

BS 9999 – Neue Vorgehensweise bei der risikobasierten Auslegung des Brandschutzes

1. Einleitung

Allgemein gilt im Vereinigten Königreich, dass Gebäude brandschutztechnisch so zu planen sind, dass sie mit den Schutzzielvorgaben der Building Regulations 2000 [2] übereinstimmen. Diese Schutzziele werden jedoch nur durch qualitative Vorgaben beschrieben, womit dem Fachplaner die Verantwortung übergeben wird, die aus den allgemeinen Vorgaben resultierenden quantitativen Festlegungen zur Einhaltung der Schutzziele gemäß Building Regulations selber zu treffen. Der Fachplaner (und damit letztendlich auch das gesamte Planungsteam) wird dabei von Vertretern der Baubehörden (sog. Local Authority Building Control), deren Vertretern oder auch von Beamten der örtlichen Feuerwehr beraten. Obwohl die Vertreter des Bauaufsichtsamtes die Möglichkeit besitzen die Inbetriebnahme eines Gebäudes oder die Nutzung zu untersagen, falls sie der Meinung sind, dass die gesetzlichen Baubestimmungen nicht eingehalten sind oder die Feuerwehr die Nichteinhaltung von betrieblichen Vorgaben gemäß des Brandschutzkonzeptes feststellt, sind solche „drastischen“ Maßnahmen (glücklicherweise) in der Praxis äußerst selten.

Zur Unterstützung der Brandschutzfachplaner hat das Department for Communities and Local Government (DCLG) das Approved Document Part B (AD-B) [3] veröffentlicht, das quantitative Schutzzielanforderungen festlegt, die ein Sicherheitsniveau entsprechend den Vorgaben der Building Regulations gewährleisten sollen. Für sog. bauliche Standardfälle ist die Verwendung des AD-B meist ausreichend, jedoch werden bei Sonderbauten wie z. B. großen Industriebauten, Büro- oder Wohnungshochhäusern, Flughäfen etc. weitere Informationen zur brandschutztechnischen Beurteilung notwendig. Die Verwendung des AD-B kann in solchen Fällen hinfällig oder unter Umständen sogar irreführend sein.

In diesem Zusammenhang hat sich in der Vergangenheit die Verwendung weiterführender Literatur bzw. ergänzender Richtlinien etabliert. Neben verschiedenen Publikationen des CIBSE (Chartered Institute of Building Services Engineers), wie z. B. CIBSE Guide E [4], für die Anwendung auf verschiedenste Gebäudetypen, hat sich vor allem die BS 5588 Reihe [5] als meist verwendete Literaturquelle innerhalb des Vereinigten Königreiches

bewährt. Die Richtlinie BS 5588 gliedert sich in die Teile 0 bis 11 und beinhaltet Aussagen zu:

- Anforderungen an Wohnungsbauten (Teil 1)
- Anforderungen an Verkaufsstätten (Teil 2, 10 und 11)
- Anforderungen an Bürogebäude (Teil 3 und 11)
- Flucht- und Rettungswege (Teil 4 und 8)
- Zugangsmöglichkeit der Feuerwehr (Teil 5 u. a.)
- Anforderungen an Versammlungsstätten (Teil 6)
- Anforderungen an Gebäude mit Atrium (Teil 7)
- Management von Gebäuden (Teil 1, 2, 3, 6, 10 und 11)

Der vom British Standards Institute (BSI) – vergleichbar mit dem DIN-Ausschuss in Deutschland – im Oktober 2008 veröffentlichte British Standard 9999 ersetzt jedoch ab April 2009 alle Teile des BS 5588, bis auf Teil 1. Einer der Hauptgründe hierfür ist, dass beide British Standards im Prinzip ähnliche Anforderungen stellen, im Detail aber zu Widersprüchen führen können.

Während die Vorschriften aus dem BS 5588 auf historisch gewachsenen Methoden („best practice“) basieren und daher ähnlich dem AD-B zu bewerten sind, hat sich das BSI-Komitee dazu entschlossen, verstärkt auf schutzzielorientierte Bemessungen einzugehen, die im Kern auf Ingenieurmethoden des Brandschutzes zurückgehen. Seit den späten 80er bzw. frühen 90er Jahren (also zu der Zeit als der BS 5588 veröffentlicht wurde) konnte innerhalb des Vereinigten Königreiches in der baupraktischen Tätigkeit eine stetig zunehmende Verwendung der Ingenieurmethoden des Brandschutzes verzeichnet werden. Beispielsweise konnten Fluchtweglängen im Zusammenhang mit dem spezifischen Brandrisiko der einzelnen Gebäudeklassen und der -nutzung betrachtet werden oder die Vorteile von Löschanlagen oder effektiven Entrauchungskonzepten auf die gesamte brandschutztechnische Beurteilung angerechnet werden [8]. Das BSI-Komitee hat sich daher entschieden, brandschutztechnische Vorschriften auf Grundlage von nutzungsabhängigen Gebäuderisikoklassen zu entwickeln, um zum einen dem Planungsteam die brandschutztechnische Bemessung des Gebäudes zu erleichtern, zum anderen aber

auch die Mindestanforderungen der Prüfbehörden verbindlich darzustellen.

In dem vorliegenden Artikel soll ein Überblick über den British Standard 9999 gegeben und das Verständnis für die grundlegende Philosophie des BS 9999 an einem Beispiel geweckt werden. Dazu wird exemplarisch auf die Bestimmung der maximalen Fluchtweglängen eingegangen. Andere Aspekte des BS 9999 wie z. B. die Festlegung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer oder Bestimmung der maximalen Größe von Brandabschnitten werden im Rahmen des vorliegenden Artikels nicht näher betrachtet. Das grundsätzliche Vorgehen entspricht jedoch der Festlegung der maximalen Fluchtweglängen.

