



Opuscolo informativo

Nano... e allora?

publifocus «Le nanotecnologie e il loro significato
per la salute e l'ambiente»

Sommario

Editoriale

- P. 1 *Nano – una dimensione all’attacco*
- P. 4 *Un nuovo mondo tecnico*
- P. 6 *Dal vetro della finestra all’antitumorale*
- P. 8 *Nanoparticelle problematiche*
- P. 10 *Prospettive per l’ambiente e la società*
- P. 11 *Discussione sui rischi e nanoricerca in Svizzera*
- P. 12 *Obiettivi e approfondimenti*

Impressum

Questo opuscolo può essere comandato presso TA-SWISS o sul sito internet www.ta-swiss.ch.

Copertina: fonte BASF
«Nanocubi» provvisti di pori all’interno: potrebbero essere utilizzati per immagazzinare idrogeno.

Editoriale

le tecniche della fisica, della chimica, della medicina, della biotecnologia, dell’informatica, delle scienze elettroniche e delle scienze dei materiali. Nell’opinione pubblica, il significato delle nanotecnologie è tuttavia ancora poco noto.

Nelle nanotecnologie, la ricerca e le sperimentazioni vertono su singoli atomi e molecole. In questa dimensione, da uno a 100 miliardesimi di metro, le proprietà delle sostanze cambiano in parte radicalmente. È proprio questo a schiudere nuove possibilità alla tecnica. Ma vi sono anche dei rischi. Ciò che è innocuo a livello di microparticelle (millesimi di metro) può essere pericoloso per l’uomo e per l’ambiente a livello di nanoparticelle. Negli Stati Uniti, nel maggio 2006 otto associazioni di protezione dell’ambiente e dei consumatori hanno esortato il governo a ritirare dal mercato tutti i cosmetici contenenti nanoparticelle di sintesi (biossido di titanio e ossido di zinco) perché potrebbero costituire un rischio per la salute. Le autorità sanitarie americane e l’industria cosmetica negano tuttavia possibili rischi per l’uomo. Anche in Svizzera sono in corso discussioni simili attorno alle creme solari contenenti nanoparticelle. Benché anche qui le autorità gettino acqua sul fuoco, alcuni aspetti della regolamentazione e della dichiarazione delle nanotecnologie sono irrisolti. Vi è ancora molto da fare e da decidere.

La politica segue con attenzione i progressi tecnici. Come per tutte le nuove tecnologie, anche per le nanotecnologie si tratta di scoprire quali possibilità offrono e dove sono i limiti. Occorre inoltre determinare quali vantaggi fanno sì che sia ragionevole assumersi anche

certi rischi. Gli studi contribuiscono a ponderare le opportunità e i rischi e a valutarne le conseguenze. Le eventuali leggi necessarie devono però tener conto anche dell’opinione della popolazione. TA-SWISS, il Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche, intende mostrare come e con quali argomenti la popolazione valuta le nanotecnologie nel 2006. A tal fine, nel settembre 2006 TA-SWISS organizza un publifocus con incontri in tutte le regioni della Svizzera. In occasione di ogni serata publifocus, 15 persone scelte a caso discuteranno di vari aspetti delle nanotecnologie. Il presente opuscolo informativo rappresenta una base per le discussioni del publifocus: spiega cosa sono le nanotecnologie, quali applicazioni e progetti esistono, dove sono le opportunità e i rischi e chi partecipa alle nanotecnologie in Svizzera. Le opinioni dei partecipanti al publifocus saranno riassunte in un rapporto distribuito al Parlamento e al pubblico interessato entro la fine del 2006.

Il publifocus «Le nanotecnologie e il loro significato per la salute e l’ambiente» è promosso attivamente dall’Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), dall’Ufficio federale dell’ambiente (UFAM) e dalla Zürcher Hochschule Winterthur (ZHAW). Un ampio gruppo di esperti in materia di politica, ricerca, scienza, economia, società, media e protezione dei consumatori segue criticamente il progetto.

*Michael Emmenegger,
capoprogetto publifocus
«Le nanotecnologie e il loro significato
per la salute e l’ambiente»*

Nano – una dimensione all'attacco

Con la «nanotecnologia» è nato un nuovo settore di sviluppo, che suscita già un grande interesse economico. La ricerca svizzera fa parte dei pionieri di questa tecnica rivoluzionaria.

Lo shampoo «Nanoguard» riduce sensibilmente la caduta dei capelli già dopo 30 giorni di applicazione. Un finestrino dell'automobile sigillato con «Aaabsolut Nano» fa scivolare via la pioggia e la neve. La racchetta da tennis «Nano-Speed» della ditta Yonex trasmette alla pallina una spinta energetica supplementare.

Ultimamente, promesse del genere trovano sempre più spazio nei media. La parola «nano» ha l'effetto di una formula magica – una tecnologia chiave del Ventunesimo secolo, che finirà con l'influenzare quasi tutti i settori della nostra quotidianità.

Cosa significa «nano»?

Ma cosa significa «nano»? Letteralmente, il significato della parola nano è semplice: indica l'ordine di grandezza un milionesimo (10^{-9}). Nel caso della nanotecnologia s'intende un nanometro (nm), e cioè un milionesimo di metro (un milionesimo di millimetro). Il rapporto tra la grandezza di una molecola di zucchero di circa un nanometro e una mela è uguale a quello tra una mela e la terra. Il nanomondo è il mondo degli atomi e delle molecole. Un atomo di idrogeno ha un diametro di 0,1 nanometri. La molecola del DNA, vettore dell'informazione genetica nel nucleo delle cellule, ha uno spessore di 2,5 nanometri contro i

50'000 nanometri di un capello umano. Oggi l'etichetta «nanotecnologie» raggruppa tutti i materiali e le strutture di dimensioni comprese tra 0,1 e 100 nanometri ottenuti in modo mirato mediante processi tecnici.

Nella prassi, tuttavia, il concetto di «nanotecnologia» non è ancora definito esattamente. La nanograndezza di una particella ne fa già una nanoparticella, ad esempio nel caso della fuliggine nel fumo del fuoco a legna? O si deve parlare di nanoparticelle solo quando le particelle sono di sintesi, e cioè prodotte artificialmente? Un'altra condizione è che i nanomateriali presentino proprietà fisiche o chimiche innovative, dovute unicamente alla piccolezza delle particelle. Il biossido di titanio in polvere utilizzato nelle pitture da imbianchino, ad esempio, è di colore bianco. Sotto forma di nanoparticella, ad esempio per schermare i raggi UV nelle creme solari, invece, è incolore e trasparente. È ne-



cessario trovare definizioni vincolanti a livello internazionale per dare una base inequivocabile alle regolamentazioni e prescrizioni giuridiche future. Ciò vale in particolare per i prodotti e le applicazioni con nanoparticelle di sintesi.

Nano o non nano?

«Nano» è anche una parola alla moda, che talvolta può generare una gran confusione. Alla fine di marzo 2006, lo spray per uso domestico «Magic Nano» appena immesso sul mercato tedesco ha fatto scalpore su tutti i giornali: pubblicizzato come sigillante per le superfici di vetro e ceramica, il prodotto ha provocato un'insufficienza respiratoria su oltre 110 persone; sei pazienti hanno dovuto essere ricoverati per edema polmonare. Si temeva che i problemi di salute fossero stati causati da nanoparticelle contenute nello spray. Indagini hanno poi rivelato che lo spray



per uso domestico sotto accusa non conteneva nessuna nanoparticella. Ad aver provocato i disturbi erano le gocce finissime generate dal propellente e i prodotti chimici che contenevano. Lo spray è comunque un nanoprodotto perché la pellicola sigillante che lascia

sulla superficie è «spessa» solo alcuni nanometri.

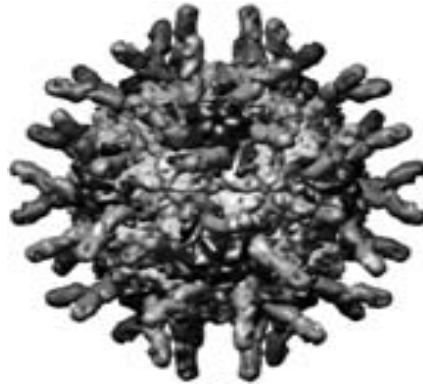
Anche in natura

Il nanomondo non è un'invenzione dell'uomo. Una nanostruttura sulla superficie delle foglie del fiore di loto fa scivolare via le gocce d'acqua molto velocemente, in modo che trascino con loro anche le particelle di sporco (figura p. 2). Nel caso dei finestrini dell'automobile autopulenti, questo



«effetto loto» è imitato da nanoprodotto industriali, che sigillano la superficie. Sotto le zampe del gecko, numerosi peluzzi sottilissimi gli permettono di aderire alla superficie a pochi nanometri di distanza. A questa distanza minima le forze d'attrazione tra le molecole dei peli e la superficie agiscono consentendo al gecko di passeggiare tranquillamente a testa in giù sul soffitto (figura p. 2). Le nanodimensioni possono anche rendere forti: se sotto forma di gesso per la lavagna il carbonato di calcio è piuttosto molle, in una struttura stratificata di spessore nanometrico conferisce un'estrema durezza alla conchiglia abalone.

