

**Willi Mönck**

# **SCHÄDEN AN HOLZKONSTRUKTIONEN**

## **Analyse und Behebung**

2., stark bearbeitete Auflage  
mit 425 Abbildungen und 36 Tabellen  
sowie zahlreichen Berechnungsbeispielen



**Verlag für Bauwesen · Berlin**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einführung</b> .....	11	3.4.1.	Voraussetzungen, Schwachstellen, Mängel und Schäden .....	74
1.1.	Aufgaben, Probleme .....	11	3.4.2.	Ortung von Holzbalken .....	74
1.2.	Ableitung der Bauaufgaben .....	11	3.4.3.	Methoden zu Bauzustandsuntersuchungen von Holzbalkendecken .....	75
1.3.	Ablauf der Instandsetzung/Sanierung .....	12	3.4.4.	Darstellung und Dokumentation der Bauschäden .....	77
1.3.1.	Zielanalyse .....	12	3.4.5.	Erkenntnisse aus den Bauzustandsuntersuchungen .....	78
1.3.2.	Bauzustandsanalyse .....	12	3.5.	Bestimmung des Bauwerksalters .....	79
1.3.3.	Schadensanalyse .....	13	3.5.1.	Gefügekundlich-konstruktiver Vergleich .....	79
1.3.4.	Bauzustandsanalyse, Bewertung des baulichen Zustandes .....	14	3.5.2.	Stilkritisch-historische Methode .....	83
1.3.5.	Festlegung der bautechnischen Maßnahmen .....	14	3.5.3.	Jahrringchronologie (Dendrologie) .....	83
1.3.6.	Sanierungsausführung .....	14	<b>4.</b>	<b>Analyse der Schadensursache</b> .....	84
1.3.7.	Bestandspflege .....	14	4.1.	Ziel, Aufgaben .....	84
1.3.8.	Beispiele für Bauuntersuchungen .....	14	4.2.	Schadensverursachende Einwirkungen .....	86
1.4.	Begriffserläuterungen .....	15	4.3.	Einteilung der Bauschäden nach Entstehungsphasen .....	86
1.5.	Grundsätzliches über Bauschäden .....	16	4.4.	Typische Bauschäden der jeweiligen Bauwerksgeneration .....	86
1.6.	Schwachstellen von Holzkonstruktionen .....	18	4.5.	Bauschäden und Schadensursachen an Holzkonstruktionen (Vollholz) .....	87
1.7.	Systematisierung von Bauzustandsuntersuchungen bei Holzkonstruktionen .....	20	4.5.1.	Schäden und Schadensursachen an Holzverbindungen .....	87
1.7.1.	Erscheinungsbild .....	20	4.5.2.	Schäden und Schadensursachen bei Dübelverbindungen .....	88
1.7.2.	Ursachen (Art der Einwirkung) .....	21	4.5.3.	Schäden und Schadensursachen an Schraubbolzen .....	91
1.7.3.	Messungen, Prüfungen, Kontrollen .....	21	4.5.4.	Schadensursachen an Holzbalkendecken .....	91
1.7.4.	Bewertung des baulichen Zustandes .....	21	4.5.5.	Schäden und Schadensursachen an Dachkonstruktionen .....	91
1.7.5.	Schadensbehebung .....	21	4.5.6.	Schäden und Schadensursachen an Hallenkonstruktionen .....	94
1.8.	Klassifizierung von Bauschäden .....	21	4.5.7.	Schwachstellen bei neueren Holzkonstruktionen .....	97
<b>2.</b>	<b>Grundsätzliches zu älteren Holzkonstruktionen</b> .....	23	4.6.	Bauschäden und Schadensursachen bei geklebten Holzkonstruktionen .....	97
2.1.	Zimmermanns-Holzkonstruktionen .....	23	4.6.1.	Rißschäden bei geklebten Brettschichtträgern .....	97
2.2.	Ingenieur-Holzkonstruktionen .....	26	4.6.2.	Schwinden als Schadensursache bei geklebten Holzkonstruktionen .....	97
