

Holzfenster und -türen

Konstruktion, Anschlüsse, Oberflächen, Energieeinsparung

Band II

mit 911 Abbildungen und 68 Tabellen

Herausgeber

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold M. Sc.
Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Tobias Huckfeldt
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk

Autorin und Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Arnold M. Sc.
Dr.-Ing. Henry Daartz
Dipl.-Ing. (FH) Axel Einemann
Dipl.-Ing. Frank Eßmann
Dipl.-Ing. (FH) Ekkehart Hänel
Dipl.-Ing. oec. Andrea Hänel
Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Tobias Huckfeldt
Stefan Ibold
Hermann Klos
Guido Kramp
Dr.-Ing. Helmut Künzel
Rainer W. Leonhardt
Dipl.-Ing. (FH) Rüdiger Müller
Dipl.-Ing. (BA) Roland Schöler
Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. Andreas Tretter
Dipl.-Ing. Harald Urban
Thomas Volmer
Ekkehard Wagner
Ralf Wagner
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Wenk

Inhalt

	Vorwort	5
	Dank	6
1	Einführung (Huckfeldt)	15
2	Türen – Entwicklung, Konstruktionen und besondere Anforderungen (Volmer)	23
2.1	Von der Brettertür zur modernen gedübelten Tür	23
2.1.1	Brettertür und Lattentür	23
2.1.2	Stabtür	24
2.1.3	Gestemmte Tür aus Rahmen und Füllung	24
2.1.4	Gedübelte Tür	26
2.1.5	Glatte gesperrte Tür	26
2.1.6	Türen und Tore – Definitionen nach DIN 18100 und DIN EN 12433-1 ...	26
2.2	Moderne Außentüren aus Holz	27
2.2.1	Rahmentür	27
2.2.2	Plattentür (Türblatttür)	30
2.2.3	Plattentür und Rahmentür mit Vorsatzschale	32
2.3	Sicherheit und Einbruchhemmung	33
2.3.1	Sicherheitsbeschläge	33
2.3.1.1	Bänder und Bandseitensicherungen	34
2.3.1.2	Schutzbeschläge	34
2.3.1.3	Schließzylinder	35
2.3.2	Sicherheitsverriegelungen	36
2.3.2.1	Schlösser	36
2.3.2.2	Schließbleche	36
2.4	Terrassen- und Balkonanschlüsse sowie Schwellenausbildung an Haustüren	36
2.4.1	Anforderungen aus Regelwerken	38
2.4.2	Schwellentypen	39
2.4.3	Anforderungen an den Wärmeschutz	42
2.4.4	Behindertengerechte Ausführung	43
2.4.4.1	Regelwerke zum barrierefreien Bauen	43
2.4.4.2	Anforderungen im Überblick	44
2.5	Schäden an Haustüren und deren Ursachen	45
3	Anforderungen und Normen im Außentürenbau (Müller)	49
3.1	Einleitung	49
3.2	Mandatierte Eigenschaften	50
3.2.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	50
3.2.2	Schlagregendichtheit	52
3.2.3	Luftdurchlässigkeit	52
3.2.4	Stoßfestigkeit	54
3.2.5	Gefährliche Substanzen	55
3.2.6	Tragfähigkeit von Sicherheitsvorrichtungen	55
3.2.7	Schallschutz	55

