

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Der Grundgedanke der Methode der finiten Elemente</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie</b>	<b>20</b>
3.1	Gleichgewichtsbedingungen .....	20
3.2	Zusammenhang Verzerrung – Verschiebung .....	23
3.3	Das Transformationsverhalten von Spannungen und Verzerrungen.....	25
3.4	Das Werkstoffgesetz.....	30
3.4.1	Das Hookesche Gesetz .....	30
3.4.2	Das Wärmedehnungsgesetz .....	35
3.4.3	Transformation des Werkstoffgesetzes.....	36
3.5	Innere und äußere Energie.....	39
3.6	Prinzipie der Mechanik bei statischen Lasten .....	44
3.6.1	Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen.....	44
3.6.2	Diskretisierung der Verschiebungsfelder mit Hilfe von Einheitsverschiebungs-Funktionen.....	49
3.6.3	Variation, virtuelle Verschiebung und stationärer Wert eines Funktionalis .....	54
3.6.4	Das Prinzip vom stationären Wert der Gesamtenergie .....	57
3.6.4.1	Die Grundaufgabe der Variationsrechnung beim Zug/Druckstab....	58
3.6.4.2	Das Verfahren von Ritz.....	60
3.6.4.3	Transformation des Ritzschen Gleichungssystems auf Kraft-Verschiebungsbeziehungen .....	64
3.6.4.4	Darstellung der Ritz-Ansätze durch Einheitsverschiebungs- Funktionen.....	66
3.6.5	Erweiterte Variationsprinzipie .....	67
<b>4</b>	<b>Die Finite Elemente Methode als verallgemeinertes Verfahren von Ritz</b>	<b>72</b>
4.1	Bereichsweise Diskretisierung der Verschiebungsfelder .....	74
4.2	Konvergenzbedingungen.....	76
<b>5</b>	<b>Elementsteifigkeitsmatrizen</b>	<b>80</b>
5.1	Grundlegende Annahmen.....	80
5.2	Das Balkenelement.....	80
5.2.1	Elementmatrix für Normalkraft, Torsion und Biegung .....	80
5.2.2	Einfluß großer Verformungen (Theorie 2.Ordnung).....	97
5.2.3	Transformation auf globale Koordinaten.....	109
5.3	Scheiben- und Volumenelemente.....	112
5.3.1	Das Dreieckselement mit konstanten Verzerrungen (CST).....	112
5.3.2	Das rechteckige Scheibenelement .....	116
5.3.3	Die isoparametrische Elementfamilie.....	119
5.3.3.1	Transformation auf Einheitsselemente .....	119

5.3.3.2	Elementsteifigkeitsmatrizen .....	124
5.3.3.3	Spannungen im Element .....	129
5.3.4	Hierarchische Elemente (p- Elemente) .....	137
5.4	Plattenelemente .....	148
5.4.1	Schubstarre Plattenelemente nach der Theorie von Kirchhoff .....	148
5.4.2	Schubweiche Plattenelemente nach der Theorie von Reissner-Mindlin .....	155
5.4.2.1	Das DKT Dreieckelement .....	158
5.4.2.2	Plattenelemente mit unabhängigen Ansätzen für die Schubverzerrungen .....	165
5.4.2.3	Ein schubweiches viereckiges Plattenelement .....	172
5.4.3	Schubweiche isoparametrische Plattenelemente .....	179
5.5	Schalenelemente .....	193
5.5.1	Ebene Schalenelemente .....	198
5.5.2	Rotationssymmetrische Schalenelemente .....	202
<b>6</b>	<b>Äquivalente Lastvektoren für verteilte Lasten und Temperaturänderungen</b>	<b>209</b>
<b>7</b>	<b>Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen in der Dynamik, Hamiltonsches Prinzip und Bewegungsgleichungen</b>	<b>213</b>
7.1	Äquivalente Massenmatrizen .....	220
7.2	Starre Massen .....	225
7.3	Dämpfungseigenschaften der Elemente .....	229
7.4	Statische und dynamische Randbedingungen .....	230
<b>8</b>	<b>Kondensierung der Bewegungsgleichungen</b>	<b>238</b>
8.1	Geometrische Abhängigkeitstransformation .....	239
8.2	Statische Kondensation .....	241
8.3	Teilstruktur-Technik .....	244
<b>9</b>	<b>Das Eigenschwingungsproblem</b>	<b>245</b>
9.1	Das ungedämpfte Eigenschwingungsproblem .....	246
9.1.1	Der ungedämpfte Einzelschwinger .....	246
9.1.2	Der ungedämpfte Mehrfachschringer .....	247
9.1.2.1	Eigenfrequenzen .....	247
9.1.2.2	Eigenformen .....	248
9.1.2.3	Eigenschaften der Eigenformen .....	251
9.1.2.4	Zur numerischen Lösung des Eigenwertproblems .....	254
9.2	Das gedämpfte Eigenschwingungsproblem .....	254
9.2.1	Der gedämpfte Einzelschwinger .....	254
9.2.2	Der gedämpfte Mehrfachschringer .....	257
<b>10</b>	<b>Modale Transformation der Bewegungsgleichungen und Teilstruktur-Kopplung</b>	<b>262</b>
10.1	Spektralzerlegung der Systemmatrizen .....	267
10.2	Modale Kondensation der Bewegungsgleichungen und Teilstruktur-Kopplung ...	268

10.2.1 Die Hurty-Craig-Bampton (HCB) Transformation .....	268
10.2.2 Die Martinez-Craig-Chang (MCC) Transformation .....	273
10.2.3 Teilstruktur-Kopplung .....	277
<b>11 Berechnung der dynamischen Antwort</b> .....	<b>279</b>
11.1 Freie Schwingungen .....	279
11.1.1 Der gedämpfte Einzelschwinger .....	280
11.1.2 Der gedämpfte Mehrfachschringer .....	281
11.2 Periodische Erregerkraft- Funktionen .....	287
11.2.1 Dynamische Antwort des gedämpften Einzelschwingers bei harmonischer Erregung .....	290
11.2.2 Dynamische Antwort des gedämpften Mehrfachschringers bei harmonischer Erregung .....	295
11.3 Nicht-periodische Erregerkraft- Funktionen .....	309
11.3.1 Die Fourier- Transformation .....	309
11.3.2 Das Duhamel-Integral .....	313
11.3.3 Diskrete Erregerkraft- Funktionen .....	317
11.3.4 Antwortspektren .....	321
<b>12 Anwendungsbeispiele aus der Praxis</b> .....	<b>326</b>
12.1 Auslauftrichter eines Getreidesilos .....	326
12.2 Hohlleiter-Antenne .....	328
12.3 Schwingungstilger .....	330
12.4 Tribünendachträger .....	333
12.5 Baugruppe eines Flugtriebwerks .....	335
<b>Literatur</b> .....	<b>341</b>
<b>Sachregister</b> .....	<b>349</b>

<http://www.springer.com/978-3-658-03556-3>

Finite Elemente in der Statik und Dynamik

Link, M.

2014, XI, 354 S. 133 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-03556-3