

Vorhersage zur Streuung der Materialparameter von Composites

Viele Composites, beispielsweise kurz- oder langfaserverstärkte Kunststoffe wie SMC und LFT oder geschäumte Materialien, weisen eine ungeordnete Mikrostruktur auf. Diese führt zu Streuungen in den makroskopischen Materialeigenschaften. Um sie berechnen und damit im Design von Bauteilen berücksichtigen zu können, werden am Fraunhofer IWM in Freiburg neuartige probabilistische Simulationsmethoden entwickelt.

Die Mikrostruktur vieler Verbundwerkstoffe ist ausgeprägt ungeordnet. Wesentliche Mikrostrukturparameter wie die Faserorientierung und die Faserlänge bei kurz- und langfaserverstärkten Werkstoffen, die lokale Faserdichte und der mittlere Faserabstand bei unidirektional endlosfaserverstärkten Kunststoffen oder die Größe und Form von Partikeln oder Poren bei Partikelverbunden und festen Schäumen weisen signifikante Streuungen auf. Diese bewirken, dass auch das Materialverhalten dieser Werkstoffe auf der makroskopischen Ebene deutliche Streuungen oder „Unschärfen“ zeigt.

Theoretisch wahrscheinlich

In der Bauteilbewertung wird der unscharfen Definition der Materialeigenschaften durch Wahl eines hinreichend großen Sicherheitsbeiwerts Rechnung getragen. Dies kann jedoch zu einer Überdimensionierung und damit schlechten Ausnutzung des Leichtbaupotenzials führen. Eine vielversprechende Alternative stellen moderne probabilistische Berechnungsmethoden dar, die die Streuung im Materialverhalten zusammen mit weiteren Unschärfen aus der Belastung oder der Formhaltigkeit explizit berücksichtigen. Gegenüber den klassischen Verfahren besitzen sie erheblich mehr Aussagekraft.

Am Fraunhofer IWM wurden probabilistische Homogenisierungsmethoden erarbeitet, die es erlauben, die Streuung des Materialverhaltens aus einer Finite-Elemente-(FE-)Analyse der Mikrostruktur vorherzusagen. Dazu wurden auf der Basis gemessener Wahrscheinlichkeitsverteilungen leistungsfähige Methoden zur zufallsgesteuerten Generierung statistisch äquivalenter Mikrostrukturmodelle entwickelt. Daneben erarbeiteten die IWM-Experten Methoden zur numerischen Vorhersage der Materialstreuungen auf dieser Basis durch statistische FE-Simulation.

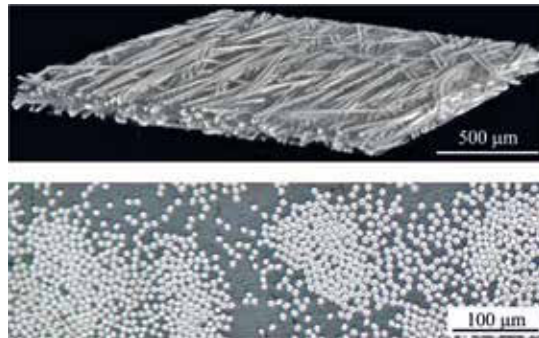
Praktisch tauglich

Die Übertragung der Homogenisierungsergebnisse auf die Bauteilebene erfolgt durch eine Zufallsfeldbeschreibung des Materialverhaltens. Diese probabilistischen Berechnungskonzepte bilden einen wichtigen Baustein einer durchgängigen Simulationskette von der Mikrostruktur bis zum Bauteil.

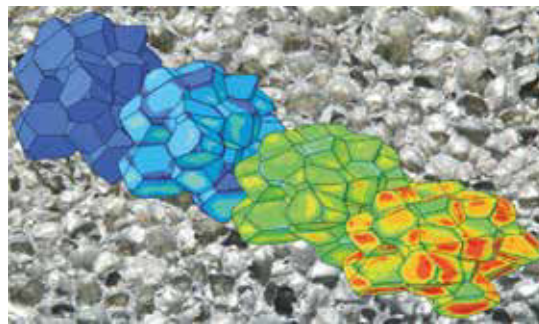
Weitere Informationen:

Dr. Carla Beckmann,
Dr. Sascha Fliegener,
PD Dr. Jörg Hohe,

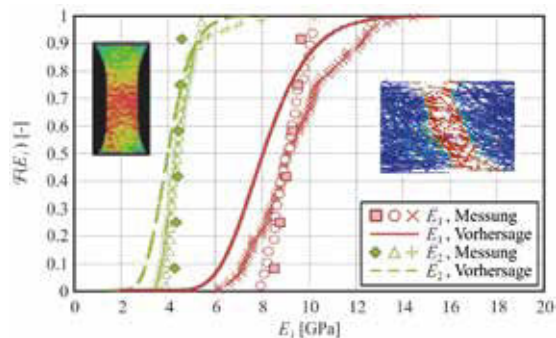
Verbundwerkstoffe, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM), Freiburg, Telefon +49 (0) 7 61/51 42-340, E-Mail: joerg.hohe@iwm.fraunhofer.de, www.iwm.fraunhofer.de



Ungeordnete Mikrostrukturen von Wirrfaser- und UD-Endlosfaserverbund.



Mikrostruktur und stochastisches Finite-Elemente-Analyse für Aluminium-Schaum.



Wahrscheinlichkeitsverteilung des Elastizitätsmoduls langfaserverstärkter Thermoplaste (LFT) – experimentelle Messung und numerische Vorhersage.