können, frühzeitig zu erkennen, sorgfältig abzuklären und offen zu diskutieren. Die Schweiz bemüht sich intensiv um einen sicheren Umgang mit Nanotechnologien und verhilft dadurch dieser Disziplin zum langfristigen Erfolg.

Ist nano nachhaltig?

Nachhaltigkeit und Nanotechnologien ergänzen sich vorzüglich, doch ist auch Vorsicht im Umgang mit nano geboten





80% der heutigen Anwendungen von Nanotechnologie beruhen auf dem Effekt der Oberflächenvergrößerung durch Verkleinerung der Partikelgrösse.
Pierangelo Gröning, Empa



Einstieg in die Welt des Kleinen

Die grossen Herausforderungen unserer Zeit wie Klimawandel oder Knappheit von Ressourcen erfordern eine nachhaltige Entwicklung zum Wohle aller Menschen. Die besonderen Eigenschaften von Nanomaterialien machen neue Anwendungen möglich. Damit sollen und können sie dazu beitragen, die Herausforderungen zu meistern.

Immer mehr Menschen leben auf der Erde und ihre Konsumbedürfnisse nehmen stetig zu. Aber die Ressourcen, die unser Planet zur Verfügung stellen kann, sind begrenzt. Irgendwann werden sie erschöpft sein. Eine nachhaltige Entwicklung ist der einzige Weg aus diesem Dilemma: Wir müssen die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigen, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu beeinträchtigen, ihre Bedürfnisse zu erfüllen.

Nachhaltigkeit geschieht nicht einfach so: Es braucht den Willen dazu. Die Schweiz hat dies erkannt und sich in ihrer Bundesverfassung zu einer nachhaltigen Entwicklung verpflichtet. Eine entsprechende Strategie wurde vom Bundesrat formuliert. Zur Nachhaltigkeit braucht es jedoch auch die richtigen Werkzeuge und Verfahren, also neue Technologien. Die Nanotechnologien können hier ihren Beitrag leisten.

Was ist eigentlich nano?

Nano ist als Schlagwort beliebt. Es steht für modern und Hightech. Selbst den bekanntesten

mp3-Player gibt es in einer Nano-Version. Viele Produkte werben mit nano, sind aber nicht unbedingt Produkte der Nanotechnologien. Dabei ist nano grundsätzlich nur die Vorsilbe für eine Grösseneinheit. Nach «milli» für einen Tausendstel und «mikro» für einen Millionstel trägt der milliardste Teil einer Einheit die Vorsilbe «nano». Der Nanometer ist so klein, dass er mit blossen Auge nicht sichtbar ist. Doch es geschieht einiges in der Nanowelt, denn sie ist die Welt der Bausteine und grundlegenden Vorgänge des Lebens. Unser Erbmolekül, die DNA, hat einen Durchmesser von zwei Nanometern. Viren wie der Grippevirus oder der HI-Virus sind rund 100 Nanometer gross.

Synthetische Nanopartikel werden gezielt so hergestellt, dass sie über besondere mechanische, optische, magnetische, elektronische oder chemische Eigenschaften verfügen. Sie können beispielsweise transparent erscheinen, eine erhöhte chemische Reaktivität aufweisen oder speziell leitfähig sein. Bei den Materialien handelt es sich meist um Bekanntes,

das bis anhin jedoch in Form grösserer Partikel genutzt wurde. Die neuen Eigenschaften entstehen durch die Verkleinerung der Partikel. Dank diesen Eigenschaften ermöglichen synthetische Nanopartikel verbesserte und neue Anwendungen. Auch im Dienste der Nachhaltigkeit, denn sie können gefährliche Substanzen ersetzen und erlauben, Energie und Ressourcen zu sparen.

Nanomaterialien werden allerdings nur dann wirklich zur Nachhaltigkeit beitragen, wenn auch die Herstellungsverfahren nachhaltig sind: weniger Energieverbrauch und weniger Materialeinsatz für das gleiche Ergebnis.

