

694.4  
6705

**Willi Mönck**

---

# **Bauen und Sanieren mit Holz**

---

**Überarbeitet von  
Alfons Wirbel**

---

**DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT STUTTGART**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einführung</b> .....	11	3.3.3.	Kraftübertragung in einer Nagelverbindung	39
1.1.	Allgemeines .....	11	3.3.4.	Nagel- und Holzfestigkeit	39
1.2.	Leichtes ökonomisches Bauen	11	3.3.5.	Auszieh Widerstand von Nägeln	40
1.2.1.	Volkswirtschaftliche Zielstellung	11	3.3.6.	Ermittlung der Tragfähigkeit	42
1.2.2.	Vertiefung der Intensivierung	11	3.3.7.	Bestimmungen	43
1.2.3.	Steigerung der Arbeitsproduktivität	11	3.3.8.	Konstruktive Ausbildung	47
1.2.4.	Erhöhung der Materialökonomie	11	3.3.9.	Ausführung von Nagelverbindungen	48
1.2.5.	Forderungen des leichten ökonomischen Bauens	12	3.3.10.	Algorithmus für die Berechnung von Nagelverbindungen	49
1.3.	Holz als Baustoff	12	3.3.11.	Genagelte tragende Sperrholzkonstruktionen	49
1.3.1.	Volkswirtschaftliche Bedeutung	12	3.4.	Schrauben und Schraubenverbindungen	51
1.3.2.	Wichtige Eigenschaften des Holzes	12	3.4.1.	Allgemeine Hinweise und Anwendungsgebiete	51
1.3.3.	Vor- und Nachteile des Holzes	16	3.4.2.	Versuchsergebnisse	51
1.3.4.	Lebensdauer (Dauerhaftigkeit)	16	3.4.3.	Material und Bezeichnungen	52
1.3.5.	Beurteilungskriterien für die technische Verwendbarkeit	18	3.4.4.	Bestimmungen	52
1.4.	Anwendungsgebiete des konstruktiven Holzbaus	19	3.4.5.	Hinweise für die Ausführung	54
			3.4.6.	Beanspruchung der Schrauben und Unterlegscheiben	55
<b>2.</b>	<b>Grundlagen der Festigkeitsberechnung</b> .....	21	3.4.7.	Ermittlung der Schraubentragkraft	56
2.1.	Güteforderungen, Materialkennwerte für Bauholz	21	3.5.	Holzschraubenverbindungen	58
2.2.	Festigkeitsberechnung	24	3.6.	Mechanische Holzverbinder und Verbindungsmittel	59
2.2.1.	Allgemeine Forderungen	24	3.6.1.	Allgemeines	59
2.2.2.	Standicherheit eines Bauwerks	26	3.6.2.	Einteilung der Holzverbindungsmittel	59
2.3.	Festigkeit des Holzes	26	3.6.3.	Anwendungsbereich	61
2.3.1.	Hinweise zur Festigkeitslehre im Holzbau	26	3.6.4.	Wirtschaftliche Betrachtungen	61
2.3.2.	Arten der Beanspruchung	27	3.6.5.	Technische Hinweise	61
2.3.3.	Festigkeit der Hölzer	27	3.6.6.	Nagelplatten	61
2.3.4.	Druckfestigkeit	27	3.7.	Dübel	62
2.3.5.	Zugfestigkeit	30	3.7.1.	Dübelarten und Einteilung	62
2.3.6.	Biegefestigkeit	31	3.7.2.	Flachdübel	62
2.3.7.	Scherfestigkeit	32	3.7.3.	Rechteckige Zimmermannsdübel	63
2.3.8.	Dauerfestigkeit von Holz	33	3.7.4.	Spezialdübel	63
			3.8.	Bauklammern	69
<b>3.</b>	<b>Holzverbindungsmittel</b> .....	34	<b>4.</b>	<b>Holzverbindungen</b> .....	70
3.1.	Allgemeines	34	4.1.	Konstruktive und technologische Forderungen an eine Holzverbindung	70
3.1.1.	Einteilung und Übersicht über Holzverbindungsmittel	34	4.2.	Druckstöße und Druckanschlüsse	70
3.1.2.	Lastverschiebungsbild	34	4.2.1.	Allgemeine Hinweise, Begriffe	70
3.1.3.	Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	35	4.2.2.	Bestimmungen	70
3.1.4.	Korrosionsschutz, Fäulnissschutz	35	4.2.3.	Druckstöße	70
3.2.	Leime	35	4.2.4.	Druckanschlüsse rechtwinklig zur Faser	72
3.2.1.	Allgemeines zur Leimbauweise	35	4.2.5.	Druckstöße unter einem stumpfen Winkel	75
3.2.2.	Eigenschaften	36	4.3.	Zugstöße	75
3.2.3.	Allgemeine Vorschriften	36	4.3.1.	Allgemeine Hinweise	75
3.2.4.	Einteilung der Leime	36	4.3.2.	Ausführungsbeispiele	78
3.2.5.	Leimarten	36	4.3.3.	Geleimte Zugstöße	78
3.2.6.	Physikalische und chemische Grundlagen der Leimtechnik	38	4.4.	Gerade biegesteife Stöße	78
3.2.7.	Prüfung der Leime	38	4.5.	Versätze	81
3.2.8.	Zubereitung der Leime	38	4.5.1.	Allgemeines	81
3.3.	Nägel und Nagelverbindungen	38	4.5.2.	Bestimmungen	82
3.3.1.	Allgemeine Hinweise	38	4.5.3.	Stirnversatz	82
3.3.2.	Anwendungsgebiete der Nagelverbindungen	38	4.5.4.	Konstruktionshinweise	83