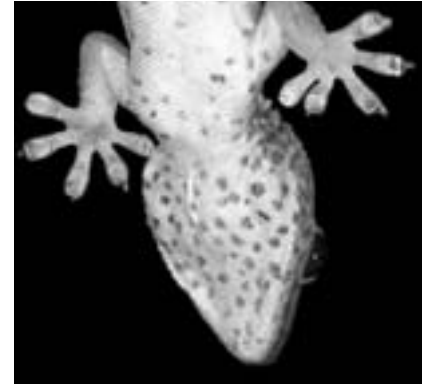
Le nanoparticelle sono presenti sotto forma di colloidali naturali (piccoli ammassi di molecole) anche in innumerevoli prodotti alimentari, come la caseina (100 nm) e la proteina di siero di latte (3 nm) nel latte. E proprio grazie alle loro dimensioni di norma inferiori a 100 nanometri, i virus possono insinuarsi e imperversare all'interno delle cellule del corpo (figura a destra). Le nanostrutture e le nanoparticelle hanno quindi sempre fatto parte della nostra quotidianità – anche se è da poco che parliamo di «nano». Il fatto che il tema «nano» sia diventato d'attualità ha anche radici svizzere. Fino a non molto tempo fa, il mondo degli atomi e delle molecole era ancora invisibile all'occhio umano. Grazie a innovativi microscopi sviluppati in Svizzera è finalmente stato possibile vedere anche le nanostrutture e addirittura manipolare in modo mirato singoli atomi.



Modello di virus, University of California

L'accesso alle nanodimensioni

Il microscopio ottico, utilizzato a partire dal Diciassettesimo secolo, è stato molto utile per le scoperte nel campo della biologia e della medicina. Le lunghezze d'onda naturali dei raggi luminosi limita-



Kellar Autumn, Lewis & Clark College

no tuttavia la visibilità ad alcune centinaia di nanometri, il che corrisponde a un ingrandimento di circa 1500 volte. Sono così visibili le cellule dei tessuti e i batteri, ma non i virus o le singole molecole. Un netto passo avanti è stato fatto con lo sviluppo del microscopio elettronico, negli anni Trenta, che ha aumentato di 100-1000 volte il fattore d'ingrandimento per raggiungere la gamma dei nanometri, il che permette di osservare ad esempio i filamenti molecolari del DNA (acido desossiribonucleico) portatori dell'informazione genetica nel nucleo delle cellule.

Nel 1981, il microscopio a effetto tunnel (STM, Scanning Tunneling Microscope) ha aperto nuove possibilità alla ricerca. Heinrich Rohrer e Gerd Binnig del laboratorio di ricerca di Rüslikon, nei pressi di Zurigo, hanno costruito un microscopio con un ago di tungsteno mobile, la cui punta termina con un unico atomo metallico. Avvicinando questa sonda di scansione nanometrica a una superficie elettricamente conduttrice, a una distanza di circa un nanometro gli atomi della sonda e della superficie sono così vicini che gli elettroni iniziano a fluire, benché i due materiali non si tocchino. Più la superficie e la son-

da sono vicine, più questa «corrente di tunnel» (spiegabile solo con la teoria della meccanica dei quanti) è intensa. Facendo passare questa sonda sulla superficie da analizzare a griglia (e cioè riga per riga) e rilevando man mano la corrente che fluisce, si ottiene un disegno tridimensionale della superficie. Il microscopio STM permette di guardare dimensioni di centesimi di nanometro – un paesaggio in cui gli atomi si distinguono come palle da biliardo.

Il microscopio STM permette non solo di «vedere» gli atomi, ma anche di «catturarli». Se infatti si appoggia la punta della sonda direttamente sul materiale da analizzare, gli atomi vi restano attaccati. La nanosonda riesce quindi ad afferrare individualmente gli atomi e a ridepositarli sulla superficie in un altro punto. Un metodo che trova ora impiego nelle nanoscienze e nelle nanotecnologie. Il microscopio a forza atomica (AFM), un perfezionamento del STM, permette di analizzare anche materiali non conduttori e ha quindi aperto una finestra sugli atomi del biomondo (figura p. 3).

Enorme potenziale economico

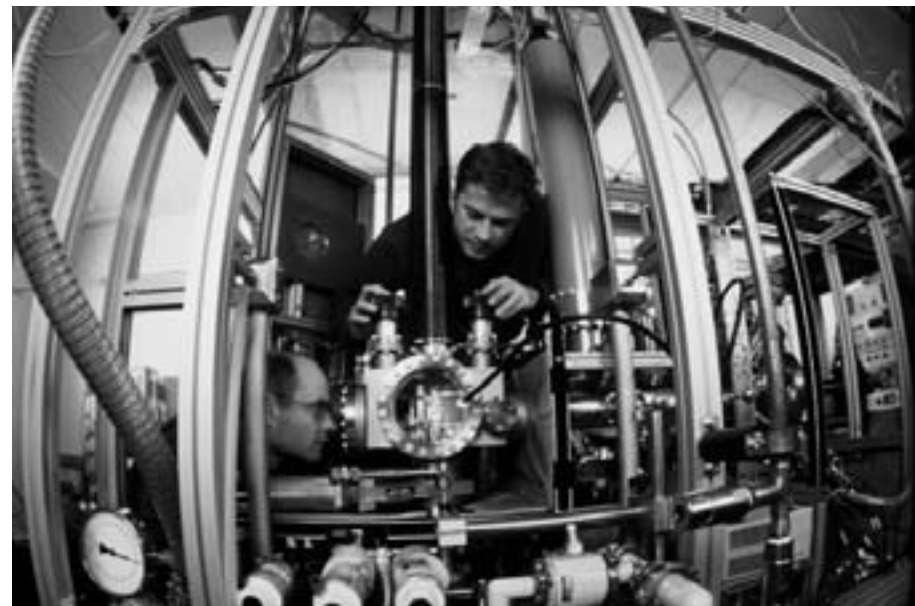
Grazie ai nuovi microscopi, il nanomondo si è aperto alla ricerca e allo sviluppo in tutta la sua varietà. L'incremento dei fondi di promozione negli ultimi anni è impressionante: se nel 1998 i governi del mondo intero hanno investito sui 600 milioni di dollari nella ricerca e nello sviluppo nelle nanotecnologie, nel 2002 tale importo ha raggiunto 2,1 miliardi e nel 2006 dovrebbe arrivare a 6 miliardi. L'Europa, gli Stati Uniti e il Giappone investono somme dello stesso ordine di grandezza. Anche l'industria spende ormai almeno la stessa cifra per progetti nanotecnologici. Negli Stati Uniti, due

New World Landscapes
www.lotusan.dewww.lotuseffect.de
BASf

terzi delle 30 maggiori aziende hanno già avviato nanoprogrammi. E a livello mondiale circa 2000 neoimprese sviluppano nanoprodotti. Solo in Germania, oggi circa 100'000 posti di lavoro dipendono direttamente o indirettamente dalla nanotecnologia. Il polo di ricerca nazionale Nanoscienze parte dal presupposto che in Svizzera circa 500 persone sono attive nella nanoricerca e altrettante nella nanoindustria. Stando alle stime, ogni anno lo Stato investe circa 50 milioni di franchi nella ricerca nanotecnologica e in settori affini. Secondo il seco, la Svizzera è così al primo posto della classifica mondiale in rapporto al numero di abitanti. Il fatturato annuo dei prodotti nanotecnologici è molto difficile da quantificare poiché non esiste una definizione esatta di ciò che comprende questo mercato. In Svizzera dovrebbe però aggirarsi sui 150 milioni di franchi e la tendenza è al rialzo. Il miliardo di dollari investito nel frattempo come capitale di rischio dal mondo finanziario è un ulteriore segno delle enormi aspettative. Nel caso della nanotecnologia, sul mercato mondiale inizia a diffondersi una crescente ondata di nuovi prodotti. Se il

volume di mercato globale attualmente è ancora di 80 miliardi di dollari, per il 2015 si prevedono circa 1000 miliardi di dollari.

Il fatto che anche roba vecchia sia abbellita con l'etichetta «nano» è l'altra faccia di questa atmosfera da cercatori d'oro. Qualsiasi fabbricante di pneumatici o anche il fornitore di colore di stampa nero può vantare nanoprodotti, dal momento che questi prodotti contengono già da decenni particelle di fuliggine di nanodimensioni. E se adesso l'«iPod nano» memorizza 1000 canzoni in una scatola elettronica grande quanto un accendino, questo portento è senz'altro «incredibilmente piccolo» (come dice la pubblicità), ma ha ben poco a che vedere con la nanotecnologia. Nel frattempo anche la scienza ha imparato come ottenere fondi per la «nano»ricerca. Un



Laboratorio Hans-Josef Hug, NCCR Nanoscale Science

ricercatore svedese, ad esempio, ha ammesso di aver ricevuto recentemente 1,7 milioni di euro dall'UE nell'ambito di un programma di «nanobiotecnologia» – benché la descrizione del suo progetto di fabbricazione di strutture miniaturizzate di sostegno di tessuti artificiali avrebbe anche potuto fare a meno dell'etichetta «nano».