2. BS 9999 – Ein Überblick

Die Idee hinter der brandschutztechnischen Bewertung eines Gebäudes gemäß den Anforderungen nach BS 9999 ist, dass der Grad der Anwendung von der brandschutztechnischen Komplexität des Gebäudes abhängig ist. BS 9999 erlaubt daher drei verschiedene Möglichkeiten der Bewertung, die sich im Umfang und Schwierigkeitsgrad der Bemessung unterscheiden und von der Gebäudeart und -nutzung abhängig sind:

- a) General Approach – Standardauslegung: Die Standardauslegung ist vor allem bei der Mehrheit kleinerer Bauobjekte innerhalb des Vereinigten Königreiches anzuwenden. Hier werden grundsätzlich die pauschalen, rein deskriptiven baulichen Vorschriften betreffend des Brandschutzes beachtet (wie z. B. eine verträgliche Verwendung des AD-B). Als Beispiel sei hier ein zweistöckiges Bürogebäude mit geringer Grundfläche oder eine Grundschule genannt.
- b) Advanced Approach – Fortgeschrittene Anwendung: Im BS 9999 wird eine strukturierte Vorgehensweise für eine risikogerechte Brandschutzbemessung vorgegeben, die (unter anderem) auf den geometrischen Gebäudeeigenschaften, der technischen Gebäudeausstattung und menschlichen Faktoren beruht. Diese Prinzipien beruhen auf typischen Vorgehensweisen aus den Ingenieurmethoden des Brandschutzes, wobei der BS 9999 jedoch nicht als ein Leitfaden der Ingenieurmethoden des Brandschutzes [6] zu verstehen ist. Typische Gebäude, bei deren Planung der BS 9999 hinzugezogen werden sollte, sind große Industriebauten, Bürohochhäuser oder komplexe Schulgebäude.
- c) Fire Safety Engineering – Ingenieurmethoden des Brandschutzes: Ingenieurmethoden des Brandschutzes können hinzugezogen werden, um komplexere Nachweise zur Brandsicherheit zu erstellen, z. B. für sehr große oder komplexe Gebäude und Gebäude mit einer Mischnutzung (Flughäfen, etc.), die in Anlehnung an deskriptive Regelwerke nicht mehr zu bewerten sind [6, 7 und 11].

Wird der BS 9999 bei der brandschutztechnischen Auslegung eines Gebäudes hinzugezogen, ist auf die folgenden Inhalte besonders einzugehen:

- Brandschutzmanagement,
- Flucht- und Rettungswegmöglichkeiten,
- Baulicher Brandschutz (bspw. Tragfähigkeit des Gebäudes im Brandfall) und
- Zugangsmöglichkeiten, Angriffsweg und Einrichtungen für die Feuerwehr.

Ziel der Anwendung des BS 9999 ist es dabei, die minimalen Anforderungen an den Brandschutz zu definieren, die erforderlich sind, um ein adäquates Sicherheitsniveau gewährleisten zu können. Aufbauend auf diesen Mindestanforderungen kann der Brandschutzplaner zusammen mit dem Planungsteam die Auswirkungen und möglichen Vorteile von weiterführenden brandschutztechnischen Maßnahmen erläutern. Die zunächst festgelegten Mindestanforderungen beruhen auf Angaben zu:

- I. der möglichen Nutzung des Gebäudes,
- II. der Risikoklasse in Abhängigkeit von verschiedenen Nutzergruppen,
- III. den Vorrichtungen zur Branderkennung und Alarmierung,
- IV. automatischen Löschanlagen und Rauch- und Wärmeabzugsgeräten sowie
- V. Brandschutz- und Gebäudemanagement.

Im Folgenden wird das grundsätzliche Vorgehen anhand des Prozesses zur Bestimmung der maximal zulässigen Flucht- und Rettungsweglängen dargestellt.

Die prinzipielle Anwendung kann jedoch analog auf andere Brandschutzmaßnahmen übertragen werden.

3. Verwendung des BS 9999

3.1 Risikoklasse eines Gebäudes

Zunächst muss bei einer brandschutztechnischen Bewertung gemäß BS 9999 die Risikoklasse eines Gebäudes (Risk Profile) ermittelt werden. Diese basiert auf Aussagen zu den folgenden Kennwerten:

- 1. Einordnung der Gebäudenutzer – Sind die Benutzer wach, schlafend, medizinisch betreut etc.? Sind die Benutzer vertraut mit ihrer Umgebung?
- 2. Brandentwicklung und -ausbreitungsgeschwindigkeit - Ist mit einer langsamen, mittleren schnellen oder sehr schnellen Brandentwicklung zu rechnen?

Um Angaben zu Gebäudenutzung und Brandentwicklung zu treffen, können die Tabellen 1 und 2 hinzugezogen werden.

Occupancy characteristic	Description	Examples
A	Occupants who are awake and familiar with the building	Office and industrial premises
B	Occupants who are awake and unfamiliar with the building	Shops, exhibitions, museums, leisure centres, other assembly buildings, etc.
C	Occupants who are likely to be asleep:	
Ci	• Long-term individual occupancy	Individual flats without 24 h maintenance and management control on site
Cii	• Long-term managed occupancy	Serviced flats, halls of residence, sleeping areas or boarding schools
Ciii	• Short-term occupancy	Hotels
D ^{A)}	Occupants receiving medical care	Hospitals, residential care facilities ^{B)}
E ^{C)}	Occupants in transit	Railway stations, airports

^{A)} Currently occupancy characteristic D, medical care, is dealt with in other documentation and is outside the scope of this British Standard.
^{B)} Under some circumstances, residential care facilities may be classified as occupancy characteristic Cii.
^{C)} This occupancy characteristic is included for completeness within this table but is not referred to elsewhere in this British Standard.

