

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitskonzept und Beanspruchungen	1
1.1	Baurechtliche Einordnung	1
1.2	Sicherheitskonzept	7
1.2.1	Einwirkungen	8
1.2.2	Auswirkungen	8
1.2.3	Widerstandsgrößen	8
1.2.4	Charakteristische Werte	9
1.2.5	Bemessungswerte	9
1.2.6	Auswirkungen E_d und Widerstände R_d	10
1.2.7	Sicherheitsnachweise	11
1.3	Spannungen	13
1.4	Formänderungen	15
1.5	Dehnungen	16
1.6	Spannungs-Dehnungs-Linie	18
1.7	Elastizitätsmodul	20
1.8	Spannungsarten	22
1.8.1	Normalspannungen	22
1.8.2	Tangentialspannungen	23
1.8.3	Resultierende Spannung	24
1.8.4	Linearer Spannungszustand	24
2	Zug- und Druckbeanspruchung	29
2.1	Zugbeanspruchung	29
2.1.1	Querschnittsschwächungen	29
2.1.2	Größte Zugspannung	31
2.1.3	Verlängerungen	40
2.2	Druckbeanspruchung	41
2.2.1	Flächenpressung	42
2.2.2	Lochleibungsspannung	54
2.2.3	Verkürzungen	56

3	Scherbeanspruchung	59
3.1	Abscheren bei verschiedenen Bauteilen	60
3.2	Beanspruchung bei Verbindungen	65
3.2.1	Verbindungen im Stahlbau (EC3-1-8)	66
3.2.2	Verbindungen im Holzbau (EC5-1-1)	82
4	Biegebeanspruchung	99
4.1	Einfache Biegung	99
4.1.1	Wirkungsweise der Biegebeanspruchung	100
4.1.2	Erklärung des Biegemoments	100
4.1.3	Erklärung für Flächenmoment und Widerstandsmoment	102
4.1.4	Biegehauptgleichung	102
4.1.5	Biegewiderstand	105
4.2	Widerstandsmomente und Flächenmomente 2. Grades	113
4.2.1	Rechteckige Querschnitte	113
4.2.2	Symmetrische Querschnitte	115
4.2.3	Unsymmetrische Querschnitte	119
4.2.4	Verstärkungen für Träger	124
4.2.5	Biegesteife Trägerstöße	129
4.3	Verformungen bei einfacher Biegung	134
4.3.1	Zulässige Durchbiegungen	136
4.3.2	Biegeträgheit	141
4.3.3	Durchbiegung bei geneigten Trägern	145
4.4	Zweiachsige Biegung	149
4.4.1	Zweiachsige Biegung bei Holzträgern	152
4.4.2	Zweiachsige Biegung bei Stahlträgern	154
4.5	Verformungen bei zweiachsiger Biegung	157
4.6	Sonderfall bei zweiachsiger Biegung	170
5	Schubbeanspruchung	175
5.1	Ebener Spannungszustand	179
5.2	Hauptspannung	180
5.3	Vergleichsspannung bei Schub	182
5.4	Spannungs- und Verformungsnachweise für Holzbauteile	186
5.5	Tragfähigkeits- und Verformungsnachweise für Stahlbauteile	189
5.6	Schubnachweise für Mauerwerk	195
6	Torsionsbeanspruchung	199
6.1	Reine Torsionsbeanspruchung	203
6.2	Querschnittsformen bei Torsion	205
6.2.1	Runde Vollquerschnitte (Rundhölzer)	206
6.2.2	Runde Hohlquerschnitte (Rohre)	206
6.2.3	Rechteckige Vollquerschnitte (Balken)	206

6.2.4	Dünnwandige Hohlquerschnitte (Hohlkästen)	207
6.2.5	Dünnwandige offene Profile (Stahlprofile)	207
6.2.6	Stahlträger mit U-, Z- und L-Querschnitt	211
6.3	Wölbspannung bei Torsion.	217
6.4	Tragfähigkeitsnachweis bei Torsion.	220
6.5	Verformung bei Torsion	230
7	Knickbeanspruchung	233
7.1	Knicklänge	235
7.2	Trägheitsradius.	237
7.3	Schlankheitsgrad	240
7.4	Druckbeanspruchte Bauteile aus Holz.	241
7.4.1	Knickbeiwert und Schlankheit.	241
7.4.2	Nachweis der Tragfähigkeit bei Druckstäben aus Holz.	242
7.5	Druckbeanspruchte Bauteile aus Stahl.	249
7.5.1	Nachweis des Biegeknickens bei Druckbauteilen	250
7.5.2	Nachweis des Drill- und Biegedrillknickens bei Druckbauteilen	254
7.6	Stützen aus Beton.	258
7.6.1	Ersatzstablänge und Schlankheit	259
7.6.2	Tragfähigkeitsnachweis für unbewehrte Stützen aus Beton	259
7.7	Wände aus Beton	262
7.7.1	Ersatzstablänge und Schlankheit	262
7.7.2	Tragfähigkeitsnachweis für unbewehrte Wände aus Beton	263
7.8	Mauerwerk	265
7.8.1	Druckbeanspruchung	265
7.8.2	Knickbeanspruchung	268
7.8.3	Erddruck bei Mauerwerk	270
7.8.4	Mindestdicken	272
7.8.5	Aussparungen und Schlitze	272
7.8.6	Spannungsnachweis bei Mauerwerk	273
8	Beanspruchung bei Längskraft mit Biegung	277
8.1	Zug und einachsige Biegung	277
8.1.1	Zug und einachsige Biegung bei Holz	278
8.1.2	Zug und einachsige Biegung bei Stahl	281
8.2	Druck und einachsige Biegung	292
8.2.1	Druck und einachsige Biegung bei Holz	292
8.2.2	Druck und einachsige Biegung bei Stahl	312
8.3	Längskraft und zweiachsige Biegung	322
8.3.1	Druck und zweiachsige Biegung bei Holz.	323
8.3.2	Druck und zweiachsige Biegung bei Stahl	330
8.4	Ausmittiger Druck	333
8.4.1	Geringe einachsige Ausmitte	334

