

Dipl.-Ing. Thomas Frischgesell, Düsseldorf

# **Modellierung und Regelung eines elastischen Fahrweges**

Reihe **11**: Schwingungstechnik

Nr. **248**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Begriffe</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Stand des Wissens . . . . .	3
1.3 Ziel dieser Arbeit . . . . .	9
<b>2 Modellbildung für einen elastischen Fahrweg unter bewegter Last</b>	<b>10</b>
2.1 Lösung des kontinuierliches Modells durch Fourierreihen . . . . .	12
2.2 Diskrete Modellierung mit Finiten Elementen . . . . .	19
2.2.1 Aufstellen der Bewegungsgleichung . . . . .	19
2.2.2 Modale Reduktion . . . . .	22
2.2.3 Reduzierte Bewegungsgleichung und Beschreibung im Zustandsraum	24
2.3 Vergleich der Lastkurven für das kontinuierliche und diskrete Modell . . . .	27
2.4 Untersuchung des Systemverhaltens . . . . .	29
2.5 Kritische Geschwindigkeiten . . . . .	31
<b>3 Modellierung des Fahrwegs mit Unterstüztungsmechanismus</b>	<b>36</b>
3.1 Modellierung des Gesamtsystems . . . . .	36
3.1.1 Mathematische Beschreibung des Gesamtsystems . . . . .	38
3.1.2 Modellierung des vereinfachten Systems . . . . .	41
3.1.3 Festlegung der Parameter . . . . .	42
3.1.4 FE- Analyse des Gesamtsystems . . . . .	44
3.1.5 Vergleich der Modelle . . . . .	45
3.1.6 Lastkurven für das passive und aktive Gesamtsystem . . . . .	45
3.1.7 Restriktionen des Mechanismus . . . . .	49
3.2 Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit . . . . .	51

<b>4 Entwurf von Steuerungen und Regelungen für den aktiven Fahrweg</b>	<b>55</b>
4.1 Steuerungen . . . . .	55
4.1.1 Optimale Vorspannungen . . . . .	55
4.1.2 Statische Vorsteuerungen . . . . .	58
4.2 Regelungen . . . . .	64
4.2.1 PI - Regler . . . . .	64
4.2.2 Zustandsregler . . . . .	67
<b>5 Komponentenentwicklung und Durchführung von Experimenten</b>	<b>72</b>
5.1 Zielsetzung der Versuche . . . . .	72
5.2 Versuchsaufbau . . . . .	72
5.2.1 Linearführungssystem und Stab-Seilzug-Mechanismus . . . . .	73
5.2.2 Linearmotoren . . . . .	76
5.2.3 Meßsystem zur Bestimmung des Lastweges . . . . .	81
5.3 Hard- und Software . . . . .	83
5.4 Experimentelle Ergebnisse . . . . .	86
5.4.1 Ergebnisse für den Fahrweg ohne Mechanismus . . . . .	86
5.4.2 Ergebnisse für den Fahrweg mit passivem Mechanismus . . . . .	87
5.4.3 Ergebnisse für die Steuerungen und Regelungen . . . . .	88
<b>6 Zusammenfassung</b>	<b>92</b>
<b>Literatur</b>	<b>94</b>