

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1	Einführung – Brandschutz als gesellschaftliche Aufgabe ..	1
1.1	Der Brand und seine Entwicklung	4
1.2	Brandbekämpfung	7
1.3	Rauch und seine Wirkung auf den Menschen	8
1.3.1	Rauchentstehung	8
1.3.2	Schadstoffe im Brandrauch	9
1.3.3	Wirkung von Brandrauch auf den Menschen	11
1.4	Schutzziele des Brandschutzes	15
1.5	Brandschutz als System	16
1.6	Aufgaben des Brandschutzingenieurs	19
1.7	Abwehrender Brandschutz	23
1.8	Anlagentechnischer Brandschutz	23
1.9	Literaturverzeichnis zu Kapitel 1	27
2	Die Rolle der Feuerwehren	30
2.1	Rechtsgrundlage	30
2.2	Risikoanalyse und Brandschutzbedarfsplan	30
2.3	Arten der Feuerwehren	35
2.3.1	Freiwillige Feuerwehren – FF	35
2.3.2	Berufsfeuerwehren – BF	36
2.3.3	Freiwillige Feuerwehren mit hauptamtlichen Kräften – FF mit HaK	38
2.3.4	Pflichtfeuerwehren – PF	38
2.3.5	Werkfeuerwehren – WF	38
2.4	Anforderungen an die Feuerwehr	39
2.4.1	Hilfsfrist	39
2.4.2	Personelle und technische Leistungsfähigkeit von Berufsfeuerwehren	42
2.4.3	Stärke von Berufsfeuerwehren	45
2.4.4	Personelle und Technische Leistungsfähigkeit von Freiwilligen Feuerwehren	45
2.4.5	Stärke von Freiwilligen Feuerwehren	47
2.5	Grenzen der Leistungsfähigkeit von Feuerwehren	48
2.6	Literaturverzeichnis zu Kapitel 2	52

3	Flächen für die Feuerwehr.....	55
3.1	Zugänge.....	55
3.2	Feuerwehrzufahrten.....	56
3.2.1	Rechtsgrundlagen für Feuerwehrzufahrten.....	56
3.2.2	Feuerwehrzufahrten nach DIN 14090.....	57
3.3	Aufstellflächen	60
3.3.1	Rechtsgrundlage für Aufstellflächen	60
3.3.2	Aufstellflächen nach DIN 14090.....	60
3.4	Bewegungsflächen	61
3.4.1	Rechtsgrundlage für Bewegungsflächen	61
3.4.2	Bewegungsflächen nach DIN 14090.....	62
3.5	Literaturverzeichnis zu Kapitel 3	65
4	Löschwasserversorgung	66
4.1	Rechtsgrundlagen für die Löschwasserversorgung	66
4.2	Wasser als Löschmittel	67
4.3	Bereitstellung von Löschwasser	68
4.4	Richtwerte für den Löschwasserbedarf.....	70
4.5	Löschwasser aus dem Trinkwassernetz.....	71
4.5.1	Wasserhygiene	72
4.5.2	Löschbereich.....	73
4.5.3	Verteilungsrohernetz.....	74
4.5.4	Hydranten	76
4.6	Wasser aus unabhängigen Löschwasserquellen	78
4.6.1	Löschwasserteiche	79
4.6.2	Löschwasserbrunnen.....	81
4.6.3	Unterirdische Löschwasserbehälter	82
4.6.4	Anforderungen an Löschwasserentnahmestellen	83
4.7	Literaturverzeichnis zu Kapitel 4	85
5	Brandmeldeanlagen	87
5.1	Grundlagen für die Branderkennung	87
5.2	Gefährdung von Menschen durch Brandrauch.....	88
5.3	Nutzen von Brandmeldeanlagen	89
5.4	Aufgaben und Einsatz von Brandmeldeanlagen.....	90
5.5	Technische Regeln für Brandmeldeanlagen	92
5.6	Aufbau von Brandmeldeanlagen	94
5.6.1	Brandmelderzentrale	95
5.6.2	Energieversorgung der BMA.....	96
5.6.3	Übertragungseinrichtung und Übertragungswege	97
5.6.3.1	Übertragungseinrichtung	97
5.6.3.2	Primärleitungen und Sekundärleitungen	98
5.6.3.3	Interne Übertragungswege der BMA.....	99
5.6.3.4	Externe Übertragungswege der BMA	101

5.6.4	Alarmierungsarten und Alarmierungseinrichtungen.....	103
5.6.5	Ansteuerungseinrichtungen für Brandschutzeinrichtungen	104
5.7	Brandmelder	106
5.7.1	Nichtautomatische Brandmelder – Handfeuermelder	107
5.7.2	Automatische Brandmelder	107
5.7.2.1	Erprobung automatischer Brandmelder.....	110
5.7.2.2	Rauchmelder	112
5.7.2.3	Flammenmelder.....	116
5.7.2.4	Wärmemelder	118
5.7.2.5	Selektive Gassensormelder.....	123
5.7.2.6	Mehrsensormelder und Mehrkriterienmelder.....	124
5.7.3	Auswertetechniken	125
5.7.3.1	Grenzwertmeldetechnik.....	125
5.7.3.2	Impulsmeldetechnik.....	125
5.7.3.3	Trendmeldetechnik	126
5.7.4	Auswertung von Videobildern zur Branddetektion	126
5.8	Konzeption und Planung von Brandmeldeanlagen.....	127
5.8.1	Planungsgrundsätze.....	127
5.8.2	Anforderungen an die BMA.....	129
5.8.3	Schutzzumfang und Sicherungsbereiche	131
5.8.4	Meldebereiche und Alarmierungsbereiche	134
5.8.5	Anzahl und Anordnung automatischer Brandmelder	135
5.8.5.1	Einsatz von punktförmigen Rauch- und Wärmemeldern	135
5.8.5.2	Übungsbeispiel Brandmeldeanlage	139
5.8.5.3	Anordnung punktförmiger Melder bei Decken mit Unterzügen	140
5.8.5.4	Anordnung punktförmiger Melder in besonderen Fällen	143
5.8.5.5	Einsatz linienförmiger Rauchmelder	144
5.8.5.6	Einsatz linienförmiger Wärmemelder.....	144
5.8.5.7	Einsatz von Ansaugrauchmeldern	145
5.8.5.8	Einsatz von Flammenmeldern	145
5.8.6	Alarmorganisation.....	146
5.9	Sonderfunktionen	147
5.9.1	Feuerwehr-Bedienfeld	147
5.9.2	Feuerwehr-Schlüsseldepot.....	148
5.9.3	Feuerwehr-Anzeigetableau	149
5.9.4	Feuerwehr-Gebäudefunkanlagen	150
5.10	Feuerwehr-Laufkarten	150
5.11	Rauchwarnmelder – Brandmelder ohne BMZ	153
5.12	Literaturverzeichnis zu Kapitel 5.....	155
6	Brandbekämpfungseinrichtungen.....	159
6.1	Selbsthilfeanlagen.....	160
6.1.1	Feuerlöschbrausen	160
6.1.2	Wandhydranten	161
6.1.3	Feuerlöscher	164
6.1.3.1	Bauart von Feuerlöschern	165
6.1.3.2	Planung der Ausstattung mit Feuerlöschern.....	166

6.1.3.3	Brandklassen Löschmittel und Eignung	167
6.1.3.4	Löschvermögen und Löschmitteleinheiten	168
6.1.3.5	Brandgefährdung von Gebäuden	171
6.1.3.6	Ausstattung von Gebäuden mit Feuerlöschnern	171
6.1.3.7	Standorte von Feuerlöschnern	173
6.1.4	Wartung und Instandhaltung von Feuerlöschnern	173
6.2	Löschdecken	173
6.3	Löschhilfeanlagen	174
6.3.1	Ortsfeste Löschanlagen	174
6.3.2	Teilbewegliche Löschanlagen	174
6.4	Sprinkleranlagen	175
6.4.1	Sprinkleranlagen – erfolgreiche Löschanlagen	175
