

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2007)

**Heft:** 1

**Artikel:** Cosa è la nanotecnologia e dove si può applicare?

**Autor:** Gobrecht, Jens

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-133697>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Cosa è la nanotecnologia e dove si può applicare?

Jens Gobrecht\*

## Introduzione

La nanotecnologia è da anni su tutte le bocche. Risultati scientifici spettacolari portano ad elevate aspettative sulle sue applicazioni pratiche: abbigliamenti intelligenti, superfici autopulenti, computer quantistici assolutamente sicuri da hacker oppure forse medicamenti «personalizzati» dovrebbero renderci in futuro la vita ancora più confortevole e sicura.

In parte la nanotecnologia, quasi inavvertitamente, ha fatto l'ingresso nel nostro quotidiano. A dipendenza di cosa si considera e non, parte della nanotecnologia – il concetto è tutt'altro che chiaramente definito, e le opinioni a tale proposito anche tra gli esperti stessi sono assai distanti l'una dall'altra – ne risultano anche per i mercati già esistenti cifre d'affari impressionanti. Le prospettive future sono a dir poco gigantesche. Per esempio la National Science Foundation degli Stati Uniti prevede un volume di mercato per il 2015 di oltre 1000 miliardi di dollari per i prodotti nanotecnologici.

## Definizioni

Le scienze nano analizzano le caratteristiche e il comportamento di strutture artificiali e oggetti di dimensioni nanometriche (il prefisso nano significa «un miliardesimo» di una unità, 1 nanometro (nm) = 1 miliardesimo di metro, (Fig. 1) e la tecnica nano applica tale conoscenza. La nanotecnologia si occupa quindi di cose estremamente piccole, che sono circa 100 fino a 1000 volte più piccole, di quanto si possa a fatica ancora vedere sotto un buon microscopio di luce. La novità è che da alcuni anni sono disponibili tecniche e strumenti, con i quali tali strutture possono essere osservate rispettivamente prodotte in modo controllato e modificate. La nanotecnologia comprende un settore di ricerca svariato, in forte espansione e molto interdisciplinare con vaste possibilità di applicazioni e prospettive future visionarie, tramite le quali trova anche una forte attenzione da parte dell'opinione pubblica. Da questa tecnologia in generale ci si attende pertanto,

che essa avrà a lungo termine enormi ripercussioni in vari ambiti della nostra vita, almeno tanto quanto la microelettronica negli ultimi 40 anni. La nanotecnologia può essere in grandi linee suddivisa in tre settori particolari:

**Nanoelettronica:** Ulteriore rimpicciolimento della microelettronica e sfruttamento di effetti di nuovo tipo in strutture nanometriche e semiconduttrici per applicazioni nella tecnologia dell'informazione

**Nanotecnologia molecolare:** Analisi e specifici impieghi di strutture molecolari, principalmente di sistemi biologici. Applicazioni: medicina (diagnostica e terapia), biologia.

**Materiali su scala nanometrica:** materiali e superfici con dimensioni delle strutture nel campo nanometrico. Materiali funzionali oppure rivestimenti di superfici con caratteristiche innovative e su misura.

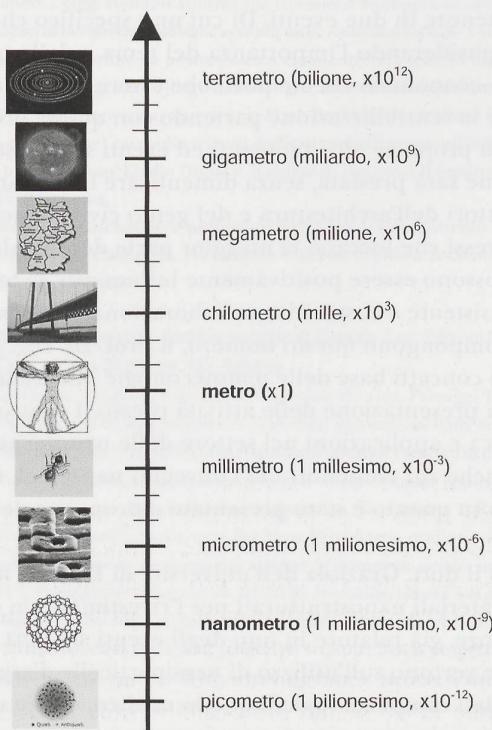


Fig. 1 – Rappresentazione logaritmica della lunghezza di chiari oggetti

La nanotecnologia è quindi una tecnologia che comprende trasversalmente più discipline e nella quale convergono aspetti determinanti della fisica, chimica, biologia e scienza dei materiali. Ciò viene affiancato dallo sviluppo di apparecchiature e strumenti per la fabbricazione e la caratterizzazione dei materiali e dei sistemi nelle aree menzionate.

