

Gerhard Werner • Karlheinz Zimmer

# Holzbau Teil 1

Grundlagen

DIN 1052/Eurocode 5

Unter Mitarbeit von KARIN LISSNER

Mit 231 Abbildungen



Springer

# Inhalt

<b>Bezeichnungen und Abkürzungen</b> . . . . .	<b>XIV</b>
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Tragwerke aus Vollholz . . . . .	1
1.2 Tragwerke aus BSH und Sonderbauarten . . . . .	2
1.3 Räumliche Tragwerke . . . . .	4
1.4 Zimmermannsmäßige Verbindungen . . . . .	5
1.5 Ingenieurmäßige Verbindungen . . . . .	5
<b>2 Holz als Baustoff</b> . . . . .	<b>11</b>
2.1 Holzarten . . . . .	11
2.1.1 Nadelhölzer (NH) . . . . .	11
2.1.2 Laubhölzer (LH) . . . . .	11
2.2 Holzabmessungen . . . . .	12
2.2.1 Baurundholz . . . . .	12
2.2.2 Bauschnittholz oder Vollholz (VH) . . . . .	12
2.2.3 Lagenholz . . . . .	13
2.2.4 Mindestquerschnitte . . . . .	14
2.3 Holzwerkstoffe . . . . .	14
2.4 Sortierklassen des Bauholzes . . . . .	15
2.5 Feuchtegehalt . . . . .	17
2.5.1 Auswirkungen . . . . .	17
2.5.2 Mittlerer Feuchtegehalt . . . . .	17
2.5.3 Einbaufeuchte . . . . .	17
2.5.4 Künstliche Holz Trocknung . . . . .	18
2.5.5 Schwind- und Quellmaße . . . . .	18
2.5.6 Konstruktive Maßnahmen . . . . .	19
2.6 Berechnungslast . . . . .	20
2.7 Wärmeausdehnung . . . . .	21
2.8 Elastizitäts-, Schub- und Torsionsmoduln nach DIN . . . . .	21
2.9 Zulässige Spannungen (DIN) . . . . .	21
2.10 Kriechverformungen (DIN) . . . . .	24
2.11 Bemessungskonzept nach Eurocode 5 . . . . .	25
2.11.1 Grenzzustände . . . . .	25
2.11.2 Nachweis der Tragfähigkeit . . . . .	26
2.11.3 Einwirkungen . . . . .	26
2.11.4 Bemessungswerte der Tragfähigkeit $R_d$ . . . . .	27
2.11.5 Modifizierungsfaktor $k_{mod}$ . . . . .	28

2.11.6	Charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitswerte . . .	29
2.11.7	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit . . . . .	30
2.11.8	Rechenwerte für Deformationsfaktor $f_{c,def}$ . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Holzschutz im Hochbau</b> . . . . .	<b>32</b>
3.1	Schadeinflüsse . . . . .	32
3.1.1	Pilze . . . . .	32
3.1.2	Insekten . . . . .	32
3.1.3	Meerwasserschädlinge . . . . .	33
3.1.4	Feuer . . . . .	33
3.2	Baulicher Holzschutz . . . . .	33
3.3	Chemischer Holzschutz . . . . .	35
3.3.1	Vorbeugende Maßnahmen . . . . .	35
3.3.2	Bekämpfungsmaßnahmen . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Brandverhalten von Bauteilen aus Holz</b> . . . . .	<b>39</b>
4.1	Allgemeines . . . . .	39
4.2	Entzündungstemperatur $T_E$ und Abbrandgeschwindigkeit $v_A$ von NH . . . . .	40
4.3	Festigkeit und $E$ -Modul für NH bei 100°C . . . . .	40
4.4	Baustoffklassen von Holz und Holzwerkstoffen . . . . .	41
4.5	Feuerwiderstandsdauer/Feuerwiderstandsklasse . . . . .	41
4.5.1	Mindestabmessungen unbedeckter Balken aus NH . . . . .	42
4.5.2	Mindestabmessungen unbedeckter Stützen aus NH . . . . .	43
4.6	Mindestmaße unbedeckter Holz-Zugglieder . . . . .	43
4.7	Stahl-Zugglieder . . . . .	44
4.8	Feuerwiderstandsklassen von Holzverbindungen . . . . .	44
4.8.1	Anwendungsbereich . . . . .	44
4.8.2	Holzabmessungen . . . . .	44
4.8.3	Dübelverbindungen . . . . .	46
4.8.4	Stabdübel- und Paßbolzenverbindungen . . . . .	46
4.8.5	Nagelverbindungen . . . . .	48
4.9	Feuerwiderstandsklassen von Tafелеlementen . . . . .	48
4.10	Formänderungen im Brandfall . . . . .	48
<b>5</b>	<b>Stöße und Anschlüsse</b> . . . . .	<b>49</b>
5.1	Zugstöße und -anschlüsse $\parallel F_a$ . . . . .	49
5.2	Zuganschlüsse $\perp F_a$ (Querzug) . . . . .	51
5.2.1	Allgemeines . . . . .	51
5.2.2	Allgemeine Hinweise zur Querzugbeanspruchung . . . . .	52
5.2.3	Bemessungsvorschlag nach DIN . . . . .	53
5.2.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	54
5.2.5	Bemessung nach EC 5 . . . . .	55
5.2.6	Berechnungsbeispiel . . . . .	56

