

BEMESSUNG IM HOLZBAU

Band 2

Holzverbindungen und Verbindungsmittel

M. Göggel

2000



Inhalt

1 Holzverbindungen aus dem Zimmerhandwerk

1.1	Allgemeines	1
1.2	Querverbindungen	1
1.3	Längsverbindungen	1
1.4	Eckverbindungen	2
1.5	Schrägverbindungen	2
1.6	Der Versatz	3
1.6.1	Allgemeines	3
1.6.2	Der Stirnversatz	3
1.6.3	Der Fersenversatz	6
1.6.4	Der doppelte Versatz	7
1.7	Blatt- Quer- bzw. Schrägverbindungen	8
1.7.1	Das Schwalbenschwanzblatt	8
1.7.1.1	Tragverhalten	8
1.7.1.2	Bemessung	9
1.7.1.3	Das Verformungsverhalten	10
1.7.2	Die hakenförmige Blattausbildung	11
1.7.2.1	Tragverhalten	11
1.7.2.2	Bemessung	11
1.7.2.3	Das Verformungsverhalten	11
1.8	Blatt-Längsverbindungen	12
1.8.1	Gerades Blatt	12
1.8.2	Gerades Hakenblatt	13
1.8.2.1	Gerades Hakenblatt mit Verstärkung	14
1.8.2.2	Gerades Hakenblatt ohne Verstärkung	15
1.8.2.3	Zahlenbeispiele	16
1.9	Zapfenverbindungen	18
1.9.1	Untenliegende Zapfen	18
1.9.2	Mittige Zapfen	18
1.9.3	Gerade Zapfen mit variabler Höhenlage	21

1.9.4 Bemessung von Zapfenlöchern	22
1.9.5 Zahlenbeispiel	23
1.10 Verbindungen mit Eichenholznägeln	25

2 Mechanische Verbindungen

2.1 Allgemeines	28
2.1.1 Begriffe	28
2.1.2 Zulässige Belastungen der Verbindungsmittel	28
2.1.2.1 Erhöhung der zulässigen Belastungen	28
2.1.2.2 Ermäßigung der zulässigen Belastungen	28
2.1.3 Anwendung der Verbindungsmittel	28
2.1.4 Korrosionsschutz für tragende Verbindungsmittel	29
2.2 Dübelverbindungen	30
2.2.1 Allgemeines	30
2.2.2 Der Rechteckdübel	30
2.2.2.1 Hartholzdübel	32
2.2.2.2 Flachstahldübel	33
2.2.3 Dübel besonderer Bauart	37
2.2.3.1 Dübelformen	37
2.2.3.2 Tragfähigkeit der Dübel	41
2.2.3.3 Dübelabstände	45
2.2.4 Verbindungen mit runden einseitigen Einpreßdübeln	51
2.2.4.1 Einseitige Einpreßdübel mit Schraubenbolzen	51
2.2.4.2 Einseitige Einpreßdübel mit Gewindestangen	52
2.2.5 Hirnholzanschlüsse mit Einlaßdübel Typ A bei Brettschichtholz	53
2.2.5.1 Allgemeines	53
2.2.5.2 Berechnungsvorschlag nach K. Möhler und Kl. Hemmer	55
2.2.5.3 Berechnung nach DIN 1052-2	56
2.2.6 Hirnholzanschlüsse mit Einpreßdübeln bei Brettschichtholz und Nadelvollholz	58
2.2.7 Holzschrauben oder Schraubnägeln statt Bolzen bei Dübelverbindungen	60
2.2.7.1 Allgemeines	60
2.2.7.2 Ausführungsregeln	60

