



Hochschule
Zittau/Görlitz (FH)

Europäisches Institut für
postgraduale Bildung an
der TU Dresden e. V.



Brandschutz im Industriebau

Eine vergleichende Bewertung zwischen der Schweiz und Deutschland sowie zwischen der Schweiz und Österreich

Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Engineering

eingereicht von:

Dipl. Ing. FH Frey Paul

Betreuer:

Dipl. Ing. Kolb Thomas
Brandschutzconsult H.-P. Schreiner

Gutachter:

Prof. Dipl. Ing. Worbs Thomas
Hochschule Zittau/Görlitz (FH)

Aufgabenstellung

Zum Abbau technischer Handelshemmnisse in der Europäischen Union werden die Anforderungen an Bauprodukte in harmonisierten Normen festgeschrieben. Die Anwendung unterliegt jedoch nationalen Vorschriften. Obwohl sich die globalen Schutzziele entsprechen, machen sich in den Bestimmungen der nationalen Brandschutzgesetzgebungen Unterschiede bemerkbar. Dieser Umstand führt bei international tätigen Planern zu Unsicherheiten und Fehlleistungen.

In einem Doppelvergleich Schweiz – Deutschland sowie Schweiz – Österreich sollen Unterschiede und Gemeinsamkeiten des baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes im Industriebau aufgezeigt und bewertet werden. Dabei sind auch die Konsequenzen für die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit von Gebäuden zu diskutieren.

Dazu sind folgende Schwerpunkte zu bearbeiten:

- Zusammenstellen von Brandstatistiken: Vergleich der Brandschäden, Brandtoten und Brandschutzkosten (CH-D, CH-A).
- Beschreibung und Vergleich der wichtigsten Elemente des baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes im Industriebau (CH-D, CH-A).
- Zusammentragen und Bewerten von Übereinstimmungen und Unterschieden beim baulichen und anlagentechnischen Brandschutz im Industriebau (CH-D, CH-A).
- Beschreibung und Vergleich von nationalen Rechen- und Nachweisverfahren (CH-D, CH-A). Falls erforderlich und zweckdienlich: Erstellung von Nachweisen mit den Rechenverfahren zur Bewertung von Unterschieden.
- Vergleichende Diskussion der Brandschutzphilosophien.
- Konsequenzen für die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit von industriellen Gebäuden.

Kurzfassung

Die vorliegende, in vier Teile gegliederte Arbeit, vergleicht und bewertet den in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich geregelten baulichen und anlagentechnischen Brandschutz im Industriebau. Dabei werden die Brandschutzphilosophie, das Anforderungsniveau und die Konsequenzen für die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit erläutert.

Auf der Aufgaben-, Problem- und Zielformulierung aufbauend (**Kapitel 1**) befasst sich der **ERSTE TEIL** mit Statistiken, Vorschriften und Rechenverfahren, also mit grundlegenden Themen des Brandschutzwesens.

Die Feuerwehrstatistik des Internationalen Feuerwehrverbandes CTIF zeigt, dass Brandereignisse in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich an Gebäuden etwa gleich hohe Kosten verursachen (ca. 0.18% bis 0.19% des Bruttoinland- bzw. Bruttosozialproduktes). Die wenigen Schadenfälle in industriell-gewerblichen Gebäuden verursachen bei einer hohen Schadenssumme wenige Brandopfer. Mit 5 bis 6 Opfern pro Million Einwohner beklagt die Schweiz etwas weniger Brandtote als Deutschland (7 bis 10 Tote/Mio. Einwohner) und Österreich (7 bis 8 Tote/Mio. Einwohner). Die allermeisten Menschen sterben bei Wohnungsbränden. Dabei ist zu beachten, dass die Nationen unterschiedliche Erhebungsmethoden anwenden (**Kapitel 2**).

Die europäischen Regelungen über das Inverkehrbringen von Bauprodukten (Bauproduktenrichtlinie) bewirken in den Staaten der EU und in der Schweiz eine Harmonisierung der Produktnormen und führen zur CE-Zertifizierung und -Kennzeichnung der Brandschutzprodukte. Nationale Nachweis-, Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren gibt es noch während der Dauer der Koexistenzphasen. Der auf europäischer Ebene laufende Harmonisierungsprozess veranlasste die Schweiz, Deutschland und Österreich ihre nationalen Brandschutzvorschriften in einem föderalen Konsens zu vereinheitlichen, was in Bezug auf den Industriebau allen drei Ländern gelang. Mit der Industriebau-Richtlinie (IndBauRL) der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU) und der Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“ des Österreichischen Institutes für Bautechnik (OIB) existieren in Deutschland und Österreich ähnlich aufgebaute Vorschriftenwerke, die spezifisch den Brandschutz im Industriebau festlegen. Demgegenüber enthalten die Schweizerischen Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) keinen, den Industriebau betreffenden Zusammenschluss von Regelungen. Weil Brandschutzvorschriften sich auf Referenzgebäude beziehende Standardmassnahmen vorgeben, müssen für Fälle mit abweichendem Gefahrenpotential höhere Anforderungen definiert oder Erleichterungen zugelassen werden. Wird von Normalmassnahmen abgewichen, so ist die Gleichwertigkeit zu den Standardregelungen beziehungsweise die Erfüllung der in den Brandschutzvorschriften hinterlegten Schutzziele nachzuweisen. Auf die Schweiz, auf

Deutschland und auf Österreich bezogen besteht über die Schutzzieldefinition internationaler Konsens (**Kapitel 3**).

Die Methoden des Brandschutzingenieurwesens zur Entwicklung von schutzzielorientierten, objektbezogenen Brandschutzkonzepten sind allgemein anerkannt. Im Gegensatz zu Deutschland und Österreich dürfen in der Schweiz jedoch normative Mindestanforderungen an Flucht- und Rettungswege aufgrund von Berechnungsmethoden oder technischen Brandschutzeinrichtungen nicht reduziert werden. Mit der Brandrisikobewertung der VKF existiert in der Schweiz ein versicherungs- und brandschutztechnisches Verfahren zur Einschätzung des Brandrisikos von Industrie-, Gewerbe und Bürobauten. Deutschland bewertet mit dem thermischen Bemessungsverfahren nach DIN 18230-1, welches das Versagen des Haupttragwerkes im Brandfall bemisst und die Basis des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 bildet, einen Teilbereich des baulichen Brandschutzes im Industriebau. Österreich legt ein vereinfachtes, ohne ingenieurmässige Detailuntersuchungen auskommendes tabellarisches Bemessungsverfahren fest, welches mit demjenigen von M IndBauRL Abschnitt 6 vergleichbar ist und mit dem sich eine Vielzahl der in der industriellen Praxis vorkommenden Projekte beurteilen lassen (**Kapitel 4**).

Im **ZWEITEN TEIL** werden die Elemente des baulichen und technischen Brandschutzes im schweizerischen, deutschen und österreichischen Industriebau verglichen, wobei jedem Element ein jeweils ähnlich strukturiertes Unterkapitel gewidmet ist.

Beim baulichen Brandschutz sind die Festlegungen über Schutzabstände, über die Brandabschnittbildung – dazu gehören die Bestimmungen über Brandwände, Brandschutzabschlüsse, Abschottungen und die zulässigen Flächen –, über den Feuerwiderstand von Tragwerken, über die Fluchtwege und über die Materialisierung von Wand- und Dachkonstruktionen massgebend. Die Gegenüberstellung der nationalen Vorschriften für Industriebauten zeigt, dass die schweizerischen Brandschutzvorschriften bei Bauteilen im Allgemeinen weniger hohe Feuerwiderstandsklassen fordern, bei mehrgeschossigen oder mit hohen Brandlasten belegten Industriebauten grössere Brandabschnittsflächen zulassen und auf die Ausbildung von Feuerüberschlagswegen verzichten oder dafür einfachere Konstruktionen vorschlagen. Im Gegensatz zu den restriktiven Vorgaben der VKF-Brandschutzvorschriften bieten in Bezug auf die Gestaltung von Flucht- und Rettungswegen die deutschen und österreichischen Vorschriften grosse Dimensionierungsspielräume an. Beim Fassadenbau stösst die Verwendung von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen in der Schweiz und in Österreich auf weniger Vorbehalte als in Deutschland (**Kapitel 5**).

Sprinkler-, Brandmelde- sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind die bedeutendsten Einrichtungen des technischen Brandschutzes. Während in der Schweiz und in Österreich Sprinkleranlagen grundsätzlich vom öffentlichen Wassernetz versorgt werden, müssen in Deutschland bei hohen Brandgefahren und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen (ab ca. 6000 m²) zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen installiert werden. Die schweizerischen Brandschutzvorschriften bewerten das Risiko

vermindernde Potential von Sprinkler- und Brandmeldeanlagen in Bezug auf den Sachwertschutz günstiger als die Regelwerke von Deutschland und Österreich, so dass sich mit solchen Anlagen grössere Brandabschnitts- bzw. Nutzungsflächen realisieren lassen. Umgekehrt lassen sich in der Schweiz – im Gegensatz zu Deutschland und Österreich – normative Vorgaben über die Flucht- und Rettungswege mit der Installation von Brandmelde- und Sprinkleranlagen nicht beeinflussen. Hinsichtlich der Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden liegt das Anforderungsniveau in der Schweiz generell tiefer als in Deutschland und in Österreich (**Kapitel 6**).

Der **DRITTE TEIL** bewertet die aus den Vergleichen des zweiten Teils gewonnen Erkenntnisse und fasst diese zusammen.

Zuerst werden die nationalen Brandschutzphilosophien, also die Grundsätze, die Schwerpunkte und das Anforderungsniveau des in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich praktizierten baulichen und technischen Brandschutzes im Industriebau dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften an die Feuerwiderstandsfähigkeit und Konstruktion von Bauteilen bis auf wenige Ausnahmen höhere Anforderungen definieren als die schweizerischen. Zudem unterstellen die VKF-Brandschutzvorschriften den Brandmelde- und Sprinkleranlagen ein grösseres Risikominderungspotential, so dass der Zuwachs an realisierbarer Brandabschnitts- bzw. Bodenfläche mit solchen Anlagen vergleichsweise grösser ist. Andererseits stellen die schweizerischen Brandschutzvorschriften an die Flucht- und Rettungswege hohe Anforderungen, die im Vergleich zu den im deutschen und österreichischen Industriebau bestehenden Regelungen als sehr konservativ erscheinen (**Kapitel 7**).

Sowohl in der Schweiz, als auch in Deutschland und Österreich sind Abweichungen von den Standardmassnahmen der nationalen Brandschutzvorschriften möglich. Dabei kann die Gleichwertigkeit von Abweichungen mit vereinfachten (tabellarischen) Rechenverfahren, mit ingenieurmässige Detailuntersuchungen erforderlichen Rechenverfahren oder mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens nachgewiesen werden. Das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 ist in der Anwendung komplex, so dass dieses nicht in die OIB-Richtlinie 2.1 aufgenommen wurde. Die Brandrisikobewertung VKF 2007 ist leicht zu handhaben und zu raschen Beurteilung von fast allen gewerblich-industriellen Bauten geeignet (**Kapitel 8**).

Die baupraktischen Auswirkungen der nationalen Brandschutzphilosophien und der Brandschutzplanung werden in **Kapitel 9** aufgezeigt. Dazu werden die Zusammenhänge zwischen den Feuerwiderstandsklassen von Tragwerken, der brandschutztechnischen Infrastruktur (Brandmelde- und Sprinkleranlagen), der Brandbelastung und den zulässigen Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten bzw. von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten in dreidimensionalen Grafiken dargestellt.

Um die wirtschaftlichen Auswirkungen von nationalen, durch differierendes brandschutztechnisches Anforderungsniveau gekennzeichnete Bauweisen qualitativ bewerten zu können,

werden Brandschutzkosten ermittelt. Diese werden sowohl für einzelne Brandschutzelemente als auch anhand von zwei fiktiven Objektbeispielen erfasst. Dabei stellt sich heraus, dass unterschiedliche Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer von feuerwiderstandsfähig auszubildenden Bauteilen nicht kostenrelevant sind. Bei mehrgeschossigen, grossflächigen Industriebauten dominieren die Investitionen für zusätzliche Treppenanlagen (VKF), für die feuerwiderstandsfähige Ausführung von Dach-Leichtbaukonstruktionen (M IndBauRL, OIB) und für eine unabhängige Wasserversorgung von Sprinkleranlagen (MBO/M IndBauRL) (**Kapitel 10**).

Der abschliessende **VIERTE TEIL** enthält die Schlussbetrachtung, den Ausblick und die Verzeichnisse.

Die Schlussbetrachtung bietet in Kürze einen Überblick über die gesamte Arbeit und enthält alle wichtigen Ergebnisse und Kernaussagen (**Kapitel 11**).

Letztendlich liefert **Kapitel 12** Ansatzpunkte für weiterführende Arbeiten, Empfehlungen für zukünftige Entwicklungen der VKF-Brandschutzvorschriften und Hinweise zu den Kantonalen Gebäudeversicherungen der Schweiz.

Inhaltsverzeichnis

Teil I	Grundsätzliches	10
1	Einleitung	10
1.1	Motivation	10
1.2	Aufgabenstellung	10
1.3	Zielsetzung	11
1.4	Probleme und Vorgehen	11
1.5	Vereinbarungen	12
2	Brandstatistiken	14
2.1	Brandschäden	15
2.2	Brandopfer	19
2.3	Brandschutzkosten	20
3	Vorschriften und Regelungen im Brandschutzwesen	21
3.1	Europäische in Bezug zu nationalen Vorschriften (Bauproduktenrichtlinie)	21
3.2	Hierarchie der Gesetzgebung im Brandschutzwesen	23
3.3	Brandschutzvorschriften	26
3.4	Gliederung des Brandschutzwesens und der Brandschutzvorschriften	29
3.5	Geltungsbereich der Brandschutzvorschriften	33
3.6	Schutzziele im Brandschutzwesen	34
3.7	Abweichungen von Standardmassnahmen	36
3.8	Anwendung und Zulassung von Brandschutzprodukten	38
4	Rechen- und Nachweisverfahren im Brandschutzwesen	43
4.1	Rechen- und Nachweisverfahren im europäischen Brandschutzwesen	43
4.2	Rechen- und Nachweisverfahren im schweizerischen Brandschutzwesen	44
4.3	Rechen- und Nachweisverfahren im deutschen Brandschutzwesen	47
4.4	Rechen- und Nachweisverfahren im österreichischen Brandschutzwesen	52
4.5	Erkenntnisse	53
Teil II	Vergleich	56
5	Elemente des baulichen Brandschutzes	56
5.1	Schutzabstände zu Grundstücksgrenzen	56
5.2	Brandwände	57

5.3	Tragwerke	61
5.4	Brandabschnittsbildende Wände	73
5.5	Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten	76
5.6	Brandschutzabschlüsse	84
5.7	Abschottungen	88
5.8	Installationsschächte	89
5.9	Horizontale Flucht- und Rettungswege	90
5.10	Vertikale Flucht- und Rettungswege	93
5.11	Bedachungen, Aussenwände	96
6	Elemente des technischen Brandschutzes	102
6.1	Sprinkleranlagen	102
6.2	Brandmeldeanlagen	107
6.3	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	110
Teil III	Bewertung	116
7	Brandschutzphilosophien	116
7.1	Schutzziele im Brandschutzwesen	116
7.2	Baulicher Brandschutz	116
7.3	Technischer Brandschutz	128
8	Brandschutzplanung	140
8.1	Grundsätzliches	140
8.2	Baulicher Brandschutz	141
8.3	Technischer Brandschutz	142
8.4	Verfahren zum Nachweis einer ausreichenden Brandsicherheit	143
9	Baupraxis	147
9.1	Baulicher Brandschutz	147
9.2	Technischer Brandschutz	169
10	Wirtschaftlichkeit (Kosten)	171
Teil IV	Schluss, Verzeichnisse	176
11	Schlussbetrachtungen	176
11.1	Zusammenfassung	176
11.2	Die Ergebnisse im Überblick	183

12	Ausblicke	189
13	Verzeichnisse	192
13.1	Quellenverzeichnis	192
13.2	Begriffsverzeichnis	196
13.3	Abkürzungsverzeichnis	204
13.4	Tabellenverzeichnis	206
13.5	Abbildungsverzeichnis	210
14	Eidesstattliche Erklärung	213

Teil I Grundsätzliches

1 Einleitung

1.1 Motivation

In der Europäischen Union werden zum Abbau technischer Handelshemmnisse und zur Verwirklichung des europäischen Binnenmarktes die Anforderungen an Bauprodukte in harmonisierten Normen festgeschrieben. Die Verwendbarkeit von Bauprodukten unterliegt jedoch nationalen Vorschriften. Obwohl sich in der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzgesetzgebung die Schutzzieldefinitionen entsprechen, gibt es in den Brandschutzmassnahmen und -konzeptionen Unterschiede. Einerseits kann dieser Umstand bei international tätigen Planern zu Unsicherheiten und Fehlleistungen führen, andererseits besteht die Gefahr, dass die Verwirklichung des europäischen Binnenmarktes für Bauprodukte dadurch eingeschränkt wird.

1.2 Aufgabenstellung

In einem Doppelvergleich Schweiz – Deutschland sowie Schweiz – Österreich sollen Unterschiede und Gemeinsamkeiten des baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes im Industriebau aufgezeigt werden. Aus der Bewertung von nationalen Unterschieden werden Brandschutzphilosophien abgeleitet und die Konsequenzen für die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit (Brandschutzkosten) formuliert.

Zu diesem Zweck werden die folgenden Arbeitsschritte durchgeführt:

- Statistischer Vergleich der nationalen Brandschäden, Brandopfer und Brandschutzkosten;
- Beschreibung, Vergleich und Bewertung der wichtigsten Elemente des baulichen und technischen Brandschutzes im schweizerischen, deutschen und österreichischen Industriebau;
- Beschreibung, Vergleich und Bewertung von nationalen Rechen- und Nachweisverfahren;
- Anwendung der nationalen Rechenverfahren zur Bewertung von Brandschutzmassnahmen und zur Verdeutlichung von Unterschieden.

1.3 Zielsetzung

Mit der Formulierung der nationalen Brandschutzphilosophien werden die prinzipiellen Grundsätze, Schwerpunkte und das Anforderungsniveau des in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich definierten baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes erkennbar, was sich natürlich auch in der Baupraxis und in den Brandschutzkosten bzw. in der Wirtschaftlichkeit von Industriebauten abzeichnet.

Bauherren, Architekten und Fachplaner äussern gegenüber Brandschutzbehörden des Öfteren ihre Vermutung, dass die schweizerischen Brandschutzvorschriften ein im Vergleich zum benachbarten Ausland höheres Anforderungsniveau definieren. In Bezug auf den vorbeugenden Brandschutz im deutschen und österreichischen Industriebau soll diese Behauptung widerlegt werden.

1.4 Probleme und Vorgehen

Die Vorschriften, welche den Brandschutz im schweizerischen Industriebau definieren, unterscheiden sich in ihrem Aufbau und Erscheinungsbild gänzlich von den entsprechenden, in Deutschland und Österreich geltenden Regelwerken. Zudem differieren nationale Rechenverfahren für die Festlegung von Brandschutzmassnahmen in ihrem Aufbau, ihrer Methode und Zielsetzung. Deshalb sind Gesetzestexte (Artikel, Paragraphen) und Tabellenwerke nicht unmittelbar vergleichbar, sondern einzelne Festlegungen müssen in den Zusammenhang des ganzen Regelwerkes gestellt werden.

Dieser Umstand führt zur folgenden Arbeitsweise: Nach einer Analyse der nationalen, den Industriebau betreffenden Brandschutzvorschriften werden die Regelungen themenspezifisch zusammengezogen und derart dargestellt, dass Vergleiche und Bewertungen nachvollziehbar durchgeführt werden können. Aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden die Grundsätze, Schwerpunkte und das Anforderungsniveau des in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich definierten baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes hergeleitet (Brandschutzphilosophie). Daraus ergeben sich Konsequenzen für die Brandschutzplanung, Baupraxis und Wirtschaftlichkeit (Kosten) von industriellen Gebäuden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden den Industriebau betreffende Brandschutzvorschriften aus den folgenden Regelwerken verglichen und bewertet:

- Schweiz
Brandschutzvorschriften, Ausgabe 2003 der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF);
- Deutschland
Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002 und Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – M IndBauRL),

Fassung März 2000 der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU);

- Österreich
 - OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“, Ausgabe 2007, OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“, Ausgabe 2007 und OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“, Ausgabe 2008 des Österreichischen Institutes für Bautechnik (OIB) sowie
 - ÖNORM B 3806: Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen), Ausgabe 2005-07-01 des Österreichischen Normungsinstitutes.

In den Bundesländern von Deutschland und Österreich sind die für den Industriebau massgebenden Brandschutzvorschriften weitgehend harmonisiert. In der Schweiz haben alle Kantone die Brandschutzvorschriften der VKF übernommen. Die VKF ist die Dachorganisation der kantonalen Brandschutzbehörden und der 19 Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV).

Unklarheiten bezüglich Auslegung und Interpretation von Formulierungen, welche im Rahmen des Vollzuges von national harmonisierten Brandschutzvorschriften auftreten, können in Teilbereichen trotzdem zu regional unterschiedlichen Regelungen führen. Auf kantonale (Schweiz) und länderspezifische (Deutschland, Österreich) Unterschiede in der Handhabung von nationalen Brandschutzvorschriften wird nicht eingegangen.

1.5 Vereinbarungen

Um den Umfang der vorliegenden Arbeit in Grenzen zu halten und die Übersichtlichkeit zu bewahren, wird das Folgende vereinbart:

Grundsätzliches

- Von den Lesern dieser Arbeit wird angenommen, dass sie brandschutztechnisches Grundlagenwissen besitzen. Ohne diese Annahme würde der Erläuterungsbedarf zu den nationalen Regelwerken zu umfangreich.

Gesetze, Richtlinien und Vorschriften

- Falls erforderlich, wird auf ergänzende Richtlinien und Vorschriften von Fachverbänden, arbeitsrechtliche Vorschriften und auf Normen hingewiesen, ohne aber auf deren Inhalt einzugehen. Einschränkendere Anforderungen aus dem Arbeitsstättenrecht werden nicht berücksichtigt.
- Die bau- und privatrechtliche Relevanz von Normen, welche von MBO und M IndBauRL zitiert werden, wird nicht erläutert.
- Vornehmlich in Teil II wird auf das Zitieren von Texten aus Gesetzen, Richtlinien und Normen verzichtet. Stattdessen werden die grundlegenden Regelwerke in jedem Kapitel tabellarisch aufgeführt und zusätzlich im Quellenverzeichnis angegeben.

- Der Definition von Begriffen ist ein separates Kapitel gewidmet. Es wird im Allgemeinen vermieden, in den Texten Begriffe zu definieren.
- Die Nationen verwenden in ihren Regelwerken spezifische Begriffe. Haben diese den gleichen Sinn, so wird üblicherweise der Begriff der VKF-Brandschutzvorschriften verwendet (z.B. Treppenhaus statt notwendiger Treppenraum oder Industrie-/Gewerbebau statt Betriebsbau).

Geschossflächen

- In Bezug auf die Festlegung der Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen beziehen sich die VKF-Brandschutzvorschriften unter anderem auf Bruttogeschossflächen (= Normalprojektion von Baukörpern). OIB-RL 2.1 wiederum betrachtet die Geschossfläche als Fläche eines Geschosses zwischen den umgebenden Wänden (Nettofläche). Der Einfachheit halber werden die Standflächen von Wänden vernachlässigt, so dass die Brutto- den Nettoflächen gleich gesetzt werden.

Spezielle Risiken

- Industrielle Bauten mit besonderen Gefahren erfordern spezielle Brandschutzkonzepte. Derartige Gebäude werden nicht berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise gewerblich-industrielle Bauten
 - in denen gefährliche Stoffe gelagert, produziert oder verarbeitet werden (womit auf Löschwasserrückhalteeinrichtungen, Gasmeldeanlagen oder Explosionsschutzmassnahmen nicht eingegangen wird),
 - mit mehr als 50000 m² grossen Brandabschnitten oder mit mehr als 60000 m² grossen Brandbekämpfungsabschnitten,
 - die über der Hochhausgrenze liegen,
 - in Holzbauweise (womit die immobile Brandbelastung vernachlässigbar und mit der Brandbelastung stets die mobile Brandbelastung gemeint ist).
- Es werden nur Brandeinwirkungen in Betracht gezogen. Andere Gefährdungen bleiben unberücksichtigt.

Anlagen des technischen Brandschutzes

- Bei den Anlagen des technischen Brandschutzes, wie Brandmelde-, Sprinkler- sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen werden nur systemtechnische Unterschiede bewertet. Auf eine Untersuchung der Gerätetechnik wird verzichtet.
- Unter Löschanlagen werden stets Sprinkleranlagen, d.h. fest installierte (ortsfeste) automatische Löschanlagen mit einer Alarmübertragung auf eine Feuermeldestelle verstanden. Löschhilfeanlagen jeglicher Art werden von den VKF-Brandschutzvorschriften nicht berücksichtigt.

Organisatorischer Brandschutz

- Wie die Aufgabenstellung verrät, werden der betriebliche und der abwehrende Brandschutz nicht betrachtet.

Klassierung und Brandverhalten von Bauteilen und Baustoffen

- Weil in der Schweiz und in Österreich für Bauteile die europäischen Klassen des Feuerwiderstandes verwendet werden, sollen diese auch in der vorliegenden Arbeit Eingang finden. Zur Übersetzung der deutschen Feuerwiderstandsklassen werden die Äquivalenztabelle aus ÖNORM B 3807 benutzt (Österreichisches Normungsinstitut; 2007).
- Für Baustoffe wurde in der Schweiz die EN-Klassierung noch nicht eingeführt. Bei brennbaren Baustoffen ist eine Zuordnung der (nationalen) Klassierung nach VKF zur EN-Klassierung wegen den unterschiedlichen Prüfbedingungen und Klassen schwierig. Deshalb werden für Baustoffe die nationalen Klassierungen beibehalten. Eine Tabelle mit einer vereinfachten, schutzzielorientierten Zuordnung ist unter Kapitel 13.2 (Begriff „Baustoffklassen“) zu finden.
- Die Anforderungen an das Brandverhalten der in Bauteilen verwendeten Baustoffe werden nicht untersucht. Davon ausgenommen bleiben die Betrachtungen über die Bedachungen und Aussenwände (Kapitel 5.11).
- Zusatzbezeichnungen zu den Feuerwiderstandsklassen, wie beispielsweise solche, welche das Brandverhalten von Baustoffen oder die mechanische Einwirkung auf Bauteile festlegen, werden nicht aufgeführt, weil die Verwendung derselben nationalen Unterschieden unterliegt. Definieren die Zusatzbezeichnungen wichtige Leistungsanforderungen, so wird an entsprechender Stelle darauf hingewiesen.

Beispiele:

- Die Feuerwiderstandsklasse von Brandwänden werden nach den OIB-Richtlinien mit dem Leistungskriterium „M“ ergänzt, falls im Brandfall eine mechanische Beanspruchung auftreten kann (REI 90-M). Diese Zusatzbezeichnung wird weder in der Schweiz noch in Deutschland verwendet.
- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften ist die Feuerwiderstandsbezeichnung mit der Zusatzbezeichnung „nbb“ zu ergänzen, falls Bauteile – wie beispielsweise die Brandmauern von Industriebauten – aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen müssen. Wird diese weggelassen, so besteht das Bauteil aus brennbaren Baustoffen. Die Zusatzbezeichnung „nbb“ ist weder in Deutschland noch in Österreich bekannt.

2 Brandstatistiken

Die Brandstatistiken können auf national unterschiedlichen Erhebungsmethoden beruhen. Deshalb werden mehrere Quellen analysiert und verglichen.

2.1 Brandschäden

Bei den Kosten für Brandschäden werden nur die direkten Verluste berücksichtigt. Diese umfassen Schadenkosten an Gebäuden, Anlagen und Einrichtungen. Kosten für indirekte Schäden, wie solche für

- Betriebsausfälle und den damit verbundenen Marktanteilsverlusten,
- die Behandlung und Genesung von Brandverletzten,
- die Behebung von Umweltschäden,

werden nicht mitgerechnet.

A) Brandschäden in der Schweiz

Die Zahlenwerte von Tabelle 1 beziehen sich auf die Brandschäden an Gebäuden. Sie wurden von der VKF in den 19 Kantonen mit öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherungen erhoben (VKF; 2006).

Die Anzahl und das Volumen der Schäden verstehen sich als Durchschnitt eines 10-Jahresvergleiches der Periode 1997 bis 2006. Gleichermassen wird für das Bruttoinlandprodukt (BIP) der Durchschnitt der Jahre 1997 bis 2006 genommen, nämlich €269 Mia. (BFS; 2008). Der prozentuale Zuschlag zu den Gebäudezwecken erfolgt aus einem 5-Jahresdurchschnitt. Der Wechselkurs wird wie folgt festgelegt: 1 Euro = 1.60 Schweizer Franken (CHF).

	Schadenfälle		Schadensumme		in % des BIP
	Anzahl ---	Anteil %	Betrag Mio. €	Anteil %	
Wohngebäude	11149	70	79	45	0.029
Industrie, Gewerbe, Handel	1156	7	47	27	0.018
Landwirtschaft	2439	15	33	19	0.012
Verwaltung	776	5	14	8	0.005
Sonstige	317	3	2	1	0.001
Summe KGV (19 Kantone)	15837	100	175	100.0	0.065

Tab. 1: Brandschäden in den 19 Kantonen mit öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherungen (Daten-Quellen: VKF; 2006 und BFS, 2008)

Die in der 4. Spalte von Tabelle 1 aufgeführten Euro-Beträge beinhalten lediglich die von den öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherungen finanzierten Schäden an Gebäuden und Anlagen. Um die in der ganzen Schweiz verursachten direkten Schäden zu beziffern, sind zu den Werten von Tabelle 1 die Gebäudeschäden der 7 Kantone mit Privatassekuranz, also Genf, Uri, Schwyz, Tessin, Appenzell Innerrhoden, Wallis, Obwalden (GUSTAVO) und für die ganze Schweiz die an den Mobilien (Gebäudeeinrichtungen) verursachten Schäden zu addieren. Auf Basis der zuverlässig ermittelten Werte von Tabelle 1 und mit der versicherungspraktischen Erfahrung,

dass die Schäden an Gebäuden und Mobiliar etwa gleich gross sind, lassen sich die in der ganzen Schweiz durch Brände verursachten direkten Verluste und ihr Anteil am BIP wie folgt abschätzen:

	Schadenfälle ---	Schadensumme Mio. €	in % des BIP
Schadenfälle KGV (19 Kantone, ¹⁹ / ₂₆)	15837		
Schadenfälle GUSTAVO (7 Kantone, ⁷ / ₂₆)	5835		
Schadensumme Gebäude KGV (¹⁹ / ₂₆)		175	
Schadensumme Gebäude GUSTAVO (⁷ / ₂₆)		65	
Schadensumme Mobiliar KGV (¹⁹ / ₂₆)		175	
Schadensumme Mobiliar GUSTAVO (⁷ / ₂₆)		65	
Summe ganze Schweiz (26 Kantone)	21672	480	0.18

Tab. 2: Brandschäden in der Schweiz (abgeleitet aus Daten-Quellen: VKF; 2006 und BFS; 2008)

Die direkten Kosten für Brandschäden betragen €480 Mio. bzw. 0.18% des schweizerischen BIP.

Der Internationale Feuerwehrverband CTIF (Comité Technique International de prévention et d'extinction du Feu) publiziert in seiner wirtschaftlich-statistischen Einschätzung der Brandkosten der Jahre 1970-1999 für die Schweiz denselben jährlichen Mittelwert (CTIF; 2003, Tabelle 13). Hingegen werden in der Feuerwehrstatistik des CTIF die Schadenkosten auf das veraltete Bruttosozialprodukt (BSP) bezogen. Heute wird an Stelle des BSP das Bruttonational-einkommen (BNE) verwendet. Für die Jahre 1997 bis 2006 beträgt das durchschnittliche jährliche BNE €287 Mia. (BFS; 2008). Der Anteil der direkten Kosten für Brandschäden am BNE beträgt demnach 0.17% und unterscheidet sich somit kaum von der auf das BIP bezogenen Grösse.

In den World Fire Statistics der Geneva Association sind für die Schweiz nur die veralteten, nicht repräsentativen Daten des Jahres 1989 zu finden (The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 1).

B) Brandschäden in Deutschland

Die Kostensumme für die direkten Brandschäden und ihr Anteil am BIP werden für Deutschland Tabelle 1 der World Fire Statistics entnommen, und zwar als Mittelwert der Jahre 1998 bis 2004 (The Geneva Association; 2003 – 2007, Table 1). Zwischen 1998 und 2004 beträgt das durchschnittliche jährliche BIP €2096 Mia., das BNE €2080 Mia. (Statistisches Bundesamt; 2008).

Um eine Vorstellung über die Verteilung der Schäden auf die Gebäudezwecke zu erhalten, werden die Daten der Jahrbücher des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft

e.V. (GDV) verwendet. Dabei ist zu beachten, dass zu den Schadendaten der World Fire Statistics erhebliche Differenzen bestehen. Diese entstehen aus der Nichtberücksichtigung von Feuerschäden, welche speziellen Versicherungszweigen und dem Geschäftsbereich nicht dem GDV angehörender Unternehmen zuzuordnen sind. Die Daten der 2. Spalte von Tabelle 3 sind Mittelwerte der Jahre 2003/2004 und entstammen dem Jahrbuch 2005 (GDV; 2005).

	Schadenssumme GDV		Schadenssumme World Fire Stat.		in % des BIP
	Betrag Mio. €	Anteil %	Betrag Mio. €	Anteil %	
Wohngebäude	755	38	---	---	
Industrie, Gewerbe, Sonstige	1028	52	---	---	
Landwirtschaft	195	10	---	---	
Summe GDV	1978	100	---	---	
Summe World Fire Statistics			3420		0.16

Tab. 3: Brandschäden in Deutschland (Daten-Quellen: The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 1 und Statistisches Bundesamt; 2008 sowie GDV; 2005)

Ein etwas höherer Wert für den prozentualen Anteil der direkten Brandschadenkosten am BSP, nämlich 0.18% für die Jahre 1970-1999, publiziert der Internationale Feuerwehrverband CTIF in seiner Feuerwehrstatistik (CTIF; 2003, Tabelle 13).

C) Brandschäden in Österreich

Die Brandschäden relevanten Daten von Tabelle 4 wurden dem Brandschutzratgeber des Bundesministeriums für Inneres entnommen (Bundesministerium für Inneres; 2005). Die Zahlenwerte entsprechen – ohne dass eine Zeitperiode genannt wird – einem langjährigen Durchschnitt. In der Brandschadensumme von €258 Mio. sind Kleinschäden nicht enthalten. Für das BIP und das BNE wird der Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2004 genommen. Das durchschnittliche jährliche BIP beträgt €204 Mia., das BNE €201 Mia. (Statistik Austria; 2008).

	Schadenfälle		Schadenssumme		in % des BIP
	Anzahl ---	Anteil %	Betrag Mio. €	Anteil %	
Wohngebäude (Privatbereich)	13500	54	56	22	0.028
Industrie, Gewerbe	5250	21	146	56	0.072
Landwirtschaft	4250	17	47	18	0.023
Sonstige	2000	8	9	4	0.004
Summe	25000	100	258	100.0	0.127

Tab. 4: Brandschäden in Österreich (Daten-Quellen: Bundesministerium für Inneres; 2005 u. Statistik Austria; 2008)

Die in die Brandschadenstatistik des Bundesministeriums für Inneres einflussenden Kostenfaktoren sind nicht bekannt. Der Internationale Feuerwehrverband CTIF schätzt die direkten Schadenkosten von Brandereignissen für Österreich auf 0.19% des BSP, und zwar als jährliches Mittel der Jahre 1970-1999 (CTIF; 2003, Tabelle 13). Damit kann vermutet werden, dass in der Schadensumme von Tabelle 4 neben den Kleinschäden auch die Kosten für zerstörtes Mobiliar nicht vollumfänglich berücksichtigt sind. Denselben Schluss lassen die World Fire Statistics der Geneva Association zu (The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 1).

D) Erkenntnisse

Der Vergleich der Werte aus den Tabelle 1 bis 4 zeigt das folgende Bild:

- Für die Schweiz, Deutschland und Österreich sind die direkten Kosten für Brandschäden, gemessen in Prozentanteilen des BIP, etwa gleich hoch, nämlich um 0.18%.

Für Deutschland differiert der von der Geneva Association und der vom Internationalen Feuerwehrverband CTIF publizierte Wert um 10%.

In Österreich korrelieren die Werte der vom Bundesministerium für Inneres gemeinsam mit dem Österreichischen Bundesfeuerwehrverband publizierten Brandschadenstatistik nicht mit den vom Internationalen Feuerwehrverband und den von der Geneva Association veröffentlichten statistischen Daten. Die Abweichungen ergeben sich aus dem Umstand, dass die Statistik des Bundesministeriums für Inneres Kleinschäden nicht erfasst und die Kosten für zerstörte Einrichtungen offensichtlich vernachlässigt.

- Die meisten Brände mit Schadenfolge brechen in Wohnungen aus (CH: 70%; A: 54%), währenddem in gewerblich-industriellen Gebäuden seltener Schadenereignisse registriert werden (CH: 7%; A: 21%).

Auch das National Fire Data Center der United States Fire Administration hat ermittelt, dass sich 75% der Gebäudebrände in Wohnungen ereignen und nur etwa 14% in Lager-, Montage- und Fabrikationshallen (United States Fire Administration/National Fire Data Center; 2004, Figure 2).

Diese Erkenntnis stimmt auch mit der Feststellung der deutschen Versicherungswirtschaft überein, dass bei Brandereignissen in Deutschland ca. 650 Personen pro Jahr sterben, davon ca. 500 bzw. 77% in Wohnungen und 150 bzw. 23% in Sonderbauten (Quelle: Unterlagen von Dipl.-Ing. Manfred Lippe zur Vorlesung bei EIPOS in Dresden, 2007).

- In Österreich scheint es in gewerblich-industriellen Gebäuden wesentlich öfters zu brennen als in der Schweiz. Bei den Wohngebäuden liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt. Diese Diskrepanz könnte mit einer unterschiedlichen Zuordnung von Gebäuden mit gemischter Nutzung (Wohnen, Gewerbe, Handel) zusammenhängen. In der Schweiz werden Wohngebäude mit gemischter Nutzung statistisch den reinen Wohngebäuden zugerechnet.
- Die Brandstatistiken von der Schweiz und von Österreich zeigen, dass in gewerblich-industriellen Gebäuden ein Brandereignis viel höhere direkte Kosten verursacht als in Wohnungen.

- Im Brandschutzwesen gibt es bei den statistischen Grundlagen Defizite. Insbesondere ist davon auszugehen, dass die Zahlenwerte der Brandstatistiken nach unterschiedlichen Methoden erhoben werden (wie in Kapitel 2.2 gezeigt wird).

Daher ist im Brandschutzwesen bei der Interpretation von statistischem Zahlenmaterial Vorsicht geboten!

2.2 Brandopfer

Tabelle 5 zeigt für die Länder Schweiz, Deutschland und Österreich die Anzahl Brandopfer pro 1 Million Einwohner und pro Jahr in Zeiträumen zwischen 1992 und 2004.

	1990-1992	1992-1994	1993-1995	1994-1996	1995-1997
Schweiz	---	5.5	---	4.3	---
Deutschland	---	10.4	9.8	---	9.8
Österreich	---	8.2	7.9	---	7.9

	1997-1999	1998-2000	1999-2001	2000-2002	2003-2004
Schweiz	6.4	5.6	---	---	5.1
Deutschland	8.2	7.6	7.4	---	---
Österreich	7.6	13.7 (7.3)	13.8 (7.3)	13.1 (6.8)	---

Tab. 5: Brandopfer pro Million Einwohner im Jahr (Daten-Quelle: The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 4)

Zu den Werten von Tabelle 5 sei bemerkt, dass die Nationen die Daten nicht nach einheitlichen Kriterien erheben. Beispielsweise werden in der Schweiz verunfallte Feuerwehrleute und Personen, welche bei im Verkehrswesen statt findenden Brandereignissen sterben, nicht der Brandopfer-Statistik hinzugerechnet. Die am 11. November 2000 beim Brand der Gletscherbahn am Kitzsteinhorn umgekommenen 155 Personen bewirken für Österreich ab 1998 eine Verdoppelung der statistischen Werte. Die um das Standseilbahnglück von Kaprun korrigierten Werte sind in Klammern beigefügt. Zur Korrektur der Tabellenwerte wurde für Österreich die folgende Bevölkerungsentwicklung angenommen: 1998: 8.10 Mio.; 1999: 8.12 Mio.; 2000: 8.13 Mio.; 2001: 8.15 Mio.; 2002: 8.17 Mio. Einwohner (Statistik Austria; 2008).

Aus den World Fire Statistics der Geneva Association geht nicht hervor, wie die Nationen Brandopfer, welche durch Brandereignisse auf Transportwegen oder in Verkehrsanlagen sterben, statistisch bewerten. Hingegen berücksichtigt die Statistik nur Todesfälle, welche durch direkte Brandeinwirkung verursacht werden. Personen, welche zu einem späteren Zeitpunkt an Verletzungen sterben, die sie sich bei einem Brandereignis zuzogen, werden nicht erfasst.

Erkenntnisse

Der Vergleich der Tabellenwerte und die Ergebnisse des vorangehenden Kapitels führen zu den folgenden Erkenntnissen:

- Bleibt das katastrophale Brandereignis von Kaprun unberücksichtigt, so beklagen Deutschland und Österreich ab 1992 durchschnittlich etwa gleich viele Brandopfer pro Million Einwohner im Jahr, und zwar mit sinkender Tendenz: Jährlich 7 – 10 Brandtote/Mio. Einwohner für Deutschland und 7 – 8 Brandtote/Mio. Einwohner für Österreich.
- In der Schweiz betragen im langfristigen Mittel die jährlichen Brandopfer pro Million Einwohner etwa 5 – 6. Verglichen mit Deutschland und Österreich liegen die Werte etwa 30 bis 50% tiefer, wobei eine einheitliche statistische Basis nicht gesichert ist.
- Werden die nationalen Anzahl Schadenfälle pro Jahr (2. Spalte der Tabellen 2 und 4) auf eine Million Einwohner bezogen und berücksichtigt, dass die österreichische Statistik Kleinbrände von weniger als €100 nicht erfasst, so ergibt sich eine Korrelation zwischen der Häufigkeit der Brände und der Anzahl Brandopfer.

Weil es – wie die Ergebnisse von Kapitel 2.1 zeigen – in gewerblich-industriellen Gebäuden seltener brennt als in privaten Wohnungen, werden dort auch weniger Brandopfer beklagt. Ausserdem herrschen bei einem Brand in den meist hohen, grossvolumigen Industriebauten wesentlich bessere Überlebensbedingungen und anwesende Personen sind in ihrer Wahrnehmungsfähigkeit nicht eingeschränkt (weil diese wach sind und im erwerbsfähigen Alter stehen).

- Es ist zu beachten, dass die Daten der nationalen Brandopferstatistiken nach unterschiedlichen Methoden erhoben werden.

2.3 Brandschutzkosten

Die World Fire Statistics und die Feuerwehrstatistik des CTIF liefern für diverse Länder Angaben zu den Kosten für den vorbeugenden Brandschutz, und zwar absolut als auch auf das Bruttoinlandprodukt bezogen (The Geneva Association; 2007, Table 7 und 8 sowie CTIF; 2003, Tabelle 13). Für Deutschland und Österreich werden hingegen keine Werte angegeben. Für die Schweiz ist nur ein veralteter, auf das Bruttoinlandprodukt bezogener Wert aus dem Jahre 1989 zu finden.

