

Kurzfassung zur Dissertation von Herrn Pavel Sarkisov zum Thema: Physikalisches Verständnis vom transienten fahrdynamischen Reifenverhalten

Die Entwicklung der Fahrerassistenzsysteme und des autonomen Fahrens bringt anspruchsvolle Herausforderungen an die Reifenwissenschaft mit sich. Eine von ihnen besteht darin, die Kräfte am Reifen beim transienten Rollen mit kombiniertem Schlupf und großen Schlupfbeträgen zu kennen. Wegen der steigenden Performance-Anforderungen und der Virtualisierung des Entwicklungsprozesses ist es nötig, nicht nur erzeugte Reifenkräfte zu kennen, sondern auch die Entstehung dieser Kräfte zu verstehen.

Die Fachliteratur bietet bisher kein geeignetes Modell für diese Anforderungen. So liefern empirische Modelle kein ausreichendes Verständnis der Prozesse, Finite-Elemente-Modelle sind zu komplex und bisherige einfache physikalische Modelle zielen eher auf die Anwendung anstatt auf das Verständnis der Prozesse im Reifen ab.

Zudem wurden zwei relevante, aber noch nicht ausreichend untersuchte Forschungsgebiete der physikalischen Reifenmodellierung identifiziert: Das Biegeverhalten der Reifenkarkasse und die Form des Reifenlatsches in verschiedenen Fahrzuständen, inklusive des Einflusses dieser Effekte auf das transiente Reifenverhalten.

Infolgedessen ist das Ziel dieser Arbeit die Verbesserung des Verständnisses vom physikalischen Hintergrund des transienten fahrdynamischen Reifenverhaltens.

Dafür wird das System des rollenden Reifens in einzelne physikalische Effekte und Eigenschaften zerlegt. Sie werden experimentell untersucht, physikalisch nachgebildet und in einem Modell des gesamten Reifens gekoppelt (Abb. 1).

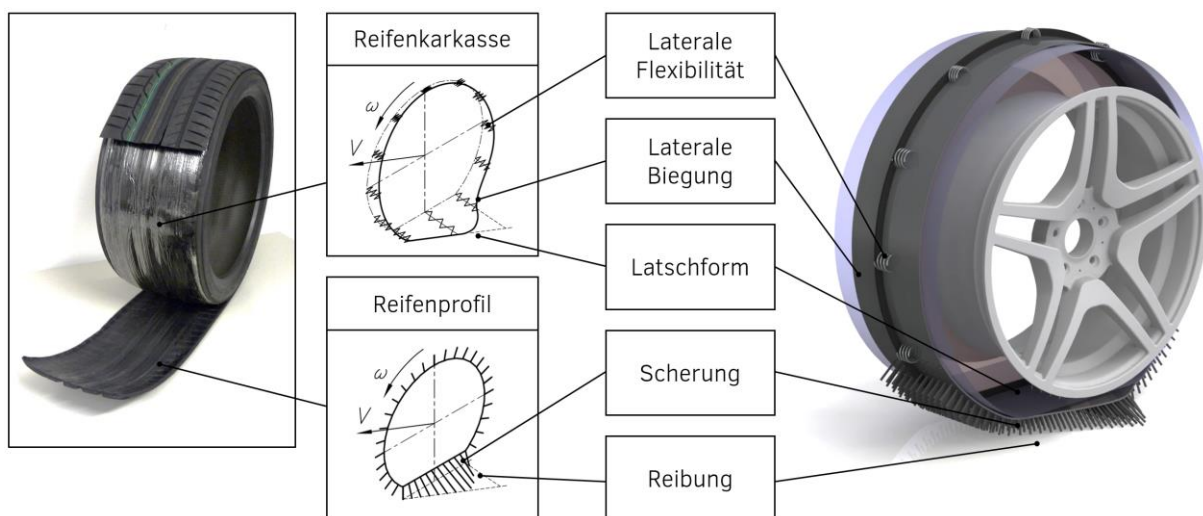


Abb. 1. Reifen als Komposition der fahrdynamikrelevanten Eigenschaften und Prozesse.

Die Untersuchung erfolgt in drei aufeinander aufgebauten Abschnitten.

Der erste Abschnitt bezieht sich auf die Frage, welche Vorgänge im rollenden Reifen stattfinden.

Durch Messungen der Beschleunigung an der Innenfläche des Reifens wurde ermittelt, dass sich die Latschform des rollenden Reifens nichtlinear mit dem Schräglaufwinkel ändert. Optische Messungen außerhalb und innerhalb des Reifens zeigten einen signifikanten Schubwinkel des lateralen Biegeverhaltens der Reifenkarkasse (Abb. 2).