2.3.	Fachwerkbauten .....	32	4.7.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge biologischer Schädlinge .....	98
2.4.	Geschichtliche Entwicklung der hölzernen Dachwerke/Zeittafel .....	34	4.7.1.	Auftreten pflanzlicher Holzschädlinge .....	98
2.5.	Tragvermögen historischer Holzbauwerke .....	49	4.7.2.	Auftreten tierischer Holzschädlinge .....	99
<b>3.</b>	<b>Schadenserfassung</b> .....	51	4.7.3.	Bauschäden an landwirtschaftlichen Gebäuden .....	99
3.1.	Ziel der Schadenserfassung .....	51	4.8.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge von Fehlern und Mängeln des baulichen Holzschutzes .....	99
3.2.	Schadensarten nach dem Erscheinungsbild .....	51	4.8.1.	Allgemeines .....	99
3.2.1.	Abnutzungen .....	51	4.8.2.	Begriffe .....	100
3.2.2.	Verformungen .....	51	4.8.3.	Beanspruchung der Holzbauteile .....	100
3.2.3.	Risse .....	53	4.8.4.	Maßnahmen .....	102
3.2.4.	Korrosion .....	59	4.8.5.	Transport und Lagerung von Holz .....	103
3.2.5.	Bauteilschwächung .....	60	4.8.6.	Frei bewittertes Holz im Gebrauchszustand .....	103
3.2.6.	Bauteilversagen .....	61	4.8.7.	Nutzungsfeuchte und Feuchte aus angrenzenden Stoffen und Bauteilen .....	107
3.2.7.	Oberflächenveränderungen .....	64	4.8.8.	Vermeidung von Bauschäden durch richtige Holzwahl .....	107
3.3.	Methoden und Verfahren zur Ermittlung des baulichen Zustandes .....	65	4.9.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge bauphysikalischer Fehler und Mängel .....	107
3.3.1.	Übersicht .....	65	4.9.1.	Schadensursachen .....	107
3.3.2.	Wichtige Meß- und Prüfverfahren .....	65	4.9.2.	Wärme- und dampftechnische Probleme beim Dach .....	108
3.3.3.	Untersuchungen, Methoden und Ablauf .....	65	4.9.3.	Wärmedämmte Flachdächer .....	108
3.3.4.	Allgemein anwendbare Verfahren zur Bauzustandsuntersuchung .....	65	4.9.4.	Schäden an Pappdächern .....	111
3.3.5.	Geräte und Werkzeuge für die Bauzustandsuntersuchung .....	67	4.9.5.	Schäden an Kaldächern .....	111
3.3.6.	Beobachtungen .....	68			
3.3.7.	Ingenieurgeodätische Meßverfahren .....	68			
3.3.8.	Wirklichkeitsgetreue (verformungsgerechte) Bauaufnahme .....	69			
3.3.9.	Erkennen von Befall durch holzschädigende Organismen .....	71			
3.4.	Bauzustandsuntersuchungen von Holzbalkendecken .....	74			

4.9.6.	Durchlüftungsarten für Kaldachräume	112	7.4.1.	Bestimmung der zulässigen lichten Weite von alten Holzbalken unter Wohn- und Büroräumen	169
4.9.7.	Beispiele: Schadensfälle bei Kaldächern	114	7.4.2.	Ermittlung der Balkentragfähigkeit einer Geschoßbalkenlage	171
4.9.8.	Wärmegeämmte Steildächer	116	7.5.	Verstärkung von Holzbalkendecken	173
4.10.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge mechanischer Einwirkungen	117	7.5.1.	Balkenverstärkungen	173
4.10.1.	Schadensursachen	117	7.5.2.	Querschnittsvergrößerungen mit Vollholz	174
4.10.2.	Statische Überlastungen	118	7.5.3.	Verstärkungen mit Flach- und Profilstählen	174
4.10.3.	Dynamische Belastungen	119	7.5.4.	Scheibenartige Verstärkungen, Deckenplatten	174