Tabelle 1: Gebäudenutzungs-kategorie gemäß BS 9999 Tabelle 2 „Occupancy Characteristic“

Category	Fire growth rate	Examples	Fire growth parameter ^{A)} kJ/s ³
1	Slow	Banking hall, limited combustibile materials	0.002 9
2	Medium	Stacked cardboard boxes, wooden pallets	0.012
3	Fast	Baled thermoplastic chips, stacked plastic products, baled clothing	0.047
4	Ultra-fast	Flammable liquids, expanded cellular plastics and foam	0.188

^{A)} This is discussed in PD 7974-1.

Tabelle 2: Brandausbreitung gemäß BS 9999 Tabelle 3 „Fire growth rates“

Die Risikoklasse eines Gebäudes wird über eine Kombination der möglichen Gebäudenutzung (Tabelle 1) und der zu erwartenden Brandausbreitungsgeschwindigkeit (Tabelle 2) festgelegt. Falls ein Gebäude von Personen genutzt wird, die wach und mit dem Umfeld vertraut sind (Gebäudenutzungsgruppe A) sowie von einer mittleren Brandausbreitungsgeschwindigkeit (Brandentwicklungskategorie 2) auszugehen ist, wird die Risikoklasse des Gebäudes auf A2 festgelegt (siehe Abbildung 3). Um den Brandschutzfachplaner und das Planungsteam weiter zu unterstützen, werden in dem BS 9999 mögliche Gebäuderisikoklassen einzelnen beispielhaften Nutzungen zugeordnet:

- Bar – B2
- Speisesaal – B1
- Großraumbüro (< 60m²) – B2
- Großraumbüro (> 60m²) – A2
- Museum – B2
- Supermarkt – B3
- etc.

Eine umfassende Aufzählung von Zuordnungen von Gebäuderisikoklassen ist in Tabelle 10 dargestellt.

Occupancy characteristic (from Table 2)	Fire growth rate	Risk profile
A (Occupants who are awake and familiar with the building)	1 Slow	A1
	2 Medium	A2
	3 Fast	A3
	4 Ultra-fast	A4 ^{A)}
B (Occupants who are awake and unfamiliar with the building)	1 Slow	B1
	2 Medium	B2
	3 Fast	B3
	4 Ultra-fast	B4 ^{A)}
C (Occupants who are likely to be asleep)	1 Slow	C1 ^{B)}
	2 Medium	C2 ^{B)}
	3 Fast	C3 ^{B), C)}
	4 Ultra-fast	C4 ^{A), B)}

^{A)} These categories are unacceptable within the scope of BS 9999. Addition of an effective localized suppression system or sprinklers will reduce the fire growth rate and consequently change the category (see 6.5).
^{B)} Risk profile C may be divided into sub-categories, viz. Ci1, Cii1, Ciii1, etc.
^{C)} Risk profile C3 will be unacceptable under many circumstances unless special precautions are taken.

Tabelle 3: Gebäuderisikoklasse gemäß BS 9999 Tabelle 4 „Risk profiles“

An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass die Festlegung der Gebäuderisikoklasse zu diesem Zeitpunkt der brandschutztechnischen Bewertung gemäß BS 9999 weder geometrische noch anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen berücksichtigt. Sollte ein Gebäude jedoch mit einer automatischen Löschanlage ausgestattet werden, kann die Festlegung der Geschwindigkeit der Brandentwicklungskategorie (sog. Fire growth rate category) um eine Kategorie verbessert werden (z. B. von Brandentwicklungskategorie 2 auf Kategorie 1). Damit wird der positive Einfluss einer Löschanlage auf die zu erwartende Brandausbreitungsgeschwindigkeit angerechnet. Ein Bürogebäude ohne Löschanlage ist beispielsweise der Risikoklasse A2 zugeordnet, während ein Bürogebäude mit Löschanlage einer Risikoklasse A1 zugeordnet wird, d. h. anstelle einer „medium“ Brandausbreitung (Kategorie 2) kann von einer Einordnung der Kategorie „slow“ (Kategorie 1) ausgegangen werden. Die daraus resultierende Zuordnung der Gebäuderisikoklasse hat erheblichen Einfluss auf die minimalen Anforderungen des Brandschutzes.

3.2 Brandschutzmanagement

Nun folgt die Festlegung der minimal erforderlichen Maßnahmen hinsichtlich des Brandschutzmanagements (siehe Tabelle 4).

Die Einstufung des Brandschutzmanagements ist abhängig von verschiedenen Faktoren, wie z. B. der Flexibilität für zukünftige Um- oder Ausbauprojekte, dem Personalbestand, der Ausbildung des Personals, Arbeitskontrollen, vorhandenen Dienstweisungen, Instandhaltungsmaßnahmen, Kommunikation und Alarmierung der örtlichen Feuerwehr und der Ausarbeitung möglicher Notfallpläne. Ziel der Festlegung des Brandschutzmanagements während der Bestimmung der

Risikoklasse ist es dabei, dem Bauherrn bzw. Gebäudenutzer/ -betreiber die Notwendigkeit der stetigen Instandhaltung des Brandschutz- und Gebäudemanagements vor Augen zu führen. Weiterhin soll das Zusammenspiel zwischen einem funktionierenden Brandschutzmanagement und beispielsweise einer möglichen Überschreitung der maximalen Rettungsweglängen deutlich werden.

Auch kann dies als Hinweis an das Planungsteam verstanden werden, Brandschutz immer als Gesamtkonzept und nicht isoliert zu betrachten. Das Zusammenspiel und die gegenseitige Beeinflussung zwischen baulichem, anlagentechnischem und betrieblichem Brandschutz wird dadurch hervorgehoben.

Nachdem die Risikoklasse eines Gebäudes bestimmt wurde, kann mit einer brandschutztechnischen Bemessung hinsichtlich der Flucht- und Rettungswege oder der Feuerwiderstandsklassen begonnen werden. Es folgt exemplarisch die Bestimmung der maximalen Flucht- und Rettungsweglängen.

