

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Tragwerkstheorien und Berechnungsmodelle	10
1.3	Grundgleichungen der Elastizitätstheorie	18
1.3.1	Koordinatensystem, Verschiebungen, Spannungen	18
1.3.2	Kinematische Gleichungen	26
1.3.3	Gleichgewichtsbedingungen	28
1.3.4	Konstitutive Gleichungen, Werkstoffgesetz	30
1.3.5	Randwert- und Anfangs-Randwertaufgaben der linearen Elastizitätstheorie	31
1.3.6	Variationsprinzip der Elastizitätstheorie	35
2	Scheiben	41
2.1	Grundgleichungen und Randbedingungen für isotrope Scheiben	42
2.1.1	Scheibengleichung in kartesischen Koordinaten	45
2.1.2	Vektor-Matrix-Schreibweise	54
2.1.3	Energieformulierungen	57
2.1.4	Scheibengleichung in Polarkoordinaten	59
2.1.5	Scheibengleichung in schiefwinkligen Koordinaten	65
2.1.6	Festigkeit und Steifigkeit von Scheiben	71
2.1.7	Zusammenfassung der Grundgleichungen	74
2.2	Beispiele	74
2.2.1	Allgemeine Lösungsmethoden	75
2.2.2	Elementare Lösungen der Scheibengleichung	82
2.2.3	Wandartige Träger	104
2.2.4	Rotationssymmetrische Kreis- und Kreisringscheiben	122
2.2.5	Nichtrotationssymmetrische Lösungen in Polarkoordinaten	131
2.2.6	Näherungslösungen nach Ritz, Galerkin, Wlassow und Kantorowitsch	135
2.2.7	Zusammenfassung der Beispieldlösungen	143

3 Schubstarre Platten mit kleinen Durchbiegungen	145
3.1 Grundgleichungen und Randbedingungen für isotrope Platten	146
3.1.1 Plattengleichung in kartesischen Koordinaten	148
3.1.2 Vektor-Matrix-Schreibweise	171
3.1.3 Energieformulierungen	173
3.1.4 Plattengleichung in Polarkoordinaten	176
3.1.5 Plattengleichung in schiefwinkligen Koordinaten	182
3.1.6 Festigkeit und Steifigkeit von Platten	193
3.1.7 Zusammenfassung der Grundgleichungen	195
3.2 Beispiele	196
3.2.1 Allgemeine Lösungsmethoden	197
3.2.2 Elementare Lösungen der Plattengleichung	197
3.2.3 Rechteckplatten	204
3.2.4 Rotationssymmetrische Kreis- und Kreisringplatten	233
3.2.5 Nichtrotationssymmetrische Lösungen in Polarkoordinaten	240
3.2.6 Näherungslösungen nach Ritz, Galerkin, Wlassow und Kantorowitsch	247
3.2.7 Eigenschwingungen	276
3.2.8 Zusammenfassung der Beispillösungen	286
4 Schubbelastische Platten mit kleinen Durchbiegungen	289
4.1 Grundgleichungen und Randbedingungen für isotrope Platten	290
4.1.1 Plattengleichung in kartesischen Koordinaten	291
4.1.2 Energieformulierungen	300
4.1.3 Plattengleichung in Polarkoordinaten	303
4.1.4 Zusammenfassung der Grundgleichungen	307
4.2 Beispiele	308
4.2.1 Rechteckplatten	308
4.2.2 Kreisplatten	311
4.2.3 Zusammenfassung der Beispillösungen	313
5 Anisotrope Scheiben und Platten	315
5.1 Grundgleichungen für anisotrope ebene Tragwerke	317
5.1.1 Anisotropes Stoffgesetz	317
5.1.2 Scheibenproblem	320
5.1.3 Plattenproblem	324
5.1.4 Gekoppelte Platten-Scheiben-Zustände	326
5.1.5 Sonderfall orthotroper Scheiben und Platten	328
5.1.6 Ermittlung von Ersatzsteifigkeiten	330
5.2 Laminattheorie	335
5.2.1 Monotrope Einzelschicht	335
5.2.2 Klassische Laminattheorie	340
5.2.3 Verbesserte Laminattheorie	349
5.2.4 Strukturgleichungen für Laminatscheiben und -platten	352

5.3	Ausgewählte Beispiele	358
5.3.1	Lösungen für schubstarre Tragwerke	358
5.3.2	Lösungen für schubelastische Tragwerke	360
6	Schubstarre Platten mit großen Durchbiegungen	363
6.1	Grundgleichungen für Platten großer Durchbiegungen	363
6.1.1	Grundgleichungen in kartesischen Koordinaten	364
6.1.2	Grundgleichungen in Polarkoordinaten	373
6.2	Variationsformulierungen	374
6.3	Sonderfälle	379
6.4	Beispiele	381
6.4.1	Große Durchbiegungen von Platten	382
6.4.2	Kritische Beullasten von Platten	389
6.4.3	Zusammenfassung der Beispillösungen	393
7	Temperaturbeanspruchte Scheiben und Platten	395
7.1	Grundgleichungen bei vorgegebenen Temperaturfeldern	396
7.1.1	Schubstarres Scheiben-Plattenmodell	397
7.1.2	Schubelastisches Scheiben-Plattenmodell	404
7.1.3	Große Durchbiegungen und thermoelastische Stabilität	407
7.1.4	Zusammenfassung der Grundgleichungen	411
7.2	Beispiele	412
7.2.1	Elementare Lösungen	412
7.2.2	Gelenkig gelagerte, schubstarre Rechteckplatten	415
7.2.3	Gelenkig gelagerte, schubelastische Rechteckplatten	418
7.2.4	Zusammenfassung der Beispillösungen	418
8	Zusammenfassung und Ausblick	419
8.1	Formulierungskonzepte für elastisches Materialverhalten	419
8.2	Berücksichtigung inelastischen Werkstoffverhaltens	426
A	Grundlagen der Variationsrechnung	429
A.1	Eindimensionale Funktionale	429
A.2	Zweidimensionale Funktionale	431
A.3	Funktionale mit höheren Ableitungen	432
A.4	Beispiele	433
B	Fourierreihen und Fourierintegrale	437
B.1	Fourierreihen	438
B.2	Einfache Fourierintegrale	439
B.3	Gemischte Fourierentwicklungen	440

C Koordinatentransformationen für Differentialoperatoren	443
C.1 Allgemeine Transformationsregeln	443
C.2 Drehung des Koordinatensystems	444
C.3 Schiefwinkelige Koordinaten	445
C.4 Polarkoordinaten	446
D Fourierlösungen für ausgewählte Scheibengleichungen	449
D.1 Fourierreihenlösungen in kartesischen Koordinaten	449
D.2 Fourierreihenlösungen in Polarkoordinaten	451
D.3 Fouriertransformation in kartesischen Koordinaten	452
E Halbebene unter Randbelastungen	455
E.1 Halbebene unter periodischer Belastung	455
E.2 Halbebene unter nichtperiodischer Belastung	456
F Reduktionsmethode nach Kantorowitsch	459
G Ansatzfunktionen für Rechteckplatten	467
G.1 Eigenfunktionen transversal schwingender Balken	467
G.2 Eigenfunktionen des Knickstabes	471
Index	473
Literatur	477