Die VKF hat beschlossen, mit der Lancierung eines Projektes die Wirtschaftlichkeit des schweizerischen Brandschutzes zu untersuchen. Dieses Projekt wird zur gegebenen Zeit detaillierte, auf die Schweiz bezogene Auskünfte über die Brandschutzkosten liefern.

Derzeit existieren für die Schweiz, für Deutschland und für Österreich zu den Brandschutzkosten keine statistischen Daten, welche verglichen werden könnten.

3 Vorschriften und Regelungen im Brandschutzwesen

3.1 Europäische in Bezug zu nationalen Vorschriften (Bauproduktenrichtlinie)

A) Bauproduktenrichtlinie der Europäischen Union

Mit dem Erlass der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (kurz: Bauproduktenrichtlinie) verfolgt die Europäische Union das Ziel, für Bauprodukte Handels-schranken abzubauen und den europäischen Binnenmarkt zu realisieren. Die EU-Bauproduktenrichtlinie definiert die folgenden sechs wesentlichen öffentlich-rechtlichen Anforderungen an Bauwerke (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften; 1988):

- Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Nutzungssicherheit
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz.

Die Bauproduktenrichtlinie gilt für Bauprodukte und im Besonderen auch für Brandschutzprodukte, soweit diese für wesentliche öffentlich-rechtliche Anforderungen bedeutsam sein können. Bauprodukte, die die Vorgaben der Bauproduktenrichtlinie erfüllen, werden mit der CE-Kennzeichnung versehen und dürfen nur dann in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden. Umgekehrt dürfen das Inverkehrbringen und der freie Handel mit CE-zertifizierten und CE-gekennzeichneten Produkten nicht behindert werden.

Das Grundlagendokument „Wesentliche Anforderungen Nr. 2, Brandschutz“ befasst sich mit den sich auf den Brandschutz beziehenden Aspekten von Bauwerken und formuliert die wesentlichen Anforderungen an Bauprodukte in Bezug auf den Brandschutz (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften; 1994).

Im Brandschutzwesen werden die technischen Spezifikation von Bauprodukten in europäischen Normen (EN) geregelt. Die Erarbeitung derselben erfolgt durch das Comité Européen de Normalisation (CEN) und durch die nationalen Normungsausschüsse der Mitgliedsländer aufgrund von Mandaten der Europäischen Kommission. Während einer Übergangsfrist (Koexistenzperiode) gilt eine harmonisierte europäische Norm gleichberechtigt neben der entsprechenden nationalen Norm. Nach Ablauf der Koexistenzperiode gilt nur noch die in das nationale Normenwerk zu übernehmende europäische Norm (SN EN, DIN EN, ÖNORM EN).

B) Vorschriften und Regelungen im schweizerischen Brandschutzwesen

Nach der Ablehnung des Beitritts zum Europäischen Wirtschaftsraum verfolgt die Schweiz seit 1994 das Ziel, ihre Beziehungen zur Europäischen Union (EU) durch bilaterale Verträge zu regeln. Im Zuge der Verhandlungen über die bilateralen Verträge musste das schweizerische Bauproduktenrecht, bestehend aus dem Bauproduktengesetz und der Bauproduktenverordnung, neu geregelt und dem Recht der EU angepasst werden. Als Rechtsgrundlage diente die EU-Bauproduktenrichtlinie. Damit in Europa der freie Warenverkehr gewährleistet ist, müssen die Prüfvorschriften und Klassierungsbezeichnungen der EU übernommen werden.

Das Inverkehrbringen von Bauprodukten obliegt neu dem Bund. Brandschutz als Polizeirecht verbleibt kantonales Recht, womit für die Anwendung der Produkte am Bau nach wie vor die Kantone zuständig sind. Um der Forderung der EU nach einer Harmonisierung der Anforderungen an Bauwerke nachzukommen, wurde die Interkantonale Vereinbarung zum Abbau von Technischen Handelshemmnissen (IVTH) geschaffen. Diesem Konkordat sind alle Kantone beigetreten. Als Dachorganisation der Kantonalen Brandschutzbehörden ist für die Koordination des Brandschutzes die VKF zuständig. Mit der Neugestaltung des schweizerischen Bauproduktenrechts wurden auch die Brandschutzvorschriften von der VKF überarbeitet, in einem föderalen Konsens harmonisiert und am 1. Januar 2005 in einer neuen Fassung in Kraft gesetzt.

Im Gegensatz zum Brandschutzrecht ist das Baurecht kantonal geregelt und nicht harmonisiert.

C) Vorschriften und Regelungen im deutschen Brandschutzwesen

Die In-Kraft-Setzung des Bauproduktengesetzes vom 10. August 1992 setzte in Deutschland die europäische Bauproduktenrichtlinie in nationales Recht um und bildete gleichzeitig Anlass für eine Überarbeitung der Bauordnungen. Im Zuge der Umsetzung der europäischen Bauproduktenrichtlinie einigten sich Bund und Länder gemäss Grundgesetz auf die folgende Kompetenzregelung: Wie in der Schweiz, fällt das Inverkehrbringen von Bauprodukten in die Gesetzgebungskompetenz des Bundes, währenddem für die gesetzlichen Regelungen über die Verwendung der Bauprodukte im Rahmen des Bauordnungsrechts die Länder zuständig sind (das Baupolizeirecht ist Länderrecht).

Um das Bauordnungsrecht zu vereinheitlichen, fanden sich die Länder zur ARGEBAU – der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder – zusammen. Die ARGEBAU sorgt in ihrem Zuständigkeitsbereich für eine Harmonisierung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der 16 teilsouveränen Bundesländer. So befindet die ARGEBAU unter anderem über eine Musterbauordnung (MBO), welche zwecks Anstreben einer Rechtsgleichheit als Leitbild für die Bauordnungen der Länder dienen soll. Solche Mustervorschriften entfalten für die Länder aber keine unmittelbare Rechtswirkung.

D) Vorschriften und Regelungen im österreichischen Brandschutzwesen

In Österreich ist das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) für die Koordination des Brandschutzes unter den 9 Bundesländern zuständig. Das OIB wurde 1993 aus Anlass einer effizienten nationalen Umsetzung der EU-Bauproduktenrichtlinie gegründet. Die neu geschaffene, im April 2007 herausgegebene OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“ regelt die in der EU-Bauproduktenrichtlinie definierte wesentliche Anforderung „Brandschutz“ (OIB; 2007/2, S. 1).

Ausserdem hat im März 2001 die Landesamtsdirektorenkonferenz einer Harmonisierung der technischen Bauvorschriften der österreichischen Bundesländer grundsätzlich zugestimmt. Mit der Harmonisierung sollen die Ziele verfolgt werden, in Zukunft Baukosten einzusparen und die Anforderungen an Bauwerke nicht mehr präskriptiv, sondern funktional und leistungsbezogen zu definieren.

E) Erkenntnisse

Durch die Einführung der EU-Bauproduktenrichtlinie sind die Rechts- und Verwaltungsvorschriften über Bauprodukte – dazu gehören auch Brandschutzprodukte – in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich angeglichen. Die Übernahme der EU-Bauproduktenrichtlinie beschleunigte unter den Kantonen in der Schweiz und unter den Bundesländern in Deutschland und in Österreich die Harmonisierung der Brandschutzvorschriften. In der Schweiz und in Österreich ist mit der Publikation der VKF-Brandschutzvorschriften Ausgabe 2003 und den OIB-Richtlinien Ausgabe 2007 der Harmonisierungsprozess im Brandschutzwesen im Grossen und Ganzen abgeschlossen. Dasselbe trifft in Bezug auf den Brandschutz im Industriebau auch für Deutschland zu, weil der materielle Inhalt der M IndBauRL Fassung 2000 von den Ländern mehr oder weniger unverändert übernommen wurde (Ausnahme: Rheinland-Pfalz).

Im Baurecht steckt der Harmonisierungsprozess – wenn überhaupt – erst in den Anfängen.

In absehbarer Zeit dürfen EU-weit nur noch CE-zertifizierte und CE-gekennzeichnete Bau- bzw. Brandschutzprodukte in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden.

3.2 Hierarchie der Gesetzgebung im Brandschutzwesen

A) Hierarchie der Gesetzgebung im schweizerischen Brandschutzwesen

In der schweizerischen Gesetzeshierarchie zuoberst stehen die Verfassung des Bundes, die Kantonsverfassungen und die kantonalen Gesetze über den Feuerschutz (1. Stufe). Die Gesetze auf der obersten Hierarchiestufe unterliegen dem Abstimmungsprozess der direkten Demokratie, was bei jeglichen Änderungen eine Volksabstimmung erfordert. Die Kantone regeln den in ihrer gesetzlichen Kompetenz liegende Brandschutz in ihren Brandschutz-, Feuerschutz- oder Feuerpolizeigesetzgebungen, zum Teil aber auch in den Gesetzen über die Gebäudeversicherungen. Inhaltlich werden die Brandschutzvorschriften durch die VKF gesamt-

schweizerisch harmonisiert und von den Kantonen in ihre Gesetzgebungen übernommen. Die Verordnungen und Verbindlichen Technischen Vorschriften – zu diesen zählen die VKF-Brandschutzvorschriften – werden von den gesetzlich ermächtigten kantonalen Verwaltungen in Kraft gesetzt (2. Stufe). Den der 3. Stufe zugeordneten Stand-der-Technik-Dokumenten kommt keine Rechtsverbindlichkeit zu. Sie eignen sich zur Konkretisierung der grundlegenden Anforderungen der Brandschutzvorschriften und definieren für Produkte und Anlagen des Brand-schutzes den aktuellen Stand der Technik. Die nebst den Brandschutzvorschriften zu beachtenden Anwendungsvorschriften publiziert die VKF in einem laufend aktualisierten Verzeichnis (<http://bsvonline.vkf.ch>). Tabelle 6 visualisiert die Hierarchie der Gesetzgebung im schweizerischen Brandschutzwesen.

<p align="center">Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft</p> <p align="center">Art. 51: Kantonsverfassungen Art. 57: Sicherheit</p>	1. Stufe
<p align="center">Kantonsverfassungen</p> <p align="center">z.B. Kanton Basel-Landschaft § 6: Freiheitsrechte § 128: Versicherungswesen</p>	
<p align="center">Feuerschutzgesetze</p> <p align="center">z.B. Kanton Basel-Landschaft § 6: Technische Vorschriften § 8: Brandschutzmassnahmen</p>	
<p align="center">Feuerschutzverordnungen</p> <p align="center">z.B. Kanton Basel-Landschaft § 1: Sorgfaltpflicht § 2: Verbindliche Technische Vorschriften § 3: Brandschutzauflagen</p>	2. Stufe
<p align="center">Verbindliche Technische Vorschriften</p> <p align="center">z.B. VKF-Brandschutznorm (BSN) und -richtlinien BSN Art. 8: Stand der Technik</p>	
<p align="center">Stand-der-Technik-Dokumente</p>	3. Stufe

Tab. 6: Gesetzgebung im schweizerischen Brandschutzwesen

B) Hierarchie der Gesetzgebung im deutschen Brandschutzwesen

Deutschland und Österreich besitzen einen zur Schweiz analogen föderalen Aufbau. Somit weist die Gesetzeshierarchie im Brandschutzwesen eine zur Schweiz vergleichbare Struktur auf, welche jedoch auf deren 1. Stufe nicht dem direkt-demokratischen Prozess, also der im Rahmen einer Volksabstimmung kund getaner Volksmeinung unterliegt.

Der Kürze wegen wird im Folgenden lediglich auf die Gesetzgebung im deutschen Brandschutzwesen Bezug genommen. Die Gesetze als 1. Stufe der Hierarchie können Ermächtigungen zum Erlass von Verordnungen enthalten und bilden mit diesen die Rechtsgrundlage. Die Verordnungen und Vorschriften der 2. Stufe unterliegen nicht dem Gesetzgebungsprozess, sondern werden von den Verwaltungen erlassen. Aus den Verwaltungsvorschriften können keine bürgerlichen Rechte und Pflichten abgeleitet werden. Sie sind Dienstanweisungen mit interner Wirkung, wozu auch die Rechtsauslegung von Gesetzen gehört. Hingegen können als Verwaltungsvorschriften veröffentlichte Richtlinien wieder Verordnungscharakter erhalten, indem diese die Entscheidungsgrundlagen der Behörden bilden. Gemäss Bauordnung (vgl. MBO § 3 Abs. 3) müssen von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmung eingeführte technische Regeln beachtet werden (3. Stufe).

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland GG Art. 28 ff GG Art. 70 ff	1. Stufe
Landesverfassungen	
Landesbauordnungen	
Verordnungen	2. Stufe
Verwaltungsvorschriften (Eingeführte Technische Baubestimmungen)	
Normen, Richtlinien, Regeln etc. (Allgemein anerkannte Regeln der Technik)	3. Stufe

Tab. 7: Gesetzgebung im deutschen Brandschutzwesen

D) Erkenntnisse

Die Schweiz, Deutschland und Österreich besitzen eine sich entsprechende föderale Struktur, weshalb die Hierarchie der Gesetzgebung im Brandschutzwesen ähnlich aufgebaut ist.

Dennoch fallen in der Brandschutzgesetzgebung die folgenden Unterschiede auf:

- Von den Kantonsverfassungen ausgehend existieren in der Schweiz für die Brandschutz- und Baugesetzgebung getrennte Pfade. Das Brandschutz- und das Baurecht werden in zwei unterschiedlichen Gesetzen definiert.
- In Deutschland und in Österreich ist die Brandschutzgesetzgebung in den Landesbauordnungen verankert. Während in Deutschland die Landesbauordnungen nebst baurechtli-

chen Bestimmungen auch Regelungen für den Brandschutz enthalten, existieren in Österreich für die brandschutztechnischen Belange separate Richtlinien (OIB-Richtlinien).

Für den Brandschutz bei Sonderbauten – wozu auch die Industriebauten zählen – gibt es in Deutschland spezielle, nur den Brandschutz betreffende Regelwerke, welche jedoch einen mehr oder weniger engen Bezug zur Bauordnung aufweisen.

- In Deutschland besitzen die (obersten) Bauaufsichtsbehörden der Länder in Bezug auf die Einführung von bau- und brandschutzrechtlichen Bestimmungen grosse Kompetenzen (MBO § 3 Abs. 3 Satz 1). Folglich gibt es im deutschen Brandschutzrecht länderspezifische Unterschiede. In der Schweiz und in Österreich werden die VKF und das OIB mit der Erstellung von Brandschutzvorschriften bevollmächtigt, so dass harmonisierte Regelwerke bestehen.

In Deutschland ist der Brandschutz im Industriebau – soweit es den Regelungsbereich der M IndBauRL betrifft – ebenfalls weitgehend harmonisiert, weil die M IndBauRL von fast allen Bundesländern materiell unverändert übernommen wurde (ausgenommen Rheinland-Pfalz).

3.3 Brandschutzvorschriften

A) Brandschutzvorschriften in der Schweiz

Für die brandschutztechnische Planung von Bauten und Anlagen bilden in der Schweiz die Brandschutzvorschriften der VKF die Rechts- und Beurteilungsgrundlage. Sie bestehen aus

- der Brandschutznorm (BSN),
- den 18 Brandschutzrichtlinien (BSR) und
- den Prüfbestimmungen.

Für den Vollzug werden diese durch die anwenderbezogenen Brandschutzerläuterungen, den Arbeitshilfen und die Detailanforderungen festlegenden Stand-der-Technik Dokumente ergänzt. Die letzteren sind einem steten Wandel unterworfen.

Zu den folgenden Themen existieren Brandschutzrichtlinien (BSR):

- Brandverhütung, Sicherheit in Betrieben und auf Baustellen BSR 11-03d
- Baustoffe und Bauteile BSR 12-03d
- Verwendung brennbarer Baustoffe BSR 13-03d
- Tragwerke BSR 14-03d
- Schutzabstände, Brandabschnitte BSR 15-03d
- Flucht- und Rettungswege BSR 16-03d
- Kennzeichnung von Fluchtwegen, Sicherheitsbeleuchtung/–stromversorgung BSR 17-03d
- Löscheinrichtungen BSR 18-03d

• Sprinkleranlagen	BSR 19-03d
• Brandmeldeanlagen	BSR 20-03d
• Gasmeldeanlagen	BSR 21-03d
• Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	BSR 22-03d
• Blitzschutzanlagen	BSR 23-03d
• Aufzugsanlagen	BSR 24-03d
• Wärmetechnische Anlagen	BSR 25-03d
• Lufttechnische Anlagen	BSR 26-03d
• Gefährliche Stoffe	BSR 27-03d
• Brennbare Flüssigkeiten	BSR 28-03d

Obwohl die VKF-Brandschutzvorschriften (Brandschutznorm und Brandschutzrichtlinien) nutzungsbezogene Anforderungen enthalten, erscheinen diese als Sammelwerk und nicht in nutzungsspezifischen Dokumenten. Somit existiert für Industriebauten keine eigene Richtlinie.

Als Arbeitshilfe für die Planungs- und Baupraxis werden von der VKF die Brandschutz-erläuterungen und die Brandschutzarbeitshilfen publiziert, welche jedoch für sich alleine keine Rechtsverbindlichkeit entfalten. Die Brandschutzarbeitshilfen bilden lediglich ein Zusammen-zug aus den Brandschutzvorschriften.

Die baurechtliche Grundordnung wird aus den kantonalen Baureglementen und den Zonenplänen der Gemeinden gebildet. Die kantonalen Baureglemente regeln keine brandschutz-technischen Details. Sie enthalten nur einen Verweis auf die Brandschutzvorschriften der VKF.

Die Schweizerischen Brandschutzvorschriften sind unter <http://bsvonline.vkf.ch> vollumfänglich les-, druck- und kopierbar.

B) Brandschutzvorschriften in Deutschland

In Deutschland bilden die Landesbauordnungen mit

- den dazugehörigen Verordnungen,
- den Technischen Baubestimmungen und
- den Verwaltungsvorschriften

die Grundlagen bauaufsichtlicher Brandschutzanforderungen. Die Landesbauordnungen beinhalten sowohl bau- als auch brandschutzrechtliche Aspekte und weichen mehr oder weniger von der MBO ab.

Mit der aktuellen MBO-Fassung vom November 2002 gibt die ARGEBAU den Ländern einen neuen Orientierungsrahmen für zukünftige Entwicklungen ihres Bauordnungsrechtes. Dieser soll zu einem Abbau von Gestaltungsunterschieden in den Bauordnungen der zueinander in föderalistischer Konkurrenz stehenden Bundesländer führen (ARGEBAU; 2002/2, S. 2).

Die MBO baut in erster Linie auf den Erfordernissen des Wohnungsbaus auf. Gebäude mit industriell-gewerblicher Nutzung gelten im Sinne MBO § 51 Abs. 1 als Sonderbauten, an die besondere Anforderungen gestellt werden können. Deshalb wurde von der ARGEBAU, Fachkommission Bauaufsicht, für die brandschutztechnische Behandlung von Industriebauten die M IndBauRL erstellt, welche die Mindestanforderungen an den baulichen und abwehrenden Brandschutz solcher Bauten regelt. Somit kommen für industrielle Bauten die folgenden Vorschriften zu Anwendung:

- Musterbauordnung (MBO) 2002,
- Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (M IndBauRL) 2000.

Falls die M IndBauRL nicht höhere Anforderungen stellt oder nicht geringere Anforderungen ermöglicht oder in einem Teilgebiet des Brandschutzes keine Regelungen trifft gelten die Bestimmungen der MBO.

Die Regelungen und Massnahmen der M IndBauRL Abschnitte 6 und 7 bilden in sich geschlossene Brandschutzkonzepte. M IndBauRL Abschnitt 7 bedient sich dabei des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau – Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer“.

C) Brandschutzvorschriften in Österreich

In Österreich wurde 2007 das Brandschutzwesen harmonisiert. Für alle 9 Bundesländer gilt die OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“, Ausgabe April 2007.

Für die brandschutztechnische Behandlung von Gebäuden, die der Produktion und der Lagerung von Produkten und Gütern dienen, ist die OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“, Ausgabe April 2007, massgebend. Hinsichtlich der Definition des Anforderungsniveaus orientiert sich die OIB-Richtlinie 2.1 an der M IndBauRL, Fassung März 2000, ohne die in Österreich üblichen Bauweisen und Baustoffe ausser Acht zu lassen. Falls die OIB-Richtlinie 2.1 zu einem Teilbereich des Brandschutzes keine Anforderungen definiert, sind die Bestimmungen der OIB-Richtlinie 2 zu beachten.

Zudem gelten die Dokumente, welche in der jeweils aktuellen Fassung der OIB-Richtlinie „Zitierte Normen und sonstige Regelwerke“ aufgeführt sind (<http://www.oib.or.at>). In der Ausgabe vom Oktober 2007 werden diesbezüglich die folgenden brandschutztechnisch relevanten Regelwerke aufgeführt:

- ÖNORM B 3806: Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen),
- VORNORM ÖNORM B 3807: Äquivalenztabellen,
- ON-Regel ONR 22000: Gebäude mit besonderen brandschutztechnischen Anforderungen.

D) Erkenntnisse

In Deutschland und Österreich existieren mit M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Regelwerke, die spezifisch den Brandschutz im Industriebau definieren. Zusätzlich sind einzelne Bestimmungen

der MBO (Deutschland) bzw. der OIB-RL 2 (Österreich) zu berücksichtigen, welche die „normalen“, für Wohn- und Bürogebäude massgebenden Brandschutzanforderungen festlegen. Der Brandschutz im Industriebau ist – bis auf Abweichungen, welche sich durch landesübliche Bauweisen und Baustoffe ergeben – in beiden Ländern ähnlich aufgebaut.

Für den schweizerischen Industriebau gibt es kein eigenes, den Brandschutz regelndes Vorschriftenwerk. Die für den Industriebau geltenden Anforderungen sind den VKF-Brandschutzvorschriften zu entnehmen. Hingegen enthalten einzelne VKF-Brandschutzrichtlinien separate, dem Industriebau gewidmete Kapitel mit spezifischen Anforderungen.

3.4 Gliederung des Brandschutzwesens und der Brandschutzvorschriften

A) Gliederung des Brandschutzwesens und der Brandschutzvorschriften in der Schweiz

In der Schweiz wird das Brandschutzwesens wie folgt strukturiert (Tabelle 8):

Brandschutz			
Vorbeugender Brandschutz			Abwehrender Brandschutz
Baulicher Brandschutz	Technischer Brandschutz	Betrieblicher Brandschutz	

Tab. 8: Gliederung des schweizerischen Brandschutzwesens

Der **bauliche Brandschutz** umfasst Massnahmen, die

- einen frühzeitigen Gebäudeeinsturz verhindern (VKF; 2003, BSN Art. 29 ff),
- die Ausbreitung eines Brandes unterbinden (VKF; 2003, BSN Art. 26 ff und Art. 32 ff),
- die Flucht und Rettung von Menschen ermöglichen (VKF; 2003, BSN Art. 37 ff),
- eine wirkungsvolle Brandbekämpfung gewährleisten (VKF; 2003, BSN Art. 58 ff).

Zum **technischen Brandschutz** zählen Löscheinrichtungen, Brand- und Gasmeldealagen, Löschanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Blitzschutzanlagen, Sicherheitsbeleuchtungen und Sicherheitsstromversorgungen sowie Feuerwehraufzüge und Explosionsschutzvorkehrungen (VKF; 2003, BSN Art. 54 ff).

Der **betriebliche Brandschutz** beinhaltet organisatorische und personelle Massnahmen, welche zur Gewährleistung der Brandsicherheit von den Eigentümern und den Nutzern von Bauten und Anlagen getroffen werden müssen (VKF; 2003, BSN Art. 69 ff).

Der **abwehrende Brandschutz** umfasst Massnahmen zur Brandbekämpfung durch die Feuerwehr (VKF; 2003, BSN Art. 58 ff).

In Anlehnung an die Gliederung im schweizerischen Brandschutzwesen ist die VKF-Brand-
schutznorm (BSN), Ausgabe 2003, wie folgt aufgebaut (Tabelle 9):

VKF-Brand- schutznorm		
Kapitel	Titel	Artikel
A	Ziele und Grundsätze	1 – 16
B	Allgemeiner Brandschutz	17 – 20
C	Baulicher Brandschutz	21 – 53
D	Technischer Brandschutz	54 – 57
E	Abwehrender Brandschutz	58 – 60
F	Haustechnische Anlagen	61 – 62
G	Gefährliche Stoffe	63 – 68
H	Betrieblicher Brandschutz	69 – 73
I	Vollzug	74
J	Schlussbestimmungen	75

Tab. 9: Aufbau der VKF-Brand-
schutznorm (VKF; 2003)

B) Gliederung des Brandschutzwesens und der Brandschutzvorschriften in Deutschland

In Deutschland wird die Gesamtheit aller Massnahmen im Brandschutzwesen wie folgt
unterteilt (Tabelle 10):

Brandschutz			
Vorbeugender Brandschutz		Organisatorischer Brandschutz	
Baulicher Brandschutz	Anlagentechnischer Brandschutz	Betrieblicher Brandschutz	Abwehrender Brandschutz

Tab. 10: Gliederung des Brandschutzwesens in Deutschland (Gressmann, H.-J.; 2005, Abb.1-4, S. 17)

Im anlagentechnischen Brandschutz werden – im Unterschied zum technischen Brandschutz des
schweizerischen Brandschutzwesens – die bautechnischen (baulichen) und anlagentechnischen
(gebäudetechnischen) Brandschutzmassnahmen zusammengefasst.

Weil die MBO ineinandergreifend sowohl bau- als auch brandschutztechnische Massnahmen
festlegt, ist die Gliederung des Brandschutzwesens in ihrem Aufbau nicht ablesbar. Tabelle 11
zeigt den Aufbau der MBO, Fassung November 2002.

Musterbauordnung (MBO)		
Teil	Titel	Paragraph
1	Allgemeine Vorschriften	1 – 3
2	Das Grundstück und seine Bebauung	4 – 8
3	Bauliche Anlagen	9 – 51
4	Die am Bau Beteiligten	52 – 56
5	Bauaufsichtsbehörden, Verfahren	57 – 83
6	Ordnungswidrigkeiten, Rechtsvorschriften, Übergangs- und Schlussvorschriften	84 – 87

Tab. 11: Aufbau der MBO (ARGEBAU; 2002/1)

Für Industriebauten, also für Gebäude, die der Produktion oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen, wurde von der ARGEBAU die M IndBauRL, Fassung März 2000 geschaffen, deren Gliederung Tabelle 12 zeigt.

Muster-Industriebaurichtlinie (M IndBauRL)		
Kapitel	Titel	Ziffer
1	Ziel	
2	Geltungsbereich	
3	Begriffe	3.1 – 3.10
4	Verfahren	4.1 – 4.3
5	Allgemeine Anforderungen	5.1 – 5.12
6	Anforderungen an Baustoffe und Bauteile sowie Grösse der Brandabschnitte im Verfahren ohne Brandlastermittlung	6.1 – 6.2
7	Anforderungen an Baustoffe und Bauteile sowie an die Grösse der Brandbekämpfungsabschnitte unter Verwendung des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1	7.1 – 7.6
8	Zusätzliche Bauvorlagen	
9	Pflichten des Betreibers	
Anhang 1	Grundsätze für die Aufstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens	

Tab. 12: Aufbau der M IndBauRL (ARGEBAU; 2000/1)

C) Gliederung des Brandschutzwesens und der Brandschutzvorschriften in Österreich

Die Gliederung des österreichischen Brandschutzwesens geht unter anderem aus dem Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“, Ausgabe Januar 2008, des OIB hervor (OIB; 2008, S. 5 ff). Sie stimmt mit der Gliederung des deutschen Brandschutzsystems überein (vgl. Tabelle 10).

Die OIB-Richtlinien enthalten keine, nicht den Brandschutz betreffende Belange des Bauwesens. In Österreich bildet sich die baurechtliche Grundordnung in den Bauordnungen, den Bau(polizei)gesetzen oder den Bautechnikgesetzen der Länder ab.

Tabelle 13 zeigt den Aufbau der OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“, Ausgabe April 2007.

OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“		
Kapitel	Titel	Ziffer
0	Vorbemerkungen	
1	Begriffsbestimmungen	
2	Allgemeine Anforderungen und Tragfähigkeit im Brandfall	2.1 – 2.2
3	Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes	3.1 – 3.12
4	Ausbreitung von Feuer und Rauch auf andere Bauwerke	4.1 – 4.6
5	Flucht- und Rettungswege	5.1 – 5.4
6	Brandbekämpfung	6.1 – 6.2
7	Besondere Bestimmungen	7.1 – 7.4
8	Betriebsbauten	
9	Garagen, überdachte Stellplätze und Parkdecks	
10	Gebäude mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m	
11	Sondergebäude	

Tab. 13: Aufbau der OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“ (OIB; 2007/1)

Tabelle 14 bildet den Aufbau der OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“, Ausgabe April 2007, ab.

OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“		
Kapitel	Titel	Ziffer
0	Vorbemerkungen	
1	Begriffsbestimmungen	
2	Zulässige Geschossflächen in oberirdischen Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten	2.1 – 2.5
3	Allgemeine Anforderungen	3.1 – 3.11
4	Anforderungen an Lagergebäude u. Gebäude mit Lagerbereichen	4.1 – 4.3
5	Erfordernis eines Brandschutzkonzeptes	5.1 – 5.2
Anhang A	Einstufung der Lagergüter in Kategorien	

Tab. 14: Aufbau der OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“ (OIB; 2007/3)

D) Erkenntnisse

Wie die VKF-Brandschutzvorschriften, enthalten die OIB-Richtlinien keine, nicht den Brandschutz betreffende Belange des Bauwesens. Dagegen schreiben die MBO und die Bauordnungen der deutschen Bundesländer auch nicht brandschutztechnische Anforderungen fest.

Die Brandschutzvorschriften der Schweiz, von Deutschland und von Österreich sind unterschiedlich aufgebaut. Im Aufbau der VKF-Brandschutzvorschriften ist die Struktur des schweizerischen Brandschutzwesens ablesbar.

Für den Industrie- und Gewerbebau gibt es in der Schweiz kein eigenes Regelwerk. Für den Industrie- bzw. Betriebsbau in Deutschland und in Österreich sind die M IndBauRL und die OIB-RL 2.1 anwendbar. Weil M IndBauRL Fassung März 2000 als Grundlage für OIB-RL 2.1 dient, besitzen beide Vorschriftenwerke einen vergleichbaren Aufbau. Bei der Erstellung von OIB-RL 2.1 wurde auf Einfachheit und gute Verständlichkeit Wert gelegt, so dass das ingenieurmässige Detailuntersuchungen erfordernde Rechenverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 keine Berücksichtigung findet. Stattdessen wird in Analogie zu M IndBauRL Abschnitt 6 ein tabellarisches Verfahren festgelegt, welches für die brandschutztechnische Beurteilung einer Mehrzahl der in der Praxis vorkommenden Fälle ausreicht.

3.5 Geltungsbereich der Brandschutzvorschriften

A) Geltungsbereich der VKF-Brandschutzvorschriften

Die VKF-Brandschutzvorschriften gelten für neu zu errichtende Bauten und Anlagen (VKF; 2003, BSN Art. 2 Abs. 1).

Bestehende Bauten und Anlagen sind verhältnismässig an die Brandschutzvorschriften anzupassen, wenn (VKF; 2003, BSN Art. 2 Abs. 2):

- wesentliche bauliche oder betriebliche Veränderungen, Erweiterungen oder Nutzungsänderungen vorgenommen werden;
- die Gefahr für Personen besonders gross ist.

B) Geltungsbereich der MBO und der M IndBauRL

Die MBO gilt für bauliche Anlagen und Bauprodukte. Sie gilt auch für Grundstücke sowie für andere Anlagen und Einrichtungen, an die durch die MBO selber oder durch Vorschriften, die aufgrund der MBO erlassen wurden, Anforderungen gestellt werden (ARGEBAU; 2002/1, MBO § 1 Abs. 1).

Die M IndBauRL gilt für Industriebauten (ARGEBAU; 2000/1, M IndBauRL Abschnitt 2). Sie gilt nicht für:

- Industriebauten, die lediglich der Aufstellung technischer Anlagen dienen und von Personen nur vorübergehend zu Wartungs- und Kontrollzwecken begangen werden (Einhausungen);
- Industriebauten, die überwiegend offen sind, wie überdachte Freianlagen oder Freilager, oder die aufgrund ihres Verhaltens im Brandfall diesen gleichgestellt werden können;
- Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9 m (Oberkante Lagergut).

C) Geltungsbereich der OIB-Richtlinien

Die OIB-Richtlinie 2 gilt grundsätzlich für Gebäude (OIB; 2007/1, Punkt 0). Die OIB-Richtlinie 2.1 findet speziell für Betriebsbauten Anwendung.

D) Erkenntnisse

Die OIB-Richtlinie 2.1 gilt grundsätzlich für alle Betriebsbauten, auch für solche, die in M IndBauRL Abschnitt 2 explizit ausgeschlossen werden. Sie hält jedoch fest, dass in Abhängigkeit des jeweiligen Gefahrenpotentials – wie Brandbelastung, Aktivierungsgefahr und Umgebungssituation – höhere Anforderungen notwendig werden oder Erleichterungen zulässig sind. Ausserdem verlangt die OIB-Richtlinie 2.1 für Betriebsbauten mit besonderen Risiken explizit Brandschutzkonzepte, wie z.B. für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9 m (Oberkante Lagergut) oder für Betriebsbauten, deren höchster Punkt des Daches mehr als 25 m über dem tiefsten Punkt des an das Gebäude angrenzenden Geländes liegt (Hochhäuser).

Auch die VKF-Brandschutznorm präzisiert, dass zu treffende Brandschutzmassnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren sind, falls die Brandgefahr im Einzelfall so vom Normalfall abweicht, dass vorgeschriebene Anforderungen als ungenügend oder als unverhältnismässig erscheinen (VKF; 2003, BSN Art. 11 Abs. 3).

M IndBauRL hält fest, dass weitergehende Anforderungen an Industriebauten, welche sich aus Regelwerken in Bezug auf den Umgang oder die Lagerung von bestimmten Stoffen ergeben, zu beachten sind, wie z.B. Technische Regeln für Gefahrstoffe und brennbare Flüssigkeiten oder Kunststofflager-Richtlinie (ARGEBAU; 2000/1, M IndBauRL Abschnitt 2).

Auf Abweichungen von Standardmassnahmen wird im Kapitel 3.7 vertiefter eingegangen.

3.6 Schutzziele im Brandschutzwesen

A) Schutzziele im schweizerischen Brandschutzwesen

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren die Schutzziele wie folgt (VKF; 2003, BSN Art. 9):

Bauten und Anlagen sind so zu erstellen, zu betreiben und in Stand zu halten, dass

- die Sicherheit von Personen und Tieren gewährleistet ist;

- der Entstehung von Bränden und Explosionen vorgebeugt und die Ausbreitung von Flammen, Hitze und Rauch begrenzt wird;
- die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauten und Anlagen begrenzt wird;
- die Tragfähigkeit während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt;
- eine wirksame Brandbekämpfung vorgenommen werden kann und die Sicherheit der Rettungskräfte gewährleistet wird.

B) Schutzziele im deutschen Brandschutzwesen

In MBO werden die Schutzziele wie folgt festgelegt (ARGEBAU; 2002/1, MBO § 3 Abs. 1):

Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und in Stand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

Daraus werden die brandschutztechnischen Schutzziele abgeleitet, welche in MBO § 14 konkretisiert sind:

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und in Stand zu halten, dass

- der Entstehung eines Brandes und
- der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand
- die Rettung von Menschen und Tieren sowie
- wirksame Löscharbeiten möglich sind.

C) Schutzziele im österreichischen Brandschutzwesen

Hinsichtlich der brandschutztechnischen Schutzziele orientieren sich die OIB-Richtlinien an den in Anhang 1 der EU-Bauproduktenrichtlinie definierten wesentlichen Anforderungen „Brandschutz“ (OIB; 2008, Kap. 2):

Ein Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt werden, dass bei einem Brand

- die Tragfähigkeit des Bauwerks während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt;
- die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerks begrenzt wird;
- die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauwerke begrenzt wird;
- die Bewohner das Gebäude unverletzt verlassen oder durch andere Massnahmen gerettet werden können;
- die Sicherheit der Rettungsmannschaften berücksichtigt ist und wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Aufgrund anderer landes- oder bundesrechtlichen Vorschriften, wie z.B. den Umwelt- oder Arbeitnehmerschutz betreffende, sind allenfalls weitere Schutzziele zu berücksichtigen.

D) Erkenntnisse

Der Vergleich der in den nationalen Brandschutzgesetzen festgeschriebenen Schutzzieldefinitionen zeigt, dass

- hinsichtlich des Brandschutzes nur in Österreich die Schutzzieldefinition nicht abschliessen formuliert wird, indem auf weitere landes- oder bundesrechtliche Schutzziele verwiesen wird;
- in der Schweiz der Explosionsschutz ausdrücklich gefordert wird;
- in Österreich und in der Schweiz die (zeitlich begrenzte) Tragfähigkeit eines Gebäudes explizit erwähnt wird;
- in Deutschland und in der Schweiz auch dem Tierschutz eine Wichtigkeit beigemessen wird.

Ansonsten entsprechen sich die Schutzzieldefinitionen in ihrem Inhalt.

3.7 Abweichungen von Standardmassnahmen

A) Abweichungen von Standardmassnahmen der schweizerischen Vorschriften

Im Normalfall werden die Schutzziele mit den in den VKF-Brandschutzvorschriften definierten Standardmassnahmen erfüllt (VKF; 2003, BSN Art. 11).

In den folgenden Fällen sind Abweichungen möglich:

- Wird für ein Einzelobjekt das Schutzziel nach BSN Art. 9 gleichwertig erreicht, so können als Einzel- oder Konzeptlösung an Stelle der vorgeschriebenen Brandschutzmassnahmen wahlweise andere Brandschutzmassnahmen treten (VKF; 2003, BSN Art. 11 Abs. 2).
- Weicht im Einzelfall die Brandgefahr vom Normalfall ab, so sind die zu treffenden Massnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren (VKF; 2003, BSN Art. 11 Abs. 3).

Dem Normalfall liegt das **Referenzereignis** einer zusammenhängenden Brandabschnittsfläche von max. 2400 m² bei einer mittleren Brandbelastung von max. 1000 MJ/m² zu Grunde, welche beispielsweise einer Büronutzung entspricht (VKF; 2007, Ziff. 1 und VKF; 2003, BSR 15-03d Ziff. 3.10.5).

B) Abweichungen von Standardmassnahmen der deutschen Vorschriften

Die MBO erwähnt die folgenden Möglichkeiten von Abweichungen:

- Abweichungen von bauaufsichtlichen Schutzzielen (ARGEBAU; 2002/1, MBO § 67 Abs. 1): Die Bauaufsichtsbehörde kann Abweichungen von Anforderungen der MBO und aufgrund der MBO erlassenen Vorschriften zulassen, wenn sie mit den öffentlichen Belangen (Sicherheit und Ordnung gemäss MBO § 3 Abs. 1) vereinbar sind.

- Abweichungen von Technischen Baubestimmungen (ARGEBAU; 2002/1, MBO § 3 Abs. 3 Satz 3): Von den Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Masse die öffentlichen Belange (Sicherheit und Ordnung gemäss MBO § 3 Abs. 1) erfüllt werden.

Ohne nähere Präzisierung unterscheidet die MBO zwischen wesentlichen und nicht wesentlichen Abweichungen (ARGEBAU; 2002/1, MBO § 22).

Der MBO liegt der **Referenzfall** eines viergeschossigen Gebäudes mit einer zusammenhängenden Brandabschnittsfläche von max. 1600 m² bei einer Brandbelastung von mehr als 1000 MJ/m² und mit einer durchschnittlich vorhandenen brandschutztechnischen Infrastruktur zu Grunde. Für die Haupttragkonstruktion dieses Bezugsgebäudes wird bauordnungsrechtlich der Feuerwiderstand 90 Minuten gefordert (DIN; 2003, S. 27 und S. 39). Die zulässige Brandabschnittsfläche von max. 1600 m² ergibt sich aus der Forderung von MBO § 30 Abs.2, wonach innere Brandwände in Abständen von 40 m angeordnet werden müssen.

C) Abweichungen von Standardmassnahmen der österreichischen Vorschriften

In den Vorbemerkungen zu den OIB-Richtlinien 2 und 2.1 sowie im OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ wird festgelegt, wie Abweichungen zu behandeln sind (OIB; 2007/1, Punkt 0 und OIB; 2007/3, Punkte 0, 5.1 sowie OIB; 2008, Punkt 3).

Abweichungen von den Anforderungen der Richtlinien sind zulässig, wenn schlüssig nachgewiesen wird, dass nach dem Stand der Technik bzw. Wissenschaften gleichwertig wie bei Anwendung der Richtlinie

- der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen durch Brand vorgebeugt sowie
- die Brandausbreitung eingeschränkt wird.

Falls erforderlich, ist der Nachweis durch ein Brandschutzkonzept zu erbringen.

Wie die MBO, unterscheiden die OIB-Richtlinien 2 und 2.1 zwischen wesentlichen und nicht wesentlichen Abweichungen. Die Begriffsbestimmung dazu liefert der OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ (OIB; 2008, Punkt 3):

- Unwesentliche Abweichungsfälle: Mit der Abweichung sind keine Auswirkungen hinsichtlich der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen sowie hinsichtlich der Brandausbreitung verbunden.
- Wesentliche Abweichungsfälle: Mit der Abweichung sind Auswirkungen hinsichtlich der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen sowie hinsichtlich der Brandausbreitung verbunden.

Die Anforderungen von OIB-RL 2 Punkte 2 bis 6 beziehen sich auf den **Standardfall** eines Wohn- und Bürogebäudes mit 1200 m² (Wohngebäude) bzw. 1600 m² (Bürogebäude) grossen Brandabschnittsflächen in oberirdischen Geschossen, wobei nicht mehr als vier Geschosse vertikal zusammengefasst werden dürfen. Die Längsausdehnung der Brandabschnitte bleibt auf 60 m begrenzt (OIB; 2007/2, S. 7).

D) Erkenntnisse

- Die schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften ermöglichen – sofern die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird – Abweichungen von den in den Regelwerken definierten Standardmassnahmen. Nur in den Vorschriften von Österreich wird detailliert beschrieben, wie Abweichungen zu klassieren sind und wie Nachweise über die Gleichwertigkeit geführt werden können. Diesbezüglich leistet der Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ des OIB gute Dienste.
- Die bei der Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens zu beachtenden Grundsätze werden sowohl im genannten OIB-Leitfaden als auch in Anhang 1 von M IndBauRL festgelegt. In beiden Dokumenten besteht über die zu beachtenden Grundsätze Einigkeit.

In den VKF-Brandschutzvorschriften existieren keine konkreten Festlegungen, wie Abweichungen zu qualifizieren und wie Nachweise zu führen sind. Beliebte und allgemein üblich ist die Anwendung des Berechnungsverfahrens „Brandrisikobewertung VKF 2007“, welches das veraltete, heute nicht mehr gültige Verfahren nach SIA-Dokumentation 81 „Brandrisikobewertung“ ersetzt. Diesbezüglich sei auf die Ausführungen von Kapitel 4 verwiesen.