4.11.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge chemisch aggressiver Einwirkungen	121	7.5.5.	Holz-Beton bzw. Holz-Polymer-Verbundkonstruktionen	175
4.11.1.	Schadensursachen	121	7.5.6.	Vollwandträger zur Verstärkung	175
4.11.2.	Chemische Widerstandsfähigkeit des Holzes	121	7.5.7.	Unterspannte Balken	175
4.11.3.	Gradmesser für die chemische Aggressivität	122	7.5.8.	Verstärkung durch nachträglich zugelegte Balken	175
4.11.4.	Zeitlicher Ablauf der Holzzerstörung bei Einwirkung von chemisch aggressiven Medien	122	7.5.9.	Einbau von Unterzügen	178
4.11.5.	Verwitterung	123	7.6.	Instandsetzung schwingender Holzbalkendecken	180
4.11.6.	Chemische Einwirkung von Wasser	123	7.6.1.	Aufgaben	180
4.11.7.	Salze und Salzlösungen	123	7.6.2.	Maßnahmen gegen unzulässige Schwingungen	181
4.11.8.	Umwelteinflüsse	124	7.6.3.	Konstruktionsgrundsätze	181
4.11.9.	Säureeinwirkungen	124	7.6.4.	Konstruktionsbeispiele	181
4.11.10.	Einwirkung von Alkalien	129	7.7.	Instandsetzung von Trockenraumdecken	184
4.11.11.	Wirkungen chemisch aggressiver Medien auf geklebte Holzkonstruktionen	129	7.7.1.	Allgemeine Hinweise	184
4.11.12.	Wirkung chemisch aggressiver Medien auf Verbindungsmittel	129	7.7.2.	Neue Wärmeschutzverordnung	184
4.11.13.	Hinweise zur Schadensanalyse bei chemisch aggressiven Einwirkungen	130	7.7.3.	Möglichkeiten bei der Sanierung alter Holzbalkendecken	184
4.12.	Bauschäden an Holzkonstruktionen infolge thermischer Einwirkungen	130	7.7.4.	Instandsetzung älterer Windelbodenecken	184
4.13.	Bauschäden an Fachwerkbauten	131	7.7.5.	Instandsetzung von Einschubdecken	185
4.13.1.	Schwachstellen, Bauschäden und Schadensursachen	131	7.7.6.	Holzfußböden	189
4.13.2.	Standfestigkeit schiefstehender Fachwerkbauten	132	7.7.7.	Sonstige Fußböden auf Holzbalkendecken	191
4.13.3.	Statische Untersuchung	133	7.8.	Feuchtraumdecken	192
<b>5.</b>	<b>Bewertung des baulichen Zustandes</b>	<b>134</b>	7.8.1.	Allgemeines	192
5.1.	Allgemeines	134	7.8.2.	Grundsätzliche Forderung	193
5.2.	Beurteilung der Standsicherheit und Tragfähigkeit	134	7.8.3.	Einfache Ausführung	194
5.2.1.	Sicherheit und Versagen von Bauwerken	134	7.8.4.	Verbesserte Ausführung	194
5.2.2.	Lastannahmen	134	7.8.5.	Ausbildung der Zwischendecke	195
5.2.3.	Versagensarten	135	7.9.	Verbesserung des Schallschutzes bei Holzbalkendecken	196
5.2.4.	Stabilitätsverlust	135	7.9.1.	Allgemeine Feststellungen	196
5.2.5.	Statische Berechnung	136	7.9.2.	Federnde Abhängung der Unterschale	198
5.2.6.	Dauerhaftigkeit und Funktionstüchtigkeit	138	7.9.3.	Biegeweiche Beschwerung der Deckenoberschale	198
5.2.7.	Probebelastungen	138	7.9.4.	Schwimmender Estrich	198
5.3.	Bauzustandsermittlung	138	7.9.5.	Schwimmend verlegte Spanplatten	198
5.3.1.	Ziel	138	7.9.6.	Trockenestriche	198
5.3.2.	Bauzustandsstufen und Verschleißanteile	139	7.10.	Brandschutztechnische Einschätzung und Verbesserung des Feuerwiderstandes von Holzbalkendecken	199
5.3.3.	Hinweise zur Ermittlung der Bauzustandsstufen einer Holzbalkendecke bzw. eines Daches	143	7.10.1.	Allgemeine Forderungen	199