3.2.8	Wärmeschutz	57
3.3	Freiwillige Nachweise	57
3.3.1	Dauerfunktion	57
3.3.2	Mechanische Festigkeit	57
3.3.3	Bedienkräfte (Bedienungskräfte)	58
3.3.4	Differenzklimaverhalten	59
3.3.5	Ergänzende Eigenschaften außerhalb der Ersttyp-, Teil- und Systemprüfung	59
3.4	Prüfung	61
3.4.1	Ersttypprüfung	61
3.4.2	Teilprüfung	61
3.4.3	Systemprüfung	61
3.4.4	Prüfablauf für Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	61
3.4.5	CE-Kennzeichnung	62
4	Rahmenkonstruktionen heutiger Fenster- und Türsysteme (Arnold, R. Wagner)	63
4.1	Anforderungen an Fenster und Türen	63
4.2	Holzkonstruktionen	64
4.2.1	Die Standardkonstruktion	64
4.2.2	Falzdichtung	64
4.2.3	Unteres Flügelholz	64
4.2.4	Unteres Rahmenholz	65
4.2.5	Regenschiene	66
4.2.6	Ausführungen ohne Regenschiene	66
4.2.7	Kombinierte Systeme	67
4.2.8	Kantenrundung und Beschichtungsdicke	67
4.2.9	Ablaufschrägen	68
4.2.10	Aufdoppelungen	68
4.2.11	Rahmenverbindungen	68
4.2.12	Verglasung	71
4.2.13	Profilaufbauten	72
4.3	Holz-Verbund-Konstruktionen	73
4.4	Holz-Metall-Konstruktionen	74
5	Eckverbindungen an Fenstern und Türen (Arnold, Wenk)	77
5.1	Einleitung	77
5.2	Die konstruktive Entwicklung der Eckverbindungen	77
5.3	Anforderungen an Rahmeneckverklebungen	81
5.4	Ursachen für Schäden an Eckverbindungen	82
5.4.1	Verwendung ungeeigneter Holzarten und Holzqualitäten	83
5.4.2	Klimaeinflüsse	85
5.4.3	Mängel in der Verklebung der Holzverbindungen	86
5.4.4	Mängel des physikalischen Holzschutzes (Beschichtung)	86
5.4.5	Beschichtungsalterung und spezifische Feuchtebelastungen	87
5.5	Reparatur von Eckverbindungen	88
5.6	Schadensvermeidung	89
5.6.1	Bauliche Schutzmaßnahmen	89
5.6.2	Einzelteilbeschichtung	90
5.6.3	Neue Konstruktionslösungen	90
6	Gebäudeanschluss von Fenstern und Türen	93
6.1	Fenster und Türen im Fachwerk (Hähnel)	93
6.1.1	Besonderheiten des Fachwerkbaus	93
6.1.2	Fensterkonstruktion im Fachwerkbau	94
6.1.3	Restaurierung und Rekonstruktion von Fenstern	97

6.1.4	Außentüren im Fachwerk	102
6.1.5	Restaurierung und Rekonstruktion von Türen	104
6.1.6	Anschlüsse, Fugen, Befestigungsmittel und Dichtstoffe bei Fenstern und Türen	104
6.1.7	Hinweise zur Bestandsaufnahme von Fenstern und Türen vor einer Restaurierung	104
6.1.8	Zusammenfassung	105
6.2	Fensterertüchtigung und Anschluss der Innendämmung an Fachwerkgebäuden – Praxisbeispiele (Kramp)	105
6.2.1	Einführung (Wenk)	105
6.2.2	Fenstersanierung und nachträglicher Einbau von Innendämmsystemen (Kramp)	106
6.2.2.1	Beispiel 1: Vierständerfachwerkhaus von 1752 mit Stallanbau, Detmold ..	106
6.2.2.2	Beispiel 2: Vierständerfachwerkhaus von 1723 mit Mitteldeele, Lemgo ...	112
6.3	Fenster- und Türanschlüsse an Wärmedämm-Verbundsysteme (Einemann)	117
6.3.1	Grundlagen	117
6.3.2	Befestigung und Lastabtragung	117
6.3.2.1	Vertikale Lastabtragung	118
6.3.2.2	Horizontale Lastabtragung	120
6.3.3	Bauphysikalische Anforderungen	120
6.3.3.1	Wärmebrücken	120
6.3.3.2	Mindestwärmeschutz (Feuchteschutz)	121
6.3.3.3	Schallschutz	121
6.3.3.4	Luftdichtheit	121
6.3.3.5	Schlagregendichtheit	122
6.3.3.6	Fugenausbildung	123
6.3.3.7	Schadensbeispiel: Kondensatbildung	125
6.3.4	Fensterbänke	127
6.3.4.1	Konstruktionsarten	127
6.3.4.2	Schadensbeispiele von Fensterbankanschlüssen	129
6.3.5	Besonderheiten bei Passivhäusern	129
7	Entwicklung neuer Beschichtungssysteme (Urban)	131
7.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	131
7.2	Produktionsbedingte Anforderungen	131
7.2.1	Materialausnutzung	131
7.2.2	Reduzierung der Aushärtezeit	132
7.3	Anforderungen an die Beschichtungssysteme	132
7.3.1	Diffusionsfähigkeit	132
7.3.2	Beständigkeit gegen Graupel und Hagel	133
7.3.3	Beständigkeit gegen UV-Strahlung	134
8	Beschlagtechnik	137
8.1	Entwicklung der Türbeschlagtechnik von der Renaissance bis zum Bauhaus (Leonhardt)	137
8.1.1	Einleitung	137
8.1.2	Begriffe und zeitliche Einordnung	137
8.1.3	Einteilung der Türbeschläge nach ihrer Funktion	138
8.1.4	Renaissance (1500–1650)	138
8.1.5	Barock und Rokoko (1650–1780)	140
8.1.6	Klassizismus und Biedermeier (1780–1850)	142
8.1.7	Historismus und Gründerzeit (1850–1890)	144
8.1.8	Jugendstil (1890–1910)	147
8.1.9	Bauhaus (1919–1933)	149
8.2	Die Entwicklung des modernen Drehkippbeschlags (Schöler)	150
8.2.1	Anfänge der modernen Beschlagtechnik	150
8.2.2	Der Drehkippbeschlag	152
8.2.3	Verdeckt liegende Beschlagtechnik	153

