



Wolfgang Rug
Willi Mönck

Holzbau

Bemessung und Konstruktion

16., vollständig überarbeitete Auflage 2015

Herausgeber:
DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	11	3. Verbindungsmittel im Holzbau	117
1.1. Allgemeines.....	11	3.1. Allgemeines.....	117
1.2. Holz als Baustoff.....	11	3.1.1. Kurzer geschichtlicher Rückblick.....	118
1.2.1. Ökologische und wirtschaftliche Bedeutung.....	11	3.1.2. Kraft-Verschiebungs-Diagramm.....	119
1.2.2. Wichtige Eigenschaften des Holzes.....	12	3.1.3. Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.1.2.....	120
1.2.3. Kriechverhalten von Holzbauteilen.....	20	3.1.4. Allgemeine Regeln für Verstärkungen von querzugbeanspruchten Holzbauteilen nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, NCI NA.6.8.....	121
1.2.4. Dauerhaftigkeit (Nutzungsdauer).....	22	3.2. Geklebte Verbindungen.....	123
1.2.5. Beurteilungskriterien für die technische Verwendbarkeit.....	22	3.2.1. Allgemeines.....	123
1.3. Festigkeit des Holzes und der Holzwerkstoffe.....	23	3.2.2. Allgemeine Regeln für Brettschichtholz nach DIN EN 14080, DIN 20000-3 und DIN 1052-10.....	123
1.3.1. Arten der Beanspruchung.....	23	3.2.3. Allgemeine Anforderungen an geklebte Produkte, Verbindungen und Verstärkungen.....	124
1.3.2. Druckfestigkeit.....	24	3.2.4. Anforderungen an Schraubenpressklebungen.....	124
1.3.3. Knickfestigkeit.....	27	3.2.5. Klebstoffeigenschaften.....	125
1.3.4. Zugfestigkeit.....	27	3.2.6. Klebstoffarten.....	126
1.3.5. Biegefestigkeit.....	28	3.2.7. Wahl der Klebstoffe.....	127
1.3.6. Scherfestigkeit.....	30	3.2.8. Physikalische und chemische Grundlagen der Klebstofftechnik.....	127
1.3.7. Schubfestigkeit.....	31	3.2.9. Prüfung der Qualität der Verklebung.....	127
1.3.8. Rollschub.....	31	3.2.10. Zubereitung der Klebstoffe.....	128
1.3.9. Dauerfestigkeit (Einfluss der Lastdauer auf die Festigkeit).....	31	3.3. Mechanische Verbindungsmittel.....	128
1.3.10. Festigkeit unter dynamischer Beanspruchung (Dauerschwingfestigkeit).....	32	3.3.1. Duktiles Tragverhalten.....	128
1.3.11. Hinweise zur Festigkeitslehre im Bauwesen.....	32	3.3.2. Tragfähigkeit von stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln bei Beanspruchung auf Abscheren nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.2.....	129
2. Grundlagen der Bemessung	33	3.3.3. Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmitteln nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.2 bei Beanspruchung auf Abscheren – Genaues Verfahren.....	132
2.1. Allgemeine Bemessungsregeln.....	33	3.3.4. Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmitteln nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013 bei Beanspruchung auf Abscheren – Näherungsverfahren.....	137
2.2. Nachweise.....	33	3.3.5. Mehrschnittige stiftförmige Verbindungsmittel.....	140
2.3. Bauvorlagen.....	33	3.4. Nägel und Nagelverbindungen.....	144
2.4. Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010 und DIN EN 1995-1-1/NA:2013.....	35	3.4.1. Allgemeines.....	144
2.4.1. Allgemeines.....	35	3.4.2. Kraftübertragung in einer Nagelverbindung bei Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse.....	145
2.4.2. Grenzzustände nach DIN EN 1990:2010, Abschnitt 3.....	38	3.4.3. Tragfähigkeit rechtwinklig zur Nagelachse nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI zu 8.3.....	146