5.3.4.	Dringlichkeit der Baumaßnahmen	143	7.10.2.	Feuerwiderstand von Holzbalkendecken	200
<b>6.</b>	<b>Grundlagen der Instandsetzung von Holzkonstruktionen</b>	<b>144</b>	7.10.3.	Einschätzung des Feuerwiderstandes von unbedecktem Vollholz	202
6.1.	Aufgaben, Probleme, Abgrenzung	144	7.10.4.	Behandlung des Holzes mit chemischen Mitteln zum Schutz vor leichter Entflammbarkeit	202
6.2.	Begriffe	144	7.10.5.	Einschätzung des Feuerwiderstandes ausgewählter Holzbalkendecken	202
6.3.	Grundsätze	145	7.10.6.	Verbesserung des Feuerwiderstandes	203
6.4.	Instandsetzungsverfahren	147	7.11.	Nachträglicher Einbau von Trennwänden auf Holzbalkendecken	204
<b>7.</b>	<b>Instandsetzung von Holzbalkendecken</b>	<b>150</b>	7.11.1.	Aufgaben, Ziel	204
7.1.	Grundsätzliche Forderungen	150	7.11.2.	Balkenlage kann Zusatzlast tragen	205
7.2.	Bebeilen von Holzbalken	150	7.11.3.	Balkenlage kann Last der Trennwand nicht übertragen	206
7.3.	Instandsetzung von Balkenköpfen	156	<b>8.</b>	<b>Instandsetzung zimmermannsmäßiger Dachkonstruktionen</b>	<b>208</b>
7.3.1.	Lösungsmöglichkeiten	156	8.1.	Aufgaben	208
7.3.2.	Seitliche Anlaschungen	156	8.2.	Instandsetzung von Dachfüßen	208
7.3.3.	Unterzüge unter den abgeschnittenen Balken	159	8.2.1.	Schadensschwerpunkt	208
7.3.4.	Auswechslungen	160	8.2.2.	Statische und konstruktive Hinweise	208
7.3.5.	Stahlprothesen	160	8.2.3.	Instandsetzung beim Sparren- bzw. Kehlbalkendach	208
7.3.6.	Zwickauer Balkenschuhe	160	8.2.4.	Instandsetzung beim Pfettendach	211
7.3.7.	Aufhängung der Holzbalken	160	8.2.5.	Arbeitsgänge zur Instandsetzung von Dachfüßen	212
7.3.8.	Instandsetzung (Ersatz) des Balkenkopfes mit Reaktionsharz-Beton oder -Mörtel	161	8.3.	Verstärkung von Strebenanschlüssen	213
7.3.9.	Berechnung von Holzlaschen	163	8.3.1.	Allgemeines	213
7.4.	Ermittlung der Balkentragfähigkeit	169	8.3.2.	Verstärkung von Stirnversätzen	213

8.3.3.	Nachweis der Tragkraft und Verstärkung von Strebenanschlüssen mit Versatz .....	213	11.13.	Verstärkung von querzugbeanspruchten Holzbau- teilen .....	259
8.3.4.	Strebenanschluß mit Rückversatz .....	214	11.13.1.	Auftreten von Querzugspannungen .....	259
8.4.	Instandsetzung bzw. nachträglicher Einbau von Aussteifungsverbänden bei Pfettendächern .....	216	11.13.2.	Konstruktionshinweise .....	259
8.5.	Instandsetzung von Pfettendächern .....	217	11.13.3.	Erhöhte Querzugbelastbarkeit .....	260
8.5.1.	Instandsetzung eines Pfettendaches (doppeltes Hängewerk mit liegenden Stielen) und Kniestock (Drempel) .....	217	11.13.4.	Technologische Hinweise .....	260
8.5.2.	Instandsetzung eines Lagerschuppens (Pfettendach mit Sprengwerkstreben) .....	220	11.13.5.	Ausbildung von Queranschlüssen .....	260
8.5.3.	Schadensbehebung an einem Pfettendach .....	222	<b>12.</b>	<b>Auswechslung und Erneuerung von Holzkonstruktionen</b> .....	262
8.6.	Instandsetzung von Kehlbalkendächern .....	222	12.1.	Ziel und bauliche Maßnahmen .....	262
