

## Inhaltsverzeichnis

**Über die Autoren** *XIII*

**Vorwort** *XV*

**Bezeichnungen** *XVII*

**1 Einleitung** *1*

- 1.1 Grundlagen, Hochbau, Brückenbau *1*
- 1.2 Aufbau und Inhalt *1*
- 1.3 Dokumente und Referenzen *2*
- 1.3.1 Normen und Empfehlungen *2*
- 1.3.2 Andere Referenzen *4*
- 1.4 Konventionen *6*
- 1.4.1 Terminologie und Typologie *6*
- 1.4.2 Achsen *6*
- 1.4.3 Verständigung und Vorzeichen *7*
- 1.4.4 Einheiten *7*
- 1.5 Kurzer historischer Abriss des Stahlhochbaues *7*
- 1.5.1 18. und 19. Jahrhundert *7*
- 1.5.2 Erste Hälfte des 20. Jahrhunderts *11*
- 1.5.3 Zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts *14*
- 1.6 Literaturverzeichnis *20*

**2 Entwurf und Stabilisierung von Hallen und Geschossbauten** *21*

- 2.1 Einleitung *21*
- 2.2 Aus Ebenen gebildete Tragstrukturen *21*
- 2.2.1 Form von Strukturen *21*
- 2.2.2 Kraftverlauf und Zerlegung der Struktur *23*
- 2.2.3 Rahmen aus Doppel-T-Profilen *25*
- 2.2.4 Fachwerkbinder *32*
- 2.2.5 Andere Binderformen *33*
- 2.2.6 Rahmenstützen *34*
- 2.3 Stabilisierung von Hallen *37*
- 2.3.1 Windverbandsysteme *37*
- 2.3.2 Abtragung der Horizontalkräfte *40*

2.3.3	Begrenzung der Deformationen	41
2.3.4	Stabilisierung der Tragelemente	44
2.3.5	Stabilisierungselemente	46
2.3.6	Windverbände in geneigten Dächern	50
2.4	Shedkonstruktionen	52
2.4.1	Von der Haupttragstruktur unabhängige Shedkonstruktionen	53
2.4.2	In der Tragstruktur integrierte Shedkonstruktionen	54
2.4.3	Stabilisierung von Shedhallen	55
2.5	Typische Tragstrukturen von Geschossbauten	59
2.5.1	Gelenkige Strukturen	59
2.5.2	Tragstrukturen mit zentralem Kern	60
2.5.3	Konstruktionen mit steifen Rahmen	64
2.5.4	Strukturen mit rohrförmigem Grundriss	68
2.5.5	Anordnung vertikaler Tragelemente	70
2.5.6	Windverbände	72
2.5.7	Systeme von Balkenlagen	74
2.6	Räumliche Strukturen	77
2.6.1	Trägerrostte	78
2.6.2	Raumfachwerke	78
2.6.3	Gekrümmte Oberflächen	81
2.6.4	Faltwerke	84
2.7	Sonderkonstruktionen	85
2.7.1	Hängekonstruktionen	85
2.7.2	Gespannte Konstruktionen	86
2.7.3	Membranstrukturen	88
2.8	Rechenbeispiel	89
2.8.1	Tragsystem einer Industriehalle	89
2.8.2	Einwirkungen und Reaktionen auf die Industriehalle	92
2.9	Literaturverzeichnis	96
A2	Anhang	97
A2.1	Empirische Regeln für die Vordimensionierung	97
<b>3</b>	<b>Pfetten und Fassaden-Unterkonstruktionen</b>	<b>99</b>
3.1	Einleitung	99
3.2	Pfetten	99
3.2.1	Funktion der Pfetten	99
3.2.2	Einwirkungen und Gefährdungsbilder	100
3.2.3	Statische Systeme	102
3.2.4	Berechnung der Auswirkungen und Deformationen	104
3.2.5	Querschnittswiderstände	105
3.2.6	Tragsicherheit	107
3.2.7	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	113
3.3	Fassaden-Unterkonstruktionen	113
3.3.1	Funktion der Fassaden-Unterkonstruktionen	113
3.3.2	Zu betrachtende Lasten	115

3.3.3	Statische Systeme	117
3.3.4	Nachweis der Tragsicherheit	117
3.3.5	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	119
3.4	Rechenbeispiele	119
3.4.1	Bemessung einer Pfette	119
3.4.2	Bemessung eines Riegels	124
3.4.3	Bemessung eines Kassettenprofils	129
3.5	Literaturverzeichnis	131

#### **4 Blechverbunddecken** 133

4.1	Einleitung	133
4.1.1	Profilbleche	134
4.1.2	Verbindung zwischen Blech und Beton	134
4.1.3	Zu berücksichtigende Einwirkungen	136
4.2	Bemessung des Profilbleches	137
4.2.1	Berechnung der Auswirkungen	137
4.2.2	Widerstand und Steifigkeit der Querschnitte	138
4.2.3	Nachweise der Profilbleche	138
4.3	Bemessung der Blechverbunddecke	140
4.3.1	Berechnung der Auswirkungen	140
4.3.2	Querschnittswiderstände	141
4.3.3	Nachweis der Tragsicherheit	149
4.3.4	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	151
4.4	Rechenbeispiel: Bemessung einer Blechverbunddecke	155
4.5	Literaturverzeichnis	163