- Den Standardmassnahmen der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften liegen Referenzgebäude mit den folgenden zusammenhängenden Brandabschnittsflächen zugrunde:
 - in der Schweiz: max. 2400 m²,
 - in Deutschland max. 1600 m² und
 - in Österreich: max. 1200 m² für Wohngebäude bzw. max. 1600 m² für Bürogebäude.

MBO und OIB-RL 2 machen beim Referenzgebäude in Bezug auf den Feuerwiderstand der Haupttragkonstruktion (MBO), auf die Geschosshöhe (OIB-RL 2) und auf die Längenausdehnung der Brandabschnitte (MBO und OIB-RL 2) weitere Festlegungen.

3.8 Anwendung und Zulassung von Brandschutzprodukten

Die aus der europäischen Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) abgeleiteten nationalen Bauproduktengesetze regeln das Inverkehrbringen der Bauprodukte, währenddem die Verwendung derselben den nachfolgend beschriebenen Regelungen unterliegt.

A) Anwendung und Zulassung von Brandschutzprodukten in der Schweiz

Anwendung von Brandschutzprodukten

Die Anwendung von Brandschutzprodukten regeln Artikel 14 bis 16 der Brandschutznorm.

Über die Anwendung von Brandschutzprodukten entscheiden die kantonalen Brandschutzbehörden. Dabei haben sie sich an die folgenden Entscheidungsgrundlagen zu halten:

a) Produkte mit Prüfnachweis oder Zertifikat

- Schweizerisches Brandschutzregister (<http://bsronline.vkf.ch>),
- Prüfnachweise und Zertifikate akkreditierter Prüf- und Zertifizierungsstellen,
- Konformitätsnachweise.

b) Produkte ohne Prüfnachweis oder Zertifikat

- Nachweis der Eignung nach der Erfahrung der Brandschutzbehörde und nach dem Stand der Technik,
- Nachweis durch bestehende Versuchsergebnisse,
- Nachweis durch rechnerische Bestimmung nach VKF-anerkannten Verfahren.

Zulassung und Zertifizierung von Brandschutzprodukten

Die Schweiz kennt für Brandschutzprodukte die folgenden beiden Verfahren (VKF; 2008):

a) Zulassung von Brandschutzprodukten

Durch die Zulassung werden einerseits die Konformität der Produkte mit den Anforderungen der VKF-Brandschutzvorschriften und andererseits deren Anwendbarkeit nachgewiesen. Die Zulassung von Brandschutzprodukten ist ein hoheitlicher Akt der Brandschutzbehörden und erfolgt aufgrund von

- Zertifikaten akkreditierter Zertifizierungsstellen oder
- Prüfberichten oder Gutachten einer von der VKF anerkannten Stelle.

b) Zertifizierung von Brandschutzprodukten

Die Zertifizierung von Brandschutzprodukten ist ein europäisch normiertes Verfahren, worin eine akkreditierte Zertifizierungsstelle die Normenkonformität eines Produktes schriftlich bestätigt.

Die Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren werden von der VKF im Auftrag der kantonalen Brandschutzbehörden durchgeführt.

Schweizerisches Brandschutzregister

Das Schweizerische Brandschutzregister listet alle gültigen Brandschutz-Zulassungen auf, welche derzeit noch auf nationalen und europäischen Prüfungen basieren können. Nach einer Übergangsfrist, die Ende 2012 abläuft, müssen alle in der Schweiz angewendeten Bau- bzw. Brandschutzprodukte nach EN-Normen geprüft und klassifiziert sein. Deshalb wandelt sich das Brandschutzregister vom Zulassungs- zum Anwendungsregister, in dem für Brandschutzprodukte die für die Schweiz geltenden Eigenheiten der Anwendung angegeben werden.

B) Anwendung und Zulassung von Brandschutzprodukten in Deutschland

In Deutschland wird die Verwendung von Bauprodukten und Bauarten in der MBO geregelt (MBO, §§ 17 bis 25). Die für die gesetzlichen Regelungen über die Verwendung der Bauprodukte im Rahmen des Bauordnungsrechts zuständigen Länder haben die Regelung der MBO übernommen, womit die Verwendung von Bauprodukten und Bauarten und die damit einhergehenden Nachweisverfahren harmonisiert sind.

Nach MBO § 3 Abs. 2 dürfen Bauprodukte und Bauarten nur verwendet werden, wenn

- sie die Anforderungen der MBO erfüllen und
- gebrauchstauglich sind.

Grundsätzlich werden Nachweise als Übereinstimmungs-, Verwendbarkeits-, oder Anwendbarkeitsnachweise geführt. Während Verwendbarkeitsnachweise von Bauprodukten angefertigt werden, beziehen sich Anwendbarkeitsnachweise auf die Anwendbarkeit von Bauarten.

Verwendbarkeitsnachweise von Bauprodukten

MBO § 17 unterscheidet für Bauprodukte die folgenden Verwendbarkeitsnachweise:

a) Geregelter Bauprodukte

- Technische Regeln nach Bauregelliste A (MBO § 17 Abs. 1 Satz 1 und Abs. 2),
- Europäische Regeln u. Richtlinien für Produkte mit CE-Zeichen (MBO § 17 Abs. 1 Satz 2).

b) Nicht geregelte Bauprodukte

- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (MBO § 17 Abs. 3 und § 18),
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (MBO § 17 Abs. 3 und § 19),
- Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde (MBO § 17 Abs. 3 und § 20).

c) Sonstige Bauprodukte (ohne sicherheitsrelevante Bedeutung)

- Keine Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise gefordert.
- Technische Vorschriften von technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen, fachspezifischen Institutionen und Ingenieur-Verbänden.

Anwendbarkeitsnachweise von Bauarten

Für Bauarten legt MBO § 21 die folgenden Anwendbarkeitsnachweise fest, die sich an den für nicht geregelte Bauprodukte verwendeten Verfahren orientieren:

- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (MBO § 17 Abs. 1 und § 18),
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (MBO § 17 Abs. 3 und § 19),
- Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde (MBO § 17 Abs. 3 und § 20).

Ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis genügt ausschliesslich für Bauarten, die nicht der Erfüllung erheblicher Anforderungen an die Sicherheit baulicher Anlagen dienen oder die nach allgemein anerkannten Prüfverfahren beurteilt werden.

Übereinstimmungsnachweise von Bauprodukten

Nach MBO § 22 bedürfen Bauprodukte ausserdem einer Bestätigung ihrer Übereinstimmung mit

- den technischen Regeln,
- den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen,
- den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen,
- den Zustimmungen im Einzelfall (durch die oberste Bauaufsichtsbehörde).

Dabei erfolgt die Bestätigung der Übereinstimmung durch

- eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers (§ 23) oder
- ein Übereinstimmungszertifikat (§ 24).

Solche Bauprodukte werden vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) gekennzeichnet.

Übereinstimmungsnachweise von Bauarten

Der Übereinstimmungsnachweis für Bauarten entspricht demjenigen für Bauprodukte (MBO § 22 Abs. 3).

Bauregelliste

Die gesetzlichen Anforderungen an die Bauprodukte und Bauarten aller Bundesländer werden in der Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBT) zusammengefasst. Diese besteht aus den Bauregellisten A und B sowie der Liste C (DIBt; 2008):

- Bauregelliste A: Enthält alle technischen Regeln für Bauprodukte, die den Anforderungen der Bauordnung entsprechen müssen.
- Bauregelliste C: Enthält Bauprodukte, die die CE-Kennzeichnung tragen.
- Liste C: Enthält Bauprodukte und Bauarten mit untergeordneter Bedeutung im baurechtlichen Sinne.

C) Anwendung und Zulassung von Brandschutzprodukten in Österreich

In Österreich gibt das OIB die Baustofflisten ÖA und ÖE in Form einer Verordnung heraus und publiziert diese in der Fachzeitschrift „OIB aktuell“. Umsetzungsvorschriften sorgen dafür, dass die Baustofflisten in den Ländern rechtswirksam werden.

Baustoffliste ÖA

Die österreichische Baustoffliste ÖA bezieht sich auf Bauprodukte, die noch nicht der CE-Kennzeichnung unterliegen. Sie enthält unter anderem Normen, Richtlinien und Verwendungsgrundsätze des OIB. Für solche Bauprodukte legt die Liste ÖA den Verwendbarkeitsnachweis fest. Nach dieser Liste verwendete Produkte müssen mit dem Einbauzeichen ÜA versehen sein. Wie in Deutschland bilden ein Übereinstimmungszeugnis des Herstellers oder eine Erklärung durch den Hersteller die Grundlage für die Anbringung des Zeichens.

Die ÜA-Kennzeichnung ist nur noch während einer von der EU festgelegten Koexistenzperiode – in dieser Zeit können in der Baustoffliste ÖA enthaltene Produkte die ÜA- oder die CE-Kennzeichnung aufweisen – möglich. Nach Ablauf der Koexistenzperiode werden die Bauprodukte nur noch nach den harmonisierten Normen und den Leitlinien für europäisch technische Zulassungen erfasst und mit der CE-Kennzeichnung versehen. Die Anforderungen der Baustoffliste ÖA und die ÜA-Kennzeichnung verlieren damit ihre Relevanz bzw. Gültigkeit.

Baustoffliste ÖE

Die Baustoffliste ÖE regelt die Verwendung CE-gekennzeichneter Bauprodukte in Österreich. Mit der Liste ÖE werden für Bauprodukte mit Spezifikationen nach der EU-Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG die Verwendungszwecke, Verwendungsbestimmungen und Leistungsanforderungen auf nationaler Ebene definiert.

D) Erkenntnisse

- Nach Ablauf der auf europäischer Ebene festgelegten Koexistenzphasen erfolgt die Zulassung von Bau- bzw. Brandschutzprodukten in der Schweiz und den Nationen der EU nur noch nach harmonisierten Normen und Richtlinien (CE-Kennzeichnung). Somit dürfen EU-weit nur noch CE-zertifizierte und CE-gekennzeichnete Produkte in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden. In der Schweiz dauert die Koexistenzphase bis 2012.

Solange die Koexistenzphasen noch dauern, existieren für Bauprodukte unterschiedliche nationale Nachweis-, Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren, welche in der Schweiz durch die VKF, in Deutschland durch die MBO (bzw. LBO) und in Österreich durch das OIB festgelegt werden.

- In der Schweiz liegt die Zulassung und Anwendung von Brandschutzprodukten, welche nicht dem Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren der VKF unterliegen, in der Kompetenz der kantonalen Brandschutzbehörden. Für solche Einzelzulassungen werden die Zulassungskriterien in den VKF-Brandschutzvorschriften nicht detailliert genug festgehalten, so dass eine einheitliche Beurteilung nicht gewährleistet ist.

In Deutschland befinden die obersten Bauaufsichtsbehörden der einzelnen Bundesländer über die Zustimmungen im Einzelfall, womit eine bundesweit einheitliche Beurteilungspraxis nicht gegeben ist.

- Das Genehmigungsverfahren der „Zustimmung im Einzelfall“ – in der Schweiz „Einzelzulassung“ genannt – existiert in Österreich nicht.
- Das Schweizerische Brandschutzregister ist ein Register aller zugelassenen Brandschutzprodukte und Fachfirmen, die technische Brandschutzeinrichtungen erstellen und in Stand halten dürfen. Als reines Produkte- und Firmenregister ist dieses mit den Bauregellisten des DIBt und den Baustofflisten des OIB nicht vergleichbar.
- Auch mit der zukünftigen CE-Kennzeichnung aller Bau- bzw. Brandschutzprodukte werden nationale Anwendungsregister – das Brandschutzregister der VKF in der Schweiz, die Bauregelliste des DIBt in Deutschland, die Baustoffliste ÖE des OIB in Österreich – weiter bestehen, welche die nationalen Eigenheiten der Anwendung spezifizieren. In ihrer Struktur und Bedeutung werden sich die Register angleichen.
- Der Begriff „Bauart“ gemäss MBO § 2 Abs. 10 – dort als das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder deren Teile bezeichnet – wird von den schweizerischen und österreichischen Regelwerken nicht verwendet.

4 Rechen- und Nachweisverfahren im Brandschutzwesen

4.1 Rechen- und Nachweisverfahren im europäischen Brandschutzwesen

Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Das EU-Grundlagendokument „Wesentliche Anforderung Nr. 2: Brandschutz“, welches sich auf die Richtlinie 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) bezieht, erwähnt die Ingenieurmethoden unter Abschnitt 2.3. Danach bilden Ingenieurmethoden für die Brandsicherheit Ansätze zur:

- Bewertung des erforderlichen Brandsicherheitsniveaus,
- Bemessung sowie Berechnung der notwendigen Schutzmassnahmen.

Sie können angewendet werden zur:

- Ermittlung der Entwicklung und Ausbreitung von Feuer und Brandgasen in Bauwerken,
- Bewertung von Einwirkungen,
- Beurteilung des Verhaltens von Bauprodukten im Brand,
- Beurteilung der Brandmeldung, Aktivierung und Brandbekämpfung,
- Beurteilung und Bemessung von Räumungs- und Rettungsmassnahmen.

Der Einsatz von Ingenieurmethoden wird an das Erfordernis geknüpft, dass

- die massgebenden Produktmerkmale bekannt sind,

- die Rechen- und Bemessungsverfahren auf abgestimmter und harmonisierter Basis anerkannt sind.

4.2 Rechen- und Nachweisverfahren im schweizerischen Brandschutzwesen

A) Grundsätze

Im schweizerischen Brandschutzwesen werden die Rechen- und Nachweisverfahren in BSN Art. 13 geregelt. Danach können zur Beurteilung der Brandgefahr, des Brandrisikos und der Brandsicherheit

- das Verfahren der Brandrisikobewertung VKF oder
- andere VKF-anerkannte Berechnungsmethoden

verwendet werden.

Ungeachtet dessen sind für Fluchtwege die Bestimmungen der Brandschutzvorschriften einzuhalten. Vorgeschriebene Mindestanforderungen dürfen aufgrund von Berechnungsmethoden nicht reduziert werden.

B) Verfahren zur Abschätzung des Brandrisikos

Die Brandrisikobewertung VKF basiert auf einer in den 1960er-Jahren von Dipl. Ing. Gretener entwickelten Rechenmethode mit der Brandschutzmassnahmen nach risikospezifischen Kriterien quantifiziert werden (VKF; 2007). Die Methode entwickelt sich aus den folgenden Grundformeln:

- Brandrisiko R_e = Brandgefährdung (Schadenerwartung) B \times Aktivierungsgefahr (Eintretenswahrscheinlichkeit) A $\rightarrow R_e = B \cdot A$
- Brandgefährdung B = Produkt aller Gefahrenfaktoren P / Produkt aller Schutzfaktoren M
 $\rightarrow B = P / M$.

Dabei gilt das Folgende:

- Die Schutzmassnahmen M werden aus dem Produkt der Normalmassnahmen N und den technischen Massnahmen T gebildet $\rightarrow M = N \cdot T$.
- Die Potentielle Gefahr P setzt sich aus den inhaltsbedingten Gefahrenfaktoren (q, c, r) eines Gebäudes und den gebäudebedingten Gefahrenfaktoren (i, g) zusammen.
- Die technischen Massnahmen T bewerten wirksame Schutzmassnahmen zur Brandentdeckung und Brandbekämpfung.
- Ein gewisses Brandrisiko muss in jedem Gebäude akzeptiert werden. Deshalb gilt: $R_a = 1.0$. Die Sicherheit ist genügend, wenn das vorhandene Brandrisiko das akzeptierte Brand-Restrisiko nicht überschreitet.

Die von der Brandrisikobewertung VKF 2007 verwendeten Faktoren und Formeln sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Brandrisikobewertung VKF 2007		
	Faktoren	
	Symbol	Bezeichnung
Brandabschnittsfläche $AB = l \cdot b$	l	Länge des grössten/gefährlichsten Brandabschnittes
	b	Breite des Brandabschnittes
Potentielle Gefahr P $P = q \cdot c \cdot r \cdot i \cdot g$	q	Mobile Brandbelastung
	c	Brennbarkeit
	r	Qualmgefahr
	i	Immobilie Brandbelastung
	g	Grossflächigkeit
Normalmassnahmen N $N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$	n ₁	Feuerwehr
	n ₂	Innenhydranten/Löschposten
	n ₃	Zuverlässigkeit der Löschwasserversorgung
	n ₄	Wasserzuleitung (Hydrantenentfernung)
	n ₅	Zugänglichkeit des Gebäudes/Brandabschnittes
Technische Massnahmen T $T = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3$	t ₁	Brandmeldeanlage
	t ₂	Sprinkleranlage
	t ₃	Doppelschutz (Brandmelde- und Sprinkleranlage)
Brandgefährdung B = P / (N · T)		
	A	Aktivierungsgefahr
Effektives Brandrisiko R_e = B · A		
	R _a	Akzeptiertes Brandrisiko (R _a = 1.0)
Aus $R_e \leq R_a$ folgt: Brandsicherheit $\gamma = R_a / R_e \geq 1$		

Tab. 15: Aufbau der Brandrisikobewertung VKF 2007 (VKF; 2007)

Der Geltungsbereich und die Anwendungsgrenzen der Brandrisikobewertung VKF 2007 werden wie folgt abgesteckt:

- Der Einsatz der Methode bleibt auf den Brand-Sicherheitsnachweis innerhalb von Gebäuden, und zwar auf einen einzelnen Brandabschnitt beschränkt. Bei Gebäuden mit mehreren Brandabschnitten ist derjenige mit dem grössten Brandrisiko relevant.
- Das Berechnungsverfahren darf nur zur Führung von Sicherheitsnachweisen für Industrie- und Gewerbebauten (Produktion, Lager, Handel) sowie für Bürogebäude (Grossraumbüros) verwendet werden.

Für personenschutzrelevante Objekte (Verkaufsgeschäfte, Versammlungsräume, Hotels, Heime, Spitäler etc.) und spezielle Lagergebäude (Hochregallager, Pneulager, Lager für gefährliche Stoffe, Freilager etc.) ist die Methode nicht anwendbar (VKF; 2007, Ziff. 2). Genauso können Betriebsunterbruchsrisiken nicht beurteilt werden.

- Die Brandrisikobewertung ist eine vergleichende Berechnungsmethode, der das Referenzereignis einer zusammenhängenden Brandabschnittsfläche von max. 2400 m² bei einer mittleren Brandbelastung von max. 1000 MJ/m² zu Grunde liegt (VKF; 2007, Ziff. 1 und VKF; 2003, BSR 15-03d Ziff. 3.10.5).

Im Rahmen von Vorschriften, welche auf anderen Referenzereignissen aufbauen, darf das Verfahren nicht angewendet werden. Deshalb

- darf die Brandrisikobewertung VKF 2007 nicht für die Festlegung von Brandschutzmassnahmen auf der Basis von fremdländischen Normen und Richtlinien angewendet werden.
- besitzt die SIA-Dokumentation 81 „Brandrisikobewertung Berechnungsverfahren“ vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) heute keine Gültigkeit mehr.
- Die Ergebnisse unterliegen einer Streuung, weil die Brandrisikobewertung VKF 2007 als Risiko-Methode auf Erfahrungswerten beruht.
- Die durch das Bewertungsverfahren gewonnenen Ergebnisse erlauben nur einen quantitativen Vergleich unter sich. Mit den Resultaten von anderen Bewertungsmethoden dürfen sie nicht verglichen werden.
- Die Brandrisikobewertung VKF 2007 ermöglicht eine rechtsgleiche Anwendung der Brandschutzvorschriften für Industrie-, Gewerbe- und Bürobauten.
- Die Brandrisikobewertung setzt voraus, dass die geltenden Vorschriften der schweizerischen Brandschutzgesetzgebung, wie z.B. die Bestimmungen des Personen- und Nachbarschutzes, eingehalten sind (VKF; 2007, Ziff. 2).

Derzeit arbeitet die VKF zusammen mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) an einer neuen, umfassenderen Brandrisikobewertungsmethode, welche unter anderem auch zur Weiterentwicklung der Brandschutzvorschriften benutzt werden soll.

C) Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Gemäss BSN Art. 13 müssen Berechnungsmethoden von der VKF anerkannt sein. Bis dato wurden von der VKF weder die Kriterien für eine Anerkennung von Rechenmethoden publiziert, noch wurde von den Fachverbänden ein konsensfähiges Dokument (Stand der Technik-Papier) über die Anwendung von Rechenverfahren erarbeitet, so dass in der Schweiz mit der Anwendung und Akzeptanz von Rechenverfahren nicht einheitlich umgegangen wird.

Die VKF-Brandschutzrichtlinie „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ hält immerhin fest, dass bei rechnerischen Nachweisen die erforderlichen Parameter sowie das Verfahren vorgängig mit der zuständigen Brandschutzbehörde festzulegen ist (VKF; 2003, BSR 22-03d Ziff. 5 Abs. 1).

Im Weiteren definieren die VKF-Brandschutzvorschriften, dass vorgeschriebene Mindestanforderungen an Fluchtwege aufgrund von Berechnungsmethoden nicht reduziert werden dürfen (VKF; 2003, BSN 1-03d Art. 38 Abs. 2). Deshalb sind Berechnungsverfahren für die Evakuierung nicht anwendbar.

4.3 Rechen- und Nachweisverfahren im deutschen Brandschutzwesen

A) Grundsätze

Baurechtlich abgestützt sind die Rechen- und Nachweisverfahren in MBO § 3 Abs. 3 Satz 3. Danach kann von den Technischen Baubestimmungen abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Masse die öffentlichen Belange (Sicherheit und Ordnung gemäss MBO § 3 Abs. 1) erfüllt werden.

Mit MBO § 3 Abs. 3 Satz 3 sind dem Grundsatz nach die folgenden drei Nachweisstrategien möglich (DIN; 2003, Kapitel 2.2.2):

- Nachweisführung gemäss den materiellen Anforderungen der Landesbauordnungen in Verbindung mit den eingeführten Technischen Baubestimmungen und/oder bauaufsichtlichen Richtlinien;
- Nachweisführung nach allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie z.B. DIN-Normen;
- Nachweisführung nach dem „Stand der Wissenschaft und Technik“ mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens.

Zur Rechtfertigung von Erleichterungen nach MBO § 51 Abs. 1 Satz 2 bietet M IndBauRL die folgenden drei Nachweisverfahren an:

- Verfahren nach Abschnitt 6 ohne Brandlastermittlung,
- Verfahren nach Abschnitt 7 unter Verwendung des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1,
- Methoden des Brandschutzingenieurwesens nach M IndBauRL Anhang 1.

B) Verfahren zur Abschätzung des Brandrisikos

Die früheren „Unverbindlichen Nettoprämienrichtlinien des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) für die Industriefeuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsversicherung“ (PRL) berücksichtigten neben den Risikofaktoren die wichtigsten brandschutztechnischen Massnahmen und bewerteten diese mit Zu- und Abschlägen zu den Prämien. Sie wurden zur kaufmännisch-technischen Brandrisikobewertung eines Unternehmens und für eine risikogerechte Prämienermittlung geschaffen. Seinerzeit waren die PRL die einzige bundesweit einheitlich angewandte und durch langjährige Schadenerfahrung abgesicherte Risikobewertungsmethode (Siepelmeyer-Kierdorf, L.; 2001, Kapitel 3.3.5).

Die ab dem 1. Juli 2005 eingeführte GDV-Tarifstudie Feuer – eine unverbindliche Empfehlung – berücksichtigt brandschutztechnische Massnahmen nur noch pauschal. Ausserdem arbeiten die grösseren Feuerversicherer heute mit ihren eigenen, nicht öffentlich zugänglichen Tarif-fierungswerken. Deshalb sind die PRL als Verfahren zur Brandrisikoabschätzung heute nicht mehr verwendbar.

C) Verfahren zur Ermittlung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer

Die DIN 18230-1 „Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer“ beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der äquivalenten Branddauer und zur Bestimmung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen eines Brandabschnittes oder Brandbekämpfungsabschnittes. Die äquivalente Branddauer setzt den Bezug zum Normbrand nach DIN 4102-2 bzw. zur Einheits-Temperaturkurve (ETK), so dass die Vergleichbarkeit zu den standardisierten Feuerwiderstands-Prüfverfahren von Baueilen gegeben ist. Auf Basis der nach DIN 18230-1 ermittelten erforderlichen Feuerwiderstandsdauer geschieht die Einstufung in Feuerwiderstandsklassen, welche sich unmittelbar der DIN 4102 zuordnen lassen.

In Verbindung mit der M IndBauRL bildet die DIN 18230-1 eine anerkannte Methode zur brandschutztechnischen Beurteilung von Industriebauten. Die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer für Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK_b3 und die äquivalente Branddauer nach DIN 18230-1 bilden dabei das Bindeglied zwischen den beiden Regelwerken.

Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer nach DIN 18230-1					
Rechnerisch erf. Feuerwiderstandsdauer	Äquivalente Branddauer	Rechnerische Brandbelastung			
erf $t_F = t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$ oder erf $t_F = t_{\ddot{a}} \cdot \delta \cdot \alpha_L$	$t_{\ddot{a}} = q_R \cdot c \cdot w$	$q_R = \Sigma(M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i) / A_B$	M _i	Masse	des Stoffes i
			H _{ui}	Heizwert	
			m _i	Abbrandfaktor	
			ψ _i	Kombinationsbeiwert	
			A _B	Fläche des BBA	
	c	Umrechnungsfaktor			
	w	Wärmeabzugsfaktor			
γ	Sicherheitsbeiwert für Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK _b 3				
δ	Beiwert für Bauteile der Brandsicherheitsklassen SK _b 2 und SK _b 1				
α _L	Zusatzbeiwert				

Tab. 16: Aufbau des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1

Tabelle 17 zeigt eine Übersicht der die Parameter und Faktoren beeinflussenden gebäude-, material- und brandschutztechnischen Kriterien des Verfahrens nach DIN 18230-1.

Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer nach DIN 18230-1																	
Kriterium	Gebäudeeinheit								Bauwerk, Nutzung					Löschvorkehrungen			
	Materialeigenschaft				Materialzustand				Verteilung des Gebäudeinhaltes	Fläche BBA	Ventilation	Wärmedämmung der Bauteile	Bedeutsamkeit der Bauteile	Geschosszahl	Werksfeuerwehr	Feuerlöschanlage	Brandmeldeanlage
	Stoffl. Eigenschaften	Stoff-Feuchte	Spez. Oberfläche	Heizwert	Gestalt, Form	Lagerungsdichte	Stoffmischung	Materialmenge									
Faktor	m	m	m	H _u , q _R	m	m	m	M, q _R	q _R	A, q _R , γ	w	c	SK _b , γ	γ	α	α	α

Tab. 17: Einflüsse auf die Parameter und Faktoren der DIN 18230-1 (In Anlehnung an DIN; 2003, Abb. 4-2)

Der Anwendungsbereich der DIN 18230-1 wird wie folgt abgesteckt: Das Rechenverfahren

- gilt für Industriebauten (Gebäude oder Teile davon);
- gilt nicht für Regallager mit Lagerguthöhen > 9 m (Oberkante Lagergut) und Hochhäuser;
- setzt eine Festlegung der Brandbelastung voraus;
- eignet sich nicht für Anwendungen mit stark variierenden Brandlasten;
- setzt Raumgrößen $\geq 400 \text{ m}^2$ voraus;
- setzt die allgemeinen Brandschutzmassnahmen der öffentlich-rechtlichen Vorschriften voraus (wie Schutzabstände, Zugänglichkeit, Rettungs- und Löschangriffswege, Löschwasserversorgung, Rauchabzugsvorrichtungen, Feuerlöschanlagen, betriebliche Brandschutzmassnahmen).

D) Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6

Mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 werden ohne Brandlastermittlung die Anforderungen an Baustoffe und Bauteile sowie an die Grösse der Brandabschnittsflächen auf tabellarische Weise festgelegt, und zwar in Abhängigkeit von

- der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile,
- der Geschosszahl sowie
- der brandschutztechnischen Infrastruktur der baulichen Anlage.

E) Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7

Im Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 werden auf der Grundlage des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1

- die zulässige Fläche je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt und
- die Anforderungen an die Bauteile nach den Brandsicherheitsklassen für einen Brandbekämpfungsabschnitt

bestimmt.

Die Ermittlung

- der zulässigen Fläche je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt anhand der Gleichung

$$\text{zul } A_{G,BBA} = 3000 \text{ m}^2 \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5$$

mit den voneinander unabhängigen Risikofaktoren:

- F1: Faktor zur Berücksichtigung der äquivalenten Branddauer aus dem globalen Nachweis nach DIN 18230-1 (M IndBauRL Tabelle 3)
- F2: Faktor zur Berücksichtigung der brandschutztechnischen Infrastruktur (M IndBauRL Tabelle 4)
- F3: Faktor zur Berücksichtigung der Höhenlage des Fussbodens des untersten Geschosses von oberirdischen Brandbekämpfungsabschnitten im Gebäude bezogen auf die mittlere Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene (M IndBauRL Tabelle 5)
- F4: Faktor zur Berücksichtigung der Anzahl Geschosse des Brandbekämpfungsabschnittes (M IndBauRL Tabelle 6)
- F5: Faktor zur Berücksichtigung der Ausführung von Öffnungen in nach den Brandsicherheitsklassen SK_b2 und SK_b3 bemessenen Decken zwischen den Geschossen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte (M IndBauRL Tabelle 7)

und

- den erforderlichen Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen mit Hilfe M IndBauRL Tabelle 8 unter Verwendung des Verfahrens nach DIN 18230-1

erfolgen in getrennten Nachweisen.

Bei der Anwendung von M IndBauRL Tabelle 8 zur Bestimmung der erforderlichen Feuerwiderstandsklassen von

- Bauteilen zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten und von
- Bauteilen, die diese trennenden Bauteile unterstützen und aussteifen

ist die Bedingung $\text{erf } t_F \geq t_{\ddot{a}}$ einzuhalten. Die genannten Bauteile sind demnach mindestens für die äquivalente Branddauer $t_{\ddot{a}}$ auszulegen und eine Abminderung durch den brandschutztechnische Infrastruktur berücksichtigenden Zusatzbeiwert α_L darf nur soweit in Rechnung

gestellt werden, dass die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F nicht kleiner als t_a wird. Im Übrigen wird die brandschutztechnische Infrastruktur bei der Ermittlung der zulässigen Geschossfläche durch den Faktor F2 berücksichtigt.

M IndBauRL Abschnitt 7.1 hält fest, dass das Verfahren nach Abschnitt 7 nur angewendet werden darf, falls aus dem Rechenverfahren nach DIN 18230-1 (für den globalen Nachweis oder Teilabschnittsnachweis) für die Brandsicherheitsklasse SK_b3 keine höhere rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer als 90 Minuten resultiert. Das Bemessungsverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7.5.1 setzt nämlich eine rechnerische Brandbelastung voraus, die zu einer erforderlichen Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten führt. Die Faktoren F1 bis F5 zur Berechnung der zulässigen Fläche je Geschoss sind nur für solche Fälle ausgelegt.

Demgegenüber weist M IndBauRL Tabelle 8 darauf hin, dass die Werte der Spalten 2 bis 4 auch für eine rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F von mehr als 90 Minuten gelten.

Dieser **Widerspruch** liess sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht klären. **Für diese Arbeit soll gelten, dass das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 anzuwenden ist, falls t_F mehr als 90 Minuten beträgt.**

F) Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Unter Verweis auf MBO § 3 Abs. 3 Satz 3 werden in M IndBauRL Abschnitt 4.3 die Methoden des Brandschutzingenieurwesens als mögliches Nachweisverfahren erwähnt.

Die Grundsätze für die Aufstellung von Nachweisen mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens werden in M IndBauRL Anhang 1 Abschnitt 1 definiert. Mit den Methoden muss für sicherheitstechnisch erforderliche Zeiträume nachgewiesen werden, dass

- die vorhandenen Rettungswege benutzbar sind,
- eine wirksame Brandbekämpfung möglich ist,
- die Standsicherheit der Bauteile gewährleistet ist.

Die Berechnungen dürfen nur mit anerkannten Rechenverfahren – also Verfahren, die hinsichtlich ihrer physikalischen Grundlagen vollständig veröffentlicht und im Hinblick auf die zu beschreibenden Brandwirkungen nachweislich validiert sind – durchgeführt werden (M IndBauRL Anhang 1 Abschnitt 2). Validiert ist eine Nachweismethode erst dann, wenn ihre Richtigkeit durch Versuchsergebnisse und/oder bereits anerkannte Nachweisverfahren repräsentativ gestützt und bewiesen ist (DIN; 2003, Kapitel 2.2.2).

Die Sicherheitskriterien und die Zeiträume zur Einhaltung der Sicherheitskriterien sind mit den zuständigen Behörden festzulegen (M IndBauRL Anhang 1 Abschnitt 3).

4.4 Rechen- und Nachweisverfahren im österreichischen Brandschutzwesen

A) Grundsätze

Der OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ erwähnt die Berechnungsmethoden im Rahmen von Brandschutzkonzepten (OIB; 2008, Punkte 4.1, 4.2). Brandschutzkonzepte dienen als Nachweis

- über die Schutzzielerfüllung,
- der gleichwertigen Schutzzielerreichung in wesentlichen Abweichungsfällen,
- über die Erfüllung der brandschutztechnischen Schutzziele in von den OIB-Richtlinien genannten Fällen oder in Einzelfällen auf Verlangen der Behörde (verpflichtende Brandschutzkonzepte).

Diesbezüglich sei auch auf die Ausführungen in den Kapiteln 3.6 und 3.7 der vorliegenden Arbeit verwiesen.

B) Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Geschossfläche in oberirdischen Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

In Anlehnung an M IndBauRL Abschnitt 6 wird in OIB-RL 2.1 ein vereinfachtes Verfahren zur Verfügung gestellt, welches keine Berechnungen erfordert, sondern eine tabellarische Bestimmung der zulässigen Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten zulässt. Dieses Verfahren orientiert sich an der Sicherheitskategorie, der Gesamtzahl der oberirdischen Geschosse und dem Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden Bauteile (OIB; 2007/3, Tabelle 1).

C) Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Gemäss den OIB-Vorschriften kann im Rahmen von Brandschutzkonzepten mit anerkannten Methoden des Brandschutzingenieurwesens nachgewiesen werden, dass

- Abweichungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsklasse der Bauteile, des Brandverhaltens der Baustoffe, der Grösse der Hauptbrandabschnitte bzw. Brandabschnitte und der Lagerabschnittsflächen zulässig sind (OIB; 2007/3, Punkt 5.1).
- die Wirksamkeit von erforderlichen Brandschutzmassnahmen gegeben ist (OIB; 2008, Punkte 3 und 4.2).

Hinsichtlich des Einsatzspektrums von wissenschaftlich anerkannten rechnerischen Verfahren – als Methode des Brandschutzingenieurwesens – wird auf das EU-Grundlagendokument „Wesentliche Anforderung Nr. 2: Brandschutz“ verwiesen.

Ausserdem wird festgehalten, dass

- aufgrund anerkannter Kriterien des Brandschutzes oder
- anhand bestehender Vorschriften

für sicherheitstechnisch erforderliche Zeiträume objekt- und schutzzielbezogene Sicherheitskriterien definiert werden müssen (OIB; 2008, Punkt 4.2).

Die Grundsätze des Nachweises entsprechen den Ausführungen von M IndBauRL Anhang 1 Abschnitt 1.

Als Methoden des Brandschutzingenieurwesens werden im OIB-Leitfaden explizit erwähnt (OIB; 2008, Punkt 4.3.2):

- Brandsimulationen (nach Handformeln, Wärmebilanzberechnungen mit Zonenmodellen, CFD-Modellrechnungen etc.),
- physikalische Modelle (Brand- und Rauchversuche im verkleinerten Gebäudemodell),
- Brand- und Rauchversuche (Realversuche),
- Beurteilung des Brandverhaltens von Bauteilen und Tragwerken,
- Personenstromanalysen.

4.5 Erkenntnisse

Aus den Kapiteln 4.1 bis 4.4 werden die folgenden Erkenntnisse gewonnen:

- Die Methoden des Brandschutzingenieurwesens zur Entwicklung von schutzzielorientierten, objektbezogenen Brandschutzkonzepten sind allgemein anerkannt. Hingegen machen die VKF-Brandschutzvorschriften keine Hinweise, was unter solchen Methoden zu verstehen ist, wie damit umzugehen ist und wie Schutzziele definiert werden können. Unter solchen Voraussetzungen ist im Vollzug der schweizerischen Brandschutzvorschriften ein einheitlicher Umgang mit Ingenieurmethoden kaum möglich. Die Regelwerke von Deutschland und Österreich machen diesbezüglich konkrete Festlegungen.
- Nur die VKF-Brandschutzvorschriften geben vor, dass normative Mindestanforderungen an Flucht- und Rettungswege aufgrund von Berechnungsmethoden nicht reduziert werden dürfen. Deshalb ist in der Schweiz die Anwendung von Verfahren zur Evakuierungsberechnung nicht möglich. Demgegenüber lassen M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die Dimensionierung von Flucht- und Rettungswegen mit Hilfe von Methoden des Brandschutzingenieurwesens zu.
- Mit der Brandrisikobewertung VKF 2007 existiert derzeit nur in der Schweiz ein gängiges, auf der brandschutz- und versicherungstechnischen Erfahrung basierendes Verfahren zur Einschätzung des Brandrisikos. Diese Risiko-Methode ist jedoch nur im Regelbereich der VKF-Brandschutzvorschriften und ausschliesslich für Industrie-, Gewerbe- und Bürobauten anwendbar.
- In der VKF-Brandschutzrichtlinie „Tragwerke“ wird im Rahmen der Bestimmung von Brandbelastungen auf das Bemessungsverfahren der DIN 18230-1 hingewiesen. Zur rechnerischen Ermittlung der Brandbelastung können dabei alternativ die Methode der DIN

18230-1 und die Rechenwerte von DIN 18230-3 verwendet werden. Es ist jedoch nicht vorgesehen und aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen – wie beispielsweise beim abwehrenden Brandschutz – auch nicht möglich, dass das Rechenverfahren in der Schweiz zur Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer von industriellen Gebäuden verwendet wird.

- Sowohl die Brandrisikobewertung VKF als auch das Rechenverfahren nach DIN 18230-1 setzen voraus, dass Gebäudeabstände, Personenschutzmassnahmen und weitere allgemeine Sicherheitsbestimmungen eingehalten sind. Beide Verfahren beziehen sich auf Industriebauten und nur auf Brand- bzw. Brandbekämpfungsabschnitte.
- Die Brandrisikobewertung VKF und das Rechenverfahren nach DIN 18230-1 lassen sich in groben Zügen wie folgt charakterisieren:
 - Das Bemessungsverfahren nach DIN 18230-1 bewertet nicht das Brandrisiko, sondern einen Teilbereich des baulichen Brandschutzes, nämlich den Feuerwiderstand von Bauteilen bzw. das Versagen des Haupttragwerkes im Brandfall. Es ist ein thermisches Berechnungsverfahren für Bauteile unter Annahme einer der DIN 4102 entsprechenden Brandbeanspruchung (Äquivalenzmodell). Der Kern dieses Äquivalenzmodells bildet der Faktor c , welcher die frei werdende Brandenergie im Verhältnis zum Brand nach der Einheits-Temperatur-Kurve in eine thermische Bauteilbelastung umsetzt (DIN; 2003).
 - Die Brandrisikobewertung VKF berücksichtigt die Bauteilentlastung von Wärmeabzugsflächen nicht. DIN 18230-1 kennt hierfür die w -Faktoren.
 - Während Anzahl und Lage der Geschosse bei der Brandrisikobewertung VKF keine Rolle spielen, unterscheidet DIN 18230-1 zwischen ein- und mehrgeschossigen Gebäuden.
 - Die Brandrisikobewertung VKF ermöglicht maximal 50000 m^2 grosse Brandabschnittsflächen. Das Verfahren nach DIN 18230-1 erlaubt bei eingeschossigen, mindestens 12 m hohen Industriehallen mit einer Brandbelastung von weniger als 54 MJ/m^2 (ohne selbsttätige Feuerlöschanlage) bzw. weniger als 720 MJ/m^2 (mit selbsttätiger Feuerlöschanlage und zugeordneten Flächen $< 400 \text{ m}^2$) und bei Erfüllung von weiteren Anforderungen an die brandschutztechnische Infrastruktur und den organisatorischen Brandschutz Brandbekämpfungsabschnittsflächen bis maximal 120000 m^2 .
 - Die Bewertungsgrundlagen der Brandrisikobewertung VKF wurden überwiegend empirisch ermittelt. Die Ausgangsbasis des Verfahrens – das Berechnungsverfahren der Brandrisikobewertung nach SIA Dokumentation 81 – ist durch Jahrzehnte lange Erfahrungen abgesichert und hat sich erfolgreich bewährt. In manchen Kantonen wird das Verfahren zur Festlegung der Versicherungsprämien verwendet. Dagegen liegen den Umrechnungsfaktoren c , den Wärmeabzugsfaktoren w und den Abbrandfaktoren m der DIN 18230-1 umfangreiche Berechnungen und Versuche zu Grunde.

- Bei der Brandrisikobewertung VKF werden die Werte der die Einflussgrößen repräsentierenden Faktoren über den ganzen Brandabschnitt gemittelt. DIN 18230-1 lässt Teilflächennachweise zu.
- Mit der Brandrisikobewertung VKF können durch Variation der Parameter Brandschutzverbesserungen rasch analysiert und alternative Schutzkonzepte einer vergleichenden Bewertung unterzogen werden. Sie dient vornehmlich zur Abklärung betreffend dem Einbau von Brandmelde- und Sprinkleranlagen.

Eine differenziertere Darstellung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden der beiden Rechenverfahren „Brandrisikobewertung VKF“ und „M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1“ wird in Kapitel 8.4 geliefert.

Teil II Vergleich

5 Elemente des baulichen Brandschutzes

5.1 Schutzabstände zu Grundstücksgrenzen

Allgemeines

- Mit der Definition von Schutzabständen zwischen Gebäuden oder zu Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen sollen Brandübertragungen auf Nachbargebäude verhindert werden. Weitere baurechtliche Regelungen, welche beispielsweise die Belichtung berücksichtigen, können grössere Schutzabstände erfordern.
- Abstände sind zwischen den Fassaden zu messen. Dachvorsprünge, auskragende Bauteile und Vorbauten werden in der Schweiz und in Deutschland bei der Bemessung nicht berücksichtigt, sofern diese vorgegebene Maximalabmessungen nicht überschreiten.
- Die Schutzabstände zu den Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen ergeben sich in der Regel aus der Halbierung der zwischen den Gebäuden erforderlichen Schutzabstände.
- Für Industriebauten werden in Deutschland die Schutzabstände nicht in der M IndBauRL, sondern in der MBO geregelt.
- Auf die Beschaffenheit von Aussenwänden und Dächern, welche die Schutzabstände von Gebäuden beeinflusst, wird im Zuge der Ausführungen von Kapitel 5.11 eingegangen.

