

Sebastian Müller

Konzeptionelle und Konstruktive
brandschutztechnische Bemessung eines
großen Krankenhauses bei besonderer
Berücksichtigung der Flucht- und
Rettungswegesituation

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren





Technische Universität Braunschweig
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
Fachgebiet Brandschutz und Grundlagen des Massivbaus



Diplomarbeit

**Konzeptionelle und Konstruktive brandschutztechnische Bemessung eines
großen Krankenhauses bei besonderer Berücksichtigung der Flucht- und
Rettungswegesituation**

bearbeitet von:

cand. Ing. Sebastian Müller

Abgabe:

25. September 2004

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XIV
A Einleitung	
1 Einführung in das Thema	1
2 Brandschutz im Krankenhaus	4
3 Problemstellung	5
3.1 Ergebnisse vorangegangener Studien	5
3.2 Nationale und Internationale Studien	5
4 Gliederung	13
5 Anmerkungen zur Diplomarbeit	14
B Bestandsaufnahme	15
1 Objektbeschreibung	15
1.1 Vorhandene Planungsunterlagen	15
1.2 Standort und Abmessungen	15
1.3 Nutzung	17
2 Objektanalyse	18
2.1 Analyse des Gebäudetyps und dessen geltenden Normen	18
2.2 Brandgefährdungsanalyse	21
2.3 Klassifizierung des Gebäudes	26

	Seite
C Brandschutzkonzept	27
1 Vorbeugender Baulicher Brandschutz	28
1.1 Baustoffe	28
1.2 Bauteile	28
1.2.1 Wände	31
1.2.1.1 Tragende Wände	31
1.2.1.2 Trennwände	32
1.2.1.3 Nichttragende Nichtraumabschließende Wände	33
1.2.1.4 Brandwände	34
1.2.1.5 Außenwände und Glasfassade	36
1.2.2 Decken	38
1.2.3 Türen und Fenster	40
1.3 Flucht- und Rettungswege	42
1.3.1 Anforderungen an Flucht- und Rettungswege	42
1.3.2 Notwendige Treppen bzw. Treppenräume	46
1.3.3 Aufzugsanlagen	48
1.4 Haustechnik	50
1.4.1 Installationsschächte und –kanäle	53
1.4.2 Unterdecken	54
1.4.3 Lüftungskanäle	55
2 Anlagentechnischer Brandschutz	57
2.1 Brandmeldeanlagen (BMA)	57
2.1.1 Brand- bzw. Rauchmelder	59
2.1.2 Brandmeldezentrale (BMZ)	64
2.1.3 Alarmierungseinrichtung	65
2.1.4 Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsstromversorgung und Sicherheitsanlagen	66
2.1.5 Übertragungseinrichtungen für Brandmeldungen bzw. Störungen	67
2.1.6 Steuereinrichtungen für Brandschutzeinrichtungen	68
2.1.7 Schutzklassen	68

	Seite
2.2	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) 69
2.3	Brandbekämpfungseinrichtungen 72
2.3.1	Selbsthilfeanlagen 72
2.3.1.1	Feuerlöscher 73
2.3.1.2	Wandhydranten 78
2.3.2	Löschhilfeanlagen 79
2.3.2.1	Sprinkleranlagen 79
2.4	Notstromversorgung 81
3	Abwehrender Brandschutz 82
3.1	Flächen für die Feuerwehr 82
3.1.1	Zugänge 83
3.1.2	Zufahrten 84
3.1.3	Aufstellflächen 86
3.1.4	Bewegungsflächen 86
3.2	Abstände zwischen Gebäuden 87
3.3	Löschwasserversorgung 87
3.3.1	Hydranten 90
3.3.2	Steigleitungen 92
3.4	Öffentliche Feuerwehr 92
3.5	Feuerwehrpläne nach DIN 14095 92
4	Betrieblicher bzw. organisatorischer Brandschutz 94
4.1	Brandschutzordnung nach DIN 14096 – 1 94
4.1.1	Brandschutzordnung Teil A 95
4.1.2	Brandschutzordnung Teil B 95
4.1.3	Brandschutzordnung Teil C 96
4.2	Flucht- und Rettungswegplan 97
5.	Zusammenfassung und Kompensationsmaßnahmen 98
1	Zusammenfassung und Beurteilung 98
2	Kompensationsmaßnahmen 99

