

“ WIR ENTWICKELN UND GESTALTEN ERFOLGREICHE PRODUKTE.

BUSSE DESIGN+ENGINEERING



eNews-Artikel Sommer 2014

Einsatz von Kohlenstoff-Nanoröhrchen (CNT) in der Materialentwicklung

Die wachsende Ressourcenknappheit erfordert technische Fortschritte bei der Material- und Produktentwicklung. Neben ökologischen und ökonomischen Aspekten müssen neue Materialien auch den wachsenden industriellen und technologischen Anforderungen gerecht werden.

Die Nanotechnologie gilt als der aussichtsreichste wissenschaftliche Durchbruch im Bereich der Materialentwicklung. Sie beschäftigt sich mit der Synthese und Strukturmodifizierung in der Größenordnung von 10⁻⁹ m. In dieser Größenordnung lassen sich an Stoffen oftmals verblüffende physikalisch-chemische Eigenschaften einstellen. Die gezielte Modifizierung im Nanometermaßstab erlaubt es, die Eigenschaften von Materialien grundlegend zu verändern, ihr Nutzungspotential mehrfach zu verbessern sowie ihr bisheriges Anwendungsgebiet zu erweitern.

Wichtigstes Werkzeug der Nanotechnologie bei der qualitativen Optimierung von Materialien sind Carbon Nanotubes (CNT / Kohlenstoff-Nanoröhrchen), zu deren Entwicklung bereits in den 90er Jahren erste Veröffentlichungen erschienen sind. Bei Kohlenstoff-Nanoröhrchen handelt es sich um zylinderförmig aufgerollte Graphenschichten der Dicke eines Kohlenstoff-Atoms. Der gemessene Durchmesser dieser Strukturen liegt im Nanometer-Bereich (ca. 4 Angström). Ihr Verhältnis von Länge zu Durchmesser kann bis zu 130.000.000:1 betragen - deutlich mehr als bei jedem anderen Material. Dank ihrer Struktur verfügen Kohlenstoff-Nanoröhrchen über eine einmalige Kombination physikalischer Eigenschaften. Obgleich CNT unglaublich fest sind (200 Mal fester als Stahl bei einer signifikant geringeren Dichte von ca. 1/5), behalten sie ihre Flexibilität und Elastizität. Ebenso stellen die elektrische Leitfähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit von CNT den Großteil der bekannten Materialien in den Schatten.

Kohlenstoff-Nanoröhrchen setzen in ihrer Wirkung auf der molekularen Ebene an und können so die physikalischen Kennwerte von Materialien grundlegend verän-

dern. Diese Eigenschaft kann in der Materialentwicklung effektiv eingesetzt werden. Zahlreiche anwendungsnahe Forschungen haben gezeigt, dass die Einarbeitung äußerst geringer Mengen an Carbon Nanotubes in das Ausgangsmaterial entscheidende Materialeigenschaften verbessert, ohne andere Eigenschaften zu verschlechtern. Wichtig ist zudem, dass der Einsatz solcher modifizierter Materialien keine grundlegenden Änderungen der bisherigen technologischen Prozesse verursachen. Schätzungen zufolge sind Carbon Nanotubes in der Lage die Eigenschaften von 70% aller vorhandenen technologischen Materialien zu verbessern.

Anwendungsgebiete



Trotz ihres riesigen Potentials haben CNT gegenwärtig noch keine breite Anwendung in der Industrie gefunden. Grund hierfür sind die hohen Herstellkosten für qualitativ hochwertige Single- und Double-walled Carbon Nanotubes.

Besondere Aufmerksamkeit kommt vor allem den einwandigen CNT zu (Single Walled CNT = SWCNT), da sie die Eigenschaften von Materialien mit Abstand am stärksten beeinflussen können.

Mit den bisherigen Herstellungsmethoden liegt der Anteil an SWCNT innerhalb einer Charge bei ca. 10%. Der restliche Anteil besteht aus mehrwandigen CNT (MWCNT), die die Eigenschaften der Materialien bei weitem nicht so stark beeinflussen können wie die

SWCNT. Zur Trennung der ein- und mehrwandigen CNT werden Sortierverfahren eingesetzt, die extrem kostenintensiv sind. Dadurch sind das Einsatzspektrum und die Wirtschaftlichkeit der SWCNT entsprechend eingeschränkt. Bisher lag der Marktpreis bei ca. USD 40.000/Kg für SWCNT und DWCNT. Zum Vergleich: Platin kostet aktuell USD 45.000/Kg.

Unser Kunde OCSiAl (<http://en.ocsial.com/>) hat ein Herstellungsverfahren patentiert, in dem der Chargenanteil der SWCNT bei ca. 75% liegt. Mit einer Produktion von ca. 10t/Jahr wird der Einsatz von ein- und zweiwandigen Kohlenstoff-Nanoröhrchen für eine breite Anwendung erstmals wirtschaftlich plausibel.

