

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Beschreibung von Schwingungen	3
2.1	Harmonische Schwingungen	3
2.1.1	Reelle Schreibweise	3
2.1.2	Komplexe Schreibweise	5
2.2	Überlagerung von Schwingungen	7
2.2.1	Schwingungen gleicher Frequenz	7
2.2.2	Schwebungen	8
2.3	Periodische Schwingungen	9
2.3.1	Die Fourierreihenentwicklung	10
2.3.2	Frequenzspektrum	12
2.4	Fastperiodische Schwingungen	15
2.5	Stochastische Schwingungen	15
3	Der Einmassenschwinger	17
3.1	Freie Schwingungen	17
3.2	Erzwungene Schwingungen	22
4	Zwei- und Mehrmassenschwinger	29
4.1	Freie Schwingungen des Zweimassenschwingers	29
4.2	Erzwungene Schwingungen des Zweimassenschwingers	35
4.3	Mehrmassenschwinger	38
5	Finite-Elemente-Beschreibung von strukturdynamischen Systemen	43
5.1	Vorgehensweise	43
5.2	Elementmatrizen	46
5.2.1	FE-Steifigkeitsmatrix	46
5.2.2	FE-Massenmatrix	57
5.3	Gesamt-Massen- und Steifigkeitsmatrizen von FE-Modellen	62
5.4	Koordinaten-Transformationsmatrizen	64

5.5	Berücksichtigung der Lagerrandbedingungen	67
5.6	Anwendungsbeispiel: Fachwerkstruktur	67
6	Balkentheorie	75
6.1	Elementare Biegetheorie	75
6.1.1	Beziehungen zwischen der äußeren Belastung und den Schnittkräften	75
6.1.2	Spannungs- und Deformationszustand	78
6.1.3	Freie Balkenschwingungen	84
6.1.4	Parameterstudien	89
6.2	Elementare Torsionstheorie	90
6.2.1	Äußere Belastung und Schnittmomente	91
6.2.2	Spannungs- und Deformationszustand	93
6.2.3	Freie Balkenschwingungen	102
7	Generalisierte Koordinaten und dynamische Antwortrechnung	107
7.1	Generalisierte Koordinaten	107
7.2	Anwendungsbeispiel: Flugzeug-Fahrwerk-System	113
8	Modale Korrekturverfahren	119
8.1	Theoretische Grundlagen	120
8.2	Anwendungsbeispiel: Zweimassenschwinger	123
8.3	Anwendungsbeispiel: Balkenstruktur	126
9	Strukturelle Optimierung	133
9.1	Erhöhung der dynamischen Steifigkeit	134
9.1.1	Numerische Vorgehensweise	134
9.1.2	Experimentell-rechnerische Vorgehensweise	138
10	Aeroelastische Stabilität	145
10.1	Torsionsdivergenz von Tragflügeln	145
10.2	Wirbelresonanz	149
10.3	Galloping	155
10.4	Flattern	158
10.4.1	Grundlagen	159
10.4.2	Flatterstabilitätsgleichungen	161
10.4.3	Strukturelle aeroelastische Optimierung	163
11	Aktive Erhöhung des Stabilitätsverhaltens von Flugzeugen	173
11.1	Beschreibung der Technologie	175
11.2	Übertragungsverhalten von servohydraulischen Stellzylindern	175
11.3	Erweiterung der generalisierten aeroelastischen Bewegungsgleichungen bei Berücksichtigung aktiver Systeme	178
11.4	Aktive Flatterunterdrückung	179
11.5	Aktive Erhöhung der Flugzeug-Längsstabilität	185

12 Aktive Dämpfung von Leichtbaustrukturen	191
12.1 Eigenschaften von Piezoelementen	191
12.2 Stellglied Anpassung	196
12.3 Geometrische Filterung	198
12.4 Aktive Erhöhung der Dämpfung einer Balkenstruktur	200
12.4.1 Generalisierte Formulierung der Bewegungsgleichungen	200
12.4.2 Regelungsstrategie	202
12.4.3 Experimentelle Untersuchungen	203
13 Aktive Lastabminderung an Flugzeugfahrwerken	
beim Rollvorgang	209
13.1 Fahrwerksbelastung in der Rollphase	210
13.2 Aktiv geregeltes Flugzeugfahrwerk	213
Bibliographie	219
Sachverzeichnis	223