

Welche Funktionalitäten charakterisieren die Nanotechnologie?

Nanotechnologie kann aufgrund ihrer Effekte und Funktionalitäten theoretisch in fast allen Branchen und Technologien zum Einsatz kommen. Sie kann - im Gegensatz zu anderen Technologien wie z. B. der Biotechnologie - nur unzureichend über ihre Anwendungsfelder beschrieben werden. Hinzu kommt, dass die Forschung in der Nanotechnologie noch in stärkerem Maße von den Möglichkeiten neuer Werkstoffe und Verfahren ("Technology Push") als von konkreten, an Kundenwünschen orientierten Anwendungsfällen ("Market Pull") vorangetrieben wird. Bisher ergeben sich praktische Anwendungen in vielen Fällen noch eher zufällig.

Die erforschten Funktionalitäten nanotechnologischer Materialien, Produkte und Verfahren bieten einen guten anwendungsorientierten Zugang zur Nanotechnologie für Unternehmen. Diese Phänomene sind eng mit Produktnutzen und -funktion und damit kundenorientierter Nachfrage verbunden und stellen das Bindeglied zwischen der Nanotechnologie und den Anwendungsbranchen dar. Die Funktionalitäten werden im Folgenden vorgestellt
(nach TAB 2004).

Mechanische Funktionalitäten

Die deutlich verbesserten mechanischen Funktionalitäten nanostrukturierter Festkörper sind höhere Härte, Bruchfestigkeit und -zähigkeit bei niedrigen Temperaturen oder Superplastizität bei hohen Temperaturen. Grundlage der Effekte ist eine Verkleinerung der Korngröße, so dass Größen erreicht werden, unterhalb derer im Korn selbst keine plastischen Verformungsmechanismen mehr ablaufen können. Für Kunden ergeben sich hieraus Nutzen wie eine verlängerte Lebensdauer von Produktionswerkzeugen und Komponenten, oder auch ressourceneffizientere Schmiersysteme.

Geometrische Besonderheiten

Die geometrischen Besonderheiten von Nanostrukturen liegen in ihrem Raumbedarf in der Größenordnung von Atomen und Molekülen. Daraus resultieren eine atomare Genauigkeit und extrem große Oberflächen / Volumen-Verhältnisse nanoporöser und nanopartikulärer Materialien. Kundennutzen sind z. B. einstellbare Porengrößen nanoporöser Membrane, molekulspezifische Separation und selektive Katalyse oder Ladungstrennungen und Adsorption in Verfahrensprozessen der Umwelttechnologie.

Elektrische Funktionalitäten

Die Verkleinerung der Partikelgröße und der Schichtdicken im unteren nm-Bereich führt zur Ausbildung zusätzlicher elektronischer Zustände. Ein Elektron kann nur diskrete, durch Lücken getrennte einzelne Energieniveaus annehmen. Solche Partikel verhalten sich nicht wie Festkörper, sondern sind ähnlich wie Atome. Durch gezielte Beeinflussung der Struktur können sie hinsichtlich ihrer elektronischen und optischen Eigenschaften maßgeschneidert werden. Eine praktische Nutzung dieses Effekts findet sich z. B. in Elementen mit schaltbaren elektrischen Zuständen, optischen Schaltern, thermoelektrischen Materialien als

Wärmetauscher oder antistatischen Oberflächen.

Magnetische Funktionalitäten

Die magnetische Funktionalität im nm-Bereich beruht auf paramagnetischen und ferromagnetischen Eigenschaften von Festkörpern. So lassen sich die makroskopischen magnetischen Eigenschaften beeinflussen, und Paramagnetismus tritt auf, der hier als **Superparamagnetismus** bezeichnet wird. In der Praxis genutzt wird der Magnetwiderstandseffekt, der in Magnetfeldsensoren zum Einsatz kommt, in magnetischen Speicherelementen oder in Klebstoffen, die mit magnetischen Nanopartikeln so modifiziert sind, dass die Hafteigenschaften schaltbar werden.

Optische Funktionalitäten

Die optischen Funktionalitäten beruhen auf der deutlich kleineren Größe von Nanopartikeln gegenüber der Wellenlänge des sichtbaren Lichts: An ihnen tritt keine Reflexion auf. Durch das Maßschneidern der Größe lässt sich spezifisch ein scharf begrenzter Wellenlängenbereich (eine Farbe) einstellen, in dem das Material Licht absorbiert oder emittiert. Nanopartikel weisen neue optische Eigenschaften hinsichtlich Farbe, Fluoreszenz oder Transparenz auf. Genutzt wird dies in transparenten Dispersionen von Nanopartikeln oder in optisch funktionalen Oberflächen, wie z.B. bei der Entspiegelung von Solarzellen, oder im Bereich der optischen Analyse und der Informationsübertragung.

Chemische Funktionalitäten

Die chemische Funktionalität von Nanoobjekten beruht wesentlich auf deren Oberflächenstruktur: Nanostrukturierte Materialien weisen einen besonders großen Anteil an Oberflächenatomen auf. Solche Atome sind aufgrund ihrer ungesättigten Bindungen besonders reaktiv. Gitterverspannungen bzw. verzerrte Bindungswinkel führen zu einer erheblich vergrößerten Oberflächenenergie. Nutzbar ist dies für Oberflächen mit maßgeschneidertem Benetzungsverhalten, zur räumlichen Anordnung von funktionellen Gruppen, zur Erhöhung der chemischen Selektivität und Reaktivität, aber auch der chemischen Stabilität in unterschiedlichen chemischen Verfahrensprozessen.

Biologische Funktionalitäten

Unter der biologischen Funktionalität nanoskaliger Materialien wird die Nutzung der Wechselwirkung mit komplexen biologischen Systemen wie Zellen, Organismen oder Biomolekülen verstanden. Wesentlich ist hierfür die Rauigkeit und Strukturierung im Mikro- und Nanometerbereich. Ein Nutzen ergibt sich zum einen durch die Transferrichtung "Nano2Bio", d. h. die Nutzung nanotechnologischer Verfahren und Materialien für die Untersuchung biologischer Fragestellungen wie z. B. in der Nanoanalytik. Zum anderen eröffnet die Transferrichtung "Bio2Nano" die Nutzung biotechnologischer Materialien und Baupläne zur Herstellung technischer Nanosysteme: Biologische Bausteine werden im Nanomaßstab als Komponenten für technische

Systeme eingesetzt. Grundlage sind biologische Bausteine, Funktions- oder Organisationsprinzipien.

[zurück](#)