A prescindere dal fatto che si ha a che fare con oggetti molto piccoli, in seguito ad una tale ampiezza non si può definire precisamente, ciò che appartiene o non alla nanotecnologia. Una chiara delimitazione per esempio in rapporto alla microtecnica oppure alla biologia molecolare non è pertanto possibile e neppure sensato. Utile è la seguente delimitazione: la nonotecnologia si occupa di oggetti e strutture di materiali nel campo nanometrico, i quali grazie alla loro minutezza mostrano nuove e modificate caratteristiche (Fig. 2). Essa le tramuta in applicazioni utili.

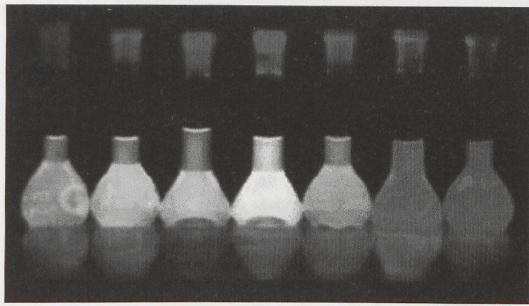


Fig. 2 – Bottiglie con contenuto chimico identico: con una sospensione di nanoparticelle di cadmio-selenid. L'unica differenza è nella grandezza delle particelle. Fonte: Nanosolutions GmbH, Hamburg

### Evoluzione storica

Visioni sulla nanotecnologia furono già mostrati nel 1959 in una conferenza di F. Feynman; tuttavia a quel tempo le possibilità tecnologiche per la realizzazione non erano ancora disponibili. La porta alla nanotecnologia fu aperta dallo sviluppo del microscopio a scansione elettronica grazie a H. Rohrer e G. Binnig in Svizzera nell'anno 1982, i quali furono omaggiati con il premio Nobel. Con questo strumento per la prima volta si è potuto ritrarre atomi e molecole nello spazio reale e muoverli in modo controllato. Ciò è una importante premessa per poter sviluppare processi nanotecnici e renderne accessibili le applicazioni. È interessante notare come spesso nel tempo sono stati microscopi chiaramente migliori, i quali in primo luogo hanno provocato dei sovvertimenti scientifici e solo in seguito anche economici e sociali: Senza microscopi ottici

efficienti, come lo erano disponibili nel XIX secolo, una grande parte della ricerca medica e biologica non sarebbe stata possibile. Senza il microscopio elettronico, con il quale si possono osservare cose 100 volte più piccole rispetto al microscopio ottico, non ci sarebbe stato sviluppo nella microelettronica ed oggi saremmo senza personal computer, telefonini mobili, senza internet. Ora si attende con la disponibilità dei menzionati microscopi a scansione elettronica, i quali sono in grado di «vedere» molto più precisamente rispetto ai microscopi elettronici, una rispettiva nuova spinta tecnologica: la nanotecnologia.

### Accesso al nanomondo

La nanotecnica, ossia la produzione programmata e controllata di strutture e oggetti in dimensioni nanometriche. Persegue due tipi di approccio: L'approccio «top-down»: l'ulteriore sviluppo di processi già esistenti nell'ambito della preparazione dei materiali provenienti dalla tecnica di precisione e dalla microtecnica per ottenere sempre più elevate precisioni, oppure lo sviluppo di nuovi processi estremamente precisi per la lavorazione dei materiali.

L'approccio «bottom-up»: in questo caso viene applicato un principio completamente diverso, che conosciamo principalmente dalla natura viva. In questo caso vengono apportati gli elementi costruttivi molecolari e la necessaria energia. Le condizioni quadro imposte e i raffinati, spesso non ancora compresi, meccanismi assicurano, che le strutture nano desiderate si formano organizzandosi autonomamente. Nella nanotecnica si cerca di impiegare tale principio per la produzione di materiali e strutture artificiali.