8.6.1.	Konstruktionshinweise für ältere Kehlbalkendächer .....	222	12.2.	Varianten zum Ersatz alter Dachkonstruktionen ..	262
8.6.2.	Stabilisierung von schrägstehenden Sparrenfüßen .....	224	12.3.	Anwendungsbeispiele .....	262
8.6.3.	Instandsetzung von liegenden Dachstühlen .....	225	<b>13.</b>	<b>Abstützungen von Dachkonstruktionen</b> .....	264
8.6.4.	Instandsetzung eines Kirchendachstuhles .....	226	13.1.	Grundsätzliche Forderungen .....	264
8.7.	Instandsetzung von Hängewerksdächern .....	227	13.1.1.	Anforderungen an eine Abstützung .....	264
8.7.1.	Statische Hinweise .....	227	13.1.2.	Allgemeine Konstruktionsgrundsätze .....	264
8.7.2.	Instandsetzung, Sanierung und Verstärkung eines doppelten Hängewerks über einem Saal .....	227	13.1.3.	Arbeitsschutz bei Abstützungsarbeiten .....	265
<b>9.</b>	<b>Instandsetzung von Stützenfüßen</b> .....	236	13.2.	Abstützungen von zimmermannsmäßigen Dachkonstruktionen .....	265
9.1.	Schadensstellen .....	236	13.2.1.	Einfache Abstützungen bei Instandsetzung von Dachfüßen .....	265
9.2.	Statische und konstruktive Forderungen an Stützenfüßen .....	236	13.2.2.	Abstützung von Kehlbalkendächern .....	265
9.3.	Schadensbehebung .....	236	13.2.3.	Abstützung und Instandsetzung eines doppelten Hängewerkes mit Drempel .....	267
9.4.	Konstruktionsbeispiele .....	236	13.3.	Abstützung von freitragenden Dachbindern .....	271
9.5.	Nachträgliche Strebenanschlüsse an Holzstützen ..	240	13.3.1.	Allgemeine Hinweise .....	271
<b>10.</b>	<b>Instandsetzung von Ingenieur-Holzkonstruktionen</b> .....	241	13.3.2.	Zeitweilige Abstützung eines gebrochenen, genagelten Satteldachbinders .....	272
10.1.	Stabilisierung schräggestellter freitragender Holzkonstruktionen .....	241	13.3.3.	Abstützung eines freitragenden Kantholzbinders, die im Bauwerk verbleibt .....	272
10.1.1.	Grundsätze .....	241	13.4.	Abstützung der Gurtbögen einer Turnhalle .....	273
10.1.2.	Hinweise zur statischen Berechnung .....	241	<b>14.</b>	<b>Instandsetzung von Fachwerkwänden</b> .....	274
10.2.	Nachträgliche Längsaussteifung schräggestellter Fachwerkbinder .....	241	14.1.	Kurzer geschichtlicher Rückblick .....	274
10.3.	Stabilisierung einer schiefgestellten Holz-Stahl-Dreieckbinder-Dachkonstruktion .....	242	14.2.	Hinweise für die Instandsetzung bzw. Sanierung denkmalgeschützter Fachwerkhäuser .....	274
10.3.1.	Angaben zum Bauwerk .....	242	14.3.	Allgemeines .....	275
10.3.2.	Schadensursachen .....	243	14.4.	Stabilisierung der Fachwerkwände .....	275
10.3.3.	Hinweise zur Schadensbehebung .....	243	14.5.	Instandsetzung der Fachwerkhölzer .....	276
10.4.	Stabilisierung der schräggestellten Dreigelenkbinder einer Düngerlagerhalle .....	246	14.5.1.	Erneuerung von Stiefleüßen und Schwellen .....	276
10.4.1.	Angaben zum Bauwerk .....	246	14.5.2.	Einbau von neuen Riegeln .....	277
10.4.2.	Baulicher Zustand .....	246	14.5.3.	Holznägeln und Holznagelungen .....	278
10.4.3.	Ursachenanalyse .....	246	14.5.4.	Ausgewählte Instandsetzungsbeispiele .....	279
