

# Verbesserung der mechanischen und elektrischen Klebstoffeigenschaften durch funktionalisierte CNTs (Carbobond)

17064 N

Klebstoffe spielen eine zentrale Rolle für die Weiterentwicklung von ressourcenschonenden Leichtbautechniken. Dies gilt insbesondere für das Verbinden unterschiedlicher Werkstoffe (Multi-Material-Design). Entscheidende Faktoren für den Einsatz eines Klebstoffes sind seine Festigkeit sowie die Möglichkeit Zusatzfunktionen, wie elektrischer Leitfähigkeit oder Wärmeleitfähigkeit einzubringen. Durch die Verwendung von Kohlenstoff-Nanoröhren (sog. "carbon nanotubes", "CNTs") als Klebstoff-Additiv können diese Eigenschaften stark verbessert werden. Die wirkungsvolle Einbindung von CNTs in eine Klebstoffmatrix ist technologisch jedoch schwierig, da deren Oberfläche weitgehend unreaktiv ist und die Bündelung der CNTs eine Dispergierung erschwert. Ein Transfer der CNT-Eigenschaften auf die Matrix ist dadurch stark limitiert. Durch eine Funktionalisierung der Nanotubes lässt sich dies jedoch erreichen.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurden daher CNTs unterschiedlich funktionalisiert, in Klebstoffen dispergiert und die resultierenden Material- und Anwendungseigenschaften an ausgesuchten Klebstoffsystemen exemplarisch untersucht. Zur Funktionalisierung wurde ein Atmosphärendruck-Plasma verwendet. Es gelang CNTs von unterschiedlichen Herstellern im Plasma mit funktionellen Gruppen auszustatten. Messungen des Pulverkontaktwinkels und der Sedimentation belegen eine Verbesserung des Dispergierverhaltens der CNTs. Durch Wahl geeigneter Prozessparameter bei der Plasmabehandlung kann der Funktionalisierungsgrad gesteuert werden. Für bestimmte CNT-Typen verändert sich die Größenverteilung der Nanotubes durch die Plasmabehandlung. Diese Änderung muss bei der Bewertung der Funktionalisierung von CNTs berücksichtigt werden. Für die hier hergestellten wurden drei grundlegende Klebstoff-Harzsysteme ausgewählt und jeweils eine Dispergierroutine unter Einsatz von Ultraschall entwickelt, mit der eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der CNT möglich wird. Weiterhin wurde auch der Einfluss anderer Dispergierverfahren, vornehmlich Dreiwalzwerk, auf unterschiedliche Klebstoffparameter untersucht. Im Fokus standen hierbei Festigkeit, Wärmeleitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit. Zur Auswertung der Ergebnisse wurden TEM- und REM-Analysen durchgeführt. Bei einigen der so hergestellten Komposite führte die Funktionalisierung zu verbesserten Materialeigenschaften. Ein cycloaliphatisches Klebstoffsystem zeigte dabei insgesamt die größten Eigenschaftsverbesserungen. Die zentrale Größe für die Materialeigenschaften ist der Dispergiergrad, da er entscheidend für die Wechselwirkungen über das CNT-Netzwerk ist. Durch die kombinierte Anwendung gängiger Dispergierverfahren sind signifikante Verbesserungen erzielt worden. Als Anwendungsbeispiel für gefüllte Klebstoffe konnte ein Epoxidklebstoff für das Bewehren von Stammblättern mit Schleifsegmenten zur Gesteinstrennung erfolgreich eingesetzt werden.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 05/11 bis 04/13 von der **Fraunhofer-Gesellschaft e.V.**, **Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM** (Wiener Straße 12, 28359 Bremen, Tel.:0421/2246-456 unter der Leitung von Dr. U. Lommatzsch (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. Bernd Mayer

[--> TIB](#)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Das IGF-Vorhaben Nr. 17064 N der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages