

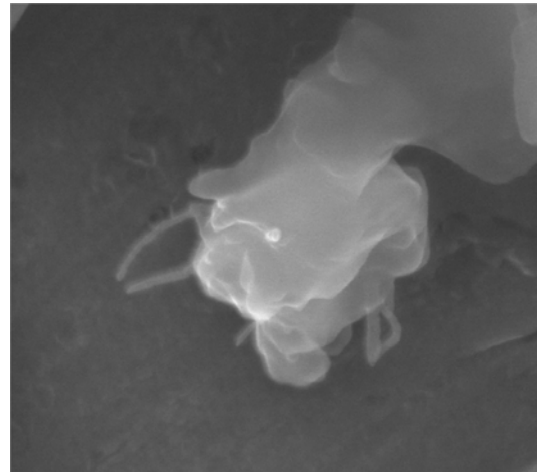
## Charakterisierung der Emissionen bei der mechanischen Bearbeitung von Nanokompositen

### Problem

Nanoobjekte, die mindestens in einer Dimension eine Abmessung von 1 bis 100 nm aufweisen, werden zunehmend bei der Verarbeitung polymerer Werkstoffe als Zusatzstoffe oder Additive verwendet. Durch die Zugabe entstehen Nanoverbundwerkstoffe bzw. Nanokomposite, die gegenüber den reinen polymeren Werkstoffen verbesserte Materialeigenschaften aufweisen wie z. B. Festigkeitskennwerte oder elektrische Leitfähigkeit. Als Additive mit Primärpartikelgrößen im Bereich von 10 bis 100 nm werden u. a. Titanoxid ( $\text{TiO}_2$ ), Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Zirkonoxid ( $\text{ZrO}_2$ ) und Siliciumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) verwendet. Auch durch die Einarbeitung von Kohlenstoffnanoröhrchen (Carbon Nanotubes – CNT) können polymere Werkstoffe deutlich verbessert werden. So können bei Flügeln für Windräder infolge der Festigkeitserhöhung Querschnittsflächen reduziert werden, sodass sich auch Gewicht einsparen lässt, was die Eigenbelastung der Flügel reduziert. Durch den Zusatz von Carbon Nanotubes kann außerdem die elektrische Leitfähigkeit erhöht werden, um beispielsweise elektrostatische Aufladung zu vermeiden.

Damit solche Verbesserungen eintreten, ist es notwendig, dass

- die Agglomerate bzw. Verbünde, die von den Nanomaterialien gebildet werden, weitgehend in die einzelnen Nanoobjekte aufgebrochen werden



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines freigesetzten Nanokomposit-Partikels, Quelle: Universität Kaiserslautern

- die einzelnen Objekte möglichst gleichmäßig im polymeren Material verteilt und
- die Objekte vollständig von dem polymeren Material benetzt werden.

Dabei ist es wichtig festzustellen, ob einzelne Nanoobjekte aus Nanokompositen freigesetzt werden und damit ein Gesundheitsrisiko darstellen können.

### Aktivitäten

In Prüfstandsversuchen wurde beim Schleifen von Nanokompositen die Freisetzung von ultrafeinen Partikeln und Nanopartikeln untersucht. Ein reiner polymerer Werkstoff und ein Nanokomposit wurden miteinander verglichen.

Als Testmaterial diente Epoxidharz mit CNT, das von Hand mit einer handelsüblichen Doppelschleifmaschine bearbeitet wurde. Im freigesetzten Staub wurden die Partikelanzahlkonzentration und Partikelgrößenverteilung vermessen, unter besonderer Berücksichtigung der Carbon Nanotubes. Die während des Schleifprozesses generierten Partikel wurden abgeschieden und anschließend unter einem Rasterelektronenmikroskop untersucht.

Für die Partikelkonzentrationsmessungen wurden ein Scanning Mobility Particle Sizer (Modell 3634) und ein Condensation Particle Counter (Modell 3022A; 3775) der Firma TSI verwendet. Die Partikelabscheidung erfolgte über einen Nano Aerosol Sampler (Modell 3089, TSI) und einen Electrical Low Pressure Impactor (ELPI, Firma Dekati).

### Ergebnisse und Verwendung

Die Höhe der beim Schleifen des Materials erzeugten Partikelkonzentration hängt vor allem vom Anpressdruck und der Bearbeitungsdauer ab. Der größte Anteil der gemessenen Partikel lag während und nach dem Schleifen im submikronen Bereich ( $< 1 \mu\text{m}$ ). Freigesetzte Partikel aus Material mit CNT wiesen vereinzelte Faserenden an ihrer Oberfläche auf. Diese Beobachtung konnte bei Material ohne CNT-Zusatz nicht gemacht werden. Dies lässt den Schluss zu, dass es sich bei den beobachteten Fasern um CNTs handelt.

### Nutzerkreis

Firmen und Personen, die Nanomaterialien herstellen bzw. anwenden; Unfallversicherungsträger

### Weiterführende Informationen

- Fachinformationen des IFA zu Nanomaterialien [www.dguv.de/webcode/d90477](http://www.dguv.de/webcode/d90477)
- Wohlleben, W.; Brill, S.; Meier, M. W.; Mertler, M.; Cox, G.; Hirth, S.; von Vacano, B.; Strauss, V.; Treumann, S.; Wiench, K.; Ma-Hock, L.; Landsiedel, R.: On the lifecycle of nanocomposites: comparing released fragments and their in-vivo hazards from three release mechanisms and four nanocomposites. *Small* 7 (2011) Nr. 16, S. 2384-2395, doi: 10.1002/smll.201002054
- Göhler, D.; Stintz, M.; Hillemann, L.; Vorbau, M.: Characterization of nanoparticle release from surface coatings by the simulation of a sanding process. *Ann. Occup. Hyg.* 54 (2010) Nr. 6, S. 615-624
- Kuhlbusch, T.; Asbach, A.; Fissan, H.; Göhler, D.; Stintz, M.: Nanoparticle exposure at nanotechnology workplaces: A review. *Particle and Fibre Toxicology* (2011) Nr. 8, S. 22
- Vorbau, M.; Hillemann, L.; Stintz, M.: Method for the characterization of the abrasion induced nanoparticle release into air from surface coatings. *Aerosol Science* 40 (2009) Nr. 3, S. 209-217

### Fachliche Anfragen

Fachbereich Gefahrstoffe: Umgang – Schutzmaßnahmen

Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik

### Literaturanfragen

IFA, Zentralbereich