Einführung

in die

Festigkeitslehre

von

Ernst Wehnert

T 1 2

Einführung

in die

Festigkeitslehre

von

Ernst Wehnert.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Seite

§ 1. Allgemeines über Zug- und Druckfestigkeit 2
1. Längen-, Querschnitts- und Spannungsänderung 2
2. Spannung, Bruchmodul 3
3. Elastizität und Elastizitätsgrenze, Tragmodul 3
4. Proportionalitätsgrenze 4

Zweiter Abschnitt.

Zug und Druck.

§ 2. Die Zug- und Druckfestigkeit 7
§ 3. Dehnungskoeffizient. Dehnung. Hookesches Gesetz. Elastizitätsmodul 8
§ 4. Längenänderung durch Wärme- und Spannungsänderung 10
§ 5. Erweiterung des Hookeschen Gesetzes 12
§ 6. Gesamte, bleibende und federnde Längenänderungen. Maß der Vollkommenheit (Elastizitätsgrad) 13
§ 7. Maß der Zusammenziehung. Kräfte, senkrecht zur Stabachse. Gehinderte Zusammenziehung 14
§ 8. Die Zugfestigkeit mit Berücksichtigung des Eigengewichtes 17
§ 9. Körper von gleicher Zugfestigkeit 18
§ 10. Anwendung der Zug- und Druckfestigkeit auf Hohlzylinder und Hohlkugel 20
a) Rohre mit innerem Druck 20
b) Spezialgleichungen für Dampfkessel und Zylinder 23
c) Rohre mit äußerem Druck 25
d) Hohlkugeln 26

Dritter Abschnitt.

Schub.

§ 11. Allgemeines über Schub- oder Scherfestigkeit 28
1. Schiebung oder Gleichung 28
2. Schubspannung 29
§ 12. Die Schub- oder Scherfestigkeit 30

Seite
2. Für den geteilten rechteckigen Querschnitt 61
3. Für das hohle Quadrat 62
a) Bezogen auf die parallel zu den Seiten laufende Schwerpunktsachse 62
b) Bezogen auf die durch die Diagonale gehende Schwerpunktsachse 62
4. Für die beistehenden, ausgesparten rechteckigen Querschnitte von gleichen Abmessungen 63
5. Für die beistehenden, doppelt ausgesparten Querschnitte von gleichen Abmessungen 63
6. Für die beistehenden Querschnitte von gleichen Abmessungen . 64
7. Für die Kreisringfläche 64
8. Für die elliptische Ringfläche 65
9. Für die beistehende Fläche 65
10. Für den sternförmigen Querschnitt 66
11. Für den Wellenquerschnitt eines Trägerwellbleches 66
12. Für die beistehende Halbkreisfläche 68

§ 18. Trägheits- und Widerstandsmomentbestimmung zusammengesetzter Querschnitte, bezogen auf die unsymmetrisch gelegene Schwerpunktsachse 68
1. Für die beistehenden drei Flächen von gleichen Abmessungen 69
2. Für den beistehenden Querschnitt 70
3. Für den halbkreisförmigen Querschnitt, bezogen auf die parallel zum Durchmesser gerichtete Schwerpunktsachse N N 72

§ 19. Vergleichende Trägheits- und Widerstandsmomentbestimmung zusammengesetzter, unsymmetrischer Querschnitte, bezogen auf die Schwerpunktsachse 72

§ 20. Querschnitte von gleicher Sicherheit auf der Zug- und Druckseite 74
a) Querschnitte aus Materialien gleicher Zug- und Druckfestigkeit . 75
1. Beispiel 75
b) Querschnitte aus Materialien ungleicher Zug- und Druckfestigkeit 77
2. Beispiel 77
3. Beispiel 78
4. Beispiel 79

§ 21. Vergleichender Materialaufwand von Querschnitten gleicher Tragfähigkeit 80
1. Beispiel 80
2. Beispiel 81

§ 22. Graphische Darstellung des statischen Momentes M und des Trägheitsmomentes Θ 83
1. Verfahren von Nehls 83
2. Allgemeine Bestimmung des statischen und des Trägheits-Momentes nach dem Verfahren von Culmann 84
1. Das statische Moment 85
2. Das Trägheitsmoment 85
3. Bestimmung des Trägheitsmomentes nach dem Verfahren von Mohr 89
4. Beziehungen zwischen zwei auf parallele Achsen bezogene Trägheitsmomente 89
5. Bestimmung des Trägheitsmomentes einer beliebigen Fläche . 90

