

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Allgemeines.....	11
1.2	Brandschutz.....	12
1.2.1	Definitionen.....	12
1.2.2	Technische Brandschutzmaßnahmen	13
1.2.3	Organisatorische Brandschutzmaßnahmen	13
1.3	Ziele des Brandschutzes	14
1.4	Brandursachen.....	15
1.5	Brandrisiko	16
1.6	Brandschutzplanung – Interessen und Aufgaben.....	22
1.7	Literatur zum Kapitel 1	28
2	Brandschutzkonzepte als Grundlage für den baulichen Brandschutz....	30
2.1	Stand der Erkenntnisse	30
2.2	Anforderungen an zielorientierte Brandschutzkonzepte.....	32
2.3	Spezielle Gesichtspunkte für Brandschutzkonzepte von Sonderbauten	36
2.3.1	Allgemeines.....	36
2.3.2	Brandschutzplanung	37
2.3.3	Brandabschnitte und Rauchabschnitte	37
2.3.4	Baustoffe und Brandbelastung	38
2.3.5	Kommunikation, Rettungswege, Treppenträume und Aufzüge.....	39
2.3.6	Entrauchungskonzept und Anlagen für die Entrauchung.....	39
2.3.7	Brandmeldekonzep.....	40
2.3.8	Löschanlagenkonzept.....	40
2.3.9	Löschwasserkonzept	40
2.3.10	Evakuierung und Panikreaktionen	41
2.3.11	Technische Dokumentation.....	41
2.3.12	Gefahrenabwehr	42
2.4	Brandschutzkonzept nach BauPrüfVO NW	42
2.5	Schlussfolgerungen	44
2.6	Literatur zum Kapitel 2	45
3	Brandschutzanforderungen nach bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften	47
3.1	Einführung.....	47

3.2	Grundanforderungen der MBO 2002	49
3.3	Bauprodukte und Bauarten nach MBO 2002	54
3.4	Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen nach MBO 2002	56
3.4.1	Brandverhalten von Baustoffen.....	56
3.4.2	Brandverhalten von Bauteilen.....	56
3.4.3	Tragende Wände und Stützen nach § 27 MBO.....	57
3.4.4	Außenwände, Brüstungen und Schürzen nach § 28 MBO.....	58
3.4.5	Trennwände nach § 29 MBO	58
3.4.6	Brandwände nach § 30 MBO	58
3.4.7	Decken nach § 31 MBO	61
3.4.8	Dächer nach § 32 MBO.....	61
3.4.9	Erster und zweiter Rettungsweg nach § 33 MBO.....	62
3.4.10	Treppen nach § 34 MBO	62
3.4.11	Notwendige Treppenräume, Ausgänge nach § 35 MBO	62
3.4.12	Notwendige Flure, offene Gänge nach § 36 MBO.....	63
3.4.13	Fenster, Türen, sonstige Öffnungen nach § 37 MBO	64
3.4.14	Umwehrungen nach § 38 MBO	64
3.4.15	Aufzüge nach § 39 MBO	64
3.4.16	Leitungsanlagen, Installationsschächte und -kanäle nach § 40 MBO	66
3.4.17	Lüftungsanlagen nach § 41 MBO	66
3.4.18	Feuerungsanlagen, sonstige Anlagen zur Wärmeerzeugung nach §42 MBO.....	66
3.5	Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen (Fassung: 2007/02)	67
3.5.1	Vorbemerkungen.....	67
3.5.2	Technische Regeln für die Planung, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen und ihrer Teile.....	68
3.6	Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt).....	77
3.6.1	Allgemeine Regelungen	77
3.6.2	Bauregelliste A Teile 1, 2 und 3.....	78
3.6.3	Bauregelliste B	80
3.6.4	Liste C	81
3.6.5	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen.....	82
3.6.6	Europäische technische Zulassungen.....	82
3.6.7	Nachweise, Prüfungen und Überwachung	82
3.6.8	Brandschutztechnische Anforderungen in bauaufsichtlichen Verwendungsvorschriften gemäß Anlage 0.1.1 und 0.2.1 zur Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 2006/01	83
3.7	Literatur zum Kapitel 3	86
4	Nachweis des Brandschutzes in Europa.....	88
4.1	Bauproduktenrichtlinie.....	88
4.2	Grundlagendokument Nr. 2 – Brandschutz.....	91
4.2.1	Grundsätzliche Vorgehensweise	91