	Seite
D Heiß- und Rauchgasentwicklung	101
1 Gefährdung durch Schadenfeuer	101
1.1 Wärmewirkung	101
1.2 Rauch	102
1.3 Schadstoffe	103
2 Schädigung von Personen	103
3 Ermittlung der Heiß- und Rauchgase	104
3.1 Grundlagen des Programms CFAST	106
3.2 Ansätze zur Festlegung von Brandszenarien	108
3.2.1 Einflüsse auf den zeitlichen Verlauf der Energiefreisetzungsrate	108
3.2.2 Brandlast	109
3.3 Eingaben in das Programm	112
3.3.1 Ergebnisse der Testsimulationen	115
3.4 Entwicklung realer Brandszenarien	117
3.4.1 Brand im Brandabschnitt 10	119
3.4.1.1 Ergebnisse der Berechnung	121
3.4.1.2 Beurteilung der Flucht- und Rettungswege im Brandabschnitt 10	123
3.4.2 Brand im Brandabschnitt 7	125
3.4.2.1 Ergebnisse der Berechnung	125
3.4.2.2 Beurteilung der Flucht- und Rettungswege im Brandabschnitt 7	128
3.4.3 Brand im Brandabschnitt 2, Büro im Kellergeschoss	129
3.4.3.1 Ergebnisse der Berechnung	130
3.4.3.2 Beurteilung der Flucht- und Rettungswege im Brandabschnitt 2	133
3.4.4 Brand im Brandabschnitt 4, Reinigung/Sterilisation im Kellergeschoss	133

	Seite	
3.4.4.1	Ergebnisse der Berechnung	135
3.4.4.2	Beurteilung der Flucht- und Rettungswege im Brandabschnitt 4	138
3.4.5	Zusammenfassung der Flucht- und Rettungswegsituation	139
E	Evakuierungssimulation	141
1	Allgemeines und Angaben aus der Literatur	141
1.1	Verhalten der Menschen in Brandfällen	141
1.2	Allgemeine Verhaltensweisen	142
1.3	Gehen durch Rauch	143
2	Das Programm EXODUS	144
3	Eingangsdaten für die Simulation	145
3.1	Eingaben der Raumgeometrien	145
3.2	Eingaben der betroffenen Personen	147
3.2.1	Körperliche Eigenschaften betroffener Personen	148
3.2.2	Geistige Eigenschaften betroffener Personen	151
3.2.3	Verhaltensanweisungen einzelner Personen	153
3.2.4	Zusammenfassung aller personenspezifischen Eingaben	156
3.2.4.1	Brandabschnitt 10; Pflegestation	156
3.2.4.2	Brandabschnitt 7; Intensivstation	158
3.2.4.3	Brandabschnitt 2; Büro im Kellergeschoss	161
3.2.4.4	Brandabschnitt 4; Reinigung im Kellergeschoss	162
3.3	Ergebnisse der EXODUS - Simulationen	162
3.3.1	Ergebnisse der Evakuierung im Brandabschnitt 10	166
3.3.2	Ergebnisse der Evakuierung im Brandabschnitt 7	174
3.3.3	Ergebnisse der Evakuierung im Brandabschnitt 2	176
3.3.4	Ergebnisse der Evakuierung im Brandabschnitt 4	179
3.4	Zusammenfassung der Evakuierungsergebnisse	183

	Seite	
F	Bewertung der Flucht- und Rettungswegsituation	184
1	Zusammenfassung der Ergebnisse aus CFAST und EXODUS	184
2	Überprüfung der Einhaltung von gesetzlichen Festlegungen	186
3	Bewertung der Flucht- und Rettungswegsituation	188
4	Verbesserungsvorschläge für das betrachtete Krankenhaus	190
5	Handlungsbedarf für die Überarbeitung der Bauordnungen und Richtlinien	191
G	Zusammenfassung und Beurteilung	197
1	Zusammenfassung	197
2	Beurteilung	198
Anhang		
Anhang C	Exemplarische Brandschutzordnung Teil A	200
Anhang D	Programmierte Daten aus CFAST	201

