

Baustatik

Teil 2 Festigkeitslehre

Von Dipl.-Ing. Gottfried CO. Lohmeyer
Beratender Ingenieur IngKN, Baumeister BDB, Hannover

7., überarbeitete und erweiterte Auflage
Mit 244 Bildern, 84 Tafeln, 141 Beispielen
und 48 Übungsaufgaben



B.G. Teubner Stuttgart 1996

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
[.7.1 Normalspannungen.	11
[.7.2 Tangentialspannungen.	11
[.7.3 Resultierende Spannung.	12
[.7.4 Linearer Spannungszustand.	12
1.8 Das neue Sicherheitskonzept.	16
1.8.1 Einwirkungen.	16
1.8.2 Widerstand.	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 Sicherheitsbeiwerte und zulässige Spannungen.	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.	35
1.10 Zusammenfassung.	40

2 Zug- und Druckbeanspruchung

2.1 Zugbeanspruchung.	41
2.1.1 Querschnittschwächungen.	41
2.1.2 Größte Zugspannung.	42
2.1.3 Verlängerungen.	50
2.2 Druckbeanspruchung.	51
2.2.1 Flächenpressung.	52
2.2.2 Lochleibungsspannung.	57
2.2.3 Verkürzungen.	59

3 Scherbeanspruchung

3.1 Abscheren bei verschiedenen Bauteilen	61
3.2 Beanspruchung bei Verbindungsmitteln	66
3.2.1 Verbindungen im Stahlbau *	66
3.2.2 Verbindungen im Holzbau *	81

4 Biegebeanspruchung

4.1 Einfache Biegung	91
4.1.1 Wirkungsweise der Biegebeanspruchung	92
4.1.2 Erklärung des Biegemoments	92
4.1.3 Erklärung für Flächenmoment und Widerstandsmoment	93
4.1.4 Biegehauptgleichung	93
4.1.5 Biegefestigkeit	96
4.2 Widerstandsmomente und Flächenmomente 2. Grades	100
4.2.1 Rechteckige Querschnitte	100
4.2.2 Statische Werte für Bauholz	102
4.2.3 Symmetrische Querschnitte	102
4.2.4 Statische Werte für Formstahl	105
4.2.5 Unsymmetrische Querschnitte	110
4.2.6 Verstärkungen für Träger	114
4.2.7 Biege feste Trägerstöße	117
4.3 Verformungen bei einfacher Biegung	120
4.3.1 Zulässige Durchbiegungen	121
4.3.2 Biegesteifigkeit*	123
4.3.3 Durchbiegung bei geneigten Trägern	126
4.4 Zweiachsige Biegung	127
4.4.1 Zweiachsige Biegung bei Holzträgern*	130
4.4.2 Zweiachsige Biegung bei Stahlträgern *	131
4.5 Verformungen bei zweiachsiger Biegung	134
4.6 Sonderfall der zweiachsigen Biegung	139

5 Schubbeanspruchung

5.1 Ebener Spannungszustand	146
5.2 Hauptspannung	147
5.3 Vergleichsspannung bei Schub	149
5.4 Spannungs- und Verformungsnachweise für Holzbauteile*	150
5.5 Spannungs- und Verformungsnachweise für Stahlbauteile*	153
5.6 Spannungsnachweise für Mauerwerk	157

