

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorworte</b> .....	5
<b>Symbole und Formelzeichen</b> .....	13
<b>1 Einleitung</b> .....	15
1.1 Gefährlicher Brandrauch .....	15
1.2 Unerlässliche Maßnahmen .....	15
1.3 Ziele des vorbeugenden Brandschutzes .....	16
1.4 Das Bauordnungsrecht .....	16
1.5 Notwendige Teamarbeit .....	18
1.6 Genehmigungsverfahren der Bauaufsichtsbehörde .....	19
<b>2 Der Brand</b> .....	23
2.1 Das Brandrisiko .....	23
2.2 Brandszenarien .....	24
2.3 Brandausbreitung .....	25
2.4 Das Brandverhalten .....	27
2.5 Brandbelastung .....	28
2.6 Äquivalente Branddauer .....	29
2.7 Der Brandverlauf .....	32
2.8 Die Brandleistung .....	33
2.9 Temperaturentwicklung .....	34
2.10 Der Brandrauch .....	36
<b>3 Der Brandraum</b> .....	41
3.1 Anmerkungen zu den Brandszenarien .....	41
3.2 Brandversuche .....	42
3.3 Ausbildung von Flamme, Plume und Rauchgasschicht .....	43
3.4 Energiefreisetzung und -verteilung .....	45
3.5 Rauchgas- und Temperaturentwicklung .....	46
3.6 Rauchbewegung und -ausbreitung .....	48
3.7 Bemessungsregeln .....	49
3.8 Einfluss automatischer Wasser-Löscheinrichtungen auf die Rauch- und Wärmeableitung .....	50
<b>4 Systeme zur Rauchableitung und Rauchfreihaltung</b> .....	55
4.1 Definition der Systeme .....	55
4.2 Wirkungsweisen und Einsatz .....	56
<b>5 Natürlicher Rauch- und Wärmeabzug</b> .....	61
5.1 Natürlicher Rauchabzug, NRA .....	61
5.2 Thermischer Auftrieb .....	62

5.3	Festlegungen zu Rauchabführungen in Außenwänden kleiner Räume .....	64
5.3.1	Praxisbezogene Ausführungen .....	64
5.3.2	Bemessung der Öffnungsflächen .....	68
5.3.3	Zuluftführungen.....	73
5.4	Natürlicher Rauchabzug großer Räume .....	74
5.4.1	Bemessung der Rauchabzugsflächen .....	74
5.4.2	Einsatz von Rauchschürzen.....	76
5.4.3	Zuluftöffnungen.....	79
5.4.4	Einfluss des Windes.....	83
5.4.5	Ausführung und Funktion der NRWG .....	84
5.4.6	Anordnung und Einbau der NRWG .....	87
5.4.7	NRWG unter Witterungseinflüssen .....	89
5.5	Natürlicher Wärmeabzug, WA .....	91
5.5.1	Sicherheitskategorien .....	91
5.5.2	Auslegung der Wärmeabzugsflächen.....	92
5.5.3	Anwendung und Wirkung des WA.....	92
<b>6</b>	<b>Maschinelle Rauchabzugsanlagen, MRA</b> .....	<b>95</b>
6.1	Einsatz und Bemessung.....	95
6.2	Ventilatoren zum Rauch- und Wärmeabzug.....	98
6.2.1	Prüfungen der Geräte .....	98
6.2.2	Bauarten und Ausführungen .....	99
6.2.3	Maßnahmen zur Aufstellung .....	100
6.2.4	Ausbildung der Rauchgasmündungen .....	104
6.2.5	MRA-Geräte unter Witterungseinflüssen .....	106
6.2.6	Sicherung der Ventilatoren.....	108
6.2.7	Funktionelle Einflüsse auf die Ventilatorleistungen .....	108
6.2.8	Strömungsseitige Einflüsse auf die Ventilatorleistung.....	114
6.2.9	Volumenstrommessungen.....	116
6.3	Leitungsausführungen zum Rauchabzug .....	117
6.3.1	Arten der Leitungsausführungen .....	118
6.3.2	Verwendbarkeitsnachweise .....	118
6.3.3	Ausführungen von Entrauchungsleitungen.....	119
6.3.4	Leitungsverlegungen .....	121
6.3.5	Maßnahmen zum Dehnungsausgleich .....	128
6.3.6	Leckverluste der Leitungen .....	131
6.4	Einbauten .....	132
6.4.1	Absaugstellen .....	132
6.4.2	Einsatz von Entrauchungsklappen .....	132
6.4.3	Einsatz von Rauchschutzklappen .....	134
6.4.4	Einsatz von Brandschutzklappen .....	134
6.5	Zuluftführung .....	135
6.6	Die Wirkung des MRA.....	136
<b>7</b>	<b>Rauchschutz-Druck- und Spülanlagen</b> .....	<b>139</b>
7.1	Aufbau, Auslegung und Einsatz von Rauchschutz-Druckanlagen (RDA).....	139
7.2	Aufbau, Auslegung und Einsatz von Rauch-Spülanlagen, RSA.....	142
<b>8</b>	<b>Überwachung, Auslösung und Energie</b> .....	<b>145</b>
8.1	Branderkennung, Überwachung .....	145
8.1.1	Aufbau und Eigenschaften automatischer Brandmelder .....	146
8.1.2	Einsatz automatischer Brandmelder.....	148
8.1.3	Rauchauslöseeinrichtungen für Lüftungsanlagen.....	150
8.1.4	Brandmeldesysteme für spezielle Einsätze.....	151
8.1.5	Brandmeldezentralen.....	152

