

# Inhalt

Vorwort .....	5
Dank .....	6
<b>1 Einführung (Huckfeldt) .....</b>	<b>15</b>
<b>2 Türen – Entwicklung, Konstruktionen und besondere Anforderungen (Volmer). . . . .</b>	<b>23</b>
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 Plattendür (Türblatttür) .....	30
2.2.3 Plattendür 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 Schließzyylinder .....	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
<b>3 Anforderungen und Normen im Außentürenbau (Müller) . . . . .</b>	<b>49</b>
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
<b>4</b>	<b>Rahmenkonstruktionen heutiger Fenster- und Türsysteme</b>	
	(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
<b>5</b>	<b>Eckverbindungen an Fenstern und Türen (Arnold, Wenk)</b> . . . . .	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
<b>6</b>	<b>Gebäudeanschluss von Fenstern und Türen</b> . . . . .	93
6.1	Fenster und Türen im Fachwerk ( <b>Hähnel</b> ) . . . . .	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	Fenstererwärmung und Anschluss der Innendämmung an Fachwerkgebäuden – Praxisbeispiele ( <b>Kramp</b> ) .....	105
6.2.1	Einführung ( <b>Wenk</b> ) .....	105
6.2.2	Fenstersanierung und nachträglicher Einbau von Innendämmssystemen ( <b>Kramp</b> ) .....	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 ( <b>Einemann</b> ) .....	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
<b>7</b>	<b>Entwicklung neuer Beschichtungssysteme (Urban)</b> .....	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
<b>8</b>	<b>Beschlagtechnik</b> .....	137
8.1	Entwicklung der Türbeschlagtechnik von der Renaissance bis zum Bauhaus ( <b>Leonhardt</b> ) .....	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 Drehkippsbeschlags ( <b>Schöler</b> ) .....	150
8.2.1	Anfänge der modernen Beschlagtechnik .....	150
8.2.2	Der Drehkippschlag .....	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
<b>9</b>	<b>Farbgläser, Spezialgläser und Dreischeibensysteme für Fenster und Türen (E. Wagner) . . . . .</b>	<b>159</b>
9.1	Farbloses und farbiges Glas – Herstellung und Verwendung . . . . .	159
9.1.1	Entwicklung der Herstellungsverfahren . . . . .	159
9.1.2	Einfachverglasungen, Isoliergläser und Dreischeibensysteme . . . . .	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
<b>10</b>	<b>Fensterläden und Rollläden (Hänel) . . . . .</b>	<b>181</b>
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 Rolladenkasten . . . . .	202
<b>11</b>	<b>Dachflächenfenster (Ibold) . . . . .</b>	<b>205</b>
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
<b>12</b>	<b>Restaurierungsethische Grundsätze und ihre baupraktische Umsetzung am Beispiel des Bauteils Fenster (Klos) . . . . .</b>	<b>213</b>
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
<b>13</b>	<b>Oberflächenschäden an Außentüren und Fenstern .....</b>	<b>241</b>
	Vorbemerkung ( <b>Huckfeldt</b> ) .....	241
13.1	Einleitung ( <b>Wenk</b> ) .....	241
13.2	Schäden durch Wuchsanomalien und Käferbefall ( <b>Wenk</b> ) .....	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 ( <b>Tretter</b> ) .....	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 ( <b>Wenk</b> ) .....	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 ( <b>Tretter</b> ) .....	257
13.5.1	Schäden durch Stoß oder Druck .....	257
13.5.2	Klebebandschäden .....	257
13.6	Mängel der Untergrundvorbereitung ( <b>Tretter</b> ) .....	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 ( <b>Tretter</b> ) .....	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 Filmdicke ( <b>Tretter</b> ) .....	262
13.8.1	Unzureichende Filmdicke .....	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	Pinselstriche .....	265
13.9	Verfärbungen ( <b>Tretter</b> ) .....	266
13.9.1	Durchbluten von Holzinhaltstoffen .....	266
13.9.2	Klebstofffleck(e) (Leimfleck(e)) .....	266
13.9.3	Wasserfleck(e) .....	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 ( <b>Tretter</b> ) .....	269
13.10.1	Baufeuchte .....	269
13.10.2	Aggressive Reinigungsmittel .....	271
13.11	Haftfestigkeitsprüfung und Schichtdickenmessung ( <b>Tretter</b> ) .....	271
13.11.1	Haftfestigkeitsprüfung .....	271
13.11.2	Schichtdickenmessung .....	272
13.12	Veränderungen der Holzoberfläche durch Witterung und Mikroorganismen ( <b>Huckfeldt</b> ) .....	275
13.12.1	Witterungseinwirkungen .....	275
13.12.2	Schäden durch Mikroorganismen .....	276
13.12.3	Sanierungsmöglichkeiten .....	277
<b>14</b>	<b>Vollholzergänzungen und Holzersatzmaterialien</b> .....	279
14.1	Vollholzergänzungen ( <b>Volmer</b> ) .....	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 ( <b>Daartz</b> ) .....	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(n) .....	290
14.2.7.4	Massive Reparaturen mit Teilersatz durch Passtücke .....	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
<b>15</b>	<b>Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) (Eßmann)</b> .....	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
<b>16</b>	<b>Fensterlüftung – physikalische Grundlagen und praktische Umsetzung (Künzel) .....</b>	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
<b>17</b>	<b>Anhang .....</b>	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