

XII f 6.3

# Beton Brandschutz Handbuch

Von Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. K. Kordina  
und Dr.-Ing. C. Meyer-Ottens

Institut f. Massivbau  
der Techn. Hochschule Darmstadt

lev.-Nr. 9549

**Beton-Verlag** GmbH

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil I Grundlagen</b>	13
<b>1. Einleitung</b>	14
<b>2. Temperaturen bei Bränden – Brandrisiken</b>	19
<b>3. Technische Baubestimmungen</b>	24
3.1. Die Entwicklung von DIN 4102	24
3.2. DIN 4102 Teil 1 – Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen	26
3.2.1. Allgemeines, Baustoffklassen	26
3.2.2. Baustoffe Klasse A	27
3.2.3. Baustoffe Klasse B	30
3.2.4. Kennzeichnung	31
3.3. DIN 4102 Teil 2 – Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen	31
3.3.1. Allgemeines, Feuerwiderstandsklassen, Benennungen	31
3.3.2. Anforderungen an Bauteile	32
3.3.3. Sonderanforderungen bei bestimmten Bauteilen	35
3.3.4. Prüfung von Wänden	37
3.3.5. Prüfung von Decken	39
3.3.6. Prüfung von Balken	41
3.3.7. Prüfung von Stützen	42
3.3.8. Prüfung von Zuggliedern	46
3.3.9. Prüfung von Treppen	46
3.4. DIN 4102 Teil 3 – Brandwände und nichttragende Außenwände; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen	46
3.4.1. Allgemeines	46
3.4.2. Brandwände	46
3.4.3. Nichttragende Außenwände	48
3.4.3.1. Begriffe, Feuerwiderstandsklassen, Benennungen	48
3.4.3.2. Bauarten, Prüfungen	49
3.4.3.3. Anforderungen	50
3.5. DIN 4102 Teile 5–8	51
3.6. Sonstige Normen und Richtlinien	52
3.7. Normentwürfe	52
3.7.1. DIN 18 230 – Baulicher Brandschutz im Industriebau	52
3.7.2. DIN 18 232 – Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	56
3.7.3. DIN 18 231 – Brandschutz für Gesamtkonstruktionen	56
<b>4. Bauaufsichtliche Brandschutzvorschriften</b>	58
4.1. Übersicht	58
4.2. Landesbauordnungen (Durchführungsverordnungen)	59
4.2.1. Entstehung und Unterschiede	59
4.2.2. Grundsatzforderungen in den Landesbauordnungen	62
4.2.3. Einzelanforderungen in der Bauordnung des Landes Nordrhein-Westfalen	63
4.2.4. Verknüpfung der Landesbauordnungen mit Technischen Baubestimmungen – Einföhrungserlasse zu DIN 4102	70
4.2.5. Tabellarische Übersicht über Brandschutzforderungen an Baustoffe und Bauteile im normalen Hochbau nach der BauO NW	74
4.2.6. Ausnahmen und Befreiungen	75