Schutzabstände Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 26 bis 28 und BSR 15-03d Ziffer 2.3
Deutschland	MBO §§ 30 und 32
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 3.2

Tab. 18: Schutzabstände: Rechtsgrundlagen

Schutzabstände Anforderungskriterien	
Schweiz	Bauart, Lage, Ausdehnung und Nutzung
Deutschland	Bauart der Gebäudeabschlusswand und der Bedachung
Österreich	Bauweise, Lage, Ausdehnung, Nutzung, Sicherheitskategorie

Tab. 19: Schutzabstände: Anforderungskriterien

Schutzabstände Anforderungen	
Schweiz	5.0 m: wenn beide benachbarten Aussenwände eine nicht brennbare äusserste Schicht aufweisen 7.5 m: wenn eine Aussenwand eine brennbare, die andere eine nicht brennbare äusserste Schicht aufweist 10.0 m: wenn beide benachbarten Aussenwände eine brennbare äusserste Schicht aufweisen
Deutschland	5.0 m: bei beliebiger Ausführung der Gebäudeabschlusswand und harter Bedachung 15.0 m: bei Gebäuden mit einer Höhe ≤ 7 m und wenn ein Gebäude eine weiche und das andere eine harte Bedachung aufweist 24.0 m: bei Gebäuden mit einer Höhe ≤ 7 m und wenn die benachbarten Gebäude eine weiche Bedachung aufweisen
Österreich	Abstand = $1.2 \cdot H$ (Wandhöhe des höheren Gebäudes), mindestens aber 6 m

Tab. 20: Schutzabstände: Anforderungen an die Abstände zwischen Gebäuden mit Aussenwänden ohne definierten Feuerwiderstand

Erkenntnisse

- In brandschutztechnischer Hinsicht richten sich die Gebäudeabstände in der Schweiz nach der Beschaffenheit der äussersten Fassadenschicht, in Deutschland nach der Materialisierung der Bedachung und in Österreich nach der Höhe der Aussenwand.
- In der Schweiz und in Deutschland beträgt der minimale (brandschutztechnische) Abstand zwischen Gebäuden 5 m, und zwar unabhängig von der Gebäudehöhe.
- Für das Beispiel einer 10 m hohen Halle mit harter Bedachung, Fassaden ohne definierten Feuerwiderstand und mit nicht brennbaren äussersten Schichten, ohne Dachvorsprüngen, auskragenden Bauteilen und Vorbauten, sind in brandschutztechnischer Hinsicht die folgenden Gebäudeabstände einzuhalten: Schweiz und Deutschland 5.0 m, Österreich 12.0 m.
- Werden die Fassaden mit Feuerwiderstand ausgebildet (Brandwände), so können die Schutzabstände unterschritten werden (vgl. Kapitel 5.2).

5.2 Brandwände

Allgemeines

- MBO § 30 unterscheidet zwischen Brandwänden als raumabschliessende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswände) und Brandwände zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte (innere Brandwände).

- Das Rechenverfahren nach DIN 18230-1, welches Grundlage der Nachweismethode von M IndBauRL Abschnitt 7 ist, unterscheidet aus feuerwehrtaktischen Gründen zwischen den in Industriebauten vorzufindenden (sehr grossen) Brandabschnitten und den kleineren Brandbekämpfungsabschnitten. Gemäss M IndBauRL Abschnitt 5.8 müssen die Bauteilanschlüsse von Wänden zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten die Ausführungsqualität von inneren Brandwänden, jedoch nicht deren Feuerwiderstandsklasse aufweisen.
- Gemäss OIB-Richtlinie 2.1 müssen in kleineren Betriebsbauten mit Brandabschnitten von jeweils nicht mehr als 1200 m² keine Brandwände, sondern nur brandabschnittsbildende Wände der gleichen Feuerwiderstandsklasse erstellt werden.
- Brandwände gemäss MBO und M IndBauRL müssen die Anforderungen von DIN 4102-3 Abschnitt 4.2 erfüllen und sind nach DIN 4102-3 Abschnitt 4.3 zu prüfen.
- DIN 4102 Teil 3 ist in der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen, Fassung Februar 2008, der ARGEBAU nicht aufgeführt, so dass diese keine baurechtliche, wohl aber privatrechtliche Bedeutung hat.
- VdS unterscheidet aus Sicht der industriellen Feuerversicherung zwischen Brandwänden und Komplextrennwänden. Komplextrennwände unterteilen Gebäude oder Gebäudeabschnitte in Komplexe und müssen höhere Anforderungen erfüllen als Brandwände (vgl. VdS-Merkblatt 2234). Komplextrennwände sollen nicht Gegenstand der vorliegenden Betrachtung sein.

Brandwände Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 32 bis 35 und BSR 15-03d Ziffer 3.3
Deutschland	MBO § 30 und M IndBauRL Abschnitt 5.8 und DIN 4102 Teil 3 Abschnitt 4
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 3.8

Tab. 21: Brandwände: Rechtsgrundlagen

Brandwände Ausführung	
Schweiz	<p>Statik: Standfest, auch bei einseitigem Einsturz von Baukonstruktionen.</p> <p>Ausmass: Vertikal durchgehend bis unmittelbar unter die nicht brennbare Dach- oder an die äusserste Schicht der Fassadenkonstruktion führend.</p> <p>Dach-Anschluss: Auf der Breite der Brandwand ist die Dachhaut auf ein Mörtelbett oder auf nicht brennbaren Wärmedämmstoff zu verlegen. Sie muss hohlraumfrei aufliegen. Im Bereich der Brandwand ist die Dachkonstruktion durch nicht brennbares Material zu unterbrechen. Davon ausgenommen sind Unterdächer und Ziegellattungen.</p>

Tab. 22: Brandwände: Ausführung

Brandwände – Ausführung (Fortsetzung)	
Schweiz	<p>Aussenwand-Anschluss: Ein Brandübergreif ist wie folgt zu verhindern:</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch Unterbrechung der brennbaren Schichten von Aussenwänden mit nicht brennbarem Material auf einer Breite von 1 m, • durch Führung der Brandwand mit einem Überstand von mindestens 0.3 m über die Aussenwand. <p>Über Eck-Anschluss: Die Brandwand muss über die innere Ecke mindestens 2 m (einseitig) bzw. je 1 m (beidseitig) hinausragen.</p>
Deutschland	<p>Statik: Zur Feuerbeständigkeit zusätzlich mechanisch beanspruchbar.</p> <p>Ausmass: Bis zur Bedachung durchgehend. Brandwände als Gebäudeabschlusswände müssen in allen Geschossen übereinander angeordnet sein. Anstelle innerer Brandwände dürfen Wände geschossweise versetzt angeordnet werden (falls die Decken denselben Feuerwiderstand haben). Diese Abweichung, welche durch Massnahmen gemäss M IndBauRL Abschnitt 5.9 zu kompensieren ist, ist nach den Vorgaben der Feuerversicherer nicht zulässig.</p> <p>Dach-Anschluss: Brandwände sind mindestens 0.5 m über Dach zu führen; darüber dürfen brennbare Teile nicht hinweggeführt werden.</p> <p>Aussenwand-Anschluss: Im Bereich der Aussenwände ist durch geeignete Massnahmen eine Brandübertragung zu verhindern: Dies sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein mindestens 0.5 m vor der Aussenwand vorstehender, ausschliesslich aus nicht brennbaren Baustoffen bestehender Teil, • ein im Bereich der Brandwand angeordneter, vollständig aus nicht brennbaren Baustoffen bestehender, 1 m breiter Aussenwandabschnitt. <p>Über Eck-Anschluss: Die Brandwand muss über die innere Ecke mindestens 5 m fortgeführt werden. Dies gilt nicht, wenn die Gebäude in einem Winkel > 120° über Eck zusammenstossen.</p>
Österreich	<p>Statik: Auf mechanische Einwirkung (Stossbeanspruchung) belastbar, sofern im Brandfall mit einer derartigen Beanspruchung zu rechnen ist.</p> <p>Ausmass: Vom Fundament bis zum Dach vertikal durchgehend. Sofern Brandwände versetzt verlaufen, ist durch geeignete Massnahmen eine Brandübertragung zu verhindern.</p> <p>Dach-Anschluss: Brandwände sind mindestens 0.5 m über Dach zu führen. Sie brauchen nur bis zur Dacheindeckung geführt werden, sofern eine Brandübertragung durch andere Massnahmen gleichwertig behindert wird.</p> <p>Aussenwand-Anschluss: Im Bereich der Aussenwände ist durch geeignete Massnahmen eine Brandübertragung zu verhindern: Dies sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ein mindestens 0.5 m vor der Aussenwand vorstehender, ausschliesslich aus nicht brennbaren Baustoffen bestehender Teil, • ein im Bereich der Brandwand angeordneter, vollständig aus nicht brennbaren Baustoffen (A2) bestehender, 2 m breiter Aussenwandabschnitt der Feuerwiderstandsklasse REI 90 bzw. EI 90. <p>Über Eck-Anschluss: Die Brandwand muss über die innere Ecke mindestens 5 m fortgeführt werden. Dies gilt nicht, wenn die Gebäude in einem Winkel > 135° über Eck zusammenstossen oder eine Brandübertragung durch andere Massnahmen gleichwertig behindert wird.</p>

Tab. 22: Brandwände: Ausführung (Fortsetzung)

Brandwände Feuerwiderstand	
Schweiz	REI 90 ^{1) 2)} bzw. REI 180 ²⁾
Deutschland	REI 90 ³⁾
Österreich	REI 90 bzw. EI 90 ⁴⁾
<p>¹⁾ Für Bauten mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$ mit nicht mehr als 3 Geschossen.</p> <p>²⁾ Brandmauern sind standfest auszuführen. Die Standfestigkeit muss auch bei einem einseitigen Einsturz der Konstruktion von Gebäuden erhalten bleiben. Brandmauern müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen (Zusatzbezeichnung „nbb“).</p> <p>³⁾ Brandwände müssen den Anforderungen nach DIN 4102 Teil 3 Abschnitt 4.2 genügen (nur privatrechtlich relevant).</p> <p>⁴⁾ Sofern im Brandfall mit einer mechanischen Beanspruchung (Stossbeanspruchung) zu rechnen ist, müssen Brandwände das Leistungskriterium „M“ nach europäischer Normierung erfüllen.</p>	

Tab. 23: Brandwände: Feuerwiderstand

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern Brandwände zum Abschluss und zur Unterteilung von Gebäuden und nicht zur Begrenzung von Brandabschnitten. Brandabschnitte werden durch brandabschnittsbildende Wände begrenzt (vgl. Kapitel 5.4).
- Im Gegensatz zu MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 verlangen die VKF-Brandschutzvorschriften für Brandwände die Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz. Dazu sind spezielle Konstruktionen notwendig, wie z.B. Sollbruchstellen, zweischalige Bauweise, Stahlbetonstützen, Querwände, Rippen, betonierte Geschossdecken oder feuerwiderstandsfähige Stahlstützen. Die Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz geht über die Standsicherheit bei Stossbeanspruchung, wie sie durch die Zusatzkennung „M“ der europäischen Normierung und durch DIN 4102 Teil 3 Abschnitte 4.2 und 4.3 definiert werden, hinaus. Durch die damit erzielte statische Entkopplung von aneinander gebauten Gebäuden lassen sich grössere Sachschäden verhindern.
- Wegen der erforderlichen Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz dürfen Brandwände in der Schweiz nicht geschossweise versetzt verlaufen.
- Im Vergleich zu M IndBauRL und OIB-RL 2.1 sehen die VKF-Brandschutzvorschriften bei Brandwänden die folgenden erleichternden Regelungen vor:
 - Brandwände müssen in keinem Falle über Dach geführt werden.
 - Brennbare Ziegellattungen und bis 13 mm starke Unterdächer dürfen über Brandwände hinweg laufen und müssen nicht unterbrochen werden.
 - Öffnungen in Brandwänden benötigen nur die Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten (vgl. Kapitel 5.6).
 - Die Ausdehnung der Über Eck-Führung von Brandwänden ist weniger als halb so lang.

- Bei Bauten mit einer Brandbelastung von mehr als 1000 MJ/m² und mehr als drei Geschossen benötigen Brandwände in der Schweiz eine Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten.
- Über die konstruktive Gestaltung des Anschlusses von Brandwänden an Aussenwände sind sich die schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften mehr oder weniger einig.

5.3 Tragwerke

A) Allgemeines und Rechtsgrundlagen

- Das Tragwerk umfasst alle zur Lastaufnahme und Lastableitung sowie zur Stabilisierung notwendigen Bauteile und deren Verbindungen.
- In Bezug auf die schweizerischen Brandschutzvorschriften sind lediglich die Sicherheitskategorien
 - K 1: Brandabschnitt ohne besonderen Massnahmen (OSM),
 - K 2: Brandabschnitt mit automatischer Brandmeldeanlage (BMA),
 - K 4/4.2: Brandabschnitt mit ortsfester, automatischer Feuerlöschanlage (SPA),relevant. Die VKF-Brandschutzvorschriften anerkennen Löschhilfeanlagen jeglicher Art nicht. Zudem werden in der Schweiz Betriebs-/Werkfeuerwehren heute nur noch in wenigen, mit Sonderrisiken behafteten Grossbetrieben unterhalten.
- Werden Brandschutzkonzepte entwickelt, die mit Brandmelde- und Sprinkleranlagen funktionieren, so sind zusätzlich die Einsatzgrenzen dieser Anlagen zu beachten. Für Risiken mit hohen Brandlasten und schnell anlaufenden Bränden kommen nur Sprinkleranlagen in Frage, währenddem bei kleiner Brandbelastung mit langsam anlaufenden Bränden Brandmeldeanlagen geeignet sind.
- Der Feuerwiderstand von Tragwerken hängt unter anderem von der Anzahl Geschosse ab. Bei der Ermittlung der Geschosshöhe werden in Deutschland auch alle Geschosse unter der Geländeoberfläche hinzugezählt. In der Schweiz und in Österreich wird zwischen ober- und unterirdischen Geschossen unterschieden. Für diese wird der Feuerwiderstand separat festgelegt.
- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften gehen Galerien und Emporen grundsätzlich nicht in die Geschosshöhe ein. Diese werden lediglich bei der Brandlastermittlung im Rahmen der Brandrisikobewertung VKF berücksichtigt. In Deutschland und Österreich gelten Galerien und Emporen innerhalb eines Raumes als Geschosse, wenn deren Gesamtfläche die Hälfte der Raumfläche übersteigt, was bei Tragwerken von Gebäuden höhere Feuerwiderstände bewirkt.

Tragwerk Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 29 bis 31 und BSR 14-03d Ziffern 3 und 5
Deutschland	M IndBauRL Abschnitte 5.4 und 6
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 3.5 und Tabelle 1

Tab. 24: Tragwerk: Rechtsgrundlagen

B) Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse

Tabelle 25 bedarf den folgenden Erläuterungen:

- Den Tabellenwerten liegt die folgende Gebäudestruktur zugrunde:
 - Die Umfassungsbauteile sind gut gedämmt und werden durch die Brandeinwirkung nicht zerstört;
 - Der Fussbodens des untersten Geschosses liegt auf der Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene;
 - In den Geschossendecken werden Öffnungen mit klassifizierten Abschlüssen bzw. Abschottungen versehen;
 - Die mittlere lichte Geschosshöhe beträgt 4.0 m;
 - Im Dach sind horizontale Öffnungen von 1% der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes eingelassen;
 - In den Geschossdecken gibt es keine Öffnungen zur Rauchabführung;
 - In den Aussenwandflächen gibt es vertikale Öffnungen, und zwar
 - 10.0% für eingeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit einem eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt und für Dachgeschosse mehrgeschossiger Gebäude,
 - 12.5% für mehrgeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten, was in der Schweiz in arbeitsgesetzlicher Hinsicht dem für die Belichtung und Belüftung erforderlichen Minimalmass entspricht (6.25% in der oberen und 6.25% in der unteren Hälfte der Wandflächen).

Als Bezugsfläche ist die Fläche des massgebenden Bemessungsabschnittes zu verstehen.

- Zur Festlegung der Tabellenwerte werden die folgenden Verfahren verwendet:
 - BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit der Brandrisikobewertung VKF (Zeile „VKF“);
 - M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1 (Zeile „I-RL“);
 - M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 für Brandbekämpfungsabschnitte, welche grösser als die zulässigen Brandabschnittsflächen von M IndBauRL Abschnitt 6 sind, jedoch nur dann, falls $t_f \leq 90$ Minuten ist (Zeile „I-RL“);
 - OIB-RL 2.1 Tabelle 1 (Zeile „OIB“).
- Die Flächenangaben der 2. Spalte von Tabelle 25 bedeuten im Kontext von:
 - BSR 14-03d und Brandrisikobewertung VKF: Brandabschnittsfläche;

- M IndBauRL Abschnitt 6: Brandabschnittsfläche;
- M IndBauRL Abschnitt 7: Fläche je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt;
- OIB-RL 2.1: Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten. In österreichischen Betriebsbauten dürfen zur zulässigen Geschossfläche Flächen von Räumen im Gesamtausmass von nicht mehr als 50% der zulässigen Geschossfläche – jedoch nicht mehr als 1200 m² – hinzugezählt werden, sofern diese von brandabschnittsbildenden Bauteilen begrenzt sind. Die Tabellenwerte berücksichtigen solche Flächen nicht.

Die Flächenwerte geben jeweils den Grenzwert an, an dem sich in den nationalen Konzepten (BSR 14-03d Tabellen 1 und 2, Brandrisikobewertung VKF, M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1 oder OIB-RL 2.1 Tabelle 1) eine Änderung der Feuerwiderstandsklasse einstellt. Deshalb ergibt sich für die Brandabschnittsflächen eine ungleichmässige Werteskala.

- Die Feuerwiderstandsklassen bedeuten im Kontext von:
 - BSR 14-03d: Feuerwiderstandsklasse aller zur Lastaufnahme und Lastableitung sowie zur Stabilisierung notwendigen Bauteile und deren Verbindungen;
 - M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1: Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Wände (nicht brandabschnittsbildend), der tragenden Pfeiler und Stützen, sowie der Decken zwischen den Geschossen;
 - M IndBauRL Abschnitt 7: Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile, deren Versagen zum Einsturz der tragenden Konstruktion (Tragwerk, Gesamtkonstruktion) oder der Konstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führen kann.
- *Kursiv* gedruckte Feuerwiderstandswerte sind mit der Brandrisikobewertung VKF ermittelt. Ist die zusammenhängende Brandabschnittsfläche grösser als 2400 m², so muss gemäss den VKF-Brandschutzvorschriften ein rechnerischer Nachweis nach einer VKF-anerkannten Berechnungsmethode erbracht werden. Dazu wird in der Regel die Brandrisikobewertung VKF verwendet. Sie wird mit den folgenden Randbedingungen durchgeführt:
 - vorschriftsgemässe Schutzmassnahmen (wertneutraler Normalfall): $N = 1.0$
 - mobile Brandbelastung mit leichter Brennbarkeit: $c = 1.2$
 - mobile Brandbelastung mit erhöhter Qualmgefahr: $r = 1.1$
 - nicht brennbares Tragwerk sowie nicht brennbare Fassaden- u. Dachkonstruktion: $i = 1.0$
 - normale Aktivierungsgefahr: $A = 1.0$.
- **Fett** gedruckte Tabellenwerte sind nach dem Verfahren M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 ermittelt.
- Der angenommenen Gebäudestruktur entsprechend werden die Rahmenbedingungen zur Berechnung der äquivalenten Branddauer $t_{\text{ä}}$ nach DIN 18230-1 wie folgt festgelegt:
 - Wärmeabzugsfaktor: $w = w_o \cdot \alpha_w = 1.30$ ($w_o = 1.16$ und $\alpha_w = 1.13$)
 - Für eingeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit einem eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt und für Dachgeschosse mehrgeschossiger Gebäude gilt:
 - bezogene Fläche der horizontalen Öffnungen im Dach: $a_h = 0.01$
 - bezogene Fläche der vertikalen Öffnungen in den Aussenwandflächen: $a_v = 0.10$

- mittlere lichte Geschosshöhe: $h = 4.0$ m.
- Für mehrgeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten gilt:
 - keine horizontalen Öffnungen in den Decken: $a_h = 0.0$
 - bezogene Fläche der vertikalen Öffnungen in den Aussenwandflächen: $a_v = 0.125$
 - mittlere lichte Geschosshöhe: $h = 4.0$ m.
- Umrechnungsfaktor: $c = 0.25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$.
- Mit der vorausgesetzten Gebäudestruktur nehmen die Faktoren des Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 die folgenden Werte an:
 - Höhenlage des Fussbodens des untersten Geschosses bezogen auf die mittlere Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene: $0 \text{ m} \rightarrow F3 = 1.0$;
 - klassifizierte Abschlüsse bzw. Abschottungen bei Öffnungen in nach SK_b 2 und SK_b 3 bemessenen Decken zwischen den Geschossen: $\rightarrow F5 = 1.0$.Falls das Rechenverfahren nach DIN 18230-1 für den globalen Nachweis eine rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F von mehr als 90 Minuten ergibt, wird das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 verwendet.
- Für die Brandbelastungen werden die Rechenwerte auf ganze Vielfache von 100 MJ/m^2 auf- bzw. abgerundet (Ausnahme: 150 MJ/m^2). Brandbelastungen kleiner als 150 MJ/m^2 werden nicht in Betracht gezogen.
- Die Tabelle gilt nicht für Hochhäuser. Deshalb ist die Hochhausgrenze zu beachten.
- Das Tragwerk besteht aus nicht brennbaren Baustoffen. In der Zeile „VKF“ wird die Zusatzbezeichnung „nbb“ weggelassen.
- Bei mit „X“ gekennzeichneten Feldern ist die Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche nicht mehr zulässig oder die maximal mögliche Brandbelastung beträgt weniger als 150 MJ/m^2

Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse als Funktion von: Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche, Konzept, Zahl der oberirdischen Geschosse, Brandbelastung								
Geschosszahl	Fläche BA/BBA m ²	Rechen- verfahren	Konzept					
			OSM ¹⁾		BMA		SPA	
			≤1000 MJ/m ²	>1000 MJ/m ²	≤1000 MJ/m ²	>1000 MJ/m ²	≤1000 MJ/m ²	>1000 MJ/m ²
1	1800	VKF	R 0	R 0 ⁶⁾	R 0	R 0	R 0	R 0
		I-RL	R 0		R 0		R 0	
		OIB	R 0		R 0		R 0	
	2400	VKF	R 0	R 0 ¹⁰⁾	R 0	R 0 ³⁾	R 0	R 0
		I-RL	R 30		R 0		R 0	
		OIB	R 30		R 0		R 0	
	2700	VKF	R 0	R 0 ¹¹⁾	R 0	R 0 ⁴⁾	R 0	R 0
		I-RL	R 30		R 0		R 0	
		OIB	R 30		R 0		R 0	
	3000	VKF	R 0	R 0 ¹²⁾	R 0	R 0 ⁵⁾	R 0	R 0
		I-RL	R 30		R 30		R 0	
		OIB	R 30		R 30		R 0	
	4500	VKF	R 0 ¹⁹⁾	X	R 0	R 0 ¹⁰⁾	R 0	R 0
		I-RL	R 30 ²⁰⁾	X	R 30		R 0	
		OIB	X		R 30		R 0	
	7500	VKF	R 0 ²¹⁾	X	R 0 ¹⁵⁾	X	R 0	R 0 ⁵⁾
		I-RL	R 30 ²⁰⁾	X	R 30 ²⁰⁾	X	R 0	
		OIB	X		X		R 0	
10000	VKF	R 0 ²²⁾	X	R 0 ¹⁷⁾	X	R 0	R 0 ⁷⁾	
	I-RL	R 30 ²⁰⁾	X	R 30 ²⁰⁾	X	R 0		
	OIB	X		X		R 30		
2	800	VKF	R 0	R 30	R 0	R 30	R 0	R 0
		I-RL	R 30		R 30		R 30	
		OIB	R 30		R 30		R 30	
	1000	VKF	R 0	R 30	R 0	R 30	R 0	R 0
		I-RL	R 60		R 30		R 30	
		OIB	R 60		R 30		R 30	
	1200	VKF	R 0	R 30	R 0	R 30	R 0	R 0
		I-RL	R 60		R 30		R 30	
		OIB	R 60		R 60		R 30	
	1600	VKF	R 30	R 60 ⁴⁾	R 30	R 60	R 0	R 30
		I-RL	R 60		R 60		R 30	
		OIB	R 60		R 60		R 30	

Tab. 25: Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse

Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 1)								
2	2000	VKF	R 30	R 60 ⁸⁾	R 30	R 60	R 0	R 30
		I-RL	R 90		R 60		R 30	
		OIB	R 90		R 60		R 30	
	2400	VKF	R 30	R 60 ¹⁰⁾	R 30	R 60 ³⁾	R 0	R 30
		I-RL	R 90		R 60		R 30	
		OIB	R 90		R 90		R 30	
	3600	VKF	R 30 ¹⁵⁾	X	R 30	R 60 ⁷⁾	R 0	R 30
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90		R 30	
		OIB	X		R 90		R 30	
	5000	VKF	R 30 ²⁰⁾	X	R 30	R 60 ¹¹⁾	R 0	R 30
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 30	
		OIB	X		X		R 30	
	7500	VKF	R 30 ²¹⁾	X	R 30 ¹⁵⁾	X	R 0	R 30 ⁵⁾
		I-RL	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 30	
		OIB	X		X		R 60	
	8500	VKF	R 30 ²²⁾	X	R 30 ¹⁷⁾	X	R 0	R 30 ⁶⁾
		I-RL	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 30	
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 30 ²²⁾	X	R 30 ¹⁷⁾	X	R 0	R 30 ⁷⁾
		I-RL	R 60 ²¹⁾	X	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁵⁾	X
		OIB	X		X		R 90	
3	1200	VKF	R 30	R 60	R 30	R 60	R 0	R 30
		I-RL	R 60		R 60		R 60	
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	1800	VKF	R 30	R 60 ⁶⁾	R 30	R 60	R 0	R 30
		I-RL	R 90		R 60		R 60	
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	2400	VKF	R 30	R 60 ¹⁰⁾	R 30	R 60 ³⁾	R 0	R 30
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90		R 60	
		OIB	X		R 90		R 90	
	2700	VKF	R 30	R 60 ¹¹⁾	R 30	R 60 ⁴⁾	R 0	R 30
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90		R 60	
		OIB	X		R 90		R 90	
	6500	VKF	R 30 ²¹⁾	X	R 30	R 60 ¹²⁾	R 0	R 30 ⁴⁾
		I-RL	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 60	
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 30 ²²⁾	X	R 30 ¹⁷⁾	X	R 0	R 30 ⁷⁾
		I-RL	R 60 ²²⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X
		OIB	X		X		X	

Tab. 25: Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 1)

Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 2)								
4	1500	VKF	R 60	R 90 ³⁾	R 60	R 90	R 30	R 60
		I-RL	R 90		R 90		R 90	
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	2300	VKF	R 60	R 90 ⁹⁾	R 60	R 90 ²⁾	R 30	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90		R 90	
		OIB	X		R 90		R 90	
	2400	VKF	R 60	R 90 ¹⁰⁾	R 60	R 90 ³⁾	R 30	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 90	
		OIB	X		X		R 90	
	5000	VKF	R 60 ²⁰⁾	X	R 60	R 90 ¹¹⁾	R 30	R 60 ²⁾
		I-RL	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90	
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 60 ²²⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 30	R 60 ⁷⁾
		I-RL	X		R 60 ²¹⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X
		OIB	X		X		X	
5	1200	VKF	R 60	R 90	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	R 90		R 90		R 90	
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	1800	VKF	R 60	R 90 ⁶⁾	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90		R 90	
		OIB	X		R 90		R 90	
	2400	VKF	R 60	R 90 ¹⁰⁾	R 60	R 90 ³⁾	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁸⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 90	
		OIB	X		X		R 90	
	4000	VKF	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 90 ⁹⁾	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁸⁾	X	R 90	
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 60 ²²⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 60 ⁷⁾
		I-RL	X		X		R 60 ¹⁸⁾	X
		OIB	X		X		X	
6	1200	VKF	R 60	R 90	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁶⁾	X
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	1800	VKF	R 60	R 90 ⁶⁾	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁶⁾	X
		OIB	X		R 90		R 90	
	2400	VKF	R 60	R 90 ⁶⁾	R 60	R 90 ³⁾	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁹⁾	X	R 60 ¹⁶⁾	X
		OIB	X		X		R 90	

Tab. 25: Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 2)

Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 3)								
6	4000	VKF	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 90 ⁹⁾	R 60	R 60
		I-RL	R 60 ²¹⁾	X	R 60 ²⁰⁾	X	R 60 ¹⁶⁾	X
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 60 ²²⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 60 ⁷⁾
		I-RL	X		X		R 60 ²⁰⁾	X
		OIB	X		X		X	
7-8	1200	VKF	R 60	R 90	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	X		X		X	
		OIB	R 90		R 90		R 90	
	1800	VKF	R 60	R 90 ⁶⁾	R 60	R 90	R 60	R 60
		I-RL	X		X		X	
		OIB	X		R 90		R 90	
	2400	VKF	R 60	R 90 ¹⁰⁾	R 60	R 90 ³⁾	R 60	R 60
		I-RL	X		X		X	
		OIB	X		X		R 90	
	4000	VKF	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 90 ⁹⁾	R 60	R 60
		I-RL	X		X		X	
		OIB	X		X		R 90	
	10000	VKF	R 60 ²²⁾	X	R 60 ¹⁷⁾	X	R 60	R 60 ⁷⁾
		I-RL	X		X		X	
		OIB	X		X		X	

1) Ohne Sondermassnahme, d.h. ohne Brandmeldeanlage (BMA) und ohne Sprinkleranlage (SPA)
 2) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 40000 MJ/m²
 3) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 28000 MJ/m²
 4) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 20000 MJ/m²
 5) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 14000 MJ/m²
 6) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 10000 MJ/m²
 7) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 7000 MJ/m²
 8) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 5000 MJ/m²
 9) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 3500 MJ/m²
 10) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 2500 MJ/m²
 11) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 1700 MJ/m²
 12) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 1200 MJ/m²
 13) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 1000 MJ/m²
 14) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 900 MJ/m²
 15) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 800 MJ/m²
 16) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 700 MJ/m²
 17) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 600 MJ/m²
 18) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 500 MJ/m²
 19) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 400 MJ/m²
 20) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 300 MJ/m²
 21) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 200 MJ/m²
 22) Begrenzung der mobilen Brandbelastung auf 150 MJ/m²

Tab. 25: Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse (Fortsetzung Nr. 3)

Erkenntnisse

- **Eingeschossige Industriebauten ohne Anforderung an den Feuerwiderstand von Tragwerken**

Ohne Brandmelde- und Sprinkleranlagen lassen sich nach den VKF-Brandschutzvorschriften in eingeschossigen Industriebauten mit Tragwerken ohne Feuerwiderstand bis 10000 m² grosse Brandabschnitte realisieren, wobei in diesem Fall die Brandbelastung nicht mehr als 150 MJ/m² betragen darf. Bei geringeren Brandabschnittsflächen sowie bei der Installation von Brandmelde- und/oder Sprinkleranlagen dürfen die mobilen Brandbelastungen entsprechend grösser gewählt werden, wobei sich das Verhältnis von Brandabschnittsfläche zu Brandbelastung aus der VKF-Brandrisikobewertung ergibt.

Bei bis zu 1800 m² grossen Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen bestehen nach M IndBauRL Tabelle 1 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 an den Feuerwiderstand von Tragwerken eingeschossiger Industriebauten mit beliebiger Brandbelastung keine Anforderungen. Mit einer Brandmeldeanlage vergrössert sich die zulässige Fläche auf 2700 m², mit einer Sprinkleranlage auf 7500 m² (OIB) bzw. 10000 m² (M IndBauRL).

- **Eingeschossige Industriebauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 30**

Nach M IndBauRL Tabelle 1 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 benötigen eingeschossige, mit beliebigen Brandlasten belegte Industriegebäude mit bis zu 3000 m² grossen Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen Tragwerke der Feuerwiderstandsklasse R 30. Wird eine Brandmeldeanlage installiert, so vergrössert sich die zulässige Fläche auf 4500 m².

Mit einer Begrenzung der Brandbelastung auf 300 MJ/m² lassen sich nach M IndBauRL Abschnitt 7 eingeschossige Brandbekämpfungsabschnitte mit bis 10000 m² grossen Geschossflächen bauen. Weil eine Brandmeldeanlage lediglich mit dem Faktor 0.9 in den Zusatzbeiwert α_L eingeht, macht sich diese in den auf ganze Vielfache von 100 MJ/m² gerundeten Brandbelastungswerten nicht bemerkbar.

Im Gegensatz zu M IndBauRL Tabelle 1 benötigen mit Sprinkleranlagen ausgerüstete Bauten mit 10000 m² grossen Geschossflächen nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 R 30-Tragwerke.

- **Mehrgeschossige Industriebauten ohne Anforderungen an den Feuerwiderstand von Tragwerken**

Wird die Brandbelastung auf 1000 MJ/m² begrenzt, so ermöglichen die VKF-Brandschutzvorschriften bei zweigeschossigen Industriegebäuden ohne Sprinkleranlage mit bis zu 1200 m² grossen Brandabschnittsflächen feuerwiderstandslose Tragwerkskonstruktionen. Mit Sprinkleranlage dürfen in der Schweiz auch zwei- und dreigeschossige Bauten mit 10000 m² grossen Brandabschnittsflächen realisiert werden, wobei die Brandbelastung nicht höher als 1000 MJ/m² sein darf.

- **Mehrgeschossige Industriebauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 30**

Ohne Sprinkleranlage gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften den Bau von dreigeschossigen Industriebauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 30, wobei die Brand-

belastung maximal 1000 MJ/m^2 hoch sein darf. Beträgt die Brandbelastung mehr als 1000 MJ/m^2 , so sind zweigeschossige Gebäude mit höchstens 1200 m^2 grossen Brandabschnitten möglich. Werden Sprinkleranlagen installiert, so sind mit R 30-Tragwerken dreigeschossige (Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$) oder gar viergeschossige (Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$) Bauten realisierbar.

Gemäss M IndBauRL und OIB-RI 2.1 lassen sich bei unbestimmter Brandbelastung mit R 30-Tragkonstruktionen zweigeschossige Industriebauten mit 800 m^2 grossen Brandabschnitten bzw. Geschossen verwirklichen. Mit einer Brandmeldeanlage darf die Fläche auf 1000 m^2 (OIB) bzw. 1200 m^2 (M IndBauRL), mit einer Sprinkleranlage auf 5000 m^2 (OIB) bzw. 8500 m^2 (M IndBauRL) vergrössert werden.

- **Mehrgeschossige Industriebauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 60**

Bei Brandbelastung von mehr als 1000 MJ/m^2 verlangen die VKF-Brandschutzvorschriften für zweigeschossige Industriebauten mit mehr als 1200 m^2 grossen Brandabschnitten Tragwerke der Feuerwiderstandsklasse R 60, wobei in solchen Fällen maximal drei Geschosse möglich sind und die Brandabschnittsflächen gemäss Brandrisikobewertung VKF nicht mehr als 2700 m^2 (ohne BMA) bzw. 6500 m^2 (mit BMA) gross sein dürfen. Beträgt die Brandbelastung nicht mehr als 1000 MJ/m^2 , so sind ohne Sprinkleranlage mit R 60-Tragwerken bis acht Geschosse umfassende Gebäude realisierbar, sofern aufgrund der Geschosshöhe die Hochhausgrenze nicht überschritten wird. Mit Sprinkleranlage darf die Brandbelastung grösser als 1000 MJ/m^2 sein und die Brandabschnittsfläche kann 10000 m^2 umfassen.

Laut M IndBauRL und OIB-RL 2.1 benötigen zweigeschossige Industriebauten mit 1000 m^2 bis 1600 m^2 grossen Brandabschnitten bzw. Geschossen sowie unbestimmten Brandlasten Tragwerke der Feuerwiderstandsdauer 60 Minuten. Mit installierter Brandmeldeanlage sind in zweigeschossigen Bauten maximal 2000 m^2 (OIB) bzw. 2400 m^2 (M IndBauRL) grosse Flächen zulässig. M IndBauRL lässt auch dreigeschossige Gebäude mit 1200 m^2 (ohne BMA) bzw. 1800 m^2 (mit BMA) grossen Brandabschnitten zu. Mit vorhandenem Sprinklerschutz und unbestimmten Brandlasten können nach OIB-RL 2.1 zweigeschossige Industriebauten mit 7500 m^2 grossen Geschossflächen gebaut werden, währenddem M IndBauRL dreigeschossige Gebäude mit 6500 m^2 grossen Brandabschnittsflächen zulässt.

Beträgt die Brandbelastung nicht mehr als 1000 MJ/m^2 , so lässt M IndBauRL Abschnitt 7 bis sechsgeschossige Bauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 60 zu, wobei die Grenzwerte für die Brandbelastungen und Brandabschnittsflächen von der brandschutztechnischen Infrastruktur (Brandmelde- oder Sprinkleranlage) abhängen.

- **Mehrgeschossige Industriebauten mit Tragwerken der Feuerwiderstandsklasse R 90**

Nach den VKF-Brandschutzvorschriften benötigen lediglich ohne Sprinkleranlagen ausgestattete, mehr als vier Geschosse umfassende Industriebauten mit Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m^2 Tragwerke der Feuerwiderstandsklasse R 90.

Nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 benötigen zweigeschossige Gebäude mit mehr als 1600 m^2 grossen Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen R 90-Tragwerke, falls die Brand-

belastung nicht bestimmt wird. Bei nicht bekannten bzw. mehr als 1000 MJ/m^2 grossen Brandlasten wird die realisierbare Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche durch die Geschosszahl und die brandschutztechnische Infrastruktur (Brandmelde- oder Sprinkleranlage) vorgegeben.

C) Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse

Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse	
Schweiz	R 60 oder R 90 ^{*)}
Deutschland	R 90
Österreich	R 90
^{*)} Tragwerke in Untergeschossen müssen den gleichen Feuerwiderstand aufweisen wie die über dem gewachsenen Terrain liegenden Geschosse, mindestens aber R 60. Bemerkung Das Tragwerk besteht aus nicht brennbaren Baustoffen. In der Zeile „Schweiz“ wird die Zusatzbezeichnung „nbb“ weggelassen.	

Tab. 26: Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse

Erkenntnisse

- Bei M IndBauRL führt das Hinzuzählen der unterirdischen zu den oberirdischen Geschossen bei den über Terrain liegenden Geschossen zu einer entsprechend höheren Feuerwiderstandsanforderung. Von dieser Zählweise kann allenfalls abgewichen werden, falls zwischen den Unter- und Obergeschossen eine brandschutztechnisch einwandfreie bauliche Trennung vorhanden ist.

Die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 berücksichtigen bei der Ermittlung der Geschosszahl nur die oberirdischen Geschosse.

- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften wird die Tragkonstruktion von unterirdischen Geschossen grundsätzlich R 60 erstellt, falls für die Feuerwiderstandsdauer des Tragwerks der oberirdischen Geschosse weniger als 90 Minuten gefordert werden. Ansonsten muss die Feuerwiderstandsklasse wie in Deutschland und in Österreich R 90 betragen.

D) Feuerwiderstand des Haupttragwerkes von Dächern

Feuerwiderstand des Haupttragwerkes von Dächern	
Schweiz	R 0 ¹⁾
Deutschland	gemäss Tabelle 25
Österreich	R 30 oder R 60 ²⁾
<p>¹⁾ An eingeschossige Bauten und an das oberste Geschoss von mehrgeschossigen Bauten bestehen keine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Tragwerken.</p> <p>²⁾ Beträgt bei 2-, 3- oder 4geschossigen Betriebsbauten der Feuerwiderstand des Tragwerkes nach Tabelle 25 R 60 bzw. R 90, genügt für die Primärtragkonstruktion des Daches R 30 bzw. R 60.</p>	

Tab. 27: Feuerwiderstand des Haupttragwerkes von Dächern

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften legen für das Haupttragwerk von Dächern grundsätzlich keinen Feuerwiderstand fest.
- Nach M IndBauRL Abschnitt 6.1.2 muss das Haupttragwerk von Dächern (z.B. Binder) den Feuerwiderstand der Tragwerkskonstruktion annehmen (vgl. Tabelle 25).

Wird nach M IndBauRL Abschnitt 7 bzw. DIN 18230-1 verfahren, so werden Bauteile des Dachtragwerkes, deren Versagen zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion des Brandbekämpfungsabschnittes führen kann (kinematische Kette) der Brandsicherheitsklasse SK_b 2 zugeordnet. Die Feuerwiderstandsklasse solcher Bauteile wird anhand M IndBauRL Tabelle 8 bestimmt, wobei zur Ermittlung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer erf t_F anstelle des Sicherheitsbeiwertes γ (nach DIN 18230-1 Tabelle 2) der Beiwert δ (nach DIN 18230-1 Tabelle 3) verwendet werden darf.

- OIB-RL 2.1 Tabelle 1 lässt die Möglichkeit offen, dass bei eingeschossigen Betriebsbauten ohne Sprinkleranlage und mit einer Geschossfläche von mehr als 1200 m² – sofern die Dachkonstruktion eine rasche Brandausbreitung und ein Versagen des gesamten Dachtragwerkes erwarten lässt, wie z.B. bei Dachkonstruktionen aus einfachen hölzernen Nagelbindern – zusätzliche Brandschutzmassnahmen realisiert werden müssen.

Bei zwei-, drei- und viergeschossigen Betriebsbauten mit Tragwerks-Feuerwiderständen der Klasse R 60 oder R 90 wird die Primärtragkonstruktion der Dächer mit einem Feuerwiderstand gebaut, welcher gegenüber dem Feuerwiderstand der Tragwerkskonstruktion um eine Klasse reduziert ist. Ansonsten muss die Primärtragkonstruktion des Daches die Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile annehmen.

5.4 Brandabschnittsbildende Wände

Allgemeines

- Im Sinne der VKF-Brandschutzvorschriften sind brandabschnittsbildende Wände feuerwiderstandsfähige Bauteile, welche Bauten in Brandabschnitte unterteilen.
- Gemäss OIB-Richtlinie 2.1 ist eine brandabschnittsbildende Wand eine Brandwand mit geringeren Anforderungen. Brandabschnittsbildende Wände können in kleineren Betriebsbauten mit Brandabschnitten von jeweils nicht mehr als 1200 m² an Stelle von Brandwänden verwendet werden. Sie müssen aber die gleiche Feuerwiderstandsklasse aufweisen wie Brandwände.
- MBO und M IndBauRL erwähnen brandabschnittsbildende Wände nicht. Die Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte erfolgt durch innere Brandwände (vgl. Kapitel 5.2). Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten müssen nicht zwingend die Feuerwiderstandsklasse innerer Brandwände (REI 90) aufweisen. Die Anschlüsse an umgebende Bauteile haben jedoch der Ausführungsqualität der Anschlüsse von inneren Brandwänden zu entsprechen (M IndBauRL Abschnitt 5.8).

