

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Grundlagen der Finite Elemente Methode .....	1
1.1.1 Das Wesen der Methode .....	1
1.1.2 Begriffsinhalte .....	3
1.1.3 Elementebeschreibung .....	12
1.1.4 Modellbildung .....	14
1.1.5 Problemstellungen der Technischen Mechanik .....	19
1.2 Grundlagen der Technischen Mechanik .....	22
1.2.1 Statik .....	22
1.2.1.1 Kräftesysteme in der Ebene .....	23
1.2.1.2 Gleichgewicht für Kräftesysteme in der Ebene .....	25
1.2.2 Festigkeitslehre .....	31
1.2.2.1 Beanspruchungsarten .....	32
1.2.2.2 Zur linearen Elastizitätstheorie .....	38
1.3 Theorie der Finite Elemente Methode .....	42
1.3.1 Grundbegriffe der Matrizenrechnung .....	42
1.3.2 Herleitung einfacher finiter Elemente .....	47
1.3.2.1 Zug-Druck-Stab .....	48
1.3.2.2 Fachwerke .....	55
1.4 Allgemeine FE-Programmierung .....	62
1.4.1 Berechnungstafeln .....	62
1.4.2 Musterablauf am einfachen Stabmodell .....	65
<b>2 Statik starrer Körper .....</b>	<b>71</b>
2.1 Tragwerke mit einem Grundelement .....	71
2.1.1 Träger mit Festlager und schrägem Loslager .....	73
2.1.2 Träger mit Streckenlasten .....	76
2.1.3 Einseitig eingespannter Träger .....	79
2.1.4 Träger mit Hebel .....	82
2.1.5 Gekrümmter Träger .....	87

2.2 Tragwerke mit mehreren Grundelementen .....	90
2.2.1 Träger mit Pendelstütze .....	91
2.2.2 Scheibe mit Pendelstützen .....	94
2.2.3 Träger mit Verbundgelenk .....	97
2.3 Stabsysteme .....	103
2.3.1 Stäbe im Stabwerk .....	104
2.3.2 Stäbe im Kniehebeltrieb .....	107
2.3.3 Stäbe im Fachwerk .....	110
<b>3 Zugbeanspruchungen .....</b>	<b>117</b>
3.1 Beanspruchung nach elementarer Festigkeitslehre .....	117
3.1.1 Zugspannungen, Verformungen, Temperatureinfluss .....	117
3.1.2 Berechnungen zum prismatischen Zugstab .....	121
3.2 Modellbildung Flach- und Rundstab .....	123
3.2.1 Balkenelemente bei konstantem Querschnitt .....	123
3.2.2 Scheibenelemente bei konstantem Querschnitt .....	127
3.2.3 Volumenelemente bei konstantem Querschnitt .....	133
3.3 Modell Flachstab mit Querschnittsänderung .....	143
3.3.1 Flachstab mit Rille .....	143
3.3.2 Flachstab mit Bohrung .....	151
3.4 Modell Rundstab mit Querschnittsänderung .....	160
3.4.1 Rundstab mit Rille .....	160
3.4.2 Rundstab mit Bohrung .....	164
3.5 Modell Temperatureinfluss .....	172
<b>4 Druckbeanspruchungen .....</b>	<b>177</b>
4.1 Beanspruchung nach elementarer Festigkeitslehre .....	178
4.1.1 Druck .....	178
4.1.2 Berührungsspannungen .....	180
4.1.3 Berechnungen zum Druck .....	183
4.1.4 Berechnungen zu Berührungsspannungen .....	185
4.2 Modellbildung Druck .....	188
4.2.1 Reiner Druck am prismatischen Druckstab .....	188
4.2.2 Reiner Druck am allgemeinen Druckstab .....	204
4.2.3 Knickung .....	215
4.3 Modellbildung Flächenpressung .....	224

4.3.1 Ebene Flächen .....	224
4.3.2 HERTZsche Pressung .....	231
4.4 Modellbildung Zapfen in Lagerschale .....	248
4.5 Modellbildung Lochleibung .....	259
<b>5 Biegebeanspruchungen .....</b>	<b>269</b>
5.1 Biegung nach elementarer Festigkeitslehre .....	270
5.1.1 Einachsige Biegemomente .....	270
5.1.2 Mehrachsige Biegemomente .....	273
5.1.3 Berechnungen zur einachsigen Biegung .....	275
5.1.4 Berechnungen zur mehrachsigen Biegung .....	276
5.2 Modelle mit einachsiger Biegung .....	277
5.2.1 Anwendung von 2D-Balkenelementen .....	277
5.2.2 Anwendung von Scheibenelementen .....	287
5.3 Modelle mit mehrachsiger Biegung .....	307
5.3.1 Anwendung von 3D-Balkenelementen .....	307
5.3.2 Anwendung von 3D-Profil-Balkenelementen .....	312
5.3.3 Anwendung von Schalenelementen .....	321
5.3.4 Modelle mit Volumenelementen .....	326
<b>6 Schubbeanspruchungen .....</b>	<b>335</b>
6.1 Schub nach elementarer Festigkeitslehre .....	335
6.1.1 Schubspannungen infolge Querkraft .....	335
6.1.2 Berechnungen zum Schub infolge Querkraft .....	344
6.2 Modelle zum Schub infolge Querkraft .....	348
6.2.1 Kragträger mit Rechteck- und Kreisquerschnitt .....	348
6.2.2 Durchlaufträger mit Rechteckquerschnitt .....	362
6.2.3 Sandwich – Träger .....	368
6.2.4 Profile .....	371
6.3 Abscheren nach elementarer Festigkeitslehre .....	390
6.3.1 Scherspannungen .....	390
6.3.2 Berechnungen bei Scherbeanspruchungen .....	391
6.4 Modelle zur Scherbeanspruchung .....	391
6.4.1 Schneiden mit einfachem Modellansatz .....	392
6.4.2 Schneiden mit erweitertem Modellansatz .....	398
6.4.3 Abscheren mit Biegung .....	405

<b>7 Torsionsbeanspruchungen</b>	<b>409</b>
7.1 Torsion nach elementarer Festigkeitslehre .....	409
7.1.1 Einteilung der Beanspruchungen .....	409
7.1.2 Torsionsspannungen und Verdrehwinkel .....	411
7.2 Berechnungen nach elementarer Theorie .....	419
7.2.1 Verwölbungsfreie Querschnitte .....	419
7.2.2 Nicht verwölbungsfreie Querschnitte .....	420
7.3 Allgemeine Modellbildung Torsion .....	422
7.3.1 Torsionsmomente und Randbedingungen .....	422
7.3.2 Torsion mit Profil-Balkenelementen .....	424
7.4 Erweiterte Modellbildung Torsion .....	440
7.4.1 Torsion mit Scheibenelementen (achsensymmetrisch) .....	440
7.4.2 Torsion mit Schalenelementen .....	448
7.4.3 Torsion mit Volumenelementen .....	460
<b>Verzeichnis der Berechnungstafeln</b>	<b>479</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>485</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>487</b>