2.3	Bolzen- und Stabdübelverbindungen	61
2.3.1	Allgemeines	61
2.3.1.1	Bolzenverbindungen	61
2.3.1.2	Stabdübelverbindungen	62
2.3.2	Tragfähigkeit der Bolzen und Stabdübel	63
2.3.2.1	Anzahl der Bolzen und Stabdübel	63
2.3.2.2	Zulässige Belastung von Stabdübel- und Bolzenverbindungen	64
2.3.2.3	Zahlenbeispiele	71
2.3.3	Bolzen- und Stabdübelabstände	73
2.4	Holzschraubenverbindungen nach DIN 1052-2	76
2.4.1	Allgemeines	76
2.4.1.1	Mindestschraubenanzahl	76
2.4.1.2	Einbau der Holzschrauben	76
2.4.2	Das Tragverhalten der Holzschrauben quer zur Schaftrichtung	76
2.4.2.1	Einschraubtiefen	76
2.4.2.2	Zulässige Belastung	77
2.4.2.3	Mindestabstände	80
2.4.3	Das Tragverhalten der Holzschrauben auf Herausziehen	81
2.4.3.1	Einschraubtiefen	81
2.4.3.2	Zulässige Belastung	81
2.4.4	Das Tragverhalten der Holzschrauben bei kombinierter Beanspruchung	82
2.5	Holzschrauben mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung	83
2.5.1	Holzschrauben zum Anschluß von Holzbauteilen	83
2.5.1.1	Form und Abmessungen der Holzschrauben	83
2.5.1.2	Zulässige Schraubenbelastung	90
2.5.1.3	Bestimmung für die Ausführung	90
2.5.2	Holzschrauben für spezielle Anwendungsbereiche	91
2.6	Nagelverbindungen von Holz und Holzwerkstoffen	92
2.6.1	Allgemeines	92
2.6.2	Das Tragverhalten der Nägel bei Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse	93
2.6.2.1	Mindestnagelanzahl	93

2.6.2.2	Mindestholzdicke	93
2.6.2.3	Einschlagtiefen bei ein- und mehrschnittigen Nagelverbindungen	95
2.6.2.4	Zulässige Nagelbelastungen	95
2.6.2.5	Nagelabstände	102
2.6.3	Beanspruchung der Nägel in Schaftrichtung	113
2.6.3.1	Runde Draht- und Maschinenstifte	113
2.6.3.2	Sondernägel	114
2.6.4	Belastung der Nägel infolge kombinierter Beanspruchung	116
2.7	Nagelverbindungen mit Stahlblechen und Stahlteilen	117
2.7.1	Allgemeines	117
2.7.2	Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen	117
2.7.2.1	Holzdicken und Einschlagtiefen	118
2.7.2.2	Nagelabstände	119
2.7.2.3	Zulässige Nagelbelastungen	119
2.7.3	Verbindungen mit Stahlblechformteilen	121
2.7.3.1	Balkenschuhe	123
2.7.3.2	Sparrenpfettenanker	130
2.7.3.3	Gerbergelenk-Verbinder	136
2.7.4	Sonderbauarten mit bauaufsichtlicher Zulassung	138
2.7.4.1	Die GREIM-Bauweise	138
2.7.4.2	Die VB-Bauweise	142
2.7.4.3	Die Paslode-Bauweise	144
2.8	Nagelplattenverbindungen	146
2.8.1	Allgemeines	146
2.8.2	Grundlagen	146
2.8.2.1	Holz	147
2.8.2.2	Nagelplatten	147
2.8.2.3	Konstruktionsprinzip	148
2.8.2.4	Schutzmaßnahmen	148
2.8.3	Das Tragverhalten von Nagelplatten	148
2.8.3.1	Nagelbeanspruchung	149
2.8.3.2	Plattenbeanspruchung	155
2.8.3.3	Die Querkzugbeanspruchung in den zu verbindenden Holzbauteilen	157

