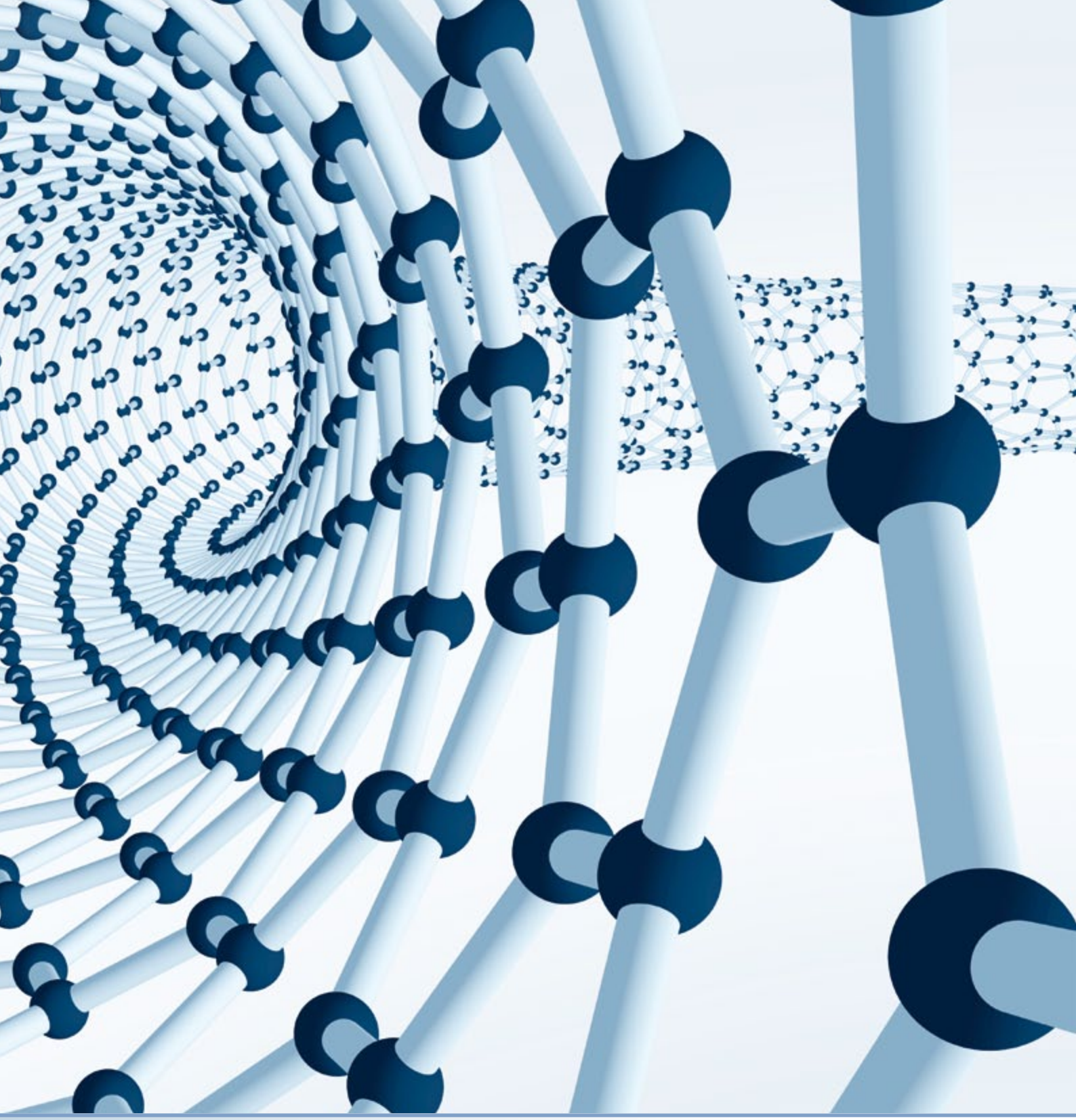


Innovationsallianz CNT – Kohlenstoffnanomaterialien erobern Märkte

Inno.CNT
INNOVATIONSALLIANZ CARBON NANOTUBES

Inno.CNT

Inhalt

Grußwort Prof. Dr. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung 02

Kohlenstoffnanoröhrchen – CNT: winzige Kohlenstoffstrukturen mit außergewöhnlichen Eigenschaften 03

Die Innovationsallianz CNT – Inno.CNT: einzigartiges Bündnis aus Wissenschaft und Industrie in Deutschland 04

Interview Dr. Péter Krüger, Clusterleiter Inno.CNT 06

CNT-Technologiepotenzial beschleunigt künftige Wirtschaftsdynamik 07

Elektronik: Hightech-Anwendungen für zahlreiche Schlüsselbranchen 08

Energie und Umwelt: Ressourcen sparen und Lebensraum schützen 10

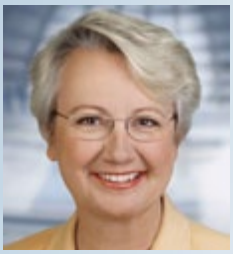
Mobilität: modernste Werkstoffe für energieeffizienten Transport und Verkehr 12

Leichtbau: Innovationen mit hohem Marktpotenzial 14

Entwicklung von Basistechnologien: handfester Nutzen für Mensch, Umwelt und Gesellschaft 16

Forschung und Verantwortung: sichere Nutzung von Kohlenstoffnanoröhren 17

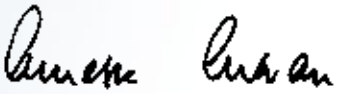
Partner in der Inno.CNT und Impressum 18



Mit der Hightech-Strategie für Deutschland stärkt die Bundesregierung die Innovationskraft unseres Landes nachhaltig. Es gehört zum Markenkern der Hightech-Strategie, alle Ressorts hinter einer gemeinsamen Idee zu versammeln. In der fortgeschriebenen Hightech-Strategie richten wir die Innovationspolitik noch stärker an ganz konkreten Aufgaben und den Bedürfnissen der Menschen aus. Deshalb konzentrieren wir uns auf fünf Schwerpunkte: Klima und Energie, Gesundheit, Kommunikation, Mobilität und Sicherheit. Das sind die Bedarfsfelder, auf denen sich die wichtigsten Menschheitsfragen des 21. Jahrhunderts entscheiden werden. Die Werkstofftechnologie spielt dabei eine Schlüsselrolle.

Insbesondere Kohlenstoffnanoröhrchen (CNT) sind echte Innovationstreiber. Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften sind sie in der Lage, in der Werkstofftechnologie neue Dimensionen zu eröffnen und damit Innovationen den Weg zu bahnen. Die Innovationsallianz Inno.CNT hat daher eine hohe strategische Bedeutung. Sie trägt in besonderem Maße dazu bei, Initiativen der Industrie zu bündeln und die Grundlage für einen Leitmarkt für diese neue Technologie zu etablieren. Wichtige produktionstechnische Hürden bei der CNT-Herstellung konnten im Rahmen der Allianz bereits überwunden werden. Deshalb steht jetzt die weitere Anwendungsentwicklung im Vordergrund. Das Projektspektrum wurde auf jetzt 27 Projekte ausgeweitet.

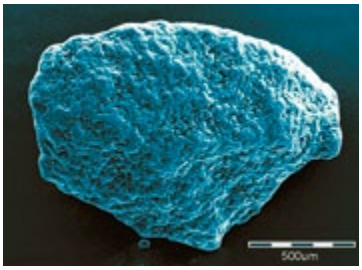
Die Innovationsallianz Inno.CNT ist hinsichtlich Struktur und Umfang deutschlandweit ein einzigartiger Projektverbund. Kompetente Partner aus Wissenschaft und Industrie – einschließlich zahlreicher kleiner und mittelständischer Unternehmen – haben sich zusammengeschlossen, um der zukunftsträchtigen CNT-Technologie zum Durchbruch zu verhelfen und so verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Branchen und Industriezweigen zu ermöglichen. Dies stärkt den Innovationsstandort Deutschland und sichert seine Wettbewerbsfähigkeit.

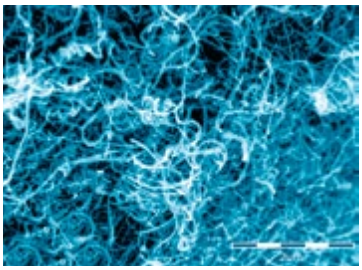


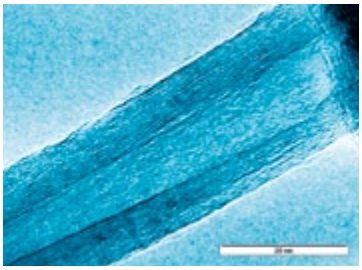
Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Kohlenstoffnanoröhrchen – CNT: winzige Kohlenstoffstrukturen mit außergewöhnlichen Eigenschaften







Kohlenstoffnanostrukturen im Fokus: Agglomerat aus verknäulten flexiblen mehrwandigen Kohlenstoffnanoröhren (Bild oben), vergrößerter Ausschnitt aus einem Agglomerat (Bild in der Mitte) und Detailansicht einer einzelnen mehrwandigen Kohlenstoffnanoröhre (Bild unten).