### Applicazioni

L'approccio «top-down» conduce già da oggi in particolare modo nel settore della tecnologia dell'informazione (IT) ad applicazioni, in quanto la materia prima sempre più importante «informazione» non dipende dalla grandezza del supporto di informazioni. Le grandezze delle strutture dei singoli elementi di componenti costruttivi IT (p.es. gli elettrodi di comando dei transistor nei microprocessori oppure i bits memorizzati magneticamente su un disco duro) hanno oggi in parte dimensioni di qualche nanometro. Visto che computer e telecomunicazioni rappresentano un mercato enorme, vi occorrono enormi sforzi di ricerca sia nell'industria come anche nel mondo della ricerca accademica, la quale in particolare modo si è posta come obiettivo una ulter-

riore miniaturizzazione, appunto in direzione manometro. Nell'ambito della nanotecnologia molecolare sono oggi ottenibili cosiddetti «DNA-Chips», i quali tra l'altro vengono utilizzati con successo nell'ambito della criminologia per l'identificazione delle persone. Attuali attività di ricerca analizzano per esempio i processi molecolari in cellule con metodi nanotecnologici oppure la interazione tra materiali artificiali e tessuto biologico, ciò che è importante per l'accettazione di moderni impianti nel corpo umano. In particolare modo per il settore della costruzione della architettura sono già state realizzate una serie di applicazioni ed altre sicuramente seguiranno e permetteranno ai progettisti nuovi possibilità costruttive. Conosciuti sono rivestimenti per finestre e facciate in vetri, che contengono nanoaggregati a base di fluoro in una matrice silicata. Tali rivestimenti furono ottenuti grazie ai progressi nella chimica colloidale. Tramite il collegamento fisso di nanoparticelle fluorizzate e colloidali con la matrice contenente ossido, ne risultano materiali con una energia superficiale molto bassa e l'acqua, con una sufficiente inclinazione, scivola via da sé, risultandone un effetto autopulente. Rivestimenti chimicamente simili possono essere applicati su beton oppure muratura e per esempio fare in modo che le vernici dei graffiti-sprayer mal aderiscano e facilmente si possano lavare. Altri prodotti già commercializzati nel settore della costruzione sono vernici per le facciate con micro- e nanoparticelle contenenti ossidi di titanio. Con ciò si ottiene non solo un effetto di schiarimento ottico, ma bensì le particelle hanno pure una azione così detta «fotocatalitica». Con questo si creano nelle particelle sotto l'influsso dell'irraggiamento della luce centri chimicamente molto reattivi, i quali sono in grado di ossidare particelle di sporco oppure microrganismi (alge e funghi) aderenti alla superficie. I prodotti ossidanti possono quindi essere lavati via con la prossima pioggia. Una variante consiste nella miscelazione di tali particelle agenti per effetto fotocatalitico al calcestruzzo. Nella famosa Chiesa di Dio Padre Misericordioso a Roma è stato impiegato un calcestruzzo, il quale a parte le particelle di ossido di titanio contiene pure polvere di marmo di Carrara (Fig. 3). Altri prodotti sul mercato, che si basano sulla nanotecnologia chimica a base di chimica colloidale, sono rivestimenti per il legno, per la muratura oppure per il calcestruzzo, che conferiscono a questi materiali caratteristiche antiadesive, così che per esempio, come detto, vernici di graffiti-sprayer possono essere facilmente rimosse. Tramite un simile rivestimento



Fig. 3 – Chiesa «Dio Padre Misericordioso» a Roma. Il colore duraturo chiaro è ottenuto con particelle di ossido di titanio e di marmo nel calcestruzzo.

Foto: Andrea Jemolo

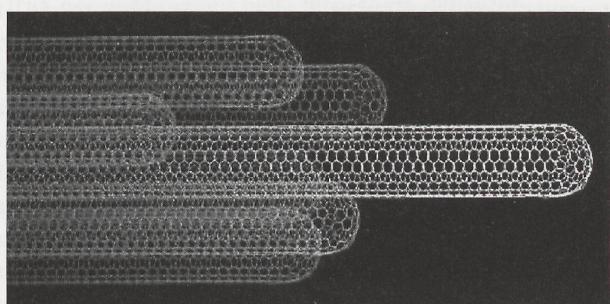


Fig. 4 – Rappresentazione schematica di nanotubini al carbonio a monoparete

mento possono essere evitate le impronte di mani su superfici in acciaio inossidabile, ciò che migliora notevolmente l'aspetto estetico per esempio delle cucine moderne.