	Seite
Quellverzeichnis	208
1. Literaturverzeichnis	208
2. Internet	210
3. befragte Personen	210
4. verwendete Normen und Richtlinien	210
Eidesstattliche Erklärung	211

AB-DVNBauO	Ausführungsbestimmung zur DVNBauO
BA	Brandabschnitt
BbgKPBauV	Brandenburgische Krankenhaus- und Pflegeheim-Bauverordnung
BK	Brückenklasse
BMA	Brandmeldeanlage
BMZ	Brandmeldezentrale
BW	Brandwände
DVNBauO	Durchführungsverordnung der NBauO
F 90	Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten eines Standardbauteils
FSD	Feuerwehrschlüsseldepot
IR-Strahlung	Infrarotstrahlung
LE	Löscheinheiten
KrBauR	Richtlinie über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern auf Grundlage der Muster-Krankenhausverordnung
MBO	Musterbauordnung
MLAR	Musterleitungsanlagenrichtlinie
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NbrandSchG	Niedersächsisches Brandschutzgesetz
PUR	Polyurethan
REI 90	Tragfähigkeit, Raumabschluss, Wärmedämmung für 90 Minuten

Symbolverzeichnis

Lateinische Buchstaben

A	maximaler Überwachungsbereich je Melder	[m ²]
A _{Brand,max}	maximale Brandfläche	[m ²]
d	Dicke	[mm]
D _H	größter horizontaler Abstand eines Deckenpunktes zum Melder	[m]
h/d	Seitenverhältnis: Höhe / Breite	
Hu	Heizwert	[kWh/kg]
FIC	Summe der erlittenen Einwirkungen aus Reizgasen	
FIH	Summe der erlittenen Einwirkungen aus Temperatur	
FIN	Summe der erlittenen Einwirkungen aus Narkosegasen	
M ₃₀	30 % der vorhandenen Brandlastmasse	[kg]
M ₈₀	80 % der vorhandenen Brandlastmasse	[kg]
Q(t)	Energiefreisetzungsrate zum Zeitpunkt t	[MW]
Q _{fc}	maximale Energiefreisetzungsrate für brandlastkontrollierte Brände	[MW]
Q _{ges}	gesamte Brandlast in einem Brandraum	[MJ]
q	Brandlastdichte	[MJ/m ²]
R _A (t)	Abbrandrate zum Zeitpunkt t	[kg/s]
R _{sp}	spezifische Abbrandgeschwindigkeit	[kg/m ² min]

t	Zeitdauer in Sekunden nach der Entzündung	[s]
t ₇₀	Zeitpunkt, an dem 70 % der Brandlasten verbraucht sind	[s]
t ₁₀₀	Zeitpunkt, an dem 100 % der Brandlasten verbraucht sind	[s]
t _{fc}	Zeitpunkt, ab dem der zeitliche Verlauf der Energiefreisetzungsrates brandlastkontrolliert abläuft	[s]
t _g	Brandentwicklungszeit in Sekunden	[s]
ΔT	Temperaturveränderung	[K]
u	Achsabstand der Bewehrung	[mm]

Griechische Buchstaben

α	Winkel der Dachneigung oder Decke zur Horizontalen	[°]
α ₁	= 1,0; Ausnutzungsfaktor bei Stützen, hier: 100 %	
α ₂	= 1,0; Ausnutzungsfaktor bei Wänden, hier: 100 %	
χ	Verbrennungseffektivität	0 < χ ≤ 1

