

Kurzfassung

Ausgelöst durch gestiegene Leichtbauanforderungen kommen im Automobilbau vermehrt Verbund- und Hybridbauweisen zum Einsatz. Verschiedene Materialien werden gemäß den jeweiligen spezifischen Anforderungen einzelner Bauteile bzw. Baugruppen ausgewählt, um ihr Potential bezogen auf das Gewicht und die (mechanische) Funktionalität optimal auszuschöpfen. Hierbei kann auch bei Großserienanwendungen neben der klassischen Blechschalenbauweise der Einsatz von Kunststoffen und Faserverbundwerkstoffen zielführend sein. Allerdings sind entwicklungspezifische Besonderheiten zur funktionalen Absicherung bzw. Auslegung derartiger Konzepte zu bewältigen. Dabei sind sowohl die Anforderungen an die Steifigkeit und die (Betriebs-)Festigkeit als auch die Vorgaben an die passive Sicherheit maßgebend.

Bauteile aus kurzfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen, die im Spritzgussverfahren hergestellt werden, stellen hier eine besondere Herausforderung dar. Das mechanische Verhalten ist von zahlreichen Faktoren wie lokal unterschiedlichen Faserorientierungen, viskosen Effekten und Umgebungseinflüssen abhängig. Um Zeit und Kosten zu sparen, ist im heutigen Produktentwicklungsprozess von Fahrzeugen bzw. bei der Auslegung der einzelnen Bauteile die Berechnung aller relevanten Lastfälle mittels numerischer Simulationen unumgänglich. Die Weiterentwicklung der Methoden und Modelle zur Simulation von Kunststoffen und Faserverbundwerkstoffen sind in den letzten Jahren verstärkt durch verschiedene Forschungsprojekte vorangetrieben worden. Dabei spielt auch die einhergehende Charakterisierung der Werkstoffe eine tragende Rolle. Ziel dieser Arbeit ist, die verfügbaren Methoden zur Berechnung und Charakterisierung von Spritzgussbauteilen aus kurzfaserverstärkten Kunststoffen aufzuzeigen, weiterzuentwickeln und anhand wissenschaftlicher Experimente zu validieren. Hierbei werden quasi-statische und crashrelevante Versuche mit verschiedenen Probekörpern durchgeführt und analytisch weiterverarbeitet. Im Anschluss werden diese zum Aufbau ausgewählter Rechenmodelle eines expliziten FE-Solvers genutzt. Angewendet werden dabei sowohl rein phänomenologische als auch integrative mikromechanische Simulationsmethoden mit isotropen und anisotropen elasto-plastischen bzw. elasto-viskoplastischen Ansätzen.

Abstract

Triggered by increased requirements due to lightweight design, composite and hybrid material solutions are more and more used for automotive applications. Different materials are selected in accordance with the respective specific requirements of individual parts and/or part groups in order to exhaust their optimal potential related to weight and (mechanical) functionality. Even for mass production applications the use of plastics and compound materials can be appropriate other than the classic sheet metal constructions. However, development-specific characteristics have to be mastered for the mechanical design of such concepts. Hereby the requirements determining stiffness, durability, and defaults to passive safety have to be considered.

Parts made of short-fiber reinforced thermoplastic materials which are manufactured by injection moulding procedures represent a special challenge due to these requirements. The mechanical behavior depends on numerous factors like different local fiber orientations, mechanical stress states, and environmental influences. In order to save time and costs the computation of all relevant load cases using numerical simulations is inevitable in today's development process of vehicles or during the design of the individual parts. The advancement of methods and models to

simulate the behavior of plastics and composite materials were enhanced in recent years within different research projects. Here, also the accompanying characterization of the materials plays an important role. The goal of this work is to point out the available methods for the simulation and characterization of injection moulded parts made of short-fiber reinforced plastics to develop these further and provide validation based on scientific experiments. Quasi-static and high speed load cases with different sample test specimens are accomplished and processed analytically. Different models of an explicit FE-Solver with both purely phenomenological and integrative micro-mechanical simulation methods with isotropic and anisotropic elasto-plastic and elasto-viscoplastic approaches are applied.