

Nachhaltige Innovationen mit Nanomaterialien

Auszüge aus Veröffentlichungen der TEMAS im Rahmen des Open Innovation News Tickers, erschienen zwischen 29.11.2010 und 21.03.2011

Autor: TEMAS AG, Dr. Jürgen Höck

Einleitung: Nachhaltige Innovationen mit Nanomaterialien

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Innovation, Nachhaltigkeit

Die Entwicklung der "Nanotechnologie" ist gekennzeichnet durch eine erste Euphorie Ende der 90er Jahre, gefolgt von einer einsetzenden Ernüchterung weil die übertriebenen Erwartungen in die technologischen Möglichkeiten oft nicht erfüllt werden konnten. Dazu kommt seit einiger Zeit eine nicht immer objektiv und ausreichend differenziert geführte Diskussion über "Nanorisiken". Demgegenüber treten die wirklich nachhaltigen Chancen für Innovationen häufig in den Hintergrund.

Für diese Entwicklung finden sich verschiedene Gründe:

- Das Wesen der "Nanotechnologie" wird nicht verstanden: Nanoskalige Materialien haben ganz spezifische Eigenschaften, die sie gegenüber den jeweiligen Bulk-Materialien auszeichnen. Nur eine Nutzung dieser speziellen Eigenschaften rechtfertigt den Einsatz in neuen Anwendungen.
- Eine differenzierte Betrachtung des Begriffes "Nanotechnologie" wird nicht gemacht: Es gibt nicht eine "Nanotechnologie", sondern verschiedene technologische Bereiche, in denen der Nanomassstab eine Rolle spielt. Zudem beinhalten die Nanotechnologien die Felder Nanoinstrumentation, Nanoanalytik und Nanomaterialien, die völlig unterschiedlich betrachtet werden müssen.
- Auch der Begriff "Nanomaterial" ist zu allgemein gefasst - es gibt Nanoobjekte (Nanopartikel, Nanofasern, Nanoplättchen) und nanostrukturierte Materialien (oberflächenstrukturierte Materialien, nanometerdicke Schichten, Agglomerate, Aggregate...), die alle unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können.
- Mögliche Risiken der Anwendung von Nanotechnologien werden völlig undifferenziert betrachtet: Es wird unterlassen, zwischen verschiedenen Arten von Nanomaterialien in unterschiedlichen Anwendungen zu unterscheiden. Dies führt zwangsläufig zu Pauschalurteilen und Überreaktionen.

Um die grossen Potenziale der Nanomaterialien für Innovationen nachhaltig zu nutzen, muss eine genaue Analyse der Anforderungen vorausgehen. Bei der Auswahl der geeignetsten Lösung sollten Nanomaterialien nur im Vordergrund stehen, wenn sie einen konkreten Vorteil bringen. Die gefundenen Nanolösungen sollten auf eventuelle Risikopotenziale geprüft werden.

In den nächsten Wochen werden wir an dieser Stelle zur Verdeutlichung der oben gemachten Aussagen einige Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien aus der Praxis diskutieren.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 1. Nanographit

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Nanographit

"Um die grossen Potenziale der Nanomaterialien für Innovationen nachhaltig zu nutzen, muss eine genaue Analyse der Anforderungen vorausgehen". Dies war eine der Kernaussagen in unserer vor zwei Wochen verschickten Mitteilung. In der Theorie klingt das sinnvoll, aber was bedeutet es in der Praxis? Um dieser Frage ein wenig auf den Grund zu gehen, werden wir an dieser Stelle nun regelmässig einige Beispiele aus den Anwendungsbereichen von Nanomaterialien aufgreifen.

Beispiel Nanographit: Kunststoffe müssen heute eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen, je nach Anwendungsgebiet können diese auch stark variieren. Aus Kunststoff gefertigte Abfallbehälter für Lösemittel, wie sie zum Beispiel in chemischen Laboratorien oder der chemischen Industrie verwendet werden, müssen über eine definierte elektrische Ableitfähigkeit verfügen, um bei entzündlichen Lösemitteln wie verschiedenen Ethern den Explosionsschutz zu gewährleisten. Diese Ableitfähigkeit kann mit Graphit als Füllstoff günstig erzeugt werden. Mit der Anforderung an die Behälter, dass der Flüssigkeitsstand im Inneren von aussen sichtbar sein muss versagt der Einsatz von normalem Graphit - er färbt den Kunststoff zu dunkel.