4.2.2	Bauteilklassifizierung.....	100
4.2.3	Baustoffklassifizierung	105
4.2.4	Klassifizierung von Bedachungen.....	109
4.2.5	Klassifizierung nichtbrennbarer Baustoffe durch Entscheidung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft	110
4.2.6	Brandschutzprüfungen für Bauteile und Baustoffe.....	112
4.3	Brandschutzbemessung nach Eurocodes.....	118
4.4	Literatur zum Kapitel 4	123
5	Reale Brände und Prüfbrandkurven.....	124
5.1	Einführung.....	124
5.2	Brandentstehung.....	125
5.2.1	Bedingungen für die Brandentstehung.....	125
5.2.2	Zündtemperatur und Mindestverbrennungstemperatur.....	126
5.3	Physikalische und chemische Vorgänge beim Brand	128
5.3.1	Allgemeines.....	128
5.3.2	Der Verbrennungsvorgang	129
5.4	Grundlagen der Verbrennungsprozesse	131
5.5	Flammenbildung und Feuerplumes	138
5.6	Flammenausbreitung nach der Entzündung	141
5.7	Natürlicher Ablauf von Bränden	145
5.8	Brandmodelle nach den Technischen Vorschriften und Normen	151
5.9	Literatur zum Kapitel 5	157
6	Nachweis des baulichen Brandschutzes im Industriebau nach DIN 18 230-1 und der Industriebaurichtlinie.....	160
6.1	Brandsimulation mittels Wärmebilanzrechnung.....	160
6.1.1	Einführung.....	160
6.1.2	Grundlagen der Wärmebilanzrechnung mit Mehrraum-Zonenmodellen.....	161
6.2	Berechnung der äquivalenten Branddauer nach DIN 18230-1	165
6.3	Berechnung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer nach DIN 18 230-1	170
6.4	Rechnerische Brandbelastung q_R	172
6.5	Abbrandfaktor m	174
6.6	Umrechnungsfaktor c	174
6.7	Wärmeabzugsfaktor w	175
6.8	Sicherheitsbeiwert γ und Beiwert δ	178

6.9	Zusatzbeiwert α_L	180
6.10	Anforderungen an die Bauteile sowie Größe der Brandbekämpfungsabschnitte nach der MIndBauRL	181
6.10.1	Grundsätze	181
6.10.2	Brandsicherheitsklassen und Bauteile für Brandbekämpfungsabschnitte nach MIndBauRL	183
6.10.3	Berechnung der Flächen von Brandbekämpfungsabschnitten BBA	187
6.10.4	Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach der MIndBauRL	191
6.10.5	Maximale Flächen von Brandbekämpfungsabschnitten erdgeschossiger Industriebauten ohne Bemessung der tragenden Bauteile nach MIndBauRL	192
6.11	Literatur zum Kapitel 6	194
7	Brandverhalten von Baustoffen	196
7.1	Vorbemerkungen zum Brandverhalten von Baustoffen	196
7.2	Beurteilung der Brennbarkeit von Baustoffen	197
7.3	Zuordnung der Brennbarkeitsklassen von Bauteilen zur Gebäudeklasse	203
7.4	Literatur zum Kapitel 7	208
8	Temperatureigenschaften von Konstruktionsbaustoffen	210
8.1	Einführung	210
8.2	Temperaturverhalten von Beton	211
8.2.1	Festigkeit, E-Modul und Temperaturdehnungen von Beton	211
8.2.2	Temperaturverhalten von Beton unter Brandbeanspruchung	218
8.2.3	Temperatureigenschaften von Beton nach Eurocode 2	225
8.3	Berechnung der Temperaturverteilungen in Stahlbetonbauteilen bei Brandbeanspruchung	227
8.3.1	Grundlagen der Temperaturberechnung und thermische Eigenschaften von Beton	227
8.3.2	Thermische Eigenschaften von Beton nach Eurocode 2	233
8.3.3	Vergleich berechneter Bauteiltemperaturen mit Messergebnissen aus Brandversuchen	234
8.4	Temperaturverteilungen in Stahlbetonbauteilen	236
8.4.1	Temperaturverteilung bei einseitig beanspruchten Betonwänden	236
8.4.2	Temperaturverteilung in dreiseitig beanspruchten Betonbalken	238
8.4.3	Temperaturverteilung in Stützen	240
8.5	Temperaturverhalten von Bau- und Betonstahl sowie Spannstahl	241
8.5.1	Allgemeines zum Verhalten von Stahlbauteilen im Brandfall	241
8.5.2	Warmkriechverhalten von Beton- und Spannstählen und Werte crit T nach DIN 4102 Teil 4	243
8.5.3	Festigkeit und Spannungs-Dehnungs-Beziehungen von Spannstählen	248