3.3 Maximale Fluchtweglängen

Die zulässigen Flucht- und Rettungsweglängen werden mit einem quantitativen Wert belegt und hängen von der eigentlichen Räumungszeit ab. Dabei ist nicht allein die Fluchtweglänge entscheidend, sondern darüber hinaus die Zeitspanne bis Personen auf den Brand aufmerksam werden und bis sie auf die jeweilige Situation reagieren. Die Räumungszeit setzt sich zusammen aus den folgenden Zeitspannen:

- Zeitspanne vom Brandbeginn bis zur Detektion ($t_{\text{Detektion}}$),
- Zeitspanne von der Detektion bis zum Auslösen des Alarms (t_{Alarm}),

Occupancy characteristic (Table 2)	Fire growth rate (Table 3)	Risk profile (Table 4)	Management level
A (Occupants who are awake and familiar with the building)	1 Slow	A1	3 ^{A)}
	2 Medium	A2	2
	3 Fast	A3	1
	4 Ultra-fast	A4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}
B (Occupants who are awake and unfamiliar with the building)	1 Slow	B1	2
	2 Medium	B2	2
	3 Fast	B3	1
	4 Ultra-fast	B4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}
C (Occupants who are likely to be asleep)	1 Slow	C1	2
	2 Medium	C2	1
	3 Fast	C3 ^{B)}	1
	4 Ultra-fast	C4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}

^{A)} A level 3 system might not be acceptable in some circumstances (see 8.2).
^{B)} See Table 4.

Tabelle 4: Festlegung des Brandschutzmanagements gemäß BS 9999 Tabelle 6 „Management levels for different risk profiles“

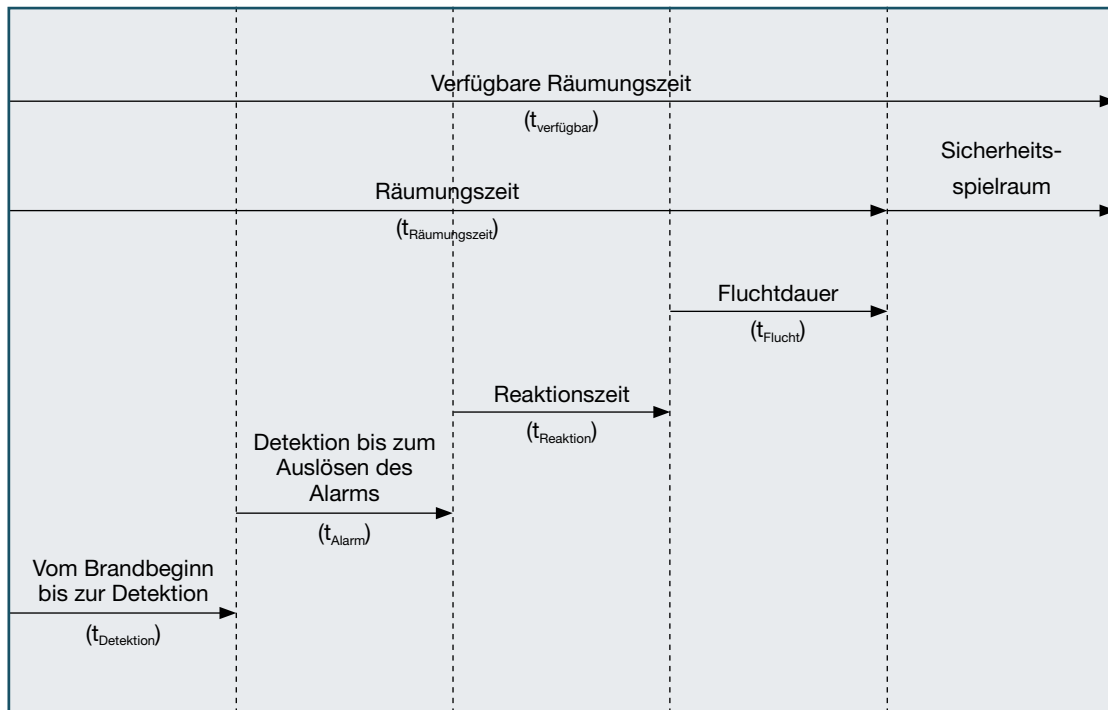


Abbildung 1: Zusammensetzung der erforderlichen und der verfügbaren Räumungszeit

- Zeitspanne vom Auslösen des Alarms bis zum Beginn der Flucht (die sog. Reaktionszeit) (t_{Reaktion}) und
- der Zeitspanne vom Beginn der Flucht bis zum Erreichen eines sicheren Bereiches (t_{Flucht}).

Allgemein gilt, dass die Räumungszeit $t_{\text{Räumung}}$ (RSET – Required Safe Egress Time) kleiner sein muss als die verfügbare Räumungszeit $t_{\text{verfügbar}}$ (ASET – Available Safe Egress Time), also der Zeitraum, in dem die für eine sichere Flucht erforderlichen Grenzwerte eingehalten sind. Detaillierte Angaben zur Zusammensetzung der Räumungs- und der verfügbaren Räumungszeit sind in der Literatur zu finden [6], [7]. In BS 9999 wird kein direkter Soll-Ist-Vergleich zwischen der Räumungszeit und der verfügbaren Räumungszeit (RSET – ASET Vergleich) verlangt, es werden jedoch die grundsätzlichen Annahmen aus einem direkten Vergleich verwendet.

Eine entscheidende Rolle für den Ausgang einer Räumungszeitanalyse spielt der Zeitpunkt der Branddetektion (siehe auch [8]). Von dieser Annahme ausgehend, wird bei der Bemessung nach BS 9999 ein Mindestniveau hinsichtlich der Brandalarmierung gefordert.

