

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einführung	1
2 Anforderungen	5
2.1 Allgemeines	5
2.2 Musterbauordnung MBO	7
2.2.1 Konzept der MBO 2002	7
2.2.2 Neue Einteilung der Gebäudeklassen	7
2.2.3 Berücksichtigung von Konstruktionssystemen aus brennbaren und nichtbrennbaren Bestandteilen	10
2.2.4 Berücksichtigung von hochfeuerhemmenden Bauteilen	10
2.2.5 Holztragkonstruktionen bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4	11
2.2.6 Prüfung von Brandschutznachweisen	13
2.3 Landesbauordnungen LBO	13
2.4 Sonderbau Richtlinien und –verordnungen	14
2.4.1 Allgemeines	14
2.4.2 Muster-Beherbergungsstättenverordnung (MBeVO), Fassung 12/2000	15
2.4.3 Muster-Industriebau Richtlinie (MIndBauRL) Fassung 03/2000	17
2.4.4 Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVkVO) Fassung 09/1995	20
2.4.5 Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättV) Fassung 06/2005	24
2.4.6 Krankenhausbauverordnung (KhBauVO) Fassung 12/1976	27
2.4.7 Brandenburgische Krankenhaus- und Pflegeheim-Bauverordnung (BbgKPBauV) Fassung 02/2003	29
2.4.8 Muster-Schulbau Richtlinie (MSchulbauR) Fassung 07/1998	31
2.5 Muster-Holzbau Richtlinie (M-HFH HolzR) Fassung 07/2004	33
2.5.1 Allgemeines	33
2.5.2 Geltungsbereich	33
2.5.3 Anforderungen an Baustoffe	34
2.5.4 Brandschutzbekleidung	34
2.5.5 Konstruktive Anforderungen an Wände und Decken	36
2.5.6 Konstruktive Anforderungen an Anschlüsse	37
2.5.7 Anforderungen an Öffnungen für Türen, Fenster und sonstige Einbauten	38
2.5.8 Anforderungen an Installationsführungen und elektrische Leitungen	38
2.5.9 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis	39
2.5.10 Bauausführung	39
3 Brandschutzkonzepte	41
3.1 Allgemeines	41

X	Inhaltsverzeichnis
3.2	Baurechtliche Voraussetzungen 43
3.2.1	Der Grundsatz-Paragraph 43
3.2.2	Abweichungen, Ausnahmen und Befreiungen 44
3.2.3	Zustimmungen im Einzelfall. 46
3.2.4	Bestandsschutz 46
3.2.5	Sachverständigenwesen 52
3.3	Brandschutzkonzepte 53
3.3.1	Ziele und Grundlagenermittlung. 53
3.3.2	Aufbau eines Brandschutzkonzeptes 56
3.3.3	Bauliche Maßnahmen 58
3.3.4	Anlagentechnische Maßnahmen. 65
3.3.5	Außenanlagen 75
3.4	Hinweise zur Umsetzung von Brandschutzkonzepten 78
3.5	Gebaute Beispiele 80
3.5.1	Viergeschossiges Wohn- und Geschäftshaus in Wenden. 80
3.5.2	Sanierung und Aufstockung von Mehrfamilienhäusern in Frankfurt 83
4	Baustoffverhalten von Holz und im Holzbau verwendeten Werkstoffen. 89
4.1	Allgemeines 89
4.2	Brandverhalten von Holz und Holzwerkstoffen 90
4.2.1	Brandszenarien 90
4.2.2	Wärmephysikalische Eigenschaften 94
4.2.2.1	Wärmeleitfähigkeit 96
4.2.2.2	Spezifische Wärmekapazität 97
4.2.2.3	Rohdichte 98
4.2.2.4	Wärmedehnung. 99
4.2.3	Abbrandgeschwindigkeiten 100
4.2.3.1	Abbrandverhalten ungeschützter Holzquerschnitte 100
4.2.3.2	Abbrandverhalten anfänglich geschützter Holzquerschnitte 104
4.2.3.3	Abbrandverhalten von Holzwerkstoffen 112
4.2.4	Temperaturentwicklung im Querschnitt 113
4.2.5	Elasto-mechanische Eigenschaften. 115
4.2.5.1	Allgemeines 115
4.2.5.2	Zugfestigkeit 116
4.2.5.3	Druckfestigkeit 117
4.2.5.4	Biegefestigkeit 118
4.2.5.5	Schubfestigkeit 120
4.2.5.6	Steifigkeiten 120
4.3	Brandverhalten von Gipswerkstoffen 123
4.4	Klassifizierung von Holz, Holzwerkstoffen und Gipswerkstoffen 124
4.4.1	Baustoffklassen nach nationalen Regelungen. 124
4.4.2	Brennbarkeitsklassen nach europäischen Regelungen 126

