

VERSAGENSINDUZIERTER GERUCHSDETEKTION VON KUNSTSTOFFKOMPOSITEN

Für sicherheitsrelevante Bauteile aus Kunststoff kommen unter anderem optische, akustische oder teilzerstörende Prüfungen zur Rissdetektion in Betracht. In manchen Anwendungen können Bauteile jedoch nicht überprüft werden, da sie schwer zugänglich sind oder schwierige Abmessungen aufweisen. Abhilfe können hier olfaktorische, das heißt geruchsinduzierte Prüfungen zur Rissdetektion schaffen. Unser Forschungsprojekt schließt damit eine Lücke in der Nutzung menschlicher, aber auch technischer Sensorik, die besonders leistungsfähig ist. Anwendungen wie Sicherheitshelme, Mehrschichtwandungen von Gefäßsystemen und Druckschläuchen sind denkbar.

Am Fraunhofer IWM wurden im Rahmen eines Eigenforschungsprojektes gemeinsam mit dem Fraunhofer UMSICHT Kompositensysteme mit dem Schwerpunkt auf spritzgussfähige Polypropylenkomposite entwickelt, die bei Schädigung Duftstoffe austreten lassen.

Kapsel- und Kompositensysteme

Das Fraunhofer UMSICHT stellt die Materialien und Komposite her, das Fraunhofer IWM testet die Materialien. Die Duftstoffe werden in Form von Duftölen mit meist blumig-fruchtigem Geruch in einen porösen Siliziumdioxidkern eingearbeitet. Dieser wird über Verkapselungsprozesse mit einem dichten, festeren Wandmaterial versehen. So entstehen Pulver aus Kapseln mit etwa 30 µm Durchmesser und Wandstärken von rund 1 µm. Sie wurden als Polypropylenkomposite spritzgegossen oder auch als Epoxidkomposite ausgehärtet. Zur optimalen Auswahl der Komposite wurden die Systemkomponenten variiert und die Komponentenpaarungen analysiert.

Charakterisierung und Simulation der Kapseln

Die Kapseln wurden im Rasterelektronenmikroskop in intaktem Zustand aufgebrochen und im Schliff betrachtet. Eine neue Charakterisierungsmethode wurde erprobt, um die mechanische Belastbarkeit der Kapseln über eine Kapselselektion mit einem registrierenden Indentationsverfahren prüfen zu können. Bei der Indentation mit einer Vickersspitze wird die Kapsel deformiert bis sie aufreißt. Hierbei hat sich eine definierte Penetration mit Haltephase bewährt. Anhand der Indentationskraft konnten die Kapselsysteme bewertet werden (Abbildung 1).

Charakterisierung und Simulation der Komposite

Die Polypropylenkomposite wurden überwiegend über Zugversuche mechanisch geprüft, da ungefülltes Polypropylen plastisch in Form von wachsender Einschnürung versagt. Mit der wahren plastischen Verfestigung wurde das Kompositverhalten modelliert. Die Komposite brechen spröde mit einem faserigen Bruchbild.

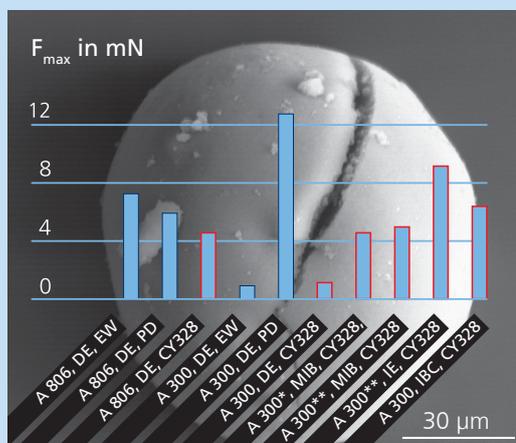
Für die Auslegung der Versagensdetektion wurde ein Kompositensystem erprobt, für das eine ausreichende mechanische Anbindung des Kapselwandmaterials an die Matrix vorhanden war. Zudem soll das Versagensverhalten des Komposites trotz Variation des Füllungsgrades bekannt sein und eine ausreichende Kapselöffnung in der Phase des Bruches induziert werden. Für die Kombination aus Polypropylen-Matrix und Melaminformaldehydharz-Wandmaterial wird eine gleichbleibende Bruchspannung erreicht. Gleichzeitig werden über den Füllungsgrad und auch über das Verhältnis von Wandmaterial zu Kapselkern ein Deformationswiderstand und damit eine



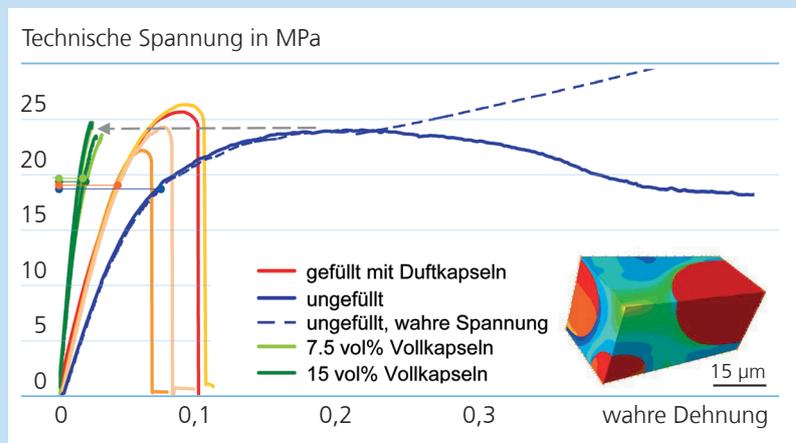
Die Aktivierung der Duftkapseln (Durchmesser 30 μm) durch ein Aufreißen der Kapseln unter Last (rot) wurde über Komposit-Simulationen der Einzelmaterialien analysiert.

Bruchdehnung beziehungsweise Bruchenergie eingestellt (Abbildung 2). Je nach Anwendung kann die Versagensgröße variiert und so die Kapselöffnung über iterative Simulationen vor dem finalen Bruch eingestellt werden. Die Demonstration erfolgte anhand eines Fahrradhelms der bei Beschädigung anfängt Geruchsstoffe freizusetzen. Die mechanisch definierte Ausrüstung mit funktionellen Mikrokapseln ist aber auch auf medizinische oder tribologische Anwendungen übertragbar.

Dr. Christof Koplín



1 Die selektive Indentation mit Penetrationstiefen weniger μm ist ein Verfahren zur Charakterisierung der Duftkapselsysteme.



2 Versagensrelevante Größen wie Deformationswiderstand, Bruchdehnung beziehungsweise Bruchenergie können für die Komposite eingestellt werden.