5.3	Druckstöße    Fa . . . . .	57
5.3.1	Kontaktstoß in Knotenpunktnähe ( $a^{bj}$ ). . . . .	57
5.3.2	Kontaktstoß im knickgefährdeten Bereich ( $a_2, b_x$ ) . . . . .	58
5.3.3	Kontaktloser Stoß ( $b_2$ ). . . . .	59
5.4	Druckanschlüsse IF a . . . . .	59
5.5	Druckanschlüsse * Fa (EC5). . . . .	63
5.6	Der Versatz (EC 5). . . . .	64
5.6.1	Allgemeine Grundlagen und Berechnungsformeln . . . . .	64
5.6.2	Erläuterungen und Beispiele. . . . .	68
5.7	Biegestöße und -anschlüsse. . . . .	73
5.7.1	Allgemeines. . . . .	73
5.7.2	Biegesteife VH-Trägerstöße. . . . .	73
5.7.3	Biegesteife BSH-Trägerstöße. . . . .	82
	<b>Verbindungsmittel</b> . . . . .	<b>86</b>
6.1	Leim. . . . .	86
6.1.1	Tragverhalten und Bauteilfertigung. . . . .	86
6.1.2	Leimarten. . . . .	87
6.1.3	Tragfähigkeit . . . . .	88
6.1.4	Längsverbindungen. . . . .	89
6.1.5	Eingeleimte Gewindestangen (GS). . . . .	90
6.2	Dübel. . . . .	96
6.2.1	Allgemeines. . . . .	96
6.2.2	Bestimmungen. . . . .	98
6.2.3	Der Rechteckdübel (EC 5). . . . .	100
6.2.4	Dübel besonderer Bauart (DIN). . . . .	108
6.2.5	Dübel besonderer Bauart (EC5). . . . .	115
6.2.6	Hirnholz-Dübelverbindungen bei BSH. . . . .	117
6.2.7	Konstruktionsbeispiele. . . . .	122
6.3	Bolzen (b) und Stabdübel (st). . . . .	126
6.3.1	Allgemeines. . . . .	126
6.3.2	Anwendungsbereich . . . . .	127
6.3.3	Tragfähigkeit (DIN). . . . .	127
6.3.4	Anzahl und Anordnung (DIN). . . . .	129
6.3.5	Beispiele. . . . .	130
6.3.6	Tragfähigkeit (EC5). . . . .	140
6.3.7	Anzahl und Anordnung (EC 5). . . . .	143
6.3.8	Beispiel (EC5). . . . .	143
6.4	Glattschaftige Nägel . . . . .	145
6.4.1	Allgemeines. . . . .	145
6.4.2	Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (DIN) . . . . .	145
6.4.3	Beanspruchung auf Herausziehen (DIN). . . . .	148
6.4.4	Kombinierte Beanspruchung (DIN). . . . .	149
6.4.5	Mindestdicken (DIN). . . . .	149
6.4.6	Nagelanzahl und -anordnung (DIN). . . . .	151

