

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 11

Schwingungstechnik

Dipl.-Ing. Christian Daniel,
Magdeburg

Nr. 350

**Simulation von gleit-
und wälzgelagerten
Systemen auf Basis
eines Mehrkörpersystems
für rotordynamische
Anwendungen**

VDI verlag

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	VII
Abkürzung	XVI
Kurzfassung	XVII
Abstract	XVIII
1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	4
2.1 Mehrkörpersysteme	4
2.2 Wälzlagersimulation	4
2.3 Gleitlagersimulation	7
2.4 Rotordynamik	8
2.4.1 Rotordynamisches Verhalten von Turboladern	9
3 Theoretische Grundlagen	10
3.1 Mehrkörpersysteme	10
3.1.1 Aufstellung der Bewegungsgleichungen	10
3.1.2 Lösung im Zeitbereich	23
3.1.3 Eigenwertanalyse	24
3.2 Wälzlagersimulation	38
3.2.1 Modellbildung	38
3.2.2 Dynamische Wälzlagersimulation	39
3.2.3 2D-Wälzlager	40
3.2.4 3D-Wälzlager	46
3.3 Gleitlagersimulation	50
3.3.1 Hydrodynamische Grundlagen des Radialgleitlagers	50
3.3.2 Bestimmung der Spaltfunktion	51
3.3.3 Analytische Lösung der Reynolds-Gleichung	56
3.3.4 Numerische Lösung mittels FDM	56
3.3.5 Physikalische Randbedingungen	60
3.3.6 Berechnung der Tragkraft und Momente	60
3.3.7 Dynamische Gleitlagersimulation	65
4 Umsetzung	67
4.1 Nutzerroutinen in kommerziellen MKS-Programmen	67
4.2 MKS-Programm EMD	68
4.2.1 Zustandsvektor	68

4.2.2	Modelldaten	69
4.2.3	Programmbestandteile	70
5	Ergebnisse	73
5.1	Vergleich der Gleitlagermodelle	73
5.1.1	Mechanisches Modell	73
5.1.2	Variation der Lagermodelle am starren Laval-Läufer	74
5.1.3	Variation der Lagermodelle am elastischen Laval-Läufer	75
5.1.4	Variation der statischen Vorlast beim elastischen Laval-Läufer	76
5.2	Einfaches experimentelles Rotorsystem	82
5.2.1	Aufbau	82
5.2.2	Prüfstand	82
5.2.3	Ergebnisse	82
5.3	Abgasturbolader	88
5.3.1	Schwimmbuchsenlagerung	88
5.3.2	Wälzlagerung	95
5.3.3	Elastizität der Welle	96
5.4	Vollrolliges Wälzlager	98
5.5	Kurbeltrieb eines Verbrennungsmotors	101
5.5.1	Modell	101
5.5.2	Ergebnisse bei 2000 min^{-1}	103
5.5.3	Ergebnisse bei 4000 min^{-1}	108
6	Zusammenfassung	113
A	Notwendige mathematische Beziehungen	115
B	Modelldaten	116
B.1	Rotormodell für die Eigenwertberechnung	116
B.2	Rotormodell für den Vergleich der Gleitlagermodelle	117
B.2.1	Parameter des Modells	117
B.2.2	Eingaben für EMD	117
	Literaturverzeichnis	121