	Seite
Abbildung 1: Zeitliche Verteilung von Bränden im Krankenhaus nach Schütz	6
Abbildung 2: Brandausbruchsorte mit einem Anteil über 5% nach Pohl Müller	6
Abbildung 3: Ursachen von Krankenhausbränden nach Schütz	7
Abbildung 4: Brandursachen nach Pohl Müller	7
Abbildung 5: Zeitliche Verteilung von Großereignissen	8
Abbildung 6: Ausbruchsorte bei Großereignissen mit Tag/Nacht Unterscheidung	8
Abbildung 7: Brandursachen in Großbritannien	9
Abbildung 8: Zeitscheibe der Brandentstehung im Krankenhaus über 24 h	10
Abbildung 9: Brandverteilung über die einzelnen Wochentage	10
Abbildung 10: Krankenhausanlage, Ansicht Nord - Westseite	16
Abbildung 11: Krankenhausanlage, Ansicht Nord - Ostseite	16
Abbildung 12: Flur im Behandlungsbereich, Obergeschoss	17
Abbildung 13: Das Brandschutzkonzept	27
Abbildung 14: Dachhaut über dem Bettenhaus	40
Abbildung 15: Hinweisschild zur korrekten Benutzung der Türen, angebracht auf der Tür selbst in Augenhöhe	42
Abbildung 16: Ausgang West-Ende	44
Abbildung 17: Ausgang Ost-Ende; 1. Obergeschoss	44
Abbildung 18: Ausgang Ost-Ende, Erdgeschoss	45
Abbildung 19: Außentreppe aus dem Lichtschacht	45
Abbildung 20: Kennzeichnung des Ausganges	45
Abbildung 21: Kennzeichnung des Fluchtweges mit Richtungspfeil für Laufrichtung	45
Abbildung 22: Zugang zum Treppenraum	47
Abbildung 23: Rauchabzugsbedienung im Treppenraum	48
Abbildung 24: Aufzüge mit Warnhinweis	50
Abbildung 25: Hinweis zur Benutzung im Brandfall	50
Abbildung 26: nichtautomatischer Melder	59
Abbildung 27: automatischer Melder	59
Abbildung 28: horizontale Abstände für punktförmige Rauchmelder nach DIN EN 54 T 7	62

	Seite
Abbildung 29: horizontale Abstände für punktförmige Wärmemelder nach DIN EN 54 T 5	62
Abbildung 30: Brandmeldezentrale im Krankenhaus	65
Abbildung 31: Feuerwehrschlüsseldepot	65
Abbildung 32: Rauchabzug	70
Abbildung 33: Rauchabzug	70
Abbildung 34: Rauchabzug	70
Abbildung 35: Lüftungsanlage über dem OP	71
Abbildung 36: Feuerlöscher mit ABC - Löschpulver	78
Abbildung 37: Zugang entlang der Südseite	83
Abbildung 38: Zufahrt an der Nord- und Ostseite	85
Abbildung 39: Durchfahrt zu den Aufstell- und Bewegungsflächen an der Südseite	85
Abbildung 40: Hinweisschild „Feuerwehzufahrt“	85
Abbildung 41: Hinweisschild „Rettungsweg für Feuerwehr freihalten“	85
Abbildung 42: Bewegungsfläche an der Südseite	87
Abbildung 43: Hinweisschild für einen Unterflurhydranten	91
Abbildung 44: Unterflurhydrant	91
Abbildung 45: Überflurhydrant mit zwei oberen Abgängen	91
Abbildung 46: Angabe des Nenndurchmessers; 100 mm	91
Abbildung 47: Beispiel Brandschutzordnung Teil A	95
Abbildung 48: Flucht- und Rettungswegplan	97
Abbildung 49: Flucht- und Rettungswegplan	97
Abbildung 50: Rauchpotenzial von 10 kg Probematerial [4]	102
Abbildung 51: Zeitlicher Verlauf der Energiefreisetzungsrate für den brandlastgesteuerten Fall ohne Ansatz von Löschmaßnahmen	110
Abbildung 52: Energiefreisetzungsrate für ein Patientenzimmer (leicht verzerrte Darstellung)	115
Abbildung 53: Heißgastemperaturen der Testszenarien	116
Abbildung 54: Kaltgastemperaturen der Testszenarien	116
Abbildung 55: Höhe der Rauchgase der Testszenarien	117
Abbildung 56: Energiefreisetzungsrate für ein Patientenzimmer (leicht verzerrte Darstellung)	120