6.4.7	Beispiele . . . . .	155
6.4.8	Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (EC 5) . . .	164
6.4.9	Beanspruchung auf Herausziehen (EC 5). . . . .	167
6.4.10	Kombinierte Beanspruchung (EC5). . . . .	168
6.4.11	Beispiel (EC5). . . . .	168
6.5	Sondernägeln und Blechformteile (DIN). . . . .	169
6.5.1	Allgemeines. . . . .	169
6.5.2	Schraubnägeln (SNä). . . . .	170
6.5.3	Rillennägeln (RNä). . . . .	171
6.5.4	Blechformteile. . . . .	171
6.6	Nagelplatten . . . . .	177
6.6.1	Allgemeines. . . . .	177
6.6.2	Tragverhalten von Nagelplatten . . . . .	179
6.6.3	Nachweis der Nagelbelastung $F_n$ [N/mm <sup>2</sup> ] (DIN) . . .	180
6.6.4	Nachweis der Na-Pl-Belastung $F_{zD}$ bzw. $F_s$ [N/mm] (DIN). . . . .	182
6.6.5	Traufpunkte von Dreieckbindern (DIN). . . . .	183
6.6.6	Querzugbeanspruchung des Holzes (DIN). . . . .	184
6.6.7	Durchbiegnachweis (DIN). . . . .	184
6.6.8	Beispiel nach [99]. . . . .	184
6.7	Holzschrauben. . . . .	189
6.7.1	Allgemeines (DIN). . . . .	189
6.7.2	Zulässige Belastung auf „Abscheren“ im Lastfall H (DIN). . . . .	190
6.7.3	Zulässige Belastung auf Herausziehen im Lastfall H für trockenes Holz (DIN). . . . .	191
6.7.4	Kombinierte Beanspruchung . . . . .	191
6.7.5	Bemessung nach EC5. . . . .	191
6.8	Klammern. . . . .	192
6.8.1	Allgemeines (DIN). . . . .	192
6.8.2	Klammerabmessungen (DIN). . . . .	193
6.8.3	Beanspruchung auf „Abscheren“ (DIN). . . . .	193
6.8.4	Beanspruchung auf Herausziehen (DIN). . . . .	194
6.8.5	Kombinierte Beanspruchung . . . . .	195
6.8.6	Konstruktion und Herstellung der Verbindungen (DIN). . . . .	195
6.8.7	Bemessung nach EC5. . . . .	196
6.9	Bauklammern (DIN). . . . .	197
6.10	Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel . . . . .	198
<b>7</b>	<b>Zugstäbe</b> . . . . .	<b>202</b>
7.1	Allgemeines. . . . .	202
7.2	Bemessung nach DIN. . . . .	202
7.3	Spannungsnachweis (DIN). . . . .	202
7.4	Bemessung nach EC 5. . . . .	205

<b>8 Einteilige Druckstäbe</b> . . . . .	206
8.1 Allgemeines . . . . .	206
8.2 Bemessung von Druckstäben (DIN). . . . .	206
8.3 Knicknachweis ( $A =$ ungeschwächter Querschnitt) (DIN) . . . . .	207
8.4 Zulässiger Schlankheitsgrad (DIN). . . . .	208
8.5 Knicklänge . . . . .	208
8.5.1 Knicklänge von Stützen . . . . .	209
8.5.2 Knicklänge von Fachwerkstäben . . . . .	210
8.5.3 Knicklänge des verschieblichen Kehl balkendaches . . . . .	210
8.5.4 $s_{ky} \parallel$ Bogenebene für Zwei- und Dreigelenkbogen . . . . .	211
8.5.5 $s_{ky} \parallel$ Rahmenebene für Zwei- und Dreigelenkrahmen . . . . .	211
8.5.6 $s_{ky} \parallel$ Rahmenebene für Rahmen mit Pendelstützen . . . . .	212
8.5.7 $s_{kz} \perp$ Rahmenebene für Vollwand- und Fachwerkrahmen . . . . .	214
8.6 Beispiele . . . . .	215
8.7 Bemessung von Druckstäben (EC5). . . . .	216
<b>9 Mehrteilige Druckstäbe</b> . . . . .	218
9.1 Allgemeines (DIN). . . . .	218
9.2 Knickung um die „starre“ Achse (DIN). . . . .	219
9.3 Knickung um die „nachgiebige“ Achse (DIN). . . . .	219
9.3.1 Nicht gespreizte Druckstäbe . . . . .	219
9.3.2 Gespreizte Druckstäbe . . . . .	228
9.4 Bemessung mehrteiliger Druckstäbe nach EC 5. . . . .	240
9.4.1 Allgemeines . . . . .	240
9.4.2 Mehrteilige Druckstäbe ohne Spreizung . . . . .	240
9.4.3 Mehrteilige Druckstäbe mit Spreizung . . . . .	243
<b>10 Gerade Biegeträger.</b> . . . . .	249
10.1 Allgemeines . . . . .	249
10.2 Einteiliger Rechteckquerschnitt (DIN). . . . .	250
10.2.1 Querschnittsabmessungen . . . . .	250
10.2.2 Biegespannung (einachsig). . . . .	250
10.2.3 Schubspannung . . . . .	251
10.2.4 Ausklinkungen . . . . .	252
10.2.5 Auflagerpressung . . . . .	256
10.2.6 Kippuntersuchung . . . . .	257
10.2.7 Durchbiegung . . . . .	258
10.2.8 Beispiele . . . . .	260
10.2.9 Doppelbiegung . . . . .	268
10.3 Nicht gespreizter mehrteiliger Querschnitt mit kontinuierlicher Leimverbindung (DIN). . . . .	270
10.3.1 Allgemeines . . . . .	270
10.3.2 Hohlkastenträger aus Vollhölzern NHII . . . . .	271
10.3.3 Hohlkastenträger mit BFU-Stegen nach Abb. 10.22 . . . . .	276

10.4	Nicht gespreizter mehrteiliger Querschnitt mit kontinuierlicher nachgiebiger Verbindung (DIN).	278
10.4.1	Biegung um die „starre“ Achse.	278
10.4.2	Biegung um die „nachgiebige“ Achse.	278
10.5	Gespreizter mehrteiliger Querschnitt (DIN).	288
10.5.1	Biegung um die „starre“ Achse.	288
10.5.2	Biegung um die „nachgiebige“ Achse.	288
10.6	Zusammengesetzte Stahl-Holz-Träger (DIN).	290
10.7	Einteiliger Rechteckquerschnitt (EC5).	296
10.7.1	Biegespannung (einachsig).	296
10.7.2	Schubspannung	296
10.7.3	Ausklinkungen	296
• 10.7.4	Kippuntersuchung	298
10.7.5	Grenzwerte der Durchbiegung.	299
10.7.6	Beispiel: Deckenbalken.	300
10.7.7	Doppelbiegung.	302
10.8	Nicht gespreizter mehrteiliger Querschnitt (EC 5).	303
10.8.1	Biegung um die „starre“ Achse.	303
10.8.2	Biegung um die „nachgiebige“ Achse.	303
10.9	Gespreizter mehrteiliger Querschnitt (EC5).	307
10.9.1	Biegung um die „starre“ Achse.	307
10.9.2	Biegung um die „nachgiebige“ Achse.	307
<b>11</b>	<b>Biegung mit Längskraft</b>	<b>309</b>
11.1	Allgemeines (DIN).	309
11.2	Biegung mit Zug (DIN).	309
11.3	Biegung mit Druck (DIN).	309
11.3.1	Einteiliger Rechteckquerschnitt und mehrteiliger symmetrischer geleimter Querschnitt.	309
11.3.2	Mehrteiliger, nachgiebig verbundener Querschnitt	312
11.4	Biegung mit Zug (EC 5).	319
11.5	Biegung mit Druck (EC5).	319
	<b>Anhang</b>	<b>323</b>
	Zulässige Belastung einteiliger Holzstützen aus NH II, Lastfall H	323
	Knickzahlen <i>co</i> NHI bis NHIII	323
	Querschnittswerte und Eigenlasten für Rechteckquerschnitte, Kanthölzer	324
	Dachlatten nach DIN4070T1.	326
	Verleimte Rechteckquerschnitte (BSH).	326
	Normentwurf EDIN1052.	327
	Normenverzeichnis.	330
	Literaturverzeichnis.	334
	Sachverzeichnis.	339