10.4.4.	Belastungsannahme für die Stabilisierungselemente (Aussteifung) .....	247	14.6.	Instandsetzung geschädigter Fachwerkhölzer infolge Trocken- (Schwind-)risse .....	281
10.4.5.	Baustoffe und Verbindungsmittel .....	247	14.6.1.	Schädigungen .....	281
10.4.6.	Ausführung der Instandsetzung .....	248	14.6.2.	Entstehung von Trockenrissen .....	281
10.5.	Instandsetzung gebrochener Zugstäbe .....	248	14.6.3.	Folgen von Trockenrissen .....	282
<b>11.</b>	<b>Verstärkung von Bauwerksteilen</b> .....	250	14.6.4.	Trockenrisse und statisch konstruktive Probleme ..	282
11.1.	Begriffe, Notwendigkeit .....	250	14.6.5.	Schwächung von Biegestäben durch Trockenrisse ..	283
11.2.	Grundsätze .....	250	14.6.6.	Schwächung von Druckstäben durch Trockenrisse ..	284
11.3.	Zusammenwirken alter und neuer Elemente .....	250	14.6.7.	Verminderung von Trockenrissen .....	284
11.4.	Verstärkungsbeispiele .....	250	14.6.8.	Abdichtung von Schwindrissen .....	285
11.4.1.	Querschnittsvergrößerungen .....	250	14.6.9.	Instandsetzung von gerissenen Vollholzstützen ..	287
11.4.2.	Einsatz von Zusatztraggliedern .....	251	14.7.	Auswechseln von sichtbaren Balkenköpfen .....	288
11.4.3.	Verringerung der Stützweiten von Biegestäben ..	251	14.7.1.	Probleme, Forderungen .....	288
11.5.	Verstärkung von Holzbalkendecken .....	252	14.7.2.	Anschauen eines neuen Balkenkopfes .....	289
11.6.	Verstärkung von Unterzügen .....	252	14.7.3.	Einbau neuer Balken .....	289
11.7.	Unterspannung von Biegeträgern .....	253	14.7.4.	Äußere Abstützung einer Fachwerk-Giebelwand ..	289
11.8.	Unterspannung von Fachwerkbindern .....	255	14.8.	Wärmedämmung von Fachwerk-Außenwänden ..	289
11.9.	Fachwerke mit biegesteifen Einzelstäben .....	256	14.8.1.	Probleme .....	289
11.10.	Fachwerke mit Zwischennetzen und verstärkten Obergurten .....	257	14.8.2.	Der Fachwerkbau ist eine historische Bauweise ..	291
11.11.	Verstärkung von freitragenden Dachbindern durch Einbau von Mittelstützen und zusätzlichen Stäben ..	257	14.8.3.	Zusätzliche Beanspruchungen der Außenwände ..	291
11.12.	Verstärkung von gespreizten Druckstäben .....	257	14.8.4.	Grundsätze für die Wärmedämmung .....	292
			14.8.5.	Nachträgliche Wärmedämmung .....	293
			14.8.6.	Wärmebrücken .....	296
			14.8.7.	Einbau und Verputz von Fachwerkausfachungen ..	296
			14.8.8.	Instandsetzung von Lehmausfachungen .....	298

---

<b>15. Ehemals gültige Bauvorschriften</b> .....	300	15.3. Wichtige Holzbaubestimmungen ab 1925 bis etwa 1960 .....	302
15.1. Aufgaben, Ziel .....	300	15.4. Ausgewählte ältere Bauvorschriften .....	303
15.2. Bemessung von Holzbalken nach ehemals geltenden Regeln und Vorschriften .....	300	15.5. Auszüge aus älteren Bauvorschriften .....	303
15.2.1. Bemessung der Balkenquerschnitte nach Tabellen um 1900 .....	300	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	305
15.2.2. Bemessung der Balken nach alten Zimmermannsregeln um 1900 .....	301	<b>Sachwörterverzeichnis</b> .....	312