Falls eine automatische Brandalarmierung gefordert wird (wie z. B. Type L1 – L3 Standard nach [9]), können keine weiteren Vorteile auf die brandschutztechnischen Mindestanforderungen angerechnet werden.

Das Prinzip des BS 9999 beruht auf der Tatsache, dass eine automatische Brandmeldeanlage im Vergleich zu einer manuellen Alarmierung Vor-

teile bringt. Bei einer automatischen Brandalarmierung beruht die Brandmelderaktivierung auf dem Auslösen von Rauch- oder Wärmemeldern und somit auf der technischen Gebäudeausrüstung. Im Gegensatz dazu beruht eine manuelle Alarmierung auf menschlichen Faktoren und beinhaltet damit eine höhere Unsicherheit. Es wird daher davon ausgegangen, dass eine automatische Brandmeldeanlage schon nach der 1. Brandminute und eine manuelle Alarmierung erst nach der 3. Brandminute auslöst bzw. aktiviert wird. Die Vorteile einer automatischen Brandmeldeanlage sind ausreichend in der Literatur diskutiert (siehe dazu [4], [6], [7] und [11]). Die Mindestanforderungen hinsichtlich der Art der Brandmeldeanlage ist in Tabelle 5 in Abhängigkeit von der Gebäudenutzung zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, dass ein typisches Bürogebäude mit einer Gebäuderisikoklasse A2 mindestens mit einer manuellen Alarmierung ausgestattet sein muss. Eine automatische Brandmeldeanlage ist nicht zwingend erforderlich jedoch in der Praxis häufig vorzufinden. Gründe dafür könnten z. B. die erhöhten sicherheitstechnischen Forderungen von Seiten der Versicherer sein.

Nachdem zum einen die Art der Brandalarmierung und zum anderen das Vorhandensein einer automatischen Löschanlage festgestellt worden ist (dies bereits beim Festlegen der Gebäuderisikoklasse siehe auch Tabelle 3), können nun die maximal zulässigen Flucht- und Rettungsweglängen für das betrachtete Gebäude individuell festgelegt werden. Die maximal zulässigen Flucht- und Ret-

Risk profile	Minimum acceptable alarm/detection system
A1	M
A2	M
A3	L2
A4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}
B1 ^{B)}	M
B2 ^{B), C)}	M
B3 ^{B)}	L2
B4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}
C1	Automatic fire detection in individual units
Ci2	Automatic fire detection in individual units
Ci3 ^{A)}	L3
Cii1	L2
Cii2	L2
Ciii3 ^{A)}	L1
Ciii1	L1
Ciii2	L1
Ciii3 ^{A)}	L1
C4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}

NOTE Type M, L3, L2 and L1 systems are defined in BS 5839-1:2002+A2:2008.

^{A)} See Table 4.
^{B)} In some circumstances where people are in an unfamiliar building the provision of a voice and/or visual alarm system can help reduce evacuation time.
^{C)} Not including primary or special needs schools – L3 system advisable.

Tabelle 5: Mindestanforderungen an eine Brandalarmierung gemäß BS 9999 Tabelle 8 „Minimum level of fire alarm/detection system for the premises“

tungsweglängen sind in Tabelle 12 des BS 9999 zusammengefasst (siehe Tabelle 6).

Daraus ergibt sich beispielsweise für ein Bürogebäude mit einer Gebäuderisikoklasse A2, dass die maximale Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation 22 m betragen darf, während sie eine Länge von bis zu 55 m annehmen darf, falls ein 2. baulicher Fluchtweg besteht. Diese Fluchtweglängen werden bis zu dem nächstgelegenen Aus- oder Zugang zu einem gesicherten Treppenraum gemessen. Die ermittelten maximalen Fluchtweglängen für das Bürogebäude (der Gebäuderisikoklasse A2) können jedoch angepasst bzw. überschritten werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Gebäudetechnik: Sollte im Bürogebäude eine flächendeckende automatische Alarmierungsanlage installiert sein (die üblicherweise für ein Bürogebäude in England und Wales gefordert wird, jedoch durch BS 9999 nicht zwingend gefordert wird), kann gemäß BS 9999 die maximale Fluchtweglänge um 15 % überschritten und gleichzeitig die minimale Fluchtwegbreite um 15 % unterschritten werden.
- Gebäudegeometrie: Falls die Geschosshöhe (entweder eines einzelnen Raumes oder des Gebäudeteils, das untersucht wird) mehr als 3 m lichte Höhe beträgt, können prozentual in Abhängigkeit von der lichten Geschosshöhe die Fluchtweglängen überschritten und gleichzeitig

die minimalen Fluchtwegbreiten unterschritten werden (siehe Tabelle 7).

Das Argument hinter dieser Vorgabe ist ersichtlich: je höher die lichte Geschosshöhe, desto besser kann sich prinzipiell eine Rauchgasschicht ausbilden und desto mehr Zeit steht flüchtenden Personen zur Verfügung bevor Rauch- und Heißgase eine gesicherte Flucht gefährden. Eine größere Geschosshöhe hat somit einen tendenziell positiven Einfluss auf die verfügbare Räumungszeit, genau wie eine automatische Brandalarmierung sich positiv auf die Räumungszeit auswirkt. Somit können pauschal festgelegte Fluchtweglängen überschritten und Fluchtwegbreiten unterschritten werden.