Gerhard Werner • Karlheinz Zimmer

# Holzbau Teil 2

Dach- und Hallentragwerke  
nach DIN und Eurocode

Unter Mitarbeit von KARIN LISSNER

Mit 316 Abbildungen



Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>Bezeichnungen und Abkürzungen</b> . . . . .	XIV
<b>12 Grundformen der Dächer</b> . . . . .	1
12.1 Allgemeines . . . . .	1
12.2 Dachformen . . . . .	2
12.3 Dachfenster . . . . .	4
12.4 Lichtbänder . . . . .	4
<b>13 Dachdeckungen</b> . . . . .	5
13.1 Allgemeines . . . . .	5
13.2 Dachdeckung für Hausdächer . . . . .	5
13.2.1 Dachlatten . . . . .	8
13.2.2 Dachschalung aus Brettern . . . . .	9
13.2.3 Dachschalung aus Platten . . . . .	12
13.3 Dachdeckung für Hallendächer . . . . .	13
13.3.1 Faserzement-Wellplatten . . . . .	13
13.3.2 Stahltrapezbleche . . . . .	17
13.3.3 KAL-BAU-Alu-Elemente . . . . .	23
13.3.4 KAL-ZIP-Alu-Elemente . . . . .	26
13.3.5 Dachschalungen aus HW und Holztafeln . . . . .	30
<b>14 Lastannahmen für Dach- und Hallentragwerke</b> . . . . .	36
14.1 Einteilung der Lasten nach DIN . . . . .	36
14.2 Ständige Last (DIN) . . . . .	38
14.2.1 Allgemeines . . . . .	38
14.2.2 Eigenlast der Dachdeckung . . . . .	38
14.2.3 Eigenlast der Bauteile . . . . .	43
14.3 Verkehrslast (DIN) . . . . .	47
14.3.1 Allgemeines . . . . .	47
14.3.2 Lotrechte Verkehrslasten für Dächer . . . . .	47
14.3.3 Lotrechte Verkehrslasten für Decken . . . . .	47
14.3.4 Pendelkräfte in Turnhallen . . . . .	48
14.3.5 Horizontallasten an Brüstungen . . . . .	48
14.3.6 Waagerechte Stabilisierungskräfte . . . . .	48
14.3.7 Brems- und Seitenkräfte von Kranen . . . . .	49
14.4 Schneelast (DIN) . . . . .	49
14.4.1 Allgemeines . . . . .	49
14.4.2 Schneelastverteilung . . . . .	50

14.5	Windlast (DIN)	51
14.5.1	Vorbemerkung	51
14.5.2	Windlast $W$ auf prismatische Bauwerke	51
14.5.3	Winddruck $w$ auf prismatische Baukörper	52
14.5.4	Erhöhte Windlasten in Teilbereichen	53
14.6	Hinweise zur praktischen Berechnung	57
14.6.1	Lastverteilung bei schräg liegenden Balken	57
14.6.2	Schnittgrößen für Sparren	58
14.6.3	Lagerreaktionen und Schnittgrößen infolge Windlast	59
14.7	Bemessungssituationen und Einwirkungen nach EC 5	62
14.8	Lastverteilung (EC5)	64
15	Tragwerke <b>der</b> Hausdächer	65
15.1	Allgemeines	65
15.2	Pfettendächer	67
15.2.1	Allgemeines	67
15.2.2	Pultdach, 1- und 3stieliges Pfettendach (DIN)	69
15.2.3	Zweistieliges Pfettendach mit Kragsparren (DIN)	81
15.2.4	Zweistieliges Pfettendach mit Firstgelenk	98
15.2.5	Zweistieliges Pfettendach mit tragender Firstpfette	99
15.2.6	Vor- und Nachteile der Pfettendächer	100
15.2.7	Berechnung eines einstielligen Pfettendaches nach EC5	101
15.3	Sparren- und Kehl balkendächer	110
15.3.1	Systeme der Sparren- und Kehl balkendächer	110
15.3.2	Aussteifung der Sparren- und Kehl balkendächer	113
15.3.3	Konstruktion der Sparren- und Kehl balkendächer	113
15.3.4	Vor- und Nachteile der Sparren- und Kehl balkendächer	116
15.3.5	Berechnung eines Sparrendaches (DIN)	116
15.3.6	Berechnung des verschieblichen Kehl balkendaches (DIN)	123
15.3.7	Berechnung des unverschieblichen Kehl balkendaches (DIN)	142
15.3.8	Berechnung eines Sparrendaches nach EC5	156
15.4	Walme und Kehlen	162
15.4.1	Walme	162
15.4.2	Kehlen	164
16	Tragwerke von Skelettbauten, Holzrahmenbau	165
17	Hallentragwerke	169
17.1	Allgemeines	169
17.2	Tragsysteme	169
17.3	Bindersysteme	172

