

Kurzfassung

Um eine weitere Zunahme der Umweltbelastung infolge des stetig anwachsenden Leergewichtes heutiger Kraftfahrzeuge zu vermeiden, wird dem vermehrten Einsatz von Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen (FKV) auch für hochbelastete Sekundärstrukturen zukünftig eine zentrale Rolle beim intelligenten Fahrzeug-Leichtbau zukommen. Die hierzu erforderliche Substitution metallischer Bauweisen durch FKV-Lösungen bietet das Potential, aufgrund des herausragenden gewichtsspezifischen Eigenschaftsprofils der Werkstoffgruppe und der Möglichkeit einer weitreichenden Teile- und Funktionsintegration eine deutliche Gebrauchswerterhöhung und auch Kostenreduktion zu erzielen.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Analyse des heutigen Entwicklungsstandes von Fahrzeug-Sitzstrukturen und Fahrwerkelementen in FKV-Bauweise zeigte, daß bei vorderen Pkw-Sitzen die Grenzen des mit FKV derzeit Umsetzbaren erreicht sind. Bei Pkw-Fahrwerken konnte festgehalten werden, daß bislang keine längsorientierte, nicht angetriebene Hinterachse in FKV-Bauweise ohne zusätzliches Querelement bekannt ist, obwohl diese Achsbauart zunehmend eingesetzt wird. Zielsetzung der Arbeit war es daher, innovative Ansätze für die integrierte Gestaltung vorderer Sitzstruktur-Komponenten zu entwickeln, die Leichtbau und hohe Funktionalität mit Großserienfertigung verbinden und weiter Vorschläge zur Gestaltung längsorientierter, nicht angetriebener Pkw-Hinterachsen in FKV-Bauweise zu erarbeiten.

Die Arbeit geht zunächst detailliert auf die Besonderheiten der FKV-Bauweisenentwicklung im Vergleich zum klassischen Konstruktionsablauf bei metallischen Strukturen ein. Darauf aufbauend wird die werkstoff- und fertigungsgerechte Spritzgieß-Konstruktion einer oberen Lehen-Quertraverse aus diskontinuierlich langglasfaserverstärktem Thermoplasten (DLFRP oder LFT) vorgestellt, die zwei Kopfstützen-Führungselemente und die eigentliche metallische Quertraverse integriert. Zudem ermöglicht die Funktionserweiterung der axialen Drehbarkeit des gesamten Bauteils ein verbessertes Anstellen der Kopfstütze an den Insassen-Hinterkopf. Quasi-statische und auch dynamische Kopfaufprall-Prüfungen an Prototypen zeigten eine gute Übereinstimmung mit den numerischen Simulationsergebnissen und bestätigten das geforderte „gutmütige“ Versagensverhalten des Bauteils durch den Einsatz von Langfasern.

Im weiteren stellt die Arbeit erstmals ein schlüssiges werkstoff- und fertigungsgerechtes Konzept für eine längsorientierte, nicht angetriebene Hinterachse in FKV-Bauweise auf der Basis eines funktionsintegrierten CFK-Doppel-Blattfeder-Elementes mit in Reihe geschalteter FKV-Drehrohrfeder-Anordnung vor. Die im Vergleich zu herkömmlichen Metallbauweisen um etwa 40 % leichtere Konstruktion verzichtet auf ein mitfederndes Querelement zur Aufnahme der Seitenkräfte und ermöglicht ein elastokinematisch basiertes In-Vorspur-Gehen des kurvenäußeren Hinterrades. Die grundsätzliche Funktionstüchtigkeit der Konstruktion konnte in ausführlichen strukturmechanischen Simulationsrechnungen nachgewiesen werden.

Abstract

In order to avoid a further grow of pollution as a result of the increasing empty weight of today's automobiles the use of fiber reinforced plastics (FRP) for highly loaded secondary structures will play a more important role within future intelligent automobile lightweight construction. This will require the substitution of common metal constructions by adequate FRP solutions showing their potentials in both, the outstanding weight specific mechanical properties and the possible integration of parts and functions. This can finally lead to higher utility values and to cost reductions.

A detailed analysis of today's FRP automobile applications with car seat structures and suspension elements within this thesis showed that with front seat structures the limits concerning the mechanics to cost ratio are reached. With automobile suspensions it could be stated that there are only longitudinally orientated, non-driven FRP rear suspensions known that show an additional cross element, although this suspension type is more frequently used today. Thus, it was the first objective of this thesis to develop an innovative approach for the integrated design of front seat structure components that combine light weight and high functionality with the requirements of a mass production process. The second objective was to work out a new FRP concept for a longitudinally orientated, non-driven automobile rear suspension without any additional cross element for taking up side loads.

After an introduction to the main specialities of FRP design in comparison to the classical construction scheme with metal structures this thesis presents a material and manufacturing appropriate construction of an upper front seat crosshead out of discontinuous long glass fiber reinforced thermoplastic (DLFRP or LFT). The FRP injection molding design integrates two head rest guiding elements and the actual steel crosshead with one single component. The FRP construction can axially rotate as a whole and thus enables to position the neck rest much closer to the head of the occupant. Quasi-static and dynamic tests of head impact situations showed good correspondence with numerical simulation results and confirmed the expected good fail-safe-behavior due to the use of long glass fibers.

Further more, this work for the first time presents a conclusive FRP solution for a material and manufacturing adequate longitudinally orientated non-driven automobile rear suspension, consisting of a CFRP double leaf spring element and a series mounting of an FRP tubular torsion spring arrangement. The FRP construction as a whole shows a 40 % lower weight compared to a common metal design, does not need any space consuming cross element for taking up side loads and also enables an elasto-kinematically based toe-in angle of the outer curve positioned wheel. The proper operation of the construction was proved by detailed structural numerical analyses.