

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen der Festigkeitslehre und der Elastizitätslehre	5
2. Festigkeitszustände	8
2.1. Der Verschiebungszustand	8
2.2. Der spezifische, relative Verschiebungszustand	8
2.3. Die Zerlegung des Verschiebungsgradienten	10
2.4. Der Verzerrungszustand	10
2.5. Der Spannungszustand	12
2.6. Hauptspannungen, Hauptrichtungen	14
2.7. Hauptachsenproblem \equiv Eigenwertproblem	14
2.8. Deviator-Tensoren	16
2.9. Das Mohrsche Kreisdiagramm	16
2.10. Der Energiezustand	18
2.10.1. Die Formänderungsenergie	18
2.10.2. Der Energiesatz der Mechanik	18
3. Dimensionierung und Sicherheitsnachweis bei statischer Belastung	20
3.1. Dimensionierung / Sicherheitsnachweis bezüglich der maximalen Spannung	20
3.2.: Dimensionierung, Sicherheitsnachweis bezüglich der Tragfähigkeit und Formänderung	22
4. Grundgleichungen der linearen Elastizitätstheorie	24
4.1. Gleichgewichtsbedingungen, die Symmetrie des Spannungstensors	25
4.2. Kinematische / Geometrische Gleichungen	27
4.2.1. Der Verschiebungsgradienten-Tensor	27
4.2.2. Der Verzerrungstensor (der symmetrische Teil)	28
4.2.3. Der Rotationstensor (der antisymmetrische Teil)	29
4.3. Stoffgesetze – linear elastisches Material	29
4.3.1. Allgemeines <i>Hookesches</i> Gesetz für isotropes Material	30
4.3.2. Allgemeines <i>Hookesches</i> Gesetz für anisotropes Material	31
4.4. Randbedingungen	33
4.5. Grundgleichungen der Elastizitätstheorie	33
4.6. Andere Formen der Kompatibilitätsgleichungen	34
4.6.1. <i>Saint-Venantsche</i> Kompatibilitätsgleichungen	34
4.6.2. Kompatibilitätsgleichungen nach <i>Beltrami-Michell</i>	34
5. Balken und Stäbe	36
5.1. Die <i>Grashofsche</i> Theorie der gekrümmten Balken /Stäbe	36
5.1.1. Formänderungskennwerte	36
5.1.2. Zusammenhang zwischen der Spannung und dem Biegemoment	38
5.1.3. Die Veranschaulichung des axialen Flächenträgheitsmomentes	39
5.1.4. Die Anwendbarkeit der Theorie	39
5.1.5. Die kinematischen Kenngrößen der Mittellinie	39
5.1.6. Die Verallgemeinerung der Ergebnisse	40
5.2. Reine Torsion prismatischer Stäbe	40
5.2.1. Reine Torsion – exakte Lösung	40
5.2.2. Reine Torsion – Näherungslösung	46

6. 2D-Aufgaben der Elastizitätstheorie	48
6.1. Ebener Verzerrungszustand (EVZ)	48
6.2. Ebener Spannungszustand (ESZ)	49
6.3. Axialsymmetrische / Rotationsymmetrische Aufgaben	51
6.4. Lösung von ebenen Aufgaben (EVZ, ESZ) mittels Spannungsfunktion	52
6.5. Rotationssymmetrische ebene Aufgaben	53
6.6. Dickwandige Rohre	54
6.6.1. Einfaches dickwandiges Rohr	54
6.6.2. Doppelwandiges Rohr	56
6.6.2.1. Zustand infolge der Überlappung	56
6.6.2.2. Doppelwandiges Rohr mit äußerer Belastung	57
6.6.2.3. Bestimmung der Überlappung	58
6.6.2.4. Optimale Rohrdimensionen	58
6.7. Schnell rotierende Wellen und Rohrwellen	59
6.7.1. Spannungsdiagramm der rotierenden Rohrwellen	61
6.7.2. Spannungsdiagramm schnell rotierender Wellen	62
6.8. Kreis- und Kreisringscheiben	62
6.8.1. Kreisringscheibe mit Randbelastung	62
6.8.2. Doppelscheibe mit Überlappung	63
6.9. Schnell rotierende Kreis- und Kreisringscheiben	64
6.9.1. Kreisringscheibe mit Randbelastung	64
6.9.2. Kreisscheibe	65
6.9.3. Kreisscheibe gleicher Festigkeit	65
7. Membran-Theorie der dünnwandigen Rotationsschalen	67
7.1. Grundbegriffe	67
7.2. Beispiele für den Membranspannungszustand	68
8. Plattenaufgaben	71
8.1. Die <i>Kirchhoffsche</i> Plattentheorie	71
8.2. Kreis- und Kreisringplatten mit rotationssymmetrischer Belastung	75
8.3. Beispiel zur Darstellung eines Plattendiagrammes und zum Sicherheitsnachweis	81

ANHANG: MATHEMATIK

A.1. Vektoren und Vektoroperationen	83
A.2. Übungen zu den Vektoroperationen	85
A.3. Kurze Zusammenfassung zur Matrizenalgebra	89
A.4. Skalare, doppelte Kreuz-, dyadische und gemischte Multiplikation der Vektoren	90
A.5. Eigenwerte und Eigenrichtungen von Matrizen	92
A.6. Bildung von Tensoren	93
A.7. Aufgaben zu Matrix- und Tensor-Operationen	95
A.8. Doppeltes skalares Produkt von Tensoren	103
A.9. Differentialgleichungen	104
A.10. Koordinaten-Transformation	106

FACHLITERATUR