8.2	Ansteuerungen und Auslösungen .....	153
8.2.1	Auslösung natürlicher Rauchabzüge.....	153
8.2.2	Auslösung, maschineller Rauchabzüge.....	157
8.2.3	Auslösung Rauchschutz-Druckanlagen.....	158
8.2.4	Auslöse- und Funktionsmöglichkeiten.....	159
8.3	Energieversorgung.....	159
8.3.1	Funktionserhalt.....	159
8.3.2	Niederspannungs-Hauptverteilung.....	160
8.3.3	Leitungsausführungen .....	161
8.3.4	Stell- und Antriebsmotoren .....	162
8.4	Kennzeichnungen .....	165
<b>9</b>	<b>Anwendung .....</b>	<b>167</b>
9.1	Fluchtwege .....	167
9.1.1	Notwendige Flure .....	167
9.1.2	Treppenräume.....	171
9.1.2.1	Notwendige Treppenräume unterhalb der Hochhausgrenze .....	173
9.1.2.2	Notwendige Treppenräume in Hochhäusern .....	174
9.1.2.3	Sicherheitstreppenräume.....	174
9.1.2.4	Überdruckbelüftung mit Thermik-Kompensation .....	176
9.1.2.5	Weitere Einflussfaktoren.....	178
9.1.3	Fluchttunnel .....	178
9.1.4	Aufzugsschächte .....	179
9.2	Rauchableitung aus Innenhöfen .....	181
9.2.1	Innenhöfe ohne Überdachung.....	182
9.2.2	Innenhöfe mit Überdachung und natürlichem Rauchabzug.....	184
9.2.3	Maschinelle Unterstützung in Innenhöfen .....	187
9.3	Rauchableitung nach Sonderbauverordnungen.....	188
9.3.1	Rauchableitung nach Musterbauverordnungen 2014.....	189
9.3.2	Öffnungen und Anlagen zur natürlichen Rauchableitung.....	189
9.3.3	Anlagen zur maschinellen Rauchableitung.....	190
9.4	Einkaufszentren.....	191
9.4.1	Bauliche Gestaltung.....	191
9.4.2	Der Brand in den Verkaufsflächen .....	192
9.4.3	Angepasste Rauchabzugseinrichtungen .....	193
9.4.4	Virtuelle Rauchabschnitte .....	195
9.5	Versammlungsstätten .....	195
9.5.1	Versammlungsräume .....	195
9.5.2	Mehrzweckhallen.....	195
9.5.3	Sport- und Veranstaltungshallen.....	196
9.6	Garagen und Tunnel.....	198
9.6.1	Garagen.....	198
9.6.1.1	Einschätzung der Brand-Kenngrößen .....	199
9.6.1.2	Natürliche Rauchableitung.....	203
9.6.1.3	Maschinelle Rauchableitung .....	203
9.6.1.4	Rauchableitung mittels Impulsventilation .....	205
9.6.2	Verkehrstunnel.....	206
9.7	Entrauchungsöffnungen von Aufzugsschächten .....	208
9.7.1	Schutzziel der Öffnung im Aufzugsschacht .....	208
9.7.2	Forderungen der Energieeinsparverordnung EnEV.....	208
9.7.3	Erforderlichkeit und Art der Ver- bzw. Anwendbarkeitsnachweise .....	209

---

<b>10</b>	<b>Ingenieurmethoden</b> .....	213
10.1	Versuche zur Überprüfung der Wirksamkeit der Rauchableitung .....	213
10.2	Numerische Simulation.....	215
10.2.1	Grundlagen.....	216
10.2.2	Zonenmodelle .....	217
10.2.3	CFD-Berechnungen .....	218
10.3	Physikalische Modelle, Modellversuche .....	220
10.3.1	Einfluss der Zuluftzuführung .....	221
10.3.2	Die Wirkung des Stützstrahls.....	225
10.3.3	Überdachte Innenhöfe mit NRA .....	225
10.3.4	Überdachte Innenhöfe mit maschineller Unterstützung .....	229
10.3.5	Schneeablagerungen auf Dächern.....	229
<b>11</b>	<b>Prüfungen und Erhalt der Anlagen</b> .....	231
11.1	Prüfungen .....	231
11.1.1	Prüfung des NRA .....	231
11.1.2	Prüfung des MRA/ RDA .....	232
11.2	Periodische Wartung, Instandhaltung und Überwachung.....	232
11.2.1	Wartungsmaßnahmen für den NRA .....	233
11.2.2	Wartungsmaßnahmen für den MRA/RDA .....	233
11.2.3	Sonstige Maßnahmen .....	234
11.3	Wiederkehrende Prüfungen .....	234
<b>12</b>	<b>Regelwerke im Rahmen des vorbeugenden, organisatorischen und betrieblichen Brandschutzes</b> .....	235
12.1	Verordnungen und Richtlinien .....	235
12.2	Deutsche Normen .....	236
12.3	Europäische Normen.....	238
12.4	ISO-/DIS-Normen .....	240
12.5	VDI-Richtlinien .....	240
12.6	VdS-Richtlinien .....	240
12.7	VDMA-Einheitsblätter .....	242
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	246