Kohlenstoffnanoröhren – Carbon Nanotubes (kurz CNT genannt) gehören aufgrund einer Reihe von überlegenen Eigenschaften zu den spektakulärsten Materialien des 21. Jahrhunderts. Sie sind in der Lage, der Werkstofftechnologie in vielen Bereichen neue Dimensionen zu eröffnen und damit innovative Produkte und Anwendungen hervorzubringen. In den letzten Jahren hat die Entwicklung von CNT und deren Anwendungen rasant zugenommen.

Carbon Nanotubes: winzige Kohlenstoffstrukturen bewegen die Werkstofftechnologie

CNT sind mikroskopisch kleine Kohlenstoffröhren, die über einzigartige Materialeigenschaften verfügen und mit denen sich neue Werkstoffe mit außergewöhnlichen Qualitäten entwickeln lassen. Die Wände der winzig kleinen Kohlenstoffröhren bestehen – analog zu Fullerenen oder den Ebenen des Grafits, d. h. zu den Grafenen – ausschließlich aus Kohlenstoff und weisen eine wabenartige Struktur mit sechseckig angeordneten Kohlenstoffatomen mit jeweils drei Bindungspartnern auf. Carbon Nanotubes unterteilen sich in ein- oder mehrwandige Nanoröhren (Single Wall Carbon Nanotubes – SWCNT – und Multi Wall Carbon Nanotubes – MWCNT). Die winzigen Röhren tragen unter anderem dazu bei, sowohl die mechanischen als auch die elektronischen Eigenschaften von Werkstoffen grundlegend zu verbessern. Obwohl CNT bereits in der wissenschaftlichen Literatur prinzipiell seit Langem bekannt waren, erlangten sie erst Anfang der 90er Jahre mit einer Veröffentlichung in der renommierten Zeitschrift „Nature“ besondere Beachtung. Danach haben Wissenschaftler weltweit und auch in Deutschland umgehend damit begonnen, die Herstellverfahren für CNT, deren Eigenschaften und mögliche Anwendungen intensiv zu erforschen. Die deutsche CNT-Forschung hat heute eine gute Position, die es im starken internationalen Wettbewerb zu erhalten und auszubauen gilt. Aufbauend auf diesen Forschungsergebnissen entwickelt Inno.CNT Grundlagen für Technologien und Anwendungen für CNT-basierende Produkte, die einen wichtigen Beitrag zur Entstehung neuer Leitmärkte und damit zur Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands leisten werden.

CNT-Eigenschaftsprofil übertrifft vielfach die Merkmale bekannter Werkstoffe

Besonders eindrucksvoll sind die mechanischen Eigenschaften der Kohlenstoffnanoröhren. Bezogen auf ihr Gewicht haben sie eine vielfach höhere spezifische Festigkeit als Stahl und auch als Carbonfasern. Deshalb lassen sich unter Verwendung von CNT künftig hochfeste und ultraleichte Materialien fertigen, die heute so noch nicht kommerziell realisiert sind. Darüber hinaus verfügen CNT über eine höhere Leitfähigkeit für den elektrischen Strom als Kupfer und Wärme leiten sie besser als Diamant – dem besten bisher bekannten Wärmeleiter. Diese Eigenschaften gezielt für technische Anwendungen im industriellen Maßstab nutzbar zu machen, ist Kernaufgabe der Innovationsallianz Inno.CNT. Insbesondere in den gesellschaftlichen Bedarfsfeldern Energie & Umwelt, Mobilität, Leichtbau und Elektronik sollen neuartige Werkstoffe, Materialien und Anwendungen auf CNT-Basis entwickelt werden und damit zur Entstehung neuer Leitmärkte beitragen.

Die Innovationsallianz CNT – Inno.CNT: einzigartiges Bündnis aus Wissenschaft und Industrie in Deutschland

Inno.CNT

Als eng vernetzter Forschungsverbund mit rund 90 namhaften Partnern aus Wissenschaft, Mittelstand und Großindustrie will Inno.CNT in Deutschland die Grundlagen für einen Leitmarkt für Carbon Nanotubes (CNT) schaffen. Die Allianz schlägt eine Brücke zwischen wegweisender Technologie und praxisnahen Anwendungen in zahlreichen Industriebereichen entlang der Wertschöpfungskette.

Inno.CNT startete 2008 mit ca. 70 Partnern in 18 miteinander vernetzten Projekten, die neben Basistechnologien und Sicherheitsforschung drei Anwendungsgebiete im Fokus haben. Die ursprünglichen 14 Anwendungsprojekte fokussieren daher auf die Bereiche Energie und Umwelt, Mobilität und Leichtbau. Aufgrund der erfolgreichen Arbeit innerhalb der Allianz ist Inno.CNT mittlerweile auf 27 Projekte gewachsen und deckt mit dem neu implementierten Bereich Elektronik ein weiteres Technologiefeld ab. Gefördert wird die Allianz vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Grundlegende Verbesserungen bei mechanischen, elektronischen und thermischen Eigenschaften von Werkstoffen

CNT haben das Potenzial, neue Werkstoffe und Produkte in zahlreichen Anwendungen hervorzubringen, deren Eigenschaften und Eigenschaftskombinationen mit bisheriger Technologie nicht realisierbar sind. Inno.CNT hat sich die Aufgabe gesetzt, die vielfältigen Anwendungen für CNT zu erschließen und in Deutschland mit dieser Schlüsseltechnologie zur Etablierung neuer Leitmärkte beizutragen. Damit wird ein Beitrag für eine internationale Spitzenposition Deutschlands bei der Nutzung von CNT-basierenden Technologien und Produkten geleistet. Um hier das Marktpotenzial schnell und gezielt zu heben, fokussiert sich die Allianz auf Bereiche mit hoher wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Relevanz. Die Allianz ist Teil der Hightech-Strategie der Bundesregierung und wird seit 2008 im Rahmen des Programms „Werkstoffinnovation für Industrie und Gesellschaft (WING)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

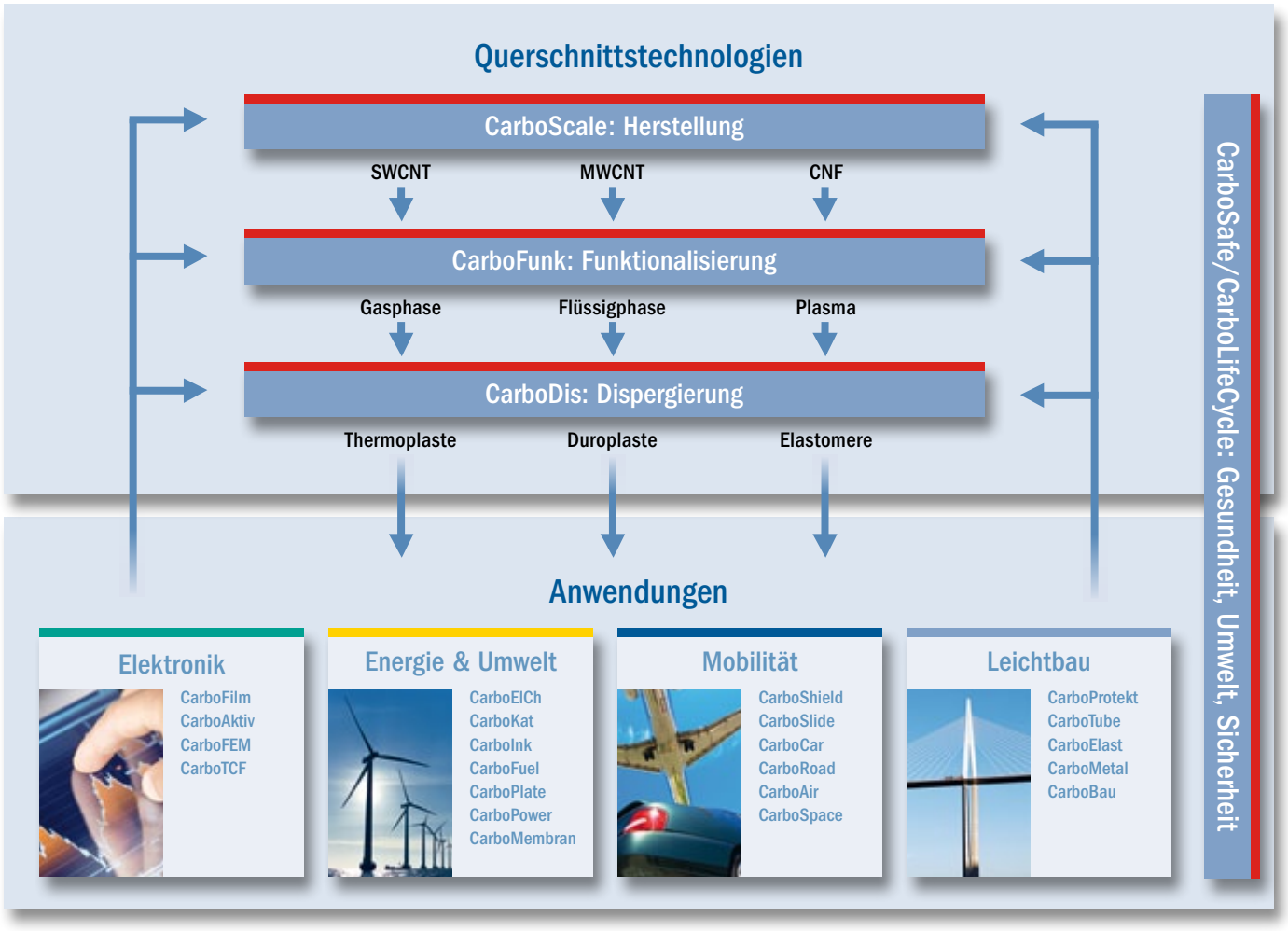
Inno.CNT: gemeinsame Ziele als Fundament für einzigartige Lösungen