Brandabschnittsbildende Wände Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 32 bis 34 und BSR 15-03d Ziffern 3.4 und 3.10
Deutschland	MBO § 30; M IndBauRL Abschnitte 5.8 und 5.9; DIN 4102 Teil 3 Abschnitt 4
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 3.8 und OIB-RL 2 Punkt 3.1

Tab. 28: Brandabschnittsbildende Wände: Rechtsgrundlagen

Brandabschnittsbildende Wände Ausführung	
Schweiz	<p>Statik: Nichttragende brandabschnittsbildende Wände müssen eine Stärke von mindestens 8 cm aufweisen. Geringere Wandstärken oder Raumhöhen über 3 m erfordern einen besonderen Nachweis der Standsicherheit. Dieser Nachweis kann als Tragsicherheitsnachweis im Kaltzustand mit einer horizontalen Flächenlast von 0.2 kN/m² geführt werden.</p> <p>Dach-Anschluss: ¹⁾</p> <p>a) Nicht brennbare Wärmedämmung mit Rohdichte $\geq 80 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Dichter Abschluss zwischen brandabschnittsbildender Wand und Dach mit Unterbrechung der Dachschalung/Innenverkleidung, falls diese brennbar ist.</p>

Tab. 29: Brandabschnittsbildende Wände: Ausführung

Brandabschnittsbildende Wände – Ausführung (Fortsetzung)	
Schweiz	<p>b) Brennbare Wärmedämmung oder nicht brennbare Wärmedämmung mit Rohdichte $< 80 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Die brandabschnittsbildende Wand ist in die Wärmedämmebene zu führen. Alternativ kann auch eine Abschottung (Brandschutzplatte mit entsprechen dem Feuerwiderstand) in der Verlängerung der Wand eingesetzt werden.</p>
Deutschland	<p>Statik: Innere Brandwände und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten müssen zur Feuerbeständigkeit zusätzlich mechanisch beanspruchbar sein. Die Wände sind nach DIN 4102-3 Abschnitt 4.3 zu prüfen, wobei die Bedingungen in den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.4 einzuhalten sind. ²⁾</p> <p>Dach-Anschluss: Innere Brandwände und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten sind mindestens 0.5 m über Dach zu führen; darüber dürfen brennbare Teile nicht hinweggeführt werden (vgl. Kapitel 5.2).</p>
Österreich	<p>Statik: Brandabschnittsbildende Wände müssen auf mechanische Einwirkung (Stossbeanspruchung) belastbar sein, sofern im Brandfall mit einer derartigen Beanspruchung zu rechnen ist (Leistungskriterium „M“).</p> <p>Dach-Anschluss:</p> <p>a) Brandabschnitte mit Flächen $\leq 1200 \text{ m}^2$ in oberirdischen Geschossen Brandabschnittsbildende Wände sind mindestens 0.15 m über Dach zu führen. Sie brauchen nur bis zur Dacheindeckung geführt werden, sofern eine Brandübertragung durch andere Massnahmen verhindert wird.</p> <p>b) Brandabschnitte mit Flächen $> 1200 \text{ m}^2$ in oberirdischen Geschossen Es sind Brandwänden zu erstellen (vgl. Kapitel 5.2). Diese sind mindestens 0.5 m über Dach zu führen. Sie brauchen nur bis zur Dacheindeckung geführt werden, sofern eine Brandübertragung durch andere Massnahmen gleichwertig behindert wird.</p>
<p>¹⁾ Die Anschlüsse von brandabschnittsbildenden Wänden in massiver Bauweise an leichte Dachkonstruktionen sind in der SIA-Dokumentation „Brandschutz im Holzbau“ geregelt (SIA; 1997, Kapitel 4.1.2).</p> <p>²⁾ DIN 4102 Teil 3 hat nur privatrechtliche Relevanz.</p>	

Tab. 29: Brandabschnittsbildende Wände: Ausführung (Fortsetzung)

Brandabschnittsbildende Wände Feuerwiderstand	
Schweiz	Brandabschnittsbildende Wände weisen den gleichen Feuerwiderstand auf wie das Tragwerk, mindestens aber REI 30 bzw. EI 30 ¹⁾
Deutschland	REI 90
Österreich	REI 90 bzw. EI 90 ²⁾
<p>¹⁾ Die brandabschnittsbildenden Wände bestehen aus nicht brennbaren Baustoffen (Zusatzbezeichnung „nbb“).</p> <p>²⁾ Sofern im Brandfall mit einer mechanischen Beanspruchung (Stossbeanspruchung) zu rechnen ist, müssen brandabschnittsbildende Wände das Leistungskriterium „M“ nach europäischer Normierung erfüllen.</p>	

Tab. 30: Brandabschnittsbildende Wände: Feuerwiderstand

Brandabschnittsbildende Wände Vertikaler Feuerüberschlagsweg ^{*)}	
Schweiz	Brandabschnittsbildende Decken sind gegen vorgehängte Fassaden mit nicht brennbarem Material so abzudichten, dass der Anschluss auch unter der Einwirkung des Feuers dicht bleibt.
Deutschland	Zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung sind geeignete Vorkehrungen zu treffen. Diese können sein: <ul style="list-style-type: none"> • mindestens 1.5 m weit auskragende und ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile, • ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile mit einer Höhe von mindestens 1.5 m zwischen den (Fassaden-)Öffnungen. Ausreichend feuerwiderstandsfähig sind Bauteile, wenn sie der Feuerwiderstandsklasse der Decke entsprechen oder mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung versehen sind. Der Feuerüberschlagsweg kann von 1.5 m auf 1.0 m reduziert werden, falls <ul style="list-style-type: none"> • eine Werkfeuerwehr oder eine Sprinkleranlage vorhanden ist und • der untere Brandabschnitt/Brandbekämpfungsabschnitt mit einer selbsttätigen Feuerlöschanlage ausgerüstet ist.
Österreich	A) Brandabschnittsbildende Wände bei Brandabschnitten mit Flächen $\leq 1200 \text{ m}^2$ in oberirdischen Geschossen Begrenzen Decken übereinander liegende Brandabschnitte, so muss entweder <ul style="list-style-type: none"> • ein deckenübergreifender Aussenwandstreifen von mind. 1.2 m Höhe der Feuerwiderstandsklasse EI 90 vorhanden sein oder es muss • die brandabschnittsbildende Decke mit einem mindestens 0.8 m horizontal auskragenden Bauteil mit Feuerwiderstand EI 90 verlängert werden. B) Brandwände bei Brandabschnitten mit Flächen $> 1200 \text{ m}^2$ in oberirdischen Geschossen Sofern Brandwände versetzt verlaufen, ist durch geeignete Massnahmen eine Brandübertragung zu behindern.
^{*)} Zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung zwischen übereinander oder versetzt übereinander angeordneten Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten.	

Tab. 31: Brandabschnittsbildende Wände: Vertikaler Feuerüberschlagsweg

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren für Brandwände (Brandmauern) und brandabschnittsbildende Wände unterschiedliche Anforderungen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich
 - der Standfestigkeit,
 - des Feuerwiderstandes und
 - der konstruktiven Ausbildung der Anschlüsse an Dach und Fassade,
wobei für brandabschnittsbildende Wände die Anforderungen geringer sind.
- Gemäss MBO und M IndBauRL sind Wände zur Begrenzung von Brandabschnitten oder zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten in der Qualität von Brandwänden mit den in

Kapitel 5.2 angegebenen Anforderungen auszuführen. Einzig die Feuerwiderstandsdauer von Brandbekämpfungsabschnitten unterteilenden Wänden richtet sich nicht nach derjenigen von inneren Brandwänden (90 Minuten), sondern nach der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F .

- OIB-RL 2.1 gestattet die Erstellung von brandabschnittsbildenden Wänden mit geringeren Anforderungen als für Brandwände, sofern in oberirdischen Geschossen ausschliesslich Brandabschnitte von jeweils nicht mehr als 1200 m² vorhanden sind. Ansonsten sind Brandwände mit den in Kapitel 5.2 spezifizierten Anforderungen zu erstellen.
- Die VKF-Brandschutzvorschriften sehen zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung zwischen übereinander oder versetzt übereinander angeordneten Brandabschnitten keine besonderen Massnahmen vor. Brandabschnittsbildende Decken sind gegen vorgehängte Fassaden lediglich mit nicht brennbarem Material abzudichten.
- Gemäss M IndBauRL und OIB-RL 2 sind zwischen versetzt übereinander angeordneten Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten Massnahmen zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung zu ergreifen, wie auskragende Bauteile oder deckenübergreifende Aussenwandstreifen.

Im Gegensatz zu OIB-RL 2 können nach M IndBauRL mit selbsttätigen Feuerlöschanlagen und Werkfeuerwehren die baulichen Anforderungen an den Feuerüberschlagsweg reduziert werden.

5.5 Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

Allgemeines

Nach M IndBauRL Abschnitte 6 und OIB-RL 2.1 darf die Breite von erdgeschossigen Industriebauwerken ohne Feuerwiderstandsanforderungen an die Konstruktion nicht mehr als 40 m betragen, um wirksame Löscharbeiten zu ermöglichen. Mit der Installation einer Sprinkleranlage entfällt diese Begrenzung.

Zulässige Flächen Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 32 bis 34 und BSR 15-03d Ziffer 3.10
Deutschland	M IndBauRL Abschnitte 6 und 7
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 2 sowie Tabelle 1

Tab. 32: Zulässige Flächen von Brandabschnitten, Brandbekämpfungsabschnitten und Geschossen: Rechtsgrundlagen

Zulässige Flächen von Brandabschnitten (VKF, M IndBauRL Abschnitt 6), von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten (M IndBauRL Abschnitt 7) und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1)

Tabelle 33 bedarf den folgenden Erläuterungen:

- Den Tabellenwerten liegt die folgende Gebäudestruktur zugrunde:
 - Die Umfassungsbauteile sind gut gedämmt und werden durch die Brandeinwirkung nicht zerstört;
 - Der Fussbodens des untersten Geschosses liegt auf der Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene;
 - In den Geschossendecken werden Öffnungen mit klassifizierten Abschlüssen bzw. Abschottungen versehen;
 - Die mittlere lichte Geschosshöhe beträgt 4.0 m;
 - Im Dach sind horizontale Öffnungen von 1% der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes eingelassen;
 - In den Geschossdecken gibt es keine Öffnungen zur Rauchabführung;
 - In den Aussenwandflächen gibt es vertikale Öffnungen, und zwar
 - 10.0% für eingeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit einem eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt und für Dachgeschosse mehrgeschossiger Gebäude,
 - 12.5% für mehrgeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten, was in der Schweiz in arbeitsgesetzlicher Hinsicht dem für die Belichtung und Belüftung erforderlichen Minimalmass entspricht (6.25% in der oberen und 6.25% in der unteren Hälfte der Wandflächen).

Als Bezugsfläche ist die Fläche des massgebenden Bemessungsabschnittes zu verstehen.

- Zur Festlegung der Tabellenwerte werden die folgenden Verfahren verwendet:
 - BSR 15-03d Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit der Brandrisikobewertung VKF (Zeile „VKF“);
 - M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1, falls erf $t_f \leq 90$ Minuten (Zeile „I-RL“);
 - M IndBauRL Abschnitt 6, falls erf $t_f > 90$ Minuten (Zeile „I-RL“);
 - OIB-RL 2.1 Tabelle 1 (Zeile „OIB“).
- Die Werte für die zulässigen Flächen bedeuten im Kontext von:
 - BSR 15-03d und Brandrisikobewertung VKF: Zulässige Brandabschnittsfläche.
 - M IndBauRL Abschnitt 6: Zulässige Brandabschnittsfläche.
 - M IndBauRL Abschnitt 7: Zulässige Fläche je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt.
 - OIB-RL 2.1: Zulässige Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten. In österreichischen Betriebsbauten dürfen zur zulässigen Geschossfläche Flächen von Räumen im Gesamtausmass von nicht mehr als 50% der zulässigen Geschossfläche – jedoch nicht

mehr als 1200 m^2 – hinzugezählt werden, sofern diese von brandabschnittsbildenden Bauteilen begrenzt sind. Die Tabellenwerte berücksichtigen solche Flächen nicht.

- Die Feuerwiderstandswerte von Spalte 2 bedeuten im Kontext von:
 - BSR 15-03d und Brandrisikobewertung VKF: Feuerwiderstand der den Brandabschnitt begrenzenden Wände und Decken.
 - M IndBauRL Abschnitt 6: Feuerwiderstand der Wände, die Brandabschnitte zu den Seiten von anderen Brandabschnitten trennen (Brandwände der Feuerwiderstandsklasse REI 90).
 - M IndBauRL Abschnitt 7: Feuerwiderstand von Wänden und Decken, die Brandbekämpfungsabschnitte zu den Seiten, nach oben und nach unten von anderen Brandbekämpfungsabschnitten trennen sowie der Feuerwiderstand von Bauteilen, die Brandbekämpfungsabschnitte überbrücken und die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen (Brandsicherheitsklasse SK_b3).
 - OIB-RL 2.1: Feuerwiderstand der Wände zur Trennung von Hauptbrandabschnitten (Brandwände der Feuerwiderstandsklasse REI 90).
- Die Brandrisikobewertung VKF wird mit den folgenden Randbedingungen durchgeführt:
 - vorschriftgemässe Schutzmassnahmen (wertneutraler Normalfall): $N = 1.0$,
 - mobile Brandbelastung mit leichter Brennbarkeit: $c = 1.2$,
 - mobile Brandbelastung mit erhöhter Qualmgefahr: $r = 1.1$,
 - nicht brennbares Tragwerk sowie nicht brennbare Fassaden- u. Dachkonstruktion: $i = 1.0$,
 - normale Aktivierungsgefahr: $A = 1.0$.
- Der angenommenen Gebäudestruktur entsprechend werden die Rahmenbedingungen zur Berechnung der äquivalenten Branddauer $t_{\ddot{a}}$ nach DIN 18230-1 wie folgt festgelegt:
 - Wärmeabzugsfaktor: $w = w_o \cdot \alpha_w = 1.30$ ($w_o = 1.16$ und $\alpha_w = 1.13$)
 - Für eingeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit einem eingeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt und für Dachgeschosse mehrgeschossiger Gebäude gilt:
 - bezogene Fläche der horizontalen Öffnungen im Dach: $a_h = 0.01$
 - bezogene Fläche der vertikalen Öffnungen in den Aussenwandflächen: $a_v = 0.10$
 - mittlere lichte Geschosshöhe: $h = 4.0 \text{ m}$.
 - Für mehrgeschossige Gebäude bzw. Gebäude mit mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten gilt:
 - keine horizontalen Öffnungen in den Decken: $a_h = 0.0$
 - bezogene Fläche der vertikalen Öffnungen in den Aussenwandflächen: $a_v = 0.125$
 - mittlere lichte Geschosshöhe: $h = 4.0 \text{ m}$.
 - Umrechnungsfaktor: $c = 0.25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$.
- Für die Brandbelastung q_R werden die folgenden Werte gewählt (VKF; 2007, Anhang C):
 - Sehr klein: $200 \text{ MJ/m}^2 / 56 \text{ kWh/m}^2$ z.B. Metallbau (Produktion)
 - Mittel: $1000 \text{ MJ/m}^2 / 278 \text{ kWh/m}^2$ z.B. Spritzgiesserei (Produktion)
 - Sehr gross: $5000 \text{ MJ/m}^2 / 1389 \text{ kWh/m}^2$ z.B. Zuschneiderei Holzwaren.

- Mit den vorstehenden Rahmenbedingungen ergeben sich für die äquivalente Branddauer $t_{\text{ä}} = q_{\text{R}} \cdot c \cdot w$ die folgenden Werte:
 - Kleine Brandbelastung: $t_{\text{ä}} = 18$ Minuten
 - Mittlere Brandbelastung: $t_{\text{ä}} = 90$ Minuten
 - Sehr grosse Brandbelastung: $t_{\text{ä}} = 451$ Minuten
- Mit der vorausgesetzten Gebäudestruktur nehmen die Faktoren des Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 die folgenden Werte an:
 - Höhenlage des Fussbodens des untersten Geschosses bezogen auf die mittlere Höhe der für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung anfahrbaren Ebene: 0 m $\rightarrow F3 = 1.0$;
 - klassifizierte Abschlüsse bzw. Abschottungen bei Öffnungen in nach SK_b 2 und SK_b 3 bemessenen Decken zwischen den Geschossen: $\rightarrow F5 = 1.0$.Falls das Rechenverfahren nach DIN 18230-1 für den globalen Nachweis eine rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_{F} von mehr als 90 Minuten ergibt, wird das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 verwendet.
- *Kursiv* gedruckte Tabellenwerte sind mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 ermittelt.
- **Fett** gedruckte Flächenwerte wurden reduziert, so dass die Summe der Geschossflächen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte nicht mehr als 60000 m² beträgt (vgl. M IndBauRL Abschnitt 7.5.1).
- Die VKF-Brandrisikobewertung berücksichtigt nur Brandabschnittsflächen bis 50000 m².
- Für die Flächen werden die Rechenwerte auf ganze Vielfache von 100 m² auf- bzw. abgerundet.
- Die Tabelle gilt nicht für Hochhäuser. Deshalb ist die Hochhausgrenze zu beachten.

Zulässige Flächen											
von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten											
als Funktion von: Feuerwiderstand des die Brandabschnitte/Brandbekämpfungsabschnitte/Hauptbrandabschnitte begrenzenden Bauteile, Konzept, Zahl der oberirdischen Geschosse, Brandbelastung, Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden Bauteile											
m ²											
Geschosszahl	Feuerwiderstand BA/BBA	Rechenverfahren	Konzept								
			OSM ¹⁾			BMA			SPA		
			Brandbelastung			Brandbelastung			Brandbelastung		
			klein	mittel	s. gross	klein	mittel	s. gross	klein	mittel	s. gross
1	REI 30	VKF	8400 ²⁾	3300 ²⁾	2200 ²⁾	26000 ²⁾	6800 ²⁾	3900 ²⁾	50000 ²⁾	31000 ²⁾	13800 ²⁾
		I-RL	13800	XX	XX	20700	XX	XX	48300 ²⁾	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		I-RL	NE	1800/3000 ³⁾		NE	2700/4500 ³⁾		NE	10000/10000 ³⁾	
		OIB	1800/3000 ³⁾			2700/4500 ³⁾			7500/10000 ³⁾		
2	REI 30	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	50000 ²⁾	31000 ²⁾	13800
		I-RL	11000	XX	XX	16600	XX	XX	30000	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		I-RL	NE	800/1600/2400 ⁴⁾		NE	1200/2400/3600 ⁴⁾		NE	8500 ⁵⁾	
		OIB	800/1600/2400 ⁴⁾			1000/2000/3600 ⁴⁾			5000/7500/10000 ⁴⁾		
3	REI 30	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	50000 ²⁾	31000 ²⁾	13800
		I-RL	8300	XX	XX	12400	XX	XX	20000	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		I-RL	NE	1200/1800 ⁷⁾		NE	1800/2700 ⁷⁾		NE	6500 ⁶⁾	
		OIB	1800			2700			6500		

Tab. 33: Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

Zulässige Flächen (Fortsetzung Nr. 1)											
4	REI 30	VKF	XX	XX	XX	XX	XX	XX	50000	31000	XX
		I-RL	6900	XX	XX	10400	XX	XX	15000	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	NE	NE	13800
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	NE	1500		NE	2300		NE	5000	
		OIB	1500			2300			5000		
5	REI 30	VKF	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		I-RL	5500	XX	XX	8300	XX	XX	12000	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	50000	31000	13800
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	NE	1200		NE	1800		NE	4000	
		OIB	1200			1800			4000		
6	REI 30	VKF	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		I-RL	4100	XX	XX	6200	XX	XX	10000	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	50000	31000	13800
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	NE	XX	XX	NE	XX	XX	NE	XX	XX
		OIB	1200			1800			4000		
7-8	REI 30	VKF	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		I-RL	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 60	VKF	8400	3300	XX	26000	6800	XX	50000	31000	13800
		I-RL	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		OIB	XX			XX			XX		
	REI 90	VKF	NE	NE	2200	NE	NE	3900	NE	NE	NE
		I-RL	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
		OIB	1200			1800			4000		

Tab. 33: Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (Fortsetzung Nr. 1)

Zulässige Flächen (Fortsetzung Nr. 2)
<p>¹⁾ Ohne Sondermassnahme, d.h. ohne Brandmeldeanlage (BMA) und ohne Sprinkleranlage (SPA)</p> <p>²⁾ R 0-Tragwerk. Gilt nach den VKF-Brandschutzvorschriften grundsätzlich auch für das oberste Geschoss aller mehrgeschossigen Gebäude.</p> <p>³⁾ 1. Zahl: R 0-Tragwerk / 2. Zahl: R 30-Tragwerk</p> <p>⁴⁾ 1. Zahl: R 30-Tragwerk / 2. Zahl: R 60-Tragwerk / 3. Zahl: R 90-Tragwerk</p> <p>⁵⁾ R 30-Tragwerk</p> <p>⁶⁾ R 60-Tragwerk</p> <p>⁷⁾ 1. Zahl: R 60-Tragwerk / 2. Zahl: R 90-Tragwerk</p> <p>XX = Nicht zulässig NE = Nicht erforderlich</p> <p>Hinweis zu Index 2) Zum Tragwerk gehören die Gesamtheit aller zur Lastaufnahme und Lastableitung sowie zur Stabilisierung notwendigen Bauteile und deren Verbindungen.</p> <p>Hinweis zu den Indizes 3) bis 7) Zum Tragwerk gehören: – tragende und aussteifende Wände (nicht brandabschnittsbildend), – tragende Pfeiler und Stützen, – Decken zwischen den Geschossen, – das Haupttragwerk des Daches (wobei OIB-RL 2.1 bei der Primärkonstruktion von Dächern in gewissen Fällen eine Reduktion der Feuerwiderstandsklassen vorsieht; vgl. Kapitel 5.3).</p> <p>Bemerkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bei Tabellenwerten ohne Index weist das Tragwerk den in Spalte 2 angegebenen Feuerwiderstand auf. – Das Tragwerk besteht aus nicht brennbaren Baustoffen. In der Zeile „VKF“ wird die Zusatzbezeichnung „nbb“ weggelassen. – Sofern im Brandfall mit einer mechanischen Beanspruchung (Stossbeanspruchung) zu rechnen ist, müssen in Österreich Brandwände das Leistungskriterium „M“ nach europäischer Normierung erfüllen (Zeile „OIB“).

Tab. 33: Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (Fortsetzung Nr. 2)

Erkenntnisse

• Anwendungsbereich des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7

Mit der Bedingung, dass das Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 nur anwendbar ist, falls die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer höchstens 90 Minuten beträgt ($\text{erf } t_F \leq 90 \text{ Minuten}$), darf mit dem Wärmeabzugsfaktor $w = 1.30$ und dem Umrechnungsfaktor $c = 0.25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$ die mobile Brandbelastung höchstens 270 kWh/m^2 bzw. 1000 MJ/m^2 betragen.

Bei einer mittleren Brandbelastung von 1000 MJ/m^2 liefern das tabellarische Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und das rechnerische Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Bezug auf die zulässigen Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen und die Bauteil-Feuerwiderstandsklassen dieselben Ergebnisse. Mit Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m^2 liefert das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 günstigere Ergebnisse oder die Bemessung nach M IndBauRL Abschnitt 7 ist gar nicht mehr durchführbar, weil $\text{erf } t_F$ grösser als 90 Minuten wird.

- **Die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile im Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7**

Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken sowie solche, die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen, werden anhand M IndBauRL Tabelle 8 Spalte 2 bemessen. Dabei ist bei diesen Bauteilen zu beachten, dass die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F nach DIN 18230-1 nicht kleiner als die äquivalente Branddauer t_a sein darf ($t_F \geq t_a$). Deshalb muss für den Sicherheitsbeiwert γ und den Zusatzbeiwert α_L das Folgende gelten: $\gamma \cdot \alpha_L \geq 1.0$.
- **Eingeschossige Industriebauten mit die Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte begrenzenden Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse REI 30 bzw. EI 30**

Eingeschossige Industriebauten mit einer sehr kleinen Brandbelastung (200 M/Jm^2) und ohne Brandmelde- oder Sprinkleranlagen können nach M IndBauRL Abschnitt 7 13800 m^2 gross gebaut werden, also etwa 60 % grösser als nach den VKF-Brandschutzvorschriften (8400 m^2). Dafür benötigt das Tragwerk des nach den VKF-Vorschriften ausgelegten industriellen Gebäudes keinen Feuerwiderstand, während M IndBauRL Abschnitt 7 hierfür eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten fordert. Wird eine Brandmeldeanlage installiert, so lässt die VKF-Brandisikobewertung eine dreimal höhere zulässige Brandabschnittsfläche zu (26000 m^2), während M IndBauRL Abschnitt 7 eine Vergrösserung der zulässigen Geschossfläche des Brandbekämpfungsabschnittes um das 0.5fache auf 20700 m^2 ermöglicht. Bei sehr kleiner Brandbelastung (200 M/Jm^2) können mit Sprinkleranlagen ausgerüstete Industriehallen in der Schweiz (50000 m^2) und in Deutschland (48300 m^2) ähnlich gross gebaut werden, und zwar ohne Feuerwiderstandsanforderung an das Tragwerk.

Auch für mittlere (1000 M/Jm^2) und sehr grosse (5000 M/Jm^2) Brandbelastungen fordern die VKF-Brandschutzvorschriften für die Tragkonstruktion eingeschossiger Industriegebäude keinen Feuerwiderstand. Die die Brandabschnitte begrenzenden Wände und Decken sind hingegen mit der Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten auszuführen. Dem Rechenmodus der VKF-Brandisikobewertung entsprechend werden die zulässigen Brandabschnittsflächen mit zunehmender Brandbelastung kleiner.
- **Eingeschossige Industriebauten mit die Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte begrenzenden Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse REI 90 bzw. EI 90**

Bei mit mittleren (1000 M/Jm^2) und sehr grossen (5000 M/Jm^2) Brandbelastungen belegten Industriebauten sind die tabellarischen Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 anzuwenden. Brandabschnitte begrenzende Wände haben die Qualität von Brandwänden aufzuweisen. Wände und Decken sind in der Feuerwiderstandsklasse REI 90 zu bauen. Mit einem Tragwerk ohne Feuerwiderstand lassen sich 1800 m^2 (ohne BMA und SPA), 2700 m^2 (mit BMA) oder 7500 m^2 (mit SPA nach OIB-RL 2.1) bzw. 10000 m^2 (mit SPA nach M IndBauRL) grosse Brandabschnitte realisieren. Ein R 30-Tragwerk lässt grössere Brandabschnittsflächen zu, nämlich 3000 m^2 (ohne BMA und SPA), 4500 m^2 (mit BMA) oder 10000 m^2 (mit SPA) umfassende.

- **Mehrgeschossige Industriebauten**

Da für nicht brennbare Tragwerke die Geschosszahl nicht in das Rechenverfahren der VKF-Brandrisikobewertung eingeht, verändern sich die zulässigen Brandabschnittsflächen mehrgeschossiger Industriebauten gegenüber denjenigen eingeschossiger Hallen nicht. Hingegen werden die Feuerwiderstandsklassen der die Brandabschnitte begrenzenden Wände und Decken sowie die Feuerwiderstandsklassen der Tragwerkskonstruktionen entsprechend den Tabellen 1 und 2 von BSR 15-03d und BSR 14-03d angepasst.

Nach M IndBauRL Abschnitt 7 werden bei mehrgeschossigen Industriebauten mit sehr kleiner Brandbelastung (200 M/Jm^2) die zulässigen Geschossflächen eingeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte – nämlich 13800 m^2 bei Gebäuden ohne Brandmelde- und Sprinkleranlagen, 20700 m^2 bei Bauten mit installierten Brandmeldeanlagen und 48300 m^2 bei mit ortsfesten, automatischen Löschanlagen geschützten Objekten – entsprechend dem Faktor F4 reduziert (F 4 berücksichtigt die Geschosszahl des Brandbekämpfungsabschnitts). Die Flächenreduktion beträgt bei zwei Geschossen 20%, bei drei Geschossen 40%, bei vier Geschossen 50%, bei fünf Geschossen 60% und bei sechs Geschossen 70%. Bei mit Sprinkleranlagen ausgerüsteten Industriebauten wird die zulässige Geschossfläche durch die Bedingung begrenzt, dass die Summe aller Geschossflächen 60000 m^2 nicht übersteigen darf. Somit ergibt sich bei Konzepten mit Sprinkleranlagen die zulässige Geschossfläche aus Division der Summenbegrenzung von 60000 m^2 durch die Anzahl der Geschosse.

Das Bemessungsverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 führt mit einer Brandbelastung ab 1000 MJ/m^2 zu den Ergebnissen von M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1.

Mit steigenden Geschosszahlen werden die Unterschiede in den zulässigen Flächen von nach den VKF-Brandschutzvorschriften und nach M IndBauRL Abschnitt 6 bzw. OIB-RL 2.1 konzipierten industriellen Gebäuden grösser, weil bei der Brandrisikobewertung VKF die Geschosszahl nicht in die Bewertung eingeht.

5.6 Brandschutzabschlüsse

Allgemeines

- In Bauteilen mit Feuerwiderstand sind Öffnungen mit feuerwiderstandsfähigen Brandschutzabschlüssen zu versehen.
- Abschlüsse sind selbstschliessend auszuführen oder, falls diese aus betrieblichen Gründen offen gehalten werden, mit Feststellanlagen auszustatten. Die VKF-Brandschutzvorschriften verlangen eine selbstschliessende Ausführung explizit nur für in Brandwänden (Brandmauern) eingelassene Abschlüsse.
- Zur Spezifizierung der Qualität von Brandschutztüren werden in Deutschland die folgenden Begriffe verwendet:

- Dichtschiessende Türe: Türe mit gewissen, nicht genau definierten Mindestanforderungen an die Rauchdichtigkeit (bauaufsichtlicher Begriff).
- Rauchdicht und selbstschiessende Türe: Rauchschutztür nach DIN 18095, welche im geschlossenen Zustand eine vorgegebene maximale Rauch-Leckrate, jedoch keinen definierten Feuerwiderstand aufweist.
- Feuerschutztüre: Türe mit Anforderungen an den Feuerwiderstand, wobei die Rauchschutzfunktion separat ausgewiesen wird.

Brandschutzabschlüsse Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 35, BSR 15-03d Ziffern 3.3.6 und 3.5 sowie BSR 16-03d Ziffer 3.5.1
Deutschland	MBO § 30 Absatz 8, MBO § 35 Absatz 6 sowie M IndBauRL Abschnitt 5.8.3 und Tabelle 8
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkt 3.8.4 und Tabelle 2

Tab. 34: Brandschutzabschlüsse: Rechtsgrundlagen

Brandschutzabschlüsse Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Brandwänden (Gebäudeabschlusswände)	
Schweiz	EI 30-Erstellung der tieferen Dachfläche im Umkreis von 1.5 m (von der Fensteröffnung gemessen) oder EI 30-Abschluss bei der Öffnung
Deutschland	Nicht zulässig
Österreich	EI 90 oder EI 30 ¹⁾
¹⁾ Für Betriebsbauten mit angemessenem Gefährdungspotential oder die mit einer Brandmelde- oder automatischen Löschhilfe- oder automatischen Feuerlöschanlage ausgestattet sind, sofern die Summe aller Öffnungsflächen 20 m ² nicht überschreitet.	

Tab. 35: Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Brandwänden (Gebäudeabschlusswände)

Brandschutzabschlüsse Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Brandabschnitten (innere Brandwände) und in Wänden von Brandbekämpfungsabschnitten	
Schweiz	EI 30 oder E 30 ¹⁾
Deutschland	Abschlüsse in der Feuerwiderstandsklasse der inneren Brandwände (M IndBauRL Abschnitt 6) und der Feuerwiderstandsklasse der Wände von Brandbekämpfungsabschnitten (M IndBauRL Abschnitt 7), mindestens EI 30, höchstens EI 90
Österreich	EI 90 oder EI 30 ²⁾
¹⁾ In Bereichen mit sehr kleiner Brandbelastung ($\leq 250 \text{ MJ/m}^2$). ²⁾ Für Betriebsbauten mit angemessenem Gefährdungspotential oder die mit einer Brandmelde- oder automatischen Löschhilfe- oder automatischen Feuerlöschanlage ausgestattet sind, sofern die Summe aller Öffnungsflächen 20 m^2 nicht überschreitet.	

Tab. 36: Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Brandabschnitten (innere Brandwände) und in Wänden von Brandbekämpfungsabschnitten

Brandschutzabschlüsse Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Treppenhäusern	
Schweiz	EI 30 oder E 30 ¹⁾
Deutschland	a) EI 30, rauchdicht und selbstschliessend: Zu Kellergeschossen, Werkstätten, Lager- und ähnlichen Räumen sowie zu sonstigen Räumen und Nutzungseinheiten mit einer Fläche von $> 200 \text{ m}^2$. b) Rauchdicht und selbstschliessend: Zu notwendigen Fluren. c) Dicht- und selbstschliessend: Zu sonstigen Räumen.
Österreich	EI 30 ³⁾ oder E 30 ^{2) 3)}
¹⁾ In Bereichen mit sehr kleiner Brandbelastung ($\leq 250 \text{ MJ/m}^2$). ²⁾ In Bereichen mit geringer Brandbelastung in oberirdischen Geschossen. ³⁾ Selbstschliessend.	

Tab. 37: Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Treppenhäusern

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren für Abschlüsse jeglicher Art eine minimale Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten. Höhere Feuerwiderstände werden in den Vorschriften an keiner Stelle gefordert und kommen somit auch nicht zur Anwendung. Diese bleiben wenigen Spezialfällen im nicht industriellen Bereich vorbehalten.
- In der Regel müssen nach MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Öffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen Abschlüsse erhalten, welche die Feuerwiderstandsdauer der umgebenden Wand (oder Decke) annehmen.

- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften, MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 beträgt die Feuerwiderstandsdauer für Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Treppenhäusern 30 Minuten.

Nur in Deutschland lassen sich Abschlüsse in Wänden von Treppenhäusern unter gewissen Bedingungen auch ohne Feuerwiderstand realisieren. In solchen Fällen genügen dicht schliessende oder rauchdichte Eigenschaften.

- Laut OIB-RL 2.1 darf für Industriegebäude mit angemessenem Gefährdungspotential oder für mit Brandmelde-, automatische Löschhilfe- oder automatische Feuerlöschanlagen ausgestattete Bauten der Feuerwiderstand von Brandschutzabschlüssen von 90 auf 30 Minuten reduziert werden, sofern die Summe aller Öffnungsflächen 20 m^2 nicht übersteigt.
- Nach MBO/M IndBauRL dürfen in als Gebäudeabschlusswände dienenden Brandwänden keine Öffnungen eingelassen werden, wohl aber in inneren Brandwänden und Wänden von Brandbekämpfungsabschnitten.
- Gemäss VKF-Brandschutzvorschriften lassen sich in Brandwänden Öffnungen ohne Feuerwiderstand realisieren, falls das tiefer liegende Dach des benachbarten Gebäudes im Bereich der Öffnung mit Feuerwiderstand EI 30 gebaut wird. Im Vergleich zu einem feuerwiderstandsfähigen Abschluss ist diese Lösung nicht gleichwertig, weil die Dachkonstruktion selbst in der Regel keinen Feuerwiderstand aufweist.
- Die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 verwenden europäisch klassifizierte Brandschutzabschlüsse. Diese sind rauch- und flammdicht (Raumabschluss E) oder zusätzlich wärmedämmend (Wärmedämmung I) auszuführen. MBO und M IndBauRL unterscheiden bei Brandschutzabschlüssen zwischen Produkten (Türen), welche dichtschiessend oder nach DIN 18095 rauchdicht sind oder aber einen Feuerwiderstand nach DIN 4102 besitzen. Bei feuerwiderstandsfähigen Abschlüssen wird die Rauchschutzfunktion zusätzlich ausgewiesen.
- Bei in schweizerischen und österreichischen Industriebauten installierten Abschlüssen kann bei sehr kleiner (VKF) bzw. geringer (OIB) Brandbelastung auf die Verhaltenseigenschaft I (Wärmedämmung) verzichtet werden. Im Sinne der VKF-Brandschutzvorschriften darf die Brandbelastung in einem solchen Fall nicht grösser als 250 MJ/m^2 sein. OIB-RL 2.1 macht diesbezüglich keine weiteren Angaben.
- MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 fordern für in Treppenhausumfassungswänden eingelassene Türen mit Brand- bzw. Rauchschutzfunktion immer selbstschliessende Ausführungen. Die VKF-Brandschutzvorschriften erheben diesbezüglich keine Forderung.

5.7 Abschottungen

Allgemeines

In brandabschnittsbildenden Bauteilen sind Durchbrüche, Leitungsdurchführungen und Installationsschächte mit feuerwiderstandsfähigen Abschottungen dicht zu verschliessen, so dass die Übertragung von Feuer und Rauch wirksam eingeschränkt wird.

Abschottungen Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 35 und BSR 15-03d Ziffer 3.6
Deutschland	MBO § 40, M IndBauRL Tabelle 8, MLAR
Österreich	OIB-RL 2 Punkt 3.4

Tab. 38: Abschottungen: Rechtsgrundlagen

Abschottungen Anforderungen	
Schweiz	EI 30 bei brandabschnittsbildenden Wänden und Decken EI 90 bei Brandmauern
Deutschland	Gleiche Feuerwiderstandsklasse wie die Bauteile, welche Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte von anderen Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten trennen
Österreich	Gleiche Feuerwiderstandsklasse wie die umgebenden Bauteile

Tab. 39: Abschottungen: Anforderungen

Erkenntnisse

- In Bezug auf die Durchführung von Installationen durch brandabschnittsbildende Bauteile unterscheiden die VKF-Brandschutzvorschriften die nachfolgenden Fälle.
Durchführung von:
 - nicht brennbaren Rohrleitungen: Abschottung mit nicht brennbarem Material;
 - brennbaren Rohrleitungen: Abschottung mit zugelassenem Abschottungssystem;
 - Kabeln und Kabelkanälen: Abschottung mit zugelassenem Abschottungssystem.
- Bezüglich des Einbaus von Abschottungssystemen beziehen sich die VKF-Brandschutzvorschriften auf deren Zulassungsbedingungen.
- In Deutschland wurde mit der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie – MLAR) in Bezug auf Abschottungen eine grosse Regelungstiefe geschaffen.

- Nach MBO/M IndBauRL/MLAR und OIB-RL 2 müssen Abschottungen die Feuerwiderstandsklasse der sie umgebenden Bauteile übernehmen, also EI 30, EI 60 oder EI 90.

Gemäss den VKF-Brandschutzvorschriften benötigen Abschottungssysteme – mit Ausnahme von in Brandmauern eingelassenen Systemen – grundsätzlich die Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten.

5.8 Installationsschächte

Allgemeines

- Installationsschächte dienen der Aufnahme von Leitungen haustechnischer Installationen.
- Weil Installationsschächte durch mehrere Geschosse führen, sind diese als Brandabschnitte auszubilden.

Installationsschächte Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSR 15-03d Ziffer 3.7
Deutschland	MBO § 40, M IndBauRL Tabelle 8, MLAR Abschnitt 3.5
Österreich	OIB-RL 2 Punkt 3.4

Tab. 40: Installationsschächte: Rechtsgrundlagen

Installationsschächte Anforderungen an die Schachtwände	
Schweiz	Feuerwiderstand wie das Tragwerk, mindestens aber EI 30
Deutschland	Gleiche Feuerwiderstandsklasse wie die durchdrungenen raumabschliessenden Bauteile
Österreich	Gleiche Feuerwiderstandsklasse wie die durchdrungenen brandabschnittsbildenden Wände bzw. Decken

Tab. 41: Installationsschächte: Anforderungen an die Schachtwände

Erkenntnisse

- BSR 15-03d, MBO/M IndBauRL/MLAR und OIB-RL 2 verlangen, dass die Wände von Installationsschächten in der Feuerwiderstandsklasse der von ihnen durchdrungenen brandabschnittsbildenden Bauteile zu erstellen sind.
- Die MLAR bezieht sich explizit nur auf in Rettungswegen angeordnete Installationsschächte.

5.9 Horizontale Flucht- und Rettungswege

Allgemeines

- Ein horizontales Flucht- und Rettungswegsystem setzt sich zusammen aus
 - dem Fluchtweg im Raum,
 - den Raumausgängen,
 - den Korridoren.
- Als zusätzliches Element des Flucht- und Rettungswegsystems definiert M IndBauRL den Hauptgang. Hauptgänge müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:
 - Mindestbreite = 2 m,
 - Erreichbarkeit nach maximal 15 m Lauflänge von jeder Stelle des Produktions- oder Lagerraumes,
 - beidseitige Erschliessung mit Ausgängen ins Freie, zu notwendigen Treppenräumen, zu anderen Brandabschnitten oder zu anderen Brandbekämpfungsabschnitten auf geradlinigem, kurzem Weg.
- Nach der VKF-Brandschutznorm setzt sich die gesamte Fluchtweglänge zusammen aus der Fluchtweglänge im Raum, gemessen in der Luftlinie, und der Fluchtweglänge im Korridor, gemessen in der Gehweglinie.
- Korridore (VKF) bzw. notwendige Flure (MBO) bzw. Gänge (OIB) sind horizontale Verbindungswege zwischen Raumausgängen und Treppenanlagen (Treppenhäuser und Aussentreppe). Anstelle von Korridoren können Laubengänge und Fluchtbalkone treten. Korridore/notwendige Flure/Gänge sind in Produktions- und Lagergebäuden kaum anzutreffen. Deshalb werden die Anforderungen an notwendige Flure bzw. Gänge nicht in M IndBauRL bzw. OIB-RL 2.1 definiert, sondern in der MBO bzw. in OIB-RL 2. Auf die Anforderungen an Korridore, Laubengänge, Flucht- und Rettungsbalkone wird nicht eingegangen.
- Ausgänge sind möglichst weit auseinander liegend und derart anzuordnen, dass verschiedene Fluchtrichtungen entstehen.

Horizontale Flucht- und Rettungswege Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 37 bis 50 und BSR 16-03d Ziffer 3
Deutschland	M IndBauRL Abschnitt 5.5
Österreich	OIB-RL 2 Punkt 3.6

Tab. 42: Horizontale Flucht- und Rettungswege: Rechtsgrundlagen

Horizontale Flucht- und Rettungswege Anforderungen an die Luft- und Gehweglinien in Räumen									
Nation	Variante	Kriterien						Länge m	Messweise
		1. Ausgang	2. Ausgang	Lichte Raumhöhe ≤ 5 m ⁴⁾	Lichte Raumhöhe ≥ 10 m ⁴⁾	Brandmeldeanlage ⁶⁾	Sprinkleranlage ⁷⁾		
Schweiz	1	X						20	Luftlinie ¹⁾
	2	X	X					35	
Deutschland	1	X	X ³⁾					35	Luftlinie ^{1) 2)}
	2	X	X ³⁾		X			50	
	3	X	X ³⁾	X		X		50 ⁵⁾	
	4	X	X ³⁾	X			X	50 ⁵⁾	
	5	X	X ³⁾		X	X		70 ⁵⁾	
	6	X	X ³⁾		X		X	70 ⁵⁾	
Österreich	1	X						40	Gehweglinie
	2	X	X		X			50	
	3	X	X	X		X		50	
	4	X	X		X	X		70	
	5	X	X				X	70	

1) Die Luftlinie wird nicht durch Bauteile gemessen.
2) Die Lauf- bzw. Gehweglänge darf nicht mehr als das 1.5fache der Länge der Luftlinie betragen.
3) Produktions- oder Lagerräume mit einer Fläche > 200 m² müssen mindestens zwei Ausgänge aufweisen.
4) Es ist von der mittleren lichten Raumhöhe auszugehen. Bei Produktions- oder Lagerräumen mit höher gelegenen betriebstechnischen Ebenen mit Arbeitsbereichen ist die mittlere lichte Raumhöhe in diesen Bereichen auf diese Ebene zu beziehen. Untergeordnete Räume oder Ebenen mit einer Fläche von bis zu 400 m² sind nicht zu berücksichtigen.
5) Bei mittleren lichten Raumhöhen zwischen 5 m und 10 m darf zur Ermittlung der zulässigen Luftlinie zwischen den Tabellenwerten interpoliert werden.
6) Mit geeigneten, schnell ansprechenden, den Brandabschnitt überwachenden Meldern und angeschlossener Alarmierungseinrichtung (Internalarm).
7) Automatische Feuerlöschanlage mit mindestens von Hand auslösbarer Alarmierungsanlage.
8) Mit Ansteuerung durch automatische Brandmeldeanlage mit geeigneten, schnell ansprechenden, den Brandabschnitt überwachenden Meldern.

Tab. 43: Horizontale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die Luft- und Gehweglinien in Räumen

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften legen fest, dass in Produktions- oder Lagerräumen von Industriebauten die in der Luftlinie gemessenen Flucht- und Rettungsweglängen nicht grösser als 20 m (bei einem Ausgang) bzw. 35 m (bei mindestens zwei Ausgängen) sein dürfen und sich diese weder durch technische Brandschutzmassnahmen noch durch die Realisierung von höheren Räumen verlängern lassen.