8.5.4	Thermische Dehnungen von Beton- und Spannstählen	250
8.5.5	Temperatureigenschaften von Betonstahl nach Eurocode 2	251
8.5.6	Thermische Eigenschaften von Baustahl	253
8.5.7	Thermische Eigenschaften von Baustahl nach Eurocode 3	256
8.5.8	Berechnung der Temperaturen in Stahlbauteilen	258
8.6	Temperaturverhalten von Holz	259
8.6.1	Allgemeines	259
8.6.2	Abbrandgeschwindigkeit von Holz	262
8.6.3	Festigkeit, E-Modul und thermische Dehnung von Holz	265
8.6.4	Thermische Eigenschaften von Holz	266
8.7	Temperaturverhalten von Mauerwerk	268
8.7.1	Vorbemerkung	268
8.7.2	Mechanische Temperatureigenschaften von Porenbeton	269
8.7.3	Thermische Eigenschaften von Porenbeton	271
8.7.4	Temperaturberechnungen für Porenbetonwände	273
8.8	Literatur zum Kapitel 8	276
9	Brandverhalten von Bauteilen	280
9.1	Feuerwiderstandsklassen	280
9.2	Klassifizierung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen	280
9.3	Einflüsse auf den Feuerwiderstand von Bauteilen	284
9.4	Nachweis der Feuerwiderstandsklasse	287
9.4.1	Grundlagen	287
9.4.2	Brandversuche nach DIN EN 1363-1 und -2 – Versuchseinrichtungen, Probekörper, alternative Verfahren	288
9.4.3	Durchführung von Brandversuchen	289
9.5	Bauteile mit genormter Feuerwiderstandsklasse	292
9.5.1	Vorbemerkungen	292
9.5.2	Klassifizierung nach DIN 4102-4/+A1:2004-11 bzw. DIN 4102-22:2004-11	293
9.5.3	Klassifizierte Wände – Grundlagen	293
9.5.3.1	Grundlagen der Klassifizierung	293
9.5.3.2	Wandarten, Wandfunktionen	294
9.5.3.3	Wanddicken, Wandhöhen	297
9.5.3.4	Bekleidungen, Dampfsperren	297
9.5.3.5	Zweischalige Wände	297
9.5.4	Einbauten und Installationen in Wänden	297
9.6	Klassifizierte Massivbauteile aus Stahlbeton und Mauerwerk	299
9.6.1	Stahlbetonwände und -stützen	299
9.6.2	Balken und Decken aus Stahlbeton	303
9.6.3	Bauteile aus hochfestem Beton	307
9.6.4	Feuerwiderstandsklassen von Wänden, Pfeilern und Wandabschnitten aus Mauerwerk	308