Nanosurf, Liestal

Un nuovo mondo tecnico

L'estrema piccolezza dà alle nanoparticelle proprietà assolutamente innovative. Particolarmente interessanti sono i nanotubi e le nanosfere cave di carbonio.

Ogni elemento chimico ha le sue proprietà, che percepiamo sotto forma di colore, durezza, elasticità, conducibilità elettrica, temperatura di fusione, ecc. Fabbricando oggetti sempre più piccoli di un determinato materiale, nel passaggio dal macro e dal micromondo al nanomondo le proprietà possono cambiare radicalmente. Un anello d'oro, ad esempio, è di colore giallo, mentre le nanoparticelle d'oro sono rosse. Il carbonio sotto forma di grafite nella mina delle matite è relativamente molle. Il

carbonio sotto forma di tubicini nanometrici è invece cento volte più resistente dell'acciaio. L'alluminio delle lattine è innocuo. Se tuttavia si producono particelle nanometriche di alluminio, si ottiene una sostanza esplosiva utilizzabile come catalizzatore nei carburanti dei razzi.

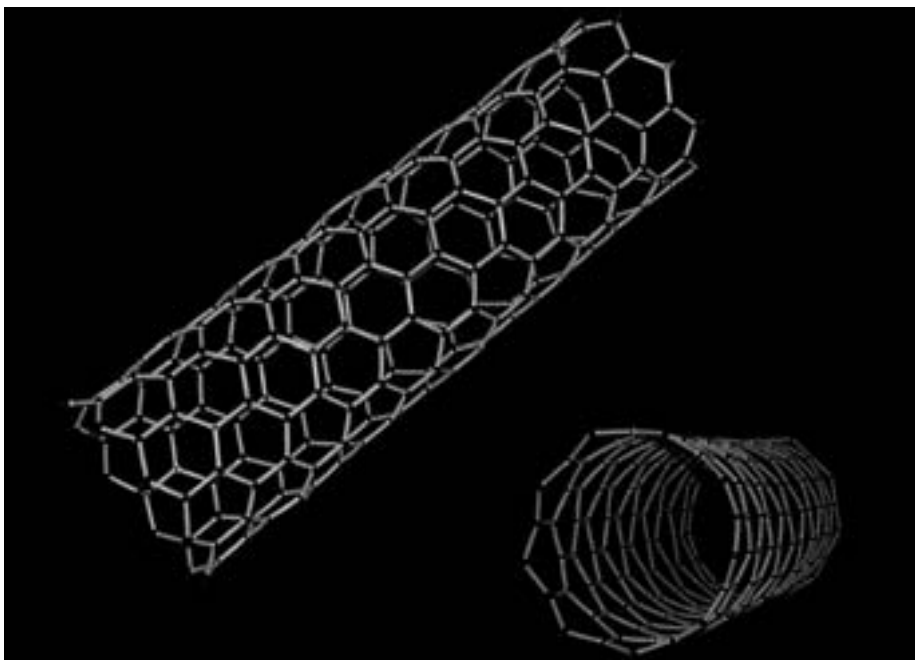
Perché nano è diverso

In alcuni casi, il motivo di questa trasformazione è il passaggio ad altre leggi fisiche. Se nel macromondo della no-

stra quotidianità vigono le leggi della meccanica classica, nel nanouniverso dominano gli effetti della meccanica dei quanti, che esplicano un'azione percepibile solo a dimensioni minime.

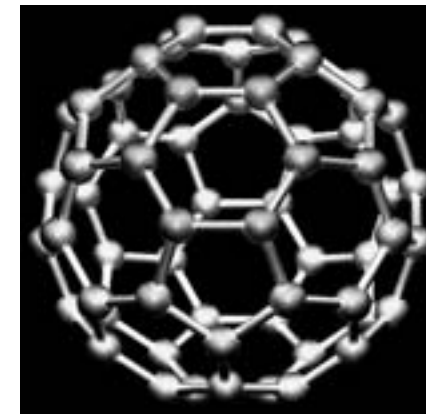
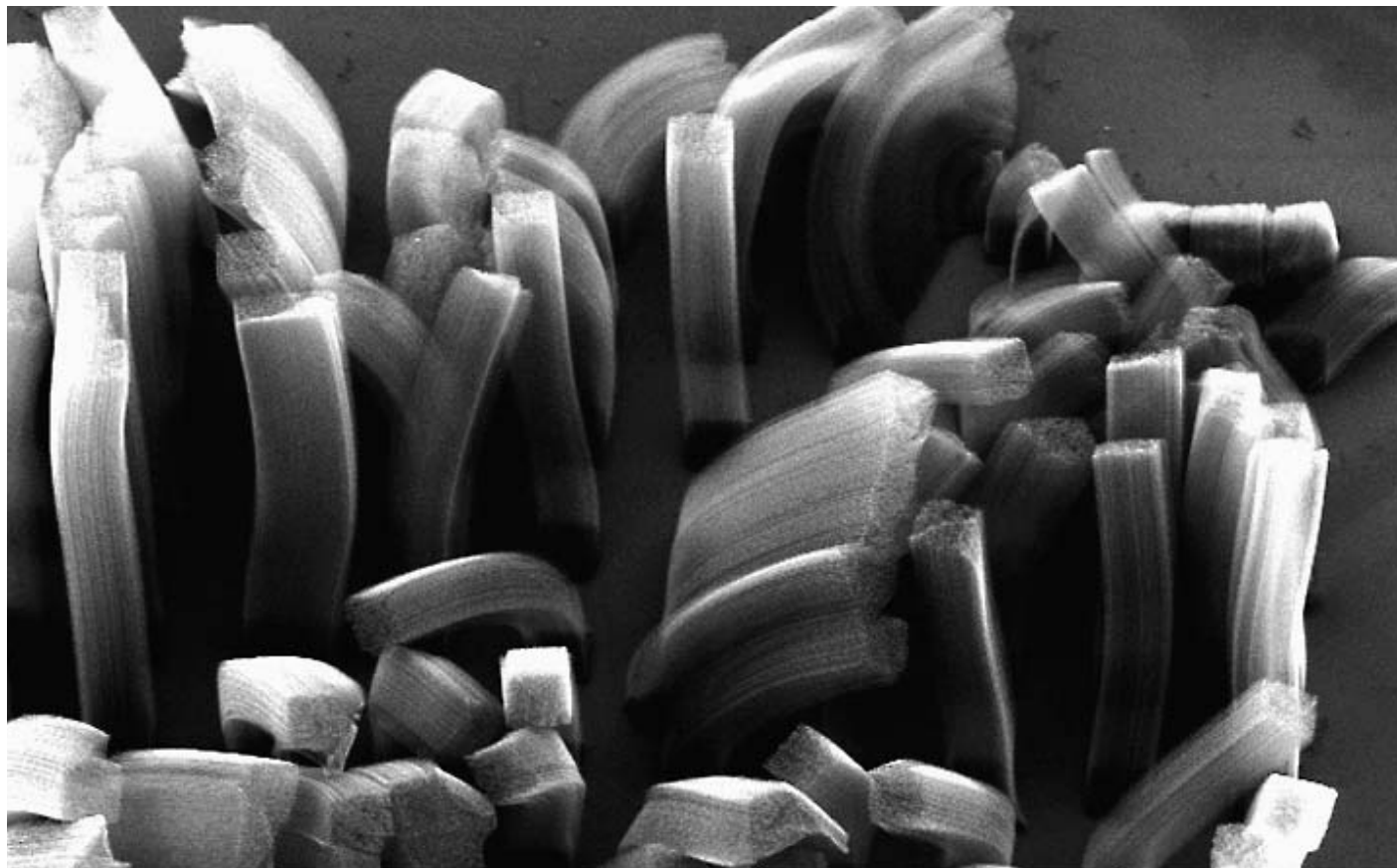
Un altro motivo della diversità nanotipica sta nella lunghezza d'onda della luce visibile. Vediamo i colori quando le onde luminose si riflettono su un materiale. Siccome la luce visibile ha una lunghezza d'onda compresa tra 400 e 800 nanometri, certi nanomateriali composti da particelle più piccole appaiono trasparenti, come abbiamo visto nel caso del biossido di titanio nella crema solare. In molti casi, il nanoeffetto si basa sul rapporto mutato tra la superficie e il volume. Se una sfera diventa sempre più piccola, il rapporto tra la superficie e il volume diventa sempre più grande (figura a destra). Un cubo di un micrometro (1000 nm) di lato è composto da circa un miliardo di molecole, di cui lo 0,6 per cento si trova sulla superficie del cubo. Un cubo di 10 nanometri di lato contiene solo 1000 molecole, di cui però il 50 per cento è in superficie. È questo incremento enorme di superficie a trasformare sostanze di norma chimicamente poco attive in nanoparticelle altamente reattive. E ciò fa sì che il materiale fonda molto più velocemente, assorba molto di più (ad esempio i raggi UV nella crema solare o le molecole su un biosensore) o diventi appunto esplosivo. Così persino l'oro, un metallo nobile, che nel macromondo è molto inerte chimicamente, alle nanodimensioni è impiegato come catalizzatore reattivo nelle celle a combustibile.