Die gesamte Fluchtweglänge, welche sich aus der Fluchtweglänge im Raum (Luftlinie) und der Fluchtweglänge im Korridor (Gehweglinie) zusammensetzt, darf 35 m nicht übersteigen, falls der Fluchtweg nur zu einer Treppenanlage oder einem Ausgang ins Freie führt. Führen Fluchtwege zu mindestens zwei voneinander entfernten Treppenanlagen oder Ausgängen ins Freie, darf deren Gesamtlänge nicht mehr als 50 m betragen.

- Laut M IndBauRL Abschnitt 5.5.2 müssen Produktions- oder Lagerräume mit einer Fläche von mehr als 200 m² mindestens zwei Ausgänge aufweisen. Diese Festlegung entspricht etwa der Forderung der VKF-Brandschutzvorschriften, wonach die Flucht- und Rettungsweglänge von Räumen mit nur einem Ausgang nicht mehr als 20 m betragen darf.
- Gemäss M IndBauRL Abschnitt 5.5 sind innerhalb mindestens 10 m hohen Produktions- und Lagerräumen von Industriebauten maximale Rettungsweglängen von 70 m (Luftlinie) bzw. 105 m (Gehweglinie) zulässig, falls in diesen
 - Hauptgänge ausgeschieden,
 - geeignete Brandmelde- oder Sprinkleranlagen erstellt und
 - Einrichtungen für die interne Alarmierung installiertwerden. Beträgt die lichte Raumhöhe lediglich bis zu 5 m, so wird die zulässige Rettungsweglänge auf 50 m (Luftlinie) bzw. 75 m (Gehweglinie) begrenzt.
- Gegenüber den Festlegungen in M IndBauRL unterscheiden sich die Bestimmungen über die zulässigen Flucht- und Rettungsweglängen in OIB-RL 2.1 wie folgt:

OIB-RL 2.1 Punkt 3.6

 - misst die Gehweg- und nicht die Luftlinie.
 - erachtet Sprinkleranlagen hinsichtlich des Personenschutzes als bedeutungslos.
 - erachtet Rauch- und Wärmeabzugsanlagen hinsichtlich des Personenschutzes als relevant.
- Gemäss M IndBauRL und OIB-RL 2.1 können in Gebäuden, bei welchen aufgrund geringer Raumhöhen in den Aufenthaltsbereichen von Personen mit einem schnelleren Absenken des Brandrauches zu rechnen ist, grössere Flucht- und Rettungsweglängen beansprucht werden, falls durch Brandmeldeanlagen eine automatische Alarmierung erfolgt.
- Während in der Schweiz und in Österreich Ausgänge zu einem sicheren Ort im Freien oder zu einer Treppenanlage (Treppenhaus oder Aussentreppe) führen müssen, dürfen in Deutschland Ausgänge auch zu anderen Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten führen, falls die letzteren Ausgänge unmittelbar ins Freie oder zu notwendigen Treppenträumen mit einem sicheren Ausgang ins Freie aufweisen.

- Die Erläuterungen zur M IndBauRL und zur OIB-RL 2.1 weisen darauf hin, dass unter besonderen Bedingungen die zulässigen Flucht- und Rettungsweglängen vergrössert oder verkleinert werden können. Grössere Flucht- und Rettungsweglängen sind im Einzelfall nachzuweisen. Als Nachweisverfahren bieten sich hierfür die Methoden des Brandschutzingenieurwesens an.

Dagegen legt die VKF-Brandschutznorm Art. 38 Absatz 2 fest, dass vorgeschriebene Mindestanforderungen an Flucht- und Rettungswege aufgrund von Berechnungsmethoden oder technischen Brandschutzeinrichtungen nicht reduziert werden dürfen.

5.10 Vertikale Flucht- und Rettungswege

Allgemeines

- Vertikale Flucht- und Rettungswege sind Treppenanlagen, wie
 - innenliegende und an Aussenwände angrenzende Treppenhäuser,
 - Aussentreppen.
- Treppenhäuser müssen unmittelbar oder über einen Korridor, der die Anforderungen des Treppenhauses erfüllt, ins Freie führen.
- Aussentreppen sind derart anzuordnen, dass Benutzende nicht durch einen Brand in oder an Bauten gefährdet werden. Deshalb bestehen an Fassaden und darin eingelassene Fenster und Türen im Bereich von Aussentreppen Anforderungen, auf die nicht näher eingegangen werden soll.
- Innerhalb von Treppenanlagen wird die Flucht- und Rettungsweglänge nicht gemessen.

Vertikale Flucht- und Rettungswege Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSN Art. 37 bis 50 und BSR 16-03d Ziffer 3
Deutschland	MBO §§ 34 und 35 sowie M IndBauRL Abschnitt 5.5
Österreich	OIB-RL 2 Punkt 3.6 und Tabelle 2

Tab. 44: Vertikale Flucht- und Rettungswege: Rechtsgrundlagen

Vertikale Flucht- und Rettungswege Festlegung der Anzahl		
Nation	Kriterien	Berechnungsweise
Schweiz	Bruttogeschossfläche	1 Treppenanlage: 600 m ² pro Treppenanlage > 1 Treppenanlage: 900 m ² pro Treppenanlage ^{1) 2)}
Deutschland	Geschosszahl, Grundfläche, Luftlinien- und Gehweglänge	Mindestens zwei bauliche Rettungswege bei mehrgeschossigen Industriebauten mit einer Grundfläche > 1600 m ² ³⁾ . Ansonsten ergibt sich die Anzahl baulicher Rettungswege aus der Erreichbarkeit von Ausgängen innerhalb der zulässigen Luftlinien- bzw. Gehweglänge nach Kapitel 5.9 von jeder Stelle eines Raumes.
Österreich	Geschosszahl, Gehweglänge	Mindestens ein Treppenhaus bei mehr als zwei oberirdischen Geschossen. Ansonsten ergibt sich die Anzahl Treppenhäuser aus der Erreichbarkeit von Ausgängen innerhalb der zulässigen Gehweglänge nach Kapitel 5.9 von jeder Stelle eines Raumes.
<p>¹⁾ Bei sehr grossflächigen Bauten mit einer sehr geringer Personenbelegung und gesichertem Einsatzweg der Interventionskräfte kann die Zahl der Treppenanlagen mit Zustimmung der zuständigen Behörde angemessen vermindert werden.</p> <p>²⁾ Bauten mit ≥ 2 Untergeschossen sind mit mindestens 2 Treppenanlagen zu erschliessen.</p> <p>³⁾ Einer der beiden Rettungswege darf über Aussentreppen ohne Treppenräume, über Rettungsbalkone, über Terrassen und/oder über begehbare Dächer auf das Grundstück führen, wenn er im Brandfall durch Feuer und Rauch nicht gefährdet werden kann.</p>		

Tab. 45: Vertikale Flucht- und Rettungswege: Festlegung der Anzahl

Vertikale Flucht- und Rettungswege Anforderungen an die brandabschnittsbildenden Wände von Treppenhäusern		
Schweiz	Feuerwiderstand des Tragwerkes, mindestens aber REI 60	
Deutschland	Gebäudehöhe ≤ 7 m:	REI 30
	Gebäudehöhe > 7 m: ^{*)}	REI 90 (in der Bauart von Brandwänden)
	Unterirdische Gebäude:	REI 90 (in der Bauart von Brandwänden)
Österreich	2-4 oberirdische Geschosse:	REI 60
	> 4 oberirdische Geschosse: ^{*)}	REI 90
	Unterirdische Geschosse:	REI 90
*) Bis zur Hochhausgrenze.		

Tab. 46: Vertikale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die brandabschnittsbildenden Wände von Treppenhäusern

Vertikale Flucht- und Rettungswege Anforderungen an die tragenden Teile von Läufen und Podesten in Treppenhäusern	
Schweiz	Aus nicht brennbaren Baustoffen
Deutschland	Gebäudehöhe ≤ 7 m: Aus nicht brennbaren Baustoffen oder R 30
	Gebäudehöhe > 7 m: ¹⁾ R 30 und aus nicht brennbaren Baustoffen
	Unterirdische Gebäude: R 30 und aus nicht brennbaren Baustoffen
Österreich	2-4 oberirdische Geschosse: R 60 und aus nicht brennbaren Baustoffen ²⁾
	> 4 oberirdische Geschosse: ¹⁾ R 90 und aus nicht brennbaren Baustoffen ²⁾
¹⁾ Bis zur Hochhausgrenze	
²⁾ Mindestens Euroklasse A2	

Tab. 47: Vertikale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die tragenden Teile von Läufen und Podesten in Treppenhäusern

Erkenntnisse

- Die VKF-Brandschutzvorschriften legen die Anzahl Treppenanlagen anhand der Bruttogeschossfläche fest. Die einer Treppenanlage zugeordnete Bodenfläche ergibt sich aus den zulässigen Fluchtweglängen: Wird pro 600 m^2 (bei einer Treppenanlage) bzw. 900 m^2 (bei mehreren Treppenanlagen) Bruttogeschossfläche je eine Treppenanlage gebaut, so resultieren für die horizontalen Flucht- und Rettungswege Längen, die zulässig sind (und umgekehrt).
- Im Vergleich zu den VKF-Brandschutzvorschriften weisen nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 konzipierte, mehrgeschossige Industriebauten infolge grösserer Flucht- und Rettungsweglängen weniger Treppenanlagen auf.
- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften und nach OIB-RL 2 müssen als Brandabschnitte auszubildende Treppenhausumfassungswände mindestens die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten aufweisen, wogegen nach MBO bei bis zu 7 m hohen Industriebauten 30 Minuten genügen.
- Die VKF-Brandschutzvorschriften stellen an die tragenden Teile von Läufen und Podesten von in Treppenhäusern angeordneten Treppen keine Feuerwiderstandsanforderungen. Für solche Bauteile müssen lediglich nicht brennbare Baustoffe verwendet werden. Gemäss MBO gilt dasselbe nur für bis zu 7 m hohe Industriebauten.

Gemäss MBO benötigen die Treppen von mehr als 7 m hohen und nach OIB-RL 2 die Treppen aller mehrgeschossigen Industriegebäude Läufe und Podeste mit tragenden Teilen, die der Feuerwiderstandsklasse R 30 (MBO) bzw. R 60 (OIB-RL 2, Geschosszahl ≤ 4) oder R 90 (OIB-RL 2, Geschosszahl > 4) genügen.

Hinweis: Die Angaben zu den Läufen und Podesten von OIB-RL 2 Tabellen 2 und 3 sowie OIB-RL 2.1 Tabelle 2 erscheinen sinnwidrig. In der Zeile „Läufe und Podeste“ und Spalte „2, 3, 4 oberirdische Geschosse“ von OIB-RL 2.1 Tabelle 2 müsste die „oder“- offensichtlich durch eine „und“-Verknüpfung ersetzt werden.

- Die VKF-Brandschutzvorschriften, MBO und OIB-RL 2.1 legen fest, dass die Läufe und Podeste von Aussentreppen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen müssen.

5.11 Bedachungen, Aussenwände

Allgemeines

- Material und konstruktive Ausführung von Bedachungen und Aussenwänden dürfen die horizontale und vertikale Brandausbreitung nicht begünstigen und die Nachbarschaft nicht gefährden.
- In Bezug auf die brandschutztechnische Realisierung von Dach- und Fassadenkonstruktionen sind – um die wichtigsten zu nennen – die folgenden technischen Normen und Publikationen zu beachten:
 - Schweizerisches Brandschutzregister (VKF; 2008);
 - SIA-Dokumentation 83: Brandschutz im Holzbau (SIA; 1997);
 - DIN 4102 Teil 4 Abschnitt 8.1: Feuerwiderstandsklassen nichttragender Aussenwände (DIN; 1977-2004);
 - DIN 4102 Teil 4 Abschnitt 8.7: Gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Bedachungen (DIN; 1977-2004);
 - DIN 4102 Teil 7: Bedachungen – Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (DIN; 1977-2004);
 - DIN 18234: Baulicher Brandschutz grossflächiger Dächer, Brandbeanspruchung von unten (DIN; 2003);
 - ÖNORM B 3806: Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen) (Österreichisches Normungsinstitut; 2005).
- Im Bereich von Brandwänden ist die Dachkonstruktion durch nicht brennbares Material so zu unterbrechen, dass ein Brandübergreif verhindert wird (vgl. Kapitel 5.2).
- Spezielle Fassadenkonstruktionen, wie hinterlüftete oder belüftete Fassaden, Doppel- und Vorhangfassaden erfordern Massnahmen, welche die Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigen. Analog sind bei Kaldachsystemen Vorkehrungen notwendig, die eine Brandausbreitung über grössere Flächen unterbinden. Solche Konstruktionen sollen nicht in die vorliegende Betrachtung einfließen.
- Es werden zwischen Gebäuden und zu Grundstücksgrenzen genügend grosse Schutzabstände vorausgesetzt. Bei ungenügenden Schutzabständen gelten hinsichtlich der Beschaffenheit von Aussenwänden und Bedachungen Einschränkungen (vgl. Kapitel 5.1 und 5.2).

Bedachungen, Aussenwände Rechtsgrundlagen	
Schweiz	BSR 13-03d Ziffern 4 und 8
Deutschland	MBO §§ 28 und 32, M IndBauRL Abschnitte 5.10 und 5.11
Österreich	OIB-RL 2.1 Punkte 3.9 und 3.10

Tab. 48: Bedachungen, Aussenwände: Rechtsgrundlagen

Bedachungen Anforderungen (ohne Prüfung)			
Nation	K¹⁾	Kriterium	Anforderung
Schweiz	VKF	a) Steildächer (Neigung > 10%)	Oberste Schicht: BKZ 6.3 Wärmedämmschicht: BKZ 4.1 oder 4.3 ²⁾ oder 5.1 ²⁾³⁾
		b) Flachdächer (Neigung ≤ 10%)	b1) Oberste Schicht: BKZ 4.1 ⁴⁾ oder BKZ 5.1 ⁵⁾ Wärmedämmschicht: BKZ 4.1 oder 5.1 ⁵⁾ b2) Oberste Schicht: BKZ 6.3 Wärmedämmschicht: BKZ 4.1, 4.3, 5.1 ⁶⁾
Deutschland	DIN 4102-1	a) Gebäudehöhe ≤ 7 m	Grenzabstand < 12 m: Harte Bedachung ⁹⁾ Grenzabstand ≥ 12 m: Weiche Bedachung
		b) Gebäudehöhe > 7 m ¹⁰⁾	Gesamtsystem: Harte Bedachung
		c) Dachfläche > 2500 m ²	Zusätzlich zu den Anforderungen a) + b): c1) Dachunterlage: A oder c2) Bedachung ⁷⁾ : A oder c3) Dächer nach DIN 18234 ⁸⁾ c4) etc.
Österreich	EuroNorm	a) Geschösszahl ≤ 3 Fluchtniveau ≤ 7 m	a1) Steildächer Eindeckung: flugfeuerbest. ¹¹⁾ Unterdeckbahn: E Unterdach: E Wärmedämmschicht: E a2) Flachdächer a21) Oberste Schicht: 5 cm Kies ¹²⁾ Abdichtung: E Wärmedämmschicht: E a22) Oberste Schicht: beliebig Abdichtung: flugfeuerbest. ¹¹⁾ Wärmedämmschicht: E

Tab. 49: Anforderungen an Bedachungen (ohne Prüfung)

Bedachungen – Anforderungen (Fortsetzung Nr. 1)		
Österreich	EuroNorm	<p>b) Geschoszahl > 3 Fluchtniveau ≤ 22 m</p> <p>c) Dachfläche > 3000 m²</p>
		<p>b1) Steildächer Eindeckung: A2 Unterdeckbahn: E Unterdach: A2¹³⁾ Wärmedämmschicht: A2¹⁴⁾</p> <p>b2) Flachdächer b21) Oberste Schicht: 5 cm Kies¹²⁾ Abdichtung: E Wärmedämmschicht: A2¹⁵⁾ b22) Oberste Schicht: beliebig Abdichtung: flugfeuerbest.¹¹⁾ Wärmedämmschicht: A2¹⁶⁾</p> <p>Zusätzlich zu a) oder b):¹⁷⁾ c1) Dachunterlage: A oder c2) Bedachung⁷⁾: A oder c3) Dächer nach DIN 18234⁸⁾ c4) etc.</p>
<p>¹⁾ K = Klassierung des Brandverhaltens der Baustoffe (vgl. Kapitel 13.2).</p> <p>²⁾ Bis 1200 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 5.1) oder bis 600 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 4.1) mit raumseitig hohlraumfreier Abdeckung entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> – 0.5 mm dick nicht brennbar oder – 13 mm dick brennbar mit BKZ 4.3. <p>Bis 600 m² (BKZ 5.1) oder bis 300 m² (BKZ 4.1) mit raumseitiger Abdeckung entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> – 3 mm dick hohlraumfrei brennbar mit BKZ 4.2 oder – 1 mm dick hohlraumfrei brennbar mit BKZ 5.2 oder – 13 mm dick nicht hohlraumfrei brennbar mit BKZ 4.3. <p>³⁾ 0.5 mm dick beidseitig hohlraumfrei nicht brennbar abgedeckt (ohne Flächenbegrenzung).</p> <p>⁴⁾ Oberste Schicht max. 12 mm dick und hohlraumfrei auf einer nicht brennbaren EI 30-Unterkonstruktion oder hohlraumfrei auf einer nicht brennbaren Wärmedämmschicht mit nicht brennbarer Unterkonstruktion verlegt (ohne Flächenbegrenzung).</p> <p>⁵⁾ Bis 1200 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 5.1) oder bis 600 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 4.1): Oberste Schicht maximal 12 mm dick und hohlraumfrei auf der brennbaren Wärmedämmschicht verlegt. Die Wärmedämmschicht liegt hohlraumfrei auf einer Unterkonstruktion, die mindestens nicht brennbar ist. Grössere Flächen sind möglich, wenn die brennbare Wärmedämmschicht mit 2 m breiten, nicht brennbaren Wärmedämmschichtstreifen in Felder von max. 1200 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 5.1) oder von max. 600 m² (Wärmedämmschicht mit BKZ 4.1) unterteilt wird.</p> <p>⁶⁾ Flächenbegrenzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – keine: Hohlraumfrei auf mindestens nicht brennbarer Unterkonstruktion verlegt; – bis 1200 m²: Wärmedämmschicht mit BKZ 5.1, hohlraumfrei auf 13 mm dicker brennbarer Schicht mit BKZ 4.3 verlegt; – bis 1200 m²: Wärmedämmschicht mit BKZ 4.3 (nicht aus geschäumtem oder geschütteten Material); – bis 600 m²: Wärmedämmschicht mit BKZ 4.1, hohlraumfrei auf 13 mm dicker brennbarer Schicht mit BKZ 4.3 verlegt. <p>⁷⁾ Die Bedachung umfasst z.B. die Dachhaut, Wärmedämmung, Dampfsperre, Träger der Dachhaut u.ä.</p>		

Tab. 49: Anforderungen an Bedachungen (Fortsetzung Nr. 1)

Bedachungen – Anforderungen (Fortsetzung Nr. 2)	
<p>8) Prinzipieller Aufbau von Dächern nach DIN 18234-1 bei Dachneigung bis 20° (ohne Prüfung):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tragende Dachschale (Dachunterlage): Stahltrapezprofil; – Dampfsperre/Luftdichtigkeitsschicht: Aluminium-Verbundfolie (Dicke 0.12 mm) oder PE-Folie (Dicke ≤ 0.25 mm) der Baustoffklasse B2; – Wärmedämmstoff: Mineralfaserdämmstoff, Perlite-Dämmplatte, PF-oder PUR-Hartschaumplatten (Dicke ≥ 40 mm) etc.; – Dachabdichtung: nach DIN 4102-4. <p>9) Gemäss Bauordnungsrecht ist eine harte Bedachung gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig. Das Prüfverfahren erfolgt nach DIN 4102-7 Im Gegensatz dazu ist eine weiche Bedachung gegen Flugfeuer und strahlende Wärme nicht widerstandsfähig.</p> <p>10) Bis zur Hochhausgrenze.</p> <p>11) Flugfeuerbeständig nach ÖNORM B 3806 Anhang A.</p> <p>12) Oder gleichwertig.</p> <p>13) Es sind auch Holz oder Holzwerkstoffe der Klasse D gemäss EN 13986 zulässig.</p> <p>14) Auf allen in Massivbauweise hergestellten nicht hinterlüfteten Dachkonstruktionen sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E gemäss ÖNORM B 6000 zulässig.</p> <p>15) Es sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E gemäss ÖNORM B 6000 zulässig.</p> <p>16) Es sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E gemäss ÖNORM B 6000 zulässig, sofern die Flugfeuerbeständigkeit des Systems (Abdichtung und Dämmschicht) nachgewiesen wird.</p> <p>17) OIB-RL 2.1 Punkt 3.10.1 nennt keine konkreten Massnahmen. Möglich wären die unter M IndBauRL Abschnitt 5.11.1 aufgeführten Lösungen.</p>	

Tab. 49: Anforderungen an Bedachungen (Fortsetzung Nr. 2)

Nicht tragende Aussenwände Anforderungen			
Nation	K ⁹⁾	Kriterium	Anforderung
Schweiz	VKF	a) ≤ 3 Geschosse	Aussenschicht ¹⁾ : BKZ 4.2 ²⁾ Wärmedämmschicht: BKZ 4.1 ^{2) 3)}
		b) > 3 Geschosse	Aussenschicht ¹⁾ : BKZ 4.3 ^{2) 4)} od. 6.3 Wärmedämmschicht: BKZ 4.1 ⁵⁾ oder 5.1
Deutschland	DIN 4102-1	a) Grundfläche ≤ 2000 m ²	Oberflächen: B1 Bekleidungen: B1 Dämmstoffe: B1 Unterkonstruktion: B1 oder B2 ⁷⁾ Übrige: A oder B ⁸⁾
		b) Grundfläche > 2000 m ²	
		b1) 1 Geschoss	Gesamtsystem ¹⁰⁾ : B1
		b2) > 1 Geschoss	Gesamtsystem: A
		b3) > 1 Geschoss mit SPA	Gesamtsystem: B1
Österreich	EuroNorm	a) ≤ 14 m Wandhöhe	Gesamtsystem ¹⁰⁾ : C oder D ⁶⁾
		b) > 14 m Wandhöhe und 1 oberirdisches Geschoss	Gesamtsystem: B
		c) > 14 m Wandhöhe und > 1 oberirdische Geschosse	Gesamtsystem: A2

Tab. 50: Anforderungen an nicht tragende Aussenwände

Nicht tragende Aussenwände – Anforderungen (Fortsetzung)

- 1) Äusserste Schicht von Aussenwandverkleidungen.
- 2) Bei industriellen/gewerblichen Betrieben mit erhöhter Brandgefahr nicht zulässig.
- 3) Falls raumseitig hohlraumfrei abgedeckt.
- 4) Brennbare Verkleidungen sind nur zulässig, falls sie die Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigen. Es sind entsprechende Massnahmen zu treffen, wie
 - öffnungslose Fassaden,
 - feuerwiderstandsfähige Aussenwand,
 - Hintermauerung,
 - Begrenzung der brennbaren Flächen,
 - Sprinkleranlage (Vollschutz),
 - Schürzen,
 - etc.
- 5) Wenn beidseitig hohlraumfrei, aussenseitig nicht brennbar (0.5 mm dick) und raumseitig mindestens EI 30 abgedeckt.
- 6) Holz oder Holzwerkstoffe in Verbindung mit allfälligen Dämmstoffen der Euroklasse A2.
- 7) Falls eine Brandausbreitung auf und in den Aussenwänden und Aussenwandteilen ausreichend lang begrenzt ist.
- 8) Falls die Aussenwände als raumabschliessende Bauteile den Feuerwiderstand EI 30 aufweisen.
- 9) K = Klassierung des Brandverhaltens der Baustoffe (vgl. Kapitel 13.2).
- 10) Aus Deckschicht und Dämmschicht bestehend.

Tab. 50: Anforderungen an nicht tragende Aussenwände (Fortsetzung)

Erkenntnisse

Tabelle 49: Bedachungen

- In Bezug auf das Brandverhalten von Dächern sind die folgenden „Lastfälle“ zu unterscheiden:
 - Brandbeanspruchung von aussen durch Flugfeuer und Wärmestrahlung,
 - Brandbeanspruchung von innen bzw. von unten durch Brände in Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten.

Während die brandschutztechnischen Massnahmen bei einer Brandbeanspruchung von unten von der Grösse des Brandabschnittes oder Brandbekämpfungsabschnittes abhängen, besteht diese Abhängigkeit bei einer Brandbeanspruchung von aussen nicht.

Die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Bedachungen gegen Flugfeuer und strahlende Wärme erfolgt nach DIN 4102 Teil 7 bzw. ÖNORM B 3806 Anhang A. Der bauliche Brandschutz grossflächiger Dächer bei einer Brandbeanspruchung von unten wird nach DIN 18234 Teile 1 und 3 überprüft.

- Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern für Dachkonstruktionen jeglicher Art und Grösse entweder eine nicht brennbare oberste Schicht oder unter einer brennbaren obersten Schicht zumindest eine nicht brennbare Unterschicht mit der Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten.

MBO und M IndBauRL ermöglichen bei grossen Grenz- bzw. Gebäudeabstände (≥ 12 m bzw. ≥ 24 m), kleineren Gebäudehöhen (≤ 7 m) und kleineren Dachflächen (≤ 2500 m²)

weiche Bedachungen. Ansonsten sind harte Bedachungen aus nicht brennbaren Baustoffen oder nach DIN 18234 geprüfte Dachkonstruktionen erforderlich.

ÖNORM B 3806 schreibt für niedrigere Industriebauten (Geschosszahl ≤ 3 , Fluchtniveau ≤ 7 m) mit kleineren Dachflächen (≤ 3000 m²) eine Eindeckung mit nachgewiesener Flugfeuerbeständigkeit vor, falls eine Steildachkonstruktion realisiert wird und eine nicht brennbare oberste Schicht oder zumindest eine flugfeuerbeständige Abdichtung, falls solche Bauten mit Flachdächern ausgerüstet werden. Andernfalls benötigen die Dächer nicht brennbare oberste Schichten oder es sind nach DIN 18234 geprüfte Dachkonstruktionen zu verwenden.

- Für mehr als 2500 m² (M IndBauRL) bzw. mehr als 3000 m² (OIB-RL 2.1) grosse Dachflächen definieren M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Anforderungen, die bei einer Brandbeanspruchung von unten (Gebäudeinnern) eine Brandausbreitung innerhalb des Brandabschnittes bzw. Brandbekämpfungsabschnittes über die Dachkonstruktion behindern sollen.

Zusätzlich legt OIB-RL 2.1 auch für Unterdecken einschliesslich ihrer Aufhängungen Anforderungen fest, damit innerhalb von mehr als 3000 m² grossen Brandabschnitten eine Brandausbreitung durch die unter dem Dach gestaute heisse Rauchgasschicht begrenzt wird.

Die VKF-Brandschutzvorschriften kennen diesbezüglich keine Bestimmungen.

- Sowohl M IndBauRL Abschnitt 5.11.3 als auch OIB-RL 2.1 Punkt 3.10.2 fordern, dass im Bereich von Dachdurchdringungen konstruktive Massnahmen zu ergreifen sind, die eine Brandweiterleitung behindern.

In den VKF-Brandschutzvorschriften fehlen solche Festlegungen.

Tabelle 50: Nicht tragende Aussenwände

- Die VKF-Brandschutzvorschriften lassen bei Industriegebäuden mit normaler Brandgefahr bis zur Hochhausgrenze Holzfassaden zu. Ab 4 Geschossen sind jedoch bauliche oder technische Brandschutzmassnahmen zu ergreifen, so dass durch die brennbare Aussenwandverkleidung eine Brandausbreitung über mehrere Geschosse nicht begünstigt wird. Auch die Wärmedämmschichten dürfen brennbar sein (Brennbarkeitsgrad 4), müssen aber bei Gebäuden ab 4 Geschossen aussenseitig mindestens 0.5 mm dick nicht brennbar und raumseitig mindestens mit Feuerwiderstand EI 30 hohlraumfrei abgedeckt werden.
- MBO/M IndBauRL gestatten bei Industriebauten für Deck- und Dämmschichten von Aussenwänden keine Holzanwendungen (mindestens schwerentflammbare Baustoffe).
- Nach OIB-RL 2.1 dürfen bei Betriebsbauten mit einer Aussenwandhöhe von maximal 14 m die Aussenwände aus Holz und Holzwerkstoffen (Euroklasse D) erstellt werden. In solchen Fällen sind jedoch nicht brennbare Dämmstoffe zu verwenden (Euroklasse A2).

Bei mehr als 14 m hohen Aussenwänden müssen die Komponenten bzw. das Gesamtsystem von nicht tragenden Aussenwänden das Brandverhalten der Euroklasse B (eingeschossige Bauten) oder A2 (mehrgeschossige Gebäude) aufweisen.

6 Elemente des technischen Brandschutzes

6.1 Sprinkleranlagen

Allgemeines

- Bei industriellen Bauten können Sprinkleranlagen vorgesehen werden, falls
 - zulässige Flächen überschritten werden,
 - bei Tragkonstruktionen oder bei raumabschliessenden Bauteilen erforderliche Feuerwiderstände unterschritten werden,
 - schnell anlaufende Brände zu erwarten sind,
 - die Aktivierungsgefahr gross ist,
 - gefährliche Stoffe gelagert werden oder mit solchen umgegangen wird.
- Bezüglich der Komplexität und den Kosten einer Sprinkleranlage hat die Wasserversorgung einen massgebenden Einfluss. Deshalb setzt dieses Kapitel den Schwerpunkt auf die konzeptionelle Ausführung der Wasserversorgung. Themen, wie Art und Grösse von Sprinkleranlagen, hydraulische Bemessung, Pumpen und Armaturen, Anordnung von Sprinklern, Rohrleitungen, Alarmierungseinrichtungen, Energieversorgung etc. werden nicht untersucht.
- In der Schweiz basiert die SES-Richtlinie für Sprinkleranlagen auf den vom ehemaligen Brand-Verhütungs-Dienst für Industrie und Gewerbe (BVD) – heute: Schweizerisches Institut zur Förderung der Sicherheit; kurz: Sicherheitsinstitut – erlassenen Vorschriften. Ergänzend kamen im Laufe der Jahre ausgewählte Bestimmungen von ausländischen Regelwerken, insbesondere solche vom VdS, hinzu.
- Weil in Deutschland für die Auslegung und Installation von Sprinkleranlagen ein baurechtlich anerkanntes Vorschriftenwerk derzeit nicht existiert und DIN 14489 diesbezüglich keine Hilfe leistet, finden die VDS/CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen (VdS CEA 4001) häufige Anwendung.

Nichtsdestotrotz sind auch allfällige gesetzliche und behördliche Bestimmungen zu berücksichtigen.
- Die VDS/CEA-Richtlinien unterscheiden in Bezug auf den Schutzwert von Sprinkleranlagen drei Klassen, wobei nach Ansicht von Herrn Dr. Mehl, Sächsische Landesstelle für Bautechnik, nur Anlagen der Klasse 1 baurechtliche Forderungen bzw. diejenigen der Industriebaurichtlinie erfüllen (vgl. Schreiben von Herrn Dr. Mehl vom 10.11.2003). Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit auf Sprinkleranlagen der Klasse 2 (die gegenüber Klasse 1-Anlagen eine reduzierte Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Wasserversorgung besitzen) sowie Anlagen der Klasse 3 (die lediglich den Schutzwert von selbsttätigen Löschhilfesanlagen aufweisen) nicht eingegangen.

- Die Euro-Norm EN 12845 „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Automatische Sprinkleranlagen – Planung und Installation“ baut auf den CEA-Richtlinien 4001 auf.
- Die DIN EN 12845 ist im Weissdruck noch nicht freigegeben.
- Die TRVB S 127 ist derzeit in Überarbeitung, wobei die bestehende Richtlinie noch bis zu einer Neuauflage Gültigkeit hat.
- Es existiert eine Vielzahl an Gerätenormen, die deshalb nicht vollständig aufgezählt werden.
- In der Schweiz, in Deutschland und in Österreich werden Bauteile und Komponenten von Sprinkleranlagen auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen (CE-Kennzeichnung). Damit werden in Europa die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr geschaffen.

Sprinkleranlagen Rechtsgrundlagen				
Nation	Norm Richtlinie	Bezeichnung	Ausgabe	Typ^{*)}
Schweiz	BSR 19-03d	Sprinkleranlagen	2003	BR
	SES	Sprinkleranlagen – Planung, Einbau, Betrieb	2005	TR/FV
	SN EN 12259	Ortsfeste Löschanlagen – Bauteile für Sprinkler- und Sprühwasseranlagen, Teile 1ff	ab 1999	GN
Deutschland	DIN 14489	Sprinkleranlagen – Allgemeine Grundlagen	1985	BR
	VdS CEA 4001	Sprinkleranlagen – Planung und Einbau	2005	TR/FV
	DIN EN 12259	Ortsfeste Löschanlagen – Bauteile für Sprinkler- und Sprühwasseranlagen, Teile 1ff	ab 2001	GN
Österreich	TRVB S 127	Sprinkleranlagen	2001	TR
	TRVB S 127 Ü 2003	Sprinkleranlagen – Übergangsregelung 2003	2003	TR
	ÖNORM EN 12845	Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Automatische Sprinkleranlagen – Planung, Installation und Instandhaltung	ab 2004	TR
	ÖNORM EN 12259	Ortsfeste Löschanlagen – Bauteile für Sprinkler- und Sprühwasseranlagen, Teile 1ff	ab 2000	GN
^{*)} Legende zur Typisierung der Normen/Richtlinien: – BR: Norm/Richtlinie berücksichtigt baurechtliche und feuerwehrspezifische Anforderungen – TR: Technische Richtlinie für die Planung, die Installation und den Betrieb von Sprinkleranlagen – GN: Gerätenorm – FV: Norm/Richtlinie berücksichtigt feuerversicherungstechnische Anforderungen				

Tab. 51: Sprinkleranlagen: Rechtsgrundlagen

Sprinkleranlagen Anforderungen an die Wasserversorgung in der Schweiz				
Kriterien			Gefährdung	Zuverlässigkeit der Wasserversorgung ^{*)}
Personenzahl	Sachwerte (CHF)	Umweltgefahr		
> 100	> 50 Mio.	hoch	gross	sehr gut
≤ 100	≤ 50 Mio.	begrenzt	erhöht	gut
≤ 30	≤ 5 Mio.	gering	normal	genügend

^{*)} Auf Eigenversorgung basierende Wasserversorgungsanlagen werden in der Schweiz kaum gebaut.

Sehr gute öffentliche Wasserversorgung

- Ringnetz mit Fernmess- und Fernwirkanlage für den automatischen, verbrauchsabhängigen Wassernachschub aus Reservoir, eigenen Pumpwerken oder aus einem Verbundsystem; Fernbedienung zur Freigabe der Löschreserve. Stichleitungen ab dem Ringnetz zur Sprinkler-Station sind auf 150 m begrenzt.
- Beim Anschlusspunkt an die Ringleitung müssen die beiden Ringäste je 75% der verlangten Anschlussleistung erbringen.

Gute öffentliche Wasserversorgung

- Anforderungen an das Reservoir wie bei sehr guter Wasserversorgung.
- Anschluss entweder direkt mit Einzelstrang oder an ein Ringsystem, bei dem beide Äste zusammen die verlangte Anschlussleistung erbringen.

Genügende öffentliche Wasserversorgung

- Genügende, fernbedienbare Löschreserve mit ausreichender Zuleitung. Der Sprinklerwasserbedarf muss in jedem Fall vorhanden sein. Der Wasserbedarf für die Feuerwehr kann über einen unabhängigen Bezugsort erbracht werden.
- Für die Anzahl Pumpen und deren Antrieb gelten die entsprechenden Anforderungen wie für gute Wasserversorgungen.

Tab. 52: Sprinkleranlagen in der Schweiz: Anforderungen an die Wasserversorgung (SES; 2005, Tabelle 16)

Sprinkleranlagen Anforderungen an die Wasserversorgung in Deutschland (Klasse 1-Anlagen)					
Brandgefahr			zul. Sprinklerzahl insgesamt ⁴⁾	zul. Sprinklerzahl je Schutzabschnitt ⁵⁾	Art der Wasserversorgung ⁶⁾
OH ¹⁾	HHP ²⁾	HHS ³⁾			
X			1000	750	Art 2
	X		100		
		X	100		
X	X	X	5000	5000	Art 3
X	X	X	20000	20000	Art 4

¹⁾ Die Brandgefahrenklasse OH (Ordinary Hazard) umfasst industrielle Nutzungen, bei denen brennbare Materialien mit mittlerer Brandbelastung und mittlerer Brennbarkeit verarbeitet oder hergestellt werden.

²⁾ Die Brandgefahrenklasse HHP (High Hazard Production) umfasst industrielle Nutzungen mit Materialien die eine hohe Brandbelastung und hohe Brennbarkeit aufweisen und bei denen sich ein schnell ausbreitender oder heftiger Brand entwickeln kann.

³⁾ Die Brandgefahrenklasse HHS (High Hazard Storage) umfasst die Lagerung von Waren mit Lagerhöhen, welche diejenigen der Brandgefahrenklasse OH übersteigen.

Tab. 53: Sprinkleranlagen in Deutschland: Anforderungen an die Wasserversorgung (VdS, CEA; 2005, Tabelle 8.05)

SPA – Anforderungen an die Wasserversorgung in Deutschland (Fortsetzung)
<p>4) Exklusive Sprinkler in Hohlräumen.</p> <p>5) Die Schutzabschnitte müssen untereinander mindestens EI 30 abgetrennt sein. Sprinkler in Hohlräumen werden nicht mitgerechnet.</p> <p>6) Wasserversorgungsarten:</p> <p>Art 2: 1 unerschöpfliche Wasserquelle</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 Wasserleitungsnetz oder – 1 Pumpenanlage oder – 1 Hochbehälter. <p>Art 3: 1 unerschöpfliche Wasserquelle und 1 erschöpfliche Wasserquelle</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 Wasserleitungsnetz und 1 Druckluftwasserbehälter oder – gleichwertige Kombination. <p>Art 4: 2 unerschöpfliche Wasserquellen und 1 erschöpfliche Wasserquelle</p> <ul style="list-style-type: none"> – 2 Wasserleitungsnetze und 1 Druckluftwasserbehälter oder – gleichwertige Kombination oder – 3 Wasserquellen à 50 % und 1 erschöpfliche Wasserquelle (z.B. 3 Pumpenanlagen à 50 % und 1 Druckluftwasserbehälter). <p>Hinweis</p> <p>Die Brandgefahrenklasse LH (Light Hazard) umfasst ausschliesslich nichtindustrielle Nutzungen. Deshalb besitzen die Wasserversorgungen der 1. Art keine Relevanz.</p>

Tab. 53: Sprinkleranlagen in Deutschland: Anforderungen an die Wasserversorgung (VdS, CEA; 2005, Tabelle 8.05) (Fortsetzung)

Sprinkleranlagen					
Anforderungen an die Wasserversorgung in Österreich					
Brandgefahr			max. Schutzfläche	max. Sprinklerzahl	Art der Wasserversorgung⁴⁾
OH ¹⁾	HHP ²⁾	HHS ³⁾	m ²		
X			50000	7500	Art 1
	X	X	50000	7500	Art 2
X	X	X	100000	15000	Art 3
X	X	X	200000	30000	Art 4
<p>1) Die Brandgefahrenklasse OH (Ordinary Hazard) umfasst industrielle Nutzungen, bei denen brennbare Materialien mit mittlerer Brandbelastung und mittlerer Brennbarkeit verarbeitet oder hergestellt werden.</p> <p>2) Die Brandgefahrenklasse HHP (High Hazard Production) umfasst industrielle Nutzungen mit Materialien die eine hohe Brandbelastung und hohe Brennbarkeit aufweisen und bei denen sich ein schnell ausbreitender oder heftiger Brand entwickeln kann.</p> <p>3) Die Brandgefahrenklasse HHS (High Hazard Storage) umfasst die Lagerung von Waren mit Lagerhöhen, welche diejenige der Brandgefahrenklasse OH übersteigen.</p> <p>4) Wasserversorgungsarten:</p> <p>Art 1</p> <ul style="list-style-type: none"> – 2 einfache Wasserversorgungen, wobei 1 unerschöpflich sein muss oder – 1 einfache Wasserversorgung mit erhöhter Zuverlässigkeit. <p>Art 2</p> <ul style="list-style-type: none"> – 1 einfache Wasserversorgung mit erhöhter Zuverlässigkeit. 					

Tab. 54: Sprinkleranlagen in Österreich: Anforderungen an die Wasserversorgung (Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; 2001, Abschnitt 8.9)

SPA – Anforderungen an die Wasserversorgung in Österreich (Fortsetzung)
<p>Art 3</p> <ul style="list-style-type: none">– 2 einfache Wasserversorgungen mit erhöhter Zuverlässigkeit oder– öffentliches Wasserleitungsnetz mit 2 getrennten, von der öffentlichen Wasserleitung ins Gebäude führenden Versorgungsrohren.
<p>Art 4</p> <ul style="list-style-type: none">– 2 einfache, unabhängige und unerschöpfliche Wasserversorgungen (doppelte Wasserversorgung).
<p>Zulässige einfache Wasserversorgungen</p> <ul style="list-style-type: none">– öffentliches Wasserleitungsnetz (auch mit einer oder mehreren Druckerhöhungspumpen)– Druckluftwasserbehälter (nur für OH1-Anlagen)– Hochbehälter– Behälter mit einer oder mehreren Pumpen– unerschöpfliche Quelle mit einer oder mehreren Pumpen.
<p>Zulässige einfache Wasserversorgungen mit erhöhter Zuverlässigkeit</p> <ul style="list-style-type: none">– öffentliches Wasserleitungsnetz, das von zwei Seiten eingespeist wird, wobei jede Seite in der Lage ist, den Anforderungen an Druck und Durchflussmenge der Anlage alleine zu genügen; es muss von zwei oder mehreren Wasserquellen gespeist werden und darf an keinem Punkt von einer einzigen Hauptversorgungsleitung abhängig sein (auch mit mindestens zwei Druckerhöhungspumpen)– Hochbehälter ohne Druckerhöhungspumpen– Behälter mit zwei oder mehr Pumpen– unerschöpfliche Quelle mit zwei oder mehr Pumpen.

Tab. 54: Sprinkleranlagen in Österreich: Anforderungen an die Wasserversorgung (Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; 2001, Abschnitt 8.9) (Fortsetzung)

Erkenntnisse

- TRVB S 127 und ÖNORM EN 12845 bauen auf den CEA-Richtlinien auf:
 - Die Grundlage der TRVB S 127 Ausgabe 2001 bildet die CEA-Richtlinien 4001 Ausgabe 1995. Die TRVB S 127 ist ein Abdruck der CEA-Richtlinien mit Änderungen und Ergänzungen, welche die österreichischen Gegebenheiten berücksichtigen. TRVB S 127 Ü 2003 ergänzt und ersetzt einzelne Punkte der TRVB S 127 Ausgabe 2001.
 - Die aus der Euronorm EN 12845 entstandene ÖNORM EN 12845 Ausgabe 2004 ist neueren Datums. Beide bauen auch auf den CEA-Richtlinien 4001 auf. Trotzdem wurde die TRVB S 127 vom Österreichischen Bundesfeuerwehrverband nicht zurückgezogen und gilt bis zu einer Neuerscheinung.
 - Die VdS CEA-Richtlinien Ausgabe 2005 basieren auf den CEA-Richtlinien 4001 Ausgabe 1995.