	Seite	
Abbildung 57:	Raummodell des Brandabschnittes BA10	120
Abbildung 58:	ingegebene und errechnete Energiefreisetzungsrate	121
Abbildung 59:	Heißgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	122
Abbildung 60:	Kaltgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	122
Abbildung 61:	Rauchgashöhe; Berechnung mit CFAST	123
Abbildung 62:	Raummodell des Brandabschnittes BA 7	125
Abbildung 63:	ingegebene und errechnete Energiefreisetzungsrate	126
Abbildung 64:	Heißgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	126
Abbildung 65:	Kaltgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	127
Abbildung 66:	Rauchgashöhe; Berechnung mit CFAST	127
Abbildung 67:	Energiefreisetzungsrate in einem Bürozimmer (leicht verzerrte Darstellung)	129
Abbildung 68:	Raummodell des Brandabschnittes BA 2; Brand im Büro im Kellergeschoss	130
Abbildung 69:	ingegebene und errechnete Energiefreisetzungsrate	130
Abbildung 70:	Heißgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	131
Abbildung 71:	Kaltgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	132
Abbildung 72:	Rauchgashöhe; Berechnung mit CFAST	132
Abbildung 73:	Energiefreisetzungsrate in der Reinigung/Sterilisation (leicht verzerrte Darstellung)	134
Abbildung 74:	Raummodell des Brandabschnittes BA 4; Brand in der Reinigung/Sterilisation im Kellergeschoss	135
Abbildung 75:	ingegebene und errechnete Energiefreisetzungsrate	135
Abbildung 76:	Heißgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	136
Abbildung 77:	Kaltgastemperaturen; Berechnung mit CFAST	137
Abbildung 78:	Rauchgashöhe; Berechnung mit CFAST	138
Abbildung 79:	Rasterausschnitt für einen Bereich von 1 x 1 m Raumfläche	146
Abbildung 80:	Bewegungsrichtungen in <i>buildingEXODUS</i>	146
Abbildung 81:	Ausgang mit seinen Verbindungen aus dem Evakuierungsbereich	147
Abbildung 82:	Konflikt zwischen 3 fliehenden Personen	152
Abbildung 83:	Verhalten einer Person aufgrund der Geduld	152
Abbildung 84:	Personen mit zugewiesenen Ausgängen	154

	Seite
Abbildung 85:	Darstellung möglicher Anlaufpunkte in einem Fluchtweg 154
Abbildung 86:	Sichtbare Ausgänge für die fliehende Person 155
Abbildung 87:	Beispiele für den Einfluss der Rauchintensität auf das Fluchtverhalten 155
Abbildung 88:	Schematischer Ablauf der Evakuierung auf der Intensivstation 160
Abbildung 89:	Einstellungen der Brandfall - Optionen 163
Abbildung 90:	Einstellungen der Verhaltens - Optionen 163
Abbildung 91:	Einfluss des FIC - Wertes auf die Mobilität 165
Abbildung 92:	Einfluss der Rauchgasschicht auf die Bewegungsart 166
Abbildung 93:	BA 10 mit den sich dort aufhaltenden Personen 167
Abbildung 94:	Verteilung der Personen auf die benutzten Ausgänge 168
Abbildung 95:	FIH - und FIN - Werte des Brandopfers beider Simulationen im Vergleich 170
Abbildung 96:	zurückgelegte Wegstrecke, benötigte Zeit und Lungenaktivität des Brandopfers im Vergleich 170
Abbildung 97:	BA 10 mit den dort zur Nachtzeit befindlichen Personen 171
Abbildung 98:	BA 7 mit den sich dort aufhaltenden Personen 174
Abbildung 99:	BA 2 mit den sich dort aufhaltenden Personen 176
Abbildung 100:	Vergleich der FIH - und FIN - Werte der drei Simulationen 177
Abbildung 101:	Vergleich der zurückgelegten Wegstrecke, der benötigten Zeit und der Lungenaktivität 177
Abbildung 102:	BA 4 mit den sich dort aufhaltenden Personen 179
Abbildung 103:	Vergleich der Mittelwerte aller Personen mit den Maximalwerten einer Person 180
Abbildung 104:	Vergleich der zurückgelegten Wegstrecke, der benötigten Zeit und der Lungenaktivität des Todesopfers 181
Abbildung 105:	Vergleich der FIH - und FIN - Werte aus beiden Simulationen für das Todesopfer 181
Abbildung 106:	Vorschlag einer Brandschutzverordnung Teil A aus DIN 14096-1 200