Risk profile	Travel distance, in metres (m)	
	Two-way travel	One-way travel
A1	65	26
A2	55	22
A3	45	18
A4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}	Not applicable ^{B)}
B1	60	24
B2	50	20
B3	40	16
B4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}	Not applicable ^{B)}
C1	27	13
C2	18	9
C3 ^{B)}	14	7
C4 ^{B)}	Not applicable ^{B)}	Not applicable ^{B)}

Tabelle 6: Maximale Fluchtweglängen gemäß BS 9999 Tabelle 12 „Maximum travel distance when minimum fire protection measures are provided“ falls Mindestanforderungen an eine Brandalarmierung eingehalten sind

Zur Bestimmung der maximalen Fluchtweglängen gelten die in Abbildung 2 dargestellten Bedingungen.

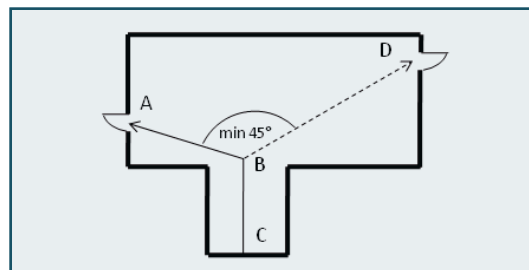


Abbildung 2: Bemessung der Fluchtweglängen

Hinweis zu Abbildung 2: Die Strecken CBA und CBD (welche die größere Länge aufweist) sollte nicht größer sein als die maximale Fluchtweglänge gemäß Tabelle 6, wenn mehr als eine Fluchtwegmöglichkeit besteht. CB sollte nicht größer sein als die maximale Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation.

Room height m	Maximum permissible increase in travel distance and reduction in door width, corridor width and stair width	
	All risk profiles except A4, B4 and C4 ^{A)} %	Risk profiles A4, B4 and C4 ^{A)} %
≤3	Not allowable	Not allowable
>3, ≤4	5	Not allowable
>4, ≤5	10	Not allowable
>5, ≤6	15	Not allowable
>6, ≤7	18	Not allowable
>7, ≤8	21	Not allowable
>8, ≤9	24	Not allowable
>9, ≤10	27	Not allowable
>10	30	Not allowable

^{A)} See Table 4.

Tabelle 7: Variationsmöglichkeiten der maximalen Fluchtweglängen und Fluchtwegbreiten in Abhängigkeit von der lichten Geschosshöhe gemäß BS 9999 Tabelle 16 „Permissible variations in travel distance, door width, corridor width and stair width with ceiling height“

In Tabelle 7 werden prozentuale Verlängerungen bzw. Verkürzungen der maximalen Fluchtweglängen und Verbreiterungen bzw. Verringerungen der minimalen Fluchtwegbreiten in Abhängigkeit von der lichten Geschosshöhe angegeben. Beispielsweise können bei einem Bürogebäude der Gebäuderisikoklasse A2, das zum einen lichte Geschosshöhen zwischen 3 und 4 m aufweist und zum anderen mit einer automatischen Brandmeldeanlage ausgerüstet ist, die maximalen Fluchtweglängen wie folgt verlängert werden:

- A2 - Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 22 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 55 m (siehe Tabelle 6)
- BMA – Erhöhung um 15 %: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 25,3 m; bei zwei möglichen Richtungen: 63,25 m
- Geschosshöhe – Erhöhung um 5 % (siehe Tabelle 7): Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 26,4 m; bei zwei möglichen Richtungen: 66,4 m

Es gibt jedoch auch eine Limitierung der maximalen Fluchtweglänge (bzw. minimalen Fluchtwegbreite), die nicht überschritten (bzw. unterschritten) werden sollte, auch wenn das Gebäude ein höheres bauliches, betriebliches oder technisches Sicherheitsniveau aufweist.

Diese Einschränkung basiert auf den folgenden menschlichen Einflussfaktoren:

- Eine Person geht nicht zwingend direkt zum nächstgelegenen Ausgang.
- Die Fluchtgeschwindigkeit kann in Abhängigkeit von der spezifischen Gebäudenutzung variieren.
- Die Zeitspanne bis zum Beginn der Flucht ($t_{\text{Detektion}}$, t_{Alarm} und t_{Reaktion}) variiert in Abhängigkeit von den Gebäudenutzern und des Brandschutzmanagements.

Die zulässigen Maximalwerte für Fluchtweglängen sind in Tabelle 8 für verschiedene Gebäuderisikoklassen angegeben.

Aus Tabelle 8 kann entnommen werden, dass die Vorgabe der maximalen Fluchtweglänge vor allem bei sog. Stichflursituationen greift. Weniger einschränkend wirkt sie, falls eine Flucht in zwei unabhängige Richtungen möglich ist. Auf das Beispiel des Bürogebäudes der Gebäuderisikoklasse A2 angewandt, würde das Folgende gelten:

- A2 - Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 22 m; bei zwei möglichen Richtungen: 55 m
- BMA – Erhöhung um 15 %: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 25,3 m; bei zwei möglichen Richtungen: 63,25 m
- Geschosshöhe – Erhöhung um maximal 5 %: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 26,4 m; bei zwei möglichen Richtungen: 66,4 m
- Unter Beachtung der maximalen zulässigen Rettungsweglänge (siehe Tabelle 8): Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation 24 m und bei zwei möglichen Richtungen: 75 m
- Es gilt daher: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation 24 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 66,4 m

An diesem Beispiel werden die Vorteile einer Anwendung des BS 9999 deutlich. Dem Planungsteam werden zwar auf der einen Seite gewisse Lockerungen der Vorschriften bei Berücksichtigung der Gesamtheit von baulichen, betrieblichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen ermöglicht, auf der anderen Seite wird aber nicht unkontrollierbar und willkürlich die Möglichkeit von Überschreitungen z. B. von Fluchtweglängen gewährt. Die Vergünstigungen unterliegen weiterhin gewissen Sicherheitsfaktoren. Die Erleichterung hinsichtlich der zulässigen Fluchtweglänge

Risk profile	Maximum permissible travel distance	
	Two-way travel m	One-way travel m
A1	90	30
A2	75	24
A3	60	22
A4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}	Not applicable ^{A)}
B1	90	28
B2	75	24
B3	60	20
B4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}	Not applicable ^{A)}
C1	37	18
C2	27	13
C3 ^{A)}	18	9
C4 ^{A)}	Not applicable ^{A)}	Not applicable ^{A)}

^{A)} See Table 4.