4.5.5.	Berücksichtigung der Ausmittigkeit beim Anschluß mit Stirnversatz .....	84	6.4.	Grundsätzliche konstruktive Forderungen .....	149
4.5.6.	Rückversatz .....	84	6.5.	Beispiele für Vollholzbalkendecken .....	151
4.5.7.	Algorithmus für die Berechnung von Versätzen .....	85	6.6.	Konstruktive Einzelheiten .....	153
4.5.8.	Erweiterte Versätze .....	89	6.7.	Wärmeschutz .....	155
4.5.9.	Rundholzversätze .....	90	6.8.	Schallschutz .....	155
4.6.	Handwerkliche Holzverbindungen .....	93	6.9.	Feuchtigkeitsschutz .....	157
6.10.			6.10.	Brandschutz .....	157
<b>5.</b>	<b>Bemessung der Tragglieder .....</b>	<b>96</b>	<b>7.</b>	<b>Allgemeines über hölzerne Dachtragwerke .....</b>	<b>160</b>
5.1.	Allgemeines .....	96	7.1.	Übersicht, Einführung und Probleme .....	160
5.2.	Bemessungs- und Projektierungsregeln .....	96	7.2.	Einteilungsmerkmale .....	160
5.3.	Zugstäbe .....	97	7.3.	Funktionsbedingte Einflüsse und Anforderungen .....	163
5.3.1.	Ermittlung der Querschnittsfläche .....	97	7.4.	Konstruktionsbedingte Einflüsse und Anforderungen .....	166
5.3.2.	Einteilige Zugstäbe .....	97	7.5.	Technologische Anforderungen .....	166
5.3.3.	Zweiteilige Zugstäbe .....	98	7.6.	Gestaltungsbedingte Einflüsse und Anforderungen .....	166
5.3.4.	Ausmittiger Zug .....	99	7.7.	Wärme- und dampftechnische Probleme, bauphysikalische Dachtypen .....	166
5.4.	Druckstäbe .....	99	7.8.	Dachdeckungen .....	171
5.4.1.	Allgemeines, Begriffe .....	99	7.8.1.	Pappdächer .....	172
5.4.2.	Knicken des einfachen geraden Stabes .....	99	7.8.2.	Asbestzement-Wellplatten .....	172
5.4.3.	Ermittlung der Knicklänge .....	100	7.8.3.	Ziegeldächer .....	173
5.4.4.	Ermittlung der Knickzahl und des Schlankheitsgrades .....	100	7.8.4.	Schieferdächer .....	173
5.4.5.	Berechnungsverfahren .....	102	7.8.5.	Weitere Dachdeckungsarten .....	173
5.4.6.	Mittig belastete gerade Druckstäbe .....	102	7.8.6.	Dachlatten .....	173
5.4.7.	Mehrteilige Druckstäbe .....	105	7.9.	Hinweise für die statische Berechnung .....	173
5.4.8.	Abstützungen und Verbände .....	112	7.9.1.	Aufstellung der statischen Berechnung .....	173
5.4.9.	Stützenfußausbildungen .....	114	7.9.2.	Belastungsannahmen .....	174
5.5.	Wechselstäbe .....	115	7.9.3.	Verankerungen und Befestigungen .....	176
5.6.	Biegestäbe .....	115	7.10.	Statische Grundformen für Sparren, Pfetten und Sparrenpfetten .....	182
5.6.1.	Bestimmungen .....	115	7.11.	Sparren .....	182
5.6.2.	Probleme der Vollholzträger .....	116	7.12.	Pfetten .....	183
5.6.3.	Wirtschaftlichkeit der Querschnittsform .....	117	<b>8.</b>	<b>Hausdächer .....</b>	<b>185</b>