Nano ist interdisziplinär

Der Begriff Nanotechnologie ist schwer zu fassen: Nanotechnologien basieren auf grundlegenden Erkenntnissen aus Physik, Chemie und Biologie über Vorgänge im Nanobereich. Diese Erkenntnisse werden in den Materialwissenschaften, den Umweltwissenschaften, der Medizin und den Ingenieurwissenschaften aufgegriffen und schliesslich zu Anwendungen und Produkten umgesetzt.

Um das überhaupt zu ermöglichen, musste die Nanowelt erst mit speziellen Instrumenten sichtbar gemacht werden. Aufgrund ihrer kleinen Dimension sind derart feine Strukturen nämlich unter einem normalen Lichtmikroskop nicht sichtbar. Mit dem Elektronenmikroskop, das in den 1930er Jahren entwickelt wurde, gelang dies erstmals. Einen weiteren Meilenstein bildet das Rastertunnelmikroskop, wofür Heinrich Rohrer

und Gerd Binnig, Forscher am IBM-Forschungszentrum in Rüschlikon bei Zürich, 1986 den Physik-Nobelpreis erhielten.

Weltweit sind schon über 1000 Nanoprodukte auf dem Markt – vom Tennisschläger über die antihaft-beschichtete Pfanne bis zu Wasser und Schmutz ab-

weisenden Textilien. Mit den Produkten ist auch der Markt gewachsen. 2007 belief sich der Umsatz weltweit auf rund 160 Milliarden Schweizer Franken; 2015 sollen es bereits knapp 3 Billionen sein, das heisst fast das Zwanzigfache. Zum Vergleich: die Halbleiterindustrie verzeichnete 2009 weltweit einen Umsatz von rund 240 Milliarden Schweizer Franken.

Viele Produkte werben mit nano, sind aber nicht unbedingt Produkte der Nanotechnologien. Dabei ist nano grundsätzlich nur die Vorsilbe für eine Grösseneinheit.



Nanotechnologie zeichnet sich durch neuartige nanoskalige Materialien mit neuen physikalischen Eigenschaften und neuen Anwendungsmöglichkeiten aus. Für die Nachhaltigkeit ist dies eine grosse Chance.

Christian Schönenberger, SNI Universität Basel

Chancen für die Nachhaltigkeit

Ob für Autos oder Beton, Nanotechnologien und Nanomaterialien liefern neue Ansätze und unterstützen eine nachhaltige Entwicklung. Davon kann die Schweiz profitieren, denn sie ist mit zahlreichen weltweit anerkannten Forschungszentren im Bereich der Nanotechnologien sehr gut vertreten.

Nanotechnologien erlauben, Energie und Ressourcen zu sparen. Zudem können Nanomaterialien helfen, gefährliche Stoffe zu ersetzen oder schonendere Bedingungen bei der Herstellung anzuwenden, wie tiefere Temperaturen oder Wasser als Lösungsmittel. Deswegen bieten Nanotechnologien grosse Möglichkeiten zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung.

Mit nano gegen die globale Erwärmung

Eine der derzeit grossen Herausforderungen bildet der Klimawandel. Zentral dabei ist, den Ausstoss des Treibhausgases CO₂ zu reduzieren. Nanotechnologien bieten verschiedene Ansatzpunkte. So ist das Gewicht eines Autos oder eines Flugzeugs sehr entscheidend für den Treibstoffverbrauch und damit den Ausstoss von CO₂. Neue Werkstoffe, vor allem so genannte Nano-Komposit-Materialien, werden entwickelt, um das Gewicht massiv zu senken.

Ein weiteres Beispiel ist der Energieverbrauch von Gebäuden. Der Bund geht davon aus, dass mit geeigneten Massnahmen der Verbrauch halbiert werden kann. Zu den wichtigen Massnahmen zählt die Gebäudeisolation. Nanostrukturierte Materialien wie Aerogele bieten hier neue und sehr effiziente Lösungen.

Bestehende Methoden verbessern

Der Einsatz der Nanotechnologien ist sehr breit und beschränkt sich nicht auf Nanoprodukte allein. Auch andere Technologien und Produkte, die schon lange bewährt sind und auf den ersten Blick wenig mit nano zu tun haben, profitieren und werden nachhaltiger. Nehmen wir das Beispiel Beton: Dieser Baustoff besteht unter anderem aus Zement, dessen Herstellung sehr energieintensiv ist und rund fünf Prozent des weltweiten Energiekonsums ausmacht. Um hochwertigeren Beton zu entwickeln, der länger hält und deswegen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet eine bessere Energiebilanz aufweist, müssen auch die Prozesse besser verstanden werden, die bewirken,

dass Beton fest wird. Dabei helfen unter anderem nanotechnologische Analyseverfahren, welche die Betonstruktur im Detail sichtbar machen.