Inhaltsverzeichnis	XI
5 Brandschutznormung im Holzbau	131
5.1 Allgemeines	131
5.2 Sicherheitskonzept und Einwirkungen	131
5.3 Nationale Bemessungsnormen	138
5.3.1 Bemessung auf der Grundlage deterministischer Sicherheitskonzepte	140
5.3.2 Bemessung auf der Grundlage semiprobabilistischer Sicherheitskonzepte	141
5.3.3 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ)	142
5.4 Europäische Bemessungsnormen	143
5.4.1 DIN EN 1995-1-1 und DIN EN 1995-1-2	143
5.4.2 Brandschutzregeln in Europäischen Technischen Zulassungen (ETA)	146
5.5 Experimentelle Nachweise	147
5.5.1 Experimentelle Nachweise für das Brandverhalten von Baustoffen nach DIN EN 13501-1 und DIN 4102-1	147
5.5.2 Experimentelle Nachweise für das Brandverhalten von Bauteilen nach DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2	149
5.5.3 Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse	154
6 Holzbauteile im Brandfall	157
6.1 Allgemeines	157
6.2 Bemessung nach nationalen Vorschriften	158
6.2.1 Bemessungsvorschriften	158
6.2.2 Abbrandtiefen	159
6.2.3 Festigkeiten und Steifigkeiten im Brandfall	160
6.2.4 Bemessungsmethoden für den Brandfall	165
6.2.4.1 Allgemeines	165
6.2.4.2 Träger und Stützen mit konstantem Querschnitt	166
6.2.4.3 Querschnitte aus kombiniertem Brettschichtholz	172
6.2.4.4 Stabilitätsbetrachtungen für den Brandfall	174
6.2.4.5 Gekrümmte Träger und Träger veränderlicher Höhe	175
6.2.4.6 Verstärkungen von Durchbrüchen	177
6.3 Bemessung nach europäischen Vorschriften	178
6.3.1 Bemessungsvorschriften	178
6.3.2 Abbrandtiefen	178
6.3.3 Festigkeiten und Steifigkeiten im Brandfall	179
6.3.4 Bemessungsmethoden für den Brandfall	180
6.3.4.1 Träger und Stützen mit konstantem Querschnitt	180
6.3.4.2 Querschnitte aus kombiniertem Brettschichtholz	181
6.3.4.3 Stabilitätsbetrachtungen für den Brandfall	182
6.3.4.4 Gekrümmte Träger und Träger veränderlicher Höhe	182
6.3.4.5 Verbundbauteile aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen	182

XII		Inhaltsverzeichnis
6.4	Bemessungsbeispiele	183
6.4.1	Brettchichtholzträger mit konstantem Querschnitt (F30-B)	183
6.4.2	Satteldachträger mit geradem Untergurt für den Brandfall (F30-B)	194
6.4.3	Gelenkig gelagerte Stütze für den Brandfall (F30-B)	202
6.5	Bemessungshilfen	213
6.6	Ausblick	225
7	Holzverbindungen im Brandfall	229
7.1	Allgemeines	229
7.2	Verbindungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln	231
7.2.1	Nationale Vorschriften	231
7.2.1.1	Verbindungen mit Stabdübeln und Passbolzen	231
7.2.1.2	Nagelverbindungen	238
7.2.1.3	Bolzenverbindungen	240
7.2.1.4	Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart	240
7.2.1.5	Konstruktive Anforderungen	241
7.2.1.6	Zusätzliche Bedingungen für Verbindungen mit innenliegenden Stahlblechen	244
7.2.1.7	Geschützte Verbindungen	245
7.2.2	Europäische Vorschriften	246
7.2.2.1	Allgemeines	246
7.2.2.2	Ungeschützte Verbindungen	247
7.2.2.3	Geschützte Verbindungen	254
7.2.2.4	Auf Herausziehen beanspruchte Schrauben	257
7.3	Verbindungen mit Stahlteilen	258
7.3.1	Verbindungen mit außenliegenden Stahlblechen	258
7.3.2	Verbindungen mit Stahlblechformteilen	259
7.4	Zimmermannsmäßige Verbindungen	260
7.5	Bemessungsbeispiele	266
7.5.1	Zweischnittige Zugverbindung mit Stabdübeln für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten	266
7.5.2	Anschluss mit innenliegendem Stahlblech und Stabdübeln für eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten	279
7.6	Bemessungshilfen	283
7.7	Ausblick	289
8	Brandschutz von Holzkonstruktionen	293
8.1	Allgemeines	293
8.1.1	Normative Regeln	293
8.1.2	Nachweis der Verwendbarkeit	294