Una sintesi pubblicata dal Woodrow Wilson International Center for Scholars di Washington nel marzo 2006 descrive 212 nanoprodotto offerti come beni di consumo nel mondo (128 negli Stati



www.nccr-nano.org/nccr

Uniti, 42 in Asia orientale, 35 in Europa e 7 nel resto del mondo). A ciò si aggiungono approssimativamente 600 materie prime e componenti del nanosettore. Nessuno sa quanti altri prodotti contengono nanoparticelle o nanostrutture non



www.nccr-nano.org/nccr

www.nccr-nano.org/nccr

dichiarate dalle ditte produttrici. Nella descrizione dei 212 nanoprodotti sono menzionati quali materiali principali il carbonio (29 prodotti), l'argento (25), il quarzo (14), il biossido di titanio (8), l'ossido di zinco (8) e l'ossido di cerio (1).

Nanotubi e buckyballs

Il carbonio, il materiale più utilizzato, ha delle strutture completamente innovative alle nanodimensioni, che ne fanno il cavallo di battaglia (ma anche la spina nel fianco, come vedremo più avanti) della nanotecnologia. Nel 1991, il gruppo elettrico giapponese NEC ha sviluppato i primi nanotubi di carbonio (figura p. 4). Inviando un impulso di corrente o un lampo laser in una camera ad alta pressione riempita con un gas ricco di molecole di carbonio, dagli atomi di

carbonio si formano dei cilindri cavi allungati (figura sopra).

Con un diametro compreso tra uno e alcune migliaia di nanometri, questi «spaghetti di carbonio» sono sei volte più leggeri, ma cento volte più resistenti dell'acciaio e tuttavia flessibili. Sono estremamente resistenti alle alte temperature e conducono il calore meglio del diamante (un altro ottimo conduttore fatto di carbonio) e possono essere elettroconduttori, semiconduttori o isolanti, a seconda del metodo di produzione. I

nanotubi sono diventati la quintessenza delle possibilità nanotecniche. Rendono più leggeri e rigidi attrezzi sportivi, come le racchette da tennis e le mazze da golf, e permettono di ottenere filati estremamente resistenti e fogli trasparenti, in grado di cedere calore o fare luce. I nanotubi si prestano anche come contenitori molecolari per trasportare principi attivi ad esempio in medicina. In futuro potrebbero anche sostituire i transistori in chip informatici ultrarapidi e assicurare la massima risoluzione delle immagini negli schermi televisivi.

Altre nanosuperstrutture sono i fullereni buckminster (C60), detti «buckyballs» in gergo nanotecnologico. Sono composti da 60 atomi di carbonio disposti (come i lembi di pelle pentagonali o esagonali di un pallone da calcio) in modo da formare una sfera cava del diametro di 0,7 nanometri (figura sopra). In futuro si pensa di utilizzare queste nanosfere per il trasporto di sostanze mediche e altri principi attivi. È anche previsto l'impiego in celle solari ad alto rendimento.

Dal vetro della finestra all'antitumorale

Una carrellata sulla gamma dei nanoprodotto esistenti nonché sulle idee e sui progetti a cui si sta lavorando mostra la varietà e le possibilità della nanotecnologia.

La sintesi pubblicata dal Woodrow Wilson Center menziona anche i campi d'applicazione dei 212 beni di consumo nanotecnici. Più della metà (125) trova impiego nel comparto «salute e fitness», seguito da «elettronica e computer» (30), «casa e giardino» (21) e «alimenti e bevande» (19); nel settore dell'automobile rientrano circa 10 prodotti; tre prodotti sono stati sviluppati appositamente per i bambini. Esaminando più da vicino il principale gruppo di prodotti «salute e fitness» emerge un predominio del settore dei tessuti (34 prodotti), seguito dagli articoli sportivi (33), dalla cosmetica (31), dalla cura del corpo (23) e dalla protezione solare (8). Sono già molto diffuse le sigillature di oggetti d'uso con rivestimenti di un nanometro di spessore. Riempiendo le cavità microscopiche su superfici di

vetro, ceramica, metallo o vernice con uno strato solido di nanoparticelle (ad esempio di biossido di titanio), si ottiene una superficie estremamente liscia, che fa scivolare via l'acqua e impedisce alle particelle di sporco di aderire. Oggi esistono quindi finestre e facciate autopulenti, cabine della doccia senza macchie di calcare, piani di lavoro di acciaio inossidabile per la cucina a prova di impronte. Un nanorivestimento può anche rendere la vernice dell'automobile resistente ai graffi e proteggere le superfici metalliche dalla ruggine. In Germania è già stata sviluppata una crema per i denti sensibili al freddo o al caldo: un principio attivo a base di nanofosfato di calcio e proteina imita il materiale naturale dei denti sigillando le sottili crepe nello smalto all'origine del dolore.

Un nanostrato d'argento sul lato interno del frigorifero può agire contro i batteri e i funghi. Si ottiene lo stesso effetto anche con nanoparticelle d'argento inserite nelle fibre sintetiche di prodotti tessili, ad esempio pantaloncini e magliette da ciclista o calze da sport, allo scopo di inibire la crescita dei batteri mentre s'indossa questi capi contrastando così l'odore del sudore. Sul mercato sono stati immessi saponi con nanoargento e lavatrici, in cui durante il lavaggio sono rilasciati ioni d'argento allo scopo di «disinfettare» il bucato.

Il biossido di titanio o l'ossido di zinco sono già ampiamente diffusi come schermo UV nelle creme solari. Riflettono o assorbono i raggi UV come minuscoli specchi minerali proteggendo così la pelle. L'impiego dei pigmenti su scala nanometrica ha innanzitutto motivi estetici, dato che le nanoparticelle risultano trasparenti, mentre le particelle di microdimensioni utilizzate in precedenza lasciavano sulla pelle una pellicola bianca. In una crema per il viso, i fullereni C60 aumentano la durata di conservazione facendo in modo che le



www.lancome-usa.com

molecole all'origine dell'irrancidimento delle sostanze grasse si depositino sulla superficie delle nanosfere di carbonio. Da poco è tecnicamente possibile rivestire facciate, finestre, mobili, tappeti o pareti del soggiorno con biossido di titanio. Per effetto della luce solare, questa tecnica permette di eliminare lo sporco e le macchie di grasso, caffè o inchiostro. Lo stesso metodo consente anche di ridurre le sostanze nocive di natura organica nell'aria all'interno del locale – perlomeno in teoria.

Nano nell'industria alimentare

Nanoparticelle di argilla, biossido di silicio, ossido di zinco o biossido di titanio inserite nelle pellicole e nei contenitori di plastica rendono questi imballaggi più resistenti agli strappi e agli urti o ne riducono la permeabilità al vapore acqueo, all'ossigeno e alle radiazioni UV. Se sono muniti di nanoparticelle d'argento, attraverso lo scambio di ioni d'argento è possibile ridurre la formazione di germi sulla superficie dei prodotti alimentari che contengono, in modo da prolungarne la conservabilità. Un nano-



www.eddiebauer.com



Spirig Pharma AG



www.sharperimage.com

rivestimento interno delle bottiglie e delle lattine di birra può invece impedire la perdita di acido carbonico, prolungando anche in questo caso la conservabilità del prodotto. Si sognano già imballaggi protettivi che cambiano di colore una volta che il contenuto è andato a male.

Nanoparticelle possono essere inserite anche direttamente negli alimenti. Già oggi si avvolgono coloranti naturali, aromi e vitamine in nanocapsule da miscelare alle bevande. In questo modo, gli additivi si sciolgono meglio nel liquido e l'organismo può assorbirli e trasformarli più rapidamente. È tuttavia ancora distante all'orizzonte la molto discussa pizza surgelata con varie nanocapsule che, attivate nel forno a microonde a seconda della potenza selezionata, assumono un sapore specifico: 400 W per la margherita, 800 W per la prosciutto e funghi e 1200 W per la quattro stagioni.

Benché i gruppi alimentari si occupino intensamente del nanofood, il settore si mostra discreto nei confronti del nanomondo – a differenza dell'industria degli articoli sportivi. Presumibilmente non da ultimo vista l'esperienza fatta con gli alimenti transgenici, quando qua e là i critici nonché i dubbi dei consu-



TA-SWISS

matori quanto alla sicurezza hanno bloccato il lancio di prodotti.

Speranze mediche

Le possibilità nanotecniche sono oggetto di intense ricerche nella medicina. Con il «Lab-on-a-Chip» sono in fase di sviluppo apparecchi che su una superficie di pochi centimetri quadrati racchiudono centinaia di tipi di molecole reagenti tali da poter analizzare in brevissimo tempo tutta una serie di sostanze contenute in una goccia di sangue. Sono in preparazione anche «nanocristalli» che si accendono sotto l'azione dei raggi UV. Unendo questi nanocristalli agli anticorpi che si formano nel corpo durante un'infezione, questi sintomi di infezione sono identificabili in campioni di sangue o di urina già quando sono presenti in quantità minime.