Der Beitrag von Nanomaterialien zur Nachhaltigkeit kann sowohl direkt wie auch indirekt erfolgen, wie Verpackungen für Lebensmittel zeigen. Dünneres Material bedeutet weniger Ressourcen. Das ist der direkte Beitrag. Weist das Verpackungsmaterial zudem Eigenschaften auf, welche die Lebensmittel vor dem Verderben schützen, können Lebensmittel ohne Zusatzstoffe haltbar gemacht werden. Das ist der indirekte Beitrag.

Nano für die Gesundheit

Nicht nur bei Lebensmitteln zeigen dünne Schichten grosse Wirkungen. Auch die Medizinaltechnik nutzt sie aus. Bei Beschichtungen auf künstlichen Gelenken reichen meist schon wenige Nanometer aus, damit die Implantate fester in den Knochen einwachsen. Im Weiteren ersetzen nanoskalige Keramiken Zahnfüllmaterial aus Quecksilberverbindungen, die für Umwelt und Gesundheit bedenklich sind.

Nanomaterialien könnten auch als Nahrungsmittelzusätze sinnvoll sein, wie das Beispiel Eisen zeigt. Der Mangel an diesem Spurenelement ist auch bei uns weit verbreitet. Eine Eisenbeigabe in Lebensmitteln, ähnlich dem Jod im Speisesalz, wird deshalb schon lange als Abhilfe in Betracht gezogen. Doch die meisten Eisenverbindungen werden vom Körper nur schwer aufgenommen und Eisensulfat kommt wegen des metallischen

Geschmacks nicht in Frage. Hoffnung machen Forschungen mit Nanopartikeln aus einer Mischung von Eisen, Zink und Magnesium. Diese werden gut vom Körper aufgenommen.

Eine grosse Herausforderung ist der Klimawandel. Zentral dabei ist, den Ausstoss des Treibhausgases CO₂ zu reduzieren.

Chance für die Schweiz

Nanotechnologien unterstützen eine nachhaltige Entwicklung, wovon alle profitieren. Sie bedeuten zudem auch eine grosse Chance für den Forschungs- und Industriestandort Schweiz mit seinen zahlreichen, weltweit anerkannten Forschungszentren. Viele Forschungsgruppen an Hochschulen und in der Industrie hierzulande arbeiten bereits heute auf dem Gebiet der Nanotechnologien.



Für den Umgang mit Nanopartikeln gilt in der Industrie das Vorsorgeprinzip: Jeder Kontakt mit Menschen ist zu vermeiden.

Rita Hofmann, Ilford GmbH

Risiken sorgfältig abklären

Die Nanotechnologien werden langfristig und damit nachhaltig nur Erfolg haben, wenn sie keine zu grossen Risiken bergen. Deswegen müssen diese sorgfältig abgeklärt werden. Die Schweiz hat das erkannt.

Jede Medaille hat eine Kehrseite; dies gilt auch für die Nanotechnologien. Deshalb aber darauf zu verzichten, würde bedeuten, eine grosse Chance nicht zu nutzen, auch und vor allem für eine nachhaltige Entwicklung. Stattdessen gilt es, mögliche Risiken gründlich abzuklären und zu bewerten.

Die Menschen waren immer in Kontakt mit Nanopartikeln. Diese stammten lange Zeit überwiegend aus natürlichen Quellen wie Vulkanen oder Waldbränden. Mit der Industrialisierung kamen in grossen Mengen weitere Nanopartikel dazu, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Erdöl entstanden. Auch im Zigarettenrauch sind Nanopartikel enthalten. Mit den Nanotechnologien wurden erstmals Nanopartikel geschaffen, die gezielt für eine Anwendung hergestellt werden.