Inhaltsverzeichnis	XIII	
8.2	Wände	296
8.2.1	Wände bis zur Gebäudeklasse 3	296
8.2.2	Wände in der Gebäudeklasse 4	297
8.2.2.1	Allgemeines	297
8.2.2.2	Tragende, aussteifende und raumabschließende Wände	298
8.2.2.3	Wände anstelle von Brandwänden	300
8.2.2.4	Nichttragende Außenwände	301
8.2.3	Konstruktive Anforderungen in der Gebäudeklasse 4.	301
8.2.4	Herstellung und Bauausführung von Bauteilen in der Gebäudeklasse 4.	304
8.2.5	Alternative Lösungen in der Gebäudeklasse 4	304
8.2.6	Erläuterungen zu Wänden in DIN 4102-4, -4/A1 und -22	306
8.3	Decken	332
8.3.1	Grundlagen zum Brandschutznachweis von Decken in Holzbauweise	332
8.3.1.1	Holzbalkendecken.	333
8.3.1.2	Brettstapel und Brettspertholz	333
8.3.1.3	Holz-Beton-Verbund.	334
8.3.2	Decken bis zur Gebäudeklasse 3.	334
8.3.3	Decken in der Gebäudeklasse 4	335
8.3.4	Erläuterungen zu Decken in DIN 4102-4, -4/A1 und -22	337
8.4	Dächer	355
8.4.1	Erläuterungen zu Dächern in DIN 4102-4, -4/A1 und -22	355
8.5	Treppen, Treppenräume und Aufzugsschächte	365
8.5.1	Treppen und Treppenräume	365
8.5.2	Aufzugsschächte	365
8.6	Türen	366
8.7	Haustechnik	366
8.7.1	Einleitung	367
8.7.2	Regelwerke DIN 4102 und MLAR.	368
8.7.3	Installationsführung durch klassifizierte Schächte	368
8.7.4	Installationsführung durch Abschottungen	371
8.7.5	Abgasanlagen	373
8.7.6	Installationsdurchführungen im mehrgeschossigen Holzbau (Gebäudeklasse 4).	375
9	Fassadenbekleidungen aus Holz	379
9.1	Ausgangslage	379
9.2	Definitionen	379
9.2.1	Bestandteile der Fassade	379
9.2.2	Bereiche und Schichten der Außenwandkonstruktion	379
9.3	Brandschutztechnische Grundlagen	381
9.3.1	Brandszenarien an der Außenwand.	381
9.3.2	Brandausbreitung über die Außenwand bei einem Raumbrand	382

XIV

Inhaltsverzeichnis

9.4	Bauordnungsrechtliche Anforderungen an Gebäudeaußenwände	383
9.5	Brandschutztechnisches Schutzziel an Außenwänden	384
9.5.1	Generelles Schutzziel für Außenwände	384
9.5.2	Holzbauspezifische Bestimmungen	384
9.6	Brandversuche mit Holzaußenwandbekleidungen	385
9.6.1	Versuchsprogramm	386
9.6.2	Laborbrandversuche	387
9.6.3	Originalbrandversuche	387
9.6.4	Naturbrandversuche	390
9.6.5	Versuchsergebnisse	392
9.6.6	Weitere Erkenntnisse	395
9.7	Mögliche Brandschutzmaßnahmen.	395
9.7.1	Horizontale Brandschutzmaßnahmen	396
9.7.1.1	Positionierung der Brandsperren.	396
9.7.1.2	Konstruktive Ausführung	397
9.7.1.3	Schürzen	397
9.7.1.4	Obere Abschottung der Hinterlüftung	398
9.7.1.5	Konstruktionen ohne Hinterlüftung	399
9.7.2	Beispiel einer hinterlüfteten Holzfassade mit Nut-und-FederBekleidung . .	400
9.8	Zusammenfassung	403
10	Brandschutz im Bestand.	405
10.1	Allgemeines	405
10.1.1	Brandschutz bei Holzbauten Neubauten und Bestand – Gemeinsamkeiten und Unterschiede	405
10.1.2	Entwicklung des Brandschutzes	407
10.2	Anzuwendende Rechtslage für Brandschutzmaßnahmen im Bestand	409
10.2.1	Bestandsschutz und Denkmalschutz	409
10.2.2	Gefahrbegriffe und Anpassungsverlangen	411
10.2.3	Begriff der Abweichung	413
10.3	Bauliche Belange des Bestandes im Holzbau	415
10.3.1	Vorgehensweise bei der brandschutztechnischen Behandlung des Bestandes	416
10.3.1.1	Konstruktion	416
10.3.1.2	Ausbau	417
10.3.1.3	Bauphysik	418
10.3.1.4	Haustechnik/TGA	419
10.3.1.5	Funktion	420
10.3.2	Differenzierung von Maßnahmen im Bestand	421
10.3.2.1	Sanierung	421
10.3.2.2	Denkmalpflegerische Behandlung	421
10.3.2.3	Instandhaltung.	422

