

## METHODEN PROBABILISTISCHER MULTISKALENANALYSE, UM MATERIALSTREUUNGEN ZU BEHERRSCHEN

Viele Verbundwerkstoffe, beispielsweise kurz- oder langfaserverstärkte Composites wie SMC oder LFT, haben eine ausgeprägt ungeordnete Mikrostruktur. Diese führt zu Streuungen in den Materialeigenschaften der Werkstoffe. Um diese Streuungen einer Berechnung und damit der Berücksichtigung im Design von Bauteilen zugänglich zu machen, werden am Fraunhofer IWM neuartige, probabilistische Simulationsmethoden entwickelt.

### Werkstoffe mit Streuung im Materialverhalten

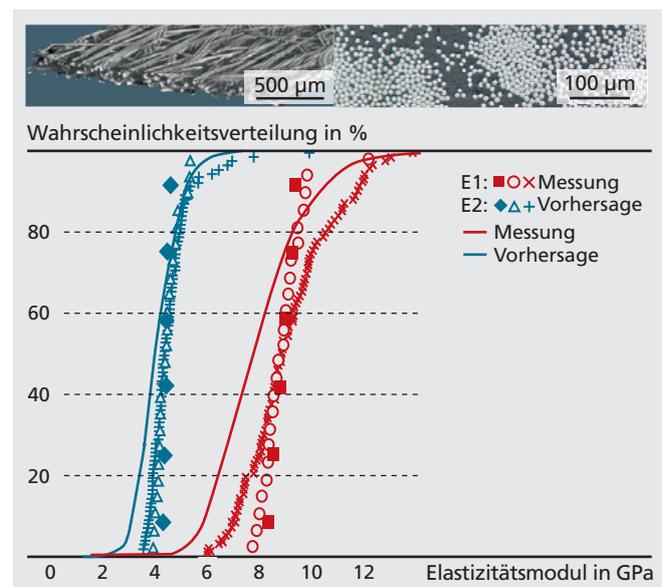
Wesentliche Mikrostrukturparameter vieler Composites weisen signifikante Streuungen auf. Das sind bei kurz- und langfaserverstärkten Werkstoffen die Faserorientierung und die -länge, bei unidirektional endlosfaserverstärkten Kunststoffen die lokale Faserdichte und der mittlere Faserabstand oder bei Partikelverbunden und festen Schäumen die Größe und Form von Partikeln oder Poren. Diese Inhomogenitäten bewirken, dass auch das Materialverhalten der Werkstoffe auf der makroskopischen Ebene mit deutlichen Streuungen oder »Unschärfen« behaftet ist.

### Mehr Leichtbaupotenzial durch Mikrostrukturmodelle

In der herkömmlichen Bauteilbewertung wird der Streuung der Materialeigenschaften durch die Wahl eines hinreichend großen Sicherheitsbeiwerts Rechnung getragen. Dies führt meist zu einer Überdimensionierung und damit einer schlechten Ausnutzung des Leichtbaupotenzials. Eine vielversprechende Alternative stellen moderne probabilistische Berechnungsmethoden dar, die die Streuung im Materialverhalten explizit berücksichtigen. Sie sind in der Lage, die zu erwartenden Unschärfen im Bauteilverhalten direkt vorherzusagen und haben gegenüber den klassischen Verfahren eine erheblich verbesserte Aussagekraft.

Am Fraunhofer IWM wurden probabilistische Homogenisierungsmethoden erarbeitet, die es erlauben, die Streuung des Materialverhaltens aus einer Finite-Elemente-Analyse der Mikrostruktur vorherzusagen. Dazu wurden leistungsfähige Methoden zur zufallsgesteuerten Generierung von Mikrostrukturmodellen auf der Basis gemessener Wahrscheinlichkeitsverteilungen etabliert. Auf dieser Basis werden die Materialstreuungen durch statistische FE-Simulation vorhergesagt. Die Übertragung auf die Bauteilebene erfolgt durch eine Zufallsfeldbeschreibung des Materialverhaltens. Hierdurch wird ein wichtiger Baustein der durchgängigen Simulationskette von der Mikrostruktur bis zum Bauteil gebildet.

Dr. Carla Beckmann, Dr. Jörg Hohe



1 *Streuende Mikrostruktur von LFT- und UD-Materialien und Wahrscheinlichkeitsverteilung der Longitudinal- und Transversal-Elastizitätsmoduli von LFT.*