5.6.4.	Spannungsermittlung beim geraden Biegestab .....	118	8.1.	Allgemeines .....	185
5.6.5.	Schubspannungen .....	118	8.1.1.	Einteilung .....	185
5.6.6.	Formänderung .....	118	8.1.2.	Konstruktion der Dachverbände und Konstruktionselemente .....	185
5.6.7.	Bemessungsverfahren nach der Durchbiegung .....	119	8.2.	Konstruktionssysteme .....	187
5.6.8.	Berücksichtigung von Ausklinkungen und Auskerbungen bei Biegestäben .....	119	8.3.	Sparrendach .....	187
5.7.	Durchlaufträger .....	123	8.3.1.	Einfaches Sparrendach .....	187
5.7.1.	Allgemeine Hinweise und Problematik .....	123	8.3.2.	Kehlbalkendach .....	189
5.7.2.	Gelenkträger .....	123	8.3.3.	Gittersparrendach .....	192
5.7.3.	Koppelträger .....	124	8.4.	Pfettendach .....	193
5.8.	Verstärkte Balken .....	126	8.5.	Besondere Dachkonstruktionen .....	195
5.8.1.	Unterspannte Balken .....	126	8.5.1.	Pfettendach mit Drempel .....	195
5.8.2.	Balkenverstärkungen bei Umbauten .....	127	8.5.2.	Pultdach .....	195
5.9.	Biegeträger mit mehrteiligem Querschnitt .....	130	8.5.3.	Mansarddach .....	196
5.9.1.	Rand- und Schwerpunktspannungen .....	130	8.5.4.	Walmdächer .....	196
5.9.2.	Berechnung der Verbindungsmittel .....	131	8.5.5.	Dächer über zusammengesetztem Grundriß .....	197
5.9.3.	Verdübelte Balken .....	132	8.6.	Schiften .....	197
5.10.	Kopfbandträger .....	135	8.7.	Hänge- und Sprengwerke .....	199
5.10.1.	Bestimmungen .....	135	8.7.1.	Hängewerk .....	199
5.10.2.	Berechnung .....	135	8.7.2.	Sprengwerk .....	200
5.10.3.	Konstruktive Durchbildung .....	135	8.7.3.	Hängesprengwerk .....	201
5.11.	Zug und Biegung .....	137	8.8.	Satteldächer ohne Balkenlage .....	201
5.12.	Druck und Biegung .....	137	<b>9.</b>	<b>Hallendächer .....</b>	<b>204</b>
5.13.	Doppelbiegung .....	137	9.1.	Allgemeine Hinweise .....	204
5.14.	Parallelfachwerkträger .....	139	9.2.	Vorentwurf .....	204
5.15.	Vollwandträger in genagelter Ausführung .....	142	9.3.	Konstruktionsaufgabe, Abgrenzung des Problems .....	204
5.15.1.	Einsinnig verbretterte Hohlträger .....	142	9.4.	Konstruktionsprinzipien des Fachwerkträgers .....	204
5.15.2.	Vollwandträger mit gekreuzten Brettlagen .....	145	9.5.	Konstruktive und technologische Einflüsse auf die Gestaltung der Binderform .....	206
5.16.	Bewehrte Holzquerschnitte .....	146			
<b>6.</b>	<b>Holzbalkendecken .....</b>	<b>148</b>			
6.1.	Anwendung der Holzbalkendecken .....	148			
6.2.	Einflußfaktoren und Anforderungen .....	148			
6.3.	Entwicklung der Holzbalkendecken (Rückblick) .....	149			

