

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
1. Grundlagen	3
1.1 Spannungszustand	3
1.1.1 Spannungsvektor, Spannungstensor	4
1.1.2 Transformationsbeziehungen	7
1.1.3 Hauptspannungen	8
1.1.4 Aufspaltung des Spannungstensors	10
1.1.5 Mohrsche Kreise	11
1.1.6 Gleichgewichtsbedingungen	13
1.2 Deformation und Verzerrung	15
1.2.1 Kinematik der Deformation	15
1.2.2 Deformationsgradient	17
1.2.3 Verzerrungstensoren	19
1.2.4 Lineare Theorie	21
1.2.5 Volumendehnung	23
1.2.6 Aufspaltung des infinitesimalen Verzerrungstensors ...	24
1.2.7 Kompatibilitätsbedingungen	25
1.3 Elastizitätsgesetz	26
1.3.1 Hookesches Gesetz	26
1.3.2 Formänderungsenergie	28
1.3.3 Isotropes Materialverhalten	30
1.3.4 Anisotropes Materialverhalten	33
1.3.5 Temperaturdehnungen	36
1.4 Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie	37
1.4.1 Feldgleichungen, Rand- und Anfangsbedingungen	37
1.4.2 Verschiebungsdifferentialgleichungen	38
1.4.3 Spannungsdifferentialgleichungen	39
1.4.4 Eindeutigkeit der Lösung	39
2. Ebene Probleme	41
2.1 Ebener Verzerrungszustand	41
2.2 Ebener Spannungszustand	43
2.3 Airysche Spannungsfunktion, Scheibengleichung	45

2.4	Lösungen der Bipotentialgleichung	48
2.5	Anwendungsbeispiele	50
2.5.1	Einfache Spannungszustände	50
2.5.2	Kragscheibe unter verteilter Belastung	51
2.5.3	Kreisloch unter Innendruck	53
2.5.4	Scheibe unter konzentriertem Einzelmoment	53
2.5.5	Halbebene unter Einzellast	54
2.5.6	Keil unter Einzellast	55
2.5.7	Scheibe mit Kreisloch unter Zugbelastung	56
2.6	Methode der komplexen Potentiale	58
2.7	Anwendungsbeispiele	61
2.7.1	Einzelkraft in der unbeschränkten Ebene	61
2.7.2	Halbebene unter Einzellast	63
2.7.3	Einzelriss unter Zugbelastung	63
3.	Räumliche Probleme	65
3.1	Papkovich-Neuber-Potentiale	65
3.2	Einzelkraft im elastischen Körper, Kelvin-Lösung	67
3.3	Normalkraft auf elastischen Halbraum, Boussinesq-Lösung	68
3.4	Tangentialkraft auf elastischen Halbraum, Cerruti-Lösung	69
3.5	Kugelförmiger Einschluss	71
4.	Variations- und Energieprinzipien	75
4.1	Allgemeiner Arbeitssatz	75
4.2	Prinzip der virtuellen Verrückungen	77
4.3	Prinzip der virtuellen Kräfte	78
4.4	Extremalprinzipien	79
4.4.1	Prinzip vom Stationärwert des Gesamtpotentials	79
4.4.2	Prinzip vom Stationärwert des Gesamtergänzungspotentials	81
4.5	Sätze von Castigliano, Menabrea, Clapeyron und Betti	83
4.5.1	Sätze von Castigliano und Menabrea	83
4.5.2	Satz von Clapeyron	84
4.5.3	Satz von Betti	85
4.6	Verallgemeinerte Energieprinzipien	85
4.7	Rayleigh-Ritz- und Galerkin-Verfahren	87
4.8	Methode der finiten Elemente	90
4.9	Randelemente-Methode	94
5.	Platten	99
5.1	Kirchhoffsche Plattentheorie	100
5.1.1	Grundgleichungen in kartesischen Koordinaten	100
5.1.2	Randbedingungen	105

5.1.3	Grundgleichungen in Polarkoordinaten	107
5.2	Lösungen der Plattengleichung	108
5.2.1	Naviersche Lösung	109
5.2.2	Levysche Lösung	110
5.2.3	Lösungen in Polarkoordinaten	113
5.3	Elastisch gebettete Platte	113
5.4	Die orthotrope Platte	116
5.5	Mindlinsche Plattentheorie	117
6.	Rotationsschalen	123
6.1	Geometrie der Rotationsschale	123
6.2	Grundgleichungen, Biegetheorie	124
6.2.1	Schnittgrößen und Gleichgewichtsbedingungen	124
6.2.2	Kinematische Beziehungen	128
6.2.3	Konstitutive Beziehungen	132
6.3	Membrantheorie	133
6.3.1	Grundgleichungen	133
6.3.2	Anwendungsbeispiel	135
6.4	Kreiszyinderschale	137
6.4.1	Grundgleichungen	137
6.4.2	Membrantheorie der Kreiszyinderschale	139
6.4.3	Behältertheorie	141
6.4.4	Anwendungsbeispiele zur Behältertheorie	144
6.5	Kugelschale	146
7.	Ebene Laminate	151
7.1	Verhalten einer Laminat-Einzelschicht	151
7.2	Klassische Laminattheorie	155
7.2.1	Aufbau eines Laminats	155
7.2.2	Kinematik der klassischen Laminattheorie	157
7.2.3	Konstitutives Verhalten eines Laminats	158
7.2.4	Laminat-Gleichgewichtsbedingungen	162
7.2.5	Formänderungsenergie	163
7.3	Hygrothermische Probleme	163
7.3.1	Thermomechanische Probleme	163
7.3.2	Hygromechanische Probleme	165
7.4	Festigkeit	166
7.4.1	Kriterium maximaler Spannungen	167
7.4.2	Kriterium maximaler Verzerrungen	167
7.4.3	Tsai-Hill-Kriterium	168
7.4.4	Tsai-Wu-Kriterium	168
7.4.5	Kriterium von Puck	169
7.4.6	Kriterium von Hashin	169
7.5	Höhere Laminattheorien	170
7.6	Composite-Mikromechanik	174

Anhang	179
A.1 Darstellung von Vektoren	179
A.2 Summationskonvention	179
A.3 Kronecker-Symbol	180
A.4 Tensoren	180
A.5 Permutationssymbol	184
A.6 Differentialoperatoren	185
Literatur	187
Englische Fachausdrücke	189
Sachverzeichnis	197