Un campo applicativo importante in crescita di nanomateriali è l'utilizzo di nanotubi in carbonio. I tubi hanno idealmente uno spessore di 1 nm e hanno caratteristiche meccaniche ed elettriche del tutto eccezionali: sono oltre venti volte più resistenti rispetto ad un buono acciaio e possono condurre meglio la corrente del rame (Fig. 4). La resistenza alla trazione si attesta attorno i 50GPa! In questo caso sono immaginabili materiali da costruzione, che contengono tali tubi di carbonio e che grazie a ciò dispongano di resistenze estreme alla trazione. Grazie a tali materiali si possono aprire ad architetti nuovi orizzonti nella progettazione.

### Rischi

Come qualsiasi tecnologia con ampiezza di effetto la nanotecnologia cela, a fianco di enormi chances, anche rischi. Nell'ambito della necessaria discussione sui potenziali rischi viene spesso

dimenticato, che diversi settori, nei quali la nanotecnologia oggi o in futuro farà il suo ingresso, da questo punto di vista rimane assolutamente non problematica. Un chip di computer non diverrà velenoso, per il solo fatto che i suoi transistor sono nettamente più piccoli rispetto a qualche anno fa. Pericoli per la salute e per l'ambiente vengono sospettati soprattutto in presenza di nanoparticelle non legate. Quali materiali in sospensione sono in grado di accedere ai polmoni, possono sviluppare in base alla loro elevata superficie specifica effetti tossici e, di alcune d'esse, si crede che, grazie alla loro piccola dimensione, siano in grado di superare la barriera sangue-cervello, con conseguenze fino ad ora praticamente non esplorate. Nel caso di prodotti, che contengono questo tipo di nanoparticelle funzionali occorre, prima di introdurli sul mercato, chiarire se esistono potenziali pericoli per l'uomo e l'ambiente. Se ciò non può essere escluso in partenza occorre definire le relative direttive di sicurezza per il loro impiego ed il loro smaltimento.

#### Posizione della Svizzera

A seguito delle elevate aspettative nei futuri prodotti le nanoscienze e sempre più anche le tecnologie di nanofabbricazione vengono a livello mondiale sostenute sempre più con considerevoli mezzi pubblici. Anche se la Svizzera nel confronto internazionale, in particolare modo rispetto agli Stati Uniti e al Giappone, finanzia programmi di ricerca piuttosto modesti, si è realizzato comunque nell'ambito della nanoscienza un lavoro pionieristico, e la Svizzera è riuscita in certi campi particolari a giocare a livello mondiale un ruolo da protagonista. Così vi sono in tutte le università e politecnici gruppi di ricerca attivi nella nanoscienza. In particolare modo va menzionata l'università di Basilea, l'ateneo dal quale è nato il «Centro di competenza nazionale in nanoscienze» sostenuto dal Fondo nazionale svizzero e dal quale si è pure sviluppato il «Swiss Nanoscience Institute» sostenuto pure dal Canton Argovia. Sempre più le conoscenze che emergono dalla nanoscienza si avvicinano alle applicazioni, sempre più importante è riuscire a coinvolgere le università professionali nella nanoricerca. Le università professionali hanno già in passato dato prova di essere uno strumento di transfer adatto al fine di poter tradurre le conoscenze scientifiche in applicazioni e prodotti, in particolare modo in collaborazione con le piccole e le medie imprese (PMI). Un primo passo in questa direzione è stata la fondazione due anni

fa dell'«Istituto per le applicazioni plastiche nella nanotecnica» (INKA) quale joint-venture tra le università professionali della Svizzera orientale e l'Istituto Paul Scherrer di Villigen, facente parte del settore dell'ETH. Aziende, in particolare modo PMI in Svizzera trovano in vari campi della nanotecnologia partner per la ricerca competenti nelle immediate vicinanze e vi sono molteplici possibilità per sviluppare progetti comuni tra aziende e istituzioni crediti finanziari.

#### Prospettive

Molti si attendono dalla nanotecnologia a lungo termine dei veri prodigi. Produzione industriale senza scarti, medicamenti senza effetti collaterali oppure impiego energetico senza perdite. Se e quando tutto ciò si avvererà avremo modo di vederlo. La nanotecnologia ha certamente il potenziale di riuscire a percorrere grandi passi verso alcune di queste visioni. Importante tuttavia è essere sempre coscienti, che si tratta di visioni spettacolari di prospettive a lungo termine. Non dobbiamo solo pensare in anni ma anche in decenni.

\* Prof. Dr. Ing. Paul Scherrer Institut – Institut für nanotechnische Kunststoffanwendungen Fachhochschule Nordwestschweiz