Die Innovationsallianz steht für gemeinsame Lösungen mit erheblichen Synergieeffekten. Zusammen besteht die Allianz aus inzwischen 27 eng vernetzten Projekten. Drei davon erarbeiten Lösungen für die Herstellung, Funktionalisierung und Dispergierung von CNT. 22 Projekte verteilen sich auf die Anwendungsbereiche Energie & Umwelt, Leichtbau, Mobilität und Elektronik und zwei Projekte befassen sich mit den Querschnittsthemen Gesundheit und Sicherheit. Die besondere Stärke der Innovationsallianz CNT besteht neben der außergewöhnlichen Zusammensetzung aus Industrie und Wissenschaft vor allem in der intensiven Vernetzung der Projekte. Dadurch können das Know-how der Partner untereinander effektiver genutzt und somit große Synergien generiert werden. Vor allem das Zusammenspiel der projektübergreifenden Querschnittstechnologien mit den spezifischen Projekten in den vier Anwendungsfeldern bietet erhebliche Chancen. Durch einen klaren Anwendungs- und Marktbezug können die Forschungsergebnisse schnell in wirtschaftlich erfolgversprechende Lösungen übertragen werden.

Aktive Kommunikationsarbeit zur Information der Öffentlichkeit

Um das Vertrauen in kommende CNT-basierende Anwendungen zu fördern, steht Inno.CNT für einen offenen und kontinuierlichen Dialog mit der Öffentlichkeit zur Verfügung. Denn eine sachlich differenzierte und frühzeitige Kommunikation kann den gesellschaftlichen Umgang mit dieser Technologie mit beeinflussen.

Die Inno.CNT-Architektur im Überblick



„Kohlenstoffnanoröhren – CNT haben eine Signalwirkung für viele Branchen“

Inno.CNT

Im Interview äußert sich Dr. Péter Krüger, Leiter des Projektclusters Inno.CNT, zu den Zielen, Chancen und ersten Ergebnissen der Allianz. In dem Gespräch erläutert er auch, welche Anwendungen und Produkte mit CNT in der Zukunft möglich sind und welchen Beitrag CNT für den Fortschritt in zahlreichen Branchen künftig leisten können.

Wo liegen die Stärken von Inno.CNT und welche Ziele verfolgt die Allianz?

Dr. Péter Krüger: Zunächst ist in Inno.CNT ein bemerkenswert großer Kreis aus namhaften kleineren und größeren Unternehmen, führenden Forschungsinstituten und Hochschulgruppen vereinigt. Insgesamt wird die Allianz mittlerweile in 27 miteinander vernetzten Projekten von ca. 90 Partnern getragen, die alle über weit anerkannte Kompetenzen verfügen. Zudem liegen in der Verbindung von Industrie und Akademia sowie in der projektübergreifenden Vernetzung der Partner entscheidende Stärken der Allianz. In der hinter uns liegenden ersten Phase haben wir mit den ursprünglichen 18 Projekten die Basistechnologien und die Sicherheitsforschung vorangetrieben und erste Erfolge für unterschiedliche Anwendungen erzielt. Um das Potenzial der Kohlenstoffnanoröhren noch besser nutzen zu können, haben wir aktuell zusätzlich acht neue Anwendungsprojekte und ein weiteres Projekt zur Sicherheitsforschung implementiert. An unserem Gesamtziel halten wir dabei weiterhin fest: Wir wollen auch zukünftig für eine schnelle wirtschaftliche Verwertung unserer Ergebnisse für die noch vergleichsweise junge Werkstoffgeneration sorgen.

Auf welche Anwendungsgebiete konzentriert sich Inno.CNT?

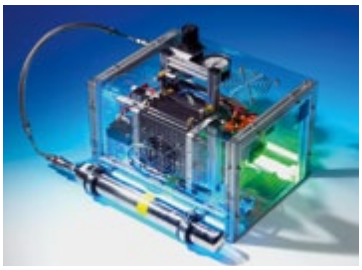
Dr. Péter Krüger: Neben den Basistechnologien zur Herstellung, Funktionalisierung und Dispergierung der CNT fokussiert sich die Allianz auf Anwendungen in den Bereichen Energie und Umwelt, Mobilität, Leichtbau sowie Elektronik. Gerade hier liegen die großen gesellschaftlichen Herausforderungen, die es anzugehen gilt. Stichwörter in dem Zusammenhang sind Energie- und Ressourceneffizienz für einen nachhaltigen Umgang mit unseren begrenzten Materialien und Energiequellen, die praktisch in allen Projekten einen hohen Stellenwert haben. Gleichzeitig müssen wir dafür sorgen, dass die erarbeiteten technologischen Ansätze und Materialien in allen Stufen ihrer Lebenszyklen für Mensch und Umwelt stets sicher verwendet werden können. Insgesamt können Lösungen nur von Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam wie auch durch eine intensive projektübergreifende Vernetzung der Partner gefunden werden. Dies wäre bei der Durchführung von einzelnen voneinander unabhängigen Projekten gar nicht in diesem Maße möglich. Ich bin mir sicher, dass von den Ergebnissen der Innovationsallianz CNT in der Folge auch andere Industriebereiche profitieren können – mit vielfältigen positiven Auswirkungen auf den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Welche neuen Anwendungsfelder können in Zukunft durch CNT erschlossen werden?

Dr. Péter Krüger: Auch wenn die ersten Ergebnisse unserer Arbeit recht vielversprechend sind, ist das volle Potenzial der Carbon Nanotubes für industrielle Anwendungen noch lange nicht ausgeschöpft. Schon heute kann man sagen, dass CNT eine Reihe neuartiger Werkstoffe mit deutlich verbesserten Eigenschaften für bekannte und neue Anwendungen insbesondere auf den von uns bearbeiteten Gebieten Energie und Umwelt, Mobilität, Leichtbau und Elektronik hervorbringen werden. Die mit CNT denkbaren neuen Problemlösungen sind vielfältig und könnten verschiedene weitere Produkt- und Anwendungsbereiche betreffen, die heute zum Teil immer noch nicht vollständig abzusehen sind. Auch das haben wir im Blick, indem wir in Zusammenhängen denken und beispielsweise die Erkenntnisse aus unseren Projekten auch auf andere Anwendungen zu übertragen versuchen. Vor diesem Hintergrund kann ich nur jeden Interessierten einladen, den Dialog mit uns zu suchen.

Dr. Péter Krüger,
Clusterleiter Inno.CNT

CNT-Technologiepotenzial beschleunigt künftige Wirtschaftsdynamik



Oben: CNT bringen neue Perspektiven für eine umweltfreundliche Mobilität, bspw. für Elektroautos mit Hightech-Batterieantrieb.

Mitte: Verbesserte Brennstoffzellen sind ein konkretes Anwendungsbeispiel für CNT-Materialien.

Unten: Erneuerbare Energien werden von CNT-Werkstoffen profitieren.

Aus Marktstudien geht hervor, dass mit CNT-basierenden Produkten und Anwendungen ein weltweiter Zukunftsmarkt in potenziell vielfacher Milliardenhöhe erschlossen werden kann.* Profitieren werden praktisch alle Industriebereiche.

Deutsche Wirtschaft profitiert von Produktneuerungen auf CNT-Basis

Ineinandergreifende Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind die treibende Kraft für wirtschaftlichen Erfolg der daran beteiligten Unternehmen. Insbesondere Deutschland ist als Hightech-Standort permanent auf neue Technologien angewiesen, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Dabei sind zwei Drittel aller technologiegetriebenen Innovationen von Werkstoffaspekten abhängig. Zwei Beispiele: Die Automobilindustrie – mit Abstand der wichtigste deutsche Wirtschaftszweig – ist für rund 20 % des Gesamtumsatzes der Industrie verantwortlich und machte 2009 gut 60 % ihres Umsatzes von 263 Mrd. Euro im Ausland.** Oder der Maschinenbau, mit gut 950.000 Beschäftigten und einem Produktionsvolumen von rund 151 Mrd. Euro (2009) der größte Arbeitgeber für Ingenieure.*** Beide Industriebereiche arbeiten ständig an Innovationen, die auf neuen Werkstoffen basieren und die eine Voraussetzung sind, um ihre internationale Spitzenposition zu behaupten. Hier ergeben sich durch CNT außerordentliche Perspektiven. Doch auch in vielen weiteren Industriebereichen wird das hohe Technologiepotenzial von CNT die Wirtschaftsdynamik weiter beeinflussen.

