

# Baustatik 2

## Bemessung und Festigkeitslehre

9., durchges. Auflage 2002  
Mit 266 Abbildungen, 92 Tabellen, 145 Beispielen  
und 48 Übungsaufgaben



**Teubner**

B.G.Teubner Stuttgart • Leipzig • Wiesbaden

# Inhalt

## 1 Beanspruchungen

1.1 Aufgaben der Festigkeitslehre . . . . .	1
1.2 Spannungen . . . . .	2
1.3 Formänderungen . . . . .	4
1.4 Dehnungen . . . . .	5
1.5 Spannungs-Dehnungs-Linie . . . . .	6
1.6 Elastizitätsmodul . . . . .	8
1.7 Spannungsarten . . . . .	10
1.7.1 Normalspannungen . . . . .	11
1.7.2 Tangentialspannungen . . . . .	11
1.7.3 Resultierende Spannung . . . . .	12
1.7.4 Linearer Spannungszustand . . . . .	12
1.8 Das neue Sicherheitskonzept . . . . .	16
1.8.1 Einwirkungen . . . . .	16
1.8.2 Widerstandsgrößen . . . . .	16
1.8.3 Charakteristische Werte . . . . .	16
1.8.4 Bemessungswerte . . . . .	17
1.8.5 Beanspruchungen $S_d$ und Beanspruchbarkeiten $R_d$ . . . . .	18
1.8.6 Sicherheitsnachweise . . . . .	19
1.9 Nachweise mit zulässigen Spannungen und Sicherheitsbeiwerten . . . . .	20
1.9.1 Grundbau . . . . .	22
1.9.2 Betonbau . . . . .	28
1.9.3 Mauerwerksbau . . . . .	30
1.9.4 Holzbau . . . . .	34
1.9.5 Stahlbau . . . . .	38
1.10 Zusammenfassung . . . . .	42

## 2 Zug- und Druckbeanspruchung

2.1 Zugbeanspruchung . . . . .	43
2.1.1 Querschnittsschwächungen . . . . .	43
2.1.2 Größte Zugspannung . . . . .	44
2.1.3 Verlängerungen . . . . .	51
2.2 Druckbeanspruchung . . . . .	52
2.2.1 Flächenpressung . . . . .	53
2.2.2 Lochleibungsspannung . . . . .	60
2.2.3 Verkürzungen . . . . .	61

**3 Scherbeanspruchung**

3.1 Abscheren bei verschiedenen Bauteilen . . . . .	63
3.2 Beanspruchung bei Verbindungen . . . . .	68
3.2.1 Verbindungen im Stahlbau* . . . . .	68
3.2.2 Verbindungen im Holzbau* . . . . .	84

**4 Biegebeanspruchung**

4.1 Einfache Biegung . . . . .	97
4.1.1 Wirkungsweise der Biegebeanspruchung . . . . .	98
4.1.2 Erklärung des Biegemoments . . . . .	98
4.1.3 Erklärung für Flächenmoment und Widerstandsmoment . . . . .	99
4.1.4 Biegehauptgleichung . . . . .	99
4.1.5 Biegewiderstand . . . . .	102
4.2 Widerstandsmomente und Flächenmomente 2. Grades . . . . .	106
4.2.1 Rechteckige Querschnitte . . . . .	106
4.2.2 Statische Werte für Bauholz . . . . .	108
4.2.3 Symmetrische Querschnitte . . . . .	108
4.2.4 Statische Werte für Formstahl . . . . .	111
4.2.5 Unsymmetrische Querschnitte . . . . .	116
4.2.6 Verstärkungen für Träger . . . . .	120
4.2.7 Biege feste Trägerstöße . . . . .	123
4.3 Verformungen bei einfacher Biegung . . . . .	126
4.3.1 Zulässige Durchbiegungen . . . . .	127
4.3.2 Biegeträgheit* . . . . .	129
4.3.3 Durchbiegung bei geneigten Trägern . . . . .	132
4.4 Zweiachsige Biegung . . . . .	133
4.4.1 Zweiachsige Biegung bei Holzträgern* . . . . .	136
4.4.2 Zweiachsige Biegung bei Stahlträgern* . . . . .	137
4.5 Verformungen bei zweiachsiger Biegung . . . . .	140
4.6 Sonderfall der zweiachsigen Biegung . . . . .	145

**5 Schubbeanspruchung**

5.1 Ebener Spannungszustand . . . . .	152
5.2 Hauptspannung . . . . .	153
5.3 Vergleichsspannung bei Schub . . . . .	155
5.4 Spannungs- und Verformungsnachweise für Holzbauteile* . . . . .	156
5.5 Spannungs- und Verformungsnachweise für Stahlbauteile* . . . . .	159
5.6 Spannungsnachweise für Mauerwerk . . . . .	164

**6 Torsionsbeanspruchung**

6.1 Reine Torsionsbeanspruchung . . . . .	169
---	-----

6.2	Querschnittsformen bei Torsion . . . . .	171
6.2.1	Runde Vollquerschnitte (Rundhölzer) . . . . .	171
6.2.2	Runde Hohlquerschnitte (Rohre) . . . . .	172
6.2.3	Rechteckige Vollquerschnitte (Balken) . . . . .	172
6.2.4	Dünnwandige Hohlquerschnitte (Hohlkästen) . . . . .	173
6.2.5	Dünnwandige offene Profile (Stahlprofile) . . . . .	173
6.2.6	Stahlträger mit U-, Z- und L-Querschnitt . . . . .	176
6.3	Wölbspannung bei Torsion . . . . .	181
6.4	Spannungsnachweis bei Torsion . . . . .	185
6.5	Verformung bei Torsion . . . . .	191