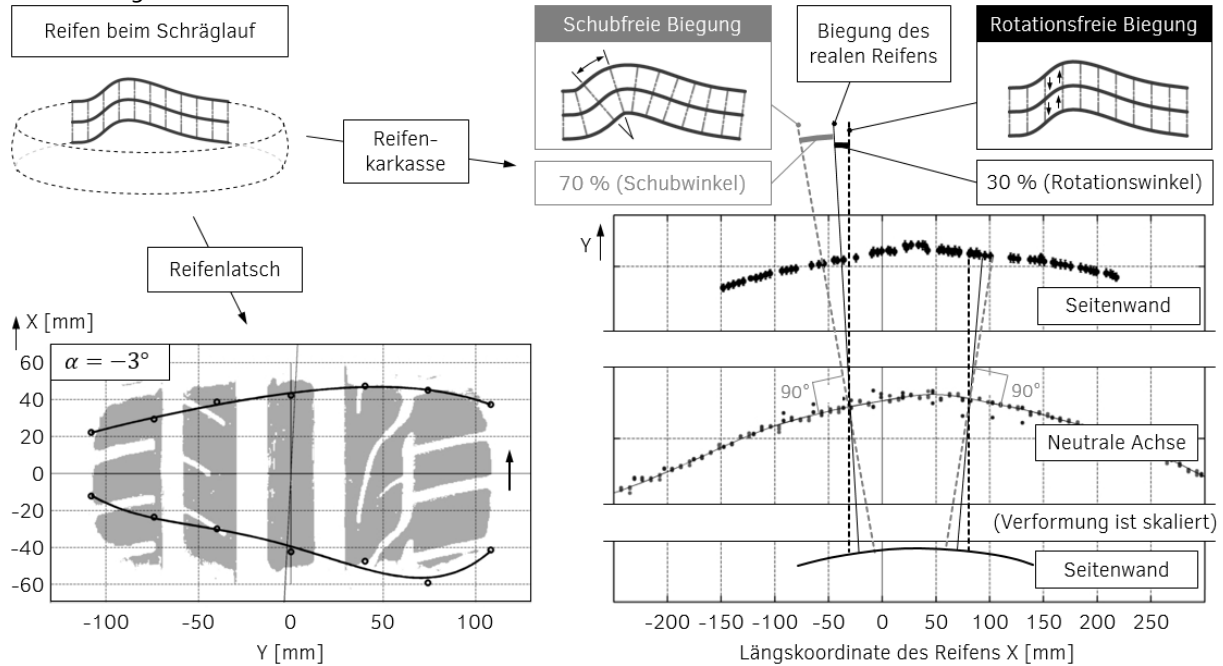


Abb. 2. Änderung der Latschform und Biegeverhalten der Karkasse beim Schräglauf.

Der zweite Abschnitt zielt auf die Frage hin, wie die Prozesse nachgebildet werden können.

Es wurde ein physikalisches Simulationsmodell unter Berücksichtigung der untersuchten Effekte entwickelt (Abb. 1). Ein stabiles iteratives Berechnungsverfahren wurde erarbeitet. Das Modell wurde mittels der Ausgangsdaten (Kräfte) und mittels der Zustandsparameter (Verformung) qualitativ validiert. Daher ermöglicht dieses Tool, transiente Reaktionen des Reifens auf mehrere überlappende dynamische Anregungen nachzubilden und den Hintergrund dieser Reaktionen zu analysieren.

Der dritte Abschnitt beantwortet die Fragen, wie eine bestimmte Eigenschaft des Reifens dessen Verhalten beeinflusst und wie diese Wirkkette gebildet wird.

Die modellbasierte Analyse klärt auf, welche strukturellen Parameter des Reifens verschiedene Kriterien des Reifenverhaltens bestimmen. Sowohl die Änderung der Latschform als auch der Schub im lateralen Biegeverhalten der Reifenkarkasse haben geringen Einfluss auf die Seitenkraft des Reifens, beeinflussen aber erkennbar die Rückstellmomentgeneration.

Als vielversprechende Aufgabenfelder weiterer Forschung stellten sich die Untersuchung der lateralen Dämpfung der Reifenkarkasse sowie die Erweiterung des Modells mit frequenzabhängigen Material- und Reibungseigenschaften des Profils heraus.

Der wichtigste wissenschaftliche Beitrag der vorliegenden Studie ist die Verbesserung des Prozessverständnisses der Reifenphysik im Hinblick auf die transienten fahrdynamischen Eigenschaften. Dieses Verständnis ist aktuell notwendig, um den Prozess der Fahrzeugentwicklung zu unterstützen, die Effizienz von Fahrerassistenzsystemen zu steigern und Fahrsicherheit zu verbessern.