

Andreas Lorenz

MKS-Simulation einer dynamisch belasteten Lenksäule

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2002 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783832462086

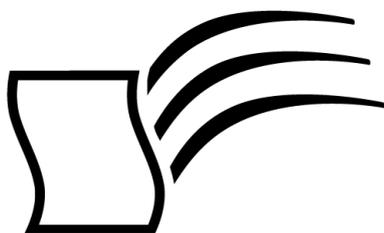
Andreas Lorenz

MKS-Simulation einer dynamisch belasteten Lenksäule

Andreas Lorenz

MKS-Simulation einer dynamisch belasteten Lenksäule

**Diplomarbeit
an der Technischen Universität Hamburg-Harburg
Fachbereich Ingenieurwissenschaften
4 Monate Bearbeitungsdauer
Juli 2002 Abgabe**



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 6208

Lorenz, Andreas: MKS-Simulation einer dynamisch belasteten Lenksäule

Hamburg: Diplomica GmbH, 2002

Zugl.: Hamburg-Harburg, Technische Universität, Diplomarbeit, 2002

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002

Printed in Germany

Inhalt

Inhalt	I
Verwendete Formelzeichen	IV
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Lenksäule	3
2.2 Fallturmversuch	6
2.3 Mehrkörpersystem	13
2.4 ADAMS	16
3 Beschreibung des Modells	20
3.1 Fallgewicht	22
3.2 Gummielement	23
3.2.1 Statische Steifigkeit	24
3.2.2 Verhalten von Gummi bei dynamischer Belastung	25
3.2.3 Dynamische Steifigkeit	33
3.2.4 Dämpfung	36
3.3 Messkopf	37

3.4 Mantelrohr	39
3.4.1 Reibung	41
3.4.2 Kunststoff	45
3.4.3 Blechlasche	51
3.5 Linke Führungsschiene	60
3.5.1 Reibschlüssige Verbindung	61
3.5.2 Endlage	62
4 Solver	63
<hr/>	
4.1 Eigenschaften von DGLs und DAEs	65
4.1.1 Steife und Nicht-Steife Systeme	66
4.2 Reduktionsverfahren	67
4.2.1 Index von DAEs	67
4.2.2 Reduktionsverfahren Index3	68
4.2.3 Reduktionsverfahren SI2	69
4.3 Numerik für Anfangswertprobleme	70
4.3.1 Mehrschrittverfahren zur Lösung steifer Systeme	73
4.3.2 Praedikator	74
4.3.3 Korrektor	75
4.3.4 Integrationsfehler	78
4.4 Zusammenfassung und Eigenschaften der Verfahren	81
4.5 Auswahl eines geeigneten Verfahrens	85
4.5.1 Anforderungen	85
4.5.2 Zielerfüllung	86
4.5.3 Bewertungsmatrix	89
5 Ergebnisse	90
<hr/>	
5.1 Kraft am Messkopf	91
5.2 Sensitivität	93
5.3 Kinematik des Fallgewichtes	95
5.4 Kinematik des Messkopfes	97
5.5 Kinematik des Mantelrohrs	102
5.6 Kinematik der Führungsschiene	105

Zusammenfassung	107
------------------------	------------

Literatur	109
------------------	------------

Verwendete Formelzeichen

Begriffe aus der Mengenlehre

\in	ist Element von	\mathbb{N}	Menge der natürlichen Zahlen
\mathbb{R}	Menge der reellen Zahlen	\subset	ist Teilmenge von

Kleine lateinische Buchstaben

a	Beschleunigung	l	Länge des Blechstreifens
b	Breite des Blechstreifens	m	Masse, Verfestigungsexponent
c	Federsteifigkeit	n	Anzahl
d	Dämpfungskoeffizient	q	Verschiebungsvektor
f	Frequenz	s	Weg, Bogenlänge
g	Erdbeschleunigung	t	Zeit
h	Fallhöhe	u	Geschwindigkeitsvektor
h	Höhe des Blechstreifens	v	Geschwindigkeit
k_f	Fließspannung (Umformfestigk.)	x	Weg
k_{f1}	Verfestigungskoeffizient	y	Funktion

