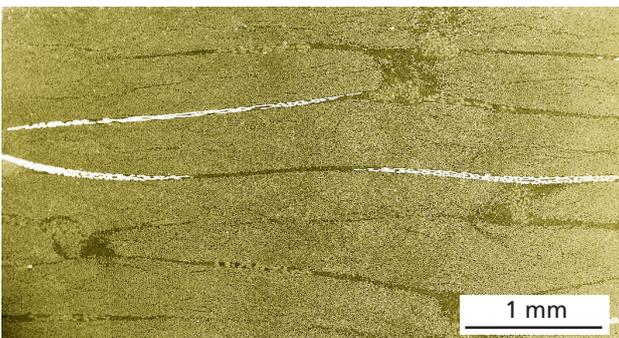


BEWERTUNG GROSSSERIENFÄHIGER CFK-WERKSTOFFE

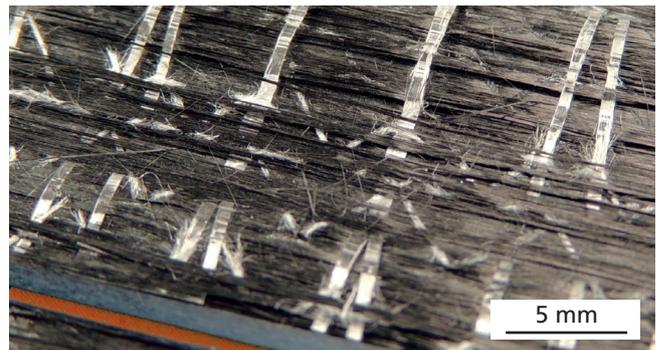
Vor dem Hintergrund der begrenzten natürlichen Ressourcen wird in vielen Technologiefeldern zur Gewichtsreduktion zunehmend auf Leichtbauprinzipien gesetzt. Für tragende Strukturen kommen dabei Kohle- oder Glasfaserverstärkte Kunststoffe (CFK, GFK) mit quasi-endlosen Fasern in Frage. Um eine Großserienfertigung mit kurzen Taktzeiten realisieren zu können, sind automatisierbare Fertigungsverfahren erforderlich, wie z.B. der »Resin Transfer Moulding« (RTM-) Prozess.

Wissenschaftliche und technische Fragestellungen

Die Bewertung des mechanischen Verhaltens dieser Materialien wird bedingt durch besondere Mikrostruktureigenschaften eine Reihe spezifischer Fragestellungen auf. Diese betreffen insbesondere das interlaminaire Verhalten, da sich durch die die einzelnen Rovings fixierenden Nähfäden gegenüber klassischen Prepreg-Laminaten komplexere transversale Mikrostrukturen und auch stärkere Variationen der Schichtgrenzen ergeben (vgl. Abbildung 1 und 2).



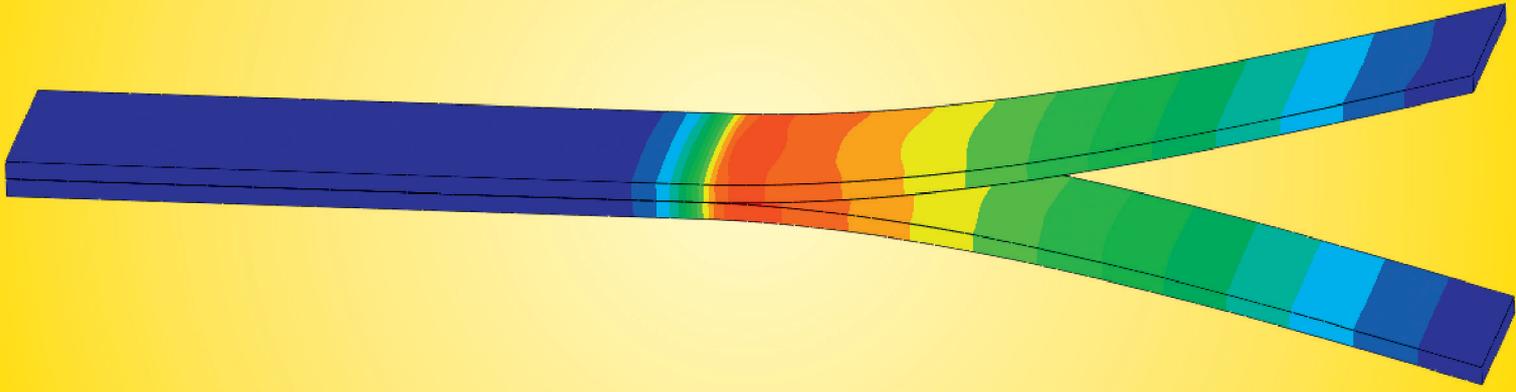
1 REM-Aufnahme eines Schliffbilds mit deutlich erkennbarer Variation der Schichtgrenzen.