Inhaltsverzeichnis	XV	
10.3.2.4	Instandsetzung	422
10.3.2.5	Nutzungsänderung/Nutzungsintensivierung	423
10.3.2.6	Erneuerung	424
10.4	Zielfunktionen des Brandschutzes im Bestand und deren Umsetzung unter dem besonderen Aspekt des Holzbaus	424
10.4.1	Materialtechnische Möglichkeiten und Grenzen	425
10.4.2	Funktionelle Möglichkeiten und Grenzen	425
10.4.3	Anlagentechnische Möglichkeiten	426
10.4.4	Organisatorische Möglichkeiten	427
10.4.5	Möglichkeiten und Grenzen von Kombinationen und Kompensationen der vorgenannten Varianten	428
10.4.6	Beispiele zur Umsetzung der Schutzziele durch moderne Baustoffe und Bauteile	429
10.4.6.1	Treppenraumabschluss	429
10.4.6.2	Treppenanlage	432
10.5	Besonderheiten des Materialeinsatzes	433
10.5.1	Konstruktionsbauteile	433
10.5.2	Ausbauteile	435
10.5.3	Rettungswege	436
10.6	„Artfremde“ Kompensationsmaßnahmen	436
10.6.1	Wasservernebelung	437
10.6.2	Löschgase	441
10.6.3	Thermische Entlastung durch Nutzungseinschränkung	442
10.6.4	Konkretisierung der Schutzziele	443
10.6.5	Bekleidungen und Opferholz	443
10.6.6	Brand- und Rauchabschnittsbildung	444
10.6.7	Brandmelde- und Haustechnik	446
10.6.7.1	Brandmeldetechnik	447
10.6.7.2	Rauch- und Wärmeabzug	448
10.6.7.3	Rauchfreihaltungsanlagen	449
10.6.8	Nutzungsdauer artfremder Maßnahmen	450
10.6.9	Reversibilität von nachträglichen Maßnahmen	450
10.7	Brandschutz bei Holztreppen in bestehenden Geschosswohnbauten	451
10.7.1	Anforderung an notwendige Treppenräume	452
10.7.2	Problemstellungen und Lösungsmöglichkeiten	452
10.8	Brandschutz bestehender Holzbalkendecken in Geschosswohnbauten	456
10.9	Hinweise für Brandschutzkonzepte beim Bauen im Bestand	458
10.9.1	Besonderheiten	458
10.9.2	Brandschutz bei Fachwerkgebäuden	458
10.9.2.1	Wände	458
10.9.3	Beantragung von Abweichungen	459
10.9.4	Haftungsfragen, Risiken, Möglichkeiten	460

XVI	Inhaltsverzeichnis
10.10	Praxisbeispiele 461
10.10.1	Sanierung und Erweiterung einer Grundschule (2007–2008). 461
10.10.2	Sanierung und Umbau eines Altenpflegeheimes (2002–2004). 465
11	Brandschutzbeschichtungen und Flammschutzadditive für Holz und Holzwerkstoffe. 475
11.1	Prozess der Verbrennung von Holz. 475
11.2	Schutz von Holzwerkstoffen. 477
11.2.1	Anorganisch gebundene Holzwerkstoffe 477
11.2.2	Flammschutzadditive 479
11.3	Schutz von Vollholz 482
11.3.1	Dämmschichtbildende Beschichtungen 482
11.3.2	Prinzipielle Wirkungsweise von Dämmschichtbildnern. 484
11.3.3	Hinweise für die Praxis. 485
	Regelwerke 487
	Stichwortverzeichnis 497
Anhang A	Nachweis von Holzbauteilen und Verbindungen für den Brandfall nach DIN 4102-4:1994-03 in Verbindung mit DIN 4102-4/A1:2004-11 und DIN 4102-22:2004-11 A1
Anhang B	Übersicht allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse und Zulassungen B1
Anhang C	Bauteilanforderungen nach LBO und Sonderbauvorschriften (auf beigefügter CD)
Anhang D	Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse und Zulassungen (auf beigefügter CD)
Anhang E	Bemessungshilfen für Bauteile und Verbindungen (auf beigefügter CD)