2.8.3.4	Zahlenbeispiele	158
2.8.4	Bemessung zusammengesetzter Stäbe	161
2.8.5	Montage-Empfehlungen für Nagelplattenbinder	164
2.9	Verbindungen mit Multi-Krallen-Dübeln	165
2.9.1	Allgemeines	165
2.9.2	Grundlagen	165
2.9.2.1	Holz	165
2.9.2.2	Multi-Krallen-Dübel	166
2.9.2.3	Konstruktionsprinzip	166
2.9.2.4	Schutzmaßnahmen	166
2.9.3	Das Tragverhalten der Multi-Krallen-Dübel	167
2.9.3.1	Nagelbelastung	167
2.9.3.2	Stahlplattenbelastung	170
2.9.3.3	Beanspruchung der Hölzer im Anschlußbereich	170
2.9.3.4	Verformungsnachweis	170
2.9.4	Zahlenbeispiel	170
2.10	Klammerverbindungen	171
2.10.1	Allgemeines	171
2.10.2	Das Tragverhalten der Klammern bei Beanspruchung rechtwinklig zum Klammerschaft	171
2.10.2.1	Mindestklammeranzahl	171
2.10.2.2	Mindestholzdicke	172
2.10.2.3	Einschlagtiefen bei ein- und zweischnittigen Klammerverbindungen ...	172
2.10.2.4	Zulässige Klammerbelastungen	172
2.10.2.5	Mindest- und Größtabstände der Klammern	173
2.10.3	Beanspruchung der Klammern auf Herausziehen	174
2.10.3.1	Klammern bei kurzfristiger Beanspruchung auf Herausziehen	174
2.10.3.2	Klammern bei ständiger Beanspruchung auf Herausziehen	174
2.10.4	Kombinierte Beanspruchung von Klammern	177
2.11	Bauklammerverbindungen	178
2.12	BERTSCHE-Ankerdübel-Verbindungen	179
2.12.1	Allgemeines	179
2.12.2	Grundlagen	180

2.12.2.1 Holz	180
2.12.2.2 BVD-Grundelemente	180
2.12.2.3 Konstruktionsprinzip	182
2.12.2.4 Herstellung einer BVD-Ankerdübel-Verbindung	183
2.12.3 Das Tragverhalten der BVD-Ankerdübel-Verbindung	184
2.12.3.1 Zugbeanspruchung	184
2.12.3.2 Druckbeanspruchung	185
2.12.3.3 Verformungsnachweis	185
2.12.4 Anwendung des BVD-Verbindungssystems	188
2.12.4.1 Gerader Stoß von Holzstäben	188
2.12.4.2 Gerader, biegesteifer Trägerstoß	189
2.12.4.3 Biegesteife Firstausbildung	191
2.12.4.4 Biegesteife Rahmenecken	192
2.12.4.5 Fachwerk-Knotenpunkte	200
2.12.4.6 Stützenfüße	201
2.12.4.7 Anschlüsse mit Kreisringscheiben und Anker muffen mit Ringnuten	201
2.12.4.8 Das BVD-Hohlkugelelement	203
2.13 Verbindungen mit JANEBO-Hakenplatten	204
2.13.1 Allgemeines	204
2.13.2 Konstruktionsprinzip	204
2.13.3 Typisierung der JANEBO-Hakenplatten	205
2.13.3.1 JANEBO-Haken	205
2.13.3.2 JANEBO-Widerlager	206
2.13.4 Beanspruchung der JANEBO-Hakenplattenanschlüsse	211
2.13.4.1 Die Tragkraft der Hakenplatten	211
2.13.4.2 Brandbeanspruchung	218
2.13.5 Einbau und Montage	218
2.14 Anschlüsse mit BOZETT Balken-Z-Profilen	219
2.14.1 Allgemeines	219
2.14.2 Typenauswahl	219
2.14.2.1 BOZETT aus Aluminium	220
2.14.2.2 BOZETT aus Stahl	220
2.14.3 Beanspruchung der Balken-Z-Profile	221

