

# Inhaltsverzeichnis

1. <b>Einführung</b> .....	11	3. <b>Verbindungsmitel im Holzbau</b> .....	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. Okologische und wirtschaftliche Bedeutung .....	11	3.1.2. Kraft-Verschiebungs-Diagramm .....	119
1.2.2. Wichtige Eigenschaften des Holzes .....	12	3.1.3. Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmitel 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 Verbindungsmitel .....	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 Verbindungsmiteln bei Beanspruchung auf Abscheren nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.2 .....	129
2. <b>Grundlagen der Bemessung</b> .....	33	3.3.3. Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmiteln 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 Verbindungsmiteln nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013 bei Beanspruchung auf Abscheren – Näherungsverfahren .....	137
2.2. Nachweise .....	33	3.3.5. Mehrschrittige stiftförmige Verbindungsmitel .....	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 – Ausziehwiderstand 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
3 6.	Klammerverbindungen . . . . .	181
3 6.1	Klammerverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.4 – Beanspruchung auf Abscheren . . . . .	181
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
3 7.	Stabdübel-, Passbolzen und Bolzen- bzw. Gewindestangenverbindungen . . . . .	192
3.7.1.	Allgemeines.....	192
3 7.2	Berechnung von Stabdübel- und Passbolzenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.6. . . . .	195
3.7.3.	Berechnung von Bolzen- und Gewindestangenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.5.....	198
3 7.4.	Verstärkung von Stabdübel- und Passbolzen-Verbindungen/Gewindestangen und Bolzenverbindungen .....	199
3 8.	Holzschaubenverbindungen . . . . .	215
3 8.1.	Allgemeines.. . . . .	215
3.8.2.	Tragverhalten.....	215
3.8.3.	Beanspruchung auf Abscheren nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7 . . . . .	216
3.8.4.	Beanspruchung von Schrauben in Schaftrichtung auf Herausziehen nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7.2 .....	222
3.8.5.	Hirnholzverbindungen mit selbstbohrenden Schrauben – Anschlüsse an Balken . . . . .	227
3 8.6	Bemessungswert der Beanspruchung bei kombinierter Lastwirkung nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 8.7.3. . . . .	230
3 8.7	Eingeklebte Stahlstäbe . . . . .	233
3 9.	Mechanische Holzverbinder und Verbindungsmittel . . . . .	238
3 10	Dübelverbindungen . . . . .	239
3 10.1	Allgemeines.....	239
3.10.2	Konstruktion und Berechnung von Rechteck-Einlassdubeln und T-formigen Metalldubeln.. . . . .	239
3.10.3.	Konstruktion und Berechnung von Dübeln besonderer Bauart .. . . . .	239
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
3.10.5.	Berechnung vom Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen .....	244
3.10.6.	Berechnung von Hirnholzanschlüssen mit Dübeln besonderer Bauart nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013, Abschnitt 8.11.....	261
3 11	Bauklammerverbindungen . . . . .	263
3 11.1.	Konstruktion und Berechnung nach früherer Norm DIN 1052-2:1988/1996, Abschnitt 11.....	263
3 11.2.	Konstruktion und Berechnung nach der Methode der Grenzzustände.....	264
3.12	Holzerne Verbindungsmittel.. . . . .	265
4.	<b>Verbindungen im Holzbau.....</b>	267
4.1	Konstruktive und technologische Forderungen .. . . . .	267
4 2	Druckstoße und Druckanschlusse . . . . .	267
4.2.1	Allgemeine Hinweise, Begriffe .. . . . .	267
4.2.2.	Druckstoße... . . . . .	267
4 3.	Druckstoße .. . . . .	269
4 3.1.	Druck parallel zur Faser nach DIN EN 1995-1-1.2010, Abschnitt 6.1.4 . . . . .	269
4.3.2	Druck rechtwinklig zur Faser nach DIN EN 1995-1-1.2010, Abschnitt 6.1.5.....	274
4.3.3.	Querdruckverstärkungen. . . . .	281
4.3.4	Druck unter einem Winkel zur Faser nach EN 1995-1-1 2010, Abschnitt 6.2.2 .....	287
4 4.	Zugstoße nach DIN EN 1995-1-1/ NA.2013, Abschnitt NCI NA 8.1.6 .. . . . .	289
4 4.1.	Allgemeine Hinweise .....	289
4 4.2.	Geklebte Zugstoße . . . . .	297