Aus diesem Grunde gleichen sich Aufbau und Inhalt der VdS CEA-Richtlinien, der TRVB S 127 und der ÖNORM EN 12845.

- Hinsichtlich Umfang, Aufbau und Inhalt gibt es zwischen den VdS CEA-Richtlinien und der SES-Richtlinie grosse Unterschiede. Der Umfang der SES-Richtlinie ist wesentlich knapper gehalten.
- Die VdS CEA-Richtlinien unterscheiden bei den Sprinkleranlagen drei Klassen, wobei Klasse 3-Anlagen lediglich die Anforderungen von selbsttätigen Löschhilfeanlagen erfüllen. Die Klassifizierung richtet sich nach dem Schutzwert für Personen und Sachwerte, dem

Anwendungsbereich und der maximal möglichen Fläche des zu schützenden Bereiches. Die SES-Richtlinie, die TRVB S 127 und die CEA-Richtlinien definieren keine Klassen.

- Die Schweiz besitzt eine sehr gut ausgebaute, zuverlässige öffentliche Wasserversorgung. Deshalb werden Sprinkleranlagen vom öffentlichen Wasserleitungsnetz versorgt. Auf Eigenversorgung basierende Wasserversorgungsanlagen werden in erschlossenen Industrie- und Gewerbegebieten nicht gebaut.
- In Deutschland erfüllen nach fachkundiger Meinung nur Sprinkleranlagen der Klasse 1 die Anforderungen der Industriebaurichtlinie. Damit lassen sich bei
 - mittlerer Brandgefahr (OH) mit einer unerschöpflichen Wasserquelle (Wasserleitungsnetz oder Pumpenanlage oder Hochbehälter) bis ca. 6000 m² Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsfläche schützen.
 - hohen Brandgefahren (HHP, HHS) mit einer unerschöpflichen und einer erschöpflichen Wasserquelle bis ca. 30000 m² Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsfläche schützen.
 - hohen Brandgefahren (HHP, HHS) mit zwei unerschöpflichen und einer erschöpflichen Wasserquelle bis ca. 120000 m² Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsfläche schützen. Dies entspricht der nach M IndBauRL Abschnitt 7 maximal realisierbaren Grösse.

Bei hohen Brandgefahren (HHP, HHS) und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen (ab ca. 6000 m²) genügt also ein Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung als alleinige Massnahme nicht mehr. In solchen Fällen müssen zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen installiert werden.

- In Österreich lassen sich mit einer an ein zuverlässiges öffentliches Wassernetz angeschlossenen Sprinkleranlage (mit zwei getrennten, von der öffentlichen Wasserleitung ins Gebäude führenden Versorgungsrohren) maximal 100000 m² Schutzfläche realisieren.

6.2 Brandmeldeanlagen

Allgemeines

- Bei industriellen Gebäuden können Brandmeldeanlagen installiert werden, falls
 - zulässige Flächen überschritten werden,
 - langsam anlaufende Brände zu erwarten sind,
 - Brände schnell entdeckt und lokalisiert werden müssen,
 - Wasser als Löschmittel nicht verwendet werden darf,
 - bauliche und technische Brandschutzeinrichtungen oder gebäudetechnische Anlagen im Brandfall frühzeitig angesteuert und in Betrieb gesetzt werden müssen,
 - betroffene Personen und Interventionskräfte im Brandfall schnell alarmiert und informiert werden müssen.

- In der Schweiz basiert die SES-Richtlinie für Brandmeldeanlagen auf den vom ehemaligen Brand-Verhütungs-Dienst für Industrie und Gewerbe (BVD) – heute: Schweizerisches Institut zur Förderung der Sicherheit; kurz: Sicherheitsinstitut – erlassenen Ausführungsbestimmungen für den Bau und Betrieb von Brandmeldeanlagen. Ergänzend kamen im Laufe der Jahre ausgewählte Bestimmungen von ausländischen Regelwerken, insbesondere solche vom VdS hinzu.
- In Deutschland gilt die DIN 14675 zusammen mit den Normen der Reihe DIN EN 54 und DIN VDE 0833 Teil 2. Sofern entsprechende Normen der Reihe DIN EN 54 noch nicht verfügbar sind, sind die Festlegungen der nationalen Normen massgebend. DIN 14675 regelt den Aufbau und Betrieb, DIN VDE 0833 Teil 2 im Besonderen die Projektierung und Instandhaltung von Brandmeldeanlagen.
- In Österreich sind in Bezug auf die Projektierung die TRVB S 123 und hinsichtlich der Installation von Brandmeldeanlagen nebst der TRVB S 123 und den einschlägigen elektrotechnischen Richtlinien auch die VDE 0833 massgebend.
- In der Schweiz, Deutschland und Österreich müssen die Bestandteile von Brandmeldeanlagen auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen sein (Typenprüfbericht, Zulassung). Damit werden in Europa die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr geschaffen.

Brandmeldeanlagen Rechtsgrundlagen				
Nation	Norm Richtlinie	Bezeichnung	Ausgabe	Typ^{*)}
Schweiz	BSR 20-03d	Brandmeldeanlagen	2003	BR
	SES	Brandmeldeanlagen – Planung, Einbau, Betrieb	2005	TR/FV
	SN EN 54	Brandmeldeanlagen – Teile 1ff	2006	GN
Deutschland	DIN 14675	Brandmeldeanlagen – Aufbau und Betrieb	2003	BR
	DIN VDE 0833-2	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Teil 2: Festlegungen für BMA	2004	TR
	VdS 2095	VdS-Richtlinien für automatische Brand- meldeanlagen – Planung und Einbau	2004	TR/FV
	DIN EN 54	Brandmeldeanlagen – Teile 1ff	1996	GN
Österreich	TRVB S 123	Brandmeldeanlagen	2003	TR
	VDE 0833	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall	2004	TR
	ÖNORM EN 54	Brandmeldeanlagen – Teile 1ff	ab 1996	GN
^{*)} Legende zur Typisierung der Normen/Richtlinien: – BR: Norm/Richtlinie berücksichtigt baurechtliche und feuerwehrspezifische Anforderungen – TR: Technische Richtlinie für die Planung, die Installation und den Betrieb von Brandmeldeanlagen – GN: Gerätenorm – FV: Norm/Richtlinie berücksichtigt feuerversicherungstechnische Anforderungen				

Tab. 55: Brandmeldeanlagen: Rechtsgrundlagen

Brandmeldeanlagen Anforderungen an den Überwachungs-/Schutzumfang			
Nation	Kategorie	Umfang	Minimaler Umfangsbereich
Schweiz		Vollüberwachung	Gesamte Bauten
		Teilüberwachung	Fluchtwege und Räume mit erhöhtem Brandrisiko
Deutschland	1	Vollschutz	Alle Bereiche, in denen Brände entstehen können
	2	Teilschutz	Brandabschnitte mit den höchsten Risiken
	3	Schutz von Fluchtwegen	Flucht- und Rettungswege
	4	Einrichtungsschutz	Spezielle Funktionen, Ausrüstungen oder Bereiche mit hohem Risiko (i.d.R. nicht den gesamten Brandabschnitt umfassend)
Österreich		Vollschutz	Gesamte Objekt
		Brandabschnittsschutz Einrichtungsschutz • Lüftungsanlagen • Fluchtwege, Gänge	Mindestens ein Brandabschnitt In sich geschlossener Teilbereich eines Brandabschnittes

Tab. 56: Brandmeldeanlagen: Anforderungen an den Überwachungs-/Schutzumfang

Brandmeldeanlagen Anforderungen an die Alarmierung			
Nation	Brandmeldung extern (Fernalarm) ^{*)}	Brandmeldung intern	Störungsmeldung
Schweiz	Direkt an ständig besetzte, öffentl. Feuermeldestelle	An zuständige Personen	An ständig besetzte Stelle
Deutschland	An die zuständige Feuerwehr oder Hilfe leistenden Kräfte. Oder: An behördlich benannte Alarm auslösende Stelle	An Hilfe leistende Kräfte oder an die Gebäudebelegschaft	In DIN 14675 nicht geregelt
Österreich	An ständig besetzte öffentliche Brandmeldestelle. Oder: An die Betriebsfeuerwehr	An alle Personen im Gebäude und an mit der Feuerwehr unterwiesene und geschulte Personen sowie an das Sicherheitspersonal	An während der Betriebszeit ständig besetzte Brandmelderzentrale (≤ 1200 Melder). Oder: An ständig besetzte Brandmelderzentrale (> 1200 Melder). Oder: An ständig besetzte Stelle (Störmeldestelle K gemäss ÖNORM EN 54-1)
*) DIN 14675 unterscheidet zwischen dem Externalarm und dem Fernalarm. Der externe Alarm als lauter Alarm dient lediglich zum Hilferuf der anonymen Öffentlichkeit in der Umgebung des Gebäudes. Der Fernalarm dient der Alarmierung der zuständigen Feuerwehr oder der Hilfe leistenden Kräfte.			

Tab. 57: Brandmeldeanlagen: Anforderungen an die Alarmierung

Erkenntnisse

- Die an Brandmeldeanlagen zu stellenden Mindestanforderungen ergeben sich sowohl aus normativen Vorgaben, als auch aus bauordnungsrechtlichen, feuerwehrspezifischen und feuerversicherungstechnischen Auflagen und Bestimmungen.
- Die schweizerischen Richtlinien für Brandmeldeanlagen unterscheiden lediglich zwischen Voll- und Teilüberwachung. Die Überwachung von Einrichtungen und Brandabschnittsteilflächen ist nicht vorgesehen.
- In der Schweiz und in Österreich wird, im Gegensatz zu Deutschland, der Schutz- bzw. Überwachungsumfang von Brandmeldeanlagen nicht in Kategorien eingeteilt.
- Zur Alarmierung liefert die DIN 14675 lediglich informative Angaben (Anhang H). Die Alarmarten und die Alarmierungseinrichtungen sind stets mit den zuständigen Stellen festzulegen.
- Die SES-Richtlinie und die VKF-Richtlinie über Brandmeldeanlagen sind in ihrem Umfang knapp gehalten und regeln nur das Wesentliche. DIN 14675 bzw. TRVB S 123 in Verbindung mit VDE 0833 machen detaillierte Festlegungen, sind dadurch aber auch viel umfangreicher und in der Handhabung aufwändiger.
- Beim Aufbau und Betrieb, sowie bei der Planung, Installation, Wartung und Instandsetzung von Brandmeldeanlagen sind keine Unterschiede feststellbar, die die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit von Gebäuden merklich beeinflussen würden.

6.3 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Allgemeines

- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) helfen in Industriebauten:
 - den Gebäudebenützern, sich via Fluchtwege in Sicherheit zu bringen;
 - den Rettungskräften, Personen und Tiere zu retten;
 - der Feuerwehr, einen Brand wirksam zu bekämpfen;
 - die Brandbeanspruchung von Baukonstruktionen zu vermindern;
 - Brandfolgeschäden durch Brandgase und thermische Zersetzungsprodukte herabzusetzen;
 - Sachwerte und Einrichtungen vor Brandwirkung zu schützen.

Aufgrund der grossen Raumhöhen ist es in industriellen Bauten der Gebäudebelegschaft im Allgemeinen möglich, sich auch ohne RWA auf den Fluchtwegen in Sicherheit zu bringen. Hingegen lassen sich im deutschen und österreichischen Industriebau mit Hilfe von objektbezogen dimensionierten und in Bezug auf ihre Wirksamkeit nachgewiesenen RWA Flucht- und Rettungsweglängen realisieren, welche die normativen Vorgaben übersteigen.

- In Produktions- und Lagerräumen von industriellen Gebäuden werden natürliche und eher seltener mechanische RWA installiert. Druckbelüftungsanlagen finden kaum Anwendung. Mechanische RWA, Druckbelüftungsanlagen und RWA von Treppenhäusern werden nicht betrachtet.
- Zur Rauch- und Wärmeableitung in Industriebauten gibt es die folgenden Einrichtungen:
 - **Entrauchungsöffnungen** im Sinne der VKF-Brandschutzvorschriften sind direkt ins Freie führende Wand- und Deckenöffnungen, welche unter anderem der Feuerwehr den Einsatz von Brandlüftern ermöglichen (ohne konkrete technische Anforderungen).
 - **Rauch- und Wärmeabzugsanlagen** sind fest installierte, Rauch und Wärme kontrolliert ins Freie abführende Einrichtungen, die konkrete technische Anforderungen erfüllen und schutzzielbasiert dimensioniert werden.
- Bei der schutzzielbasierten Dimensionierung von RWA wird in der Regel eine raucharmer Schicht rechnerisch nachgewiesen. Für Standardfälle kann der Nachweis mit normierten Bemessungshilfen (z.B. DIN 18232-2) durchgeführt werden. Ansonsten kommen die Rechenverfahren nach den Methoden des Brandschutzingenieurwesens zur Anwendung.
- In der Schweiz gibt es bis heute für die Bemessung und Ausführung von RWA kein Vorschriftenwerk. In BSR 22-03d Ziffer 5 wird lediglich festgehalten, dass bei erforderlichem rechnerischem Nachweis der Wirksamkeit einer RWA
 - das Verfahren und die Parameter mit der Brandschutzbehörde vorgängig festzulegen sind.
 - anerkannte Berechnungsmethoden zu verwenden sind, wobei über deren Anerkennung die Technische Kommission der VKF entscheidet.Häufig werden RWA nach den Normen der Reihe DIN 18232 bemessen und eingebaut oder die Dimensionierung erfolgt mit Hilfe der Methoden des Brandschutzingenieurwesens.
- Weil die Bemühungen um die Einführung einer europäischen Norm für die Bemessung von natürlichen und mechanischen Rauchabzugsanlagen (EN 12101-5) gescheitert sind, werden für deren Projektierung und Dimensionierung auch in Zukunft nationale Normen Anwendung finden.
- In Deutschland und in Österreich müssen Bauteile und Systeme von RWA auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen sein (CE-Kennzeichnung), so dass die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr gegeben sind.

Die Gerätenormen bzw. Produktvorschriften der Reihe SN EN 12101 sind im VKF-Verzeichnis „Weitere Bestimmungen“ aufgeführt. Damit erlangen diese die Bedeutung von Anwendungsvorschriften, welche nebst den VKF-Brandschutzvorschriften zu beachten sind. Weil die VKF-Brandschutzrichtlinie „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ auf Anforderungen an Bauteile und Systeme von RWA sowie auf die Qualifizierung von Errichterfirmen für RWA nicht eingeht und es im Übrigen für die Bemessung und Installation von RWA derzeit kein Vorschriftenwerk gibt, kommt den Produktvorschriften in der schweizerischen Brandschutzpraxis noch keine durchschlagende Bedeutung zu.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen Rechtsgrundlagen				
Nation	Norm Richtlinie	Bezeichnung	Ausgabe	Typ^{*)}
Schweiz	BSR 22-03d	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	2003	BR
	SN EN 12101	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teile 1ff	ab 2002	GN
Deutschland	M IndBauRL	Muster-Industriebaurichtlinie, Abschnitt 5.6 „Rauchabzug“	2000	BR
	DIN 18232	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teile 1ff	ab 2002	TR/GN
	VdS CEA 4020	Natürliche Rauch- und Wärmeabzugs- anlagen (NRA): Planung und Einbau	2003	FV
	DIN EN 12101	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teile 1ff	ab 2002	GN
Österreich	OIB-RL 2.1	Brandschutz bei Betriebsbauten, Punkt 3.7 „Rauch- und Wärmeabzug“	2007	BR
	TRVB S 125	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	1997	TR
	ÖNORM EN 12101	Rauch- und Wärmefreihaltung – Teile 1ff	ab 2002	GN

^{*)} Legende zur Typisierung der Normen/Richtlinien:
 – BR: Norm/Richtlinie berücksichtigt baurechtliche und feuerwehrspezifische Anforderungen
 – TR: Technische Richtlinie für die Planung, die Installation und den Betrieb von RWA
 – GN: Gerätenorm
 – FV: Norm/Richtlinie berücksichtigt feuerversicherungstechnische Anforderungen

Tab. 58: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: Rechtsgrundlagen

Bemerkung

Tabelle 58 enthält in Bezug auf die Entrauchung die öffentlich-rechtlichen (baurechtlichen) Mindestanforderungen. In privatrechtlicher Hinsicht bzw. aus Gründen der Betriebssicherheit mag es sinnvoll oder gar erforderlich sein, die Rauch- und Wärmeabzugsanlagen grosszügiger zu dimensionieren.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen Anforderungen an die Flächen von Entrauchungsöffnungen und an die Öffnungsflächen von natürlichen RWA in Produktions- und Lagerräumen									
Nation	Kriterium 1			Kriterium 2		Kriterium 3		Kriterium 4	
	K1.1	K1.2	K1.3	K2.1	K2.2	K3.1	K3.2	K4.1	K4.2
Schweiz	Brandbelastung $\leq 250 \text{ MJ/m}^2$	BAF ¹⁾ $\leq 600 \text{ m}^2$ ohne SPA	BAF $\leq 1200 \text{ m}^2$ mit SPA	BAF $\leq 1200 \text{ m}^2$ ohne SPA	BAF $\leq 2400 \text{ m}^2$ mit SPA	BAF $\leq 2400 \text{ m}^2$ ohne SPA	BAF $\leq 4800 \text{ m}^2$ mit SPA	BAF $> 2400 \text{ m}^2$ ohne SPA	BAF $> 4800 \text{ m}^2$ mit SPA
	keine Anforderungen			Türen, Tore, Fenster, etc. ⁴⁾		1 % Abluft ³⁾ 1 % Zuluft ³⁾		Nachweis ⁶⁾ Schutzziel: Nutzungsbezogen	
Deutschland	K1.1	K1.2	GF $\leq 1600 \text{ m}^2$ ohne SPA		GF $> 1600 \text{ m}^2$ ohne SPA		GF $> 1600 \text{ m}^2$ mit SPA		
	GF ²⁾ $\leq 200 \text{ m}^2$ ohne SPA	GF $\leq 1600 \text{ m}^2$ mit SPA							
	keine Anforderungen			2 % ³⁾		Nachweis ⁵⁾ Schutzziel: Wirksame Brandbekämpfung		0.5 % ⁷⁾ oder Lüftungsanlage ⁸⁾	
Österreich	GF ⁴⁾ $\leq 200 \text{ m}^2$			GF $\leq 1200 \text{ m}^2$		GF $> 1200 \text{ m}^2$		GF $> 1800 \text{ m}^2$	
	keine Anforderungen			2 % ³⁾		Nachweis ⁹⁾ Schutzziel: Wirksame Brandbekämpfung		Nachweis ¹⁰⁾ Schutzziel: Verzögerung Brandausbreitung	

Legende

- Keine oder keine konkreten Anforderungen an die Rauch- und Wärmeableitung
- Entrauchungsöffnungen (ohne konkreten technischen Anforderungen)
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (mit konkreten technischen Anforderungen)

¹⁾ BAF = Brandabschnittsfläche
²⁾ GF = Grundfläche des Produktions- oder Lagerraumes
³⁾ Manuell öffnbare Wand- und /oder Deckenöffnungen mit einer freien geometrischen Lüftungsfläche in % der Brandabschnittsfläche bzw. Grundfläche des Raumes.
⁴⁾ Bedingung: Nicht allseitig geschlossene Brandabschnitte
⁵⁾ Es ist nachzuweisen, dass für jede zur Brandbekämpfung erforderliche Ebene eine raucharme Schicht vorhanden ist, die mindestens 2.5 m über dem Fussboden liegt. Die Einrichtungen zur Rauchableitung müssen die technischen Anforderungen an Rauchabzugsanlagen erfüllen. Sie müssen automatisch auslösen und von Hand in Betrieb gesetzt werden können.

Tab. 59: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: Anforderungen an die Flächen von Entrauchungsöffnungen und an die Öffnungsflächen von natürlichen RWA in Produktions- und Lagerräumen

RWA – Anforderungen an die Öffnungsflächen (Fortsetzung)

⁶⁾ Die RWA muss von einem im Brandfall sicheren Ort manuell bedient werden können. Je nach Brandschutzkonzept kann die Brandschutzbehörde verlangen, dass die Inbetriebsetzung der RWA zusätzlich automatisch erfolgt.

⁷⁾ Auf die Raumfläche bezogene aerodynamisch wirksame Rauchabzugsfläche. Dabei wird das Folgende unterstellt (Mayr, J.; Battran, L.; 2007, Kap. 9.2):

- Es sind Zuluftöffnungen in mindestens gleicher Grössenordnung wie die Rauchabzugsfläche vorhanden.
- Die Zuluftöffnungen müssen manuell ohne Gewaltanwendung offenbar sein (eine automatische Öffnung ist nicht erforderlich).

⁸⁾ Anstelle von Rauchabzugsanlagen können Lüftungsanlagen verwendet werden, wenn diese so gesteuert werden, dass sie im Brandfall nur entlüften (Kaltentrauchung). Diese Lüftungsanlagen müssen hinsichtlich ihrer Ventilatoren nicht für den Brandfall ausgelegt sein.

⁹⁾ Es ist in Bodennähe eine rauchfreie Schicht nachzuweisen, die die Durchführung eines wirkungsvollen Feuerwehreinsatzes ermöglicht. Die Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeabfuhr müssen den technischen Anforderungen an RWA erfüllen und entsprechend einer anerkannten Richtlinie ausgeführt werden. Die RWA muss automatisch auslösen (z.B. thermische Einzelauslösung) sowie von einer im Brandfall sicheren Stelle eine zentrale manuelle Auslösung durch die Feuerwehr ermöglichen.

¹⁰⁾ Es ist eine ausreichende Rauch- und Wärmeableitung zur Verzögerung der Brandausbreitung nachzuweisen. Die Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeabfuhr müssen die technischen Anforderungen an RWA erfüllen und entsprechend einer anerkannten Richtlinie ausgeführt werden. Die RWA muss durch rauch- oder temperaturempfindliche Elemente automatisch auslösen.

Bemerkung

Nach M IndBauRL Abschnitt 6 bemessene Industriebauten ohne Sprinkleranlagen benötigen in den folgenden Fällen mindestens 5 % Wärmeabzugsflächen im Sinne von DIN 18230-1 Abschnitt 8.2:

- a) erdgeschossige Gebäude mit tragenden und aussteifenden Bauteilen ohne Feuerwiderstand,
- b) zweigeschossige Gebäude mit tragenden und aussteifenden Bauteilen der Feuerwiderstandsklassen F 30/F 60,
- c) dreigeschossige Gebäude mit tragenden und aussteifenden Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse F 60.

Tab. 59: Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: Anforderungen an die Flächen von Entrauchungsöffnungen und an die Öffnungsflächen von natürlichen RWA in Produktions- und Lagerräumen (Fortsetzung)

Erkenntnisse

- RWA mit konkreten technischen Anforderungen sind in den folgenden Fällen erforderlich:
 - BSR 22-03d: Bei mehr als 2400 m² (ohne SPA) bzw. 4800 m² (mit SPA) grossen Brandabschnitten.
 - M IndBauRL: Bei mehr als 1600 m² grossen Räumen.
 - OIB-RL 2.1: Bei mehr als 1200 m² grossen Räumen.
- Gemäss M IndBauRL und OIB-RL 2.1 muss für Räume ab 200 m² bis 1600 m² (M IndBauRL) bzw. für Räume ab 200 m² bis 1200 m² (OIB-RL 2.1) nicht für eine Rauch Freihaltung während des Brandes, sondern lediglich für eine Rauchabfuhr nach dem Brandereignis gesorgt werden, wofür die dazu benötigte Zeit nicht relevant ist. Deshalb spielt weder die Art und Höhenlage der ins Freie führenden Öffnungen eine Rolle, noch wird zwischen Zu- und Abluftöffnungen unterschieden.

Nach BSR 22-03d trifft das Gleiche für bis zu 1200 m² (ohne SPA) bzw. 2400 m² (mit SPA) grosse Brandabschnitte zu, wobei die Fläche der Öffnungen nicht spezifiziert wird. Erst für bis zu 2400 m² (ohne SPA) bzw. 4800 m² (mit SPA) grosse Brandabschnitte wird eine Öffnungsfläche von 2% gefordert, und zwar mit der Festlegung, dass die Öffnungen zur Abfuhr von Rauch und Wärme (1%) gleichmässig verteilt in der Dachzone oder im Deckenbereich der Aussenwände und die Nachströmöffnungen (1%) in Bodennähe anzuordnen sind.

- M IndBauRL fordert, dass die Wirksamkeit von natürlichen RWA nur für Räume nachgewiesen werden muss, deren Fläche die Grösse der Regelbrandabschnitte gemäss MBO (1600 m²) überschreiten. Dabei ist eine rauchfreie Schicht nachzuweisen, die die Durchführung eines wirkungsvollen Feuerwehreinsatzes ermöglicht. Dieselbe Schutzzieldefinition legt OIB-RL 2.1 für zwischen 1200 m² und 1800 m² grosse Produktions- und Lagerräume fest. Beträgt die Fläche mehr als 1800 m² so muss nach OIB-RL 2.1 mit der RWA eine Verzögerung der Brandausbreitung erwirkt werden.

Die VKF-Brandschutzvorschriften verlangen erst für mehr als 2400 m² (ohne SPA) bzw. mehr als 4800 m² (mit SPA) grosse Brandabschnitte eine nutzungsbezogen dimensionierte RWA.

- OIB-RL 2.1 berücksichtigt die Wirkung von Sprinkleranlagen bei mit dem vereinfachten Verfahren dimensionierten Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung nicht. Erst bei Produktions- oder Lagerräume mit mehr 1200 m² Grundfläche kann die Schutzwirkung von Sprinkleranlagen bedeutsam werden, indem diese bei der schutzzielorientierten Bemessung der RWA berücksichtigt wird.

Werden Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung gemäss BSR 22-03d mit dem vereinfachten Verfahren festgelegt, was bei mit Sprinkleranlagen ausgerüsteten Industriebauten für bis zu 4800 m² grosse Brandabschnittsflächen möglich ist, so bewirken automatische Löschanlagen wie folgt eine Reduktion des Anforderungsniveaus:

Mit automatischen Löschanlagen sind die zulässigen Brandabschnittsflächen bei denen keine Massnahmen für die Rauch- und Wärmeableitung getroffen, nur Entrauchungsöffnungen installiert oder dimensionierte RWA gebaut werden müssen gegenüber Objekten ohne Sprinkleranlage doppelt so gross. Bei mehr als 4800 m² grossen Brandabschnitten kann die Schutzwirkung von Sprinkleranlagen im nutzungsbezogenen Rauch- und Wärmeabzugskonzept berücksichtigt werden.

M IndBauRL honoriert Sprinkleranlagen, indem für beliebig grosse Produktions- oder Lagerräume die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche von RWA pauschal auf 0.5% der Raumfläche begrenzt wird. Anstelle von RWA können Lüftungsanlagen verwendet werden, welche nicht für den Brandfall ausgelegt zu sein brauchen (Kaltentrauchung). So oder so muss ein schutzzielbezogener Nachweis nicht erbracht werden.

- Nach BSR 22-03d und OIB-RL 2.1 ist in gesprinklerten Produktions- oder Lagerräumen eine Kaltentrauchung – also eine Entrauchung von kontrollierten oder gelöschten Bränden – mit Hilfe von Lüftungsanlagen nicht möglich.
- Gemäss BSR 22-03d benötigen Gebäude mit industriellen Nutzungen, welche eine Brandbelastung von 250 MJ/m² (ca. 70 kWh/m²) oder weniger aufweisen, auch bei beliebig grossen Brandabschnittsflächen keine Einrichtungen zur Ableitung von Rauch- und Wärme.

Teil III Bewertung

7 Brandschutzphilosophien

Aus den vergleichenden Betrachtungen der vorangehenden Kapitel werden im Folgenden die Grundsätze und Schwerpunkte sowie das Anforderungsniveau des in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich definierten baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes hergeleitet (Brandschutzphilosophie).

7.1 Schutzziele im Brandschutzwesen

Die EU-Bauproduktenrichtlinie definiert in Bezug auf Bauprodukte die wesentlichen Anforderungen „Brandschutz“. Weil die Schweiz, Deutschland und Österreich die EU-Bauproduktenrichtlinie in ihre nationalen Gesetze übernommen haben, müssen folglich die Schutzziele im Brandschutzwesen inhaltlich übereinstimmen. Bis auf einige unterschiedlich gehaltene Präzisierungen trifft dies zu.

In der Schweiz und in Deutschland wird auch dem Tierschutz eine Wichtigkeit beigemessen, was bei der bau- und brandschutztechnischen Gestaltung von landwirtschaftlichen Gebäuden, nicht aber von industriellen Bauten, Auswirkung haben könnte.

7.2 Baulicher Brandschutz

A) Grundsätze bei der Festlegung von Schutzabständen

In brandschutztechnischer Hinsicht richten sich die Gebäudeabstände in der Schweiz nach der Beschaffenheit der äussersten Fassade, in Deutschland nach der Materialisierung der Bedachung und in Österreich nach der Höhe der Aussenwand.

Weiche Bedachungen, die dem Flugfeuer und der strahlenden Wärme im Sinne des Prüfverfahrens nach DIN 4102-7 nicht widerstehen, sind von den VKF-Brandschutzvorschriften und von OIB-RL 2.1 nicht zugelassen, so dass die Bedachungsart in der Schweiz und in Österreich kein Kriterium für die Festlegung der Gebäudeabstände sein kann. In der Schweiz wären aufgrund des knappen und hochpreislichen Baulandangebotes die für weiche Bedachungen erforderlichen grossen Gebäudeabstände (24 m nach MBO) kaum realisierbar.

B) Grundsätze bei der Bestimmung der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen

Tragwerke

Nach den VKF-Brandschutzvorschriften (BSR 14-03d Tabellen 1 und 2) hängt der Feuerwiderstand von Tragwerken mehrgeschossiger industrieller Gebäude von der Anzahl Geschosse und von der Brandbelastung ab. Hinsichtlich der Brandbelastung ist entscheidend, ob diese weniger oder mehr als 1000 MJ/m^2 beträgt. Bei zweigeschossigen Gebäuden beeinflusst zusätzlich die Bruttogeschossfläche den Feuerwiderstand des Tragwerkes, wobei es eine Rolle spielt, ob diese weniger oder mehr als 1200 m^2 gross ist.

Eingeschossige Gebäude benötigen in der Schweiz grundsätzlich keinen Feuerwiderstand.

Die Festlegung der VKF-Brandschutzvorschriften, für beliebig grosse eingeschossige Industriebauten Tragwerkskonstruktionen ohne Feuerwiderstandsanforderung zuzulassen fusst auf den Erfahrungen, dass

- die Sanierung von eingeschossigen, meist in Leichtbauweise erstellten Industriehallen nach Brandereignissen, bei denen die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen zu tragen kommt, teurer ist, als ein Ersatz;
- die Dachflächen von den Feuerwehren nicht gegangen werden;
- die vorgeschriebenen, relativ kurzen Flucht- und Rettungswege es den im Gebäudeinneren operierenden Einsatzkräften ermöglichen, sich genügend schnell in Sicherheit zu begeben.

Damit sollen für den Fall eines möglichen Totalschadens keine nicht mehr sicherheitsrelevanten und damit überzogenen Anforderungen an die Tragfähigkeit der Konstruktion gestellt werden.

Beim Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 hängt der Feuerwiderstand des Tragwerkes in hohem Masse von der Brandbelastung q_R ab ($\text{erf } t_F = q_R \cdot c \cdot w \cdot \gamma \cdot \alpha_L$). Wird die mobile Brandbelastung kleiner oder grösser gewählt, so reduziert oder erhöht sich die Feuerwiderstandsklasse entsprechend.

Nach den VKF-Brandschutzvorschriften gehen Galerien und Emporen grundsätzlich nicht in die Zählweise der Geschosse ein. M IndBauRL und OIB-RL 2.1 erachten Galerien und Emporen innerhalb eines Raumes als Geschosse, wenn deren Gesamtfläche die Hälfte der Raumfläche übersteigt. Besteht zudem zwischen den Unter- und Obergeschossen keine brandschutztechnisch einwandfreie bauliche Trennung, so sind laut M IndBauRL die unterirdischen Geschosse zu den über Terrain liegenden Geschossen hinzuzuzählen (in der Schweiz und in Österreich zählen nur die oberirdischen Geschosse).

Da sowohl bei den VKF-Brandschutzvorschriften, als auch bei M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die Geschosszahl unter anderem als Kriterium für die Festlegung der Feuerwiderstandsklasse von Tragwerken dient, kann diese Betrachtungsweise in Deutschland und in Österreich bei Tragwerken von oberirdischen Geschossen zu entsprechend höheren Feuerwiderstandsanforderungen führen.

Brandwände

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern bei Bauten mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$ oder mit mehr als 3 Geschossen Brandwände (Brandmauern) mit einer Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten. Brandwände werden nicht zur Trennung von Brandabschnitten vorgeschrieben, sondern zur Unterteilung von ausgedehnten Gebäuden, zur Abgrenzung unterschiedlicher Gefahrenbereiche oder als Abschluss von Gebäuden bei ungenügenden Schutzabständen.

Dagegen verwenden M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Brandwände mit der Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten zur Begrenzung von Brandabschnittsflächen (M IndBauRL) bzw. zur Begrenzung von zulässigen Geschossflächen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1).

Brandabschnitte begrenzende Bauteile nach den VKF-Brandschutzvorschriften

Die VKF-Brandschutzvorschriften stellen an brandabschnittsbildende Wände in Bezug auf die Feuerwiderstandsdauer, die Standfestigkeit und die konstruktive Ausführung der Anschlüsse an die umgebenden Bauteile weit geringere Anforderungen als an Brandmauern.

Von der Brandabschnittsgrösse unabhängig fordern die VKF-Brandschutzvorschriften für brandabschnittsbildende Wände und Decken den gleichen Feuerwiderstand wie für das Tragwerk, mindestens aber REI 30 bzw. EI 30. Die Festlegung der Feuerwiderstandsklassen erfolgt nach BSR 15-03d Tabellen 1 und 2 in Abhängigkeit der Geschosshöhe und der Brandbelastung (wobei lediglich entscheidend ist, ob diese mehr oder weniger als 1000 MJ/m^2 beträgt).

Brandabschnitte begrenzende Bauteile nach M IndBauRL Abschnitt 6

Prinzipiell ist die Feuerwiderstandsklasse von den die Brandabschnitte begrenzenden Bauteilen aus den Regelungen der MBO ableitbar. Danach benötigen viergeschossige Gebäude mit einer zusammenhängenden Brandabschnittsfläche von 1600 m^2 eine Tragkonstruktion der Feuerwiderstandsklasse R 90. Bei Industriebauten können die Feuerwiderstandsanforderungen der MBO reduziert werden, falls diese mit verkleinerten Brandabschnittsflächen, geringerer Geschosshöhe und/oder Investitionen in die brandschutztechnische Infrastruktur kompensiert werden.

Wände, die Brandabschnitte voneinander trennen, sind als innere Brandwände der Feuerwiderstandsklasse REI 90 auszuführen.

Brandbekämpfungsabschnitte begrenzende Bauteile nach M IndBauRL Abschnitt 7

Durch einen Nachweis mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 kann bei Bauteilen von Brandbekämpfungsabschnitten – gegenüber einer Festlegung der Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile nach M IndBauRL Abschnitt 6 – eine Reduktion der Feuerwiderstandsanforderung erwirkt werden, jedoch nur bei Objekten mit geringer Brandbelastung.

Bei Bauteilen, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken sowie bei solchen, die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen, darf die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F nach DIN 18230-1 nicht kleiner als die äquivalente Brand-

dauer t_{a} sein (erf $t_{\text{F}} \geq t_{\text{a}}$). Deshalb muss für den Sicherheitsbeiwert γ und den Zusatzbeiwert α_{L} das Folgende gelten: $\gamma \cdot \alpha_{\text{L}} \geq 1.0$.

Diese Bedingung bedeutet, dass

- bei eingeschossigen Gebäuden mit kleineren Brandbekämpfungsabschnitten ($\leq 2500 \text{ m}^2$) Brandmeldeanlagen in ihrer Schutzwirkung nicht berücksichtigt werden dürfen ($\gamma \cdot \alpha_{\text{L}} \leq 1.0$);
- die Schutzwirkung von Brandmeldeanlagen nur bei grösseren Brandbekämpfungsabschnitten (ab 10000 m^2) greift ($\gamma \cdot \alpha_{\text{L}} \geq 1$);
- Sprinkleranlagen bei der Bestimmung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer bzw. der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen keinesfalls angerechnet werden dürfen ($\gamma \cdot \alpha_{\text{L}} \leq 1.0$);
- bei Vorhandensein einer Sprinkleranlage erhöhte, von der Fläche und Geschosszahl abhängige Risiken nicht hinzugerechnet werden ($\gamma \cdot \alpha_{\text{L}} \leq 1.0$).

Damit ist eine doppelte Anrechnung – also eine Berücksichtigung sowohl bei der Festlegung der zulässigen Geschossfläche als auch bei der Bestimmung der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen – von Massnahmen der brandschutztechnischen Infrastruktur nicht erlaubt und es wird erreicht, dass bei unwirksamen oder ausbleibenden Löschmassnahmen durch eine Sprinkleranlage oder durch die Werkfeuerwehr der benachbarte Brandbekämpfungsabschnitt erhalten bleibt.

Bei erdgeschossigen Industriebauten kommen Bauteile von Brandbekämpfungsabschnitten auch ohne Bemessung aus, falls die Bauten den Anforderungen von M IndBauRL Abschnitt 7.6.2 entsprechen. Dies gilt jedoch nicht für Bauteile zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten und für Bauteile, die diese trennenden Bauteile unterstützen und aussteifen.

Wände, die Brandbekämpfungsabschnitte voneinander trennen, haben der Ausführungsqualität von (inneren) Brandwänden zu entsprechen.

Hauptbrandabschnitte begrenzende Bauteile nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1

Hauptbrandabschnitte werden mit Brandwänden des Feuerwiderstandes REI 90 bzw. EI 90 abgetrennt. Anstelle von Brandwänden genügen brandabschnittsbildende Wände der Feuerwiderstandsklasse REI 90 bzw. EI 90, sofern in oberirdischen Geschossen ausschliesslich Brandabschnitte von jeweils nicht mehr als 1200 m^2 vorhanden sind. Bei brandabschnittsbildenden Wänden sind die Dachanschlüsse konstruktiv einfacher auszubilden als bei Brandwänden.

Dachkonstruktionen

Die VKF-Brandschutzvorschriften stellen sowohl an den Feuerwiderstand von Tragwerken eingeschossiger Bauten und von Tragwerken der obersten Geschosse mehrgeschossiger Bauten als auch an das Tragwerk von Dachkonstruktionen keine Anforderungen.

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 fordern für das Haupttragwerk bzw. die Primärkonstruktion von Dächern Feuerwiderstände. Nur bei Industriebauten mit hinreichend kleinen (Haupt)Brand-

abschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten oder Brandbelastungen wird auf eine Feuerwiderstandsanforderung verzichtet.

Die folgenden, aus Sicht der VKF-Brandschutzvorschriften jedoch nicht relevanten Gründe rechtfertigen feuerwiderstandsfähige Dachkonstruktionen:

- Im Industriebau sind die Geschossflächen üblicherweise gross.
- Der Einsturz der Dachkonstruktion stellt insbesondere wegen den durch die Feuerwehr zu bewerkstellenden Innenangriffen ein zu beachtendes Risiko dar.
- Bei grossen Dachflächen können Feuerwehreinsätze auch vom Dach her statt finden.

Abschlüsse und Abschottungen

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen für Abschlüsse und Abschottungen eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten fest.

Nach den deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften müssen Brandschutzabschlüsse und Abschottungen grundsätzlich die Feuerwiderstandsklasse der sie umgebenden Bauteile übernehmen, weil davon ausgegangen wird, dass diese im Brandfall durch die Feuerwehr kaum zu kontrollieren sind.

Von diesen grundsätzlichen Festlegungen wird nur in wenigen Fällen abgewichen, wie bei in Brandmauern eingelassenen Abschottungssystemen (Schweiz), bei Abschlüssen in Treppenhäuswänden (Deutschland) oder bei Abschlüssen für begrenzte Öffnungsflächen in Bauten mit angemessenem Gefährdungspotential (Österreich).

In Bezug auf die Feuerwiderstandsfähigkeit von Abschlüssen und Abschottungen liegt damit das Anforderungsniveau in der Schweiz tiefer als in Deutschland und in Österreich.

Mit der Einführung von neuen VKF-Brandschutzvorschriften Anfang 2005 wurde eine mehrheitlich verwendete, nach anerkannten Regeln fachkundig erstellte, jedoch ungeprüfte Brandschutztüren-Konstruktion vom Markt genommen. Diese einfach gehaltene, preiswerte Türkonstruktion mit einer Feuerwiderstandsdauer von ca. 20 Minuten hat sich während zahlreichen Brandereignissen als bewährt erwiesen und wurde durch teurere, nach anerkannten Normen geprüfte Produkte mit einer Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten abgelöst. Im Zuge von Diskussionen über Sinn und Zweck dieser Massnahme wurde die Abbildung Nr. 1 präsentiert.

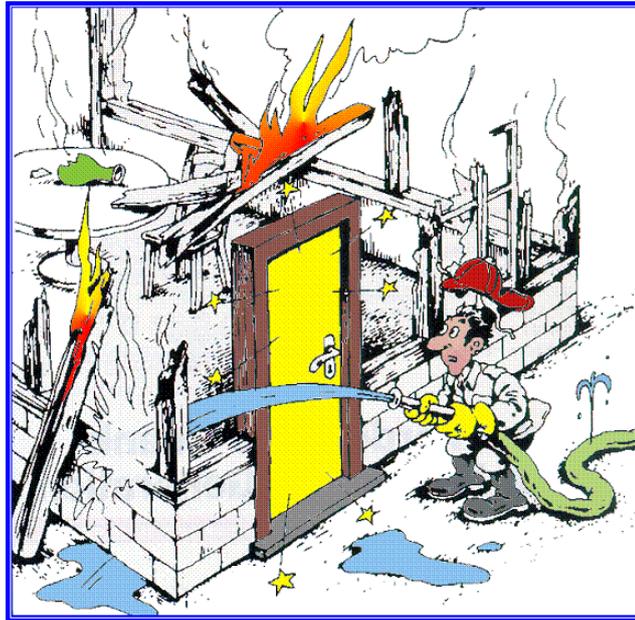


Abb. 1: Zur Feuerwiderstandsdauer von Brandschutzabschlüssen

Abbildung Nr. 1 soll die Beweggründe der in der Schweiz normativ auf 30 Minuten festgelegten Feuerwiderstandsdauer von Brandschutzabschlüssen und Abschottungen verdeutlichen: Die aus Brandschäden gewonnene Erfahrung zeigt nämlich, dass nicht die Feuerwiderstandsdauer von Abschlüssen und Abschottungen über das Schadensausmass entscheidet. Erklärungen dafür können sein:

- Im Bereich von Abschlüssen ist die Brandbelastung in der Regel reduziert, weil diese begehbar sein müssen. Somit bleiben die Intensität eines Brandes und damit die thermische Belastung der Abschlüsse beschränkt und entsprechen nicht den Vorgaben der Normbrandkurve (ISO 834).
- Begehbare Abschlüsse befinden sich meistens in der unteren, während eines Brandes kühleren Raumhälfte.
- In grossvolumigen Räumen, wie sie in Industriebauten vorzufinden sind, verlaufen Naturbrände kaum nach der Normbrandkurve (ISO 834). Risiken mit Brandbelastungen, die dies ermöglichen würden, sind meist durch Sprinkleranlagen geschützt oder mindestens durch Brandmeldeanlagen überwacht.
- Brandversuche zeigen, dass in kleinvolumigen Räumen, in denen Naturbrände nach der Normbrandkurve (ISO 834) möglich sind, wie beispielsweise in Wohnungen und Büros, die Brandlast nach 30 Minuten verbrannt ist.
- Es besteht die Möglichkeit, dass sich Abschlüsse und Abschottungen auf der nicht vom Brand beanspruchten Seite durch die Löschkräfte schützen lassen.