6.4.2	Versagen von Sprinkleranlagen	175
6.4.3	Sprinklerschutz und Baulicher Brandschutz	176
6.4.4	Technische Regeln für Sprinkleranlagen und deren Bauteile	177
6.4.5	Aufbau und Funktionsweise von Sprinkleranlagen	178
6.4.6	Umfang des Sprinklerschutzes	180
6.4.7	Bemessung von Sprinkleranlagen	182
6.4.7.1	Festlegung der Brandgefahrenklasse	183
6.4.7.2	Wirkfläche und Wasserbeaufschlagung	189
6.4.7.3	Festlegung der Anlagenart	193
6.4.7.4	Dimensionierung der Wasserversorgung	196
6.4.7.5	Auslegung der Energieversorgung	204
6.4.7.6	Auswahl der Sprinkler	206
6.4.7.7	Anordnung der Sprinkler	213
6.4.7.8	Sprinklerzentrale	215
6.4.7.9	Rohmetz der Sprinkleranlage	216
6.4.8	Sprinkleranlagen mit Schaummittel	217
6.4.9	Sprinkleranlagen mit Feinsprühtechnik	218
6.4.10	Beispiel für die Bemessung einer Sprinkleranlage	219
6.4.11	Sprinkleranlagen und RWA	220
6.4.12	Selbsttätige Löschhilfeanlagen	221
6.5	Sonstige Wasser-Löschanlagen	221
6.5.1	Sprühwasser-Löschanlagen	221
6.5.2	Feinsprüh-Löschanlagen	226
6.5.2.1	Eigenschaften von Wassernebel	226
6.5.2.2	Auslegung von Feinsprüh-Löschanlagen	228
6.6	Schaumlöschanlagen	234
6.6.1	Schwertschaum-Löschanlagen	237
6.6.2	Mittelschaum-Löschanlagen	238
6.6.3	Leichtschaum-Löschanlagen	238
6.6.4	Einige Auslegungsparameter für Aspirierende Schaumlöschanlagen	240
6.6.4.1	Anforderungen an Schwer- und Mittelschaumlöschanlagen	240
6.6.4.2	Anforderungen an Leichtschaumlöschanlagen	245
6.6.4.3	Wasserversorgung von Schaumlöschanlagen	247
6.6.4.4	Schaummittelvorrat	248
6.6.4.5	Auswahl des Schaummittels	249
6.6.4.6	Beispiel für die Bemessung einer Schwertschaumlöschanlage	251

6.6.5	Druckluft-Schaumlöschanlagen	252
6.6.5.1	Schaumerzeugung in Druckluft-Schaumlöschanlagen	254
6.6.5.2	Förderung von Druckluft-Schaum	255
6.6.5.3	Schaummittel für Druckluft-Schaumlöschanlagen	256
6.6.5.4	Einige Auslegungsparameter von Druckluft-Schaumlöschanlagen	256
6.6.5.5	Einsatz von Druckluft-Schaumlöschanlagen	256
6.7	Pulverlöschanlagen.....	257
6.8	Gaslöschanlagen.....	261
6.8.1	Anforderungen an den Schutzbereich	263
6.8.2	Auslegungskonzentration von Löschgasen	265
6.8.3	Bemessung von Gaslöschanlagen	267
6.8.3.1	Löschmittelmenge für Raumschutzanlagen.....	267
6.8.3.2	Haltezeit der Löschanlage	269
6.8.3.3	Flutungszeit, Rohrnetz und Düsen	270
6.8.4	Personenschutz.....	270
6.8.5	Ansteuerung von Gaslöschanlagen.....	271
6.8.6	Inertgas-Löschanlagen.....	271
6.8.6.1	Permanent-Inertgas Löschanlagen.....	272
6.8.6.2	SPGG Inertgas Löschanlagen	273
6.8.7	Halonlöschanlagen	275
6.8.8	Löschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen.....	275
6.8.9	CO₂-Löschanlagen	277
6.8.9.1	CO₂-Hochdruck-Löschanlagen	279