Die Haut hält dicht

Freie Nanopartikel können über die Lungen relativ ungehindert in den Organismus dringen. Die Haut und weitgehend auch der Darm bilden dagegen eine starke Barriere. Darüber, was diese Erkenntnisse für

die Gesundheit bedeuten, herrscht zwar noch viel Unsicherheit, grosse Forschungsaktivitäten sind jedoch im Gange. So laufen internationale Projekte etwa zu den Wirkungen synthetischer Nanomaterialien auf das Immunsystem, welches im Körper für die Abwehr von Fremdstoffen verantwortlich ist. Trotz aller offenen Fragen ist eines schon heute klar: Nano als Merkmal sagt nichts darüber aus, ob ein Material harmlos oder schädlich ist. Jedes Material muss einzeln beurteilt werden, wie das auch bislang galt.

Nanopartikel in der Umwelt

Neben den direkten Auswirkungen auf die Gesundheit interessiert auch, was mit Nanopartikeln in der Umwelt geschieht, das heisst, ob sie dort lange bleiben oder schnell abgebaut werden. Exemplarisch dafür ist Silber, das wegen seiner antibakteriellen Wirkung seit ein paar Jahren einen wahren Boom erlebt. Rund ein Viertel aller weltweit erhältlichen Nanoprodukte wie Socken, Unterwäsche oder Schutzanstriche für Fassaden enthalten Silber. In der Wäsche oder durch Regen gelangen die Sil-

ber-Nanopartikel in die Umwelt. Untersuchungen haben gezeigt, dass Kläranlagen, wie sie in der Schweiz im Einsatz sind, sehr effizient darin sind, Silber-Nanopartikel zu eliminieren. Dabei ist von Vorteil, dass Nanopartikel verklumpen und deshalb leicht herausfiltriert werden können.

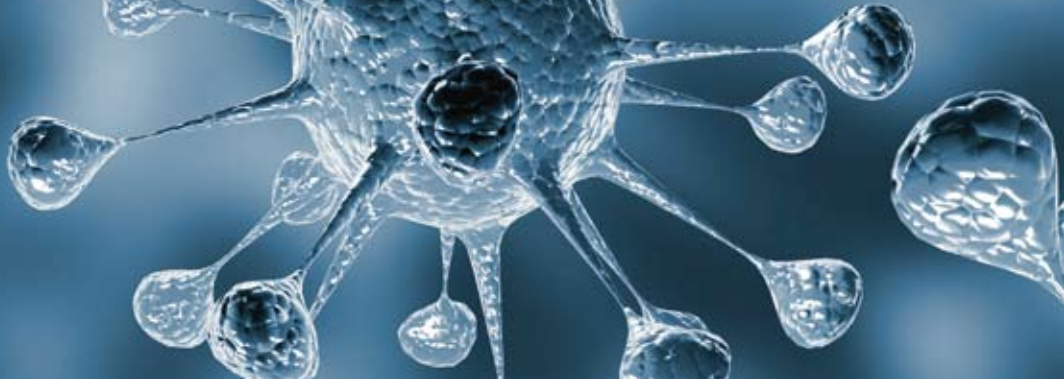
Forschungsprojekte, die in der Schweiz, aber auch international laufen, liefern ständig neue Erkenntnisse, die unser Wissen zu nano erweitern, so zum Beispiel das Nationale Forschungsprogramm 64 des Schweizerischen Nationalfonds zu Chancen und Risiken von Nanomaterialien. Bereits 2004 rief der Bundesrat den Aktionsplan «Synthetische Nanomaterialien» ins Leben. Um den Umgang mit Nanomaterialien im Gesetz sauber zu regeln, fehlen momentan noch Grundlagen wie geeignete Definitionen oder Testsysteme. Der Aktionsplan überbrückt die Zeit bis die Gesetze angepasst werden können. Er will schädliche Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt rechtzeitig und nicht wie in der Vergangenheit oft erst im Nachhinein erkennen. Ein spezielles Augenmerk gilt dabei dem Arbeitsplatz.

