

## Leitartikel

*Nanotechnologie: aus der Geschichte lernen*  
Ion Karagounis 2

## Dossier «Nanotechnologie»

*Nanowissenschaften und Nanotechnologie*  
Thomas Jung 4

*Chancen und Risiken für die Umwelt*  
Bernd Nowack 6

*Nanotechnisches Reinigungssystem entlastet die Umwelt*  
Claudia Marcoli und Edgar Schmidlin 9

*Chance für die Schweizer Industrie*  
Hans Näf 10

*Nanopartikel auf Fassaden erforschen*  
Michael Burkhardt 12

*Die Rolle der Technologiefolgen-Abschätzung*  
Albert Kündig 14

*Nanomaterialien: Aktionsplan des Bundes*  
Christoph Studer 16

*Nanotechnologie erfordert neue rechtliche Lösungen*  
Marcel Brühlhart 18

## Labelinfo

*Vielfältige Standards bei den Textilien*  
Christoph Meier 20

## Aktionstag

*Doppelter Gewinn mit dem Aktionstag «Wahre Werte»*  
Esther Habermacher 22

**und ausserdem** 23

**Impressum** 24

Das Titelbild zeigt den Flügel eines Himmelfalters. Die dunkelblaue Farbe wird nicht durch einen Farbstoff, sondern durch die Lichtbrechung in den feinen Schuppen erzeugt. Nach diesem Vorbild könnte die Nanotechnologie völlig neue, nicht verblasende Anstriche entwickeln.

## Nanotechnologie: aus der Geschichte lernen



Ion Karagounis,  
Geschäftsführer  
Praktischer  
Umweltschutz  
Schweiz Pusch

Die Nanotechnologie birgt Chancen und Risiken für die Umwelt: Chancen, weil der Einsatz von schädlichen Stoffen für die Umwelt erheblich reduziert werden kann; Risiken, weil noch sehr wenig über das Schadenspotenzial von Nanopartikeln in der Umwelt und in Lebewesen bekannt ist. Das Vorsorgeprinzip ist deshalb besonders wichtig; sonst können Schäden entstehen, die anschliessend nur mit grossem Aufwand zu korrigieren sind. Dies ist in der Vergangenheit oft passiert – so bei vielen Chemikalien. Diese Fehler sollten heute nicht wiederholt werden.

Nanotechnologie ist in aller Munde. Ob in der Industrie oder in der Medizin: neue Verfahren ermöglichen die Herstellung von Materialien mit neuartigen Eigenschaften und unterstützen die Medizin im Kampf gegen Krankheiten. Von vielen wird sie deshalb als die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts bezeichnet.

Im Laufe der letzten hundert Jahre tauchten immer wieder neue Schlüsseltechnologien und -verfahren auf. Die meisten von ihnen gehören heute zum Alltag. Nicht alle hielten allerdings, was man sich von ihnen versprach. Und vielen ist gemein, dass nach einer anfänglichen Euphorie erhebliche Probleme auftauchten, die bis heute ungelöst sind (siehe Tabelle):

► So leiden **die landwirtschaftliche Gen- und die Atomtechnologie** unter grossen Akzeptanzproblemen. Ursache dafür sind erst im Ansatz gelöste Probleme wie die Entsorgungsfrage beim Atommüll. Hinzu kommen schwer abschätzbare Risiken wie Atomunfälle mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit, aber katastrophalen Folgen, oder die unkontrollierte Verbreitung gentechnisch veränderter Organismen mit weitgehend unbekanntem Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Euphorie und Unwissen führten oft auch zu leichtsinnigem Umgang mit neuen Technologien – die oberirdischen Atomwaffentests der 50er und 60er Jahre des letzten Jahrhunderts sind ein besonders illustres Beispiel dafür.