8.2.4	Herausbildung einer einheitlichen schmalen Stulpbreite und Montagevereinfachungen	153
8.2.5	Weitere Entwicklungen in der Beschlagtechnik	154
8.2.6	Reparatur moderner Fensterbeschläge	157
9	Farbgläser, Spezialgläser und Dreischiebensysteme für Fenster und Türen (E. Wagner)	159
9.1	Farbloses und farbiges Glas – Herstellung und Verwendung	159
9.1.1	Entwicklung der Herstellungsverfahren	159
9.1.2	Einfachverglasungen, Isoliergläser und Dreischiebensysteme	162
9.1.2.1	Entwicklung der Isoliergläser	162
9.1.2.2	Glasdicken	164
9.1.2.3	Glasgewicht	164
9.1.2.4	Glasbeschichtungen	164
9.1.3	Farbiges Glas	165
9.1.3.1	Färbung von Glas	165
9.1.3.2	Farbwirkungen	165
9.2	Standard- und Sonderverglasungen	166
9.2.1	Farblose und farbige Gläser	166
9.2.2	Spezialgläser und Sonderverglasungen	174
9.3	Glasschäden an Farbgläsern: Thermische Sprünge	177
10	Fensterläden und Rollläden (Hänel)	181
10.1	Entwicklung, Typen und regionale Besonderheiten	181
10.1.1	Entwicklung der Holzläden	181
10.1.2	Typen und Werkstoffe	184
10.1.2.1	Typen von Fensterläden	184
10.1.2.2	Holz als traditioneller Werkstoff für Fensterläden	190
10.1.3	Regionale Besonderheiten	192
10.2	Funktionen und Anforderungen – Konstruktionsbeispiele	196
10.2.1	Typische Konstruktionen von Klappläden und Schiebeläden	196
10.2.2	Einbruchschutz	197
10.2.3	Sichtschutz	197
10.2.4	Wärmeschutz	198
10.3	Mängel, häufige Schäden und Reparatur	199
10.3.1	Konstruktive und fertigungstechnische Mängel	199
10.3.2	Mangelnde oder falsche Wartung	200
10.3.3	Wärmedämmtechnische Ertüchtigungen	201
10.3.4	Sonderbauteil Rollladenkasten	202
11	Dachflächenfenster (Ibold)	205
11.1	Entwicklung, Einbauvarianten, Werkstoffe und Verglasungen	205
11.2	Anforderungen an den Einbau von Dachflächenfenstern (Regelwerke) ...	206
11.3	Bauphysikalische Aspekte	208
11.4	Montagefehler und Schäden	210
11.5	Wartung und Pflege von Dachflächenfenstern	212
12	Restaurierungsethische Grundsätze und ihre baupraktische Umsetzung am Beispiel des Bauteils Fenster (Klos)	213
12.1	Die „Charta von Venedig“ (1964)	213
12.2	Der Wiederaufbau bringt Verluste	216
12.3	Der Internationale Rat für Denkmalpflege (ICOMOS)	217
12.4	Gegenwärtiger Standard der Fensterrestaurierung	217
12.5	Vorgehensweise bei der Fensterrestaurierung	220
12.6	Pflege und Vorsorge	221