Neue Chancen für den Umwelt- und Klimaschutz

Der Nanotechnologie wird bei der Lösung dringender Energie- und Umweltprobleme weithin ein großes Potential zugetraut. So hat das britische Umweltministerium im Mai 2007 eine erste Abschätzung des Potenzials von Nanotechnik für den Klimaschutz vorgelegt. Ergebnis: „Durch erhöhte Treibstoffeffizienz, verbesserte Dämmstoffe sowie Innovationen in der Fotovoltaik-, Energiespeicher- oder Wasserstofftechnik könnten die Treibhausgasemissionen Großbritanniens kurzfristig um bis zu 2 % und bis 2050 um 20 % sinken, verbunden mit einer ähnlichen Reduzierung der Luftverschmutzung.“ Dank ihrer herausragenden Eigenschaften werden auch CNT einen wichtigen Beitrag zu dieser verbesserten Umweltbilanz leisten. Durch die Steigerung der Effizienz bei regenerativen Energien – beispielsweise in der Fotovoltaik, Windkraftanlagen oder der Energiespeicherung – können CNT darüber hinaus ihren Anteil für eine nachhaltige Energieversorgung einbringen.

CNT-Zukunftsvisionen für medizinische Werkzeuge

Innovative und verbesserte Diagnosemöglichkeiten hängen in erster Linie mit Weiterentwicklungen der Medizintechnik zusammen, die deshalb auf immer leistungsfähigere medizinische Werkzeuge angewiesen ist. Eine große Chance bieten CNT-basierende Werkstoffe, die aufgrund ihrer eindrucksvollen Materialeigenschaften zukünftige Anwendungen im Bereich Medizintechnik realisierbar machen können. Praktische Beispiele sind leistungsstärkere Computertomografen mit einer geringeren Strahlenbelastung oder elektroaktive Materialien, die mit einer geringen Spannung ihre Form verändern und als kleine Werkzeuge mechanische Arbeiten verrichten können. Diese „Aktuatoren“ haben nicht nur großes Potenzial bei der Perfektionierung von medizinischen Eingriffen. Sie eröffnen prinzipiell Verwendungsmöglichkeiten in der Luft- und Raumfahrttechnik, der Feinwerktechnik, der Robotik und Automatisierung sowie in der Automobilindustrie.

* BCC-Report März 2007: „Carbon Nanotubes: Technologies and Commercial Prospects“
** VDA-Jahresbericht 2010
*** VDMA, Pressemitteilung vom 10.02.2010 , „Maschinenbau schöpft langsam Hoffnung – Branche rechnet 2010 mit Konsolidierung auf niedrigem Niveau“

Elektronik: Hightech-Anwendungen für zahlreiche Schlüsselbranchen

Inno.CNT

Der Erfolg in praktisch allen Industriezweigen hängt heute eng mit elektronischen Systemen zusammen, die viele Anwendungen überhaupt erst ermöglichen. Gleichzeitig ist die Komplexität dieser Systeme in den letzten Jahren rasant gewachsen. Innovative Lösungen, die einen Beitrag zur Beherrschung anspruchsvoller elektronischer Applikationen leisten und zusätzlich einen schonenden Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen versprechen, haben deshalb eine überragende Bedeutung für die gesamte Wirtschaft.

Die Entwicklung immer leistungsfähigerer elektronischer Bauteile – bei gleichzeitigem Zwang zu kostengünstigerer und anwendungsspezifischer Herstellung – profitiert von den Möglichkeiten der Nanotechnologie. Besonders vielversprechend sind Innovationen auf CNT-Basis mit hoher Funktionsintegration, die über eine hervorragende elektrische Leitfähigkeit verfügen und zudem höchsten mechanischen Ansprüchen genügen. Das Spektrum reicht von Displays über Röntgen- und Mikrowellengeneratoren, fotovoltaischen Anwendungen bis zu hochauflösenden Elektronenstrahlinstrumenten.

CarboFilm: Innovationen beschleunigen die Optoelektronik

Solarzellen und Displays benötigen Elektrodenmaterialien, die eine hohe elektrische Leitfähigkeit mit einer größtmöglichen Transparenz kombinieren. Auf diesem Gebiet dominieren seit rund 40 Jahren dotierte Metalloxidfilme den Markt, die vielfach auf dem seltenen Element Indium basieren. Da zudem der Markt stark wächst und die Anforderungen an eine zusätzliche Flexibilität und kostengünstige, einfache Herstellungsmethoden immer mehr in den Fokus treten, werden alternative Materialien benötigt. Ziel von CarboFilm ist die Entwicklung eines neuartigen Komposit-Materials, das die Vorteile von CNT hinsichtlich Flexibilität, Dehnfähigkeit und Kosten mit der guten Leitfähigkeit und Transparenz von leitfähigen Oxiden wie dotiertem ZnO und SnO_2 oder mit leitfähigen Polymeren kombiniert. Weiterer Vorteil: Das innovative Komposit-Material kann bei niedrigen Temperaturen durch Drucken oder Roll-to-roll-Verfahren auch auf flexiblen Substraten aufgetragen werden, sodass zusätzlich vereinfachte Herstellungsprozesse realisierbar sind.

CarboAktiv: elektrisch leitfähige Kunststoffe mit breitem Anwendungsspektrum

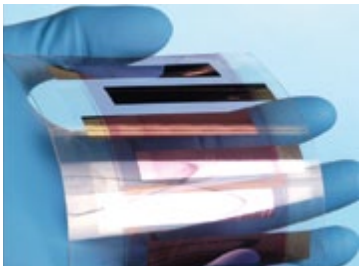
Im Fokus von CarboAktiv steht die Absicht, normalerweise elektrisch nicht leitfähige Kunststoffe partiell leitfähig zu machen und damit eine bessere Integration von mechanischer und elektronischer Funktionalität von Bauteilen zu ermöglichen. Dies eröffnet beispielsweise überall dort, wo verschiedene elektronische Baugruppen in oder an Kunststoffgehäusen untergebracht werden, die Möglichkeit, durch Teile des Gehäuses elektrische Verbindungen zu realisieren. Einerseits werden so neue Perspektiven für die Miniaturisierung von gehausten Elektronikbaugruppen eröffnet. Andererseits kann zudem Material eingespart bzw. ersetzt werden, sodass durch die Verminderung der im Endprodukt eingesetzten Werkstoffe auch positive Effekte beim Recycling erwartet werden. Eine wichtige technologische Herausforderung besteht darin, das Spritzgussverfahren zur Produktion von Kunststoffen und die Aktivierung der elektrischen Leitfähigkeit durch Laserstrukturierung miteinander in Einklang zu bringen und eine geschlossene Prozesskette abzubilden, die eine deutlich verkürzte Produktherstellung erwarten lässt.

CarboFEM: CNT-Beschichtungen reformieren die Medizintechnik

Die Partner im Projekt CarboFEM arbeiten an Elektronenquellen mit CNT- und Graphen-Kathoden. Dabei sollen die besonders vorteilhaften CNT-Nanostrukturen genutzt werden. Zur Steigerung der Stromdichte ist geplant, ausgerichtete CNT-Arrays auf Metallsubstraten herzustellen und mechanisch zu stabilisieren. Darüber hinaus sollen Elektronenemitter auf der Basis von Graphenen aufgebaut werden, die aus einer Kohlenstoff-Atomschicht bestehen und als 2-D C-System hohe Emissionsströme erwarten lassen. Der Abstand der Elektronenemitter liegt idealerweise im Mikrobereich, sodass ausgeprägte Nano- und Mikrostrukturierungen entwickelt werden müssen.

CarboTCF: transparente Elektroden für Touchpannels, OLEDs, organische Fotodioden, gedruckte transparente RFID

Der Bedarf an optisch transparenten Elektroden steigt insbesondere auch für Konsumgüteranwendungen. Entsprechend wächst der Markt für transparente, leitfähige Schichten in den letzten Jahren überproportional. Die bisherigen Lösungen auf Polymer- und Indiumbasis haben Probleme mit der Beständigkeit und sind teuer. Eine attraktivere Alternative stellen Schichten aus CNT dar, die schon derzeit zu vergleichbarem Preis realisierbar sind und bei denen die Möglichkeit besteht, das Preis-Leistungs-Verhältnis deutlich zu steigern. Zudem eröffnen Schichten aus CNT ganz neue Gestaltungsspielräume und ermöglichen kreative wie auch flexible Anwendungen, z. B. könnten sie für E-Paper eingesetzt werden.