6.8.9.2	CO₂-Niederdruck-Löschanlagen.....	280
6.9	Löschanlagen mit kondensierten Aerosolen	280
6.10	Mehrstoff-Löschanlagen	283
6.10.1	Löschanlagen mit Wasser und Stickstoff	283
6.10.1.1	Wassernebel-Stickstoff-Löschanlagen	284
6.10.1.2	Stickstoff-Wassernebel-Löschanlagen	286
6.10.2	Löschanlagen mit Schaum und Wasser	287
6.10.3	Löschanlagen mit Löschgasen und Schaum	288
6.10.4	Löschanlagen mit Halogenierten Kohlenwasserstoffen und Pulver	289
6.11	Inertisierungs- und Sauerstoffreduzierungsanlagen	291
6.12	Objektschutzanlagen	296
6.12.1	Risikoanalyse für den Objektschutz – Verfahren nach DIN EN 13478	296
6.12.1.1	Konstruktive und verfahrenstechnische Maßnahmen	297
6.12.1.2	Vollintegrierte Brandmelde- und Löschsysteme	299
6.12.1.3	Zusätzliche Maßnahmen an Maschinen	300
6.12.1.4	Benutzerinformation	300
6.12.2	Kleinlöschanlagen	301
6.12.3	Funkenlöschanlagen	303
6.12.4	Explosionsunterdrückungsanlagen	306
6.12.5	Explosionstechnische Entkopplung	307
6.13	Literaturverzeichnis zu Kapitel 6.....	308

7	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	317
7.1	Aufgabenstellung	317
7.2	Wirkung von Rauch- und Wärmeabzügen	319
7.2.1	Physikalische Grundlagen und Einflussgrößen	319
7.2.2	Plumemodelle	320
7.3	Technische Regeln für RWA	322
7.4	Natürliche Rauch- und Wärmeabzügen (NRA)	324
7.4.1	Einflussgrößen	324
7.4.2	Bemessungsgrundlagen in DIN 18232-2	324
7.4.3	NRA für Dachflächen – Bemessung nach DIN 18232-2	325
7.4.3.1	Brandumfang	325
7.4.3.2	Erwartete Brandentwicklungsduer	327
7.4.3.3	Rechnerische Brandfläche und Bemessungsgruppe	327
7.4.3.4	Raumhöhe und Höhe der raucharmen Schicht	329
7.4.3.5	Aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche der NRA	331
7.4.3.6	Größe und Anordnung der NRA	335
7.4.3.7	Ausführung der NRA	336
7.4.3.8	Energieversorgung von NRA	337
7.4.3.9	Zuluft	338
7.4.4	NRA in Wänden	341
7.4.4.1	NRA in Wänden – Bemessung nach DIN 18232-2	342
7.4.4.2	Zuluft für NRA in Wänden	343
7.4.4.3	Ansteuerung von NRA in Wänden	343
7.5	Rauchschürzen	344
7.5.1	Allgemeine Anforderungen	344
7.5.2	Rauchschürzen nach DIN EN 12101-1	345
7.5.3	Temperaturbeständigkeit von Rauchschürzen	346
7.5.4	Dichtheit von Rauchschürzen	346
7.6	Anwendungsbeispiel für NRA im Dach	348
7.7	Maschinelle Rauchabzüge – MRA	348
7.7.1	Aufbau von MRA	349
7.7.2	Dimensionierungsgrundlagen von MRA	350
7.7.3	Bemessung Maschineller Rauchabzüge nach DIN 18232-5	351
7.7.3.1	Brandumfang, Brandentwicklungsduer und Bemessungsgruppe	352
7.7.3.2	Abzuführender Rauchgasvolumenstrom von MRA	354
7.7.4	Ausführung von MRA	358
7.7.4.1	Temperaturanforderungen an die Bauteile von MRA	358
7.7.4.2	Anzahl und Anordnung der Absaugstellen	359
7.7.4.3	Anordnung der Rauchaustrittsstellen	362