	Seite
Tabelle 1: Brandeintrittswahrscheinlichkeit in der BRD	3
Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit der Fortentwicklung eines Brandes	3
Tabelle 3: Brandentstehungsorte im Tag/Nacht Vergleich	11
Tabelle 4: Ursachen und mittlere Schadenshöhe im Kreuzvergleich	11
Tabelle 5: Zündquelle und Schadenshöhe im Vergleich	12
Tabelle 6: Personengruppen die sich im Gebäude zeitunabhängig und zeitabhängig aufhalten (ohne Besucher)	20
Tabelle 7: Nutzungseinheiten und deren Brandgefährdungsklassen	22
Tabelle 8: Baustoffklassen	29
Tabelle 9: Bedeutung der Buchstaben bei Feuerwiderstandsklassen	30
Tabelle 10: Prüfung der Anforderungen an die Tragenden Wände	32
Tabelle 11: Prüfung der nichttragenden Wände	33
Tabelle 12: Brandabschnitte mit maximalen Abmessungen und Flächen	36
Tabelle 13: vorhandene Außenwandausführungen	37
Tabelle 14: Überprüfung der Stahlbetondecken	39
Tabelle 15: Arten von Türen	41
Tabelle 16: Arten von Verglasungen	41
Tabelle 17: Überwachungsbereiche von Rauch- und Wärmemeldern	61
Tabelle 18: Anzahl der Rauchmelder	63
Tabelle 19: Anzahl der Wärmemeldern	64
Tabelle 20: Eignung von Feuerlöschern	74
Tabelle 21: Löschmitteleinheiten nach ZH 1/201	75
Tabelle 22: Aufteilung der Feuerlöscher auf die einzelnen Bereiche	76
Tabelle 23: Löschwasserbedarf für den Objektschutz	89
Tabelle 24: Wasserlieferung verschiedener Hydrantentypen	90
Tabelle 25: Im Brandfall auftretende Wirkstoffe und toxische Wirkungsbereiche	104
Tabelle 26: Eingangswerte zur Ermittlung der jeweiligen Energiefreisetzungsraten	119
Tabelle 27: Personenaufkommen in den einzelnen Brandabschnitten	147
Tabelle 28: Lungenaktivität eines erwachsenen Menschen	149
Tabelle 29: Einflussparameter auf die körperlichen Eigenschaften eines Menschen	150

	Seite
Tabelle 30: Übersicht über Abweichungen der gewählten Einstellungen von den Voreinstellungen	151
Tabelle 31: körperliche Einflussparameter für BA 10	156
Tabelle 32: geistige Einflussparameter und Verhaltensweisen für BA 10	157
Tabelle 33: körperliche Einflussparameter für BA 7	158
Tabelle 34: geistige Einflussparameter und Verhaltensweisen für BA 7	159
Tabelle 35: körperliche Einflussparameter für BA 2	161
Tabelle 36: geistige Einflussparameter und Verhaltensweisen für BA 2	161
Tabelle 37: körperliche Einflussparameter für BA 4	162
Tabelle 38: geistige Einflussparameter und Verhaltensweisen für BA 4	162
Tabelle 39: Todeswahrscheinlichkeit bei 20 % verbrannter Hautoberfläche	164
Tabelle 40: Evakuierungsdauern mit den dazugehörigen Startzeitpunkten	185
Tabelle 41: verwendete Normen und Richtlinien	210

A Einleitung**1 Einführung in das Thema**

Der Brandschutz ist ein Fachgebiet, das von der Seite der Bauherren oft in den Hintergrund gedrängt wird. In erster Linie hat dies finanzielle Gründe. In vielen Fällen werden die Gefahren und die Risiken eines Brandes auch unterschätzt oder sogar fahrlässig heruntergespielt.

In der Vergangenheit kam es immer wieder zu Brandkatastrophen, bei denen viele Menschen verletzt oder gar getötet wurden.

Beispiele für Brandkatastrophen mit unzureichendem Brandschutz:

November 2000 - Brand der Bergbahn in Kitzsteinhorn, Österreich

Ursache: 600 m nach dem Tunnelanfang gerät die Bahn in Brand und bleibt stehen

Folge: 155 Menschen sterben an Sauerstoffmangel [a]

Januar 2002 - Explosion in einem Munitionsdepot in Lagos, Nigeria

Ursache: Ein Feuer kann sich durch Fahrlässigkeit entzünden und führt zur Explosion der gelagerten Munition.