4 4.3.	Zuganschluss mit Beanspruchung senkrecht zur Faser nach EN 1995-1-1/NA.2013, Abschnitt NCI NA 6.8.2. . . . .	299
4.4.4	Zuganschluss mit Beanspruchung im Winkel zur Faser .. . . . .	303
4.5.	Gerade biegesteife Stoße .. . . . .	309
4.6.	Handwerkliche (historische) Holzverbindungen . . . . .	316
4.6.1.	Allgemeines . . . . .	316
4 6.2.	Grundtypen handwerklicher Holzverbindungen .....	317
4 6.3.	Versatze nach DIN EN 1995-1-1/NA.2013, Abschnitt NCI NA.12.1 .. . . . .	318
4.6.4	Querkraftbelastete Zapfenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1/NA.2013, Abschnitt NCI NA.12.1 .. . . . .	334
4.6.5.	Ermittlung des Bemessungswertes der Tragfähigkeit für Zapfenverbindungen nach DIN EN 1995-1-1/NA.2013, Abschnitt NCI NA.12.2 .. . . . .	335
4.6.6.	Abgestirnter Zapfen .. . . . .	338
4 6.7.	Schwalbenschwanzverbindung (Verblattungen/Zapfenverbindungen) . . . . .	339
4.6.8.	Blattlangsverbindungen.. . . . .	342
5.	<b>Bemessung der Tragglieder.....</b>	345
5.1.	Allgemeines.....	345
5.2.	Zugstäbe. . . . .	345
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
5 3.	Druckstäbe .. . . . .	356
5.3.1	Allgemeines .. . . . .	356
5.3.2	Berechnung planmäßiger mittig gedrückter einteiliger Stäbe nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.3.2 (Ersatzstabverfahren) .. . . . .	356
5.3.3	Mehrteilige mittig gedrückte Druckstäbe . . . . .	368
5.3.4.	Ausmittig belastete einteilige Druckstäbe (Druck und Biegung) nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.3.2 .. . . . .	387
5.3.5.	Stützenfußausbildungen.....	394
5 4	Abstützungen, Verbände und Scheiben.....	405
5.4.1.	Abstützungen und Verbande nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 9.2.5 .. . . . .	405
5.4.2.	Scheiben nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitte 9.2.3 und 9.2.4.....	409
5.5.	Biegestäbe.....	427
5.5.1.	Bemessungsregeln für biegebeanspruchte Bauglieder nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.1.6.....	428
5.5.2	Biegendrillknicken 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 Tafelemente 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 gedruckten Gurten von Fachwerkbündern und Sparren durch Brettschalung und Dachlatten nach DIN EN 1995-1-1/NA:2010, NCI zu 13.2 (NA.5) .....	581
5 8.3	Verdubelte/verzahnte Balken .....	491	7 8	Bauphysik .....	581
5.8.4.	Vollwandbalken (besondere Art) .....	493	7 8 1	Allgemeines .....	581
5.8.5.	Beiderseitig verbrettete 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 verbrettete 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.	<b>Hausdächer</b> .....	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.	<b>Holzbalkendecken</b> .....	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.	Pultdach .....	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.	Schifter .....	621
6.10.	Feuchtigkeitsschutz .....	552	8.7.	Hange- und Sprengwerke .....	623
6.11.	Brandschutz nach DIN EN 1995-1-2 2010 ..	553	8 7.1.	Hangewerk .....	623
6 11.1	Allgemeines .....	553	8 7.2.	Sprengwerk .....	624
6.11.2	Holzbalkendecken mit verdeckten Holzbalken ..	553	8 7.3.	Hangesprengwerk .....	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.	<b>Hallendächer</b> .....	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.	<b>Allgemeines über hölzerne Dachtragwerke</b> ..	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 Fachwerkbündern .....	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 Hangedächer. . . . .	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) Brettschichtrträgern nach DIN EN 1995-1-1:2010. . . . .	667	<b>10. Dachaufstockungen in Holzbauweise. . . . .</b>	725
9.5.4. Berechnung von geraden Brettschichtrträgern nach DIN EN 1995-1-1:2010, Abschnitt 6.4 mit nicht konstantem Querschnitt . . . . .	675	<b>11. Erneuerung von Gebäudefassaden mit vorgefertigten Elementen in Holzbauweise. . . . .</b>	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	<b>12. Mehrgeschossige Holzbauten. . . . .</b>	731
9.6. Gebogene Brettschichtkonstruktionen. . . . .	696	<b>13. Turmartige Konstruktionen. . . . .</b>	735
		<b>Literaturverzeichnis. . . . .</b>	741
		<b>Stichwortverzeichnis. . . . .</b>	791