Si mira anche a nanomedicinali. Strutture cave di nanodimensioni potrebbero diventare vettori di trasporto di principi attivi e, munite di specifiche molecole di ricerca, essere inviate direttamente nel focolaio della malattia. Una medicazione di questo tipo avrebbe bisogno di una frazione delle attuali quantità di principio attivo. La nanotecnologia

potrebbe inoltre rendere più agevoli per i pazienti le medicazioni permanenti.

Ha già superato i primi test una nanocapsula sviluppata negli Stati Uniti, che contiene cellule che rilasciano insulina. Sotto forma di un futuro medicinale, capsule di questo tipo circolerebbero continuamente nel sangue dei diabetici fornendo costantemente l'insulina necessaria al paziente.

Sono riposte speranze nella nanotecnologia anche in relazione alla terapia delle malattie tumorali. In Germania è già stata sperimentata sull'uomo una terapia con molecole di ossido di ferro, nell'ambito della quale le nanoparticelle magnetizzabili sono iniettate direttamente nel tessuto tumorale. Applicando un intenso campo magnetico esterno nel punto corrispondente, le particelle di ossido di ferro iniziano a vibrare danneggiando con il calore così prodotto le cellule tumorali maligne. I primi test clinici sono stati effettuati su tumori cerebrali, cancro alle ovaie, carcinomi al collo dell'utero nonché tumori alla prostata. Non si può tuttavia ancora dire se questa «MagForce Nanocancer Therapy» soddisfi realmente le gradi aspettative che suscita.

Nanosphere, Inc.
Northbrook USA

Altre sperimentazioni riguardano antitumorali che sono iniettati nel tumore e si depositano sulle cellule tumorali. Sono ad esempio stati curati con successo tumori alla prostata su topi avvolgendo gli antitumorali in nanosferette di materia sintetica, che aderiscono direttamente alla superficie delle cellule tumorali e sono poi inghiottite dalle cellule assieme al contenuto letale.

La speranza è che, una volta iniettati nella circolazione sanguigna, questi cavalli di Troia farmaceutici possano forse combattere anche i tumori le cui cellule sono già distribuite in tutto il corpo sotto forma di metastasi.

Nanoparticelle problematiche

Per quanto le nanotecnologie possano essere promettenti, oggi si sa ancora poco sugli eventuali effetti collaterali nocivi. Potrebbero rivelarsi pericolose le strutture e le superfici speciali dei nanomateriali, ma soprattutto le nanoparticelle di sintesi.

La grande preoccupazione che fa discutere gli specialisti è la possibilità che le nanoparticelle penetrino nel corpo umano e vi provochino dei danni. Dove le nanoparticelle sono saldamente fissate su un materiale di supporto, come nel caso delle nanoparticelle nella vernice delle automobili o dei nanotubi nelle racchette da tennis, i prodotti suscitano meno timori rispetto ai casi in cui le nanoparticelle si muovono liberamente nell'ambiente. Queste nanoparticelle libere possono essere inalate attraverso i polmoni o assorbite attraverso la pelle o il tratto gastrointestinale. Si pensi in particolare ai prodotti vicini al corpo, come i cosmetici, i tessuti o gli imballaggi dei prodotti alimentari. E dove le nanoparticelle sono impiegate direttamente negli alimenti o nelle bevande, l'assorbimento da parte del corpo è addirittura la regola. A destare preoccupazione non sono tanto le nanoparticelle digerite ed eliminate dal corpo come altre molecole biologiche – ad esempio le vitamine o i coloranti avvolti in opportune nanosostanze addizionate agli alimenti. Se però le particelle sono costituite da nanostrutture estranee al corpo, che non si sciolgono nel corpo e di conseguenza non possono essere eliminate dall'organismo, è inevitabile una presenza prolungata di queste sostanze estranee all'interno del corpo. Accanto alle nanoparticelle non solubili

potrebbero rivelarsi una spina nel fianco in particolare i nanotubi di carbonio e i fullereni.

Prime indicazioni da sperimentazioni su animali

Sperimentazioni su topi e ratti negli Stati Uniti mostrano una possibile minaccia per i polmoni a causa dei nanotubi. Dopo l'applicazione di grandi quantità di nanotubi di carbonio nelle vie respiratorie degli animali, si sono verificate infiammazioni e mutazioni patologiche nel tessuto polmonare. In che misura questi risultati siano proiettabili su una realtà in cui sono inalati tutt'al più quantitativi nettamente più piccoli resta un punto interrogativo. Sperimentazioni su giovani persici trota indicano un potenziale di pericolosità anche per i fullereni. Buckyballs (C60) sciolte nell'acqua dell'acquario hanno infatti causato perturbazioni delle funzioni cerebrali dei pesci.

Dannoso per l'ambiente?

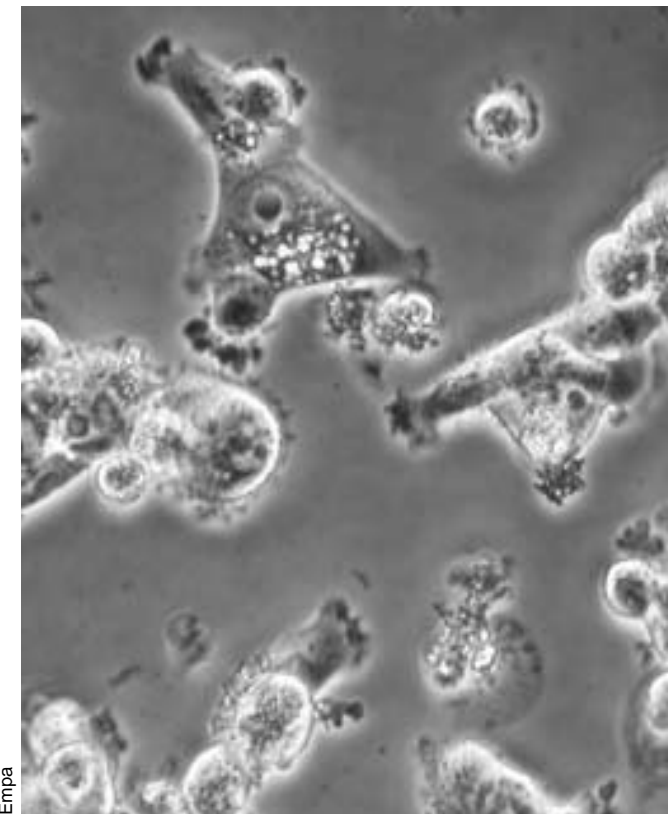
Vi sono ancora molti punti in sospeso anche in relazione a un possibile rischio per l'ambiente attribuibile alle nanoparticelle e ai prodotti nanotecnologici. A seconda del metodo di produzione e del tipo di prodotto, nanoparticelle potrebbero disperdersi nei laghi e nei corsi d'acqua, nell'aria, nel suolo e nelle acque sotterranee – ad esempio

nanoparticelle d'argento lavate via dagli indumenti. Per l'uomo queste particelle sono praticamente innocue, per gli organismi acquatici le nanoparticelle d'argento sono invece molto tossiche, come ha rivelato sul Washington Post nel giugno 2006 un'organizzazione ambientalista americana che promuove un miglioramento della qualità dell'acqua. Le nanoparticelle trovano anche un impiego crescente in articoli usa e getta, che prima o poi sono smaltiti o riciclati. Anche le nanoparticelle a prima vista saldamente legate ai prodotti possono essere liberate in seguito ad abrasione, corrosione o usura. Molte delle nanoparticelle di sintesi sono sconosciute all'ambiente per tipo e quantità. Potrebbero costituire una nuova classe di sostanze nocive non biodegradabili. Il loro impatto a lungo termine sull'ambiente non è praticamente studiato per il momento ed è quindi difficile da valutare. Non si può neanche dire se eventuali danni sarebbero irreversibili e se in una prospettiva a lungo termine un effetto dannoso potrebbe essere annullato. Nanoparticelle disperse nell'ambiente potrebbero diventare un problema per l'uomo e per gli animali soprattutto se nel corso del tempo dovessero accumularsi nelle piante, negli animali e nell'uomo attraverso la catena alimentare. Sappiamo da tempo come simili sostanze estranee possono ripercuotersi negativamente sull'ambiente: basti pensare alle particelle ultrafini, come la fuliggine liberata nell'atmosfera ad esempio dai motori diesel. Le particelle di carbonio di queste polveri ultrafini sono più piccole di 100 nanometri. Più è elevato il numero di particelle in un metro cubo di aria re-

spirata e più elevate sono l'incidenza delle malattie e la mortalità nella popolazione locale.

E per l'uomo?

In merito alla pericolosità delle nanoparticelle e delle nanostrutture per l'uomo si conoscono ancora troppo pochi dettagli. Sperimentazioni su culture cellulari con nanotubi di carbonio hanno tuttavia mostrato che buona parte dei nanotubi uniti alle culture è assorbita dalle cellule e resta nelle cellule, dove potrebbero verificarsi danni. In collaborazione con il laboratorio di ricerca sui materiali



funzionali del Politecnico di Zurigo, un team di ricerca dell'Empa di San Gallo ha analizzato varie nanoparticelle e nanotubi utilizzati a livello industriale per valutarne la tossicità per le cellule polmonari umane in test di breve durata (< sei giorni). A titolo di paragone è stato testato anche un materiale di riferimento, il cui effetto tossico per le cellule è noto da tempo. Le sperimentazioni dell'Empa hanno rivelato che le nanoparticelle di ossido di silicio, ossido di titanio e ossido di cerio compromettono temporaneamente il metabolismo delle cellule polmonari. Le particelle di ossido di ferro e zinco hanno invece messo a dura prova le cellule polmonari umane. E i nanotubi? Pur essendo mille volte più piccoli delle fibre di amianto, negli esperimenti dell'Empa si sono uniti fino a formare aghi più grandi simili alle fibre di amianto sia per l'aspetto che per la tossicità e sono apparsi particolarmente dannosi per le cellule.