Oben: Solarzellen werden durch CNT leistungsstärker und können einfacher produziert werden.

Mitte: Feldemitter auf CNT-Basis machen in Zukunft wirtschaftliche und umweltfreundliche Computertomografen möglich.

Unten: Optisch transparente leitfähige Schichten aus CNT können in vielen Konsumgüteranwendungen eingesetzt werden.

Energie und Umwelt: Ressourcen sparen und Lebensraum schützen

Inno.CNT

Die sichere und wirtschaftliche Energieversorgung und der effiziente Umgang mit Ressourcen ist das Rückgrat jeder modernen Industriegesellschaft. Angesichts der Endlichkeit von Energieträgern wie Kohle, Öl und Gas einerseits und dem steigenden Energiebedarf der aufstrebenden Volkswirtschaften andererseits ergibt sich deshalb ein großer Handlungsbedarf, um die Energieversorgung der Zukunft auf Dauer zu gewährleisten. Aber auch der Klimawandel macht einen Umbau der Energieversorgung zwingend notwendig – vor allem, um den Ausstoß klimawirksamer Treibhausgase wie z. B. CO_2 weiter zu reduzieren. Ebenso ist es erforderlich, die endlichen Rohstoffe durch effizientere Prozesse, z. B. durch optimierte Katalyse sowie durch verbesserte Stofftrennung, möglichst schonend zu nutzen.

Auf diese Aufgaben konzentrieren sich die sieben Projekte im Bereich Energie & Umwelt. Vielversprechende Neuentwicklungen bei der Katalyse, Stofftrennung sowie bei der Energiewandlung, Energiespeicherung und Energieeinsparung sollen dabei bestehende Anwendungen verbessern und neue Applikationen ermöglichen.

Dazu gehören beispielsweise Innovationen im Bereich der Katalysator-, Brennstoffzellen- und Batterietechnologie, auf CNT-basierende Tinten für die Solarzellenentwicklung sowie Membrane zur energiesparenden Meerwasserentsalzung und Gasseparation.

CarboElCh: umweltfreundliche Produktion von wichtigen Grundchemikalien

Bis zu 70 % aller Chemieprodukte hängen mit den Basischemikalien Chlor und Natronlauge zusammen. Entsprechend hat die Natrium-Chlorid-Elektrolyse eine enorme industrielle Bedeutung. Gegenwärtige Verfahren sind jedoch sehr energie- und emissionsintensiv. Seit einigen Jahren wird ein neues Verfahren – die Sauerstoffverzehrkathoden (SVK)-Technologie – verfolgt, die über das Potenzial verfügt, 30–50 % der bisher benötigten Energie einzusparen und damit entsprechend auch die CO_2-Emissionen drastisch zu senken. Dieses Verfahren ist aufgrund der damit verbundenen Kosten allerdings noch nicht marktfähig. Es bedarf weiterer technologischer Durchbrüche insbesondere bei hochaktiven Katalysatoren und bei der Herstellung der SVK, um die Effizienz des Verfahrens deutlich zu erhöhen und sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten deutlich zu reduzieren. In CarboElCh wird der vielversprechende Ansatz verfolgt, unter Verwendung von hochaktiven stickstoffdotierten CNT einen entscheidenden Innovationssprung zu erzielen.

CarboKat: CNT-Katalysatoren verbessern chemische Reaktionen

Katalysatoren sind bei der Wertschöpfung in der chemischen Industrie unverzichtbar, da sie Prozesse beschleunigen und den Anteil unerwünschter Nebenprodukte senken. Rund 80 % aller Chemieerzeugnisse werden mithilfe katalytischer Prozesse hergestellt. Das Projekt CarboKat beschäftigt sich mit der Herstellung von Katalysatoren auf CNT-Basis, die zu einer Verringerung des Energie- und Ressourcenaufwands entscheidend beitragen können. Dabei stehen industriell relevante Reaktionen im Fokus, die insbesondere für die Produktion von hochwertigen Basischemikalien und synthetischen Kraftstoffen genutzt werden.

CarboInk: Solarenergie der nächsten Generation

Elektrisch leitfähige verdruckbare Tinten sind das Entwicklungsziel des Projekts CarboInk. Insbesondere die Fotovoltaikindustrie ist stark daran interessiert, mittels schnell druckbarer, dünner und preisgünstiger Leiterbahnen die Ableitung der gebildeten Elektronen zu gewährleisten. Fotovoltaische Systeme sind jedoch aufgrund steigender Rohstoffkosten und teurer Produktionsverfahren gegenwärtig nach wie vor sehr kostenintensiv. Allein eine Reduktion oder ein Ersatz der Hauptkomponente Silber in den Drucktinten und -pasten kann ein gewaltiges Kostensenkungspotenzial freisetzen und die umweltfreundliche Sonnenenergie erheblich wettbewerbsfähiger machen. Darüber hinaus eröffnen sich für die Tinten auf CNT-Basis weitere praktische Anwendungen mit großen Vermarktungschancen. So können die innovativen Tinten auch als aufdruckbare Scheibenheizungen auf Automobilverscheibungen fungieren, die mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind.

CarboFuel: exzellente Perspektiven für die Brennstoffzelle

Die Steigerung der Energieeffizienz kann erheblich zur Verringerung des CO_2-Ausstoßes und zur Reduktion von Primärenergieimporten beitragen. Die Weiterentwicklung von Brennstoffzellen sowie eine optimierte Elektrolyse zur Herstellung von industriellen Produkten haben dabei eine zentrale Bedeutung. In dem Projekt CarboFuel werden CNT in Elektroden für Elektrolyse- und Brennstoffzellensysteme integriert. Dadurch werden wesentliche Leistungssteigerungen erwartet, die auch die Energieeffizienz erheblich steigern. Zur Herstellung von Elektroden für Brennstoff- und Elektrolysezellen sollen vor allem die hohe elektrische Leitfähigkeit von CNT sowie die Eigenschaften von CNT als Katalysatoren genutzt werden.

CarboPlate: innovative Lösungen zur Energieumwandlung

Eine interessante Alternative zu konventionellen Energiewandlungssystemen stellt die Brennstoffzellentechnologie dar. Um sie für den Massenmarkt zu erschließen, müssen die Herstellungskosten jedoch deutlich reduziert werden. Als ein zentrales Element der PEM-Brennstoffzelle steht in CarboPlate vor allem die Bipolarplatte im Fokus. Diese wird aus hochleitfähigen kohlenstoffgefüllten Kunststoffen, sogenannten Compounds, im Spritzgießverfahren hergestellt. Hier können durch den Einsatz von CNT die Materialeigenschaften und die Verarbeitbarkeit optimiert werden. Neben einer Verbesserung der Eigenschaften soll durch den Einsatz von Massenproduktionstechniken auch der Preis für Bipolarplatten um ein Vielfaches gesenkt werden, um die Brennstoffzellentechnologie für den Massenmarkt rentabel zu machen. Vielversprechende Einsatzgebiete der neuartigen Bipolarplatten sind PEM-Brennstoffzellensysteme im Bereich der unabhängigen Stromversorgung (USV) und der dezentralen Energieumwandler für Ein- und Mehrfamilienhäuser.

Innovative Katalysatoren auf CNT-Basis können den Energie- und Ressourcenaufwand bei katalytischen Prozessen deutlich verringern.

CarboPower: neue Anwendungsgebiete für Lithium-Ionen-Batterien

Im Projekt CarboPower wird im Bereich Energiespeicherung der Einsatz von CNT als alternative Leitfähigkeitsadditive in Lithium-Ionen-Batterien untersucht. Die hohe elektrische Leitfähigkeit der CNT verspricht eine bessere Belastbarkeit der Batterie beim schnellen Laden und Entladen. Darüber hinaus wird eine Verbesserung der mechanischen Integrität der Elektroden aufgrund der elastischen Eigenschaften der CNT angestrebt, die sich auch positiv auf die Lebensdauer der Batterien auswirkt. Voraussetzung hierfür sind sowohl die Anpassung der Ausgangsmaterialien an die Erfordernisse in der Batterie als auch die diffizile Optimierung der Elektrodenzusammensetzungen. Dadurch können in unterschiedlichsten Einsatzbereichen neue Anwendungen möglich werden – beispielsweise in modernen Elektrofahrzeugen oder als effizienter Zwischenspeicher bei der Nutzung erneuerbarer Energien.

CarboMembran: neuartige Membranen für sauberes Trinkwasser

Einen Beitrag für eine sichere Trinkwasserversorgung in weiten Teilen der Erde will das Projekt CarboMembran leisten. Mit CNT sollen dabei neuartige Membranen entwickelt werden, die bei der Meerwasserentsalzung und bei der Gastrennung von CO_2 eine wichtige Rolle spielen. Diese Membranen arbeiten viel energieeffizienter und mit deutlich höherer Produktivität als bisher bekannte Systeme. Im Labor konnten CNT-Membranen im Mikromaßstab bereits hergestellt werden. CarboMembran arbeitet an skalierbaren Prozessen zur Herstellung dieser Membranen. CNT werden dabei in Dünnschichtmembranen und PEBAX Gasmembranen eindispergiert.