9.6.4.1	Grundlagen der Bemessung	308
9.6.4.2	Bemessung nach DIN 4102-4/+A1:2004-11	310
9.7	Anschlüsse von Wänden und Decken.....	315
9.8	Brandschutzbekleidungen für klassifizierte Bauteile.....	320
9.9	Klassifizierte Stahlbauteile nach DIN 4102-4 und nach Zulassung.....	324
9.9.1	Grundlagen zur Bemessung von Stahlbauteilen	324
9.9.2	U/A-Wert-Berechnung von Stahlstützen und Stahlunterzügen	325
9.9.3	Brandschutzbekleidungen für Stahlunterzüge.....	327
9.9.4	Bekleidungsdicken für Stahltragwerke mit geforderter Feuerwiderstandsklasse.....	328
9.9.5	Konstruktionsgrundsätze.....	328
9.9.6	Stahlbeschichtung mit Dämmschichtbildnern.....	331
9.10	Klassifizierte Holzbauteile	333
9.10.1	Grundlagen	333
9.10.2	Feuerwiderstandsklassen von Holzbauteilen	334
9.10.3	Vereinfachtes Verfahren zur Bemessung mit ideellen Restquerschnitten ...	334
9.10.4	Genaueres Verfahren der Bemessung mit reduzierter Festigkeit und Steifigkeit nach DIN 4102-4/+A1:2004-11	336
9.10.5	Klassifizierte Holztafelwände und Verbindungen	341
9.11	Literatur zum Kapitel 9	347
10	Brandverhalten von Sonderbauteilen	350
10.1	Allgemeines.....	350
10.2	Brandwände – Grundlagen.....	352
10.2.1	Grundlagen	352
10.2.2	Anwendungsbereich	354
10.2.3	Randbedingungen.....	354
10.2.4	Bauteilbildung gemäß DIN 4102-4/+A1:2004/11	359
10.3	Nichttragende Außenwandbauteile	361
10.4	Feuerschutzabschlüsse	364
10.4.1	Allgemeines.....	364
10.4.2	Feuerschutztüren und -tore.....	365
10.5	Brandschutzklappen	370
10.6	Lüftungsleitungen und Wanddurchführungen	372
10.7	Kabelabschottungen	375
10.8	Brandschutzverglasungen	379
10.9	Elektrische Installationsanlagen mit Funktionserhalt	384
10.10	Rohrleitungen und Rohrdurchführungen	384
10.11	Installationsschächte und -kanäle.....	386

10.12	Bedachungen	388
10.13	Literatur zum Kapitel 10	392
11	Maßnahmen gegen die Ausbreitung von Feuer und Rauch.....	395
11.1	Brandschutz durch räumliche Trennung	395
11.2	Brandschutz durch Abschottung	395
11.2.1	Brandwände.....	395
11.2.2	Brandabschnitte in Gebäuden	397
11.2.3	Anforderungen an Brandwände	400
11.2.4	Anschlüsse und Abschlüsse von Brandwänden	401
11.2.5	Öffnungen in Brandwänden	405
11.3	Sonstige Brandabschnitte oder feuerbeständige Bereiche	405
11.4	Brandschutztechnische Unterteilung durch Komplextrennwände	405
11.5	Literatur zum Kapitel 11	408
12	Maßnahmen zur Personenrettung – Rettungswege	409
12.1	Grundanforderungen an Rettungswege	409
12.2	Anforderungen an Treppen	417
12.3	Rettungswege nach der Muster-Hochhaus-Richtlinie (MHHR)	422
12.4	Anforderungen an die Lage und Zugänglichkeit von Gebäuden	425
12.5	Literatur zum Kapitel 12	426
13	Grundlagen der rechnerischen Nachweisverfahren für Bauteile im Brandfall nach Eurocode.....	428
13.1	Vorbemerkungen.....	428
13.2	Zuverlässigkeitsnachweis gemäß dem semiprobabilistischen Sicherheitskonzept nach EN 1990	430
13.3	Bemessungsgrundlagen nach EN 1991-1-2: Allgemeine Einwirkungen.....	432
13.4	Beispiele für Lastannahmen.....	435
13.4.1	Charakteristische Einwirkungen für ein Bürogebäude	435
13.4.2	Träger auf zwei Stützen für ein Einkaufszentrum.....	436
13.4.3	Träger auf zwei Stützen für ein Dachtragwerk	436
13.4.4	Näherungslösungen für Lastannahmen	436
13.5	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffkennwerte	440
13.6	Thermische Einwirkungen nach EN 1991-1-2.....	441
13.6.1	Temperatur-Zeit-Beziehungen	441
13.6.2	Äquivalente Normbranddauer.....	442