Nell'uomo si teme una penetrazione indesiderata di nanoparticelle nella circolazione sanguigna soprattutto per inalazione. Negli alveoli polmonari, dove si verifica lo scambio di gas tra l'aria respirata e la circolazione sanguigna, nei punti più sottili lo strato di tessuto che separa l'aria e il sangue è spesso solo 100 nanometri. Attraverso il sangue le nanoparticelle potrebbero raggiungere anche il cervello, dove presumibilmente trapasserebbero la barriera sangue-cervello, che normalmente blocca le sostanze nocive. In merito all'azione delle sostanze estranee insolubili nel cervello si sa ancora poco. Vi sono tuttavia già primi segnali di alterazioni infiammatorie del tessuto cerebrale.

È possibile anche un passaggio di nanoparticelle attraverso la mucosa



Infineon Technologies AG, Neubiberg DE

dello stomaco e dell'intestino, benché qui i tessuti divisorii siano spessi 10'000 e più nanometri. Un assorbimento sembra possibile anche attraverso la pelle, ad esempio nel caso dei cosmetici e dei prodotti solari: è ipotizzabile una penetrazione attraverso i bulbi piliferi e i pori delle ghiandole sudoripare nonché attraverso lesioni della pelle.

Assenza di regolamentazione

Secondo la legislazione in materia di derrate alimentari, sanità e protezione dell'ambiente, in Svizzera le ditte produttrici devono fare in modo che i loro prodotti non mettano in pericolo la vita, la salute e l'ambiente. La diversità fisica delle nanostrutture esula tuttavia dalla cornice delle leggi e delle prescrizioni esistenti, il che rende ancora difficile per il momento l'adempimento dell'obbligo di diligenza previsto dalla legge da parte della nanoindustria. Per la tossicologia delle nanoparticelle, a causa della loro reattività il numero di particelle, la

loro superficie complessiva nonché la natura delle superfici sono presumibilmente più importanti rispetto ai criteri tradizionali della massa e del volume totale. A livello nazionale e internazionale si moltiplicano gli sforzi della nanoindustria e delle ditte che immettono sul mercato nanoprodotti ad adottare misure precauzionali e coordinare le analisi dei rischi.

Per il momento, le valutazioni dei nanorischii sono ostacolate non solo dalla mancanza di conoscenze tossicologiche ma anche da leggi non ancora adattate: nei laboratori di sviluppo nanotecnico mancano anche le attrezzature di prova adeguate. Non si sa neanche quali test siano opportuni né come realizzarli. Ciò fa sì che in alcuni luoghi siano immessi sul mercato prodotti contenenti nanoparticelle di sintesi, senza che si abbia un'idea anche solo approssimativamente affidabile dei possibili rischi. Di fronte a questi deficit, vari ambienti sociali intravedono un crescente bisogno d'intervento. L'organizzazione

ambientalista canadese ETC Group, ad esempio, il 6 aprile 2006 ha ribadito il suo appello a favore di una moratoria sia per i nanoprodotti che per la ricerca nei laboratori di nanotecnologia. Altri organismi auspicano una ricerca più intensa sui rischi e sulla sicurezza e chiedono l'elaborazione di una gestione responsabile delle nanotecnologie a tutti i livelli sociali, politici ed economici. Prescrizioni e tecniche di produzione adeguate devono mantenere i rischi entro limiti accettabili. Anche il settore delle assicurazioni è interessato a ottenere maggiori conoscenze. Siccome la nanotecnologia rappresenta una tecnica completamente innovativa, la sua applicazione e diffusione future nonché i potenziali rischi sono difficili da stimare.

Prospettive: ambiente e società

I prodotti nanotecnologici potrebbero offrire dei vantaggi dal profilo ecologico. Applicazioni nell'elettronica e nelle telecomunicazioni promettono grandi vantaggi, ma suscitano anche dubbi nella società.

Benché si tema che le innovative nanoparticelle artificiali che si disperdono nell'ambiente causino danni ecologici, la nanotecnologia ha anche un potenziale rispettoso dell'ambiente. Recentemente, il governo australiano ha presentato in un opuscolo prodotti della nanoindustria locale vantaggiosi dal profilo ecologico. Uno scambiatore di ioni nanotecnologico riesce ad esempio a sottrarre alle acque di scarico il 99 per cento dell'indesiderata ammoniaca, che è poi impiegata come fertilizzante

nell'agricoltura. Biosensori nanotecnologici che sfruttano onde acustiche superficiali possono dimostrare la presenza di batteri Legionella e Coli nei serbatoi dell'acqua già in concentrazioni minime. Un nanopolimero di amido di mais utilizzato come materiale rapidamente biodegradabile per imballaggi, bicchieri e sacchetti contrasta l'inquinamento delle acque e del paesaggio a causa dei rifiuti di plastica.

Nanovernici e motori parsimoniosi

Studi di casi realizzati dall'Istituto di ricerca economica ecologica di Berlino illustrano i potenziali vantaggi ecologici delle nanotecnologie. Partendo dall'esempio delle nanovernici nell'industria automobilistica, ferroviaria e aerea, gli studi mostrano come grazie al rivestimento nettamente più sottile sia possibile un'efficienza delle risorse di cinque volte superiore, valori energetici sensibilmente migliori e un consumo nettamente ridotto di solventi. Gli obiettivi di sviluppo futuro sono riduzioni del peso dei veicoli attraverso l'impiego di nanotubi nelle leghe metalliche e nelle materie sintetiche, pneumatici migliori grazie alla nanotecnologia nelle miscele di gomma nonché un'ottimizzazione dei processi di combustione nei motori mediante nanocatalizzatori. Altri progetti sono quelle a combustibile che immagazzinano l'idrogeno in nanotubi, celle so-

lari con un elevato rendimento luminoso nonché sorgenti luminose con OLED (diodi elettroluminescenti organici) sotto forma di fogli di grandi superfici.

Aspettative nei confronti della nanoelettronica

Sono riposte grandi aspettative anche nella nanoelettronica. La continua miniaturizzazione dei chip di memoria e dei processori hanno portato a strutture minime di neanche 100 nanometri, al punto che l'unico problema rimasto è quello del calore di scarico prodotto in uno spazio minimo. Impiegando nanotubi si spera di poter finalmente effettuare l'elaborazione dei dati con miliardi di trasduttori per ogni chip. Ciò permetterebbe alla tecnologia dell'informazione non solo sensibili risparmi energetici, ma anche applicazioni completamente innovative. Negli oggetti d'uso o negli indumenti si potrebbe così integrare componenti elettroniche che verifichino costantemente la qualità degli oggetti o la salute dell'utente e le trasmettano mediante telecomunicazioni. All'orizzonte della nanotecnologia si delineano anche applicazioni militari. Negli Stati Uniti, l'industria degli armamenti sta svolgendo ampie ricerche su armi chimiche e attrezzature nanotecnologiche.

Dubbi sociali

Nei confronti dell'informatica e delle telecomunicazioni onnipresenti sono tuttavia avanzati dubbi etici e sociali, dato che la tutela della personalità e i diritti dell'uomo potrebbero essere minacciati dal «grande fratello». Il collegamento di reti di microscopici sensori, computer, videocamere e microfoni potrebbe ampliare enormemente le possibilità di

sorveglianza. Come sarà possibile evitare abusi e risolvere i nuovi problemi di protezione dei dati? Lo stesso vale per l'impiego di strumenti in nanoscala nella diagnostica medica. Tra l'altro qui si aggiunge anche il fatto che lo sviluppo di metodi diagnostici nuovi e migliori procede nettamente più in fretta dello sviluppo di nuove terapie. Vi è il rischio che i pazienti non possano più far valere il loro diritto a non sapere. Progetti medici descrivono anche l'impiego di nanoimpianti, collegati direttamente alle cellule nervose. Benché queste innovazioni siano state concepite come possibilità per migliorare la qualità della vita vi è da chiedersi se e quando sarà superata la linea di confine verso ibridi uomo-macchina.

Timori esistenziali sono già stati suscitati nel 1992 dallo scienziato californiano Eric Drexler, che aveva sviluppato la visione di nanorobot capaci di produrre rapidamente e in qualsiasi quantità le più svariate sostanze e strutture partendo da atomi e molecole, analogamente alle cellule del corpo umano. I critici temevano che una nanotecnologia molecolare del genere potesse sfuggire di mano e che i nanoassistenti cominciassero improvvisamente a riprodursi in modo incontrollato e finissero col consumare il mondo come batteri divoratori, lasciando solo una poltiglia grigiastra (Grey Goo). Se queste preoccupazioni non sono molto urgenti visto che siamo ancora distanti dallo sviluppo di nanostrutture in caso di replicarsi da sole, l'esempio mostra tuttavia l'enorme ventaglio di scenari di rischio nanotecnologico ipotizzabili.



