

SCHÄDIGUNGSMODELLIERUNG VON LANGFASERVERSTÄRKTEN THERMOPLASTEN

Gruppe
Crashsicherheit, Schädigungsmechanik

Timo Schweiger | Telefon +49 761 5142-350 | timo.schweiger@iwm.fraunhofer.de

Für die Crashsimulation von langfaserverstärkten Thermoplasten (LFT) sind die Charakterisierung und Modellierung der mechanischen Eigenschaften, einschließlich Versagen, von zentraler Bedeutung. Um eine Schädigung auf makroskopischer Ebene beschreiben zu können, ist es grundlegend wichtig, ein Verständnis der mikromechanischen Mechanismen an der Grenzschicht zwischen den zwei Werkstoffkomponenten, Faser (Glas) und Matrix (Polypropylen), zu erlangen. Der komplexe Vorgang des Grenzschichtversagens hat einen großen Einfluss auf das Bruchverhalten und bestimmt damit die Energieaufnahme der Komponenten im Crashlastfall.

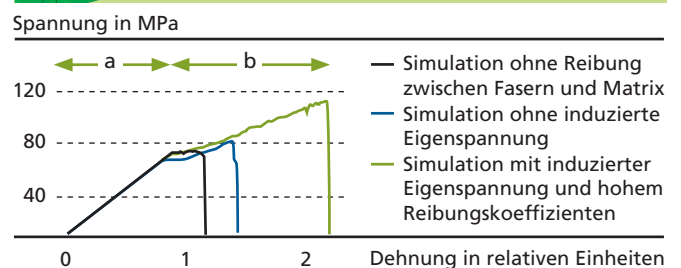
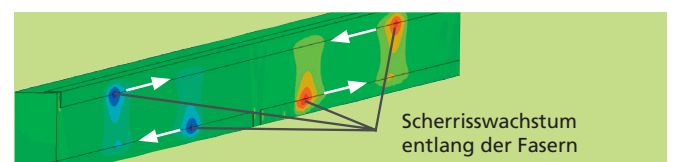
Mikroskopische Modellierung zur Ableitung eines makroskopischen Modells

Zur Reduzierung des Rechenaufwands der mikrostrukturellen Berechnungen wurden bestimmte Faserkonstellationen mit einzelnen Fasern ausgewählt. Unter Verwendung einer Kohäsivzonenformulierung konnte ein lokales Schädigungsverhalten in der Grenzschicht berechnet werden. Dieses Grenzschichtversagen zeigt Abbildung 1 am Beispiel einer Faserkonstellation. Es stellte sich heraus, dass nur unter Berücksichtigung von induzierten Eigenspannungen in der Matrix und einem hohen Reibungskoeffizienten zwischen Faser und Matrix eine korrekte Schädigungsentwicklung simuliert werden kann.

Diese Erkenntnis über die lokale Schädigungsentwicklung und die Auswirkung auf das Spannungs-Dehnungs-Verhalten fließt in das makroskopische Materialmodell ein. Das makroskopische Modell beruht auf analytischen Homogenisierungsmethoden: Dabei werden in einem ersten Schritt die unidirektio-

nalen Eigenschaften des Werkstoffverbunds mit einer transversalisotropen Steifigkeitsmatrix approximiert. Mittels empirischer Ansätze kann die Schädigungsentwicklung, die aus der Mikrostrukturechnung gewonnen wurde, implementiert werden. In einem zweiten Schritt werden mit einer Faserorientierungsverteilung die effektiven Steifigkeiten berechnet. Zur Kalibrierung des makroskopischen Modells werden Zug-, Scherzug-, Biege- und Durchstoßversuche bei unterschiedlichen Dehnraten durchgeführt und simuliert. Somit kann das neue Modell den Schädigungsverlauf und damit das Verhalten von der Schädigungsinitiierung bis zum Versagen adäquat beschreiben.

Lukas Schulenberg



1 Einflussparameter des Schädigungsverhaltens von LFT; a: elastischer Bereich, b: Bereich mit Risswachstum in der Grenzschicht. Simulation (oben) mit maximalen Scherspannungen (rot/blau).