Nano am Arbeitsplatz

Das Gesetz verlangt von Arbeitgebern, dass sie ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Arbeitsplatz vor Gefahren schützen, also auch vor potenziell gefährlichen Nanomaterialien. Viele grössere Unternehmen, die über Erfahrung im Umgang mit potenziell gefährlichen Stoffen verfügen, haben deshalb auch bereits Massnahmen ergriffen. Für viele kleine und mittlere Unternehmen ist es allerdings oft schwierig abzuschätzen, ob ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter überhaupt in Kontakt mit Nanopartikeln kommen. Der Bund entwickelte im Rahmen seines Aktionsplans «Synthetische Nanomaterialien» einen Vorsorgeraster, der eine differenzierte Sicht auf Risiken erlaubt und als erster Schritt zu einer detaillierten Risikobeurteilung dient.

Nano als Merkmal sagt nichts darüber aus, ob ein Material harmlos oder schädlich ist. Jedes Material muss einzeln beurteilt werden, wie das ja auch bislang galt.

Der Aktionsplan «Synthetische Nanomaterialien» des Bundes findet auch international Beachtung. Andere Staaten wollen die Schweizer Arbeiten übernehmen. Die Bemühungen der Schweiz für einen sicheren Umgang mit Nanomaterialien geniessen weltweit einen sehr guten Ruf; ihre Forschung ist an der Spitze mit dabei.



Bauelemente aus Nanostrukturen und insbesondere aus Kohlenstoff-Nanoröhren haben das Potenzial, die Sensorik zu revolutionieren.

Christofer Hierold, ETH Zürich



Nanomedizin: schnell und präzise

Krankheiten spielen sich in der Nanowelt ab. Die Nanomedizin geht deshalb davon aus, dass Krankheiten am besten in dieser Welt begegnet wird. Nanotechnologien eröffnen neue Möglichkeiten für Diagnostik und Therapie.

Die heutige Diagnostik hat oft das Problem, dass sie verzögert, unpräzise oder sogar falsch sowie materialintensiv und aufwändig für Patienten und Ärzte ist. Eine gute Diagnostik dagegen müsste rasch, zuverlässig und ressourcenschonend sein. Die Nanotechnologien können dazu Instrumente liefern, beispielsweise indem diagnostische Tests ultraminiaturisiert werden. Das Ziel ist es, mit Nanosensoren einzelne Moleküle zu entdecken, welche die eindeutige Diagnose einer Krankheit ermöglichen.

Nanotechnologien sollen auch zu nachhaltigen Therapien führen. Klassische Medikamente sind so beschaffen, dass sie vom Körper aufgenommen werden, diesen möglichst nicht schädigen und dann am Zielort wirken. Nanotechnologien ermöglichen es, die Aufgaben des Medikaments auf zwei Komponenten aufzuteilen: Ein so genannter Nanocarrier umschliesst den eigentlichen Wirkstoff und soll für den – möglichst ungestörten – Transport in und durch den Körper sorgen. Am Zielort angekommen

setzt der Nanocarrier den Wirkstoff frei und bekämpft dort die Krankheit sehr effizient. Der Nanocarrier wird so gestaltet, dass keine Nebenwirkungen auftreten. Krankheitsspezifisch muss er nicht sein, besser vielseitig einsetzbar. Da der Wirkstoff erst am Zielort freigegeben wird und auf dem Weg dorthin nichts verloren geht, kann für die gleiche Wirkung die Wirkstoffdosis reduziert werden.

Neue Therapien sollen nur dann eingeführt werden, wenn das Verhältnis von Patientennutzen zu Nebenwirkungen sehr günstig ist. Deshalb werden die Wechselwirkungen von «Nano-Medikamenten» mit biologischen Organismen äusserst gründlich untersucht. Klinische Studien haben schon Vorteile von Nano-Therapien gezeigt, weitere Untersuchungen sind am Laufen. Falls es gelingt, die bisherigen Erfolge in klinisch anwendbare Behandlungen zu überführen, könnte dies die Nachhaltigkeit der heutigen Medizin wesentlich fördern.

Ressourcen schonen

Nanotechnologien liefern vielfältige Lösungsansätze, um Umweltprobleme in den Griff zu bekommen: neue Materialien für die Nutzung alternativer Energien, für die Trinkwasseraufbereitung oder als Ersatz für schädliche Chemikalien.