Empa

Discussione sui rischi e nanoricerca in Svizzera

La Svizzera fa parte delle nazioni leader nella nanotecnologia. Accanto ai numerosi programmi di ricerca e sviluppo, adesso ci si sta curando anche degli aspetti giuridici e sanitari, nell'ambito di un piano d'azione.

Gli uffici federali della sanità pubblica (UFSP) e dell'ambiente (UFAM), competenti per la sicurezza dei prodotti chimici e alimentari, intendono elaborare un piano d'azione «Valutazione e gestione dei rischi dei nanomateriali di sintesi» in collaborazione con esperti di vari settori scientifici e un gruppo d'accompagnamento composto da rappresentanti della politica, dell'industria, delle associazioni ambientaliste, dei consumatori e dei sindacati entro il 2006. Il piano d'azione svizzero, inteso come un inventario, tratterà una panoramica delle utilizzazioni attuali di nanoparticelle in Svizzera e elaborerà degli scenari sulle modalità e sulle quantità di accumulazione delle nanoparticelle nell'ambiente nonché confronti di questa esposizione con i carichi attuali di particelle ultrafini (come la fuliggine dei diesel). Altri campi d'attività sono l'elaborazione di definizioni armonizzate per poter identificare giuridicamente i nanomateriali nonché direttive per la valutazione dei pericoli e dei rischi per l'uomo e per l'ambiente. Si vuole motivare la ricerca e l'economia a un'autoregolamentazione e adeguare la legislazione, nel caso in cui ciò risultasse necessario per la sicurezza. Devono infine essere prese misure immediate per proteggere i lavoratori.

Un compito internazionale

Attualmente, la nanotecnologia non è ancora regolata specificamente in nessun Paese. Le future iniziative legislative e organizzative dovranno essere coordinate a livello internazionale già per motivi di politica economica: per questo motivo anche il piano d'azione svizzero collabora con organismi dell'UE, dell'OCSE e dell'UNEP. Anche nell'ambito dell'UE è in corso un piano d'azione «Nanoscienze e nanotecnologie», dal 2005 al 2009. E sia l'Associazione svizzera di normazione (SNV) che l'Organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO) stanno realizzando ampi programmi per controllare meglio le norme, i metodi di misurazione e gli aspetti legati alla sicurezza e alla salute nell'ambito della nanotecnologia.

Nanotecnologia in Svizzera: forte interdisciplinarietà

La Svizzera fa parte delle nazioni leader nella ricerca e nell'industria nanotecnologica. La nanotecnologia è fortemente interdisciplinare, forse più di qualsiasi altra tecnologia del futuro. Riguarda quasi tutti i settori del sapere e della tecnica, dalla fisica, la chimica e la biologia alle scienze dei materiali, la tecnica energetica, i trasporti, l'informatica, la tecnica ambientale, il settore dei tessili, la cosmetica, il settore alimentare e la medicina. Per questo mo-

tivo, anche in Svizzera ai programmi di ricerca nanotecnologici partecipano i più svariati istituti e imprese.

La seguente sintesi, senza pretese di completezza, dà un'idea delle priorità e singoli esempi della nanoricerca in Svizzera.

Priorità e programmi

Polo di ricerca nazionale Nanoscienze (NCCR Nanoscale Science dal 2001)

Settori: nanobiologia, computer quantici, nanosistemi atomici e molecolari, elettronica molecolare, materiali funzionali e nanoetica.

Direzione: Università di Basilea. Rete di nove università, istituti di ricerca e partner industriali svizzeri con circa 200 scienziati. Collaborazione con gruppi di ricerca in Europa, Giappone e Stati Uniti. Ciclo di studi di diploma in nanoscienze dal 2002.

Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca (Empa) Dübendorf, San Gallo, Thun

Microscopi e utensili nanotecnologici, nanoelettronica e nanofotonica, materiali e rivestimenti nanostrutturati, ricerca sui rischi, sicurezza al nanoposto di lavoro, nanotecnologia e società.

Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA (CSEM), Neuchâtel, Zurigo, Alpach

Nanoelettronica e nanomeccanica per l'industria orologiera e nell'informatica.

Zürcher Hochschule Winterthur (ZHW)

Ricerca applicata e partecipazione ai cicli di master europeo in micro e nanotecnologia: Institut für Chemie und Biotechnologie (ICB), Center for Computational Physics (CCP), Kompetenzzentrum für Sicherheit und Risikoprävention (KSR).

Esempi di istituti di ricerca

Politecnico federale di Zurigo (PFZ)

Nanorobot dell'Istituto di robotica e sistemi intelligenti del PFZ per interventi chirurgici su singole cellule o per il trasporto mirato di principi attivi.

Politecnico federale di Losanna (PFL)

Sviluppo di metodi nanotecnologici per celle solari ad alto rendimento e batterie agli ioni di litio.

Istituto Paul Scherrer (IPS), Villigen

Mediante la litografia a raggi X, la «Sorgente di luce di sincrotrone Svizzera» incide nei polimeri strutture fino a meno di 20 nm.

Istituto di anatomia dell'università di Berna

Interazione delle nanoparticelle con il tessuto polmonare. Assorbimento di particelle nei globuli rossi.

Micro- and Nanosystem Technology (MINAST)

NOSE – Nanotechnology Olfactory Sensor, naso nanomeccanico che registra numerose sostanze odorose in basse concentrazioni (IBM, Novartis, PFZ, Università di Basilea, IPS (1996-2001)).

Università di Losanna (UNIL)

Nanopublic: piattaforma di scambio interdisciplinare sulle nanotecnologie per la scienza, la ricerca, l'industria, le autorità e la popolazione svizzera (dall'aprile 2006).

Varie imprese industriali svizzere sviluppano o lavorano con nanotecnologie: da grandi ditte come Novartis, Roche e Phonak alla giovane impresa zurighese HeiQ, che sviluppa additivi antibatterici a base di nanoparticelle d'argento per indumenti sportivi e plastiche mediche. Un pioniere della nanotecnica industriale è la Bühler AG di Uzwil, che utilizza su vasta scala vari metodi nanotecnologici

Obiettivo publifocus

Questa introduzione mira a contribuire a riconoscere i campi di tensione che comporta l'ampio tema delle nanotecnologie, a farsi una propria opinione e a formulare auspicî, dubbi e interrogativi.

Come illustrato, nei prossimi anni i nanoprodotti influenzeranno fortemente la nostra quotidianità e gli sviluppi nanotecnologici nell'industria avranno delle ripercussioni anche per l'ambiente. Le esigenze poste alle nanotecnologie sono elevate. Accanto alle grandi aspettative che devono soddisfare le nanotecnologie, in particolare nella medicina, nell'informatica, ma anche in vista di una riduzione del consumo di materie prime ed energia, oggi vi sono ancora grandi punti interrogativi sull'impatto delle nanoparticelle di sintesi per la nostra salute e per l'ambiente. In proposito praticamente non esistono dati certi. Permangono divergenze anche su cosa si debba misurare e come. Come dovrà essere impostata un'eventuale regolamentazione? Per i motivi citati sopra non esiste ancora una risposta a questa domanda. È su questo che dobbiamo chinarci ora. Nel frattempo, il numero di nanoprodotti e nanoapplicazioni non cessa di aumentare. Anche per la popolazione diventa così sempre più concreta la questione delle conseguenze positive, ma anche delle possibili conseguenze negative.

Secondo quanto dicono gli specialisti, il pubblico è tutt'al più interessato alla nuova tecnologia, ma conserva un atteggiamento perlopiù indifferente nei suoi confronti. A TA-SWISS interessa sapere come reagiscono gli abitanti della Svizzera al fatto che una nuova

tecnologia prometta vantaggi e contemporaneamente nasconda dei rischi. Vogliamo sapere dalla gente che ne pensa delle nanotecnologie, dei prodotti e delle applicazioni attuali e future. Dove intravede i vantaggi della nuova tecnologia. E quanto pesano i rischi. Ci interessa anche sapere cosa si aspetta da una regolamentazione della nanotecnologia, come si può costruire la fiducia e quali sono gli ostacoli. A livello di atomi e molecole non ci sono più differenze tra «biologico» (naturale) e «sintetico» (artificiale). Alle nanodimensioni scompare la separazione tra materia vivente e materia non vivente. È una novità per la discussione sociale e solleva anche interrogativi etici, ad esempio quando si tratta di migliorare l'efficienza dell'uomo mediante nanoimpianti – come descritto in alcuni progetti. Che ne pensano i partecipanti ai vari publifocus nella Svizzera tedesca, nella Svizzera romanda e in Ticino? Ci aspettiamo discussioni animate.

Approfondimenti

Panoramiche e prodotti

«Nanotechnologie – eine Zukunftstechnologie mit Visionen», schede informative del Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlino: www.bmbf.de/de/nanotechnologie.php. Nel sito web è anche possibile ordinare l'opuscolo «Nanotechnologie – Innovationen für die Welt von morgen».