## 7 Knickbeanspruchung

7.1	Knicklänge . . . . .	195
7.2	Trägheitsradius . . . . .	197
7.3	Schlankheitsgrad . . . . .	199
7.4	Druckbeanspruchte Bauteile aus Holz . . . . .	200
7.4.1	Knickzahl . . . . .	200
7.4.2	Spannungsnachweis bei Druckstäben aus Holz . . . . .	201
7.5	Druckbeanspruchte Bauteile aus Stahl . . . . .	207
7.5.1	Nachweis des Biegeknickens bei Druckbauteilen . . . . .	207
7.5.2	Nachweis des Biegedrillknickens bei Druckbauteilen . . . . .	214
7.6	Stützen aus Beton . . . . .	217
7.6.1	Knicklänge und Schlankheit . . . . .	218
7.6.2	Spannungsnachweis bei Stützen aus Beton . . . . .	218
7.7	Wände aus Beton . . . . .	220
7.7.1	Knicklänge und Schlankheit . . . . .	220
7.7.2	Spannungsnachweis bei Wänden aus Beton . . . . .	221
7.8	Mauerwerk . . . . .	222
7.8.1	Druckbeanspruchung . . . . .	224
7.8.2	Knickbeanspruchung . . . . .	224
7.8.3	Erddruck bei Mauerwerk . . . . .	227
7.8.4	Minstdicken . . . . .	228
7.8.5	Aussparungen und Schlitze . . . . .	228
7.8.6	Spannungsnachweis bei Mauerwerk . . . . .	230

## 8 Beanspruchung bei Längskraft mit Biegung

8.1	Zug und einachsige Biegung* . . . . .	233
8.1.1	Zug und einachsige Biegung bei Holz . . . . .	234
8.1.2	Zug und einachsige Biegung bei Stahl* . . . . .	235
8.2	Druck und einachsige Biegung . . . . .	238
8.2.1	Druck und einachsige Biegung bei Holz* . . . . .	239
8.2.2	Druck und einachsige Biegung bei Stahl* . . . . .	248

## X Inhalt

8.3	Längskraft und zweiachsige Biegung	254
8.3.1	Druck und zweiachsige Biegung bei Holz	254
8.3.2	Druck und zweiachsige Biegung bei Stahl	256
8.4	Ausmittiger Druck	258
8.4.1	Geringe einachsige Ausmitte	259
8.4.2	Mäßige einachsige Ausmitte	259
8.4.3	Große einachsige Ausmitte	260
8.4.4	Größtzulässige einachsige Ausmitte	261
8.4.5	Zusammenstellung der Randspannungen	261
8.4.6	Fundamente mit einachsiger Ausmitte	261
8.4.7	Zweiachsige Ausmitte mit Rechteckquerschnitten	266
8.4.8	Fundamente mit zweiachsiger Ausmitte	267

## 9 Beanspruchung durch Zwang

9.1	Temperaturdehnungen	271
9.1.1	Längenänderungen durch Temperaturunterschiede	272
9.1.2	Wärmedehnzahlen	272
9.1.3	Nachweis der Temperaturspannungen*	273
9.1.4	Ungleichmäßige Temperaturbeanspruchungen	275
9.2	Schwinden	276
9.2.1	Längenänderungen durch Schwinden	276
9.2.2	Schwindmaße	276
9.2.3	Nachweis des Schwindens	277
9.3	Kriechen	278
9.3.1	Längenänderungen durch Kriechen	278
9.3.2	Kriechmaße	278
9.3.3	Nachweis des Kriechens	279
9.4	Nachweis der Verformungen	279
9.4.1	Längsverformungen in vertikaler Richtung	280
9.4.2	Längsverformungen in horizontaler Richtung	282

## 10 Stabilität von Bauteilen und Bauwerken

10.1	Nachweis der Sicherheit gegen Biegeknicken	290
10.2	Nachweis der Sicherheit gegen Biegedrillknicken	290
10.2.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	291
10.2.2	Holzträger mit Rechteckquerschnitt	292
10.2.3	Stahlträger mit I-Querschnitt	295
10.3	Nachweis der Sicherheit gegen Beulen	300
10.3.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	300
10.3.2	Stahlträger mit I-Querschnitt	301
10.4	Aussteifungen für Bauteile und Bauwerke	303
10.4.1	Aussteifungen im Massivbau	305
10.4.2	Aussteifungen im Holzbau	307
10.4.3	Aussteifungen im Stahlbau	318

10.5 Aussteifungen durch Rahmen . . . . .	319
10.5.1 Rahmen im Holzbau . . . . .	319
10.5.2 Rahmen im Stahlbau . . . . .	330
<b>11 Statische Berechnung</b>	
11.1 Angaben der statischen Berechnung . . . . .	340
11.2 Form der statischen Berechnung . . . . .	341
11.3 Berechnungsbeispiel . . . . .	341
„Statische Berechnung zum Neubau eines Einfamilien-Wohnhauses“	
<b>12 Lösungen zu den Übungsbeispielen . . . . .</b>	<b>359</b>
<b>13 Formelzeichen und ihre Bedeutung . . . . .</b>	<b>362</b>
<b>14 Formelsammlung . . . . .</b>	<b>365</b>
<b>15 Schrifttum . . . . .</b>	<b>376</b>
<b>16 DIN-Normen zur Baustatik . . . . .</b>	<b>376</b>
<b>17 Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>377</b>
(Abschnitte, die mit * gekennzeichnet sind, enthalten Übungsaufgaben)	