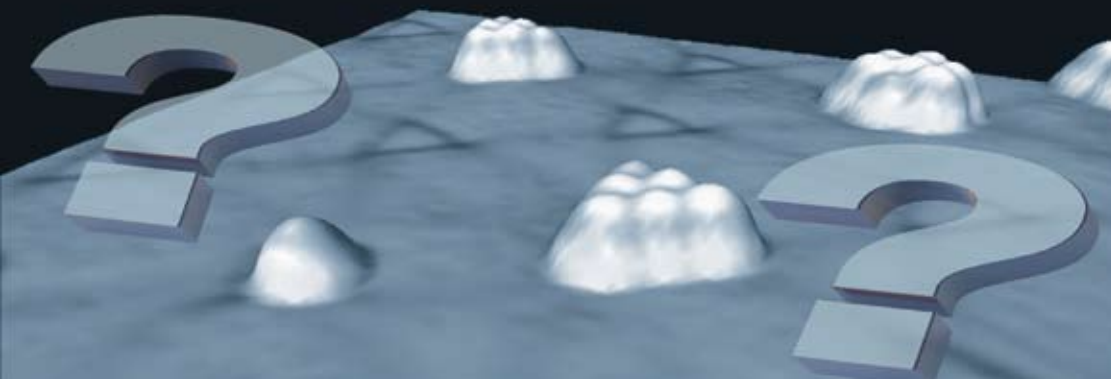
Die Sonne liefert eigentlich genügend Energie für die Menschheit. Sie muss allerdings nutzbar gemacht werden, beispielsweise mit Photovoltaik, die Sonnenlicht direkt in Strom umwandelt. Die Nanotechnologien bieten einige attraktive Optionen, um die Produktion von Solarzellen energieeffizienter und ressourcenschonender zu machen. Sonnenenergie kann auch zur Gewinnung von Wasserstoff genutzt werden. Dieser ist nicht nur ein sehr effizienter Treibstoff, sondern auch klimaneutral, wenn er mit erneuerbaren Energien hergestellt wird. Bisher ist die Speicherung von Wasserstoff noch unbefriedigend. Nanomaterialien können hier neue Möglichkeiten eröffnen.

Trinkwasser aus Abwasser

Trinkwasser, das keine krank machenden Keime enthält, ist weltweit für Milliarden Menschen heute ein Luxus oder gar unerreichbar. Nanomaterialien bieten eine Chance, um das verschmutzte Wasser zu reinigen. So lassen Membranen, die nur einige Nanometer grosse Poren aufweisen, zwar die Wassermoleküle durch, halten aber Krankheitserreger

wie Viren zurück. In Singapur sind zum Beispiel bereits Anlagen in Betrieb, die Brackwasser zu Trinkwasser aufbereiten. Solche Technologien sind energieintensiv und deshalb wenig nachhaltig. Bezieht man die Energie allerdings aus Sonnenlicht, das gerade in Ländern mit Trinkwasserproblemen häufig im Überfluss vorhanden ist, sieht die Bilanz wesentlich besser aus.

Für eine nachhaltige Entwicklung sollten auch schädliche Stoffe durch unschädliche ersetzt werden. Ein anschauliches Beispiel sind Farben und Lacke, die noch heute zu 60 Prozent auf organischen Lösungsmitteln basieren und deshalb zum Sommersmog beitragen. Ein alternatives Lösungsmittel ist Wasser, das aber Nachteile aufweist. Die Industrie forscht intensiv an Additiven – beispielsweise Nanopartikeln –, welche die Nachteile wettmachen sollen.



Eingeatmete Nanopartikel können in der Lunge ins Blut gelangen und mit dem Blut im ganzen Organismus verteilt werden. Inwiefern dies ein Problem ist, weiss man heute noch nicht. Es ist deshalb Vorsicht geboten im Umgang mit Nanopartikeln in der Luft, und weitere Forschung ist dringend nötig.

Peter Gehr, Institut für Anatomie, Universität Bern

Fragen und Antworten

Warum ist Nachhaltigkeit zwingend?