Seite

§ 23. Die verschiedenen Belastungsfälle 91
Die Momentenfläche 91
Das Scherkraftdiagramm 92
a) Der Freiträger 93
1. Der durch eine Einzellast am freien Ende belastete Freiträger 95
2. Der durch mehrere beliebig verteilte Einzellasten belastete Freiträger 97
3. Der über die ganze Länge gleichmäßig verteilt belastete Freiträger 98
4. Der über seine ganze Länge gleichmäßig verteilt und am freien Ende mit einer Einzellast belastete Freiträger 99
b) Der frei auf 2 Stützen liegende Träger 101
1. Der Träger ist in der Mitte mit einer Einzellast belastet . 101
2. Der Träger ist an beliebiger Stelle mit einer Einzellast belastet 102
3. Der Träger ist durch mehrere Einzellasten belastet . . . 103
4a. Der Träger ist durch zwei symmetrisch liegende gleichgroße Einzellasten innerhalb der Auflager beansprucht 105
4b. Der Träger ist durch zwei symmetrisch liegende Einzellasten außerhalb der Auflager beansprucht 105
5. Der Träger ist durch mehrere Einzellasten innerhalb und außerhalb der Lagerstellen belastet 106
6. Der Träger ist gleichmäßig über seine ganze Länge belastet 108
7. Der Träger ist gleichmäßig über seine ganze Länge und außerdem durch eine unsymmetrisch gelegene Einzellast belastet 109
8. Der Träger ist durch eine teilweise symmetrisch zu den beiden Auflagen angeordnete, gleichmäßig verteilte Belastung beansprucht 112
9. Der Träger ist teilweise durch eine unsymmetrisch zu den beiden Auflagen angeordnete, gleichmäßig verteilte Belastung beansprucht 113
c) Der eingespannte Träger 115
1. Der Träger ist an den beiden Enden eingespannt und in der Mitte belastet 116
2. Der Träger ist an beiden Enden eingespannt und gleichmäßig belastet 117
3. Der Träger ist an beiden Enden eingespannt, gleichmäßig über die ganze Länge und außerdem mit einer in der Mitte angreifenden Einzellast belastet 118
4. Der Träger ist an einem Ende horizontal eingespannt, am anderen Ende frei aufliegend und trägt in der Mitte eine Einzellast 121
5. Der Träger ist an einem Ende horizontal eingespannt, am anderen Ende frei aufliegend und über die ganze Länge gleichmäßig belastet 124
6. Der Träger ist an einem Ende horizontal eingespannt, am anderen Ende frei aufliegend und außer einer gleichmäßig über seine ganze Länge verteilten Belastung noch mit einer in der Mitte angreifenden Einzellast belastet 125

Seite

7. Der Träger ist an einem Ende horizontal eingespannt, am anderen Ende aufliegend und trägt an beliebiger Stelle eine Einzellast 127

§ 24. Körper von gleicher Biegungsfestigkeit 130

1. Der am freien Ende mit einer Einzellast belastete Freiträger . 131
2. Der über seine Länge gleichmäßig belastete Freiträger . . . 135
3. Der auf zwei Stützen ruhende, durch eine festliegende Einzellast belastete Träger 140
4. Der auf zwei Stützen ruhende, durch eine wandelbare Einzellast belastete Träger mit rechteckigem Querschnitte 142
5. Der auf 2 Stützen ruhende und gleichmäßig belastete Träger mit rechteckigem Querschnitte 144

Fünfter Abschnitt.

Knickung.

§ 25. Die Knickfestigkeit 145

1. Allgemeines über Knickung 145
2. Bestimmung der allgemeinen Knickungsgleichung 146
3. Bestimmung der Grenze zwischen Druck und Knickung . . . 150
4. Bestimmung der Knickungsgleichung von Navier 151

Sechster Abschnitt.

Torsion.

§ 26. Die Torsionsfestigkeit 153

1. Vorgang beim Verdrehen 153
2. Lage des Drehungsmittelpunktes 154
3. Entwicklung der Festigkeitsgleichung der Drehung 155
   a) Für den kreisförmigen Querschnitt 155
   b) Für elliptischen und rechteckigen Querschnitt 157
4. Entwicklung der Formänderungsgleichung. Verdrehungswinkel 159
5. Grenzwertbestimmung zwischen Festigkeit und Formänderung 161

Anwendungen der Festigkeitslehre.

Erste Aufgabengruppe.

Zu § 2. Zug- und Druckfestigkeit.
1. bis 11. Beispiel 163

Zweite Aufgabengruppe.

Zu § 3. Elastizität.
12. bis 16. Beispiel 167

Dritte Aufgabengruppe.

Zu § 4. Ausdehnung durch Wärme.
17. bis 21. Beispiel 169

Vierte Aufgabengruppe. Seite

Zu § 5. Erweitertes Hookesches Gesetz.
22. bis 23. Beispiel 171

Fünfte Aufgabengruppe.

Zu § 7. Gehinderte Dehnung.
24. Beispiel 172

Sechste Aufgabengruppe.

Zu § 8. Zugfestigkeit mit Berücksichtigung des Eigengewichtes.
25. bis 32. Beispiel 173

Siebente Aufgabengruppe.

Zu § 9. Körper von gleicher Zugfestigkeit.
33. bis 34. Beispiel 177

Achte Aufgabengruppe.

Zu § 10. Hohlzylinder und Hohlkugel.
35. bis 41. Beispiel 179

Neunte Aufgabengruppe.

Zu § 12. Schub- oder Scherfestigkeit.
42. bis 45. Beispiel 181

Zehnte Aufgabengruppe.

Zu § 14 bis § 24. Die Biegungsfestigkeit.
46. bis 58. Beispiel 189

Elfte Aufgabengruppe.

Zu § 25. Die Knickfestigkeit.
59. bis 64. Beispiel 221

Zwölfte Aufgabengruppe.

Zu § 26. Die Torsionsfestigkeit.
65. bis 75. Beispiel 224