4.3.	Richtlinien für die Verwendung brennbarer Baustoffe im Hochbau	79
4.3.1.	Allgemeines	79
4.3.2.	Bekleidungen, Dämmschichten u. ä.	81
4.3.3.	Bedachungen einschließlich Dämmschichten unter Bedachungen	81
4.3.4.	Rohrleitungen aus brennbaren Baustoffen	81
4.3.5.	Installationsschächte und -kanäle	84
4.4.	Anforderungen an bauliche Anlagen besonderer Art oder Nutzung	85
4.4.1.	Grundlagen nach den Landesbauordnungen	85
4.4.2.	Brandschutzbestimmungen nach der Geschäftshausverordnung	86
4.4.3.	Brandschutzbestimmungen nach der Versammlungsstättenverordnung	88
4.4.4.	Brandschutzbestimmungen nach der Garagenverordnung	92
4.4.5.	Industriebauverordnung	94
4.4.6.	Brandschutzbestimmungen nach den „Hochhausrichtlinien“	95
4.5.	Sonstige Brandschutzvorschriften	96
<b>5.</b>	<b>Baustoffkennwerte nach DIN 4102 von im Betonbau verwendeten Baustoffen</b>	<b>98</b>
5.1.	Baustoffklassen nach DIN 4102 Teil 1	98
5.1.1.	Beton nach DIN 1045	98
5.1.2.	Beton-Steine und -Platten	101
5.1.3.	Schüttbeton, Gasbeton, Asbestzementplatten, Zwischenbauteile aus Ziegeln	105
5.1.4.	Mörtel, Putze, Beschichtungen, Fugendichtungsmassen	106
5.1.5.	Kunststoff-Betone	107
5.1.5.1.	EPS-Betone	107
5.1.5.2.	Sonstige Betone	109
5.1.6.	Holzwohle-Leichtbauplatten sowie Schalungssteine und -elemente aus Holzwohle-Leichtbauplattenmaterial	109
5.1.7.	Gipskarton-Bauplatten	110
5.1.8.	Schal- und Füllkörper aus brennbaren Bestandteilen	111
5.1.9.	Baustoffklassen bei Verbundwirkung	112
5.2.	Sonstige Kennwerte	112
<b>6.</b>	<b>Hochtemperaturverhalten von Beton</b>	<b>113</b>
6.1.	Allgemeines	113
6.2.	Druckfestigkeit und Elastizitätsmodul	114
6.3.	Zwängungskräfte bei dehnungsbehindertem Beton	115
6.4.	Verformungen einachsiger belasteter Betonkörper unter instationärer Wärmebeanspruchung	118
6.4.1.	Allgemeines	118
6.4.2.	Gesamtverformungen	119
6.4.3.	Kritische Betontemperaturen	120
6.5.	Thermische Dehnung von Beton	122
6.6.	Zugfestigkeit	123
6.7.	Schlußbetrachtung zum Hochtemperaturverhalten von Beton	125
<b>7.</b>	<b>Hochtemperaturverhalten von Stahl</b>	<b>126</b>
7.1.	Allgemeines	126
7.2.	Hochtemperaturverhalten von Beton- und Spannstählen	126
7.2.1.	Hochtemperaturfestigkeit (Warmzerreißverhalten)	126
7.2.2.	Hochtemperatorelastizität	128
7.2.3.	Thermische Dehnung	128

7.2.4.	Warmkriechverhalten	128
7.2.5.	Kritische Stahltemperaturen nach DIN 4102 Teil 4	130
7.3.	Hochtemperaturverhalten von Baustählen	132
7.3.1.	Hochtemperaturfestigkeit (Warmzerreiverhalten)	132
7.3.2.	Hochtemperaturrelastizitt	132
7.3.3.	Warmkriechverhalten	133
<b>8.</b>	<b>Temperaturverteilung in Stahlbetonbauteilen bei Brandbeanspruchung</b>	<b>135</b>
8.1.	Grundlagen	135
8.2.	Numerische Lösungsmethoden	138
8.3.	Vergleich berechneter Bauteiltemperaturen mit Meßergebnissen aus Brandversuchen	140
8.4.	Beispiele für Temperaturverteilungen	141
8.4.1.	Temperaturverteilung in einseitig beanspruchten Platten bzw. Scheiben	141
8.4.2.	Temperaturverteilung in zweiseitig beanspruchten Scheiben	142
8.4.3.	Temperaturverteilung in drei- und vierseitig beanspruchten Balken	144
8.4.3.1.	Beanspruchungsart	144
8.4.3.2.	Temperaturen in Balken mit Rechteckquerschnitt	144
8.4.3.3.	Temperaturen in Balken mit I-Querschnitt	150
8.4.4.	Temperaturverteilung in Stützen	150
<b>9.</b>	<b>Versagensarten bei brandbeanspruchten Stahlbetonbauteilen</b>	<b>152</b>
9.1.	Übersicht	152
9.2.	Versagen der Zugzone	152
9.2.1.	Versagen durch Biegebruch	152
9.2.2.	Versagen durch Lösen des Verbundes	154
9.3.	Versagen durch Schub- oder Torsionsbruch	157
9.4.	Versagen der Druckzone	158
9.5.	Versagen durch Abplatzungen	160
9.5.1.	Abplatzungen bei Normalbetonen	160
9.5.1.1.	Abplatzarten und -ursachen	160
9.5.1.2.	Auswirkungen von explosionsartigen Abplatzungen	161
9.5.1.3.	Versuchserfahrungen	164
9.5.2.	Abplatzungen bei Leichtbetonen	165
9.5.2.1.	Übersicht	165
9.5.2.2.	Vorläufige Folgerungen für die Praxis	166
9.6.	Versagen durch berschreiten der zulässigen Temperaturerhöhung auf der dem Feuer abgekehrten Seite	167