► Bei den **«klassischen» Chemikalien** gibt es zwar im Grundsatz keine Akzeptanzprobleme, aber sonst viele ungelöste Fragen: Von den schätzungsweise über 100 000 chemischen Substanzen, die sich im Umlauf befinden, wurde vor der Produktion nur bei wenigen abgeklärt, ob sie negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben. Mehrere über Jahrzehnte breit eingesetzte Pestizide oder Industriechemikalien erwiesen sich als so giftig, dass sie heute unter dem Namen «Dirty dozen» weltweit geächtet werden. Das neue Chemikalienrecht der EU will hier Abhilfe schaffen. Es zwingt die Industrie nachzuholen, was bisher teilweise unterblieb: die eingesetzten Stoffe auf ihre Umwelt- und Gesundheitsgefährdung zu testen.

### Mehr Service für unsere Leserinnen und Leser

Sämtliche Internetadressen in diesem Heft sind als Links auf der Homepage von Pusch direkt benutzbar: [www.umweltschutz.ch/themaumwelt/](http://www.umweltschutz.ch/themaumwelt/)

► Ein weiteres Beispiel ist die rasante Entwicklung beim **Mobilfunk** und **anderen Informationstechnologien**, die auf einer drahtlosen Übertragung basieren. Einerseits erfreuen sich diese Technologien grosser Beliebtheit, andererseits besteht ein anhaltend grosser Widerstand gegen neue Sendeanlagen. Ob langfristig tatsächlich eine Gesundheitsgefährdung durch die elektromagnetischen Strahlungen besteht, ist nach wie vor offen.

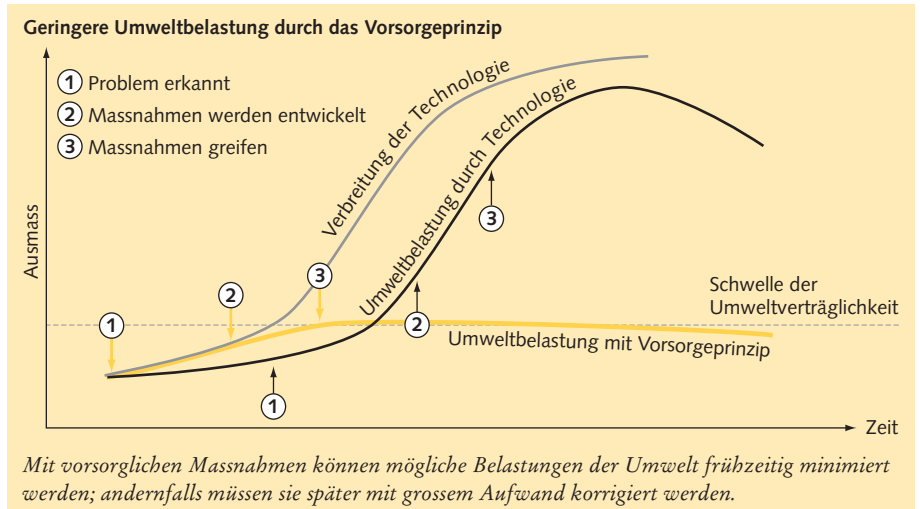
► Welche Wege die **Nanotechnologie** gehen wird, wissen wir heute noch nicht. Zurzeit muss mit Chancen und mit Risiken gerechnet werden: Chancen, weil der Einsatz von schädlichen Stoffen für die Umwelt, wie beispielsweise Lösungsmittel, erheblich reduziert werden kann; Risiken, weil noch sehr wenig über mögliche Ausbreitungswege und das Schadenspotenzial von Nanopartikeln in der Umwelt und in Lebewesen bekannt ist. Umso wichtiger ist es, aus den Fehlern, die mit anderen Schlüsseltechnologien gemacht wurden, Lehren für den Umgang mit der Nanotechnologie zu ziehen.

