

Christian Pfister

**Anwendung von elastischen  
Mehrkörpersystemen  
für effiziente Dynamiksimulationen  
in KFZ-Lenksystemen**

**SHAKER  
VERLAG**



**Band 66 (2021)**

Schriften aus dem Institut für Technische und Numerische  
Mechanik der Universität Stuttgart

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Peter Eberhard

Band 66/2021

**Christian Pfister**

**Anwendung von elastischen Mehrkörpersystemen für  
effiziente Dynamiksimulationen in KFZ-Lenksystemen**

D 93 (Diss. Universität Stuttgart)

Shaker Verlag  
Düren 2021

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2020

Copyright Shaker Verlag 2021

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8063-6

ISSN 1861-1651

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung

Wie in vielen anderen industriellen Bereichen, ist es auch bei der Herstellung von Fahrzeuglenkungen entscheidend, möglichst früh in der Entwicklung Aussagen über Lebensdauer und Komforteigenschaften einer Lenkung machen zu können. Eine kostengünstige Möglichkeit dazu bieten rechnergestützte Simulationen. Dazu werden detaillierte numerische Modelle benötigt, die das reale Verhalten des Systems möglichst gut abbilden. Das dynamische Verhalten einer Fahrzeuglenkung kann oft ausreichend genau über Mehrkörpersysteme nachvollzogen werden. Mit anhaltendem Trend in der Automobilindustrie hin zu gewichtssparenden Konzepten, müssen auch Simulationsmethoden in der Lage sein, das dynamische Verhalten verformbarer Komponenten zu berücksichtigen. Vor allem Stellen auftretender Kontakte zwischen Bauteilen sind oft kritisch hinsichtlich Geräuschanfälligkeit.

Ziel der Arbeit ist es daher, ein modulares Softwarekonzept umzusetzen, das Untersuchungen von allgemeinen Kontakten zwischen elastischen Komponenten in Systemmodellen von elektromechanischen Lenkungen ermöglicht. Dadurch soll es möglich sein, vorhandene Systemmodelle an kritischen Stellen, wie beispielsweise den diversen Getriebeverzahnungen, über elastische Körper zu modellieren, um dort entstehende Schwingungen und deren Auswirkung auf das Systemverhalten abbilden zu können. Die methodische Beschreibung der elastischen Körper wird über den Floating Frame of Reference Ansatz umgesetzt. Das Kernstück der Umsetzung ist eine effiziente Kontaktroutine zur Behandlung allgemeiner Kontaktinteraktionen, mit der elastische Verformungen kontaktierender Oberflächen berücksichtigt werden. Die Anwendung der entwickelten Methoden wird für die in elektromechanischen Lenkungen vorkommenden Verzahnungen vom Typ Ritzel-Zahnstange und Schnecke-Schneckenrad gezeigt. Dabei werden Untersuchungen zunächst entkoppelt vom Gesamtsystem durchgeführt und anhand vergleichbarer Finite-Elemente-Modelle validiert. Abschließend wird die Kopplung an ein umgebendes Mehrkörpersystem in einer produktiven Simulationsumgebung gezeigt.