2.14.3.1	Zulässige Belastung zul Q_v infolge Tragfähigkeit der Profile	221
2.14.3.2	Zulässige Belastung zul Q_T infolge Tragfähigkeit der Holzbauteile	222
2.14.3.3	Zulässige Belastung zul Q_G infolge der Annahme der Gleichgewichtskräfte	223
2.14.3.4	Lasterhöhungs- bzw. -abminderungsfaktor	225
2.14.3.5	Berechnung der zulässigen Belastung	226
2.14.4	Einbau der Balken-Z-Profile	228
2.14.5	Brandverhalten von Anschlüssen mit BOZETT-Stahl-Profilen	230
2.15	Anschlüsse mit T-förmigen Verbindern	232
2.15.1	Verbinder mit bauaufsichtlicher Zulassung	232
2.15.1.1	Der BMF-Balkenträger	234
2.15.1.2	Der BiLO-Balkenträger Typ T	234
2.15.1.3	Der GH-Integralverbinder	235
2.15.2	JANE-TU Einhängeträger	236
2.15.2.1	Zulässige Belastung zul Q infolge Stabdübeltragfähigkeit zul $N_{SDü}$	237
2.15.2.2	Zulässige Belastung zul Q infolge Nageltragfähigkeit zul N_{Na}	240
2.15.2.3	Nachweis des Stahlbleches	242
2.15.2.4	Mindestholzabmessungen	242
2.15.3	Brandverhalten von Anschlüssen mit T-förmigen Verbindern	243
2.15.3.1	F30-Anschlüsse mit bündig-eingebauten Stabdübeln	244
2.15.3.2	F30- und F60-Anschlüsse mit geschützt-eingebauten Stabdübeln	245
2.16	Anschlüsse mit NHT-Verbindern	246
2.16.1	Allgemeines	246
2.16.2	Tragfähigkeit der NHT-Verbinder	246
2.16.3	Ausführung von Holzkonstruktionen unter Verwendung von NHT-Verbindern	249
2.16.4	Brandverhalten von Anschlüssen mit NHT-Verbindern	249
2.16.4.1	Brandschutznachweise für F 30	249
2.17	Stöße und Anschlüsse	250
2.17.1	Zugstoß	250
2.17.2	Druckstoß	254
2.17.2.1	Kontaktstöße	254
2.17.2.2	Fugenstöße	255
2.17.3	Biegesteife Verbindungen	256

2.17.3.1 Biegesteife Stöße mit Zug- und Drucklasche	256
2.17.3.2 Biegesteife Stöße mit Seitenlaschen	259
2.17.3.3 Rahmenecken	265
2.17.4 Queranschlüsse an Brettschichholzträgern oder Vollholzbalken	270
2.17.4.1 Queranschlüsse von Stäben oder Auflagerungen	270
2.17.4.2 Queranschlüsse mittels Stahlblechformteilen	272
2.17.4.3 Einheitlicher Querschnittsnachweis für Anschlüsse mit mechanischen Verbindungsmitteln	274

3 Leimverbindungen

3.1 Allgemeines	278
3.1.1 Eigenschaften	278
3.1.2 Gütesicherung	279
3.2 Anforderung an das Holz	280
3.2.1 Holzgüte	280
3.2.1.1 Die Brettschichtholzklassen	280
3.2.1.2 Beschaffenheit der Oberfläche	280
3.2.2 Feuchtigkeitsgehalt des Holzes	281
3.2.3 Bearbeitung der Leimflächen	282
3.3 Der Leim als Verbindungsmittel	282
3.3.1 Leimarten	282
3.3.1.1 Kaseinleime	282
3.3.1.2 Harnstoffharzleime	282
3.3.1.3 Resorzinharzleime	282
3.3.1.4 Melaminharzleime	283
3.3.2 Die Verleimung	283
3.4 Herstellung von Leimverbindungen	284
3.4.1 Abmessungen der Brettschichtholzbauteile	284
3.4.1.1 Lamellendicke	284
3.4.1.2 Grenzabmessungen der Brettschichtbauteile	284
3.4.2 Aufbau von Brettschichtholz	285
3.4.2.1 Maßgebende Sortierklasse	285
3.4.2.2 Längsstöße der Einzelbretter	286