Einerseits leben immer mehr Menschen auf der Erde und deren Bedürfnis nach Wohlstand nimmt stetig zu, insbesondere auch in Schwellenländern. Andererseits sind die Ressourcen limitiert, die unser Planet zur Verfügung stellen kann. Durch Nachhaltigkeit soll diesem Dilemma begegnet werden. Unser Umgang mit Ressourcen muss signifikant effizienter werden.

Was ist «nano»?

Nanomaterialien sind in einer Dimension (dünne Schichten) oder in bis zu drei Dimensionen (Partikel) nanometer-gross. In dieser Broschüre werden synthetische Nanomaterialien betrachtet, die gezielt hergestellt werden. Dabei handelt es sich meist um Materialien, die als dickere Schichten oder grössere Partikel schon lange hergestellt werden. Durch die Verkleinerung hin zu nano erhalten diese Materialien jedoch neue Eigenschaften. Partikel grösser als 100 Nanometer in allen drei Dimensionen zählen nicht zu den Nanopartikeln.

Warum braucht es nano?

Technologien prägen und erleichtern unser Leben. Nanotechnologien eröffnen viel versprechende Möglichkeiten für weitere Innovationen

und höhere Lebensqualität – nicht zuletzt als Ersatz für wenig nachhaltige Technologien und schädliche Substanzen.

Ist nano schädlich?

Die Antwort lautet ja und nein. Die Forschung hat gezeigt, dass es *das* Nanomaterial nicht gibt. Das Merkmal «nano» sagt als solches also nichts darüber aus, ob ein Material harmlos oder schädlich ist. Deshalb muss das Risikopotenzial jedes Nanomaterials einzeln abgeklärt werden. Bis das geschehen ist, gilt für Nanomaterialien – wie für andere Stoffe auch – Vorsicht im Umgang, besonders für freie Nanopartikel, die in die Atemwege gelangen können.

Braucht es mehr Regulierung und Kontrolle durch den Staat?

Viele Anwendungen der Nanotechnologien unterliegen den bereits bestehenden Gesetzen und Verordnungen. An deren Erweiterungen und Anpassungen wird intensiv und kompetent gearbeitet.

Sollen Nanoprodukte gekennzeichnet werden?

Eine Deklaration «nano» macht ebenso wenig Sinn wie beispielsweise eine Deklaration «Plastik». Wichtiger ist die Angabe, welche Nanoparti-

kel im betreffenden Produkt enthalten sind. Generell ist es für die Akzeptanz eines Produktes bedeutend, ob die Konsumentinnen und Konsumenten möglichst präzise Informationen erhalten und so frei entscheiden können. Angaben zur Giftigkeit oder Umweltverträglichkeit von Inhaltsstoffen müssen bereits heute deklariert werden.

Ist Nanosilber gefährlich?

In antibakteriellen Langzeit-Anwendungen, bei denen Nanosilber fest eingebunden ist (beispielsweise Kühlschränke oder medizinische Geräte), besteht wenig Gefahr. In anderen Anwendungen, aus denen Nanosilber leicht ausgewaschen wird und in die Umwelt gelangen kann (wie Textilien oder Fassaden), muss man das Risiko genau abklären. Bisherige Untersuchungen geben jedoch wenig Anlass zur Besorgnis.

Wo erfahre ich mehr?

Interessante Links rund um Nanotechnologie und Nachhaltigkeit unter: www.satw.ch/nano.

Impressum

Akademien der Wissenschaften Schweiz
c/o SATW, Seidengasse 16, 8001 Zürich
Tel 044 226 50 11
info@satw.ch
www.akademien-schweiz.ch

Verfasser: Beatrice Huber

Redaktionelle Mitarbeit: Karl Knop,
Béatrice Miller

Review: Bernhard Eschermann, Hans Hänni,
Ulrich W. Suter, Andreas Zuberbühler

Bilder: Empa, Fotolia

Titelbild: Natur-Technik-Nanotechnologie
Ist ein friedliches Miteinander von Natur und Technik zum Wohle der Menschen möglich? Der Staudamm ist Symbol für eine bekannte Technik, die der Nachhaltigkeit dient und auch selber nachhaltig ist. Werden in 50 Jahren die neuesten Produkte der Nanotechnologie – wie die Graphenbänder aus Kohlenstoff im Titelbild – die gleiche Auszeichnung besitzen?