Große lateinische Buchstaben

A	eingeschlossene Fläche
---	------------------------

A^T	Matrix der in Richtung q wirkenden Kräfte	M	Trägheitsmatrix des Systems
E	kinetische Energie, E-Modul	R_n	Reaktionsarm
F	Angreifende- sowie gyroskopische Terme der Trägheitskräfte, System von DAE	T_m	Biegemoment
F	Kraft	T_n	Torsionsmoment
G	Schubmodul	U	potenzielle Energie
I	Einheitsmatrix	L	Lipschitzkonstante
K	Steifigkeit		

Kleine griechische Buchstaben

λ	Vektor der Lagrangemultiplikatoren	σ	Spannung
ϕ	Vektor der Zwangsbedingungen	ε	Dehnung
δ	Phasenwinkel	μ	Reibbeiwert
ω	Winkelgeschwindigkeit	φ	Umformgrad
		ϑ	Temperatur

Große griechische Buchstaben

Δ	Änderung, proj. Auslenkung	π	Kreiszahl
----------	----------------------------	-------	-----------

Hochgestellte Indizes

'	Realteil	''	Imaginärteil
---	----------	----	--------------

*	komplexe Darstellung	T	Transponiert
^	maximale Amplitude	n	Anzahl

Tiefgestellte Indizes

x	X-Richtung	dyn	dynamisch
q	partielle Ableitung nach q	p	Prozess
eff	Effektivwert	R	Reibung
l	Länge	N	Normal
b	breite	max	maximal
h	höhe	mess	gemessen
id	ideell	sim	simulier
stat	statisch		

1 Einleitung

Der heutige Automobilmarkt ist harten Wettbewerbsbedingungen unterworfen. Zur marktgerechten Entwicklung sind kurze Entwicklungszeiten bei gleichzeitig geringen Kosten gefordert. Mehr denn je spielt deshalb die rechnergestützte Simulation bei der Entwicklung mechanischer Systeme im Automobilbau eine Rolle. Neben der Finiten Elementen Methode (FEM) und der Kontinuierlichen Systeme (KOS) hat sich speziell in der Fahrzeugdynamik die Methode der starren Mehrkörpersysteme (MKS) als mathematisches Modell bewährt.

Trotz der zunehmenden Rechnerunterstützung sind Chraschversuche weiterhin unverzichtbar. Aus den Prüfungen können Aussagen zur potenziellen Insassensicherheit im Falle einer Kollision gewonnen werden. Zur separaten Prüfung der Lenkanlage eines Fahrzeuges dienen u.a. Fallturmversuche. Hierbei stößt ein Gewicht bestimmter Masse sowie definierter Fallhöhe auf eine raumfest angebrachte Lenksäule. Die während des Stoßes gemessenen Kräfte und Wege erlauben Rückschlüsse auf die potenzielle Gefährdung die von der Lenkanlage im Falle einer Kollision auf den Fahrer wirkt.

In der vorliegenden Arbeit wird nun untersucht, inwiefern sich die notwendigen Fallturmversuche auf Basis eines starren MKS brauchbar simulieren lassen und somit zu Zeit- und Kosteneinsparung in der Entwicklung neuer Systeme beitragen können. Im Mittelpunkt steht dabei die Generierung und Lösung der Bewegungsgleichung mit dem MKS - Tool ADAMS.

Die Arbeit beginnt mit einer Einführung in die *Grundlagen* der Simulation. Zunächst liefert die Beschreibung der *Lenksäule* einen Überblick zum Gegenstand des Modells. Zur Abnahme einer neuen Lenksäulenkonstruktion sind *Fallturmversuche*