

## Nanotechnologie: Definitionen und Abgrenzungen

5 Statements von Prof. Dr. Roland Wiesendanger,  
Leiter des Kompetenzzentrums HanseNanoTec

---

### **1. Nanotechnologie ist etwas Neues**

Nanotechnologie basiert auf den neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnissen in den Feldern:

- Visualisierung, Analyse und Manipulation von Strukturen auf einer Größenskala von wenigen Nanometern bis zum einzelnen Atom,
- kontrollierte Synthese neuer funktioneller Materialien,
- Herstellung von wenigen Nanometer großen oder niederdimensionalen Systemen, deren physikalischen Eigenschaften von der Quantenphysik bestimmt werden.

Insbesondere die Entwicklung der Rastertunnelmikroskopie und der verwandten Rasterelektromethoden haben zu neuen Einsichten in der Erforschung von Materialien und Materialeigenschaften geführt, und zwar auf einer Größenskala von wenigen Nanometern bis aufs einzelne Atom genau. Die bei dieser Mikroskopie verwendeten Energien liegen deutlich unter den molekularen Bindungsenergien, weshalb sie eine zerstörungsfreie Erforschung diverser Probensysteme erlauben.

Auch die Entdeckung neuer nanoskaliger Materialien, wie Fullerene, Kohlenstoffnanoröhrchen und Nanoröhrchen aus anderem Material sowie die **kontrollierte** Synthese von Nanopartikeln genau definierter Form und Größe haben enorme Aktivitäten in Forschung und Entwicklung ausgelöst. Durch das bessere Verständnis der Physik und der Materialeigenschaften auf Nanometer- und Subnanometergrößenskalen sind jüngste Erfolge der Forschung, wie der Ein-Elektronen-Transistor oder der Quantenpunkt-Laser, erst möglich geworden.

### **2. Nanotechnologie ist sauber**

Die oben aufgeführten Nanotechnologie-Forschungsfelder erfordern alle saubere und vollständig kontrollierbare Prozesse, welche üblicherweise im Ultrahochvakuum oder in ultrasauberen flüssigen Lösungen durchgeführt werden.

Eine Massenproduktion von nanoskaligen Partikeln, bei der Größe und Form der Teilchen nicht kontrolliert werden können, ist schon seit Jahrzehnten (in manchen Fällen seit Jahrhunderten) möglich und hat nichts mit Nanotechnologie zu tun. Nanopartikel einer undefinierten Größe und Form werden von den meisten industriellen Produktionsprozessen erzeugt, die mit Rauch, Abgasen und Abwässern einhergehen.

Produktionsverfahren aus der Nanotechnologie ermöglichen eine genaue Kontrolle des Produktionsprozesses und des daraus entstehenden Produktes – bis aufs Atom oder Molekül genau.

### **3. Nanotechnologie ist die Grundlage wissenschaftlichen Fortschritts**

Nanotechnologie wurde durch wissenschaftliche Durchbrüche ermöglicht, wie die Erfindung des Rastertunnelmikroskops und der damit verwandten Rastersondenmethoden sowie auch die Entdeckung neuer Materialien, wie Fullerene und Kohlenstoffnanoröhrchen.

Die damit entstandene Möglichkeit, Materie hinab bis zur molekularen und atomaren Skala abzubilden, zu analysieren und zu manipulieren, hat eine ganz neue Basis für die modernen Naturwissenschaften hervorgebracht und ermöglicht ein tieferes Verständnis von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen.

Auf dieser Grundlage können Strukturen erzeugt werden, die die besonderen (quantenphysikalischen) Eigenschaften nanoskaliger Systeme nutzen, Eigenschaften, die sich grundsätzlich von denen makroskopischer Systeme unterscheiden.

### **4. Nanotechnologie ist eine Schlüsseltechnologie für die Industrie**

Der Fortschritt in allen Zweigen der modernen Technologie, einschließlich der Information- und Kommunikationstechnologie und der Biotechnologie, basiert auf dem Umgang mit großen Datenmengen. Die atemberaubende Entwicklung in der Miniaturisierung der halbleitergestützten Elektronik sowie der magnetischen Datenspeicherung hat sowohl bei den Strukturen heutiger elektronischer Schaltkreise als auch bei den magnetischen Bits zu Strukturgrößen deutlich kleiner als 100 Nanometern geführt.

Die aktuelle Entwicklung auf diesen Technologiefeldern profitiert in hohem Maße von den Produktions- und Analysemethoden, die durch die weltweiten Forschungsaktivitäten in den Nanowissenschaften und der Nanotechnologie hervorgebracht wurden. Der weitere Fortschritt wird nur durch solche Konzepte möglich sein, die diese „Mainstream“-Entwicklung mit neuen nanoskaligen funktionellen Einheiten kombinieren, die sich quantenmechanische Eigenschaften, Ein-Elektronen-Effekte oder die Manipulation einzelner Elektronenspins zu nutze machen.

### **5. Nanotechnologie öffnet neue Anwendungsfelder und neue Märkte**

Rückblickend haben immer technologische Entwicklungen zu Nachfrage nach neuen Produkten in der Gesellschaft und zu neuen Märkten geführt, nicht umgekehrt. Autos, Computer, Handys usw. sind nicht als Antwort auf den Bedarf einer großen Bevölkerungsgruppe entwickelt worden. Sie kamen auf den Markt, dank eines verbesserten Verständnisses physikalischer Prinzipien und der Weiterentwicklung technischer Fähigkeiten durch Wissenschaftler und Ingenieure. Bei der Einschätzung des Marktpotentials zukünftiger Technologien ist es daher kein zielführender Ansatz, von der aktuellen Nachfrage auszugehen. Nanotechnologie wird zu einer Vielzahl neuer Produkte und Anwendungen führen, welche heute noch nicht einmal vorstellbar sind. Es werden neue Bedürfnisse und neue Märkte entstehen, wie in allen vorangegangenen „Technologie-Zeitaltern“.

Der Versuch, die Nanotechnologieforschung auf einen heute zu überschaubaren Absatzmarkt zu beschränken, würde weiteren wissenschaftlichen Fortschritt stark behindern. Wissenschaftliche Durchbrüche resultieren in der Regel aus der Vision einzelner Personen oder kleiner Gruppen und nicht aus einem „Mainstream-Denken“.