## Teil II Anwendung

<b>Bemessung von Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen in brandschutztechnischer Hinsicht</b>	<b>169</b>
Hinweise zu Teil II	170
Abschnittsnumerierung, lebende Kolumnen, Seitenhinweise	171
<b>1 Einleitung</b>	<b>172</b>
<b>2 DIN 4102 – Schnellnachweis für Regelfälle des Ortbetonbaus</b>	<b>173</b>

<b>3</b>	<b>Klassifizierte Betonbauteile mit Ausnahme von Wänden</b>	
	(Klassifizierte Wände siehe Abschnitt 4)	174
3.1	Allgemeines zur Bemessung von Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen	174
3.1.1	Normalbeton	174
3.1.2	Kritische Temperatur $\text{crit } T$ des Bewehrungsstahls	176
3.1.3	Achsabstand der Bewehrung	178
3.1.4	Betondeckung der Bewehrung	178
3.1.5	Putzbekleidungen	180
3.2	Feuerwiderstandsklassen statisch bestimmt gelagerter Stahlbeton- und Spannbetonbalken aus Normalbeton	186
3.2.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	186
3.2.2	Mindestquerschnittsabmessungen von maximal 3seitig beanspruchten Balken	186
3.2.3	Mindestquerschnittsabmessungen von 4seitig beanspruchten Balken	186
3.2.4	Mindestachsabstände sowie Mindeststabzahl der Bewehrung von 1- bis 4seitig beanspruchten Balken	194
3.3	Feuerwiderstandsklassen statisch unbestimmt gelagerter Stahlbeton- und Spannbeton-Balken aus Normalbeton	206
3.3.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	206
3.3.2	Mindestquerschnittsabmessungen von maximal 3seitig beanspruchten Balken	206
3.3.3	Mindestquerschnittsabmessungen von 4seitig beanspruchten Balken	206
3.3.4	Mindestachsabstände sowie Mindeststabzahl der Bewehrung von maximal 3seitig beanspruchten Balken	206
3.3.5	Mindestachsabstände und Mindeststabzahlen der Bewehrung von 4seitig beanspruchten Balken	207
3.4	Feuerwiderstandsklassen statisch bestimmt gelagerter Balken aus Gasbeton mit Rechteckquerschnitt bei maximal 3seitiger Brandbeanspruchung	216
3.4.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	216
3.4.2	Mindestquerschnittsabmessungen	216
3.4.3	Mindestachsabstände und Mindeststabzahl der Bewehrung	216
3.5	Feuerwiderstandsklassen von Decken aus Stahlbeton- und Spannbetonplatten aus Normalbeton	218
3.5.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	218
3.5.2	Mindestdicken von Platten ohne Hohlräume	219
3.5.3	Mindestdicken von Platten mit Hohlräumen	219
3.5.4	Mindestachsabstand der Bewehrung von frei aufliegenden Platten	226
3.5.5	Mindestachsabstände der Bewehrung durchlaufender oder eingespannter sowie punktförmig gestützter Platten	227
3.6	Feuerwiderstandsklassen von Decken aus Stahlbetonhohldielen und Gasbetonplatten	238
3.6.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	238
3.6.2	Mindestdicken von Stahlbetonhohldielen und Gasbetonplatten	238
3.6.3	Mindestachsabstand der Bewehrung von Stahlbetonhohldielen und Gasbetonplatten	239
3.7	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbetondecken aus Fertigteilen aus Normalbeton	244
3.7.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	244
3.7.2	Decken aus Fertigteileplatten	244
3.7.3	Plattenbalken- und Rippendecken aus Fertigteilen	244
3.8	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Rippendecken aus Normalbeton ohne Zwischenbauteile	247
3.8.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung	247
3.8.2	Randbedingungen	247