## Der Umweltschutz kommt immer zu spät

Die wichtigste Lehre ist wohl, sich möglichst frühzeitig mit allfälligen negativen Auswirkungen der Technologie auseinanderzusetzen mit dem Ziel, diese möglichst zu vermeiden. Denn bei vielen neuen Technologien zeigt sich ein ähnliches Muster (siehe Abbildung):

Am Anfang stehen die Entwicklung und die ersten Anwendungen. Dann gehen die Verfahren in die Breite, es folgt die Anwendung im industriellen Massstab. Über allfällige negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt macht sich zu Beginn allenfalls die Wissenschaft Gedanken – ins öffentliche Interesse rücken sie erst, wenn das Verfahren schon verbreitet ist und Schäden in grösserem Umfang auftreten. Und die Bekämpfung und Vermeidung der Schäden setzt meist erst nach harten politischen Auseinandersetzungen ein.

Wie erfolgreich die Bekämpfung der Schäden letztlich ausfällt, hängt von der Reaktionszeit des betroffenen Umweltsystems ab. Je träger die Reaktionen sind und je grösser das System ist, desto länger geht es, bis allfällige negative Auswirkungen erkannt werden, bis Gegenmassnahmen ergriffen werden und bis diese dann wirken. Dafür



gibt es viele Beispiele: Beim Ozonloch ist dies eine Angelegenheit von Jahrzehnten, beim Klimawandel sprechen wir gar von Jahrhunderten. Das Vorsorgeprinzip ist des-

halb besonders wichtig; es sollen nicht zuerst Schäden entstehen, die anschliessend nur mit grossem Aufwand zu korrigieren sind. Das ist auch volkswirtschaftlich sinnvoller. ■

## Schlüsseltechnologien und ihre Auswirkungen

Technologie	Einsatz, Verbreitung	Probleme, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt	Akzeptanz
Stromgewinnung aus Atomkraft	Sehr unterschiedlich verbreitet. Länder mit Förderung, mit Ausstiegsabsichten, Moratorien, Nicht-Einstiegs-Entscheiden	Risiko von Unfällen mit katastrophaler atomarer Verseuchung, ungelöste Endlagerfrage	Sehr unterschiedlich, Glaubenskrieg, unversöhnliche Lager
Gentechnologie in der Landwirtschaft	In einzelnen Ländern (v. a. USA) weit verbreitet, in anderen kaum im Einsatz, Boykott, Moratorien	Unkontrollierte Verbreitung gentechnisch veränderter Organismen, Eigentumsrechte an Saatgut	Sehr unterschiedlich, kritische Haltung in Europa, bei Konsumierenden
«Klassische» Chemikalien	Weltweit verbreitet, Verbot einzelner besonders giftiger Substanzen, Grenzwerte für viele Substanzen	Auswirkung einer Vielzahl von Stoffen kaum bekannt, noch viel weniger ihre Mischungseffekte, Dirty Dozen, Altlasten	Breit akzeptiert, lokale Widerstände bei besonders grosser Betroffenheit
Drahtlose Informationsübertragung (Mobiltelefon, WLAN etc.)	Zunehmend flächendeckende Verbreitung	Gesundheitsgefährdung bei starker Strahlenexposition, Gefährdung ungeklärt bei schwacher Exposition, Elektrosensibilität bei einem geringen Prozentsatz von Personen	Nutzung breit akzeptiert, lokaler Widerstand gegen Mobilfunkantennen, Verschwörungstheorien
Einsatz fossiler Energien	Weltweit	Klimawandel, Luftverschmutzung	Breit akzeptiert
Nanotechnologie	?	?	?

Verschiedene Schlüsseltechnologien sind bis heute umstritten, weil Probleme ungelöst sind oder die Risiken von einem Teil der Bevölkerung als zu hoch beurteilt werden.

## Dossier «Nanotechnologie»

Die Texte dieses Hefts basieren auf der Tagung «Nanotechnologie: Chancen und Risiken für die Umwelt», die Pusch am 3. April 2007 durchgeführt hat. Die Herausgabe dieses Heftes wurde vom Bundesamt für Umwelt Bafu finanziell unterstützt.