

1

CDTIRE/3D: SIMULATION VON REIFENVARIATIONEN

1 *Vergleich unterschiedlicher Reifenmodelle: 235/60 R18 vorne und hinten (rot/blau) sowie 235/55 R19 auf der Vorderachse (schwarz) und 255/50 R19 auf der Hinterachse (gelb). Letztere Konfiguration wird als optimal angesehen.*

Simulationswerkzeuge tragen dazu bei, ein Produkt in kürzerer Zeit zur Serienreife zu bringen, ohne seine Qualität zu beeinträchtigen. Sie beschleunigen vor allem die Konzeptphase. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Automobilherstellern betreiben wir großen Aufwand, um die Genauigkeit der Simulationsergebnisse in frühen Entwicklungsstadien zu verbessern. Vielversprechend ist derzeit die Morphing-Technologie, denn sie bietet Automobilherstellern bereits zu Beginn der Planung Zugang zu Daten vieler möglicher Reifen- und Radgrößen – insbesondere solcher, die (noch) gar nicht physikalisch existieren.

Der Reifen ist ein sehr wichtiger Faktor der Fahrleistungen eines Pkw. Mithilfe des Reifenmodells CDTire/3D wurde ein neuer Ansatz entwickelt, um die Eigenschaften eines Reifens ohne physikalischen Prototypen vorhersagen zu können. Zu den Fragen, die sich in der frühen Entwicklungsphase stellen, gehören die Wahl der Reifen- und Felgenreife, der optimale Reifendruck, wie nah man den gesetzten Zielen durch Veränderung des Reifens kommt und welche Rolle das Fahrzeug dabei spielt.

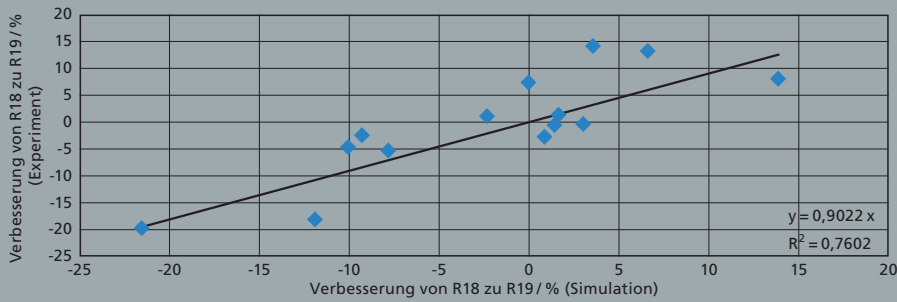
Geometrische Beschreibung des Reifens

Das Fraunhofer ITWM entwickelt das Reifenmodell CDTire/3D, das die Automobilindustrie für Komfort-, Zuverlässigkeits- und Fahrdynamikuntersuchungen verwendet. Es basiert auf einer Diskretisierung einer Schalenformulierung, in welcher die mit Materialparametern gegebenen funktionalen Lagen eines Reifens (wie Bandage, Gürtel und Karkasse) mit ihrer jeweiligen Geometrie zusammenfasst werden. Die Modellierung jeder einzelnen faserverstärkten Lage beinhaltet einen nichtlinearen Teil in der elastischen Komponente, resultierend aus unterschiedlichem Zug- und Druckverhalten. Die geometrische Beschreibung erlaubt große Verformungen.

Trennung von Material- und geometrischen Eigenschaften

Der Konstruktionsassistent nutzt die Querschnittsgeometrie unter Innendruck zur Parametrisierung des Reifens, basierend auf den Aufbaueigenschaften der funktionalen Lagen der Bandage, des Gürtels und der Karkassen. Da das Modell eine strikte Trennung zwischen Material- und geometrischen Eigenschaften aufweist, entwickelten wir eine Methode, um einen existierenden Reifen basierend auf Nennangaben zu verändern.

Der Morphing-Algorithmus passt die geometrische Beschreibung und Gewichtsverteilung des Referenzreifens an die Vorgaben (Reifenbreite, Reifenquerschnitt, Felgendurchmesser und Felgen-



2

breite) an, ohne die Materialeigenschaften zu verändern. So kann z. B. ein Reifen von einem 225/45 R17 (x7,5) in einen 235/40 R18 (x8) umgewandelt werden.

Innendruckvariation

Hervorzuheben ist ebenfalls die Wichtigkeit des Reifenluftdrucks als Einflussfaktor auf die Reifeneigenschaften. Die komprimierte Luft wirkt auf die Reifeninnenseite und belastet deren Struktur, insbesondere die lasttragenden Elemente der Kordlagen (Stahlgürtel, Karkasse und Bandage). Durch Applikation des Gasdrucks auf der ganzen Innenseite des Reifens (unter Verwendung verschiedener Gasmodelle wie der idealen Gasgleichung oder der kompressiblen Eulergleichung) kann das Reifenmodell CDTire/3D nicht nur die qualitativen Veränderungen bei Größenänderung eines bestehenden Reifens und der Felge, sondern auch unter Innendruckvariation genau beschreiben und vorhersagen.

Dieser Ansatz kann in der frühen Phase der Reifenentwicklung verwendet werden, um – ausgehend von einem Grundreifen – verschiedene Reifen- und Felgengrößen zu untersuchen. Voraussetzung ist allerdings, dass Materialien, Konstruktion und Profil gleich sind.

Vergleich von Simulation und Ergebnis

Zur Evaluierung haben wir die Vorhersage von Reifengrößenvariation mit den experimentellen Ergebnissen typischer Kriterien der Fahrdynamik verglichen. Dabei sind nur kleine Unterschiede zwischen gemessenem und vorhergesagtem Fahrzeugverhalten aufgetreten (siehe Abbildung 1). Dieser Ansatz kann also verwendet werden, auch wenn nicht viele Messungen verfügbar sind. Abbildung 2 zeigt die gemessene und simulierte prozentuale Verbesserung aller von einem Premium-Fahrzeughersteller für die Bewertung des Fahrzeug-Handlings verwendeten Kriterien (key performance indicator - kpi). Es ist zu sehen, dass die Vorhersage immer die gleiche Tendenz ausgibt.

Basierend auf diesen Ergebnissen scheint die Morphing-Technik von Reifen erfolgreich zu sein und hat Potenzial für die weitere Anwendung. Für zukünftige Projekte planen wir, kleine Änderungen des Reifenmaterials und des Aufbaus zu berücksichtigen.

2 Vergleich der prozentualen Verbesserung (gemessen und vorhergesagt) nach den Wechsel der Reifengröße; blaue Quadrate: key performance indicators