2.4.3. Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	38	3.4.4. Beanspruchung parallel zur Nagelachse – Ausziehungswiderstand von Nägeln.....	172
2.4.4. Geometrische Größen.....	41	3.4.5. Tragfähigkeit von Nägeln in Schaftrichtung (Beanspruchung auf Herausziehen) nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.3.2 und DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI Zu 8.3.2.....	173
2.4.5. Bemessungswert der Baustoffeigenschaften.....	41	3.5. Nagelplattenverbindungen.....	177
2.4.6. Bemessungswert der Tragfähigkeit R_d (Beanspruchbarkeit).....	42	3.5.1. Allgemeines.....	177
2.5. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	50		
2.6. Geregelte Holzbaustoffe/Baustoffeigenschaften, Leistungsanforderungen, Materialkennwerte für Bauholz und Holzwerkstoffe.....	57		
2.7. Mindestholzquerschnitte.....	75		
2.8. Querschnittsschwächungen.....	76		
2.9. Ausmittige Anschlüsse.....	77		
2.10. Feuchte und Schwindmaße.....	80		
2.11. Schutz gegen Feuchtigkeit – Holzschutz.....	82		
2.11.1. Grundlagen.....	82		
2.11.2. Holzschutznormung.....	83		
2.12. Schutz gegen Feuer/Brandschutz.....	96		
2.12.1. Brandschutz im Baurecht.....	96		
2.12.2. Brandverhalten und Feuerwiderstand von Holz.....	99		
2.12.3. Bemessung von Holzbauwerken für den Brandfall.....	101		

3.5.2.	Berechnung und Bemessung nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.8.....	179	4.3.1.	Druck parallel zur Faser nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.1.4.....	269
3.6.	Klammerverbindungen.....	181	4.3.2.	Druck rechtwinklig zur Faser nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.1.5.....	274
3.6.1.	Klammerverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.4 – Beanspruchung auf Abscheren.....	181	4.3.3.	Querdruckverstärkungen.....	281
3.6.2.	Klammerverbindungen nach DIN EN 1995-1-1: 2010, Abschnitt 8.4 und DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI zu 8.4, Beanspruchung auf Herausziehen.....	188	4.3.4.	Druck unter einem Winkel zur Faser nach EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.2.2.....	287
3.7.	Stabdübel-, Passbolzen und Bolzen- bzw. Gewindestangenverbindungen.....	192	4.4.	Zugstöße nach DIN EN 1995-1-1/ NA:2013, Abschnitt NCI NA.8.1.6.....	289
3.7.1.	Allgemeines.....	192	4.4.1.	Allgemeine Hinweise.....	289
3.7.2.	Berechnung von Stabdübel- und Passbolzenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.6.....	195	4.4.2.	Geklebte Zugstöße.....	297
3.7.3.	Berechnung von Bolzen- und Gewindestangenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.5.....	198	4.4.3.	Zuganschluss mit Beanspruchung senkrecht zur Faser nach EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI NA.6.8.2.....	299
3.7.4.	Verstärkung von Stabdübel- und Passbolzen-Verbindungen/Gewindestangen und Bolzenverbindungen.....	199	4.4.4.	Zuganschluss mit Beanspruchung im Winkel zur Faser.....	303
3.8.	Holzschraubenverbindungen.....	215	4.5.	Gerade biegesteife Stöße.....	309
3.8.1.	Allgemeines.....	215	4.6.	Handwerkliche (historische) Holzverbindungen.....	316
3.8.2.	Tragverhalten.....	215	4.6.1.	Allgemeines.....	316
3.8.3.	Beanspruchung auf Abscheren nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7.....	216	4.6.2.	Grundtypen handwerklicher Holzverbindungen.....	317