9.6.	Formen von Fachwerkbindern .....	206	<b>12.</b>	<b>Bauschäden und Baureparaturen .....</b>	<b>257</b>
9.7.	Aussteifungsverbände .....	206	12.1.	Problematik, Aufgabe .....	257
9.8.	Bemessung des Tragwerks .....	213	12.2.	Wechselwirkung zwischen Bauerhaltung, Bauwerksalter, Bauwerksgröße und Bauschäden .....	258
9.9.	Durchbiegung von statisch bestimmten Fachwerkträgern .....	213	12.3.	Erfassung der Bauschäden .....	258
9.10.	Auflagerausbildungen .....	214	12.3.1.	Erscheinungsformen der Bauschäden .....	258
9.11.	Stabilität .....	214	12.3.2.	Schadensarten .....	258
9.12.	Genagelte Brettbinder .....	215	12.3.3.	Schadenserfassung .....	260
9.13.	Dachbinder in Nagelplattenbauweise .....	220	12.3.4.	Methoden zur Ermittlung des baulichen Zustandes .....	262
<b>10.</b>	<b>Geleimte Holzkonstruktionen .....</b>	<b>221</b>	12.3.5.	Bauzustandsuntersuchung von Holzbalkendecken .....	262
10.1.	Allgemeiner Überblick .....	221	12.4.	Analyse der Schadensursachen .....	264
10.1.1.	Einführung .....	221	12.4.1.	Ziel und Aufgaben .....	264
10.1.2.	Architektonische Gestaltungsmöglichkeiten .....	221	12.4.2.	Schadenverursachende Einwirkungen .....	264
10.1.3.	Anwendungsgebiete .....	221	12.4.3.	Bauschäden nach Entstehungsphasen .....	264
10.2.	Konstruktion und Technologie .....	221	12.4.4.	Typische Baufehler der jeweiligen Bauwerksgeneration .....	266
10.2.1.	Allgemeines .....	221	12.4.5.	Typische Bauschäden an Holzkonstruktionen .....	266
10.2.2.	Konstruktive Forderungen, Gestaltung und Bemessung von Brettschicht-Leimkonstruktionen .....	224	12.4.6.	Klassifizierung der Bauschäden .....	267
10.2.3.	Technische Forderungen .....	225	12.5.	Bewertung des baulichen Zustandes .....	268
10.3.	Berechnung von geleimten Brettschichtträgern .....	226	12.5.1.	Beurteilung der Standsicherheit und Tragfähigkeit .....	268
10.3.1.	Allgemeines .....	226	12.5.2.	Verschleißradermittlung .....	268
10.3.2.	Parallele Biegeträger .....	226	12.5.3.	Beurteilungskriterien des Bauzustandes .....	268
10.3.3.	Abgedachte Biegeträger .....	230	12.6.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge chemischer Einwirkung .....	268
10.3.4.	Brettschichtträger mit angehobenem Ober- und Untergurt .....	231	12.6.1.	Ursachen .....	268
10.3.5.	Gekrümmte Brettschichtträger .....	231	12.6.2.	Holzschutz vor chemischen Einwirkungen .....	271
10.3.6.	Holzträger mit Stegen aus Furnierplatten .....	232	12.6.3.	Untersuchungen, Messungen und Prüfungen .....	271
10.4.	Gebogene Brettschichtkonstruktionen .....	232	12.7.	Instandsetzung von Holzkonstruktionen .....	271
10.4.1.	Einheit von Konstruktion und Gestaltung .....	232	12.7.1.	Ziel der Maßnahmen .....	271
10.4.2.	Gestaltung von Bogenkonstruktionen .....	232	12.7.2.	Einflüsse auf konstruktive Maßnahmen .....	272
10.4.3.	Französische typisierte Bogenelemente .....	233	12.7.3.	Instandsetzungsarbeiten an Dachkonstruktionen der Altbausubstanz .....	274
10.5.	Geleimte Rahmenecken .....	233	12.7.4.	Instandsetzung gebrochener Zugstäbe .....	276