3.4.2.3	Der Keilzinkenstoß	287
3.4.2.4	Anschnitte von Bauteilen aus Brettschichtholz	288
3.4.2.5	Gekrümmte Bauteile aus Brettschichtholz	288
3.5	Rahmenecken mit Keilzinkenverbindungen	290
3.5.1	Allgemeines	290
3.5.2	Spannungszustände	290
3.5.3	Bemessungsverfahren	291
3.6	Anschlüsse mit eingeleimten Gewindestangen	294
3.6.1	Allgemeines	294
3.6.2	Einleimung der Gewindestangen	294
3.6.3	Bemessungsregel	294
3.6.3.1	Axiale Zug- oder Druckbeanspruchung von parallel zur Faserrichtung eingeleimten Gewindestählen	294
3.6.3.2	Axiale Zug- oder Druckbeanspruchung von rechtwinklig zur Faserrichtung eingeleimten Gewindestählen	295
3.6.3.3	Querbelastung von parallel zur Faserrichtung eingeleimten Gewindestählen	295
3.6.3.4	Querbelastung von rechtwinklig zur Faserrichtung eingeleimten Gewindestählen	296
3.6.3.5	Kombinierte Beanspruchung	296
3.6.4	Mindestabstände	296
3.6.5	Zahlenbeispiel	298
3.6.6	Konstruktive Möglichkeiten	299

4 Zusammenwirkung verschiedener Verbindungsmittel

4.1	Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel	300
4.2	Vereinfachte Regelung der DIN 1052, Abschnitt 14	300
4.2.1	Versätze mit Laschenverstärkungen	301
4.2.2	Rechtwinklige Kontaktdruckanschlüsse	305
4.3	Berücksichtigung der Anschlußnachgiebigkeit	307
4.3.1	Allgemeines	307
4.3.2	Die Verschiebungsmoduln	307
4.3.3	Die Verschiebungssteifigkeit (Federsteifigkeit) von Normalkraftanschlüssen	311
4.3.3.1	Stöße und Anschlüsse von Zug- und Druckstäben ohne Kontakt	311

4.3.3.2	Rechtwinklige Kontaktanschlüsse von Fachwerkstäben	312
4.3.3.3	Schräge Kontaktdruckanschlüsse (Versätze) von Fachwerkstäben	313
4.3.3.4	Rechtwinkliger Kontaktanschluß Pfosten-Schwelle	313
4.3.4	Die Verdrehungssteifigkeit (Drehfedersteifigkeit) von biegesteifen Anschlüssen	315
4.3.4.1	Stützen-Riegel-Anschlüsse	315
4.3.4.2	Nachgiebige Stützenfuß-Anschlüsse	318
4.3.5	Verformungsberechnung für einen Fachwerkträger	321
4.3.5.1	Einbau entsprechender Federmechanismen	322
4.3.5.2	Einführung ideeller Stabquerschnitte	324
4.3.5.3	Zahlenbeispiel	324
4.3.6	Schnittgrößenberechnung für einen Zweigelenkrahmen mit gedübelten Rahmenecken	328
4.3.6.1	Einbau entsprechender Drehfedermechanismen	329
4.3.6.2	Einführung ideeller Stabflächenmomente 2. Ordnung	330
4.3.6.3	Zahlenbeispiel	330
4.3.7	Holzstützen mit nachgiebigem Fußanschluß	333
4.3.7.1	Berechnung der Stütze nach der Stabilitätstheorie (Theorie I. Ordnung)	333
4.3.7.2	Berechnung der Stütze nach der Spannungstheorie II. Ordnung	334
4.3.7.3	Zahlenbeispiel	336

Anhang

DIN-Normen im Holzbau	338
Literaturverzeichnis	340
Stichwortverzeichnis	343