3.8.4.	Beanspruchung von Schrauben in Schaftrichtung auf Herausziehen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7.2.....	222	4.6.3.	Versätze nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI NA.12.1.....	318
3.8.5.	Hirnholzverbindungen mit selbstbohrenden Schrauben – Anschlüsse an Balken.....	227	4.6.4.	Querkraftbelastete Zapfenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI NA.12.1....	334
3.8.6.	Bemessungswert der Beanspruchung bei kombinierter Lastwirkung nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7.3.....	230	4.6.5.	Ermittlung des Bemessungswertes der Tragfähigkeit für Zapfenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI NA.12.2....	335
3.8.7.	Eingeklebte Stahlstäbe.....	233	4.6.6.	Abgestirnter Zapfen.....	338
3.9.	Mechanische Holzverbinder und Verbindungsmittel.....	238	4.6.7.	Schwabenschwanzverbindung (Verblattungen/Zapfenverbindungen).....	339
3.10.	Dübelverbindungen.....	239	4.6.8.	Blattlängsverbindungen.....	342
3.10.1.	Allgemeines.....	239	5.	Bemessung der Tragglieder.....	345
3.10.2.	Konstruktion und Berechnung von Rechteck-Einlassdübeln und T-förmigen Metalldübeln.....	239	5.1.	Allgemeines.....	345
3.10.3.	Konstruktion und Berechnung von Dübeln besonderer Bauart.....	239	5.2.	Zugstäbe.....	345
3.10.4.	Konstruktion und Berechnung von Ring- und Scheibendübeln (Dübel besonderer Bauart) nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitte 8.9 und 8.10.....	241	5.2.1.	Bemessung von Zugstäben nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitte 6.1.2, 6.1.3, 6.2.3 und DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt NCI NA.6.2.5.....	345
3.10.5.	Berechnung vom Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen.....	244	5.3.	Druckstäbe.....	356
3.10.6.	Berechnung von Hirnholzanschlüssen mit Dübeln besonderer Bauart nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt 8.11.....	261	5.3.1.	Allgemeines.....	356
3.11.	Bauklammerverbindungen.....	263	5.3.2.	Berechnung planmäßiger mittig gedrückter einteiliger Stäbe nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.3.2 (Ersatzstabverfahren).....	356
3.11.1.	Konstruktion und Berechnung nach früherer Norm DIN 1052-2:1988/1996, Abschnitt 11.....	263	5.3.3.	Mehrteilige mittig gedrückte Druckstäbe.....	368
3.11.2.	Konstruktion und Berechnung nach der Methode der Grenzzustände.....	264	5.3.4.	Ausmittig belastete einteilige Druckstäbe (Druck und Biegung) nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.3.2.....	387
3.12.	Hölzerne Verbindungsmittel.....	265	5.3.5.	Stützenfußausbildungen.....	394
4.	Verbindungen im Holzbau.....	267	5.4.	Abstützungen, Verbände und Scheiben.....	405
4.1.	Konstruktive und technologische Forderungen.....	267	5.4.1.	Abstützungen und Verbände nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.2.5.....	405
4.2.	Druckstöße und Druckanschlüsse.....	267	5.4.2.	Scheiben nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitte 9.2.3 und 9.2.4.....	409
4.2.1.	Allgemeine Hinweise, Begriffe.....	267	5.5.	Biegestäbe.....	427
4.2.2.	Druckstöße.....	267	5.5.1.	Bemessungsregeln für biegebeanspruchte Bauglieder nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.1.6.....	428
