

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundbegriffe und mathematische Grundlagen

1	Einführung	3
1.1	Wichtige Entwicklungsetappen der Kontinuumsmechanik	3
1.2	Aufgaben und Modelle der Kontinuumsmechanik	7
1.3	Teilgebiete der Kontinuumsmechanik	10
1.4	Grundlegende Begriffe in der Kontinuumsmechanik	11
1.4.1	Raum	11
1.4.2	Zeit	12
1.4.3	Körper	12
1.4.4	Masse	13
1.4.5	Homogenität und Isotropie	13
	Literaturverzeichnis	14
2	Mathematische Grundlagen	
	der Tensoralgebra und Tensoranalysis	17
2.1	Koordinatenfreie und Indexschreibweise	17
2.1.1	Darstellungsformen für Skalare, Vektoren und Tensoren ...	18
2.1.2	Vektoren und Tensoren	22
2.2	Tensoralgebra	25
2.2.1	Rechenregeln für Vektoren	26
2.2.2	Rechenregeln für Dyaden	29
2.2.3	Spezielle Tensoren zweiter Stufe	33
2.2.4	Rechenregeln für spezielle Tensoren	36
2.2.5	Eigenwertproblem für symmetrische Tensoren	37
2.2.6	Polare Zerlegung von nicht-singulären Tensoren 2. Stufe ..	41
2.3	Tensoranalysis	42
2.3.1	Tensorwertige Funktionen einer skalaren Variablen	42
2.3.2	Nabla-Operator	43
2.3.3	Integralsätze	45

2.4	Tensorfunktionen	46
2.4.1	Lineare Funktionen tensorieller Argumente	47
2.4.2	Skalarwertige Funktionen tensorieller Argumente	48
2.4.3	Differentiation von speziellen skalarwertigen Funktionen ..	48
2.4.4	Differentiation von tensorwertigen Funktionen	50
2.4.5	Isotrope Funktionen tensorieller Argumente	50
2.5	Übungsbeispiele	51
2.6	Lösungen	53
	Literaturverzeichnis	68

Teil II Materialunabhängige Gleichungen

3	Kinematik des Kontinuums	71
3.1	Materielle Körper und ihre Bewegungsmöglichkeiten	71
3.2	Lagrange'sche und Euler'sche Betrachtungsweise, Zeitableitungen	74
3.2.1	Zwei Betrachtungsweisen	74
3.2.2	Ableitung skalarer, vektorieller und tensorieller Funktionen nach der Zeit	76
3.3	Deformationen und Deformationsgradienten	78
3.4	Geschwindigkeitsfelder, Geschwindigkeitsgradient	83
3.5	Verzerrungen und Verzerrungsmaße	90
3.6	Deformations-, Rotations- und Verzerrungsgeschwindigkeiten	106
3.7	Verschiebungsvektor und Verschiebungsgradiententensor	112
3.8	Geometrische Linearisierung der kinematischen Gleichungen	115
3.9	Übungsbeispiele	121
3.10	Lösungen	124
	Literaturverzeichnis	135
4	Kinetische Größen und Gleichungen	137
4.1	Klassifikation der äußeren Belastungen	137
4.2	Cauchy'scher Spannungsvektor und Spannungstensor	140
4.3	Gleichgewichtsbedingungen und Bewegungsgleichungen	146
4.4	Spannungsvektoren und Spannungstensoren nach Piola-Kirchhoff	152
4.5	Übungsbeispiele	158
4.6	Lösungen	160
	Literaturverzeichnis	166
5	Bilanzgleichungen	169
5.1	Allgemeine Formulierung von Bilanzgleichungen	169
5.1.1	Globale und lokale Gleichungen für stetige Felder	170
5.1.2	Integration von Volumenintegralen mit zeitabhängigen Integrationsbereichen – Transporttheorem	175
5.1.3	Einfluss von Sprungbedingungen	179

5.2	Mechanische Bilanzgleichungen	180
5.2.1	Massenbilanz – Massenerhaltungssatz	181
5.2.2	Impulsbilanz	184
5.2.3	Drehimpulsbilanz	187
5.2.4	Mechanische Energiebilanz	190
5.3	Thermodynamische Erweiterungen der Bilanzgleichungen	196
5.3.1	Vorbemerkungen und Notationen	197
5.3.2	Bilanz der Energie: 1. Hauptsatz der Thermodynamik	199
5.3.3	Bilanz der Entropie: 2. Hauptsatz der Thermodynamik	203
	Literaturverzeichnis	208

Teil III Materialabhängige Gleichungen

6	Materialverhalten und Konstitutivgleichungen	213
6.1	Grundlegende Begriffe, Modelle und Methoden	213
6.2	Einführung in die Materialtheorie	218
6.2.1	Grundlegende Prinzipien	218
6.2.2	Objektive Tensoren und objektive Zeitableitungen	222
	Literaturverzeichnis	234
7	Deduktiv abgeleitete Materialgleichungen	235
7.1	Allgemeine Konstitutivgleichungen thermomechanischer Materialien	235
7.2	Beispiele deduktiv abgeleiteter Konstitutivgleichungen	238
7.2.1	Thermoelastisches einfaches Material	238
7.2.2	Thermoviskoses Materialverhalten	242
7.2.3	Ideales Gas	245
7.2.4	Newton'sche Fluide	248
7.2.5	Einbeziehung von inneren Variablen	250
7.3	Übungsbeispiel	254
7.4	Lösung	254
	Literaturverzeichnis	255
8	Induktiv abgeleitete Materialgleichungen	257
8.1	Elastizität	257
8.2	Plastizität	269
8.3	Viskosität	277
8.4	Kriechen	280
8.5	Übungsbeispiele	284
8.6	Lösungen	284
	Literaturverzeichnis	286

9	Methode der rheologischen Modelle	287
9.1	Grundlagen der Modellierung mit rheologischen Modellen	287
9.2	Elementare rheologische Grundmodelle	289
9.2.1	Hooke'sches (elastisches) Element	289
9.2.2	Newton'sches (viskoses) Element	289
9.2.3	Saint-Venant'sches (plastisches) Element	290
9.2.4	Kopplung elementarer rheologischer Grundmodelle	291
9.3	Allgemeine rheologische Grundmodelle	292
9.3.1	Elastische Volumenänderungen	293
9.3.2	Elastische Gestaltänderungen	294
9.3.3	Viskose Gestaltänderungen	295
9.3.4	Plastische Gestaltänderungen	296
9.3.5	Kopplung allgemeiner rheologischer Grundmodelle	297
9.4	Übungsbeispiele	298
9.5	Lösungen	299
	Literaturverzeichnis	303

Teil IV Anfangs-Randwertaufgaben der Kontinuumsmechanik

10	Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie	307
10.1	Feldgleichungen der Elastizitätstheorie	307
10.1.1	Darstellung in den Verschiebungen	308
10.1.2	Darstellung in den Spannungen	310
10.2	Anfangs- und Randbedingungen	312
10.3	Lineare Thermoelastizität	313
11	Grundgleichungen linearer viskoser Fluide	317
11.1	Grundgleichungen	317
11.2	Lösungsmöglichkeiten	321
	Literaturverzeichnis	323

Teil V Anhang

12	Elastizitäts- und Nachgiebigkeitsmatrizen	327
12.1	Elastizitätsgesetz in Vektor-Matrix-Darstellung	327
12.2	Monoklines Materialverhalten	329
12.3	Orthotropes Materialverhalten	330
12.4	Transversal-isotropes Materialverhalten	332
12.5	Isotropes Materialverhalten	333
	Literaturverzeichnis	334
	Sachverzeichnis	335