<b>18 Sparrenpfetten</b> .....	175
18.1 Allgemeines .....	175
18.2 Einfeldpfetten .....	175
18.3 Durchlaufpfetten aus Vollholz .....	176
18.4 Gelenkpfetten .....	176
18.4.1 Allgemeines .....	176
18.4.2 Gelenkabstände und Bemessungsgrundlagen (DIN) ..	177
18.4.3 Bemessung nach Durchbiegung (DIN) .....	181
18.4.4 Gelenkkonstruktion (DIN) .....	181
18.4.5 Berechnungsbeispiel (DIN) .....	183
18.4.6 Berechnung einer Gelenkpfette nach EC5 .....	186
18.5 Koppelpfetten .....	190
18.5.1 Allgemeines .....	190
18.5.2 Bemessung der Koppelpfetten (DIN) .....	191
18.5.3 Überkopplungslängen und Kopplungskräfte (DIN) ..	193
18.5.4 Berechnung der Verbindungsmittel (DIN) .....	195
18.5.5 Durchbiegung der Koppelpfetten (DIN) .....	196
18.5.6 Berechnungsbeispiel (DIN) .....	196
18.5.7 Berechnung einer Koppelpfette nach EC5 .....	200
<b>19 Brettschichtholzträger</b> .....	205
19.1 Allgemeines .....	205
19.2 Aufbau des Brettschichtholzträgers (DIN) .....	208
19.3 Gerader Träger mit konstanter Höhe (DIN) .....	211
19.4 Gekrümmter Träger mit konstanter Höhe (DIN) .....	211
19.4.1 Allgemeines .....	211
19.4.2 Einzelbrettkrümmung (DIN) .....	212
19.4.3 Biegespannung in gekrümmten Brettschichtholzträgern (DIN) .....	213
19.4.4 Querspannung in gekrümmten Brettschichtholzträgern (DIN) .....	215
19.4.5 Längsspannungen infolge N, Schubspannungen infolge Q (DIN) .....	217
19.4.6 Zusammenfassung für gekrümmte Rechteckquerschnitte (DIN) .....	217
19.5 Träger mit veränderlicher Höhe (DIN) .....	218
19.5.1 Allgemeines (DIN) .....	218
19.5.2 Sattel- und Pultdachträger mit gerader Unterkante (DIN) .....	219
19.5.3 Satteldachträger mit geneigter Unterkante (DIN) ...	226
19.5.4 Voutenträger (DIN) .....	243
19.6 Konstruktion der Trägersauflager (DIN) .....	244
19.7 Durchbrüche in Brettschichtholzträgern (DIN) .....	246
19.8 Rahmenecken (DIN) .....	248
19.8.1 Übliche Konstruktionen (DIN) .....	248
19.8.2 Gekrümmte Rahmenecken (DIN) .....	249

