

Lehrstuhl B für Mechanik

# Dynamik schnellaufender Kettentriebe

**Peter Fritz**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der  
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor-Ingenieurs**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. K.Th. Renius

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. F. Pfeiffer
2. Univ.-Prof. Dr. B.-R. Höhn

Die Dissertation wurde am 16.05.1997 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 1.10.1997 angenommen.

***Bibliothek Mechanik TUD***



**58027154**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung und Problemstellung . . . . .	1
1.2	Literaturüberblick . . . . .	3
1.2.1	Modellierung von Ketten . . . . .	3
1.2.2	Kettenspannerdynamik . . . . .	7
1.2.3	Mehrkörperdynamik mit einseitigen Bindungen . . . . .	8
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Modelleigenschaften eines Kettentriebs</b>	<b>12</b>
2.1	Anregungsquellen . . . . .	12
2.2	Systemgrenzen . . . . .	14
2.3	Modellierungselemente . . . . .	16
2.3.1	Kettenmodell . . . . .	16
2.3.2	Kettenradwelle . . . . .	18
2.3.3	Kettenführung . . . . .	23
2.3.4	Spannelement . . . . .	24
2.3.5	Kontaktmodellierung . . . . .	27
<b>3</b>	<b>Mathematische Formulierung</b>	<b>32</b>
3.1	Allgemeines Vorgehen . . . . .	32
3.2	Dynamik der Einzelkörper . . . . .	33
3.2.1	Freie Kette . . . . .	34
3.2.2	Freie Kettenradwelle . . . . .	37
3.2.3	Freie Kettenführung . . . . .	46
3.2.4	Dynamik des Spannelements . . . . .	49
3.3	Kontaktdynamik . . . . .	52
3.3.1	Kontaktkinematik . . . . .	53

3.3.2	Kontakt mit lokaler Nachgiebigkeit . . . . .	56
3.3.3	Kontakt mit Starrkörperkonturen . . . . .	57
3.3.4	Reibkräfte im Kontakt . . . . .	64
3.3.5	Dämpfung vor der Kontaktphase . . . . .	67
<b>4</b>	<b>Stationäre Gleichgewichtslage</b>	<b>68</b>
4.1	Modellvariationen . . . . .	69
4.2	Geometrische Startkonfiguration . . . . .	71
4.3	Kräftegleichgewicht . . . . .	72
4.3.1	Kräftegleichgewicht der freien Kette . . . . .	72
4.3.2	Kräftegleichgewicht der freien Kettenradwelle . . . . .	74
4.3.3	Kräftegleichgewicht der freien Kettenführung . . . . .	75
4.3.4	Kontaktkräfte . . . . .	76
4.3.5	Iteration einer Gleichgewichtslage . . . . .	78
4.4	Iteration der Geschwindigkeiten . . . . .	80
<b>5</b>	<b>Simulationsergebnisse</b>	<b>81</b>
5.1	Verifizierung des Simulationsmodells . . . . .	81
5.1.1	Prüfstands Aufbau und Motorbeispiele . . . . .	81
5.1.2	Meßgrößen . . . . .	83
5.1.3	Vergleich Messung – Rechnung . . . . .	86
5.2	Diskussion der Dynamik von Kettentrieben . . . . .	94
5.2.1	Belastung eines Kettenglieds . . . . .	94
5.2.2	Einfluß elastischer Kettenradwellen . . . . .	97
5.2.3	Variation der Verzahnungskontur . . . . .	98
5.2.4	Variation der Kettenteilung . . . . .	104
5.2.5	Variation der Kettensteifigkeit . . . . .	107
<b>6</b>	<b>Analyse des Eigenverhaltens</b>	<b>110</b>
6.1	Zielsetzung der Eigenanalyse . . . . .	110
6.2	Bestimmung der Systemmatrizen . . . . .	111
6.3	Eigenfrequenzen und Schwingungsformen . . . . .	113
6.4	Schwingungsformen einer elastischen Kettenradwelle . . . . .	118
6.5	Variation der Eigenfrequenzen . . . . .	120
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>123</b>
	<b>Literatur</b>	<b>126</b>