4.3.	Druckstöße.....	269	5.5.2.	Biegedrillknicken von Biegeträgern nach dem Ersatzstabverfahren nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.3.3 und DIN EN 1995-1-1/NA:2010, Abschnitt NCI zu 6.3.3.....	435
			5.5.3.	Ausklinkungen bei Biegeträgern mit Rechteckquerschnitten aus Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz.....	441

5.5.4.	Durchbrüche bei Biegeträgern nach DIN EN 1995-1-1/NA: 2013, Abschnitt NCI NA.6.8.4	450	7.2.	Einteilungsmerkmale	574
5.5.5.	Biegeträger aus geklebten Einzelteilen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.1.1 mit schmalen Stegen	462	7.3.	Funktionsbedingte Einflüsse und Anforderungen.....	578
5.5.6.	Geklebte biegebeanspruchte Tafелеlemente nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.1.2.....	467	7.4.	Anforderungen an die Gestaltung	578
5.6.	Biegeträger aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.1.3.....	468	7.5.	Anforderungen an die Konstruktion	578
5.7.	Durchlaufträger	477	7.6.	Technologische Anforderungen	579
5.7.1.	Gelenkträger	477	7.7.	Dachdeckungen.....	579
5.7.2.	Koppelträger.....	477	7.7.1.	Allgemeines.....	579
5.8.	Verstärkte Balken.....	482	7.7.2.	Dachschalungen (s. a. DIN 18374)	579
5.8.1.	Unterspannte Balken.....	482	7.7.3.	Dachlatten	580
5.8.2.	Balkenverstärkung bei Umbauten – Aufgaben der Balkenverstärkung	486	7.7.4.	Seitliche Abstützung von gedrückten Gurten von Fachwerkbindern und Sparren durch Brettschalung und Dachlatten nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010, NCI zu 13.2 (NA.5)	581
5.8.3.	Verdübelte/verzahnte Balken	491	7.8.	Bauphysik	581
5.8.4.	Vollwandbalken (besondere Art).....	493	7.8.1.	Allgemeines.....	581
5.8.5.	Beiderseitig verbretterte Balken	493	7.8.2.	Wärmeschutz.....	581
5.9.	Kopfbandträger	493	7.8.3.	Brandschutz.....	591
5.10.	Doppelbiegung	499	7.8.4.	Baulicher und chemischer Holzschutz nach DIN 68800-2 und -3	591
5.10.1.	Bemessung	499	7.9.	Hinweise für die statische Berechnung nach DIN EN 1995-1-1:2010	592
5.11.	Vollwandträger in genagelter Ausführung.....	502	7.9.1.	Aufstellung der statischen Berechnung.....	592
5.11.1.	Einsinnig verbretterte Hohlträger	502	7.9.2.	Belastungsannahmen nach DIN EN 1995-1-1:2010....	592
5.11.2.	Vollwandträger mit gekreuzten Brettlagen	503	7.9.3.	Verankerungen und Befestigungen.....	594
5.12.	Bewehrte und vorgespannte Holzkonstruktionen	504	7.10.	Statische Grundformen für Sparren, Pfetten und Sparrenpfetten.....	600
5.12.1.	Allgemeines.....	504	7.11.	Sparren.....	601
5.12.2.	Holzträger mit eingeklebter Bewehrung	504	7.12.	Pfetten	604
5.12.3.	Örtliche Bewehrung von Holzbauteilen in gefährdeten Bauteilbereichen	507	8.	Hausdächer	607
5.12.4.	Bewehrung mit Schrauben oder Stahlstangen	507	8.1.	Allgemeines	607
5.12.5.	Vorgespannte Holzbauteile	508	8.2.	Konstruktionssysteme und -prinzipien.....	607
5.13.	Verbundkonstruktionen im Holzbau	510	8.3.	Sparrendach	608
6.	Holzbalkendecken	527	8.3.1.	Einfaches Sparrendach	608
6.1.	Allgemeines.....	527	8.3.2.	Kehlbalkendach	610
6.2.	Entwicklung der Holzbalkendecken	527	8.4.	Pfettendach	614
6.3.	Funktionelle Anforderungen	531	8.5.	Besondere Dachkonstruktionen	619
6.4.	Grundsätzliche konstruktive Forderungen (Vollholzbalken).....	535	8.5.1.	Pfettendach mit Drempel.....	619
6.5.	Beispiele für traditionelle Holzbalkendecken.....	537	8.5.2.	Pulldach.....	620
