

Inhalt

1 Spannungen und Formänderungen von Stabelementen	
1.1 Spannungen	9
1.1.1 Allgemeines über Spannung und Festigkeit – 1.1.2 Spannungen als Folge verschiedener Beanspruchungsarten – 1.1.3 Statische Festigkeiten – 1.1.4 Sicherheit, zulässige Spannung, zulässige Schnittgröße – 1.1.5 Anwendungen	
1.2 Formänderungen oder Verzerrungen von Stabelementen	21
1.2.1 Allgemeines – 1.2.2 Längenänderungen infolge von Längskräften, Zerreiversuch, Arbeitsvermögen – 1.2.3 Hookesches Gesetz, Elastizitätsmodul – 1.2.4 Formnderungsgesetze im Stahlbetonbau (DIN 1045) – 1.2.5 Längenänderungen durch Wärmeschwankungen und Schwinden – 1.2.6 Querdehnungen – 1.2.7 Gleitwinkel infolge von Querkräften, Schubmodul – 1.2.8 Verkrümmung infolge ungleichmäßiger Temperaturänderung	
2 Zug und Druck	
2.1 Allgemeines	33
2.2 Zugbeanspruchung	35
2.2.1 Allgemeines – 2.2.2 Anwendungen	
2.3 Druckbeanspruchung	41
2.3.1 Allgemeines – 2.3.2 Anwendungen	
3 Einfache Biegung	
3.1 Normalspannungen infolge eines Biegemoments	56
3.2 Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente	61
3.2.1 Allgemeines – 3.2.2 Flächenmomente 2. Grades für Achsen, die keine Schwerachsen sind (Steinerscher Satz) – 3.2.3 Trägheitshalbmesser – 3.2.4 Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente wichtiger Querschnittsformen	
3.3 Nutzbare Querschnitte und zulässige Biegespannungen	67
3.4 Beispiele für die Ermittlung von Flchenmomenten 2. Grades und Widerstandsmomenten	68
4 Elastische Formänderungen bei einfacher Biegung	
4.1 Allgemeines, Biegelinie, Krümmung der Biegelinie	75
4.2 Beziehung zwischen Krümmung und Moment	76
4.3 Differentialgleichung zwischen Durchbiegung und Moment	81
4.4 Analogie von Mohr	84
4.5 Einfacher Balken auf zwei Lagern mit $EI = \text{const}$	86
4.6 Kragträger mit $EI = \text{const}$	94
4.7 Balken auf zwei Lagern mit Kragarm, $EI = \text{const}$	97
4.7.1 Allgemeines – 4.7.2 Einzellast an der Kragarmspitze – 4.7.3 Gleichlast q auf dem Kragarm – 4.7.4 Gleichlast q zwischen den Lagern a und b – 4.7.5 Gleichlast q über den ganzen Träger	
4.8 An beiden Enden drehbar gelagerter Träger mit Sttzmomenten	102
4.8.1 Stützmoment nur an einem Ende – 4.8.2 Stützmomente an beiden Enden – 4.8.3 Zwei Stützmomente sowie beliebige Belastung im Feld	
4.9 Berechnung der Biegelinie mit Hilfe der ω -Zahlen	106
4.10 Berechnung der Formänderungen mit Hilfe der W -Gewichte	107
4.10.1 Allgemeines, verzerrte Momentenfläche – 4.10.2 Berechnung der W -Gewichte – 4.10.3 Rechnerische Ermittlung der Formänderungen mit Hilfe der W -Gewichte – 4.10.4 Zeichnerische Ermittlung der Durchbiegung mit Hilfe der W -Gewichte – 4.10.5 Geometrische Bedeutung der W -Gewichte, Schlubmerkung	

5 Abscheren, Schub bei Biegung, Torsion	
5.1 Abscheren	119
5.2 Schubspannungen bei Biegung	122
5.2.1 Schubkräfte und Schubspannungen bei beliebigem Querschnitt – 5.2.2 Schubspannungen in wichtigen Querschnitten – 5.2.3 Gleichheit der Schubspannungen auf horizontalen und vertikalen Schnitten – 5.2.4 Zulässige Spannungen – 5.2.5 Verformungen infolge von Biegeschubspannungen – 5.2.6 Anwendungen	
5.3 Schubmittelpunkt	137
5.3.1 Einleitung und Aufgabenstellung – 5.3.2 Wahl des C-Profiles, Flächenmoment I , Stütz- und Schnittgrößen – 5.3.3 Schubspannungen und Schubkräfte – 5.3.4 Lage der resultierenden Schubkraft, Schubmittelpunkt	
5.4 Torsion gerader Stäbe	143
5.4.1 Allgemeines – 5.4.2 Wölbfreie und nichtwölbfreie Querschnitte – 5.4.3 St.-Venantsche Torsion und Wölbkrafttorsion – 5.4.4 Berechnung der Spannungen und Verformungen bei reiner Torsion – 5.4.5 Anwendungen – 5.4.6 Wölbkrafttorsion von Stäben mit I-Querschnitt	
6 Hauptspannungen, Vergleichsspannungen	
6.1 Spannungen auf schrägen Schnitten bei Biegung mit Querkraft	165
6.2 Berechnung und Konstruktion der Hauptspannungen infolge von σ_x und τ_{xz}	168
6.3 Der einachsige Spannungszustand	173
6.4 Der allgemeine ebene Spannungszustand	175
6.5 Weitere Sonderfälle des ebenen Spannungszustandes, räumlicher Spannungszustand, Spannungstensor	178
6.5.1 Normalspannungen σ_x und σ_z vorhanden, Schubspannung $\tau_{xz} = 0$ – 6.5.2 Normalspannungen σ_x und σ_z gleich groß, Schubspannung $\tau_{xz} = 0$ – 6.5.3 Normalspannungen von gleichem Betrag, aber mit verschiedenen Vorzeichen ($\sigma_x = -\sigma_z$), Schubspannung $\tau_{xz} = 0$ – 6.5.4 Räumlicher Spannungszustand, Spannungstensor	
6.6 Spannungstrajektorien beim Spannungszustand mit σ_x und $\tau_{xz} = \tau_{zx}$, Spannungsellipse	180
6.7 Praktische Bedeutung von Hauptspannungen und Spannungstrajektorien	182
6.8 Vergleichsspannungen	183
6.9 Anwendungen	185
7 Doppelbiegung und schiefe Biegung	
7.1 Doppelbiegung für symmetrische Querschnitte	189
7.1.1 Formeln für die Spannungs- und Querschnittsberechnung – 7.1.2 Anwendungen	
7.2 Zentrifugal- oder Deviationsmoment	194
7.2.1 L-Profil unter Spannungen $\sigma = M_y \cdot y/I_y$ – 7.2.2 Erweiterung auf den beliebigen Querschnitt – 7.2.3 Zentrifugalmomente wichtiger Querschnittsformen, Steinerscher Satz für Zentrifugalmomente	
7.3 Hauptachsen und Hauptflächenmomente. Mohrscher Trägheitskreis	199
7.3.1 Hauptachsen und Hauptflächenmomente – 7.3.2 Mohrscher Trägheitskreis	
7.4 Trägheitsellipse	202
7.5 Anwendungen	202
7.6 Schiefe Biegung	204
7.7 Anwendungen	206
8 Stabilität bei geraden Stäben	
8.1 Wesen der Stabilität und der Stabilitätsprobleme	213
8.1.1 Einführung – 8.1.2 Beispiel eines Stabilitätsproblems	
8.2 Knicken gerader, elastischer Stäbe	218
8.2.1 Eulersche Knickgleichung – 8.2.2 Knicklänge – 8.2.3 Schlankheitsgrad und Schlankheit	

8.3	Einfluß des Baustoffverhaltens	230
8.3.1	Allgemeine Grundlagen, Stahl – 8.3.2 Das ω -Verfahren – 8.3.3 Vorgehen bei nicht homogenem Baustoff	
8.4	Stabilitätsnachweis und Querschnittsbemessung einteiliger Druckstäbe	240
8.4.1	Einteilige Druckstäbe aus Stahl – 8.4.2 Einteilige Druckstäbe aus Holz – 8.4.3 Anwendungen	
8.5	Knickung bei dünnwandigen, offenen Profilen	249
8.5.1	Begriffe: Biegedrillknickung, Biegeknickung, Drillknickung – 8.5.2 Verschiedene Querschnitte – 8.5.3 Anwendungen	
8.6	Spannungsnachweis und Querschnittsbemessung für mehrteilige Druckstäbe	257
8.6.1	Mehrteilige Druckstäbe aus Stahl – 8.6.2 Mehrteilige Druckstäbe aus Holz – 8.6.3 Anwendungen	
8.7	Kippsicherheit von Trägern mit Γ -Querschnitt	269
8.7.1	Allgemeines – 8.7.2 Anwendungen	
8.8	Ausbeulen von Stegblechen	282
9	Ausmittiger Kraftangriff	
9.1	Biegung und Zug nach Theorie I. Ordnung	283
9.1.1	Allgemeines zur Theorie I. Ordnung – 9.1.2 Spannungsformeln – 9.1.3 Anwendungen	
9.2	Einführung in die Theorie II. Ordnung	288
9.2.1	Allgemeines – 9.2.2 Biegung und Zug – 9.2.3 Biegung und Druck – 9.2.4 Einfeldbalken mit Querbelastung und Längskraft – 9.2.5 Sinusförmige Querbelastung und Längskraft	
9.3	Biegung und Druck, ausmittiger Druck	298
9.3.1	Spannungs- und Stabilitätsnachweise – 9.3.2 Lineare und nichtlineare Beziehungen in der Baustatik und ihre Anwendungen – 9.3.3 Anwendungen	
9.4	Querschnittskern	309
9.4.1	Begriff und Bedeutung – 9.4.2 Anwendungen	
9.5	Spannungsverteilung bei klaffender Fuge	314
9.5.1	Vorbemerkung – 9.5.2 Rechteckquerschnitt – 9.5.3 Querschnitte, die mindestens einfachsymmetrisch sind	
9.6	Stützzlinie	320
9.6.1	Die Stützzlinie bei Dreigelenkbogen, Zweigelenkbogen und eingespanntem Bogen – 9.6.2 Die Stützzlinie in DIN 1053 und 1075, Stützzlinienverfahren – 9.6.3 Anwendung der Stützzlinie	
9.7	Spannungen im biegefesten Querschnitt bei beliebigem Angriffspunkt der Kraft.	326
9.7.1	Einfach- und doppelsymmetrische Querschnitte – 9.7.2 Querschnitte mit $I_{yz} \neq 0$ – 9.7.3 Anwendungen	
10	Eingespannte Einfeldträger	
10.1	Einspanngrade	332
10.2	Einseitig starr eingespannter Träger	335
10.2.1	Allgemeines – 10.2.2 Vollbelastung mit Gleichlast, Volleinspannmoment M_{ab}^0 als statisch unbestimmte Größe X_1 – 10.2.3 Vollbelastung mit Gleichlast, Lagerkraft B als statisch unbestimmte Größe X_1 – 10.2.4 Mittige Einzellast, $X_1 = M_{ab}^0$ – 10.2.5 Lastmoment M_b am Lager b , $X_1 = M_{ab}^0$ – 10.2.6 Lotrechte Verschiebung des Lagers b , $X_1 = M_{ab}^0$ – 10.2.7 Ungleiche Erwärmung des Trägers über seine Höhe d	
10.3	Beiderseits starr eingespannter Träger	345
10.3.1	Allgemeines – 10.3.2 Belastung durch ausmittige Einzellast – 10.3.3 Vollbelastung durch Gleichlast – 10.3.4 Ungleiche Erwärmung über die Trägerhöhe d – 10.3.5 Lotrechte Verschiebung des Lagers b	
10.4	Berechnung des Einfeldträgers mit Steifigkeitsmatrizen	351
10.4.1	Die Steifigkeitsmatrix des Einzelstabes – 10.4.2 Die Gesamtsteifigkeitsmatrix des geraden Trägers – 10.4.3 Anwendungsbeispiel	

11 Durchlaufträger	
11.1 Allgemeines, Übersicht	365
11.2 Dreimomentengleichung von Clapeyron	365