3.9	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Plattenbalkendecken aus Normalbeton . . . . .	256
3.9.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	256
3.9.2	Randbedingungen . . . . .	256
3.10	Feuerwiderstandsklassen von Stahlsteindecken . . . . .	265
3.10.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	265
3.10.2	Randbedingungen . . . . .	265
3.11	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Balkendecken sowie entsprechenden Rippendecken jeweils aus Normalbeton mit Zwischenbauteilen . . . . .	266
3.11.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	266
3.11.2	Randbedingungen . . . . .	266
3.12	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetondecken in Verbindung mit im Beton eingebetteten Stahlträgern . . . . .	272
3.12.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	272
3.12.2	Decken ohne Zwischenbauteile . . . . .	272
3.12.3	Hourdisdecken . . . . .	273
3.13	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetondächern aus Normalbeton . . . . .	277
3.14	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetonstützen einschließlich Konsolen aus Normalbeton . . . . .	288
3.14.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	288
3.14.2	Randbedingungen . . . . .	288
3.15	Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Zuggliedern aus Normalbeton . . . . .	306
3.15.1	Geltungsbereich, Brandbeanspruchung . . . . .	306
3.15.2	Randbedingungen . . . . .	306
<b>4</b>	<b>Klassifizierte Wände . . . . .</b>	<b>309</b>
4.1	Allgemeines zur Bemessung von Wänden . . . . .	309
4.2	Feuerwiderstandsklassen von Beton- und Stahlbetonwänden aus Normalbeton . . . . .	320
4.3	Feuerwiderstandsklassen von nichttragenden Wänden aus Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge . . . . .	337
4.4	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Mauerwerk und Wandbauplatten einschließlich von Pfeilern und Stützen . . . . .	338
4.5	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge . . . . .	338
4.6	Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus bewehrtem Gasbeton . . . . .	348
4.7	Brandwände . . . . .	351
<b>5</b>	<b>Brandschutztechnische Bemessung von Treppen . . . . .</b>	<b>367</b>
<b>6</b>	<b>Brandschutz durch Bekleidungen . . . . .</b>	<b>369</b>
6.1	Allgemeines . . . . .	369
6.2	Bemessung von Stahlträgerdecken mit Träger-Bekleidungen . . . . .	369
6.3	Bemessung von Stahlstützen mit Beton-Bekleidungen u.ä. . . . .	370
6.4	Bemessung von Stahl-Zuggliedern mit Beton-Bekleidungen . . . . .	371
6.5	Feuerwiderstandsklassen von Stahlträger- und Stahlbetondecken mit Unterdecken . . . . .	372
<b>7</b>	<b>Brandverhalten von Gesamtkonstruktionen . . . . .</b>	<b>379</b>
7.1	Allgemeines . . . . .	379
7.2	Brandverhalten von Lagern . . . . .	380
7.3	Brandverhalten von Dehnfugen . . . . .	384

7.4	Brandverhalten von Bauwerken bzw. Bauwerksabschnitten . . . . .	388
7.4.1	Allgemeines . . . . .	388
7.4.2	Brandverhalten von Rahmen . . . . .	388
7.4.3	Dehnungsbehinderungen . . . . .	389
7.4.4	Horizontalkräfte bei Bindern und Pfetten . . . . .	394
7.5	Brände in tunnelartigen Bauwerken . . . . .	395
<b>8</b>	<b>Sanierung brandgeschädigter Stahlbetonbauteile . . . . .</b>	<b>403</b>
	<b>Anhang: Literaturangaben, Bezugsquellen, Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>407</b>