

1



2

1 Simulation

2 Neue hybride Leichtbauhinterachse

HYBRIDE LEICHTBAUHINTER- ACHSE FÜR ELEKTROFAHRZEUGE

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Deutschland

Abteilung Betriebsfester und Funktionsintegrierter Leichtbau

M.Eng. Paul Becker

Telefon +49 6151 705-510
paul.becker@lbf.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter Abteilungsleiter

Telefon +49 6151 705-277
andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de

www.lbf.fraunhofer.de

IN ZUSAMMENARBEIT MIT



epsilon

Gewichtsoptimierung spielt in der Elektromobilität eine große Rolle. Das Fraunhofer LBF hat im Rahmen des EU-Forschungsprojekts »epsilon« eine Hinterachse mit deutlich reduziertem Gewicht entwickelt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei der Substituierung von Metallbauteilen durch Faserverbundmaterialien mit einer geschickten Auswahl der Faser-Matrix-Eigenschaften, die Steifigkeit der Struktur und damit die Fahrdynamik positiv zu beeinflussen.

Mit ihren Batterien legen Elektrofahrzeuge deutlich an Gewicht zu, was die Hersteller vor enorme Herausforderungen stellt. Leichtbau spielt daher als Lösung eine große Rolle. Karosserie- und Fahrwerksbauteile, die früher aus Metallwerkstoffen hergestellt wurden, werden immer häufiger durch unverstärkte und faserverstärkte Kunststoffteile ersetzt. Ziel des Projekts »epsilon« am Fraunhofer LBF war es, eine umfangreiche Studie über das Leichtbaupotenzial von Vorder- und Hinterachsen

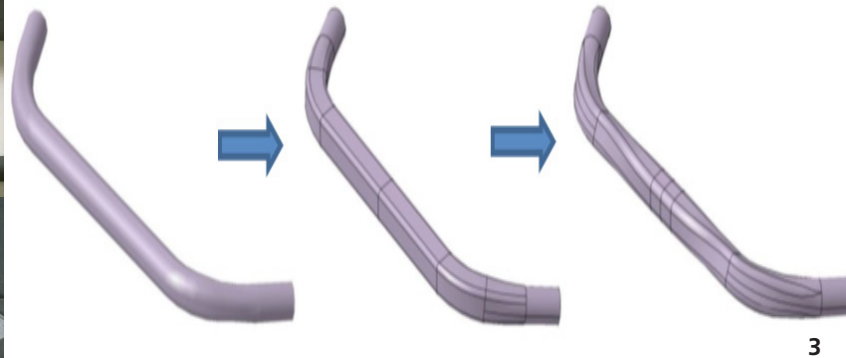
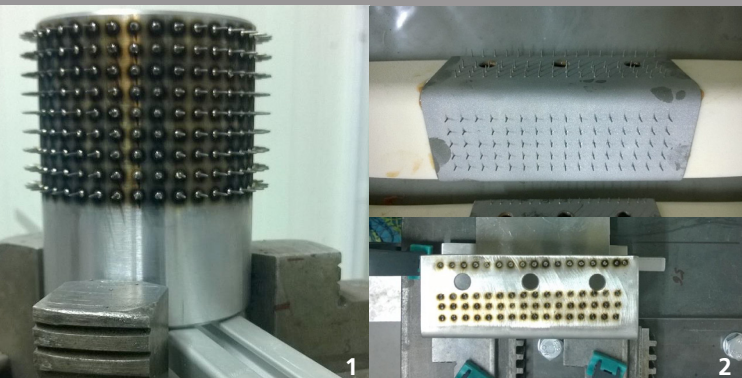
anzulegen. Die Aufgabe löste das Institut mithilfe der Verbundbauweise und des Einsatzes faserverstärkter Kunststoffe. Zum Projekt gehörten alle Stufen der Entwicklung, von der Definition von Anforderungen über das Design, numerische Berechnungen und Prototypenfertigung bis zur Prüfung.

Leichtbaupotenzial ausschöpfen

Durch eine geschickte Optimierung der Hinterachsegeometrie ist es gelungen, an der CFK-Hinterachse die gleiche Struktursteifigkeit wie an der konventionellen Hinterachse aus Metall abzubilden.