Folge: mehr als 700 Menschen sterben, die meisten werden in einer Massenpanik zu Tode getreten oder ertrinken bei dem Versuch, sich durch einen Sprung in benachbarte Kanäle vor dem Feuer zu retten [a]

Juni 2002 - Brand in einem Internet - Café in Peking, China

Ursache: Kabelbrand

Folge: 24 Menschen starben in den Flammen

Besonderheiten: Das Internet - Café war eines von über 1000 illegal in Peking betriebenen Internet - Cafés

- Flucht- und Rettungswege waren nicht ausreichend vorhanden
- die technischen Installationen und Leitungen waren nicht von ausgebildeten Fachleuten verlegt worden
- Fenster und Türen waren mit Eisenstäben versperrt, um die Computertechnik vor Diebstahl zu schützen [a]

November 2002 - Brand im Londoner U-Bahnhof „ King's Cross“, Großbritannien

Ursache: eine weggeworfene Zigarette entzündete eine Rolltreppe

Folge: 31 Menschen sterben durch starke Hitzeentwicklung [a]

Januar 2004 - Hotelbrand in Greenville (South Carolina), USA

Ursache: Kurzschluss in der elektrischen Anlage im 3. Obergeschoss

Folge: 6 Menschen sterben im Schlafen, darunter ein kleiner Junge [a]

Durch die tragischen Brandkatastrophen der letzten Jahre, bei denen viele Menschen ums Leben kamen, lässt sich erkennen, dass der Brandschutz trotz vieler gesetzlichen Normen und Richtlinien in der Vergangenheit nicht die Aufmerksamkeit bekam, die ihm eigentlich zustünde.

Die erschreckenden Todeszahlen bei Tunnelkatastrophen und anderen Großbränden führten dazu, dass die Nutzer solcher Anlagen sich zunehmend für deren Sicherheitsstandard interessieren. Der ADAC¹ hat diesem Interesse Rechnung getragen und testet seit einigen Jahren die wichtigsten Tunnelbauwerke auf Europas Urlaubsstraßen.

Ein Test von 30 Tunnelanlagen in 11 europäischen Ländern im April 2002 brachte zum Teil erschreckende Ergebnisse. So bestand erstmals ein Tunnel aus Deutschland diesen Test nicht. Es handelt sich um den Kappelbergtunnel an der Bundesstraße 14 bei Stuttgart. Dagegen wurde der damals gerade neu eröffnete Montblanc-Tunnel (Frankreich) nach seiner Komplettsanierung mit der Note „sehr gut“ ausgezeichnet. [a]

(Anmerkung: März 1999 - 34 Tote bei Tunnelkatastrophe im Montblanc-Tunnel, nachdem eine Zigarette den Anhänger eines Lkws in Brand setzte und dieser im Tunnel als Todesfalle liegen blieb.)

Alleine in der Bundesrepublik werden jährlich über 5000 Menschen verletzt und mehr als 600 Menschen bei Haus- und Wohnungsbränden getötet. [b]

Um dem Thema Brandschutz von Seiten der Bauherren **und** Planer mehr Bedeutung zukommen zu lassen, hat es vor kurzem einige bedeutende Gerichtsentscheidungen gegeben.

So hat das Oberlandesgericht in Düsseldorf wegen des Brandes im April 1996 im Rhein - Ruhr - Flughafen Düsseldorf entschieden, dass neben der Flughafengesellschaft und der Baufirma auch eine Schweißerei und der Architekt für die Schäden in Millionenhöhe haftbar sind. Es gab damals 17 Tote durch Raucheinwirkungen aufgrund eines durch Schweißarbeiten verursachten Brandes. [a]

Auch aus anderen Länder, besonders den USA, werden zunehmend Gerichtsurteile gegen Betreiber, Planer, Baufirmen und Verursacher solcher Katastrophen bekannt, die erhebliche Schadensersatzansprüche zur Folge haben. [a]