12.7	Vorrang für die Nachhaltigkeit	223
12.8	Denkmalfenster und Energieeinsparung	223
12.9	Fenster im Baudenkmal	224
12.9.1	Bestandsaufnahme	224
12.9.2	Reparatur	226
12.10	Theorie und Baupraxis – Fallbeispiele	228
12.10.1	Beispiel 1: Pflege und Vorsorge	229
12.10.2	Beispiel 2: Unterschiedliche Fenstergenerationen	230
12.10.3	Beispiel 3: Sicherung und Notmaßnahme	231
12.10.4	Beispiel 4: Wirtschaftswunderfenster mit „Thermopane“	233
12.10.5	Beispiel 5: Restaurierung und Rekonstruktion	234
12.10.6	Beispiel 6: Nur 1 Fenster blieb erhalten	236
12.10.7	Beispiel 7: Rekonstruierende Neuanfertigung	236
12.10.8	Beispiel 8: Neuanfertigung – modern interpretiert	238
12.11	Eine Zukunft für historische Fenster	238
13	Oberflächenschäden an Außentüren und Fenstern	241
	Vorbemerkung (Huckfeldt)	241
13.1	Einleitung (Wenk)	241
13.2	Schäden durch Wuchsanomalien und Käferbefall (Wenk)	243
13.2.1	Äste	243
13.2.2	Risse	244
13.2.3	Harzgallen und harzreiche Stellen	247
13.2.4	Rindeneinwüchse	247
13.2.5	Sichtbare Markröhren	248
13.2.6	Ambrosiakäferbefall	248
13.3	Durch den Untergrund der Beschichtung bedingte Schäden (Tretter)	249
13.3.1	Harzblasen	249
13.3.2	Lösungsmittelblasen	249
13.3.3	Wachsblasen	250
13.3.4	Wasserblasen	250
13.3.5	Kocherblasen	251
13.3.6	Mikroblasen	252
13.4	Schäden durch die Holzverarbeitung (Wenk)	252
13.4.1	Sichtbarer Kreissägeschnitt	252
13.4.2	Raue Stellen	252
13.4.3	Schleifspuren	252
13.4.4	Messerschläge (Hobelschläge)	252
13.4.5	Dübel	253
13.4.6	Stehende Jahrringe	255
13.4.7	Keilzinkungen	255
13.4.8	Kantenflucht der Beschichtung durch scharfe Profilkanten	256
13.4.9	Oberflächenschäden an V-Fugen	256
13.5	Mechanische Schäden (Tretter)	257
13.5.1	Schäden durch Stoß oder Druck	257
13.5.2	Klebebandschäden	257
13.6	Mängel der Untergrundvorbereitung (Tretter)	258
13.6.1	Silikonkontaminierung des Untergrunds	259
13.6.2	Lösungsmittelenthaftung	259
13.6.3	Nässeenthaftung	259
13.6.4	Blockung (Verblocken)	260
13.7	Nicht fachgerechte Beschichtungsabfolge (Tretter)	261
13.7.1	Enthaftung durch Unverträglichkeit	261
13.7.2	Ungeeignete Neubeschichtung auf bestehender Altbeschichtung	262
13.8	Beschichtungsfehler durch nicht fachgerechte Applikation, unzureichende Filmhaftung und unangepasste Filmstärke (Tretter)	262
13.8.1	Unzureichende Filmstärke	262