Eine Lösung bietet sich durch die Verwendung von nanoskaligem, exfoliiertem Graphit, welcher sich über ein spezifisches Verfahren herstellen lässt. Dieser Nanographit lässt sich in den Kunststoff einarbeiten und erzeugt schon bei viel kleineren Mengen eine sogenannte Perkolation, also das Auftreten der gewünschten Ableitfähigkeit. Durch die kleineren Mengen an Graphit entsteht im Kunststoff nur noch eine leichte Graufärbung, der Flüssigkeitsstand ist noch erkennbar.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 2. Nanoporöse Glasmembranen

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, nanoporöse Membranen, Molekularsiebe

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Nanomaterialien für innovative Materiallösungen ist die Verwendung nanoporöser Glasformkörper.

Membranen und Molekularsiebe im High-Tech-Einsatz erfordern heute vielfach eine Kombination aus massgeschneiderter Form für unterschiedliche Anwendungen, monodispersen Poren in einem weiten Grössenbereich, modifizierbaren inneren Oberflächen, hohen Stabilitäten und guter biologischer Verträglichkeit. Verfügbare Materiallösungen, inklusive synthetischen Zeolithen, stossen hier an ihre Grenzen.

Hier sind strukturierte Nanomaterialien das Mittel der Wahl, um diese Problematik in den Griff zu bekommen: Durch die Entwicklung und Optimierung der Herstellung spezieller Glasformkörper ist es gelungen, hochreine ultradünne nanoporöse Glasmembranen herzustellen. Diese können, anders als Zeolithe, in einem weiten Porengrössenbereich definiert synthetisiert werden und lassen sich damit auch als Molekularsiebe für grössere Moleküle einsetzen. Die Möglichkeit, diese Glasmembranen in stark unterschiedlichen Formen herzustellen, eröffnet dieser Materialklasse nun ein weites Anwendungsfeld.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 3. Nanokomposit-Werkstoffe im Automobilbereich

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Komposite, Karosseriebau, Leichtbau

Speziell im Bereich von Kompositwerkstoffen mit einer Kombination unterschiedlicher Eigenschaften hat die Verwendung von nanoskaligen Füllstoffen ein grosses Potenzial, bestehende technologische Einschränkungen zu überwinden. Als Beispiel sei die Automobilindustrie angeführt.

In diesem Sektor bestimmt heute die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der Kohlendioxid-Emissionen den Fokus neuer technologischer Entwicklungen: schwere metallische Materialien sollen möglichst durch leichte Kunststoffe ersetzt werden, ohne dass Einbussen in den mechanischen Eigenschaften der Bauteile auftreten. Zusätzlich zu dieser Forderung müssen die Kunststoffe ausreichend wärmeformbeständig und langzeitstabil sein und dabei einen möglichst kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten haben. In einigen Fällen sollen die Bauteile auch transparent sein. Handelsübliche Kunststoffe haben diese Eigenschaften nicht, der Einsatz von üblichen Füllstoffen kann im besten Fall einige der Anforderungen erfüllen, dabei müssen teilweise aber erhebliche Anteile an Füllstoffen in die Komposite eingebracht werden.

Nanoskalige Schichtsilikate mit einer geeigneten Oberflächenmodifikation lassen sich stabil in verschiedene industriell verbreitete Polymere einbringen. Dort bewirken sie zum Einen eine erhöhte Temperaturtoleranz, was den Einsatz industriell üblicher Lackierverfahren ermöglicht. Zum Anderen bewirken sie eine Reduktion des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, die Bauteile lassen sich deshalb besser integrieren. Durch die kleinen Abmessungen der Nanopartikel bleiben sie unsichtbar, die ursprüngliche Optik von Bauteilen, wie Farbe und Transparenz, wird nicht beeinträchtigt.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 4. Nanoverkapselung für medizinische Zwecke

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Wirkstofftransport, biologische Barrieren, Nanomedizin

In Medizin und Pharmazie besteht ein grosses Problem darin, makromolekulare Wirkstoffe wie Proteine oder Antikörper für schwer heilbare Krankheiten durch körpereigene biologische Barrieren zu transportieren. Dazu gehören zum Beispiel Schleimhäute, die Blut-Hirn-Schranke, die Haut oder die Plazenta. Ein Transport der reinen Wirkstoffe durch diese Barrieren in ausreichender Menge, um therapeutisch wirken zu können, ist in den meisten Fällen nicht möglich. Es besteht deshalb eine Notwendigkeit, geeignete Transportsysteme zu entwickeln, die von den Barrieren im Körper nicht aufgehalten werden. Zudem müssen diese Transportsysteme ausreichende Mengen an Wirkstoffen transportieren und diese an den richtigen Stellen im Organismus freisetzen können.

