

Inhaltsverzeichnis

1. Kinematik	1
1.1 Grundlagen	1
1.1.1 Körper, Konfigurationen	1
1.1.2 Zeitableitungen, Geschwindigkeit, Beschleunigung	3
1.1.3 Stromlinien, Bahnlinien, Streichlinien	8
1.2 Deformation	11
1.2.1 Der Deformationsgradient	11
1.2.2 Einige kinematische Relationen	12
1.2.3 Polare Zerlegung	14
1.2.4 Verzerrung	19
1.2.5 Geometrische Linearisierung	22
1.2.6 Deformationsgeschwindigkeit	24
1.3 Relative Bewegungsgrößen	26
1.3.1 Definition der relativen Bewegungsgrößen	26
1.3.2 Wahl der aktuellen Konfiguration als Referenzkonfiguration	27
1.3.3 Rivlin-Ericksen-Tensoren	29
1.4 Transformationseigenschaften unter Euklidischen Transformationen	29
1.4.1 Koordinaten- und Bezugssysteme	29
1.4.2 Euklidische Transformationen	31
1.4.3 Objektivität der Bewegungsgrößen	33
1.4.4 Objektive Zeitableitungen	42
1.5 Singuläre Flächen	48
1.5.1 Definition und Eigenschaften	48
1.5.2 Sprünge kontinuumsmechanischer Feldgrößen	52
1.5.3 Kompatibilitätsbedingungen	52
2. Bilanzgleichungen	55
2.1 Allgemeine Volumenbilanz	55
2.1.1 Reynoldssches Transporttheorem	55
2.1.2 Ableitung der allgemeinen Volumenbilanz	57
2.1.3 Allgemeine Volumenbilanz in der Referenzkonfiguration	60
2.2 Allgemeine Sprungbedingung auf singulären Flächen	61

2.2.1	Reynoldssches Transporttheorem für ein Volumen mit singulärer Fläche	61
2.2.2	Ableitung der allgemeinen Sprungbedingung	61
2.2.3	Allgemeine Sprungbedingung in der Referenzkonfiguration	62
2.3	Massenbilanz	63
2.3.1	Massenbilanz in der Momentankonfiguration	63
2.3.2	Massenbilanz in der Referenzkonfiguration	66
2.4	Impulsbilanz	69
2.4.1	Impulsbilanz in der Momentankonfiguration	69
2.4.2	Impulsbilanz in der Referenzkonfiguration	73
2.5	Drehimpulsbilanz	74
2.5.1	Drehimpulsbilanz in der Momentankonfiguration	74
2.5.2	Drehimpulsbilanz in der Referenzkonfiguration	76
2.5.3	Cosserat-Kontinua	77
2.6	Energiebilanz	80
2.6.1	Bilanz der kinetischen Energie	80
2.6.2	Energiebilanz und Bilanz der inneren Energie in der Momentankonfiguration	81
2.6.3	Energiebilanz und Bilanz der inneren Energie in der Referenzkonfiguration	84
2.7	Entropiebilanz	85
2.8	Zum Cauchyschen Spannungstensor	86
2.8.1	Hauptspannungen	87
2.8.2	Invarianten	89
2.8.3	Zerlegung in Kugeltensor und Deviator	90
2.8.4	Mohrsche Kreise	91
2.9	Zusammenfassung	94
3.	Der linear-elastische Festkörper	97
3.1	Materialgleichungen	97
3.1.1	Hookesches Gesetz	97
3.1.2	Phänomenologische Einführung	98
3.1.3	Hookesches Gesetz für dichtebeständige Materialien	101
3.2	Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie	102
3.2.1	Naviersche Gleichung	102
3.2.2	Naviersche Gleichung für dichtebeständige Materialien	108
3.3	Wellenausbreitung	110
3.3.1	Herleitung der Wellengleichungen	110
3.3.2	Ebene P-Wellen	112
3.3.3	Ebene S-Wellen	115
3.3.4	Superposition ebener Wellen	116
3.3.5	D'Alembertsche Lösung	119
3.3.6	D'Alembertsche Lösung bei halbbunendlichem Ausbreitungsraum	121