13.8.2	Ablauf	263
13.8.3	Apfelsinenhautbildung	263
13.8.4	Spritzkrater	264
13.8.5	Läufer- oder Gardinenbildung	265
13.8.6	Pinselflecken	265
13.9	Verfärbungen (Tretter)	266
13.9.1	Durchbluten von Holzinhaltstoffen	266
13.9.2	Klebstoffflecke (Leimflecke)	266
13.9.3	Wasserflecke	267
13.9.4	Verfärbungen durch extreme pH-Werte	268
13.9.5	Verfärbungen durch Verpackungsmaterial	268
13.9.6	Schmutz	269
13.9.7	Pigmentabbau	269
13.10	Nutzungsbedingte Schäden (Tretter)	269
13.10.1	Baufeuchte	269
13.10.2	Aggressive Reinigungsmittel	271
13.11	Haftfestigkeitsprüfung und Schichtdickenmessung (Tretter)	271
13.11.1	Haftfestigkeitsprüfung	271
13.11.2	Schichtdickenmessung	272
13.12	Veränderungen der Holzoberfläche durch Witterung und Mikroorganismen (Huckfeldt)	275
13.12.1	Witterungseinwirkungen	275
13.12.2	Schäden durch Mikroorganismen	276
13.12.3	Sanierungsmöglichkeiten	277
14	Vollholzergänzungen und Holzersatzmaterialien	279
14.1	Vollholzergänzungen (Volmer)	279
14.1.1	Beschaffenheit des Holzes für die vorgesehene Ergänzung	279
14.1.2	Zu verwendende Klebstoffe	279
14.1.3	Ausarbeiten der Fehlstellen	280
14.1.3.1	Reparatur kleinerer Fehlstellen	280
14.1.3.2	Reparatur größerer Fehlstellen	282
14.1.4	Beispiele nicht fachgerecht ausgeführter Reparaturen	282
14.2	Holzersatzmaterialien (Daartz)	284
14.2.1	Einleitung	284
14.2.2	Methoden der Holzergänzung und ihre Anwendung	284
14.2.3	Häufig eingesetzte Holzersatzmaterialien	285
14.2.4	Eigenschaften von Holzersatzmaterialien	286
14.2.5	Untergrundvorbereitung	286
14.2.6	Verarbeitung von Holzersatzmaterialien	287
14.2.7	Reparaturverfahren	288
14.2.7.1	Vorbeugendes Schließen offener Verbindungen	288
14.2.7.2	Massive Reparaturen mit Holzersatzmaterialien	289
14.2.7.3	Massive Reparaturen mit Holzlaminate	290
14.2.7.4	Massive Reparaturen mit Teilersatz durch Passstücke	290
14.2.7.5	Beseitigung von Ästen, Harzgallen und Dübeln	291
14.2.7.6	Schließen von Rissen	292
14.2.8	Reparatur von Wetterschenkeln und Abdichtung von Hirnholz	292
15	Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) (Eßmann)	295
15.1	Vorgaben und Nachweisverfahren der EnEV	295
15.1.1	Bilanzverfahren (Neubau und Altbau)	295
15.1.2	Bauteilverfahren (Altbau)	297
15.1.3	Dichtheit	298
15.1.4	Energieausweise	299
15.1.5	Ausnahmen und Befreiungen	300
15.1.6	Sommerlicher Wärmeschutz	300

15.2	Bedeutung der EnEV-Anforderungen für die Auslegung von Fenstern und Türen	301
15.3	Bestimmung der <i>U</i> -Werte	303
15.3.1	Fenster	303
15.3.1.1	Tabellenverfahren	304
15.3.1.2	Berechnungsverfahren	304
15.3.2	Fensterrahmen	307
15.3.3	Verglasung	307
15.3.4	Türen	308
15.3.5	Messverfahren	308
15.4	Fallbeispiele	308
15.4.1	Beispiel 1: Austausch einer unbeschichteten Doppelverglasung	309
15.4.2	Beispiel 2: Energetische Verbesserung eines historischen Einfachfensters	310
15.4.3	Beispiel 3: Energetische Verbesserung eines historischen Kastenfensters mit Oberlicht	312
15.5	Ausblick	314
16	Fensterlüftung – physikalische Grundlagen und praktische Umsetzung (Künzel)	317
16.1	Maßnahmen zur Energieeinsparung	317
16.1.1	Frühere Verhältnisse	317
16.1.2	Heutige Verhältnisse	318
16.2	Physikalische Grundlagen	318
16.2.1	Absolute und relative Luftfeuchte	318
16.2.2	Wasserdampfsorption durch poröse Stoffe	320
16.2.3	Wärmedämmung und Oberflächentemperaturen	321
16.2.4	Feuchteintrag durch das Wohnen	322
16.2.5	Einfluss der Wasserdampfsorption im Raum	322
16.3	Angepasstes Lüften	323
16.3.1	Lüften zum Luftaustausch	324
16.3.2	Lüften zur Raumentfeuchtung	324
16.4	Abschließende Beurteilung	327
17	Anhang	329
17.1	Glossar	329
17.2	Normen, Vorschriften, Merkblätter und Literatur	343
17.3	Autorin und Autoren	362
17.4	Stichwortverzeichnis	365
17.5	Übersichtsbilder und Tabelle zu empfohlenen Maßnahmen bei Veränderungen an Beschichtung oder Holz	370