Nanoskalige Partikel können aktiv durch körpereigene Barrieren transportiert werden. Dies eröffnet die Möglichkeit, sie als Transportmittel auch für grössere Makromoleküle zu verwenden. Die Wirkstoffe können auf diese Art praktisch durch die Sperren geschleust werden, die im Körper existieren. Nanopartikel können auch auf unterschiedliche Arten Oberflächen-modifiziert werden. Dies gestattet, sie gezielt auf bestimmte Organe abzustimmen, in denen sie sich anreichern sollen. Gegenwärtig werden hochselektive Methoden erforscht, um Nanokapseln im Körper zu detektieren und um die Freisetzung der Wirkstoffe "auf Knopfdruck" zu ermöglichen.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 5. Fügen von kleinsten Bauteilen durch Nanostrukturen

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Nanostrukturen, Fügen, Mikromechanik, Biomimetik

Mit zunehmender Verkleinerung und steigender Komplexität der Bauteile im Bereich Mikromechanik und Halbleiterindustrie werden die Anforderungen an Technologien zum Fügen dieser Bauteile stetig strenger. Speziell bei den immer kleineren, dünneren und empfindlicheren Mikrochips sind verbesserte Methoden zum Halten sowie zum Positionieren vor dem Kleben gesucht. Nachteilig bei den gängigen Methoden sind vor allem die hohen Temperaturen beim Fügen sowie die aufwändige Vorbereitung der zu verbindenden Teile.

Durch das Aufbringen spezieller nanoskaliger Strukturen auf die Oberflächen der zu fügenden Teile lassen sich diese Teile auf eine Art und Weise verbinden, die einem Klettverschluss sehr ähnlich ist. Der Ansatz ist biomimetisch, diese Strukturierung ist der Beschaffenheit von Gecko-Füßen nachempfunden. Zu diesem Zweck werden die Oberflächen mit kleinen Strukturen ausgestattet, die wiederum in nanometergrossen Polymerstäbchen enden. Die enorme Oberfläche der Nanostrukturen erzeugt gewaltige van der Waals-Kräfte, die zu einer Anhaftung der Teile auf praktisch allen festen Oberflächen führt. Dadurch können kleinste Komponenten auf einfache Weise verbunden werden. Die Vorteile dieser Methode sind unter anderem ihre Einsetzbarkeit bei beliebigen Temperaturen, ihre Reversibilität, Stabilität und Flüssigkeitsdichtheit.

Beispiele von Innovationen mit Nanomaterialien: 6. Nanobeschichtung aus Glas

Keywords: Open Innovation, Nanomaterialien, Nanobeschichtung, Anti-Fingerprint, Stahl-Oberflächen

Der Einsatz von Metallen in Bereichen wie Küche, Medizin, Architektur und Automobil ist vielfältig, die Konkurrenz durch andere Werkstoffe wie Keramiken und Kunststoffe ist aber stark und im Wachsen begriffen. Besonders Metalloberflächen, die optisch ansprechend aussehen müssen, leiden nach wie vor unter Beeinträchtigungen durch Kratzer, Fingerabdrücke, Säuren und anderes mehr. Dies gilt vor allem für Edelstahl, der durch diese Einflüsse Aussehen und damit Wert einbüsst. Normale Beschichtungen zum Schutz der Oberflächen beeinträchtigen meistens die Optik des Edelstahls.

Eine nur Nanometer-dicke Beschichtung aus Glas bietet eine neuartige Lösung zum Schutz der Oberflächen. Nach Aufsprühen und Aushärten macht diese dünne, glasartige Beschichtung die Metalloberfläche abriebfest, widerstandsfähig gegen Fingerabdrücke und kratzfest, ohne dabei die Optik des Metalles zu ändern. Eine Besonderheit hierbei ist, dass die Glasschicht elastisch bleibt und somit auch Umformprozesse übersteht. Die Anwendung auf Edelstahl ist erprobt, prinzipiell lässt sich der Prozess auch auf andere Metalle anwenden.