10.5.1.	Transportabmessungen .....	233	12.7.5.	Verstärkungen .....	277
10.5.2.	Ausbildung von geradlinigen Rahmenecken .....	234	12.7.6.	Stabilisierung schräggestellter frei tragender Holzkonstruktionen .....	279
10.5.3.	Gebogene Rahmenecken .....	235	12.7.7.	Planung und Vorbereitung .....	280
10.6.	Verschiedene Konstruktionsdetails .....	235	12.7.8.	Vorschläge zu den Ausführungsarbeiten .....	281
10.6.1.	Auflagerpunkte von Rahmenbindern .....	235	12.8.	Hinweise zur Beobachtung und Kontrolle gefährdeter Holzkonstruktionen .....	281
10.6.2.	Firstpunkte von Dreigelenkbögen .....	236	12.9.	Instandsetzung von Holzbalkendecken .....	281
10.6.3.	Gelenkstöße .....	236	12.9.1.	Allgemeines .....	281
10.6.4.	Aussteifungen der Binderriegel .....	237	12.9.2.	Ursachen für Schäden an Holzbalkendecken .....	281
10.6.5.	Auflagerausbildungen bei weitgespannten Trägern .....	237	12.9.3.	Vorkommen und Häufigkeit der Schäden .....	282
10.6.6.	Anschlüsse .....	238	12.9.4.	Erforderliche bauliche Maßnahmen zur Erhaltung der Decken .....	282
10.7.	Getypte Dach- und Hallenbinder in Leimbauweise .....	238	12.9.5.	Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen .....	283
10.7.1.	Allgemeines .....	238	12.9.6.	Durchgängige Instandsetzung .....	283
10.7.2.	Satteldachbinder .....	239	12.9.7.	Baumaßnahmen an Balkenköpfen .....	284
10.7.3.	Mehrzweckhalle .....	244	12.9.8.	Vereinfachte statische Berechnung von angenagelten Holzlaschen bei Balkenköpfen .....	286
10.7.4.	Kalidüngerlagerhalle .....	244	12.9.9.	Tragfähigkeitsnachweis, Bemessung und Variantenvergleich von Holzbalken .....	289
10.7.5.	Zweigelenkhallenbinder .....	244	12.9.10.	Instandsetzung und Erneuerung von Holzfußböden .....	290
10.8.	Ausgeführte geleimte Holzkonstruktionen .....	248	12.10.	Instandsetzung von Fachwerkbauten .....	290
<b>11.</b>	<b>Leichte großflächige Dachkonstruktionen .....</b>	<b>249</b>	12.10.1.	Historischer Fachwerkbau .....	290
11.1.	Übersicht .....	249	12.10.2.	Abgrenzung der Darstellung .....	291
11.2.	Zelt- und Hängedächer .....	249	12.10.3.	Bauzustandsanalyse .....	291
11.3.	Kuppelkonstruktionen .....	249	12.10.4.	Bauliche Maßnahmen .....	293
11.4.	Gekrümmte und ebene Flächentragwerke (Schalen und Falterwerke) .....	249	12.10.5.	Grundsätze für die Instandsetzung des Fachwerks .....	294
11.4.1.	Allgemeines .....	249	12.10.6.	Chemischer Holzschutz .....	296
11.4.2.	Konstruktionsprinzipien für Holzschalen .....	250	12.10.7.	Behandlung der Sichtflächen des Fachwerks .....	296
11.4.3.	Schalenermittlung .....	251	12.10.8.	Neue Ausfachung bei vorhandenem Fachwerk .....	297
11.4.4.	Vorfertigung und Montage .....	251	12.10.9.	Nachträgliche Verbesserung der Wärmedämmung von Fachwerkaußenwänden .....	298
11.4.5.	Schalen aus Sperrholz .....	251			
11.4.6.	Schalendächer mit ebenen Flächen .....	251			
11.4.7.	Konstruktion von HP-Schalen .....	252			
11.4.8.	Anwendungsgebiete der HP-Schalen .....	253			