8.4.2	Mäßige einachsige Ausmitte	335
8.4.3	Große einachsige Ausmitte	335
8.4.4	Größtzulässige einachsige Ausmitte	336
8.4.5	Zusammenstellung der Randspannungen	337
8.4.6	Fundamente mit einachsiger Ausmitte	337
8.4.7	Zweiachsige Ausmitte bei Rechteckquerschnitten	344
8.4.8	Fundamente mit zweiachsiger Ausmitte	346
9	Beanspruchung durch Zwang	351
9.1	Temperaturdehnungen	352
9.1.1	Längenänderungen durch Temperaturunterschiede	352
9.1.2	Wärmedehnzahlen	352
9.1.3	Nachweis der Temperaturspannungen	352
9.1.4	Ungleichmäßige Temperaturbeanspruchungen	355
9.2	Schwinden	357
9.2.1	Längenänderungen durch Schwinden	357
9.2.2	Schwindmaße	357
9.2.3	Nachweis des Schwindens	360
9.3	Kriechen	360
9.3.1	Längenänderungen durch Kriechen	361
9.3.2	Kriechmaße	361
9.3.3	Nachweis des Kriechens	362
9.4	Nachweis der Verformungen	362
9.4.1	Längsverformungen in vertikaler Richtung	363
9.4.2	Längsverformungen in horizontaler Richtung	366
10	Stabilität von Bauteilen und Bauwerken	375
10.1	Nachweis der Sicherheit gegen Biegeknicken	376
10.2	Nachweis der Sicherheit gegen Biegedrillknicken bzw. Kippen	377
10.2.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	377
10.2.2	Holzträger mit Rechteckquerschnitt	380
10.2.3	Stahlträger mit I-Querschnitt	385
10.3	Nachweis der Sicherheit gegen Beulen	389
10.3.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	390
10.3.2	Stahlträger mit I-Querschnitt	390
10.4	Aussteifungen für Bauteile und Bauwerke	391
10.4.1	Aussteifungen im Massivbau	393
10.4.2	Aussteifungen im Holzbau	395
10.4.3	Aussteifungen im Stahlbau	413
10.5	Aussteifungen durch Rahmen	414
10.5.1	Rahmen im Holzbau	414
10.5.2	Rahmen im Stahlbau	426

11	Baustoffkennwerte und Sicherheitsnachweise	443
11.1	Grundbau	446
11.1.1	Gründungsarten	446
11.1.2	Einwirkungen und Widerstände	446
11.1.3	Sicherheitsnachweise und Teilsicherheitsbeiwerte	446
11.1.4	Vereinfachter Nachweis bei Flachgründungen (Fundamente)	449
11.1.5	Nachweis bei Flächengründungen	452
11.1.6	Nachweis bei Pfahlgründungen	453
11.2	Betonbau	454
11.2.1	Betonfestigkeiten	454
11.2.2	Unbewehrter Beton	455
11.2.3	Stahlbeton (bewehrter Beton)	457
11.3	Mauerwerksbau	460
11.3.1	Tragfähigkeitsnachweis für Mauerwerk	460
11.3.2	Druckbeanspruchung	460
11.3.3	Zugbeanspruchung	466
11.4	Holzbau	468
11.4.1	Vollholz (VH)	468
11.4.2	Konstruktionsvollholz (KVH)	476
11.4.3	Brettschichtholz (BSH)	477
11.4.4	Rundholz	480
11.4.5	Nagel- und Dübelverbindungen im Holzbau	480
11.5	Stahlbau	492
11.5.1	Bezeichnung der Stähle	492
11.5.2	Charakteristische Werte für Baustähle	493
11.5.3	Querschnittswerte und statische Werte	494
11.5.4	Einwirkungen auf Stahltragwerke	502
11.5.5	Tragsicherheitsnachweise für Stahltragwerke	502
11.5.6	Spannungsnachweise	506
11.5.7	Verformungen, Knicken und Beulen	507
11.5.8	Schraubenverbindungen im Stahlbau	521
11.6	Einwirkungskombinationen	523
11.7	Zusammenfassung	526
12	Statische Berechnung	529
12.1	Angaben der statischen Berechnung	529
12.2	Form der statischen Berechnung	530
12.3	Berechnungsbeispiel	530
13	Lösungen zu den Übungsbeispielen	567
14	Formelzeichen und ihre Bedeutung	573

15 Formelsammlung	579
Schrifttum	597
Eurocodes und DIN-Normen zur Baustatik (Auswahl)	599
Stichwortverzeichnis	603