

Fahrzeugleichtbau durch Faserverbundtechnik

Dipl.-Ing. Christian Fiebig¹, Univ.-Prof. Dr.-Ing Michael Koch¹

¹ TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Kunststofftechnik, Gustav-Kirchhoff-Straße 5, 98693 Ilmenau

Kurzfassung

Unter dem Blickpunkt der Energie- und Masseinsparung besitzt der Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen eine immer größer werdende Bedeutung. Aufgrund der hohen spezifischen Steifigkeiten und Festigkeiten bei gleichzeitig geringem Bauteilgewicht eignen sich die Composite besonders zur Bewältigung dieser Herausforderung. Neben den klassischen Anwendungsgebieten in der Luft- und Raumfahrttechnik bildet der verstärkte Einsatz im (Elektro-)Automobilbau interessante Perspektiven für den innovativen Werkstoff. Die Anforderungsprofile der Leichtbaus und Energieeffizienz verlangen hier leichte Karosserien für große Batteriekapazitäten bei gleichzeitig hohem Nutzwert.

Von der reinen Substitution bisheriger Metallkonstruktionen durch FVK abgesehen, besteht bei der Verwendung derselben ein erhöhter Konstruktionsaufwand sowohl durch die stark anisotropen Eigenschaften des Werkstoffes als auch durch die hohe Anzahl variabler Parameter während der Bauteilfertigung. Moderne FEM-Berechnungssoftware kann hier Abhilfe schaffen, jedoch ist bekannt, dass die Vorhersagegenauigkeit der Simulation gegenüber den real erreichbaren Bauteileigenschaften unbefriedigend ist. Die daraus resultierenden erhöhten Sicherheitsfaktoren mindern den Vorteil der FVK, wodurch das Fahrzeuggewicht unnötig erhöht wird. Neben der teilweise unbefriedigenden Versagensvorhersagegenauigkeit erfordert die Simulation trotzdem einen erhöhten Bearbeitungsaufwand, da eine genaue Kenntnis und Definition der Randbedingungen nötig ist. Eine automatisierte Definition grundlegender Randbedingungen, welche die Eigenschaften des gewählten Faserverbundes berücksichtigt, vereinfacht diesen Prozess.

In dem Vortrag wird ein Weg aufgezeigt, welcher eine kosteneffizientere Konstruktion mit FVK ermöglicht. Es wird aufgezeigt, wie groß der Einfluss bisher wenig beachteter Laminatparameter auf die Vorhersagegenauigkeit der Materialsimulation ist. Neben variierten Fertigungsparametern wird insbesondere der Einfluss der geometrischen Abwandlungen und der Webart auf die resultierenden Bauteileigenschaften dargestellt. Mithilfe verschiedener mechanischer Prüfungen (Zug-/Druckprüfung, Biegeprüfung) wurden die Eigenschaften der Bauteile bestimmt. Hieraus konnte ermittelt werden, welche Geometrie besonders für die Verwendung von FVK geeignet ist, wenn hohe Festigkeiten und Steifigkeiten erreicht werden sollen. Zur vergleichenden Bewertung der Vorhersagegenauigkeit von FEM-Simulationen erfolgte die Nachbildung der Belastungsarten mittels ACP. Das Ergebnis der Untersuchungen sind grundständige Gestaltungsregeln, welche die Konstruktion mit faserverstärkten Kunststoffen vereinfachen. Durch Einführung eines Abminderungsfaktors kann die Voraussagegenauigkeit der FEM-Simulation verbessert werden, so dass der zu wählende Sicherheitsfaktor geringer angenommen werden kann. Weiterhin konnte bewiesen werden, dass die Komplexität der Geometrie einen direkten Einfluss auf die, rein auf den Werkstoff bezogene, erreichbare Bauteilfestigkeit besitzt. In einer zusammenfassenden Übersicht werden die erreichbaren Bauteileigenschaften in Abhängigkeit verschiedener Fertigungs- und Materialparameter und der Komplexität der verwendeten Geometrie dargestellt.