6 Torsionsbeanspruchung

6.1 Reine Torsionsbeanspruchung	162
---	-----

6.2	Querschnittsformen bei Torsion	164
6.2.1	Runde Vollquerschnitte (Rundhölzer).	164
6.2.2	Runde Hohlquerschnitte (Rohre).	165
6.2.3	Rechteckige Vollquerschnitte (Balken).	165
6.2.4	Dünnwandige Hohlquerschnitte (Hohlkästen).	166
6.2.5	Dünnwandige offene Profile (Stahlprofile).	166
6.2.6	Stahlträger mit U-, Z- und L-Querschnitt	169
6.3	Wölbspannung bei Torsion.	174
6.4	Spannungsnachweis bei Torsion	178
6.5	Verformung bei Torsion.	184
7	Knickbeanspruchung	
7.1	Knicklänge	188
7.2	Trägheitsradius	190
7.3	Schlankheitsgrad	192
7.4	Druckbeanspruchte Bauteile aus Holz	193
7.4.1	Knickzahl	193
7.4.2	Spannungsnachweis bei Druckstäben aus Holz.	194
7.5	Druckbeanspruchte Bauteile aus Stahl	200
7.5.1	Nachweis des Biegeknickens bei Druckbauteilen.	200
7.5.2	Nachweis des Biegedrillknickens bei Druckbauteilen	207
7.6	Stützen aus Beton	210
7.6.1	Knicklänge und Schlankheit	211
7.6.2	Spannungsnachweis bei Stützen aus Beton	211
7.7	Wände aus Beton	213
7.7.1	Knicklänge und Schlankheit	213
7.7.2	Spannungsnachweis bei Wänden aus Beton.	214
7.8	Mauerwerk	215
7.8.1	Druckbeanspruchung	217
7.8.2	Knickbeanspruchung	217
7.8.3	Erddruck bei Mauerwerk	220
7.8.4	Mindestdicken	221
7.8.5	Aussparungen und Schlitze.	221
7.8.6	Spannungsnachweis bei Mauerwerk.	222
8	Beanspruchung bei Längskraft mit Biegung	
8.1	Zug und einachsige Biegung *.	226
8.1.1	Zug und einachsige Biegung bei Holz	227
8.1.2	Zug und einachsige Biegung bei Stahl *.	228
8.2	Druck und einachsige Biegung	231
8.2.1	Druck und einachsige Biegung bei Holz*.	232
8.2.2	Druck und einachsige Biegung bei Stahl *.	241

VIII Inhalt

8.3	Längskraft und zweiachsige Biegung	247
8.3.1	Druck und zweiachsige Biegung bei Holz	247
8.3.2	Druck und zweiachsige Biegung bei Stahl	249
8.4	Ausmittiger Druck bei versagender Zugzone	251
8.4.1	Geringe einachsige Ausmitte	252
8.4.2	Mäßige einachsige Ausmitte	252
8.4.3	Große einachsige Ausmitte	253
8.4.4	Größtzulässige einachsige Ausmitte	254
8.4.5	Zusammenstellung der Randspannungen	254
8.4.6	Fundamente mit einachsiger Ausmitte	254
8.4.7	Zweiachsige Ausmitte mit Rechteckquerschnitten	259
8.4.8	Fundamente mit zweiachsiger Ausmitte	260
9 Beanspruchung durch Zwang		
9.1	Temperaturdehnungen	264
9.1.1	Längenänderungen durch Temperaturunterschiede	265
9.1.2	Wärmedehnzahlen	265
9.1.3	Nachweis der Temperaturspannungen *	266
9.1.4	Ungleichmäßige Temperaturbeanspruchungen	268
9.2	Schwinden	269
9.2.1	Längenänderungen durch Schwinden	269
9.2.2	Schwindmaße	269
9.2.3	Nachweis des Schwindens	270
9.3	Kriechen	271
9.3.1	Längenänderungen durch Kriechen	271
9.3.2	Kriechmaße	271
9.3.3	Nachweis des Kriechens	272
9.4	Nachweis der Verformungen	272
9.4.1	Längsverformungen in vertikaler Richtung	273
9.4.2	Längsverformungen in horizontaler Richtung	275
10 Stabilität von Bauteilen und Bauwerken		
10.1	Nachweis der Sicherheit gegen Biegeknicke	283
10.2	Nachweis der Sicherheit gegen Biegedrillknicken	283
10.2.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	284
10.2.2	Holzträger mit Rechteckquerschnitt	285
10.2.3	Stahlträger mit I-Querschnitt	288
10.3	Nachweis der Sicherheit gegen Beulen	293
10.3.1	Holzträger mit I-Querschnitt oder Kasten-Querschnitt	293
10.3.2	Stahlträger mit I-Querschnitt	294
10.4	Aussteifungen für Bauteile und Bauwerke	296
10.4.1	Aussteifungen im Massivbau	298
10.4.2	Aussteifungen im Holzbau	300
10.4.3	Aussteifungen im Stahlbau	311

11 Statische Berechnung	
11.1 Angaben der statischen Berechnung	313
11.2 Form der statischen Berechnung	314
11.3 Berechnungsbeispiel	314
„Statische Berechnung zum Neubau eines Einfamilien-Wohnhauses“	
12 Lösungen zu den Übungsbeispielen	332
13 Formelzeichen und ihre Bedeutung	335
14 Formelsammlung	337
15 Schrifttum	348
16 DIN-Normen zur Baustatik	348
17 Sachverzeichnis	349
(Abschnitte, die mit * gekennzeichnet sind, enthalten Übungsaufgaben)	