3.4	Ebene Probleme	126
3.4.1	Ebener Spannungszustand, ebener Verzerrungszustand	126
3.4.2	Airysche Spannungsfunktion	128
3.5	Torsion	132
3.5.1	Problemstellung	132
3.5.2	Lösungsmethode nach de Saint-Venant	133
3.5.3	Prandtlsche Torsionsfunktion	135
3.5.4	Prandtlsches Seifenhautgleichnis	137
4.	Hydrodynamik	141
4.1	Fluide, Flüssigkeiten und Gase	141
4.2	Ideale Flüssigkeit	141
4.2.1	Eulersche Gleichung	141
4.2.2	Bernoullische Gleichung	143
4.2.3	Potentialströmungen	147
4.2.4	Ebene Potentialströmungen	154
4.2.5	Schwerewellen	160
4.3	Newtonsche Flüssigkeit	164
4.3.1	Navier-Stokessche Gleichung	164
4.3.2	Turbulenz	173
5.	Materialtheorie	179
5.1	Allgemeine Materialgleichung	179
5.1.1	Problemstellung	179
5.1.2	Formulierung der allgemeinen Materialgleichung	180
5.1.3	Einfache Körper	181
5.2	Materielle Objektivität	182
5.2.1	Prinzip der materiellen Objektivität	182
5.2.2	Explizite Form des Prinzips der materiellen Objektivität	184
5.2.3	Folgerungen	185
5.3	Materielle Symmetrie	190
5.3.1	Homogenität	190
5.3.2	Isotropie	191
5.3.3	Isotrope Funktionale	195
5.3.4	Isotrope Funktionale in relativer Darstellung	197
5.3.5	Festkörper und Fluide	200
5.3.6	Eine allgemeine Materialgleichung für Fluide	204
5.4	Materialien mit begrenztem Gedächtnis	206
5.4.1	Definition der Materialien mit begrenztem Gedächtnis	206
5.4.2	Klassifizierung	206
5.4.3	Darstellungssätze für isotrope Funktionen	207
5.5	Beispiele für isotrope Materialien mit begrenztem Gedächtnis	210
5.5.1	Elastischer Festkörper	210

5.5.2	Viskoelastischer Festkörper	213
5.5.3	Thermoelastischer Festkörper	213
5.5.4	Elastisches (barotropes) Fluid	214
5.5.5	Viskoses Fluid	214
5.5.6	Dichtebeständiges viskoses Fluid	215
5.5.7	Wärmeleitendes Fluid	216
5.5.8	Viskoses wärmeleitendes Fluid	216
6.	Entropieprinzip	221
6.1	Clausius-Duhem-Ungleichung	221
6.1.1	Grundlagen	221
6.1.2	Auswertung für ein klassisches viskoses wärmeleitendes Fluid	223
6.2	Entropieprinzip von Müller-Liu	234
6.2.1	Grundlagen	234
6.2.2	Auswertung für ein klassisches wärmeleitendes Fluid ..	235
7.	Mischungstheorie	253
7.1	Kinematik	254
7.1.1	Grundlegendes	254
7.1.2	Bewegung von Mischungen	255
7.2	Bilanzgleichungen	256
7.2.1	Massenbilanz	257
7.2.2	Impulsbilanz	260
7.2.3	Drehimpulsbilanz	261
7.2.4	Energiebilanz	262
7.2.5	Entropiebilanz	265
7.3	Feldgleichungen	266
7.3.1	Diffusionsmodelle	266
7.3.2	Modelle vom Darcy-Typ	267
7.3.3	Volle Beschreibung	272
Notation		275
Literaturverzeichnis		281
Englische Fachausdrücke		283
Sachverzeichnis		297