Im Laufe des Projekts berechneten die LBF-Forscher die Hinterachse mit der Finite Elemente-Methode in mehreren Schritten.





Ergebnis war ein Bauteil das aus zwei metallischen Seitenteilen und einem Mittelteil aus Faser-Kunststoff Verbund besteht. Durch Hybridbauweise können Temperatureinflüsse und lokale Beanspruchungen besser berücksichtigt werden. Das Gesamtgewicht der Achse reduziert sich durch das FKV-Mittelteil um rund 37 Prozent.

T-Igel® als Verbindungselement

Dank der formschlüssigen Verbindung hat T-Igel® den Vorteil, durch die Pins sehr hohe Kräfte und Momente von der Metallbuchse zum CFK-Seitenteil zu übertragen. Für die Stabilisierung des Zentralgelenks an der Hinterachse wurden in der CFK-Struktur die Metallinserts installiert (Abb. 2). Von der Idee der T-Igel®-Verbindung wurde eine Verbindungsmöglichkeit für das Zentralgelenk abgeleitet. Dabei wurden die Pins von der T-Igel®-Verbindung auf die Inserts aufgetragen. Der Vorteil dieser Verbindungsmöglichkeit im Bereich des Zentralgelenks liegt nicht nur in der stabilen Verbindung der Metall- und CFK-Teile, sondern auch in dem Zusammenhalt des Geflechts in Längs- und Querrichtung. Dadurch hat sich die Möglichkeit ergeben, die CFK-Struktur spanend zu verarbeiten

und mit einer Schraubenverbindung zu versehen. Es ist davon auszugehen, dass durch den Zusammenhalt des Geflechts keine Einbußen in der Festigkeit aufgrund der zu hohen Kerbspannungen in den Bohrungen zu erwarten sind.

Prinzip der T-Igel®-Verbindung

Mit der formschlüssigen Verbindung von Pins und Laminat wurde die Kerbspannung am Bohrungsrand reduziert. Die T-Igel®-Verbindung kennzeichnet sich durch eine spielfreie formschlüssige Verbindung (Richtwert ist dabei 0,5 kN pro Pin in Zugrichtung) (Abb. 1).

CFK-Aufbau schrittweise optimiert

Ausgehend von der T-Igel®-Verbindung wurde eine kerbspannungsarme, formschlüssige Metall-Faserverbundverbindung abgeleitet. Die CFK-Struktur wurde so ausgelegt, dass die Steifigkeit der konventionellen Metallhinterachse entspricht. Dazu wurde das Kreisprofil der konventionellen Hinterachse durch ein Vierkantprofil ersetzt. Das Vierkantprofil der Achse wurde zusätzlich verdreht (Abb. 3).

Torsions- und Biegeversuche

Als eine kritische Belastungsart im Normalfahrbetrieb wurde Torsion und gleichzeitige Biegung untersucht, Fahrmanöver „Abbiegen mit gleichzeitiger Beschleunigung“. Dafür wurde eine quasistatische Lastannahme als Ersatz für die tatsächlichen Betriebslasten verwendet. Die numerischen Simulationen bestätigen, dass die ausgelegte CFK-Struktur die von Ingenieuren gestellten Erwartungen erfüllt

Validierung im Fahrversuch

Damit die Leichtbauhinterachse auch den Fahrversuch übersteht, standen bei der Auslegung Sicherheit und Einsatz-tauglichkeit sowie die Eignung für eine mögliche Serienfertigung im Fokus. Da Vergleichswerte von ähnlichen Hinterachsen fehlen, mussten die Sicherheitsfaktoren entsprechend hoch angesetzt werden. Die Fahrtests sollen auch dazu dienen, das Leichtbaupotenzial der neuen Hinterachse noch besser auszuschöpfen.

- 1 Metall-Seitenteil mit T-Igel®-Anbindungselement (mit Pins)
- 2 Insert im Bereich des Zentralgelenks (mit Pins)
- 3 Anpassung des CFK-Profiles