2 Bruchfläche einer RTM-CFK Probe nach dem DCB Versuch.

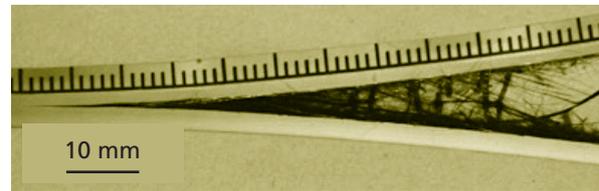
Materialcharakterisierung und numerische Simulation

Das Fraunhofer IWM prüft und charakterisiert die Werkstoffe im Hinblick auf ihre mechanischen Eigenschaften und die Simulation des Verhaltens mit geeigneten Modellen. Die Grundcharakterisierung erfolgt in Zug-, Druck- und Scherversuchen an unidirektional verstärkten Proben. Zur Bestimmung der Schubeigenschaften quer zur Faserrichtung G_{23} wurde eine Prüfung an gefügten losipescu-Proben etabliert. Der Bewertung der interlaminaren Scherfestigkeit dient der »Interlaminar Shear Strength« (ILSS-) Versuch. Die Delaminationszähigkeit im Modus I und II wird im »Double Cantilever Beam« (DCB-) bzw. »End Notch Flexure« (ENF-) Test bestimmt und kann durch Mixed-Mode Versuche ergänzt werden. Zur Validierung der Modelle werden Versuche an multidirektionalen Schichtaufbauten durchgeführt. Die experimentell ermittelten Steifigkeits- und Festigkeitseigenschaften werden für die numerische Simulation parametrisiert, um in situ-Effekte und Änderungen des Faservolumengehalts in multidirektionalen Laminaten zu berücksichtigen. Die Model-

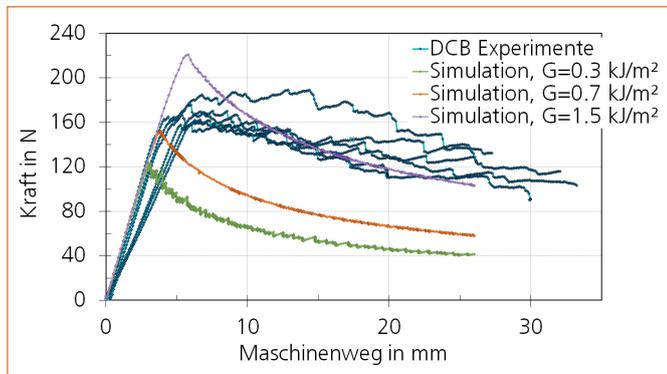


3 Simulation der DCB-Belastung mit Modellierung des RTM-Materials mit Composite Shell Elementen und beschreiben des Delaminationsverhaltens durch Kohäsivzonen-Modellierung.

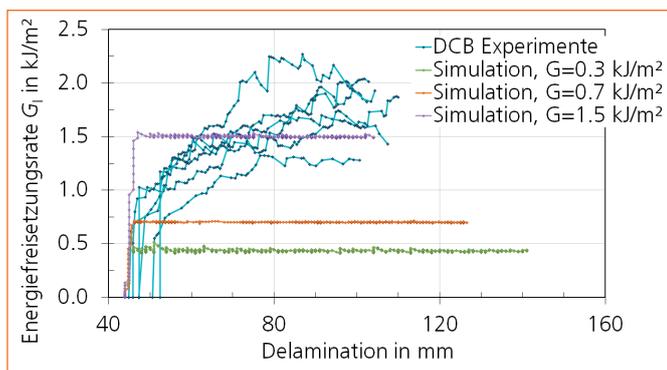
lierung der Laminare erfolgt z.B. mit Composite Shell Elementen, das Delaminationsverhalten im DCB Versuch wird mit Kohäsivzonen-Modellierung beschrieben (Abbildung 3). Die Modellierung erfasst in guter Übereinstimmung die maximale Kraft beim Beginn des Delaminationswachstums (Abbildung 4a). Die Effekte des steigenden Risswiderstands (Abbildung 4b) durch die Bildung ausgeprägter Rissbrücken (Abbildung 5) werden mit Standard-Simulationsmethoden noch nicht abgebildet.



5 Probe im DCB Versuch mit Rissbrückenbildung.



4a Kraft-Weg-Kurve bei Delamination im DCB Versuch und Simulationsergebnisse.



4b Risswiderstandskurve bei Delamination im DCB Versuch und Simulationsergebnisse.

Danksagung

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit dem Institut für Fahrzeugsystemtechnik FAST des Karlsruher Instituts für Technologie KIT bearbeitet und durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg und die Baden-Württemberg Stiftung GmbH innerhalb des Technologieclusters Baden-Württemberg TC² gefördert.