#### **5 Haupt- und Deckenträger** 165

5.1	Einführung	165
5.2	Verbindungen	165
5.2.1	Gelenkige Verbindungen	166
5.2.2	Biegesteife Verbindungen	168
5.3	Träger aus Walzprofilen und Vollwandträger	170
5.3.1	Zu berücksichtigende Einwirkungen	170
5.3.2	Statische Systeme und Berechnung der Auswirkungen	170
5.3.3	Wirkungsweise einer Verbindung mit teilweiser Einspannung	171
5.3.4	Einleitung konzentrierter Kräfte	173
5.3.5	Nachweis der Tragsicherheit	177
5.3.6	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	181
5.4	Träger mit Stegöffnungen	184
5.4.1	Querkraftwiderstand	185
5.4.2	Biegewiderstand	187
5.4.3	Verstärkungen	188
5.4.4	Berechnung der Durchbiegungen	188
5.5	Stahl-Beton-Verbundträger	189
5.5.1	Einführung	189

5.5.2	Querschnittswiderstand	191
5.5.3	Tragverhalten von Verbundträgern	192
5.5.4	Ermittlung der Auswirkungen	197
5.5.5	Verbindung Stahl-Beton	202
5.5.6	Widerstand der Verbindungsmitte	211
5.5.7	Abscheren längs in der Betondecke	214
5.5.8	Nachweis der Tragsicherheit	217
5.5.9	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	221
5.5.10	Methode zur Bemessung eines Verbundträgers mit halbsteifen Knoten	227
5.6	Deckenschwingungen	231
5.6.1	Menschliche Wahrnehmung	232
5.6.2	Schwingungsfrequenz	233
5.6.3	Maximale Beschleunigung	234
5.6.4	Dämpfung	235
5.6.5	Nachweise	235
5.7	Rechenbeispiele	236
5.7.1	Bemessung der Deckenträger	236
5.7.2	Bemessung eines Unterzuges als einfachen Balken	244
5.7.3	Bemessung eines Unterzuges als Dreifeldträger	252
5.7.4	Rechenbeispiel eines Unterzuges mit halbsteifen Knoten	264
5.7.5	Nachweis der Schwingung eines Bodens	267
5.8	Literaturverzeichnis	270
<b>6</b>	<b>Statik der Hallenrahmen</b>	<b>271</b>
6.1	Einführung	271
6.2	Strukturelles Verhalten eines Rahmens	272
6.2.1	Einfluss der Steifigkeit der Elemente	272
6.2.2	Grundlegende Zustände eines Rahmens	273
6.2.3	Imperfektionen	275
6.2.4	Einflüsse der Nichtlinearität	279
6.2.5	Klassifizierung von Rahmen	281
6.3	Statik von Rahmen	285
6.3.1	Einwirkungen und Gefährdungsbilder	285
6.3.2	Bemessungsmethoden	286
6.3.3	Elastische Methode	289
6.3.4	Plastische Methode	290
6.3.5	Wahl einer Bemessungsmethode	299
6.4	Elastische Stabilität von Rahmen	300
6.4.1	Einführung	300
6.4.2	Wiederholung der Knicktheorie	301
6.4.3	Idealer Rahmen mit Knotenlasten	303
6.4.4	Idealer Rahmen ohne Knotenlasten	305
6.4.5	Bestimmung der Knicklängen	307
6.4.6	Wirkung von Dachverbänden	311

6.4.7	Einfluss der geometrischen Imperfektionen	317
6.5	Bemessungsvorgang	317
6.5.1	Vordimensionierung	317
6.5.2	Methoden zur Bestimmung der Auswirkungen	318
6.5.3	Berechnung der Auswirkungen erster Ordnung	320
6.5.4	Berechnung der Auswirkungen zweiter Ordnung	320
6.5.5	Nachweis der Tragsicherheit	324
6.5.6	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	325
6.6	Statik und Knicklängen von Geschossrahmen	326
6.6.1	Globales System	326
6.6.2	Aneinanderreihung von Tragelementen	326
6.6.3	Knicklängen von Geschossrahmen	327
6.7	Rechenbeispiel zur Bemessung eines Rahmens	331
6.7.1	Randbedingungen des Rahmens	331
6.7.2	Berechnung der Auswirkungen	336
6.8	Literaturverzeichnis	340
<b>7</b>	<b>Rahmenelemente</b>	<b>343</b>
7.1	Einführung	343
7.2	Riegel aus Doppel-T-Profilen	344
7.2.1	Typen von Riegeln	344
7.2.2	Tragsicherheit	344
7.2.3	Gebrauchstauglichkeit	350
7.3	Fachwerkbinder	351
7.3.1	Typen von Fachwerkbindern	351
7.3.2	Innere Kräfte	352
7.3.3	Tragsicherheit	359
7.3.4	Gebrauchstauglichkeit	366
7.3.5	Nachweis der Knoten	368
7.4	Stützen von Hallenrahmen	374
7.4.1	Stützen mit konstantem Querschnitt	374
7.4.2	Zusammengesetzte Stützen	379
7.4.3	Stützen mit variablem Querschnitt	385
7.5	Rahmenecken	391
7.5.1	Grundsätze	391
7.5.2	Gelenkige Rahmenecken	393
7.5.3	Biegesteife Rahmenecken	394
7.6	Stützenfüsse	402
7.6.1	Grundlagen	402
7.6.2	Abtragung der Kräfte in den Beton	404
7.6.3	Gelenkige Stützenfüsse	409
7.6.4	Eingespannte Stützenfüsse	410
7.7	Rahmen mit halbsteifen Knoten	416
7.7.1	Verhalten der Knoten	416
7.7.2	Modellierung des Knotens	418