Tabelle 8: Die maximale Fluchtweglänge ist gemäß BS 9999 Tabelle 17 „Maximum travel distances when additional fire protection measures are provided“ begrenzt, auch wenn weitere brandschutztechnische Maßnahmen angewendet werden

bei einer Stichflursituation beispielsweise unterliegt eher Beschränkungen als Situationen, in denen eine weitere Fluchtrichtung besteht.

Dennoch wird dem Planungsteam eine weitere Überschreitung der maximal zulässigen Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation ermöglicht. Der Einbau einer Löschanlage kann wesentlich dazu beitragen. Tabelle 8 stellt die maximal zulässige Fluchtweglänge für verschiedene Gebäuderisikoklassen dar. Unser Beispiel, ein Bürogebäude A2, würde einer Gebäuderisikoklasse A1 zugeordnet werden, falls der Einbau einer Löschanlage vorgesehen ist. Damit ergeben sich die maximalen Fluchtweglängen wie folgt:

- A1 - Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 26 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 65 m
- BMA – Erhöhung um 15 %: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 29,9 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 74,75 m
- Geschosshöhe – Erhöhung um 5 %: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 31,4 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): **78,48 m**
- Unter Beachtung der maximalen Einschränkungen: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation **30 m** und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 90 m
- Es gilt daher: Fluchtweglänge bei einer Stichflursituation: 30 m und Fluchtweglänge (bei zwei möglichen Richtungen): 78,48 m

Tabelle 9 stellt übersichtlich die resultierenden Fluchtweglängen in Abhängigkeit von der Gebäuderisikoklassen und der technischen Gebäudeausrüstung dar.

Die Darstellung in Tabelle 9 soll zeigen, dass dem Planungsteam unter Anwendung des BS 9999 bereits zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt die möglichen Vorteile der brandschutztechnischen Gebäudeausrüstung aufgezeigt werden können,

eine Kosten-Nutzen-Analyse möglich ist und Planungs- und Genehmigungsrisiken minimiert werden können.

4. Zusammenfassung

Die Besonderheit des BS 9999 liegt darin, dass er eine flexible, risikoorientierte Brandschutzbemessung ermöglicht, die auf der Einordnung des Gebäudes in eine Gebäuderisikoklasse beruht. Einzelne Elemente des baulichen, gebäudetechnischen und organisatorischen Brandschutzes können einzeln oder auch in Kombination auf die brandschutztechnische Bemessung beispielsweise der Fluchtweglängen und -breiten, Mindestfeuerwiderstandsklassen, der maximalen Brandabschnittsgröße etc. Einfluss nehmen. Damit können Machbarkeitsstudien bereits zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt (Leistungsphasen 1, 2 etc.) sachlich fundiert und kostengünstig durchgeführt werden. Eine detaillierte und aufwendige RSET – ASET-Studie ist nicht erforderlich und das Risiko einer Nicht-Abnahme durch die Genehmigungsbehörde wird bereits zu einem frühen Zeitpunkt in der Planungsphase ausgeschlossen. Mit Erscheinen des BS 9999 werden nicht nur Vorteile für den Brandschutzfachplaner und das Planungsteam deutlich, die nun in der Lage sind risikogerechte detaillierte Aussagen zum Brandschutzkonzept zu treffen, sondern eben auch für Prüfende von risikoorientierten Brandschutzkonzepten auf Seiten der Bauordnungsämter und Feuerwehr. Diese sind nun ebenfalls in der Lage schnell und übersichtlich Aussagen zu brandschutztechnischen Varianten zu treffen.

Dass nun endlich die Vorteile von baulichen und technischen Brandschutzmaßnahmen für jeden Gebäudetyp aufgezeigt werden können, erlaubt es, dem Bauherrn ein Verständnis für brandschutztechnische Maßnahmen und deren Einflüsse zu vermitteln. Der Einbau von automatischen Brandmelde- und Löschanlagen wird nicht nur als Ursa-

Gebäude-risikoklasse	Baulicher BS (Stockwerkhöhe)	Anlagentechnischer BS	Maximale Fluchtweglänge bei Stichflursituation	Maximale Fluchtweglänge falls Flucht in mehr als eine Richtung möglich ist
A2	H < 3,0 m	Manuelle Alarmierung, Keine Sprinkler	22 m	55 m
		BMA, Keine Sprinkler	25,3 m	63,25 m
	H = 3,0 – 4,0 m	BMA, Keine Sprinkler	26,4 m	66,4 m
Maximale Fluchtweglängen für A2:			24 m	75 m
A1	H < 3,0 m	Manuelle Alarmierung, Sprinkler	26 m	65 m
		BMA, Sprinkler	29,9 m	74,75 m
	H = 3,0 – 4,0 m	BMA, Sprinkler	31,4 m	78,48 m
Maximale Fluchtweglängen für A1:			30 m	90 m

Tabelle 9: Ermittlung der maximalen Fluchtweglängen unter Beachtung von baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen

