

Mechanische Eigenschaften von Klebstoffen mit Nanopartikeln

Die Kompositforschung hat in den letzten Jahren gezeigt, dass der Einsatz von Nanopartikeln die Eigenschaften von Polymeren verbessern kann. Das Ziel hierbei ist, dass Nanopartikeln nicht nur eine Eigenschaft steigern, sondern ein gesamtes Eigenschaftsprofil, wie zunehmende Zähigkeit bei gleichzeitiger Festigkeitserhöhung, verbessern. Ein wichtiger Punkt, um dieses Ziel zu erreichen, ist die richtige gezielte Oberflächenmodifikation der Partikel in Abhängigkeit vom gewählten Polymer und deren Interaktion. Zwei unterschiedliche Klassen von reaktiven Nanopartikeln werden im Folgenden dargestellt, welche bereits alleine die Eigenschaften von Epoxidklebstoffen und deren Klebverbindungen verbessern.

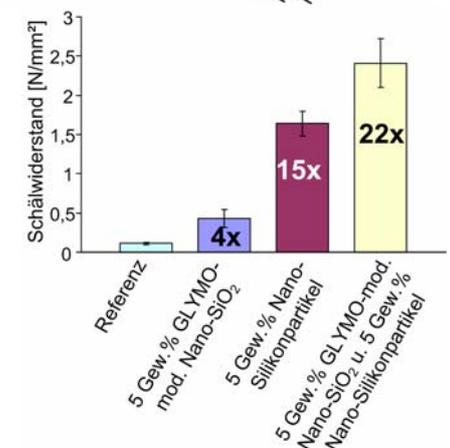
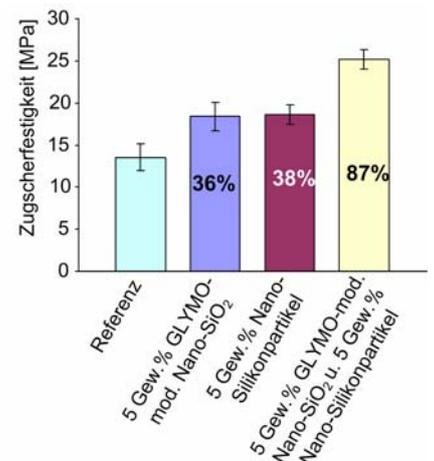
Reaktive Nanopartikel

Die zwei oberflächenmodifizierten Nanopartikelklassen sind nach dem Core-Shell-Prinzip aufgebaut. Während die erste Partikelklasse einen Siliziumdioxidkern besitzt, besteht der Kern der zweiten Klasse aus Silikon-Elastomer.

Beide Partikelummantelungen beinhalten Epoxyfunktionalitäten, welche mit den anderen Klebstoffkomponenten nachweislich reagieren können. Die Siliziumdioxid-Nanopartikel haben eine Primärpartikelgröße von 12 nm, während der Durchmesser der Silikon-Nanopartikel 100 nm misst.

Mechanische Eigenschaften

Ein Zusatz geringer Volumenanteile dieser Nanopartikel zum Klebstoff



Klebeigenschaften der Nanokomposite und der synergistischen Verstärkung im Vergleich zu ungefüllten Rezepturen

Fraunhofer-Institut
 für Fertigungstechnik und
 Angewandte Materialforschung
 - Klebtechnik und Oberflächen -

Dr.-Ing. Helmuth Schäfer
 Wiener Straße 12
 28359 Bremen
 Germany

Priv.-Doz. Dr. Andreas Hartwig
 Telefon +49 (0)4 21/22 46 -470
 E-mail har@ifam.fraunhofer.de

Dr. Jasmin Trautmann
 Telefon +49 (0)4 21/22 46- 643
 E-mail jt@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de



resultiert in einer Zugscherfestigkeitszunahme und gleichzeitig einer Erhöhung des Schälwiderstandes, welcher ein Maß für die Verformbarkeit des Klebstoffs ist. TEM-Aufnahmen zeigen eine homogene Verteilung der jeweiligen Nanopartikel in der Harzmatrix.

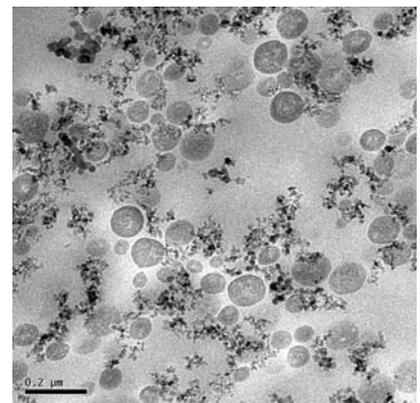
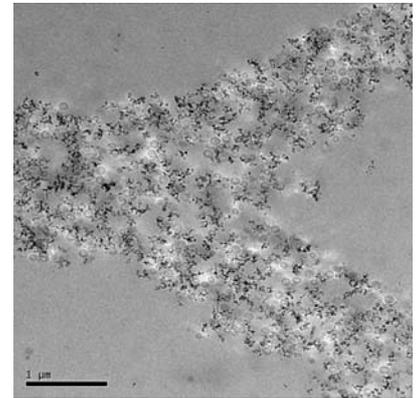


Synergistische Effekte

Die Kombination dieser beiden Nanopartikelklassen führt zu einer Verdopplung der Zugscherfestigkeit und einer vielfachen Erhöhung des Schälwiderstandes. Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung der Nanokomposite zeigt sich, dass der gleichzeitige Einsatz der unterschiedlichen Nanopartikel zu einer Überstruktur der Partikel im Mikrometerbereich innerhalb des Polymers führt. Der kombinierte Einsatz von versteifenden, harten SiO_2 -Nanopartikeln und zähmodifizierenden Silikon-Nanopartikeln führt zu Nanokompositen, die die möglichen Eigenschaftsverbesserungen mit nur einer Partikelklasse um ein Vielfaches übersteigen.

Die Nanokomposite mit harten und elastischen Nanopartikeln sind ein viel versprechendes Material für hochfeste, zähmodifizierte Konstruktionsklebstoffe.

Die erarbeiteten Prinzipien müssen nunmehr auf Industrieverformulierungen und andere Basisformulierungen wie Polyurethane und Acrylate übertragen werden. Zudem ist der Einsatz dieser Nanopartikel bei Lacken, Matrixharzen etc. beabsichtigt.



TEM Aufnahmen, selbstordnende Überstruktur der Siliziumdioxid- und Silikon-Nanopartikel im Epoxidklebstoff bei zwei verschiedenen Vergrößerungen