7.7.4.4	Entrauchungsventilatoren	362
7.7.4.5	Entrauchungsklappen	364
7.7.4.6	Entrauchungsleitungen	365
7.7.4.7	Energieversorgung von MRA	368
7.7.4.8	Ansteuerung von MRA	368
7.7.5	Zuluft für MRA	369
7.8	RWA und Löschanlagen	369

7.9	Rauch-Differenzdruckanlagen.....	372
7.9.1	Differenzdruck-Belüftungsanlagen.....	373
7.9.1.1	Auslegung von Differenzdruck-Belüftungsanlagen	373
7.9.1.2	Differenzdruck-Belüftung von Treppenräumen, Vorräumen und Fluren	374
7.9.1.3	Differenzdruck-Belüftungsanlagen nach DIN EN 12101-6.....	376
7.9.1.4	Bemessung von Differenzdruck-Belüftungsanlagen	382
7.9.1.5	Ausführung von Differenzdruck-Belüftungsanlagen.....	383
7.9.2	Differenzdruck-Entlüftungsanlagen.....	384
7.9.2.1	Bemessung von Differenzdruck-Entlüftungsanlagen	385
7.9.2.2	Ausführung von Differenzdruck-Entlüftungsanlagen.....	386
7.10	Rauchmanagement durch Strahlventilationsanlagen	386
7.11	Wärmeabzugsanlagen – WA.....	390
7.11.1	Wärmeabzug durch Zerstörung von Bauteilen	390
7.11.2	Bemessung von Wärmeabzügen nach DIN 18230-1.....	393
7.11.3	Zuluft bei Wärmeabzügen	398
7.11.4	Anwendungsbeispiel für den Wärmeabzugsfaktor	398
7.12	Literaturverzeichnis zu Kapitel 7.....	400
8	Kühlungseinrichtungen	404
8.1	Physikalisch-technische Grundlagen.....	404
8.1.1	Wärmeübergang durch Konvektion	405
8.1.2	Wärmeübergang durch Strahlung.....	405
8.1.3	Kühlung durch Wasserfilme.....	408
8.1.4	Kühlung durch Regenvorhänge	410
8.2	Kühlung von Außen	411
8.2.1	Behälterberieselung.....	411
8.2.1.1	Brieselungsanlagen	412
8.2.1.2	Brieselungsarten bei Behältern	412
8.2.1.3	Brieselungsstromdichte bei Behältern	414
8.2.1.4	Wasserversorgung	416
8.2.1.5	Inbetriebnahme	416
8.2.2	Kühlung von tragenden Bauteilen durch Brieselung	417
8.2.3	Kühlung von nichttragenden Bauteilen	418
8.3	Kühlung von Innen	420
8.3.1	Innenkühlung tragender Bauteile.....	420
8.3.2	Innenkühlung nichttragender Bauteile	421
8.4	Literaturverzeichnis zu Kapitel 8.....	423
9	Einrichtungen nur für die Feuerwehr	425
9.1	Löschwasseranlagen in baulichen Anlagen	425
9.1.1	Löschwasseranlagen „nass“	425
9.1.2	Löschwasseranlagen „trocken“	426
9.1.3	Löschwasseranlagen „nass/trocken“	428
9.2	Gebäudefunkanlagen	428
9.2.1	Bedarf.....	428
9.2.2	Technische Ausführungen.....	429

9.2.2.1	Passive Gebäudefunkanlagen	430
9.2.2.2	Aktive Gebäudefunkanlagen.....	430
9.2.3	Feuerwehr-Gebäudefunkbedienfeld.....	431
9.3	Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen	432
9.4	Literaturverzeichnis zu Kapitel 9	437
10	Anlagen zur Löschwasserrückhaltung.....	439
10.1	Technische Regeln Löschwasser-Rückhaltung.....	439
10.2	Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie (LÖRÜRL).....	441
10.3	Wassergefährdende Stoffe und Geltungsbereich.....	442