## **x | Inhaltsverzeichnis**

7.7.3	Klassifikation der Knoten	421
7.7.4	Statische Berechnung von Rahmen mit halbsteifen Knoten	422
7.8	Rechenbeispiele	423
7.8.1	Nachweis eines Binders	423
7.8.2	Nachweis einer Stütze	430
7.8.3	Nachweis einer Rahmenecke	435
7.8.4	Nachweis eines gelenkigen Stützenfusses mit Zentrierleiste	441
7.8.5	Nachweis einer eingespannten Stütze	443
7.9	Literaturverzeichnis	446
<b>8</b>	<b>Windverbände</b>	447
8.1	Einleitung	447
8.2	Windverbandsysteme	448
8.2.1	Einwirkungen und statische Systeme	448
8.2.2	Kraftfluss der Horizontalkräfte	449
8.3	Fachwerkverbände	456
8.3.1	Ebene Fachwerke	456
8.3.2	Nicht in einer Ebene liegende Fachwerke	459
8.3.3	Exzentrische Stabanschlüsse	460
8.3.4	Temperatureinwirkung	461
8.3.5	Äquivalentes Trägheitsmoment	462
8.4	Windaussteifung mit Profilblechen	463
8.4.1	Scheibenwirkung	463
8.4.2	Scheibenelemente	466
8.4.3	Scheibenwirkung ohne Interaktion mit den Rahmen	472
8.4.4	Scheibenwirkung mit Interaktion mit den Rahmen	475
8.4.5	Stabilisierung der Pfetten	479
8.5	Rechenbeispiele	482
8.5.1	Bemessung eines Dachlängsverbandes mit Andreaskreuzen	482
8.5.2	Bemessung eines Dachverbandes mittels Profilblechen	488
8.6	Literaturverzeichnis	494
A8	Anhänge	494
A8.1	Koeffizient $\alpha$ zur Berücksichtigung der Wirkung der Zwischenpfetten	494
A8.2	Koeffizient $\beta$ zur Berücksichtigung der Anzahl Befestigungen Blech-Pfette auf der Baubreite einer Blechtafel	495
A8.3	Konstante $K$ zur Berücksichtigung der Befestigungsart des Bleches	496
<b>9</b>	<b>Kranbahnräger für Laufkrane</b>	499
9.1	Einleitung	499
9.1.1	Krananlagen	499
9.1.2	Laufkrane	500
9.1.3	Klassifikation von Laufkranen	503
9.2	Konstruktionsdetails und Toleranzen	504
9.2.1	Krantschienen	504

9.2.2	Trägerstöße	506
9.2.3	Toleranzen	507
9.3	Kraftverläufe	509
9.3.1	Vertikallasten	509
9.3.2	Horizontale Lasten quer	512
9.3.3	Horizontalkräfte längs	513
9.4	Gebrauchstauglichkeitsnachweis der Kranbahnträger	514
9.4.1	Berechnung der Verformungen des Kranbahnträgers	515
9.4.2	Richtwerte für Deformationen und Nachweise	516
9.5	Tragsicherheitsnachweis von Kranbahnträgern	517
9.5.1	Spannungen im Kranbahnträger	517
9.5.2	Mitwirkung der Kranschiene	520
9.5.3	Berechnung der Schienenbefestigung	520
9.5.4	Wirkung der konzentrierten Lasten	522
9.6	Ermüdungssicherheit	525
9.6.1	Nachweisprinzip	525
9.6.2	Berechnung der Auswirkungen und Spannungen	526
9.6.3	Ermüdungswiderstand	527
9.7	Rechenbeispiel eines Kranbahnträgers	529
9.7.1	Vordimensionierung	531
9.7.2	Nachweis der Tragsicherheit	532
9.7.3	Ermüdungsnachweis	537
9.7.4	Bemessung der Schienenbefestigung	540
9.7.5	Krafteinleitungen	541
9.8	Literaturverzeichnis	544
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>545</b>