Mobilität: modernste Werkstoffe für energieeffizienten Transport und Verkehr

Inno.CNT

Modernes Leben ist ohne Mobilität nicht denkbar. Gleichzeitig müssen die Transport- und Verkehrssysteme an die ständig steigenden Anforderungen von Menschen und Märkten angepasst werden. Vor allem die Forderungen nach umweltfreundlichen Ansätzen, die gleichzeitig auch eine hohe Sicherheit aufweisen, stehen immer mehr im Zentrum und prägen den mobilen Fortschritt.

Bei der Entwicklung von energieeffizienten Konzepten spielt die Werkstofftechnologie eine Schlüsselrolle. Hochfeste Kunststoffe, auch in Verbundbauweise, werden dauerhaft zur Gewichts- und damit zur Energieeinsparung beitragen. Materialien auf CNT-Basis haben eine große Chance, zu einer verbesserten Energiebilanz im Mobilitäts- und Transportsektor beizutragen. Denn CNT-verstärkte Kunststoffe und Metalle sind leicht und erreichen zusätzlich eine sehr hohe Stabilität und Festigkeit. Beste Voraussetzungen, um beispielsweise auch extremen Materialanforderungen in der Raumfahrt gerecht zu werden.

Neuartige Verbundwerkstoffe, die im Flugzeug- bzw. Automobilbau zum Einsatz kommen, innovative Materialien für die Raumfahrt, CNT-modifizierte Lacke – beispielsweise für den Blitzschutz bei Flugzeugen – stehen deshalb im Fokus der Inno.CNT-Projekte.

CarboShield: CNT-Hochleistungslacke mit verbessertem Entladungsverhalten

Im Flugzeugbau wird die metallische Außenhaut aus Gewichtsgründen zunehmend durch kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe substituiert. Eine Herausforderung ergibt sich durch die gegenüber Metallen reduzierte elektrische Leitfähigkeit, speziell in Bezug auf die Wirkung von Blitzeinschlägen. In CarboShield sollen neuartige Schutzsysteme entwickelt werden, die diese nachteiligen Effekte herkömmlicher Lacksysteme auf die Schadensbildung bei Blitzeinschlägen beseitigen. Das angestrebte Ziel kann durch eine Minderung der Durchschlagfestigkeit erreicht werden und lässt sich durch eine homogene Verteilung von elektrisch leitfähigen CNT in der Lackmatrix realisieren. So sollen auftretende Schäden an der Struktur minimiert und das Gewicht des Schutzsystems reduziert werden. Auch Windkraftanlagen können von diesen speziellen Lacken profitieren. Weiterer Schwerpunkt bei der Projektarbeit ist die Entwicklung von verbesserten Isoliersystemen auf Lackbasis, die zum Beispiel in hochbelasteten Motoren, Generatoren und Trockentransformatoren zum Einsatz kommen.

CarboSlide: Kunststoffgleitlager für optimierte Schmierstoffwechselwirkung

Leichtbauanwendungen im Automobilbau bestehen zunehmend aus Kunststoff – auch bei hochbelasteten Baugruppen wie beispielsweise Gleitlagern. Aufgrund der enormen Temperaturen, die hier entstehen, sind den gebräuchlichen Kunststoffwerkstoffen bislang enge Grenzen gesetzt. Um kunststoffbasierten Gleitlagern zu einem breiten Durchbruch zu verhelfen, muss zuallererst ein mechanisch hochbelastbares Lager entwickelt werden, welches einen geringen Reibwert und eine hohe thermische Stabilität besitzt. Dazu werden im Projekt CarboSlide geeignete Kunststoffe mit CNT zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit und internen Schmierung modifiziert. Diese neuen Werkstoffe könnten beispielsweise in Stoßdämpfern, Getrieben und Einspritzpumpen Einsatz finden.

CarboCar: veredelte Oberflächenstrukturen realisieren zahlreiche Vorteile

Im Rahmen des Verbundprojekts CarboCar werden thermoplastische Werkstoffsysteme hergestellt, die den Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbunden in neuen Anwendungen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie ermöglichen. In zukünftigen Fahrzeugen kann der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen zu einer erheblichen Verringerung des Gewichts führen. Hochleitfähige CNT können dazu beitragen, dass Faser-Kunststoff-Verbunde eine hinreichende elektrische Leitfähigkeit entwickeln, die eine elektrostatische Online-Lackierung ermöglicht. Zusätzlich wird die Blitzschutzfunktion unterstützt, die dazu führt, dass im Luftfahrtbereich der Einsatz von schweren metallischen Blitzableitern verringert werden kann und somit ein großes Gewichtseinsparpotenzial entsteht.

CarboRoad: ausgezeichnete Marktchancen für CNT-Polymerwerkstoffe

Die Übertragung der einzigartigen CNT-Eigenschaften auf Faserverbundwerkstoffe ist die Herausforderung, der sich das Projekt CarboRoad stellt. Verbesserungen sollen dabei entlang der gesamten Prozesskette – von der Modifikation des Ausgangsmaterials über Applikationen bis hin zum fertigen Bauteil – erzielt werden. Abnehmermärkte für diese neuartigen Materialien sind z. B. der Maschinenbau (Walzen-Oberflächenbeschichtung mit hoher Wärmeleitfähigkeit) und der Freizeitbereich (dämpfende Rennradsattelstützen).

CarboAir: maßgeschneiderte Faserverbundwerkstoffe für Luftfahrt und Windkraft

Neuartige Anwendungen für die Luftfahrt und für Windkraftanlagen stehen im Fokus des Projekts CarboAir. Das Vorhaben liefert wichtige Beiträge für den CNT-Einsatz in Leichtbauanwendungen mit hohen zyklischen Beanspruchungen, tribologischen Belastungen sowie verbesserter Impaktresistenz und Biegefestigkeit. Generell sollen die mechanischen Eigenschaften von Epoxidharzen gesteigert und die verbesserte Matrixfestigkeit und -steifigkeit in Faserverbunden zu einer höheren faserparallelen Druckfestigkeit und interlaminaren Scherfestigkeit führen. In dem Applikationsprojekt werden fünf Anwendungen aus der Luft- und Raumfahrttechnik, Energie-, Sicherheits- und Medizintechnik untersucht.

CarboSpace: innovative Lösungen für die Raumfahrt

In der Raumfahrt besteht eine permanente Forderung nach Leichtbauwerkstoffen, welche besondere strukturelle Eigenschaften, das heißt eine hohe Steifigkeit und Elastizität, aufweisen und im günstigen Fall auch die Vorteile einer integrierten Zusatzfunktionalität bieten, etwa in Form einer Ermüdungsüberwachung. Die Anstrengungen im Projekt CarboSpace konzentrieren sich darauf, insbesondere durch Einbringung von Carbon Nanotubes in duroplastische Kompositmaterialien nicht nur einzelne spezielle Eigenschaften zu optimieren, sondern gleich eine Summe von mechanischen, thermischen und Ermüdung unterdrückenden Eigenschaften eines gegebenen Kompositwerkstoffs simultan zu verbessern. Darüber hinaus besteht der Wunsch an eine hohe bleibende Formstabilität von optischen Strukturen aus diesen neuen Kompositmaterialien im Weltraum für Erdobservations- und Himmelsbeobachtungsmissionen, welche Temperaturänderungen unterworfen und der Weltraumstrahlung ausgesetzt sind.

Oben: CNT-verstärkte Motorradhelme sind leichter und mechanisch stabiler als herkömmliche Produkte.

Mitte: CNT-Werkstoffe können den extremen Bedingungen der Raumfahrt standhalten.

Unten: CNT-Kunststoffe verbessern die Schmierstoffwechselwirkung in Getriebe und Einspritzpumpen.

Leichtbau:
Innovationen mit hohem Marktpotenzial

Inno.CNT

Gängige Konstruktionsmaterialien, die gegenwärtig in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und im Maschinenbau zum Einsatz kommen, gelangen zunehmend an die Grenze dessen, was mit passiven Strukturen erreicht werden kann. Leichtbaukonzepte auf CNT-Basis bieten hier eine große Chance – auch, um außergewöhnlichen strukturellen Belastungszuständen zu widerstehen. Damit leisten sie einen wichtigen Beitrag für eine höhere Energie- und Ressourceneffizienz, denn hochfeste, ultraleichte Materialien ermöglichen eine leichtere Bauweise beispielsweise von Autos und Flugzeugen, sodass für ihre Bewegung wesentlich weniger Treibstoff benötigt wird.

Aber auch andere Branchen und Anwendungen profitieren vom Leichtbau: So sind CNT-basierende Partikelschäume in der Lage, für mehr Sicherheit im Straßenverkehr zu sorgen. Weiteres Beispiel ist ein Spezialbeton, der neben zusätzlichen Gestaltungsmöglichkeiten auch einen verbesserten Erdbebenschutz bietet.