Occupancy	Risk profile	Occupancy	Risk profile
Administration office	A2	Indoor games/training rooms in schools	B2
Amusement arcade	B2	Kitchen	A3
Archive/library reading area	B3	Licensed betting office (public area)	B1
Art gallery	B1/B2	Lobbies	B1
Assembly hall	B2	Lounge (other than dwelling)	B2
Banking hall	B1	Machine/printing room	A3
Bar	B2	Mechanical plant room	A4 ^{A)}
Bazaar	B2/B3	Meeting room	B2
Bedroom/study bedroom	Cii2	Museum	B2
Bed-sitting room	Cii2	Office (closed-plan or office less than 60 m ²)	B2
Billiards or snooker room	B2	Office (open-plan exceeding 60 m ²)	A2
Bingo hall	B2	Reading room	B2
Bowling alley	B2	Reception area	B1
Business centre	B2	Restaurant	B2
Canteen	A2	Shop sales area ^{B)}	B3
Classroom	A2	Shop sales area ^{C)}	B3
Club	B2	Showrooms	B3
Committee room	A2	Skating rink	B1
Common room	A2	Stadia and grandstands	B1
Computer room	B2	Staff room	A2
Concourse or shopping mall	B2	Storage and warehousing	A2/A3/A4 ^{A)}
Conference room	B2	Studio (radio, television, film, recording), non-public	A2
Crush hall	B2	Studio (radio, television, film, recording), public	B2
Dance area	B2	Teaching laboratories	A3
Deposit/strong room	A2/A3	Theatre/cinema/concert hall auditoria	B2
Design studio/drafting office	A2	Theatre stages	A2/A3
Dining room	B1	Trading floor	B2
Dormitory	Cii2	Trading gallery	B2
Exhibition areas	B2/B3	Venue for pop concerts	B1
Factory production area	A2/A3	Waiting area/visitors lounge	B1
Filing room/store	A3	Waiting room	B1
Foyers	B1	Workshop	A3
Gymnasium/leisure centre	B2		

^{A)} See Table 4. Risk profile A4 is unacceptable unless a sprinkler system or another appropriate fire suppression system is installed.

^{B)} Excluding those in covered shopping complexes and excluding department stores but including those that trade predominantly in furniture, floor coverings, cycles, prams, large domestic appliances, or other bulky goods, or cash and carry shops.

^{C)} Including supermarkets, department stores, shops for personal services like hairdressing, shops for the delivery and collection of goods for cleaning/repair/treatment or for members of the public themselves carrying out such cleaning/repair/treatment.

Tabelle 10: Typische Gebäuderisikoklassen gemäß BS 9999
Tabelle 5 „Examples of typical risk profiles“

che für zusätzliche Kosten begriffen, sondern anhand der daraus resultierenden architektonischen Planungsfreiheit als eine Möglichkeit der quantifizierbaren Kompensation.

Der BS 9999 ermöglicht nicht nur den Einbau von automatischen Brandmelde- und Löschanlagen als Möglichkeit den Personen- und Sachschutz zu gewährleisten (bzw. zu erhöhen), sondern legt dem Bauherrn bzw. Betreiber nahe, Brandschutzmanagement als wichtigen Bestandteil eines Brandschutzkonzeptes wahrzunehmen.

Ein Vergleich des BS 9999 mit der Industriebau-richtlinie [15] sowie den Normen DIN 18230 [13] und DIN 18232 [14] macht deutlich, dass eingeschränkt auch in Deutschland bereits verschiedene Nachweismethoden zur Verfügung stehen und somit dem Bauherrn und Planungsteam gestalterische Planungsfreiheit unter dem Gesichtspunkt einer Kosten-Nutzen-Analyse ermöglicht werden, ohne dabei die eigentlichen Schutzziele des Brandschutzes vernachlässigen zu müssen. Auch in Deutschland sollte damit der Weg offen sein, starre, rein deskriptive Vorschriften im Brandschutz durch schutzzielorientierte Vorgaben abzulösen, wie es bereits international (und nicht nur im Vereinigten Königreich) seit Längerem möglich ist.

Autoren

Gary Daniels, HOARE LEA Fire Engineering,
M2 7FL Manchester, UK

Karl Wallasch, HOARE LEA Fire Engineering,
W1T 7PL London, UK

Boris Stock, BFT Cognos GmbH,
52072 Aachen, Deutschland

Literatur

- [1] BS 9999:2008 'Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings', BSI British Standards, October 2008
- [2] The Building Regulations 2000 for England and Wales Approved Document B, Volume 2 – Buildings other than Dwelling Houses, Edition 2006 - Fire Safety, 2007. Department for Communities and Local Government
- [3] CIBSE Guide E, Fire Engineering, Chartered Institution of Building Services Engineers, London, 1997
- [4] BS 5588 'Fire precautions in the design, construction and use of buildings', Part 0 to 11, BSI British Standards, 1990-2004
- [5] Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdB), Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB), Referat 4, Prof. D. Hossler, 1. Auflage
- [6] PD 7974:2002, Published Document - Application of fire safety engineering principles to the design of buildings, London (UK): British Standard Institute (BSI), 2002
- [7] Bedeutung von Brandschutzkonzepten und Ingenieurmethoden in England am Beispiel eines Bürogebäudes in London, G. Daniels/ K. Wallasch, Braunschweiger Brandschutztag 2008, 22. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten, Tagungsband, Braunschweig, 2008
- [8] BS5839 'Fire Detection and Alarm Systems for Buildings' Part 1:2005 'Code of Practice for System Design, Installation and Servicing', BSI
- [9] Mehr Flexibilität durch leistungsorientierte Brandschutzvorschriften, Braunschweiger Brandschutztag 2008, D. Hossler, 22. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten, Tagungsband, Braunschweig, 2008
- [10] DD240, Draft for Development, Fire Safety Engineering in Buildings Part 1:1997 'Guide to the application of fire safety engineering principles', London (UK): British Standard Institute (BSI), 1997
- [11] Brandschutzanforderungen an Sonderbauten – Versuch einer risikoorientierten Bewertung, D. Hossler/ A. Weilert, S+S Report, 6/ 2008
- [12] DIN 18230 Baulicher Brandschutz im Industriebau
- [13] DIN 18232 Rauch- und Wärmefreihaltung
- [14] Muster-Industriebau-richtlinie (M IndBauRL), März 2000