13.6.3	Parametrische Temperatur-Zeitkurven.....	443
13.6.4	Zonenmodelle.....	443
13.6.5	Lokale Temperaturberechnungen.....	445
13.6.6	CFD-Modelle	450
13.6.7	Beispiel für ein lokales Brandereignis im Parkhaus	450
13.7	Bauteilberechnungen.....	451
13.7.1	Auswahl der Berechnungsmethode.....	451
13.7.2	Berechnungsmethoden nach EN 1991-1-2.....	453
13.7.3	Beziehung zwischen dem Berechnungsmodell und dem analysierten Tragwerksteil.....	455
13.7.4	Last-, Zeit- oder Temperatur-Bereich für nominelle Brände.....	456
13.8	Literatur zum Kapitel 13	458
14	Bemessung von Stahlbetontragwerken nach Eurocode 2.....	461
14.1	Allgemeine Grundlagen	461
14.2	Tabellarische Daten nach EN 1992-1-2	461
14.3	Berechnungsmethoden nach EN 1992-1-2.....	462
14.3.1	Einführung.....	462
14.3.2	Anwendungsbeispiel: Berechnung einer Kragstütze nach EC 2, Abschnitt 5.3	463
14.3.3	Anwendungsbeispiel: Stütze – nach der 500 °C-Isothermen-Methode	467
14.3.4	Anwendungsbeispiel: Stütze – Methode der Zonenmodellierung	470
14.3.5	Vereinfachte Berechnungsmethode nach Momenten-Krümmungs- Beziehungen	471
14.3.6	Fortgeschrittene Berechnungsverfahren.....	472
14.4	Literatur zum Kapitel 14	477
15	Bemessung von Stahlbauteilen nach Eurocode 3	479
15.1	Allgemeine Grundsätze.....	479
15.2	Materialmodell für Baustahl nach EN 1993-1-2.....	479
15.3	Temperaturmodell für Stahlbauteile	482
15.3.1	Unbekleidete Stahlprofile.....	482
15.4	Erwärmung von Stahlbauteilen im Brandfall.....	483
15.4.1	Wärmestrom und Wärmeübergang	483
15.4.2	Ummantelte Stahlprofile	485
15.5	Mechanische Modelle unter Berücksichtigung des Brandangriffes.....	488
15.6	Beispiele nach EN 1993-1-2	489
15.6.1	Druckbeanspruchte Stahlstütze	489
15.6.1.1	Tragfähigkeit einer Stahlstütze mit ungeschütztem Querschnitt nach 30 min Branddauer	490
15.6.1.2	Stahlstütze ummantelt mit Brandschutzplatten.....	491

15.7	Literatur zum Kapitel 15	492
16	Bemessung von Verbundbauteilen nach Eurocode 4.....	494
16.1	Allgemeine Grundsätze	494
16.2	Brandschutztabellen und prinzipielle Angaben nach EC 4.....	494
16.3	Vereinfachte Berechnungsverfahren	499
16.3.1	Bemessungsmethoden für Platten und Balken	499
16.3.2	Verbundplatten mit ungeschütztem Stahlblech.....	500
16.3.3	Verbundbauteile mit ungeschützten Stahlprofilen.....	500
16.3.4	Verbundstützen	501
16.4	Berechnungsbeispiele nach Eurocode 4.....	502
16.5	Literatur zum Kapitel 16	509
17	Bemessung von Holzbauteilen nach Eurocode 5.....	510
17.1	Allgemeine Grundsätze	510
17.2	Grundlage des vereinfachten Berechnungsmodells für Holzbauteile	510
17.3	Berechnungsmodell nach EN 1995-1-2	510
17.3.1	Mechanische Eigenschaften	510
17.3.2	Abbrandraten nach EN 1995-1-2	511
17.3.3	Feuerwiderstand von Holzbauteilen.....	511
17.4	Anwendungsbeispiel – Holzleimbinder	513
17.5	Berechnungsbeispiel – Vollholzbalken.....	514
17.6	Literatur zum Kapitel 17	516
18	Bemessung von Mauerwerksbauten nach Eurocode 6	517
18.1	Allgemeine Grundlagen	517
18.2	Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer von Mauerwerkswänden anhand von Tabellenwerten	518
18.3	Berechnungsmethoden nach EN 1996-1-2.....	523
18.3.1	Anwendungsbereich	523
18.3.2	Vereinfachte Bemessungsverfahren – Zonenmethode	523
18.3.3	Fortgeschrittene Bemessungsverfahren	528
18.4	Literatur zum Kapitel 18	531
19	Stichwortverzeichnis	532