Vor diesem Hintergrund haben sich die insgesamt fünf Projekte im Bereich Leichtbau das Ziel gesetzt, leichte Kunststoffe und Verbundwerkstoffe, Ultrahochleistungsbeton sowie mechanisch hochbelastbare Metalle zu entwickeln.

CarboProtekt: mehr Sicherheit durch CNT-Schaumstoffe

Eine Steigerung der Sicherheit im Straßenverkehr durch die Entwicklung von maßgeschneiderten Schaumstoffen mit CNT ist das Ziel des Projekts CarboProtekt. Die Zugabe der Kohlenstoffröhren soll dazu beitragen, die mechanische Stabilität zu steigern. Gleichzeitig sind die neuartigen Schaumstoffe in der Lage, in erheblichem Maß Deformationsenergie zu adsorbieren und können in der Folge für ein deutliches Plus an Sicherheit sorgen. Konkret soll im Projekt CarboProtekt ein Fahrradhelm aus CNT-modifizierten Schaumstoffen und ein Bauteil als Stoßfängereinleger für Fahrzeuge realisiert werden. Dieser kann aufgrund seiner Eigenschaften den Fußgängerschutz wesentlich unterstützen.

CarboTube: Kunststoffe mit herausragenden Materialeigenschaften

CNT-basierende Bauteile für den Automobil- und Elektrobereich sowie Rohre und Materialien für den Kabelbereich stehen im Projekt CarboTube im Fokus. Hier sollen CNT neben der Antistatik die thermische und elektrische Leitfähigkeit sowie das mechanische und thermomechanische Eigenschaftsprofil deutlich verbessern. Eine Reproduzierbarkeit dieser Produkteigenschaften sowie die Großserientauglichkeit zu entwickeln und sicherzustellen ist das Ziel des Projekts CarboTube. Dazu bedarf es eines systematischen Scale-ups von Compoundier- und Weiterverarbeitungsverfahren vom Labormaßstab hin zum Produktionsmaßstab, welches im Projekt abgebildet wird. Vorgesehene Endprodukte sind z. B. elektrostatisch lackierbare Formteile für den Automobilbereich, bei denen der Einsatz eines leitfähigen Primers und ggf. aufwendige Oberflächenvorbehandlungen entfallen können, sowie Rohre und Anwendungen im Kabelbereich mit bestimmten thermischen und elektrischen Leitfähigkeiten. Dies kann wiederum zu fühlbaren Kosteneinsparungen führen.

CarboElast: Hochleistungsdichtungen für vielfältige Anwendungen

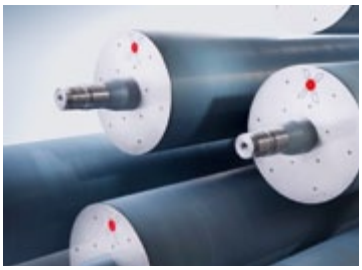
Extrem beanspruchte Sicherheitsbauteile wie Reifen, Antriebselemente, Motorlager, Dichtungen oder Schläuche werden aus Elastomeren und partiell thermoplastischen Elastomeren hergestellt. Das Inno.CNT-Projekt CarboElast entwickelt neuartige CNT-haltige elastomere und thermoplastische Werkstoffe mit verbessertem Leistungsspektrum, um durch optimal dispergierte CNT bestehende Anwendungen zu erweitern und neue Anwendungsfelder zu erschließen. Dafür wird die gesamte Wertschöpfungskette von der Herstellung spezieller CNT-Präparationen für elastomere Werkstoffe mit einem breiten Anwendungsspektrum über die Compoundierung zu Modell- und realen Systemen bis hin zur Herstellung von Demonstratorbauteilen für hochfeste Dichtungen abgedeckt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen z. B. für Antriebselemente, Reifenlaufflächen, Schläuche und Motorlager nutzbar gemacht werden.

CarboMetal: innovative Leichtbaukonzepte für Metalle

Auch Metalle können durch CNT hinsichtlich Gewicht, Festigkeit und Steifigkeit deutlich verbessert werden. Diese Aufgabe hat sich das Projekt CarboMetal gesetzt, das sowohl Aluminium-, Magnesium-, Titan- und Kupferlegierungen mit CNT optimiert. Die neu entwickelten Werkstoffe sollen dazu beitragen, in der Verkehrs-, Turbinen- und Windradtechnik innovative Leichtbaukonzepte umzusetzen. Darüber hinaus stehen verbesserte Materialien für die Optoelektronik – beispielsweise LED-Displays und Laserdioden – im Fokus. Aber auch Schweißzusatzwerkstoffe sowie verschleißarme Bauteile für Motoren und Raumfahrtanwendungen werden im Projekt CarboMetal vorangetrieben.

CarboBau: grenzenloses Bauen mit neuartigem Hochleistungsbeton

Im Projekt CarboBau entwickelt Inno.CNT einen neuen Ultrahochleistungsbeton, bei dem CNT zu verbesserten mechanischen Eigenschaften und einer erhöhten Dauerhaftigkeit dieses vielseitigen Baumaterials beitragen. Durch die verbesserten Eigenschaften wird auch die Nachhaltigkeit dieses Baustoffs verbessert. So werden Betonbauten mit stabileren oder filigraneren Bauteilen bei gleicher Leistungsfähigkeit und höherer Dauerhaftigkeit möglich. Daraus eröffnen sich für die Architektur neben spürbaren Materialeinsparpotenzialen auch neue Designmöglichkeiten. Mit Ultrahochleistungsbeton könnten zukünftig Hochhäuser oder Brückenbauten geschaffen werden, die heute in solchen Formen und Größenordnungen noch nicht realisierbar sind.



Oben: Neuartige Stoßfängereinleger aus CNT schließen einen verbesserten Fußgängerschutz ein.

Mitte: CNT-verstärkte Composite haben ein breites Anwendungsfeld.

Unten: Großes Innovationspotenzial haben mit CNT optimierte Werkstoffe bei Leichtbaukonzepten in der Verkehrs-, Turbinen- und Windradtechnik.

Entwicklung von Basistechnologien: handfester Nutzen für Mensch, Umwelt und Gesellschaft

Inno.CNT

Eckpfeiler der Innovationsallianz CNT sind die Querschnittstechnologien, die in drei übergreifenden Projekten bearbeitet werden. Gesamtziel ist es hier, die Basistechnologien für die anvisierten Anwendungen zu entwickeln und CNT sowie Zwischenprodukte mit CNT in ausreichender Menge, Modifikation und Qualität zur Verfügung zu stellen.

CarboScale: Entwicklungen zur gezielten CNT-Herstellung in optimierter Qualität

Die technische Herstellung von CNT in hoher Reinheit und guter Qualität steht im Mittelpunkt des Projekts CarboScale. Dabei spielt die Entwicklung von modernen Generationen hochaktiver Katalysatoren für das sogenannte Wirbelschichtverfahren eine Schlüsselrolle. Mit dieser Methode lassen sich gezielt neuartige CNT-Strukturen entwickeln, die exakt auf die Bedürfnisse in speziellen Anwendungen zugeschnitten sind. Da die Katalysatoren einen wesentlichen Einfluss auf Morphologie und Produkteigenschaften der CNT haben, müssen hier verbindliche technische Standards geschaffen werden, die eine Herstellung von erforderlichen Mengen in maßgeschneiderter und gleichbleibender Qualität sicherstellen. Weiterer Projektschwerpunkt ist die Verfahrenstechnologie, bei der alle wichtigen Parameter zur CNT-Herstellung exakt aufeinander abgestimmt werden, um eine gezielte Aufskalierung zu einem effizienten Produktionsverfahren zu ermöglichen. Auch werden in diesem Projekt neue CNT-Sorten untersucht, die erst am Beginn ihrer Entwicklung stehen, und deren Syntheseverfahren bis in den Technikumsmaßstab übertragen. Unterstützt werden die Arbeiten durch mechanistische Untersuchungen.

CarboFunk: optimale Einbindung der CNT in das umgebende Material

Damit CNT ihre hervorragenden elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften auch in Kompositen zeigen können, ist eine maßgeschneiderte Verbindung zwischen der Kohlenstoffoberfläche und dem umgebenden Material in vielen Fällen unerlässlich. Diese Verbindung ist für jeden Stoff spezifisch. Mit der Lösung dieser Herausforderung beschäftigt sich das Projekt CarboFunk. Kernaufgabe ist es, CNT zu funktionalisieren – das heißt, die Oberfläche von CNT chemisch so anzupassen, dass sie in die unterschiedlichsten Materialien und für die jeweilige Anwendung optimal eingearbeitet werden können. Dazu werden innovative, für die industrielle Nutzung aufskalierbare Prozesse entwickelt, die eine Produktion auch in größeren Mengen erlauben.