12.11.	Berücksichtigung von Schwindrisen, Holzfeuchte und Belastungsdauer bei Bauzustandsuntersuchungen .....	302	13.4.	Chemischer Holzschutz .....	315
12.11.1.	Einfluß der Schwindrisse auf die Tragfähigkeit ...	302	13.4.1.	Holzschutzmittel .....	317
12.11.2.	Einfluß der Holzfeuchte auf die Festigkeit .....	302	13.4.2.	Holzschutzverfahren .....	317
12.11.3.	Einfluß der Belastungsdauer auf die Tragfähigkeit	302	13.4.3.	Schutz gegen Feuer .....	318
12.11.4.	Überschlägliche Ermittlung der Tragfähigkeit biegebeanspruchter Hölzer bei Bauzustandsuntersuchungen .....	302	13.4.4.	Nebenwirkungen von Holzschutzmitteln .....	319
<b>13.</b>	<b>Holzschutz .....</b>	<b>304</b>	13.4.5.	Gütekontrolle der Holzschutzmaßnahmen .....	319
13.1.	Allgemeines .....	304	13.5.	Sanierungen in Gebäuden .....	320
13.2.	Holzschädigende Pilze und Insekten .....	305	13.5.1.	Gesetzliche Forderungen .....	320
13.2.1.	Allgemeines zur Erkennung, Bestimmung und Bekämpfung holzschädigender Pilze und Insekten ..	305	13.5.2.	Sanierungen von Pilzschäden .....	320
13.2.2.	Schadensursachen .....	305	13.5.3.	Sanierung nach Befall durch Echten Hausschwamm .....	320
13.2.3.	Holzerstörende Pilze .....	308	13.5.4.	Sanierung von Naßfäuleschäden .....	320
13.2.4.	Holzerstörende Insekten .....	309	13.5.5.	Sanierung von Insektenschäden .....	321
13.2.5.	Zerstörungsfreie bzw. zerstörungsarme Prüfmethoden .....	310	13.5.6.	Wiederverwendung von Holz aus Abbrüchen ...	321
13.2.6.	Erkennen pflanzlicher Holzschädlinge .....	312	13.6.	Brandverhalten und Brandschutz .....	321
13.2.7.	Erkennen tierischer Holzschädlinge .....	312	13.6.1.	Allgemeines, Einführung .....	321
13.3.	Bautechnischer Holzschutz .....	312	13.6.2.	Holz im Brandfall .....	321
13.3.1.	Grundsätze des bautechnischen Holzschutzes ...	312	13.6.3.	Verhalten von Holztragwerken im Brandfall ...	322
13.3.2.	Hinweise zu konstruktiven Maßnahmen bei Bau-reparaturen .....	313	13.6.4.	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen ...	323
13.3.3.	Bautechnischer Holzschutz gegen tierische Schädlinge .....	313	13.6.5.	Brandschutzmaßnahmen bei Holzkonstruktionen	324
			13.6.6.	Zusammenfassende Auswertung vorliegender Erkenntnisse .....	324
			<b>14.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>327</b>
			<b>15.</b>	<b>Sachwörterverzeichnis .....</b>	<b>337</b>