

Topologieoptimierte Autofelgen für die additive Fertigung

Design und Funktion

Felgen haben eine sehr wichtige Funktion und sind für viele auch ein entscheidendes Designelement am Auto ihrer Wahl. Deshalb sind Simulationen sowohl für die Berechnung der Verformung und des mechanischen Spannungsverlaufs nutzbar als auch für die Erzeugung von neuartigen bionischen Designs durch Topologieoptimierungen.

Bei diesem konkreten Beispielprojekt wurde unter anderem eine additive Fertigung gewünscht. Das angestrebte Gewicht sollte auf zwölf Kilogramm reduziert werden. Für die Berechnung der Verformung und des Spannungsverlaufs wurden als Lastfälle sowohl eine Vollbremsung während einer Linksfahrt als auch während einer Rechtsfahrt festgelegt. Diese beispielhafte Anwendung der Topologieoptimierung für additive Fertigungsverfahren lässt sich natürlich auch auf andere Produkte im Haushalt übertragen, beispielsweise Stühle und Armlehnen.

Vorschläge durch Algorithmen

Zunächst wurde ein zylinderähnlicher Bauraum erstellt, auf dessen Grundlage mit der ANSYS Topologieoptimierung die Designvorschläge unter Berücksichtigung der zwei gegebenen Lastfälle generiert wurden. Anschließend erfolgte die Berechnung der Verformungen und Spannungen für die einzelnen Varianten, um anhand der Ergebnisse die Entscheidung für einen Designvorschlag zu fällen. Für die etwa zweistündige Berechnung der Aluminiumfelge wurden jeweils die Übergänge zwischen den Regelstrukturen und den bionisch wirkenden Bereichen besonders berücksichtigt. Durch den Einsatz von additiven Fertigungsverfahren konnte ein farbiger 3D-Druck des Spannungsverlaufs erstellt wer-



Bild 1: Vom Bauraum bis zum Sektorstück der Autofelge, das mit additiver Fertigung aus Metall erzeugt wurde.

den, der zur weiteren Diskussion und Anschauung diente. Nachdem die Rückführung des finalen Vorschlags vom STL-Modell (Standard Tessellation Language) zur CAD-Geometrie über Flächenpatches mit Anbindung an die Originalgeometrie abgeschlossen war, konnte mit der additiven Fertigung ein Sektorstück aus Aluminium erzeugt werden.

Damit dieser Prozess auch für andre Anwendungsfälle nutzbar ist, wurde ein effizientes methodisches Vorgehen erarbeitet. Dabei lassen sich die Arbeitsschritte über Skripte (Python) automatisieren, sodass bei geänderten Anforderungen der Prozessablauf vom Bauraum bis zum druckbaren neu berechneten Bauteil sehr schnell wiederholt werden kann. So ist jederzeit eine entsprechende Steifigkeits- und Spannungsbewertung verfügbar.

Neues Leichtbaupotential

Die automatische Formfindung durch die Topologieoptimierung für additiv fertigbare Produkte sowie die Simulation zur ersten Abschätzung von Verformung und Festigkeit eröffnen ein neues Leichtbaupotential. Dies gilt für die Modifikation bereits bestehender Produkte durch neue Designvarianten als auch für die Erschließung völlig neuartiger Designs bei Neuentwicklungen.

Durch die Simulationsergebnisse bezüglich Verformung und Festigkeit kann das Bauteilverhalten der Felge, die durch additive Fertigung entstanden ist, den bisherigen Felgen gegenübergestellt werden, die mit herkömmlichen Designs und den traditionellen Herstellverfahren gefertigt wurden. Ebenso lassen sich die Fertigungskosten vergleichen.

Insgesamt ist zu beachten, dass das völlig neue Felgendesign durch Algorithmen und nicht durch Konstruktionstätigkeit erzeugt wurde. Das anvisierte Gewicht konnte erreicht werden, und auch die Spannungen und Verformungen liegen im erwarteten Bereich. Was noch aussteht, ist die Bewertung der Lebensdauer mit experimentellen Versuchen.

InfoAnsprechpartner | CADFEM

Markus Kellermeyer

Tel. +49 (0) 80 92-70 05-942

mkellermeyer@cadfem.de