CarboDis: Produktion von anwendungsspezifischen Zwischenprodukten

Das Projekt CarboDis hat sich zum Ziel gesetzt, die gezielte Einarbeitung von CNT in unterschiedliche polymere Strukturen besser zu verstehen und zu beherrschen. Sogenannte Dispergierverfahren sorgen dafür, dass die in der Regel verknäult und agglomeriert vorliegenden CNT vereinzelt und maßgeschneidert in den polymeren Grundstoff verteilt werden können. Die verschiedenen Partner innerhalb des Projekts führen Arbeiten zur Dispergierung der CNT in allen Grundpolymerarten – Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren – durch, sodass für jede Materialklasse adäquate Ergebnisse und Know-how bereitgestellt werden. Denn erst so können CNT ihre Stärken – beispielsweise die elektrische Leitfähigkeit und/oder hohe mechanische Festigkeit bei geringen Massenanteilen – in den jeweiligen Anwendungen voll ausspielen.

Forschung und Verantwortung: sichere Nutzung von Kohlenstoffnanoröhren

In den zwei übergreifenden Projekten CarboSafe und CarboLifeCycle stehen Fragen im Fokus, die sich mit möglichen gesundheitlichen Auswirkungen und der Umweltverträglichkeit bei der Produktion, Verarbeitung, Nutzung und Wiederverwertung von CNT-haltigen Produkten beschäftigen. Im Ergebnis sollen Methoden und Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Lebenszyklus von CNT erarbeitet werden.

CarboSafe: Beiträge zum Sicherheitskonzept für CNT-basierende Produkte

Um die Sicherheit der CNT und Produkte auf deren Basis gewährleisten zu können, müssen mögliche Risiken bewertet und angemessen kommuniziert werden. Voraussetzung dafür ist ein möglichst fundiertes Wissen über mögliche Expositionsrouten und über die Wirkung von CNT im Zusammenhang mit biologischen Systemen. Die Entwicklung entsprechender Testmethoden zur Expositionsbestimmung und zur Charakterisierung der CNT bildet dabei einen wesentlichen Baustein. Diesen Herausforderungen stellt sich die Innovationsallianz CNT mit dem Querschnittprojekt CarboSafe. Basis der Projektarbeit ist die Entwicklung von fundierten Messtechnologien, mit denen die Freisetzungsraten von Nanopartikeln im Lebenszyklus von CNT-basierenden Produkten eindeutig nachgewiesen werden können. Darüber hinaus will das Projekt CarboSafe das ökotoxikologische Potenzial von CNT identifizieren und das Risikopotenzial unter Anwendung der entwickelten Messtechnologien präzise abschätzen.

CarboLifeCycle: Weiterentwicklung sicherheitsrelevanter Fragen im Lebenszyklus von CNT

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projekts CarboSafe vertieft das Projekt CarboLifeCycle die Sicherheitsforschung. In diesem Projekt liegen die Schwerpunkte neben weiteren ökotoxikologischen Betrachtungen auf der Entwicklung von personengetragener Messtechnik, Weiterentwicklung von Messstrategien und Messungen einer möglichen Exposition bei der Herstellung, Verarbeitung, Gebrauch und dem „End of Life“ von CNT und CNT-haltigen Produkten. Darüber hinaus wird die quantitative Bestimmung von funktionellen Gruppen auf den CNT weiterentwickelt und validiert sowie die ökotoxikologischen Testsysteme im Hinblick auf mögliche Langzeitwirkungen von CNT und Wirkungen auf zellulärer Ebene erweitert.

Inno.CNT erarbeitet Messmethoden (Bild 1) und Maßnahmen für eine größtmögliche Sicherheit entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dies schließt die Herstellung von CNT (Bild 2), den Umgang mit dem Ausgangsmaterial (Bild 3) und die Einarbeitung von CNT in unterschiedliche polymere Strukturen (Bild 4) genauso ein wie die Verwendung von CNT-basierenden Produkten (Bild 5) und deren Entsorgung

Sie haben Fragen?
Wir helfen gerne weiter.

Inno.CNT

Inno.CNT setzt auf eine offene, sachlich differenzierte und frühzeitige Kommunikation und freut sich auf Ihre Fragen und Anregungen. Sprechen Sie uns an. Mehr Informationen erhalten Sie auch unter www.inno-cnt.de oder telefonisch unter 01805-133 422*

Impressum

Herausgeber:
Innovationsallianz CNT (Inno.CNT)

Konzeption, Redaktion & Gestaltung:
SpiessConsult GmbH & Co. KG, Düsseldorf

Fotos:
Titelbild und Rückseite: medicalpicture GmbH
S. 3: Bayer MaterialScience AG
S. 4: Bayer MaterialScience AG
S. 6: Helmholtz-Zentrum Geesthacht
S. 7: iStockphoto, dpa GmbH, ZBT GmbH
S. 8: iStockphoto
S. 9: Fotolia, Getty Images, Fraunhofer IPA
S. 10: dpa GmbH
S. 11: Bayer MaterialScience AG
S. 12: Solar Impulse SA
S. 13: Bayer MaterialScience AG,
ESA Multimedia (multimedia@esa.int), Fotolia
S. 14: iStockphoto
S. 15: RUCH NOVAPLAST GmbH & Co. KG,
xperion FS Composites GmbH & Co. KG,
plainpicture GmbH
S. 16: Helmholtz-Zentrum Geesthacht
S. 17: plainpicture GmbH, TU Hamburg-Harburg,
ZBT GmbH, EXAKT Advanced Technologies
GmbH, Bayer MaterialScience AG

Stand: Januar 2011

*0,14 €/Min. aus dem Festnetz der Dt. Telekom, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.

altropol Kunststoff GmbH

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

BASF SE

Bayer MaterialScience AG

Bayer Technology Services GmbH

Bond-Laminates GmbH

BÜFA Gelcoat Plus GmbH & Co. KG

Bundesanstalt für Arbeit und Arbeitsmedizin

BYK-Chemie GmbH

Canyon Bicycles GmbH

Clariant Masterbatches (Deutschland) GmbH

Coperion GmbH

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.

Deutsches Kunststoff Institut

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.

Dyckerhoff AG

Astrium GmbH

EADS Deutschland GmbH

Ehrfeld Mikrotechnik BTS GmbH

Ensinger GmbH

etifix GmbH

Evonik Degussa GmbH

EXAKT Advanced Technologies GmbH

Fachhochschule Jena

Forschungszentrum Jülich GmbH

Fr. Fassmer GmbH & Co. KG

Fraunhofer-Gesellschaft

Freudenberg Forschungsdienste KG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH

Future Carbon GmbH

Gala Kunststoff- und Kautschukmaschinen GmbH

Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg

Gerodur MPM Kunststoffverarbeitung GmbH & Co KG

GKSS – Forschungszentrum Geesthacht GmbH

Graphit Kropfmühl AG

H.C. Starck GmbH

Heraeus Clevios GmbH

HPS GmbH

Hochschule der Medien (HdM)

Ingenieurbüro TARTLER GmbH

Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.

Institut für Verbundwerkstoffe GmbH

INVENT GmbH

Jackon GmbH

Jacob Composite GmbH

KS Gleitlager GmbH

Kunststoff-Technik Scherer & Trier GmbH & Co KG

LCP GmbH

Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e. V.

Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V.

Lüberg Elektronik GmbH & Co. Rothfischer KG

Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

Mayr Faserverbundtechnik GmbH

Nexans Deutschland Industries GmbH & Co. KG

Novaled AG

PEAK Werkstoff GmbH

Peters Research GmbH & Co. KG

pp-mid GmbH

P-TECH GmbH & Co. KG

Putsch GmbH & Co. KG

Q-Cells SE

qtec Kunststofftechnik GmbH

Rhein Chemie Rheinau GmbH

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

RUCH NOVAPLAST GmbH + Co. KG

Ruhr-Universität Bochum

SAERTEX GmbH & Co. KG

Scansonic MI

3D Schilling GmbH

Schuberth Engineering AG

SGL Carbon GmbH

SGL TECHNOLOGIES GmbH

Siemens AG

Sto AG

Süd-Chemie AG

T. Michel Formenbau GmbH & Co. KG

Technische Universität Chemnitz

Technische Universität Clausthal

Technische Universität Dresden

Technische Universität Hamburg-Harburg

Technische Universität Ilmenau

Tritron GmbH

Universität Duisburg-Essen

Universität Freiburg

Universität Hannover

Universität Siegen

VARTA Microbattery GmbH

Weidmüller Interface GmbH & Co KG

xperion AEROSPACE GmbH

xperion FS Composites GmbH & Co. KG

Zentrum für Brennstoffzellen-Technik ZBT GmbH

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Innovationsallianz Carbon Nanotubes (Inno.CNT)
Informationsbüro
Postfach 11 08 31
40508 Düsseldorf

Tel. 01805-133 422* | Fax 01805-133 423*
E-Mail: info@inno-cnt.de | www.inno-cnt.de

*0,14 €/Min. aus dem Festnetz der Dt. Telekom, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.