«Nanotechnologie», rapporto del Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab92.htm.

All'indirizzo www.cordis.lu/nanotechnology l'UE offre un'interessante homepage dedicata alla nanotecnologia.

In qualità di «European Nanotechnology Gateway», www.nanoforum.org fornisce documenti e studi, ad esempio Nanoforum Reports: «Benefits, Risks, Ethical, Legal and Social Aspects of Nanotechnology». «Part 3: Potential Risks of Nanotechnologies» sulle sperimentazioni su animali e cellule umane.

Il «Project on Emerging Nanotechnologies» è il portale informativo del Woodrow Wilson International Center for Scholars di Washington, www.nanotechproject.org. Con un inventario sull'attuale offerta di nanoprodotti: www.nanotechproject.org/44/consumer-nanotechnology.

In francese è disponibile il portale NanoScience et NanoTechnologies: www.nanomicro.recherche.gouv.fr

Nanomedicina

«Nanotechnologie in der Medizin», studio di TA-SWISS (2003) all'indirizzo: www.ta-swiss.ch sotto Publikationen, Berichte, Biotechnologie und Medizin.

Vantaggi ecologici della nanotecnologia

«Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte». Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlino: www.ioew.de/index2.html.

Rischi

Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. Royal Society e Royal Academy of Engineering, England. Introduzione completa alle opportunità e ai rischi delle nanotecnologie: www.nanotec.org.uk/finalReport.htm.

«Nanotechnology – Small matter, many unknowns», Swiss Re: www.swissre.com, Research & Publications, Risk & Expertise, Risk perception, Nanotechnology.

«Espace Nano» di «VivantInfo» su scopo, impiego, etica e rischi delle nanoscienze: <http://www.vivantinfo.com/> - Espace Nano.

Critiche

www.etcgroup.org. Sotto Publications, Nanotechnology sono disponibili vari rapporti di ONG canadesi critiche nei confronti delle nanotecnologie.

Friends of the Earth: www.foe.org. L'organizzazione ambientalista internazionale critica l'impiego delle nanoparticelle nei cosmetici.

Nanotecnologia in Svizzera

I lavori del polo di ricerca nazionale NCCR Nanoscale Science del Fondo nazionale svizzero sono disponibili all'indirizzo www.nccr-nano.org.

L'Empa presenta la sua nanoricerca all'indirizzo www.empa.ch/nano. Qui è anche possibile ordinare o scaricare un divertente opuscolo per le scuole: «Reise in die Welt des Nanometers».

L'attività del Laboratory for Micro- and Nanotechnology all'Istituto Paul Scherrer di Villigen è presentata su Internet all'indirizzo <http://lmn.web.psi.ch/>.

Le attività avviate dall'Università di Losanna dalla primavera 2006 con la piattaforma interdisciplinare Nanopublic per la ricerca, la scienza, l'industria, le autorità e gli abitanti sono elencate all'indirizzo <http://www.unil.ch/nanopublic/>.

CTI – l'Agenzia per la promozione dell'innovazione della Confederazione sostiene il trasferimento di conoscenze e tecnologie tra scuole universitarie e imprese e la creazione di soluzioni commercializzabili – anche nella nanotecnologia: <http://www.bbt.admin.ch/kti/projektfoerderung/>.

TA-SWISS, Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche

Dal 1992, TA-SWISS valuta l'impatto delle nuove tecnologie e presta consulenza al Parlamento e al Consiglio federale in materia di scienze e tecnologia, anticipando gli sviluppi. Rileva le tendenze nella biomedicina, nella tecnologia dell'informazione e nella nanotecnologia con studi scientifici e coinvolge i cittadini nella discussione con metodi partecipativi, come il publifocus «Le nanotecnologie e il loro significato per la salute e l'ambiente». TA-SWISS è finanziato dalla Confederazione e fa capo al Consiglio svizzero della scienze e della ricerca.

publifocus - metodo

Il publifocus è un metodo di dialogo sviluppato da TA-SWISS, che mira a fornire un contributo precoce a una discussione obiettiva sulle possibili conseguenze del progresso tecnologico. Nell'ambito di un publifocus, circa 15 persone scelte a caso discutono del campo di tensione di una tecnologia – in questo caso le nanotecnologie. Ogni publifocus, moderato da un professionista e messo a verbale, dura quattro ore. All'inizio della serata esperti tengono brevi relazioni, che agevolano l'avvio della discussione. Circa un mese prima dell'incontro, i partecipanti sono informati con un opuscolo elaborato appositamente. Scritto in modo accessibile e neutrale, questo opuscolo traccia una panoramica sullo stato attuale, sulle opportunità future e sui possibili rischi – in questo caso sullo stato attuale delle nanotecnologie. Le opinioni dei partecipanti sono riassunte in un rapporto, destinato a informare il pubblico interessato e il Parlamento.

Negli incontri publifocus non sono formulate raccomandazioni e i risultati non hanno la pretesa di essere rappresentativi per l'intera Svizzera. Rispecchiano tuttavia l'atteggiamento della popolazione e danno indicazioni concrete su altri settori d'intervento.

publifocus «nanotecnologie»

Promotori

Zürcher Hochschule Winterthur (ZHWW)
www.zhwin.ch

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
www.umwelt-schweiz.ch

Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP)
www.bag.admin.ch

Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche (TA-SWISS)
www.ta-swiss.ch

Gruppo d'accompagnamento

Prof. Philipp U. Heitz, Comitato direttivo TA-SWISS, Au/ZH (presidente del gruppo d'accompagnamento)

Prof. Dr. Ueli Aebi, Comitato direttivo TA-SWISS, esperto di biologia strutturale, NCCR Nanoscale Science, Biocentro, Università di Basilea

Dr. Sergio Bellucci, Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche (TA-SWISS), Berna

Dr. Stefan Durrer, Settore prodotti chimici e lavoro, Segretariato di Stato dell'economia (seco), Berna/Zurigo

Dr. Thomas Epprecht, Risk Engineering Services, Swiss Re, Zurigo

Prof. Dr. Peter Gehr, Istituto di anatomia, Facoltà di medicina dell'Università di Berna

Brigit Hofer, Politica economica/sostenibilità COOP Svizzera, Basilea

Dr. Holger Hoffmann-Riem, network for transdisciplinarity in sciences and humanities (td-net), Accademie svizzere delle scienze (CASS/SCNAT), Berna (fino in giugno 2006)

Prof. Dr. Georg Karlaganis, Divisione sostanze, suolo, biotecnologia, Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna

Dr. Hans G. Kastenholz, Analisi dell'innovazione e della tecnica, Divisione tecnologia e società, Empa, San Gallo

Alain Kaufmann, Comitato direttivo TA-SWISS, direttore Interface Sciences - Société, Università di Losanna

Prof. Heinrich Kuhn, Kompetenzzentrum für Sicherheit und Risikoprävention (KSR), Zürcher Hochschule Winterthur (ZHWW), Winterthur

Dr. Monika Kurath, Ricerca scientifica Università di Basilea, Collegium Helveticum PF e Università di Zurigo

Christa Markwalder Bär, Consigliera nazionale PLR, Burgdorf

Dr. Christian Pohl, network for transdisciplinarity in sciences and humanities (td-net), Accademie svizzere delle scienze (CASS/SCNAT), Berna (da giugno 2006)

Dr. Klaus Peter Rippe, Ethik im Diskurs GmbH, Zurigo

Urs Spahr, Sezione sicurezza biologica, Divisione biomedicina, Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), Berna

Dr. Christof Studer, Sezione agenti

chimici industriali, Divisione sostanze, suolo, biotecnologia, Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berna

Barbara Vonarburg, Redaktion Wissen, Tages-Anzeiger, Zurigo

Josianne Walpen, Bereich Lebensmittel/Kosmetika, Stiftung für Konsumentenschutz, Berna

Dr. Steffen Wengert, Sezione sostanze commercializzate, Divisione prodotti chimici, Unità di direzione protezione dei consumatori, Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), Berna

Direzione del progetto

Michael Emmenegger, TA-SWISS, Berna

Impressum

Nano... e allora? Opuscolo informativo sul publifocus «Le nanotecnologie e il loro significato per la salute e l'ambiente». TA-SWISS, Berna, 2006.

Autore: Dr. Herbert Cerutti, giornalista scientifico, Wolfhausen

Redazione: Michael Emmenegger, Anne Boesch, TA-SWISS, Berna

Traduzione: Vivian Mauley, Chesalles-sur-Moudon (f) e Giovanna Planzi, Minusio (i), Swiss Re Language Service, Zürich (e)

Layout: Fernand Hofer, Rheinfelden

Stampa: Ufficio federale delle costruzioni e della logistica (UFCL)

Editore e ordinazioni

Centro per la valutazione delle scelte tecnologiche presso il Consiglio svizzero della scienze e della ricerca (TA-SWISS)

Birkenweg 61, CH - 3003 Berna

Tel.: ++41 (0)31 322 99 63

Fax: ++41 (0)31 323 36 59

Email: ta@swtr.admin.ch

www.ta-swiss.ch



Z:W

Zürcher
Hochschule
Winterthur



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP)