Inhaltsverzeichnis

Vorwort V

Einleitung 1

1 Kräfte am Bauwerk 3
1.1 Bauen und Berechnen 3
1.2 Kräfte im Gleichgewicht 4
1.3 Lasten 6

2 Sicherheitskonzept 13

3 Druckkräfte und Zugkräfte 18
3.1 Der Baugrund nimmt Druckkräfte auf 18
3.2 Last und Lastverteilung in Fundamenten 21
3.3 Druckfeste Trägerauflager 26
3.4 Wände und Pfeiler können ausknicken 29
3.5 Belastung durch Zugkräfte 37
3.6 Geschwächte Zugquerschnitte 40

4 Scherkräfte 44
4.1 Scherkräfte erzeugen Schubspannungen 44
4.2 Scherkräfte an Hängewerken 45
4.3 Scherkräfte in Schweißnähten 47

5 Biegung 48
5.1 Drehen und Biegen 48
5.2 Gleichgewicht 49
5.2.1 Zweiseitiger Hebel 49
5.2.2 Einseitiger Hebel 52
5.3 Auflagerkraft 53
5.3.1 Balken auf zwei Stützen 53
5.3.2 Balken mit gemischter Belastung 56
5.3.3 Kragbalken 59
5.4 Zusammensetzen von parallelen Kräften 61
5.5 Rechnerisches Ermitteln von Schwerpunkten 64

5.6 Biegelehre ... 67
5.6.1 Balken und Platten werden auf Biegung beansprucht ... 67
5.6.2 Biegewiderstand – Biegespannungen – Widerstandsmoment ... 70
5.6.3 Bemessung der Balken ... 73
5.6.4 Balken mit wenigen Einzellasten ... 74
5.7 Gefährdeter Querschnitt ... 78
5.7.1 Balken mit mehreren Einzellasten ... 78
5.7.2 Balken mit Streckenlasten ... 82
5.7.3 Balken mit gemischter Belastung ... 86
5.7.4 Balken auf zwei Stützen mit Kragarm ... 88
5.8 Berechnungsformeln für häufige Laststellungen ... 92
5.9 Balken und Träger in einem Haus ... 96
5.10 Spannung bei einachsiger Ausmittigkeit ... 102

6 Kräftedarstellung ... 111
6.1 Zeichnerische Darstellung von Kräften ... 111
6.2 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften ... 112
6.2.1 Zusammensetzen von Kräften mit dem Kräfteparallelogramm ... 112
6.2.2 Zusammensetzen von Kräften mit dem Kräftedreieck ... 115
6.2.3 Zusammensetzen von mehr als zwei Kräften mit dem Kräftezug (Kräftepolygon) ... 117
6.2.4 Zerlegen von Kräften mit dem Kräftedreieck ... 119
6.2.5 Zusammensetzen von Kräften mit dem Seileck ... 121
6.2.6 Zeichnerisches Bestimmen von Schwerpunkten ... 124
6.2.7 Zerlegen von Kräften mit dem Seileck ... 125
6.3 Kräfte wirken auf Balken ... 127
6.3.1 Balken auf zwei Stützen mit Einzellasten ... 127
6.3.2 Balken mit Streckenlast und gleichmäßig verteilter Last ... 130
6.3.3 Balken mit Kragarm und Einzellasten ... 132

7 Knickgefahr und Knicksicherheit ... 135
7.1 Trägheit gegen Ausknicken ... 135
7.2 Flächenmoment ... 136
7.3 Stützen aus Stahl und Holz ... 137
7.4 Stützen aus unbewehrtem Beton ... 143

8 Fachwerkträger und Stabkräfte ... 145

9 Stahlbeton-Bauteile 151
9.1 Beton und Stahl wirken zusammen 151
9.2 Biegebeanspruchte Bauteile 151
9.3 Bezeichnungen im Stahlbetonbau 153
9.4 Bestimmungen für die Ausführung von Stahlbetonarbeiten 153
9.5 Berechnen von Stahlbeton-Bauteilen 157
9.5.1 Stahlbeton-Deckenplatte 157
9.5.2 Stahlbeton-Kragplatte 162
9.5.3 Stahlbeton-Rechteckbalken 166
9.5.4 Schub bei Platten und Rechteckbalken 168

10 Durchbiegungsnachweis 175

11 Statische Berechnung eines einfachen Wochenendhauses 177

12 Anhang 191

12.1 Geometrie, Winkelfunktionen 191

12.2 Lastannahmen 193
Tabelle 12.1 Eigenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen 194
Tabelle 12.2 Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone 198
Tabelle 12.3 Horizontale Lasten auf z. B. Absturzsicherungen 200
Tabelle 12.4 Schneelastzonenkarte 201
Tabelle 12.5 Charakteristische Schneelasten s_k auf dem Boden in kN/m² 201
Tabelle 12.6 Formbeiwerte μ für flach geneigte Dächer in Abhängigkeit von der Dachneigung 202
Tabelle 12.7 Windzonenkarte 202
Tabelle 12.8 Geschwindigkeitsdruck q bis 25 m Höhe 203
Tabelle 12.9 Außendruckbeiwerte c für Flachdächer > 10 m² 203
Tabelle 12.10 Außendruckbeiwerte c für Pultdächer > 10 m² 204
Tabelle 12.11 Außendruckbeiwerte c für Satteldächer > 10 m² 205