OCSiAl führt mit großen Technologiefirmen aus der ganzen Welt Entwicklungsprojekte in den genannten Anwendungsgebieten durch und ist bereits in der Lage, überzeugende Ergebnisse zu präsentieren.

BUSSE Design+Engineering hat die Aufgabe übernommen, in ihrer Ideenschmiede potentielle Anwendungsmöglichkeiten und -gebiete für den Einsatz von Carbon Nanotubes zu recherchieren und entwicklerisch zu unterstützen. So wurden z.B. die Weichen für erste Synergien im Bereich des 3D-Drucks gestellt: der Druck von Tragstrukturen und 3-dimensionalen elektrischen Schaltungen in nur einem Durchgang.

Parallel steht BUSSE vor dem spannenden Projekt, ein Produkt als Demonstrator für unseren Kunden OCSiAl zu entwickeln, der sämtliche potentiellen Eigenschaften des Einsatzes von Single Walled CNT deutlich herausstellen wird.

Beispiele aus dem Labor von OCSiAl

Eigene Untersuchungen* der Firma OCSiAl bzgl. der Anwendung von ein- und zweiwandigen Carbon Nanotubes (Marke TUBALL®) haben gezeigt:

- + Transparente leitfähige Folien: Durch eine Zugabemenge von 0,005% TUBALL® konnte ein Oberflächen-Widerstand von 100 Ω /sq bei einer Transparenz von nach wie vor 87% erreicht werden.
<http://en.ocsial.com/usage/1#content>
- + Li-Ionen Batterien: Die Zugabe von 0,1% TUBALL® in die Kathodenmasse halbiert die notwendige Zeit für das Aufladen der Batterie und erhöht deren Lebensdauer um 50%.
<http://en.ocsial.com/usage/4#content>

- + CFK: Durch eine Zugabemenge von 0,05% TUBALL® konnte das Elastizitätsmodul des Materials um 32% erhöht werden.
<http://en.ocsial.com/usage/5#content>
- + Gummi: Durch einen Anteil von 0,03% TUBALL® im Autoreifen war eine Verbesserung der drei im magischen Dreieck zusammengefassten, entscheidenden Eigenschaften im Bereich von 3-10% gleichzeitig möglich.
<http://en.ocsial.com/usage/3#content>
- + Polypropylen: Eine Zugabemenge von 0,05% TUBALL® in Polypropylen steigert dessen Elastizitätsmodul um 50% und erhöht dessen Glasübergangstemperatur um 20%.
<http://en.ocsial.com/usage/5#content>

*Quelle: Ergebnisse Entwicklungslabor OCSiAl; Verwendung von TUBALL® (Nanomaterial Anteil an SWCNT von 75%) Herstellung durch patentiertes Verfahren von OCSiAl

Weitere aktuelle Anwendungsbeispiele von CNT:

(1) Schusssicheren Westen: Marilyn Minus, Hochschuldozent für Ingenieurwissenschaften an der Northeastern, hat einen Fasertyp entwickelt, der bereits in der ersten Generation schon stärker als Kevlar, Spectra und Dyneema ist und fast an die Stärke von Zylon herankommt.
Mehr dazu können Sie [hier](#) lesen.

(2) Entwicklung einer an eine Textilfaser erinnernden CNT-Faser. Jedoch ist die Strom- und Wärmeleitfähigkeit vergleichbar mit der eines Metalldrahtes. Es wird erwartet, dass diese Kombination von Eigenschaften ganz neue Möglichkeiten für ein einmaliges Produkt im Bereich der Raumfahrt, dem Automobilbau, der Medizin und im Bereich intelligenter Kleidung (Smart Clothing) bieten wird.
Mehr dazu können Sie [hier](#) lesen.

(3) Es wurde der erste Computer entwickelt, der ausschließlich mit Graphen-Röhrchen konstruiert wurde und so eine neue Generation von digitalen Geräten eröffnet. „Cedric“ ist nur ein Basis-Prototyp, aber er könnte zu einer Maschine weiterentwickelt werden, die kleiner, schneller und effizienter als die heutigen auf Silicium basierenden Computer ist.
Mehr dazu können Sie [hier](#) lesen.

Ihr Ansprechpartner bei BUSSE:
Patrick David, Leiter Entwicklung
Tel. +49 (0) 73 08 / 81 14 99 64
Email: david@busse-design.com

Ihr Ansprechpartner bei OCSiAl Ltd:
Bernd Runge, Vice President Europe
Tel. +49 (0) 30 47494143
Email: bernd.runge@ocsial.com
Homepage: <http://en.ocsial.com/>