

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einleitung	1
2 Der Spannungszustand	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Der einachsige (lineare) Spannungszustand	4
2.2.1 Der Spannungsbegriff	4
2.2.2 Überblick über die Beanspruchungsarten	6
2.2.3 Spannungen im schrägen Schnitt	7
2.2.4 Der MOHRsche Spannungskreis	9
2.3 Der zweiachsige (ebene) Spannungszustand	11
2.3.1 Grundlagen	11
2.3.2 Spannungen im gedrehten Scheibenelement	13
2.3.3 Spannungen in dünnwandigen Behältern unter Innendruck	22
2.3.4 Hinweis auf den MOHRschen Spannungskreis	26
2.4 Der dreiachsige (räumliche) Spannungszustand	27
2.4.1 Zum Tensorbegriff	27
2.4.2 Der Spannungstensor	28
2.4.3 Spannungen in beliebiger Schnittebene	31
2.4.4 Hauptspannungen	35
2.4.5 Gleichgewichtsbedingungen	42
2.5 Rotationssymmetrischer Spannungszustand	44
2.6 Übungen	48
3 Der Verzerrungszustand	51
3.1 Begriffe	51
3.2 Verzerrungen des einachsigen Spannungszustandes	51
3.2.1 Die Dehnung	51
3.2.2 Die Schiebung	56
3.3 Der ebene Verzerrungszustand	56
3.4 Der allgemeine Verzerrungszustand	61
3.5 Übungen	65

4	Materialgesetze	67
4.1	Werkstoffverhalten – Modellannahmen	67
4.2	Elastizitätsgesetze	68
4.2.1	Linearer Spannungszustand	68
4.2.2	Ebener Spannungszustand	72
4.2.3	Ebener Verzerrungszustand	78
4.2.4	Das verallgemeinerte Elastizitätsgesetz	79
4.2.5	Das Elastizitätsgesetz für den rotationssymmetrischen Spannungszustand	86
4.3	Der Zusammenhang der Werkstoffkonstanten	88
4.4	Die Volumendehnung	88
4.5	Übungen	91
5	Zusammenfassung der elastomechanischen Grundlagen	93
5.1	Begriffe	93
5.2	Zusammenstellung der Grundgleichungen in Matrixform	94
5.3	Randwertprobleme	99
6	Die Fließbedingungen und Festigkeitshypothesen	101
6.1	Fließbedingungen	101
6.2	Festigkeitshypothesen für mehrachsige Spannungszustände	105
6.2.1	Problembeschreibung	105
6.2.2	Die Normalspannungshypothese	107
6.2.3	Die Schubspannungshypothese	110
6.2.4	Die Gestaltänderungsenergiehypothese	115
6.2.5	Zur Anwendung der Festigkeitshypothesen	119
6.3	Übungen	124
7	Kerbspannungen	125
7.1	Das Prinzip von DE SAINT-VENANT	125
7.2	Kerb- und Rissprobleme	125
7.3	Spannungsüberhöhung durch Kerbwirkung	129
7.3.1	Spannungsverhältnisse im Kerbbereich	129
7.3.2	Der Fließbeginn in der Kerbe	133
7.3.3	Plastifizierung im Kerbbereich	134
7.3.4	Die plastische Stützzahl	139
7.3.5	Kerbeinfluss bei Schwingbeanspruchung	141
7.3.6	Die Kerbwirkung bei spröden Werkstoffen	144
7.4	Das Konzept der Bruchmechanik	145
7.4.1	Einführung	145

7.4.2	Linear elastische Bruchmechanik	147
7.4.3	Das elastisch-plastische Bruchmechanikkonzept.....	156
7.5	Übungen.....	159
8	Energieprinzipien	161
8.1	Grundlagen	161
8.2	Die Formänderungsenergie.....	162
8.2.1	Der Arbeitssatz der Mechanik	162
8.2.2	Formänderungsenergie für die Grundbeanspruchungen	164
8.2.3	Die Formänderungsenergie für den räumlichen Spannungszustand	175
8.3	Das Prinzip der virtuellen Arbeit	178
8.3.1	Darstellung des Prinzips	178
8.3.2	Das Prinzip der virtuellen Verrückung	180
8.3.3	Das Prinzip der virtuellen Kräfte	182
8.4	Das Verfahren von CASTIGLIANO	198
8.4.1	Die Sätze von CASTIGLIANO, ENGESSER und MENABREA	198
8.4.2	Anwendung der Sätze von CASTIGLIANO	200
8.5	Die Sätze von MAXWELL und BETTI.....	205
8.5.1	Einflusszahlen.....	205
8.5.2	Die MAXWELL-BETTI-Reziprozitätssätze.....	206
8.6	Das Prinzip vom stationären Wert der potentiellen Energie	211
8.6.1	Problembeschreibung.....	211
8.6.2	Zum Verständnis der Variationsrechnung	212
8.6.3	Zum Potentialbegriff.....	215
8.6.4	Der Satz vom stationären Wert der potentiellen Energie.....	217
8.7	Näherungsverfahren.....	219
8.7.1	Problembegründung und Überblick	219
8.7.2	Das Näherungsverfahren von RITZ	221
8.8	Übungen.....	228
9	Anwendung der Finite-Elemente-Methode in der Strukturmechanik	231
9.1	Grundgedanke der Methode der finiten Elemente	231
9.2	Prinzipieller Aufbau eines Finite-Elemente-Programms	235
9.3	Allgemeine Vorgehensweise	236
9.4	Die Matrix-Steifigkeitsmethode.....	241
9.4.1	Allgemeines	241
9.4.2	Stab in Lokalkoordinaten.....	241
9.4.3	Stab in Globalkoordinaten	250
9.4.4	Steifigkeitsmatrix des Balkens.....	258

9.5	Diskretisierung des Kontinuums.....	261
9.5.1	Ansatzfunktionen.....	261
9.5.2	Überblick über die Elemente zur Strukturanalyse	263
9.5.3	Das Dreieckelement mit linearem Verschiebungsansatz.....	263
9.5.4	Elemente mit höherer Ansatzfunktion.....	275
9.5.5	Vernetzungsstrategien	281
9.5.6	Rand- und Zwangsbedingungen	283
9.6	Grenzen und Risiken der FEM-Anwendung.....	289
9.7	Übungen	290
Ergebnisse der Übungsaufgaben.....		293
Formelzeichen		301
Anhang		307
Literatur		323
Sachverzeichnis		327