12.3 Mauerwerk 206
Tabelle 12.12 Charakteristische Druckfestigkeitswerte f_k in N/mm² von Einsteinmauerwerk mit Normalmörtel aus Hochlochziegeln, Kalksandlochsteinen oder Hohlblocksteinen 206
Tabelle 12.13 Charakteristische Druckfestigkeitswerte f_k in N/mm² von Einsteinmauerwerk mit Normalmörtel aus Vollziegeln, Kalksandvollsteinen oder Blocksteinen 206

12.4 Baugrund 207
Tabelle 12.14 Bemessungswert des Sohlwiderstandes in kN/m² für Streifenfundamente auf nicht bindigen und schwach feinkörnigen Böden 207
Tabelle 12.15 Bemessungswert des Sohlwiderstandes in kN/m² für Streifenfundamente bei bindigem und gemischtkörnigem Baugrund 207
Tabelle 12.16 Mindestwerte für $\tan\alpha = \frac{h_F}{a}$ bei unbewehrten Betonfundamenten nach EC2 208

12.5 Bauholz 209
Tabelle 12.17a Rechenwerte der charakteristischen Kennwerte f_k für Nadelholz mit rechteckigem Querschnitt nach EC5 209
Tabelle 12.17b Rechenwerte der charakteristischen Kennwerte f_k für Laubvollholz mit rechteckigem Querschnitt nach EC5 209
Tabelle 12.18 Rechenwerte der charakteristischen Kennwerte f_k für homogenes Brettschichtholz (h) aus Nadelholz nach EC5 210
Tabelle 12.19 Knickbeiwerte k_c für Vollholz aus Nadelhölzern 210
Tabelle 12.20 Knickbeiwerte k_c für kombiniertes (c) und homogenes (h) Brettschichtholz nach EC5 211
Tabelle 12.21 Rundhölzer, Querschnittsmaße und statische Werte; γ = 5,0 kN/m³ 212
Tabelle 12.22 Kanthölzer und Balken aus Nadelholz; γ = 5,0 kN/m³ 212
Tabelle 12.23 Rechteckquerschnitte aus Brettschichtholz; Querschnittsmaße und statische Werte für b= 10 cm; γ = 5 kN/m³ 214

12.6 Baustahl 215
Tabelle 12.24 I-Reihe nach DIN 1025-1 215
Tabelle 12.25 HEA-Reihe nach DIN 1025-3 216
Tabelle 12.26 HEB-Reihe nach DIN 1025-2 217
Tabelle 12.27 HEM-Reihe nach DIN 1025-4 218
Tabelle 12.28 IPE-Reihe nach DIN 1025-5 219
Tabelle 12.29 Warmgewalzter rundkantiger U-Stahl nach DIN 1026-1 220
Tabelle 12.30 Warmgewalzter gleichschenkliger rundkantiger L-Stahl nach DIN EN 10056-1 221
Tabelle 12.31 Kreisförmige Hohlprofile (Rundrohre) nach: 223

Tabelle 12.32 Quadratische Hohlprofile nach DIN EN 10210-1,2 (Quadratrohre) 224
Tabelle 12.33 Abminderungsfaktoren χ für den Biegeknicknachweis bei Baustahl $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$ S235: $\lambda_1 = 93{,}9$ und S355: $\lambda_1 = 76{,}4$.... 225

12.7 Stahlbeton/Beton/Betonstahl 226
Tabelle 12.34 Nennwerte von Betonstahl B 500 (alte Bezeichnung: BSt 500) 226
Tabelle 12.35 Bemessung für Stahlbetonbauteile auf Biegung..... 226
Tabelle 12.36 Querschnitte von Flächenbewehrungen a_s in cm²/m, s = Stababstand, n = Stabanzahl 227
Tabelle 12.37 Balkenbewehrung: Stahlquerschnitte A_s in cm² 228
Tabelle 12.38 Neue Lagermatten 228
Tabelle 12.39 Größte Anzahl von Stahleinlagen in einer Lage Balkenbreite b_w; 3,0 cm Betondeckung 229
Tabelle 12.40 Stahlquerschnitte $a_{Bügel}$ in cm²/m für zweischnittige Bügel .. 229
Tabelle 12.41 Abminderungsbeiwerte Φ für unbewehrte Betondruckglieder 230
Tabelle 12.42 Expositionsklassen und Mindestbetonfestigkeiten 230
Tabelle 12.43 Betondeckungsmaße c_{nom} in mm für Betonstahl 234
Tabelle 12.44 Richtwerte für Abstandhalter und Unterstützungen nach DBV-Merkblatt (Abstände, Anzahl, Anordnung) 235

12.7 Statische Systeme 236
Tabelle 12.45 Auflagerkräfte und Biegemomente für häufige Belastungsfälle 236

Ergebnisse der Übungen 238

Sachwortverzeichnis 241