
Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung	2
1.1.1 Reiberregte Flatter-Instabilität	3
1.1.2 Optimierungsansätze	5
1.2 Forschungsziele der Arbeit	8
2 Formulierung des Eigenwertproblems	11
2.1 Grundprinzipien der Eigenfrequenzanalyse	12
2.2 Stabilitätsanalyse am Beispiel der Flatter-Instabilität	17
3 Grundlagen der Strukturoptimierung	21
3.1 Mathematische Formulierung des Optimierungsproblems	22
3.2 Klassifizierung der Approximationsverfahren	27
3.3 Differenzierung der Optimierungsklassen	29
3.4 Variation des Entwurfsraums in der Topologieoptimierung	30
3.4.1 Einbettung in Strukturänderungsansätze	31
3.4.2 Optimierungswerkzeug zur Anwendung der Topologieoptimierung mit Fertigungsrestriktionen	35
3.5 Einordnung der eigenen Arbeit	38
4 Manipulation von ausgewählten Eigenfrequenzen einer Einzelkomponente	43
4.1 Definition des Optimierungsproblems	45
4.2 Sensitivitätsanalyse der Eigenwerte durch Gütfunktionen	46
4.3 Generierung eines evolutionären Lösungsverfahrens	53

4.3.1	Konditionierung der Gütefunktionen	54
4.3.2	Ansatz zur Berücksichtigung der Modenähnlichkeiten	59
4.3.3	Ansatz zur Evaluierung kritischer Frequenzen	62
4.3.4	Kopplung an Systemantwort	66
4.4	Modale Manipulation eines Plattenmodells	72
4.4.1	Verifikation der Optimierungsmethode	75
4.4.2	Variation des Optimierungsproblems	78
4.4.3	Erzeugen von Hohlräumen und Löchern	93
4.5	Modale Manipulation eines Bremssattelmodells	98
4.5.1	Verifikation der Optimierungsmethode	101
4.5.2	Variation des Optimierungsproblems	104
5	Vermeidung der Flutter-Instabilität an einem Bremsengesamtmodell	113
5.1	Aufbau und Verifikation des Optimierungsmodells	114
5.2	Eigenfrequenzoptimierung des Bremsengesamtmodells	122
5.3	Gesamtansatz zur Vermeidung von Flutter-Instabilitäten	126
5.4	Vermeidung einer ausgewählten dynamischen Flutter-Instabilität	131
5.5	Variation des Betriebszustands am optimierten Bremsengesamtmodell	135
6	Zusammenfassung und Ausblick	139
	Literaturverzeichnis	143