¹ ADAC - Allgemeiner Deutscher Automobilclub

In der Regel lässt sich die Auslösung eines Brandes auf drei mögliche Ursachen zurückführen:

- Natürliche Brandursache (Blitzschlag, Selbstentzündung usw.)
- Technische Brandursache (Elektrizität, Überhitzung, Feuerstätten usw.)
- Brandstiftung

Folgende Tabellen zeigen die Brandeintritts- und Brandausbreitungswahrscheinlichkeit in der Bundesrepublik Deutschland:

Gebäudenutzung	Eintrittswahrscheinlichkeit von Bränden pro Million m² Geschossfläche und Jahr
Industriegebäude	2
Büros	ca. 1
Wohnungen	1

Tabelle 1: Brandeintrittswahrscheinlichkeit in der BRD [1], [2]

Brandbekämpfungsmaßnahmen durch	Wahrscheinlichkeit der Fortentwicklung eines Brandes zum Vollbrand
Öffentliche Feuerwehr	0,1
Sprinkleranlage	0,01
Werkfeuerwehr mit Brandmeldung	> 0,01 bis 0,001
Sprinkler und Werkfeuerwehr	> 0,0001

Tabelle 2: Wahrscheinlichkeit der Fortentwicklung eines Brandes [3]

Aus Tabelle 1 lässt sich erkennen, dass das Entstehungsrisiko eines Brandes bei Industriegebäuden in etwa doppelt so hoch ist, wie bei Büro- oder Wohnungsgebäuden. Dies ist dadurch bedingt, dass hier vermehrt Gefahrenstoffe gelagert, bearbeitet und produziert werden. Tabelle 2 zeigt, dass die wahrscheinliche Effektivität einer Brandbekämpfung stark durch den Einsatz von Anlagentechnik, wie z.B. Sprinkleranlagen, steigt, bzw. die Entwicklungswahrscheinlichkeit vom Entstehungsbrand zum Vollbrand sinkt. Die Kopplung von Anlagentechnik und einer Werkfeuerwehr drückt das Brandentwicklungsrisiko auf ein Minimum.

Beide Tabellen zeigen, dass eine Brandentstehung nicht auszuschließen ist.

2 Brandschutz im Krankenhaus

Brandschutz im Krankenhaus ist ein besonders sensibles Thema. Im Gegensatz zu sonstigen Gebäuden besteht hier im Brandfall auch beim Verlassen der Anlage für viele Patienten eine Gefahr. Eine eventuell lebensnotwendige Behandlung muss unterbrochen werden bzw. wird verzögert. Hinzu kommt, dass sich in einem Krankenhaus Patienten aufhalten, die in ihrer Wahrnehmung und ihrer Mobilität aufgrund ihrer Krankheit oder einer medikamentösen Behandlung beeinträchtigt sind. [4]

Deshalb kommt dem Personal im Brandfall eine besondere Aufgabe zu. Sie müssen mögliche Brandrisiken beurteilen und Kenntnisse über das Verhalten im Brandfall besitzen. [4]

Der Brandschutz im Krankenhaus ist eine anspruchsvolle Aufgabe, der sich der Krankenhausbetreiber stellen muss. Bereits in der Planungsphase eines Krankenhauses sollten geeignete Brandschutzkonzepte erstellt werden, um eine hohe Wirksamkeit zu garantieren und die Kosten von nachträglichen Brandschutzmaßnahmen zu minimieren. [4]

Besonders zu beachten ist dabei dass in den letzten Jahren zunehmend Kunststoffe als Bau- und Verbrauchsmaterialien im Krankenhaus Verwendung finden, von denen man weiß, dass diese im Brandfall eine hohe Rauchbelastung mit sich bringen. [4]

Aufgrund der unterschiedlichen medizinischen Ausrichtung der Krankenhäuser ist zudem der Brandschutz nicht standardisierbar. Desto wichtiger ist es, Risikoschwerpunkte und Fehlerquellen kenntlich zu machen, um einen optimalen Brandschutz im Hinblick auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit zu realisieren. [4] Ist dies der Fall, lassen sich effektive Möglichkeiten und Maßnahmen ableiten, um den Brandschutz wirtschaftlich zu gestalten.