6.6.	Konstruktive Einzelheiten	537	8.5.3.	Mansarddach	620
6.7.	Beispiele für neuzeitliche Holzbalkendecken.....	542	8.5.4.	Walmdächer	620
6.8.	Wärmeschutz	544	8.5.5.	Dächer über zusammengesetztem Grundriss	621
6.9.	Schallschutz.....	546	8.6.	Schiffer	621
6.10.	Feuchtigkeitsschutz.....	552	8.7.	Hänge- und Sprengwerke	623
6.11.	Brandschutz nach DIN EN 1995-1-2:2010.....	553	8.7.1.	Hängewerk	623
6.11.1.	Allgemeines.....	553	8.7.2.	Sprengwerk	624
6.11.2.	Holzbalkendecken mit verdeckten Holzbalken.....	553	8.7.3.	Hängesprengwerk	625
6.11.3.	Holzbalkendecken mit teilweise frei liegenden Holzbalken	554	8.8.	Satteldächer ohne Balkenlage	625
6.11.4.	Holzbalkendecken mit vollständig freiliegenden Holzbalken	555	9.	Hallendächer	629
6.11.5.	Brandschutztechnische Einschätzung alter Holzbalkendecken.....	555	9.1.	Allgemeine Hinweise	629
6.12.	Bemessung von Holzbalkendecken	558	9.2.	Vorentwurf	629
6.12.1.	Allgemeines.....	558	9.3.	Konstruktionsaufgabe, Abgrenzung des Problems	629
6.12.2.	Bemessung nach DIN EN 1995-1-2:2010.....	559	9.4.	Ebene Fachwerkträger/-binder.....	629
6.12.3.	Schwingungen von Wohnungsdecken nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 7.7.3.....	561	9.4.1.	Allgemeine statische Grundsätze	629
7.	Allgemeines über hölzerne Dachtragwerke	573	9.4.2.	Konstruktive und technologische Einflüsse auf die Gestaltung der Binderform	630
7.1.	Übersicht, Einführung und Probleme	573	9.4.3.	Formen von Fachwerkbindern.....	634
			9.4.4.	Bemessung der Fachwerkstäbe	634
			9.4.5.	Bemessung des Tragwerkes nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 5.4	635
			9.4.6.	Durchbiegung von statisch bestimmten Fachwerkträgern.....	636
			9.4.7.	Auflagerausbildungen.....	637
			9.4.8.	Parallelfachwerkträger.....	637

9.4.9.	Aussteifungsverbände.....	637	9.7.	Rahmenecken	697
9.4.10.	Aussteifungsverbände nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.2.5.3.....	640	9.8.	Konstruktionsdetails	706
9.4.11.	Montage-Stabilität	644	9.9.	Ausgeführte geklebte Holzkonstruktionen	712
9.4.12.	Brettbinder mit Nagelverbindungen.....	644	9.10.	Großflächige Dachkonstruktionen	717
9.4.13.	Fachwerkbinder mit Verbindungen nach bauaufsichtlichen Zulassungen.....	645	9.10.1.	Übersicht	717
9.4.14.	Neue Entwicklung	647	9.10.2.	Holz-Rippen-Konstruktionen	718
9.5.	Konstruktionen aus Brettschichtholz	661	9.10.3.	Zelt- und Hängedächer.....	719
9.5.1.	Allgemeiner Überblick	661	9.10.4.	Kuppelkonstruktionen.....	719
9.5.2.	Konstruktion und Technologie.....	662	9.10.5.	Rautenlamellenkonstruktionen	720
9.5.3.	Berechnung von (geraden) Brettschichträgern nach DIN EN 1995-1-1:2010.....	667	10.	Dachaufstockungen in Holzbauweise	725
9.5.4.	Berechnung von geraden Brettschichträgern nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.4 mit nicht konstantem Querschnitt	675	11.	Erneuerung von Gebäudefassaden mit vorgefertigten Elementen in Holzbauweise	729
9.5.5.	Verstärkungen von gekrümmten Trägern und Satteldachträgern aus Brettschichtholz nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitte NCI NA.6.8.5 und NCI NA.6.8.6.....	678	12.	Mehrgeschossige Holzbauten.....	731
9.6.	Gebogene Brettschichtkonstruktionen	696	13.	Turmartige Konstruktionen	735
				Literaturverzeichnis	741
				Stichwortverzeichnis.....	791