11.2.1 Allgemeines, Ableitung – 11.2.2 Berechnung der Vorzeichen δ_{jk} , Umformung des Lastgliedes δ_{j0} – 11.2.3 Sonderfälle der Dreimomentengleichung – 11.2.4 Belastungsglieder für einige Sonderfälle – 11.2.5 Beispiele	
11.3 Momentenausgleichsverfahren von Cross	377
11.3.1 Allgemeines – 11.3.2 Erläuterung des Verfahrens – 11.3.3 Berücksichtigung eines Kragarmes – 11.3.4 Berücksichtigung von Symmetrie und Antimetrie beim Cross-Verfahren	
11.4 Ungünstigste Laststellungen	392
11.4.1 Allgemeines – 11.4.2 Einfluß einer Einzellast – 11.4.3 Extremwerte der Feld- und Stützmomente – 11.4.4 Extremwerte der Lager- und Querkräfte	
11.5 Tabellen für die Berechnung von Durchlaufträgern	396
11.5.1 Allgemeines – 11.5.2 Tabellen für die Berechnung von Durchlaufträgern mit 2 bis 5 gleichen Feldern – 11.5.3 Winklersche Zahlen	
11.6 Symmetrische Durchlaufträger, Belastungsumordnung	397
11.6.1 Allgemeines – 11.6.2 Durchlaufträger mit ungerader Felderzahl – 11.6.3 Durchlaufträger mit gerader Felderzahl	
11.7 Durchbiegungen	400
11.8 Einflußlinien von Durchlaufträgern	401
11.8.1 Allgemeines – 11.8.2 Einflußlinien der Stützmomente, Ableitung – 11.8.3 Einflußlinien der Stützmomente, Zahlenbeispiel – 11.8.4 Einflußlinien der Lagerkräfte, Querkräfte und Feldmomente – 11.8.5 Einflußlinien von Feldmomenten, Querkräften und Lagerkräften als Biegelinien – 11.8.6 Kontrollen	
11.9 Vereinfachte Bemessung von Durchlaufträgern nach DIN 18801	418
11.10 Anwendungen	418
12 Einführung in die Fließgelenktheorie I. Ordnung	
12.1 Erläuterung der Grundgedanken	431
12.2 Elastische und plastische Biegung eines Querschnitts, plastisches Moment, Beziehung zwischen Krümmung und Moment	432
12.3 Beispiel	435
12.3.1 Lage der Fließgelenke, Momentenfläche – 12.3.2 Stütz- und Schnittgrößen, Bemessung	
13 Das Reduktionsverfahren oder die Berechnung mit Übertragungsmatrizen	
13.1 Die Übertragungsmatrix eines Stababschnitts	438
13.2 Berechnung des Einfeldträgers mit mehreren Abschnitten	443
13.3 Das Berechnen von Durchlaufträgern auf starren Lagern mit Übertragungsmatrizen	452
13.4 Durchlaufträger auf starren Lagern, Zahlenbeispiel	453
13.4.1 Übertragungsmatrizen – 13.4.2 Der Anfangsvektor v_0 – 13.4.3 Berechnung von $v_{21} = A_2 A_1 v_0$ – 13.4.4 Berechnung von v_{2r} – 13.4.5 Berechnung von $v_4 = A_4 A_3 v_{2r}$ – 13.4.6 Berechnung der vier Unbekannten im Vektor v_4 – 13.4.7 Berechnung noch fehlender Zustandsgrößen, Zusammenstellung aller Zustandsgrößen – 13.4.8 Kontrollen	
13.5 Durchlaufträger auf elastisch nachgiebigen Lagern	460
13.6 Durchlaufträger auf elastisch nachgiebigen Lagern, Zahlenbeispiel	463
13.6.1 Anfangsvektor – 13.6.2 Abschnittsmatrizen – 13.6.3 Punktmatrix für das mittlere elastische Lager – 13.6.4 Matrizenmultiplikation – 13.6.5 Aufstellung und Auflösung des Gleichungssystems – 13.6.6 Berechnung der noch fehlenden Zustandsgrößen – 13.6.7 Darstellung der Zustandsgrößen – 13.6.8 Kontrollen	
Literaturverzeichnis	468
Sachverzeichnis	469