
Kurzfassung

Diese Arbeit verbessert einige Prozessschritte zur Auslegung hochbeanspruchter Bauteile aus endlosfaserverstärkten Faser-Thermoplast-Verbunden am Beispiel von CF-PA6 Mehrschichtverbunden. Hierzu werden neue Verfahren zur Konditionierung hygroskopischer Werkstoffe und der Bestimmung des relativen Faservolumenanteils entwickelt, wodurch der Aufwand zur Werkstoffcharakterisierung signifikant reduziert werden kann.

Durch Versuche an CF-PA6 Schichten wird das mechanische Verhalten des Werkstoffs hinsichtlich dem Spannungs-Verzerrungs- und Bruchverhalten analysiert. Dazu werden speziell die Unterschiede zu Faser-Duroplast-Verbunden durch Berechnungen auf mikromechanischer Ebene herausgearbeitet. Zusätzlich wird der Einfluss des verwendeten Verarbeitungsverfahrens (Tapelegen) auf die mechanischen Werkstoffkennwerte charakterisiert.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wird eine neue Werkstoffroutine entwickelt und in ein Berechnungsprogramm zur Analyse mechanischer Strukturen mit Hilfe der Finiten Elemente Methode implementiert. Dadurch kann unter anderem das nichtlineare Verhalten von Faser-Thermoplast-Verbunden unter großen Verzerrungen und die Degradation einzelner Schichten eines Mehrschichtverbunds abgebildet werden. Ein Vergleich der Ergebnisse von Versuchen an Mehrschichtverbunden und der Berechnung zeigt gute Übereinstimmung und die Leistungsfähigkeit der Routine auf Bauteilebene.

Abstract

This work improves the process steps for the design of highly stressed components made of continuous fiber-reinforced thermoplastics using as example CF-PA6 multilayer composites. For this purpose, new methods for conditioning hygroscopic materials and determining the relative fiber volume fraction were developed. This reduces the expense of material characterization significantly.

Tests on CF-PA6 layers are used to analyze the mechanical behavior of the material in terms of stress-strain and fracture behavior. In particular, the differences to fiber-reinforced thermosets are highlighted by using calculations on a micromechanical level. Additionally, the influence of the processing method (tape laying) on the mechanical material properties is characterized.

Based on the knowledge gained, a new material routine is developed and implemented into a calculation program for the analysis of mechanical structures using the finite element method. Through this work it is now possible to calculate nonlinear behavior of fiber-reinforced thermoplastics under large distortions and the degradation of individual layers of a multi-layer composite. A comparison of experimental data with the calculation of multilayer composites shows good agreement and the performance for the application on a component-level.