10.4	Sicherheitskategorien	443
10.5	Allgemeine Anforderungen an Löschwasser-Rückhalteanlagen	444
10.6	Technische Ausführung von Löschwasser-Rückhalteanlagen	445
10.7	Lagern, Lagerdichte und Lagermenge.....	447
10.8	Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen.....	448
10.8.1	Lagern in Verpackungen, ortsbeweglichen Gefäßen und Behältern bis 3000 Liter Inhalt in Gebäuden	449
10.8.2	Lagern in Verpackungen, ortsbeweglichen Gefäßen und Behältern bis 3000 Liter Inhalt und Schüttgüter im Freien	451
10.8.3	Ortsfeste Behälter und ortsbewegliche Behälter über 3000 Liter	452
10.8.3.1	Lagerung ohne Löschwasser-Rückhaltung	452
10.8.3.2	Lagern von brennbaren Flüssigkeiten.....	452
10.9	Löschwasserrückhaltung außerhalb von Anlagen	456
10.10	Literaturverzeichnis zu Kapitel 10	457
11	Anhänge	459
11.1	Anhang 1: Brennen und Löschen.....	459
11.1.1	Verbrennungsvorgang	459
11.1.2	Stoffliche Umsetzung	460
11.1.3	Energetische Voraussetzungen	463
11.1.4	Löschen	465
11.1.5	Löschen durch Kühlung	466
11.1.5.1	Physikalische Kühlung	466
11.1.5.2	Stoffliche Kühlung	466
11.1.6	Antikatalytische (Inhibitorische) Löschwirkung.....	467
11.2	Anhang 2: Brennbarer Stoff	468
11.2.1	Brandklasse A.....	469
11.2.2	Brandklasse B	469
11.2.2.1	Flammpunkt und Gefahrenklasse	469
11.2.2.2	Brennpunkt und Zündtemperatur	471
11.2.3	Brandklasse C.....	472
11.2.4	Brandklasse D.....	473
11.2.5	Brandklasse F	474

11.3	Anhang 3: Löschmittel	474
11.3.1	Löschmittel Wasser	474
11.3.2	Löschmittel Luftschaum.....	477
11.3.3	Löschmittel Pulver	483
11.3.4	Löschmittel Kohlendioxid.....	485
11.3.5	Löschmittel Stickstoff.....	488
11.3.6	Löschmittel Argon und argonhaltige Mischgase	489
11.3.6.1	Argon	489
11.3.6.2	Ingeren	489
11.3.6.3	Argonit	490
11.3.7	Löschmittel Halon	490
11.3.8	Löschmittel Halogenierte Kohlenwasserstoffe.....	491
11.3.9	Löschmittel Aerosol	492
11.3.10	Oberflächenaktive Löschmittel	493
11.3.10.1	Löschmittel F-500	494
11.3.10.2	Löschmittel Cold Fire	495
11.3.10.3	Löschmittel FlameOut..	496
11.3.10.4	Löschmittel Firebane (Arctic Fire Freeze).....	496
11.3.10.5	Löschmittel FireAde 2000	497
11.3.10.6	Löschmittel FEM 12 SC	498
11.3.11	Löschmittel PhostrEx.....	498
11.3.12	Löschmittel Halotron.....	499
11.4	Anhang 4: Gasförmige Löschmittel	501
11.4.1	Technische Daten von Löschgasen.....	501
11.4.2	Einsatzmengen von Löschgasen.....	502
11.4.2.1	Löschmittel Stickstoff.....	502
11.4.2.2	Löschmittel FM 200®	504
11.4.2.3	Löschmittel CO ₂	506
11.5	Anhang 5: DIN 18232-2:2003-06 Tabelle 3	508
11.6	Anhang 6: Temperatur-Zeitkurven	512
11.7	Anhang 7: Schadstoffe bei Bränden	513
11.8	Anhang 8: RTI-Werte von Sprinklern	519
11.9	Literatur zum Anhang	520
12	Index	524