

Faserverbundwerkstoffe besitzen auf Grund ihrer Eigenschaften ein erhebliches Potential für leistungsstarke Konstruktionen. Durch ihre hohe gewichtsbezogene Steifigkeit, der Möglichkeit sie optimal an Belastungsverläufe anzupassen, sowie ihre Versagenscharakteristik besitzen sie gegenüber vielen herkömmlichen Werkstoffen erhebliche Vorteile.

Doch gerade ihr Versagenverhalten stellt einen der Problempunkte aktueller Forschungen dar. So versagen die hier untersuchten Faserverbundwerkstoffe ausschließlich durch Bruchprozesse, demzufolge spröde ohne ausgeprägte Plastizitätseigenschaften. Zudem ist das Bauteilversagen nicht anhand eines Parameters auswertbar, es muss vielmehr der Belastungszustand im Bauteil auf mehrere Versagensformen hin untersucht werden. Diese Versagensformen unterscheiden sich zudem in Versagen innerhalb der Laminatschicht (intralaminar) und Versagen zwischen den einzelnen Schichten (interlaminar). Intralaminare Versagen ist dabei durch Reduktion der Materialeigenschaften der einzelnen Laminatschicht auf kontinuumsmechanischer Basis beschreibbar. Dagegen führt interlaminare Versagen nicht direkt zu einer Schädigung des Materials, vielmehr wird durch die Rissprozesse zwischen den Laminatschichten der Querschnitt geschwächt. Mit einer rein kontinuumsmechanischen Formulierung lassen sich diese Prozesse nicht beschreiben, sie erfordern eine gesonderte Betrachtung aus bruchmechanischer Sicht.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde aus diesem Grund ein kontinuumsmechanischer FE-Code zur Analyse hochdynamischer

Prozesse erweitert, um somit eine Verknüpfung zwischen Kontinuumsmechanik und Bruchmechanik zu erstellen, mit der das interlaminare Verhalten von CFK-Bauteilen beschrieben werden kann. Dabei wurde zur Beschreibung des interlaminaren Versagens ein bruchmechanischer Ansatz umgesetzt, bei dem durch Änderung der Netztopologie und daran anschließendem Versagensmodell großflächige Rissprozesse simuliert werden können.

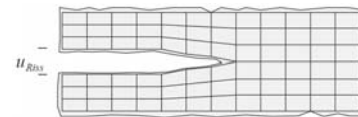


Abb.1: Bruchmechanischer Ansatz

Für die Beschreibung des interlaminaren Versagens wird dabei ein kombiniertes Versagenskriterium angewandt, bei dem die Versagensidentifizierung auf Grundlage kontinuumsmechanischer Spannungen erfolgt, der eigentliche Rissprozess aber über bruchmechanische Kenngrößen (kritische Energiefreisetzungsrate G_c) gesteuert wird. Mit dieser kombinierten Versagensbeschreibung bleibt die Versagensidentifizierung durch die bekannte Spannungssingularität vor der Risspitze vernetzungsabhängig, ihr Einfluss wird aber durch die bruchmechanische Betrachtungsweise während des Rissprozesses minimiert. Weiterhin ist die Qualität der Methode stark vom Grad der numerischen Genauigkeit der Berechnung abhängig und fördert bei einer unterintegrierten Elementformulierung stark die „Hourglassing“-Verformungsmodi.

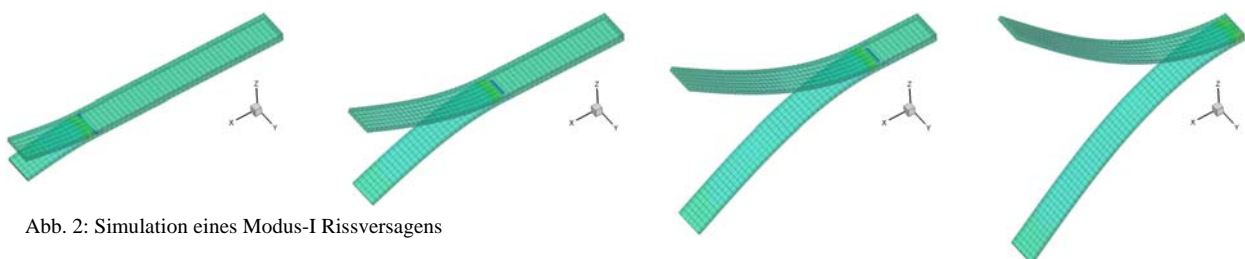


Abb. 2: Simulation eines Modus-I Rissversagens