19.8.3	Rahmenecken mit Keilzinkenvollstoß (DIN)	250
19.8.4	Rahmenecken mit Dübelkreisen (DIN)	253
19.8.5	Berechnungsbeispiel 1: Dreigelenkrahmen (DIN)	262
19.8.6	Berechnungsbeispiel 2: Zweigelenkrahmen (DIN)	275
19.8.7	Berechnungsbeispiel 3: Zweigelenkrahmen (DIN)	279
19.9	Bemessung von Brettschichtholzträgern nach EC5	290
19.9.1	Aufbau des Brettschichtholzträgers (EC5)	290
19.9.2	Gerader Träger mit konstanter Höhe (EC5)	291
19.9.3	Pultdachträger, vgl. Abb. 19.14 (EC5)	291
19.9.4	Gekrümmte Träger und Satteldachträger (EC5)	292
19.9.5	Beispiel: symmetrischer Satteldachträger (EC5)	294
19.9.6	Beispiel: Satteldachträger mit gekrümmten Untergurt (EC 5)	298
<b>20</b>	<b>Fachwerkträger</b>	<b>303</b>
20.1	Allgemeines	303
20.2	Fachwerksysteme	303
20.3	Konstruktion von Fachwerkträgern	305
20.3.1	Knotenausbildung	305
20.3.2	Stabdübel-, Dübel- und Versatzanschlüsse	306
20.3.3	Stahlblech-Holz-Stabdübelverbindungen	306
20.3.4	Sonderbauweisen	307
20.3.5	Großfachwerke mit Gelenkbolzenverbindungen	309
20.4	Berechnung von Fachwerkträgern nach DIN	309
20.4.1	Lastverteilung (DIN)	309
20.4.2	Vereinfachungen und Besonderheiten (DIN)	311
20.4.3	Stand sicherheitsnachweise (DIN)	311
20.4.4	Durchbiegungsnachweis (DIN)	312
20.4.5	Beispiel (DIN)	314
20.5	Berechnung von Fachwerkträgern nach EC 5	321
20.5.1	Ausführliche Berechnung (EC5)	321
20.5.2	Vereinfachter Nachweis (EC5)	321
20.5.3	Zur Bemessung der Stäbe (EC5)	322
<b>21</b>	<b>Wind- und Aussteifungsverbände</b>	<b>324</b>
21.1	Allgemeines	324
21.2	Dachverbände    Giebelwänden	325
21.3	Dachverbände    Längswänden	326
21.4	Wandverbände	327
21.5	Berechnung horizontaler Aussteifungsverbände (DIN)	327
21.5.1	Allgemeine Grundlagen (DIN)	327
21.5.2	Bemessung der Einzelabstützungen (DIN)	329
21.5.3	Aussteifungsverbände für Fachwerkträger (DIN)	330
21.5.4	Aussteifungsverbände für Biegeträger (DIN)	330
21.5.5	Zusammenwirken von WV und AV (DIN)	332

21.5.6	Verformungsberechnung der Verbände (DIN)	336
21.5.7	Dachscheiben aus Flachpreßplatten (DIN)	341
21.6	Dachverbände mit abgknickten Gurten	349
21.6.1	Allgemeines	349
21.6.2	Verbände zwischen biegesteifen Bindersystemen	350
21.6.3	Verbände zwischen symmetrischen Dreigelenkstabzügen oder Dreieckfachwerken	352
21.7	Berechnung der vertikalen Verbände (DIN)	355
21.8	Berechnungsbeispiel (DIN)	356
21.8.1	System und Lastannahmen (DIN)	356
21.8.2	Bemessung des Dachbinders (DIN)	357
21.8.3	Berechnung der Wind- und Seitenlasten (DIN)	357
21.8.4	Bemessung der Koppelpfetten (DIN)	359
21.8.5	Bemessung der Gelenkpfetten (DIN)	361
21.8.6	Bemessung der Diagonalen (DIN)	363
21.8.7	Längswandverband (DIN)	365
21.9	Verbände (EC 5)	366
21.9.1	Allgemeines	366
21.9.2	Bemessung der Einzelabstützungen (EC 5)	366
21.9.3	Bemessung der Aussteifungsverbände für Fachwerk- und Biegeträger (EC 5)	368
21.9.4	Dachscheiben aus Holzwerkstoffen (EC5)	369
21.9.5	Beispiele (EC5)	369
<b>22</b>	<b>Verformungsberechnung von Holztragwerken</b>	<b>373</b>
22.1	Allgemeines (DIN)	373
22.2	Allgemeine Arbeitsgleichung für Holztragwerke (DIN)	373
22.3	Federarten (DIN)	377
22.4	Federsteifigkeiten (DIN)	377
22.4.1	Anschlußfedersteifigkeit $C_a$ (DIN)	377
22.4.2	Drehfedersteifigkeit $C_d$ (DIN)	380
22.5	Anschlußverschiebung $A_i$ bei Kontaktanschlüssen (DIN)	381
22.6	Verformungsberechnung nach EC 5	382
22.6.1	Arbeitsgleichung (EC5)	382
22.6.2	Berechnung der Verschiebung von Verbindungen (EC 5)	382
22.6.3	Federsteifigkeiten (EC 5)	383
	<b>Normenverzeichnis</b>	<b>384</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>385</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>393</b>