Vielmehr versagen Abschlüsse und Abschottungen im Brandfall durch das Fehlverhalten der Gebäudenutzer, durch mangelnden Unterhalt oder durch vernachlässigte Instandstellungsarbeiten.

C) Brandabschnittbildung zwischen den Geschossen

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern, dass einzelne Geschosse grundsätzlich in Brandabschnitte abzutrennen sind (VKF; 2003, BSR 15-03d Ziff. 3.2.1 Abs. 2).

Sowohl M IndBauRL als auch OIB-RL 2.1 weichen bei Industriebauten von diesem Grundsatz ab, indem sie in den Geschossdecken in begrenztem Umfang offene Durchbrüche zulassen.

In Bezug auf Deckendurchbrüche kennen M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die folgenden Regelungen:

- Durchbrüche in Decken zwischen den Geschossen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte nach M IndBauRL Tabelle 7:
 - 60% Reduktion auf den Geschossflächen-Grundwert bei Deckenöffnungen, die grösser als 10% der Deckenfläche der Geschosse sind, wobei die Öffnungen in den Decken und im Dach gleich gross und übereinanderliegend sein müssen.
 - 70% Reduktion auf den Geschossflächen-Grundwert bei Deckenöffnungen, die maximal 30% der Deckenfläche der Geschosse betragen und zur Durchführung von technischen Einrichtungen dienen.
- Durchbrüche in Decken zwischen oberirdischen Geschossen nach OIB-RL 2.1 Punkt 2.3:
Bei Betriebsbauten mit nicht mehr als zwei oberirdischen Geschossen und Geschossflächen von insgesamt nicht mehr als 3000 m² sind offene Deckendurchbrüche (z.B. Treppen, Schächte, Arbeitsöffnungen) ohne Feuerschutzabschlüsse zulässig.

D) Grundsätze bei der Festlegung der zulässigen Fläche von Brandabschnitten, von Geschossen in ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

Zulässige Fläche von Brandabschnitten nach den VKF-Brandschutzvorschriften

Die zulässige Brandabschnittsgrösse ist mit Hilfe der VKF-Brandrisikobewertung separat für jedes Geschoss zu ermitteln. Dabei spielen die Höhe bzw. die Geschosszahl eines Gebäudes, die Geschosslage und der Feuerwiderstand der Tragkonstruktion keine Rolle, so dass bei gegebener Brandbelastung und Konzeptkategorie die zulässige Brandabschnittsfläche bei den mehrgeschossigen Industriegebäuden gleich ist wie bei den eingeschossigen.

Die Brandrisikobewertung ist bereits bei mehr als 2400 m² grossen Brandabschnitten durchzuführen und berücksichtigt Flächen bis 50000 m².

Zulässige Fläche von Brandabschnitten nach M IndBauRL Abschnitt 6

Prinzipiell ist die zulässige Fläche von Brandabschnitten aus den Regelungen der MBO ableitbar. Danach benötigen viergeschossige Gebäude mit einer zusammenhängenden Brandabschnittsfläche von 1600 m² eine Tragkonstruktion der Feuerwiderstandsklasse R 90. Die Brandabschnittsflächen können erhöht werden, indem die Geschosszahl reduziert wird und/oder Investitionen in die brandschutztechnische Infrastruktur getätigt werden. Andererseits müssen

die Brandabschnitte verkleinert werden, wenn die von der MBO geforderte Feuerwiderstandsdauer reduziert wird.

Nach M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1 hängt die zulässige Brandabschnittsfläche von der Gesamtanzahl der Geschosse, dem Konzept (Sicherheitskategorie) und vom Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden – jedoch nicht brandabschnittsbildenden – Bauteile ab. Die Brandbelastung spielt dabei keine Rolle. Wird die Feuerwiderstandsklasse erhöht, so darf die Brandabschnittsfläche entsprechend grösser gewählt werden, was jedoch nicht für Konzepte mit Sprinkleranlagen (Sicherheitskategorie K4) zutrifft.

Um der Feuerwehr wirksame Löschmassnahmen zu ermöglichen, wird die Breite von ein- bzw. erdgeschossigen Industriebauten ohne Feuerwiderstandsanforderung und ohne Sprinkleranlage auf maximal 40 m begrenzt.

Das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 ergibt sich aus dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7, falls für die Faktoren F1 bis F5 die folgenden Werte verwendet werden:

- F1 = 1.0 (t_a > 90 Minuten)
- F2 gemäss Tabelle 4
- F3 = 1.0 (erdgeschossige Gebäude)
- F4 gemäss Tabelle 6
- F5 = 1.0 (nach SK_b2/SK_b3 bemessene Decken zwischen den Geschossen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte und Deckenöffnungen mit klassifizierten Abschlüssen bzw. Abschottungen).

Durch einen Nachweis mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 können bei Objekten mit geringen Brandbelastungen wesentlich grössere zulässige Geschossflächen (von ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten) realisiert werden.

Zulässige Fläche je Geschoss von ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten nach M IndBauRL Abschnitt 7

Für die Ermittlung der zulässigen Flächen je Geschoss von ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitten nach M IndBauRL Abschnitt 7 ist die thermische Belastung des Tragwerkes im Brandfall – in Form der äquivalenten Branddauer t_a nach DIN 18230-1 – massgebend. Damit bildet die mit dem Umrechnungsfaktor c und dem Wärmeabzugsfaktor w bewertete Brandbelastung den bestimmenden Risikofaktor und die massgebliche Einwirkung auf die Gebäudestruktur im Brandfall.

Während Investitionen in die brandschutztechnische Infrastruktur die zulässige Fläche je Geschoss vergrössern, bewirken zunehmende Höhenlage und Geschoszahl von Brandbekämpfungsabschnitten sowie eine abnehmende Qualität der Geschosstrennung mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte eine Reduktion derselben. Die Bewertung des Risikos erfolgt geschossweise.

Zulässige Fläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1

Nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 hängt in oberirdischen Geschossen die zulässige Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten von der Gesamtzahl der Geschosse, vom Konzept (Sicherheitskategorie) und vom Feuerwiderstand der tragenden und aussteifenden Bauteile ab. Wird bei ein- und zweigeschossigen Industriebauten die Feuerwiderstandsklasse erhöht, so darf auch die Geschossfläche innerhalb der Hauptbrandabschnitte grösser gewählt werden.

Um der Feuerwehr wirksame Löschmassnahmen zu ermöglichen wird die Breite von ein- bzw. erdgeschossigen Industriebauten ohne Feuerwiderstandsanforderung und ohne Sprinkleranlage auf maximal 40 m begrenzt.

E) Prinzipielle Entwicklung der zulässigen Fläche von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten bei sehr kleinen bis mittleren Brandbelastungen (bis 280 kWh/m² bzw. 1000 MJ/m²)

Bei sehr kleinen ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$ bzw. $\leq 250 \text{ MJ/m}^2$) Brandbelastungen nehmen die zulässigen Brandabschnittsflächen nach dem Rechenverfahren der Brandrisikobewertung VKF und die zulässigen Geschossflächen ein- oder mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte nach dem Verfahren von M IndBauRL Abschnitt 7 mit sich verringernden Brandbelastungen parabolisch zu. Ab 200 kWh/m^2 (700 MJ/m^2) gleichen sich die Verläufe der Brandbelastung/Flächen-Kurven beider Verfahren an.

Beträgt in industriellen Gebäuden die mobile Brandbelastung weniger als 20 kWh/m^2 bzw. 70 MJ/m^2 , so lässt die Brandrisikobewertung VKF wesentlich grössere Flächen als M IndBauRL Abschnitt 7 zu, was jedoch kaum praxisrelevant ist. Hingegen können bei eingeschossigen Bauten mit mobilen Brandbelastungen zwischen 40 kWh/m^2 (140 MJ/m^2) und 170 kWh/m^2 (600 MJ/m^2) die Geschossflächen von Brandbekämpfungsabschnitten grösser gebaut werden als die durch die Brandrisikobewertung vorgegebenen Brandabschnittsflächen (vgl. Abbildungen Nr. 2 und Nr. 3). Mit zunehmender Geschosszahl gleichen sich bei beiden Rechenverfahren die mit kleinen Brandbelastungen realisierbaren Flächen an, weil die zulässigen Flächenwerte der Brandrisikobewertung nicht von der Geschosszahl abhängen. Bei Industriebauten mit vier und mehr Geschossen kehren die Bedingungen um, so dass die Brandrisikobewertung VKF den Bau von grösseren Flächen zulässt als M IndBauRL Abschnitt 7 (vgl. Abbildungen Nr. 4 und Nr. 5).

Bei ca. 280 kWh/m^2 (1000 MJ/m^2) geht das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 über, weil erf t_F grösser als 90 Minuten wird. Auch die nach der Brandrisikobewertung VKF ermittelten Brandabschnittsflächen nehmen mit weiter zunehmender Brandbelastung nur noch wenig ab.

Der Verläufe der beiden Brandbelastung/Flächen-Kurven wird durch die Charakteristik der Faktor q/ Brandbelastungs-Kurve (Brandrisikobewertung VKF) und der Faktor F1/Brandbelastungs-Kurve (M IndBauRL Abschnitt 7) bestimmt (vgl. Abbildungen Nr. 6 und Nr. 7).

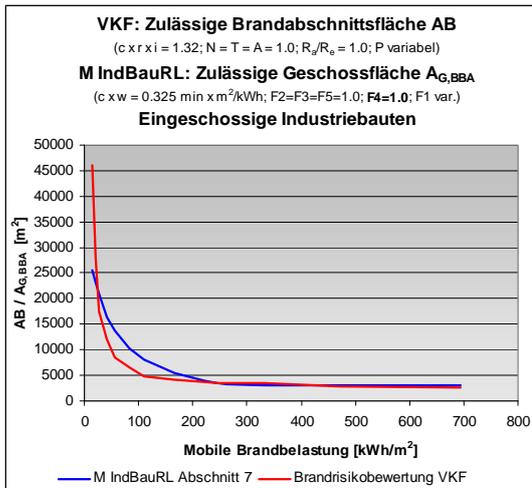


Abb. 2: VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 1geschossigen BBA

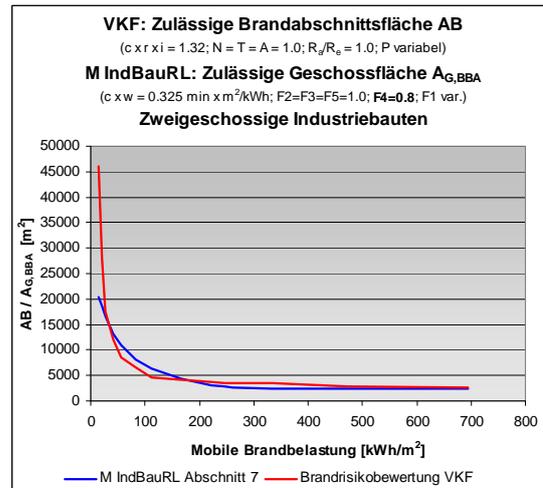


Abb. 3: VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 2geschossigen BBA

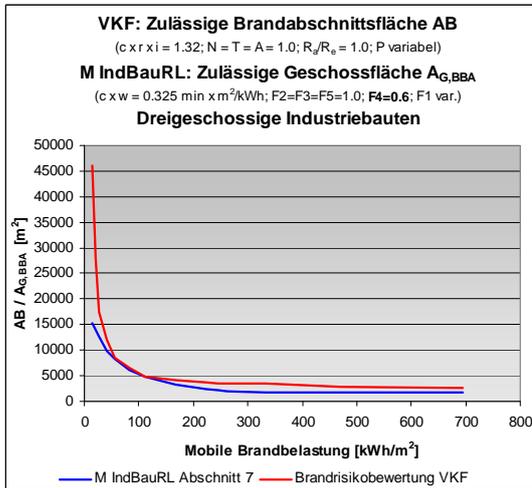


Abb. 4: VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 3geschossigen BBA

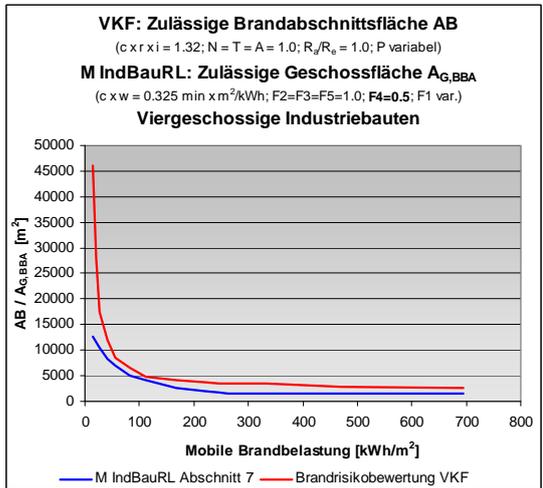


Abb. 5: VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 4geschossigen BBA

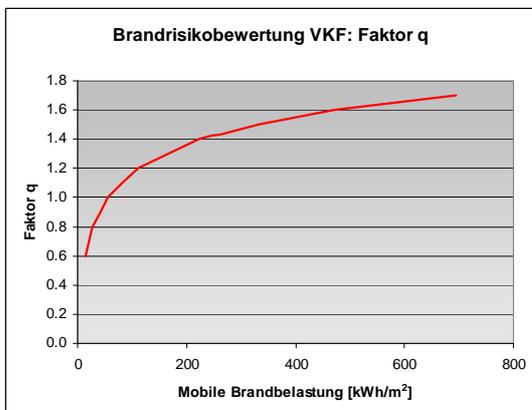


Abb. 6: Brandrisikobewertung VKF: Faktor q

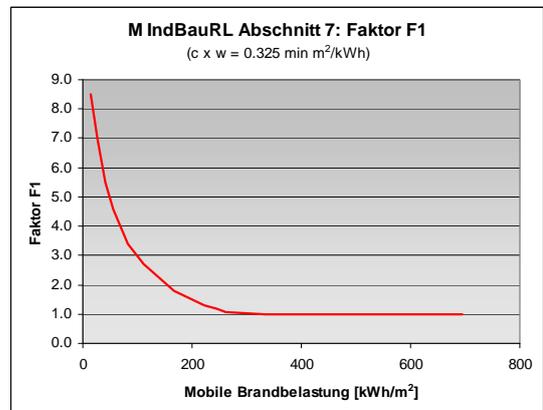


Abb. 7: M IndBauRL Abschnitt 7: Faktor F1

Das Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Geschossflächen in oberirdischen Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 lehnt sich an das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 an. Somit wird auf eine Darstellung der Flächenentwicklung bei variierender Brandbelastung nach dem Verfahren von OIB-RL 2.1 Tabelle 1 verzichtet und es sei im Weiteren auf die Ausführungen von Kapitel 9.1 verwiesen.

F) Feuerüberschlagswege

Behinderung der horizontalen Brandweiterleitung

Für Industriebauten mit mehr als 2500 m² (M IndBauRL) bzw. mehr als 3000 m² (OIB-RL 2.1) grossen Dachflächen definieren M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Anforderungen, die bei einer Brandbeanspruchung von unten (Gebäudeinnern) eine Brandausbreitung innerhalb des Brandabschnittes bzw. Brandbekämpfungsabschnittes über die Dachkonstruktion behindern sollen. Diesbezüglich gelten die Anforderungen und Prüfvorschriften der DIN 18234.

Zusätzlich legt OIB-RL 2.1 auch für Unterdecken einschliesslich ihrer Aufhängungen Anforderungen fest, damit innerhalb von mehr als 3000 m² grossen Brandabschnitten eine Brandausbreitung durch unter dem Dach gestaute heisse Rauchgase begrenzt wird.

Solche Bestimmungen kennen die VKF-Brandschutzvorschriften für industriell-gewerbliche Gebäude nicht.

Behinderung der vertikalen Brandweiterleitung

Sowohl M IndBauRL als auch OIB-RL 2 fordern zwischen (versetzt) übereinander angeordneten Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten auskragende Bauteile oder deckenübergreifende Aussenwandstreifen. Diese baulichen Massnahmen ergeben sich aus der Festlegung, dass Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte trennende Wände den konstruktiven Anforderungen von Brandwänden genügen müssen (mit Ausnahme der allenfalls abweichenden Feuerwiderstandsdauer bei den Wänden von Brandbekämpfungsabschnitten).

Von den üblichen Abschottungsmassnahmen abgesehen, erheben die VKF-Brandschutzvorschriften zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung keine besonderen Anforderungen (brandabschnittsbildende Wände haben ja auch nicht die brandschutztechnischen Anforderungen von Brandmauern zu erfüllen).

Brandereignisse und wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass 1 m hohe Brüstungen den vertikalen Feuerüberschlag nicht wirksam behindern können. Diesbezüglich sind auskragende Platten wirksamer (ARGEBAU; 2005/2, S. 8).

G) Holzanwendungen bei den Fassaden

Bis zur Hochhausgrenze gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften bei Industriegebäuden mit normaler Brandgefahr Fassadenverkleidungen aus Holz. Ab vier Geschossen sind jedoch bau- oder anlagentechnische Massnahmen zu ergreifen, die eine Brandausbreitung über mehrere Geschosse behindern.

Gemäss MBO und M IndBauRL sind bei Industriebauten für Deck- und Dämmschichten von Aussenwänden grundsätzlich keine Holzanwendungen möglich. Davon ausgenommen sind nach OIB-RL 2.1 einzig Betriebsbauten mit einer Aussenwandhöhe von maximal 14 m, bei denen sich in Kombination mit nicht brennbaren Dämmstoffen Aussenwände aus Holz und Holzwerkstoffen realisieren lassen.

H) Flucht- und Rettungswege

Horizontale Flucht- und Rettungswege

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen die Längen von Flucht- und Rettungswegen normativ fest ohne die Möglichkeit zu schaffen, dass sich diese mit Hilfe von rechnerischen Nachweisen verändern lassen. Als Folge davon sind in ausgedehnten Industriegebäuden feuerwiderstandsfähige Stichkorridore oder andere bauliche Massnahmen erforderlich.

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 berücksichtigen bei der Festlegung der Flucht- und Rettungsweglängen die Tatsache, dass der Aufenthaltsbereich von Personen in den hohen Räumen industrieller Gebäude relativ langsam verraucht. Ausserdem wird unterstellt, dass in Industriebauten anwesende Personen aufmerksam, körperlich und geistig fit sind, so dass sie einen Entstehungsbrand schnell erkennen und das Gebäude bei noch guten Sichtverhältnissen aus eigener Kraft rasch verlassen können (OIB-RL 2.1 geht davon aus, dass in Betriebsbauten anwesende Personen mit einer Gehgeschwindigkeit von mindestens 1 m/s flüchten). Deshalb werden die von MBO bzw. OIB-RL 2 vorgegebenen, sich auf den Wohnungs- und Bürobau beziehenden Längenbegrenzungen den Gegebenheiten des Industriebaus angepasst, so dass wesentlich längere Flucht- und Rettungswege zulässig sind.

Daraus resultieren Flucht- und Rettungsweglängen, die die Mindestanforderungen der VKF-Brandschutzvorschriften um ein Mehrfaches überschreiten.

Nach den VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 müssen Ausgänge zu einem sicheren Ort im Freien oder zu einer Treppenanlage führen. M IndBauRL gestattet hingegen, dass Personen in andere Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte flüchten, sofern diese Ausgänge aufweisen, die unmittelbar ins Freie oder zu notwendigen Treppenräumen führen.

Vertikale Flucht- und Rettungswege (Treppenanlagen)

Im Vergleich zu nach VKF-Brandschutzvorschriften ausgelegten Industriebauten, benötigen nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 konzipierte Gebäude weniger Treppenanlagen, weil in den letzteren grössere Flucht- und Rettungsweglängen möglich sind.

Nach MBO und nach OIB-RL 2 sind die tragenden Teile der Läufe und Podeste von Treppen in mehr als 7 m hohen (MBO) bzw. in mehrgeschossigen (OIB-RL 2) Industriegebäuden mit Feuerwiderstand zu realisieren.

An die Feuerwiderstandsfähigkeit von Läufen und Podesten stellen die VKF-Brandschutzvorschriften keine Anforderungen, und zwar aus den folgenden Gründen:

- In Treppenhäusern sind Brandlasten nicht gestattet. Zudem müssen Aus- und Einbauten aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Deshalb kann es in Treppenhäusern nicht brennen, selbst wenn durch offen stehende Türen heisse Rauchgase zuströmen.
- Treppen mit gebauten Läufen und Podesten, welche die Feuerwiderstandsklassen R 30, R 60 oder gar R 90 aufweisen, sind in Situationen, in denen die Feuerwiderstandsfähigkeit zu tragen käme, auch für mit Schutzanzügen ausgerüstete Löschkräfte nicht mehr begehbar, weil dies die Raumtemperaturen nicht zulassen würden.

7.3 Technischer Brandschutz

A) Sprinkleranlagen

Schutzklassen

Sowohl die VKF- und SES-Vorschriften als auch TRVB S 127 legen für Sprinkleranlagen keine Klassen im Sinne von VdS CEA 4001 fest. Gemäss fachkundiger Meinung erfüllen in Deutschland nur die in VdS CEA 4001 definierten Klasse 1-Anlagen die Anforderungen der Industriebaurichtlinie.

Sachwertschutz

Die Risikominderung von Sprinkleranlagen in Bezug auf den Schutz von Sachwerten gewichten die schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften unterschiedlich.

Die Abbildungen Nr. 8 und Nr. 9 beruhen auf Berechnungen mit der Brandrisikobewertung VKF sowie mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 (vgl. Tabellen Nr. 25 und Nr. 33) und stellen für Objekte mit und ohne Sprinkleranlage die von der mobilen Brandbelastung abhängige Brandabschnittsfläche bzw. zulässige Fläche je Geschoss in einem ein- oder zweigeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt dar.

Die Kurvenverläufe zeigen, dass die VKF-Brandrisikobewertung den Sprinkleranlagen einen höheren Schutzwert beimisst als das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7, weil durch die Installation einer Sprinkleranlage bei Brandbelastungen über 50 kWh/m^2 (180 MJ/m^2) aus der Brandrisikobewertung VKF einen höheren „Flächengewinn“ resultiert als nach den Berechnungen anhand M IndBauRL Abschnitt 7 (OSM = ohne Sprinkleranlage; SPA = mit Sprinkleranlage; 1G = eingeschossige Bauten; 2G = zweigeschossige Bauten).

Ausserdem nehmen die Differenzen in den „Flächengewinnen“ zu, falls der Vergleich unter mehrgeschossigen Gebäuden angestellt wird, weil im Gegensatz zu M IndBauRL Abschnitt 7 die Geschoszahl nicht in die Brandrisikobewertung VKF eingeht.

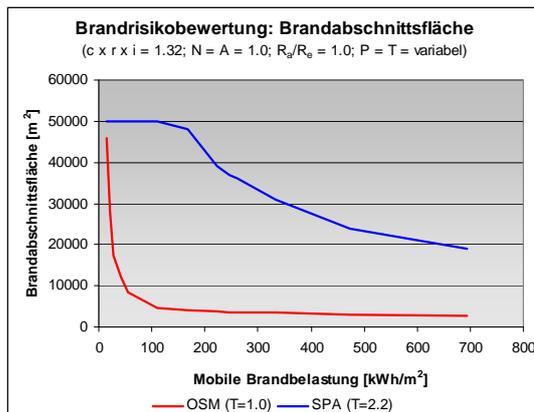


Abb. 8: Brandrisikobewertung VKF: Brandabschnittsflächen ohne/mit SPA bei beliebig geschossigen Bauten

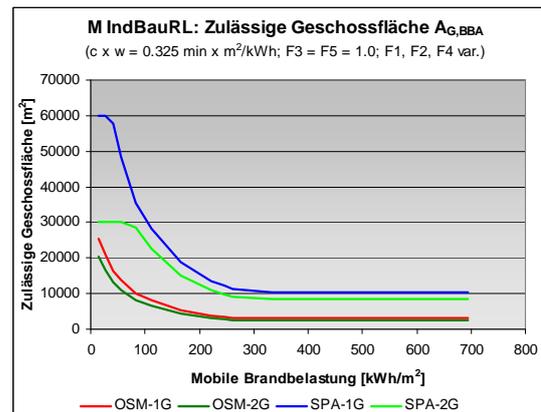


Abb. 9: M IndBauRL Abschnitt 7: Zulässige Geschossflächen ohne/mit SPA bei ein- und zweigeschossigen Bauten

Erläuterung zu den Abbildungen Nr. 8 und Nr. 9:

Wegen der in M IndBauRL Abschnitt 7.5.1 festgelegten Bedingung, dass die Summe der Geschossflächen von Brandbekämpfungsabschnitten nicht mehr als 60000 m^2 betragen darf, bleiben die Kurven „SPA-1G“ und „SPA-2G“ auf 60000 m^2 (für eingeschossige Bauten) bzw. 30000 m^2 (für zweigeschossige Bauten) begrenzt. Dabei erfolgt der Übergang vom geradlinigen zum parabolischen Kurvenverlauf unstetig (mit einem „Knick“). Aus programmtechnischen Gründen wird der Kurven-Übergang mit einer Rundung dargestellt.

Die Werte des dreidimensionalen Balkendiagramms von Abbildung Nr. 10 sind mit der Brandrisikobewertung VKF und den Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 ermittelt (vgl. Tabellen Nr. 25 und Nr. 33). Sie stellen für Objekte mit und ohne Sprinkleranlage die vom Tragwerks-Feuerwiderstand abhängige Brandabschnittsfläche bzw. Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten dar, und zwar für mehr als 1000 MJ/m^2 grosse Brandbelastungen.

Das Balkendiagramm zeigt das folgende Bild (OSM = ohne Sprinkleranlage; SPA = mit Sprinkleranlage; 1G = eingeschossige Bauten; 2G = zweigeschossige Bauten; CH = Schweiz; D = Deutschland; A = Österreich):

- Bei eingeschossigen Industriebauten mit Tragwerken ohne Feuerwiderstand lässt die Brandrisikobewertung VKF bei der Installation von Sprinkleranlagen eine 3fach grössere Brandabschnittsfläche zu (Bemerkung: Der „Flächenzuwachs“ hängt von der mobilen Brandbelastung ab und ist bei geringeren Brandbelastungen grösser. Beispielsweise darf die Brandbelastung im abgebildeten 3000 m^2 grossen, nicht gesprinklerten Brandabschnitt nicht mehr als 1200 MJ/m^2 betragen. Bei 1800 m^2 grossen Brandabschnittsflächen würde sich die mögliche Brandbelastung auf 10000 MJ/m^2 und der „Flächenzuwachs“ auf das 5fache belaufen). Nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL Tabelle 1 beträgt der entsprechende „Gewinn“ an zulässiger Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche das 5fache (M IndBauRL) bzw. das 4fache (OIB).

- Bei zweigeschossigen Industriebauten mit Tragwerkskonstruktionen der Feuerwiderstandsklasse R 30 lässt die Brandrisikobewertung VKF bei der Installation von Sprinkleranlagen eine 8fach grössere Brandabschnittsfläche zu. Nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 beträgt der entsprechende „Gewinn“ an zulässiger Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche das 10fache (M IndBauRL) bzw. das 6fache (OIB).

Bei Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m² bewerten die Brandrisikobewertung VKF und das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 die Brandrisikominderung von Sprinkleranlagen besser als OIB-RL 2.1 Tabelle 1.

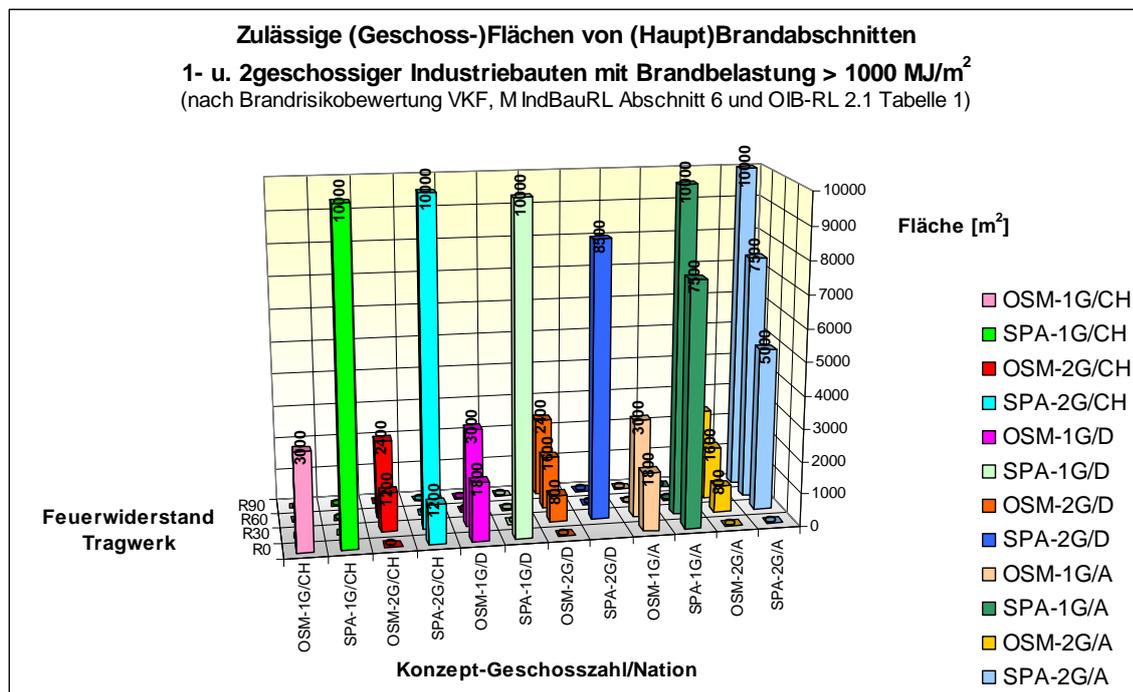


Abb. 10: Zulässige (Geschoss-)Flächen von (Haupt-)Brandabschnitten ohne/mit Sprinkleranlage nach Brandrisikobewertung VKF, M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1

Personenschutz

Im Gegensatz zu M IndBauRL messen die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 den Sprinkleranlagen hinsichtlich des Personenschutzes keinen Stellenwert bei. Während nach M IndBauRL die Flucht- und Rettungswege in gesprinklerten Industriehallen länger gehalten werden können als in Gebäuden ohne Sprinklerschutz, kennen die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 keine derartige Begünstigung.

Bauteilschutz

Falls Sprinkleranlagen installiert werden, gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften bei Tragwerken und bei brandabschnittsbildenden Bauteilen mit einer nach dem baulichen Brandschutzkonzept bemessenen Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten eine Reduktion des Feuerwiderstandes um eine Klasse. Brandmauern bleiben davon ausgenommen.

Das Verfahren nach M IndBauRL in Verbindung mit DIN 18230-1 lässt prinzipiell eine Reduktion der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen zu, da die Schutzwirkung von Sprinkleranlagen im Zusatzbeiwert α_L und damit in der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F Eingang findet. Davon ausgenommen bleiben Bauteile

- die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken,
- die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen oder aussteifen,

womit erzielt wird, dass bei unwirksamen oder ausbleibenden Löschmassnahmen durch die Sprinkleranlage benachbarte Brandbekämpfungsabschnitte erhalten bleiben.

Behinderung der vertikalen Brandweiterleitung

Bei Industriegebäuden mit installierten Sprinkleranlagen dürfen die geforderten baulichen Massnahmen zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung nach M IndBauRL reduziert werden, wogegen nach OIB-RL 2.1 mit automatischen, ortsfesten Löschanlagen die konstruktiven Anforderungen an den Feuerüberschlagsweg nicht beeinflussen werden können.

Die VKF-Brandschutzvorschriften kennen in Bezug auf die Behinderung der vertikalen Brandausbreitung für industriell-gewerbliche Gebäude unterhalb der Hochhausgrenze keine Anforderungen.

Wasserversorgung

In der Schweiz werden auf Eigenversorgung basierende Wasserversorgungsanlagen in erschlossenen Industrie- und Gewerbegebieten nicht gebaut. Sprinkleranlagen werden grundsätzlich vom öffentlichen Wasserleitungsnetz versorgt.

In Österreich lassen sich mit einer an ein zuverlässiges öffentliches Wassernetz angeschlossenen Sprinkleranlage maximal 100000 m² Schutzfläche realisieren.

In Deutschland genügt bei hohen Brandgefahren (HHP, HHS) und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen (ab ca. 6000 m²) ein Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung als alleinige Massnahme nicht mehr. In solchen Fällen müssen zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen installiert werden.

Löschhilfeanlagen

Im Gegensatz zu M IndBauRL/DIN 18230-1 und OIB-RL 2.1 werden Löschhilfeanlagen jeglicher Art von den VKF-Brandschutzvorschriften nicht anerkannt.

B) Brandmeldeanlagen

Überwachungsumfang

In Deutschland werden Brandmeldeanlagen entsprechend ihrem Überwachungs- bzw. Schutzzumfang in Kategorien eingeteilt. Auch die schweizerischen und österreichischen Vorschriften unterscheiden Anlagen mit verschiedenem Überwachungsumfang, verzichten jedoch auf eine Kategorisierung derselben.

Hinsichtlich einer sofortigen Brandentdeckung und Brandmeldung setzen M IndBauRL und DIN 18230-1 eine ständige Personalbesetzung (an allen Tagen des Jahres rund um die Uhr) den automatischen Brandmeldeanlagen gleich. Die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 kennen eine solche Regelung nicht. Gegen diese Betrachtungsweise sprechen die folgenden Gründe:

- Insbesondere bei reduzierter Belegschaft ausserhalb der Betriebsstunden ist es nicht möglich, dass sämtliche Räume eines industriellen Gebäudes oder auch nur einige davon ständig überwacht werden können.
- In den Wirren eines Brandereignisses besteht die Gefahr, dass durch menschliches Fehlverhalten die Löschkräfte nicht rechtzeitig alarmiert werden.

Sachwertschutz

Die Risikominderung von Brandmeldeanlagen in Bezug auf den Schutz von Sachwerten gewichten die schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften unterschiedlich.

Die Abbildungen Nr. 11 und Nr. 12 basieren auf Berechnungen mit der Brandrisikobewertung VKF sowie mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 (vgl. Tabellen Nr. 25 und Nr. 33) und stellen für Objekte mit und ohne Brandmeldeanlage die von der mobilen Brandbelastung abhängige Brandabschnittsfläche bzw. zulässige Fläche je Geschoss in einem ein- oder zweigeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt dar.

Die Kurvenverläufe zeigen, dass die Brandrisikobewertung VKF bei kleinen Brandbelastungen (um 100 kWh/m^2 bzw. 360 MJ/m^2) den Brandmeldeanlagen einen höheren Schutzwert beimisst als das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7, denn mit der Installation einer Brandmeldeanlage lässt die Brandrisikobewertung VKF mehr zusätzliche Brandabschnittsfläche zu, als das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in einem ein- oder zweigeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt zusätzliche Geschossfläche ermöglicht. Bei mehrgeschossigen Industriebauten werden die Unterschiede in den „Flächenzuwachsen“ grösser, weil im Gegensatz zu M IndBauRL Abschnitt 7 die Geschosszahl nicht in die Brandrisikobewertung VKF eingeht (OSM = ohne Brandmeldeanlage; BMA = mit Brandmeldeanlage; 1G = eingeschossige Bauten; 2G = zweigeschossige Bauten).

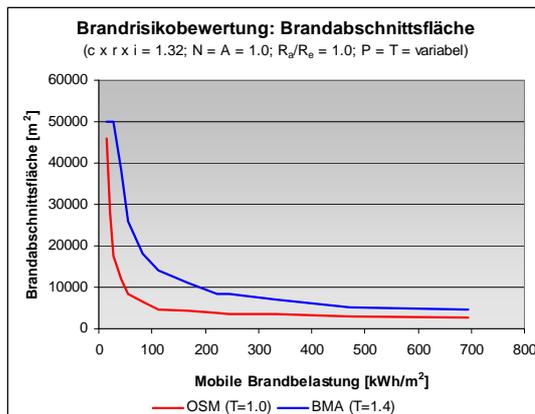


Abb. 11: Brandrisikobewertung VKF: Brandabschnittsflächen ohne/mit BMA bei beliebig geschossigen Bauten

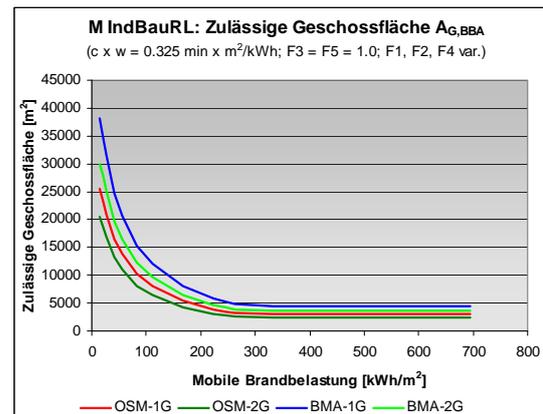


Abb. 12: M IndBauRL Abschnitt 7: Zulässige Geschossflächen ohne/mit BMA bei ein- und zweigeschossigen Bauten

Die Werte des dreidimensionalen Balkendiagramms von Abbildung Nr. 13 sind mit der Brandrisikobewertung VKF und den Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 ermittelt (vgl. Tabellen Nr. 25 und Nr. 33). Sie stellen für Objekte mit und ohne Brandmeldeanlage die vom Tragwerks-Feuerwiderstand abhängige Brandabschnittsfläche bzw. Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten dar, und zwar für mehr als 1000 MJ/m^2 grosse Brandbelastungen.

Das Balkendiagramm zeigt das folgende Bild (OSM = ohne Brandmeldeanlage; BMA = mit Brandmeldeanlage; 1G = eingeschossige Bauten; 2G = zweigeschossige Bauten; CH = Schweiz; D = Deutschland; A = Österreich):

- Bei eingeschossigen Industriebauten mit Tragwerken ohne Feuerwiderstand lässt die Brandrisikobewertung VKF bei der Installation von Brandmeldeanlagen eine 1.5fach grössere Brandabschnittsfläche zu (Bemerkung: Der „Flächenzuwachs“ hängt von der mobilen Brandbelastung ab und ist bei geringeren Brandbelastungen grösser. Beispielsweise darf die Brandbelastung im abgebildeten 3000 m^2 grossen, nicht mit Brandmeldern überwachten Brandabschnitt nicht mehr als 1200 MJ/m^2 betragen. Bei 1800 m^2 grossen Brandabschnittsflächen würde sich die mögliche Brandbelastung auf 10000 MJ/m^2 und der „Flächenzuwachs“ auf das 2.5fache belaufen). Nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 beträgt der entsprechende „Gewinn“ an zulässiger Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche das 1.5fache.
- Bei zweigeschossigen Industriebauten mit Tragwerkskonstruktionen der Feuerwiderstandsklasse R 60 lässt die Brandrisikobewertung VKF bei der Installation von Brandmeldeanlagen eine 2fach grössere Brandabschnittsfläche zu. Nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 beträgt der entsprechende „Gewinn“ an zulässiger Brandabschnitts- bzw. Geschossfläche das 1.5fache (M IndBauRL) bzw. das 1.3fache (OIB).
- Die VKF-Brandschutzvorschriften ermöglichen bei mit mehr als 1000 MJ/m^2 belegten, zweigeschossigen Industriebauten, deren Tragwerke die Feuerwiderstandsklasse R 30 aufweisen, maximal 1200 m^2 grosse Brandabschnitte. Im Gegensatz zu M IndBauRL Abschnitt 6 und

OIB-RL Tabelle 1 ist selbst mit Brandmeldeanlagen keine Erweiterung der Brandabschnittsfläche möglich.

- Nach den VKF-Brandschutzvorschriften sind für zweigeschossige Industriebauten in keinem Falle R 90-Tragwerke erforderlich.

Bei eingeschossigen Industriebauten mit Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m^2 bewerten die Brandrisikobewertung VKF, das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und dasjenige nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 die Brandrisikominderung von Brandmeldeanlagen ähnlich. Mit installierten Brandmeldeanlagen ermöglicht die Brandrisikobewertung VKF bei mehrgeschossigen Gebäuden etwas grössere „Flächenzuwächse“ als die Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1.

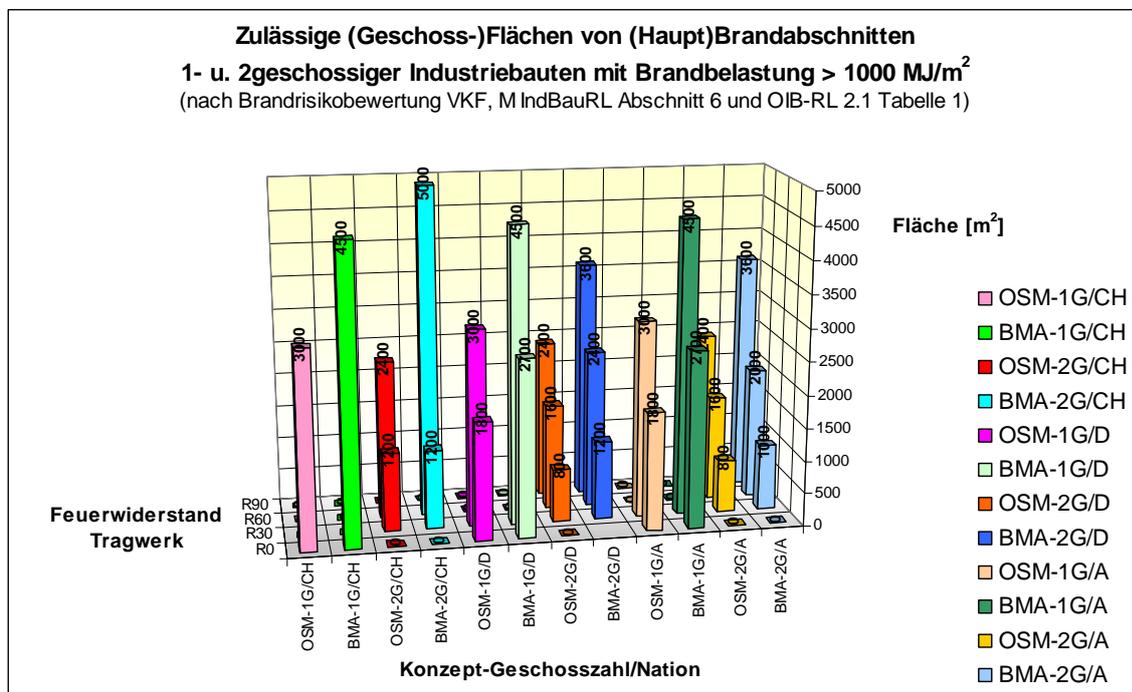


Abb. 13: Zulässige (Geschoss-)Flächen von (Haupt-)Brandabschnitten ohne/mit Brandmeldeanlage nach Brandrisikobewertung VKF, M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1

Personenschutz

Sowohl nach M IndBauRL als auch nach OIB-RL 2.1 dürfen die Flucht- und Rettungswege von Produktions- und Lagerräumen verlängert werden, falls die betroffenen Brandabschnitte durch eine Brandmeldeanlage überwacht werden und die interne Alarmierung gewährleistet ist.

Dagegen legen die VKF-Brandschutzvorschriften fest, dass vorgeschriebene Mindestanforderungen an Flucht- und Rettungswege aufgrund von technischen Brandschutzeinrichtungen nicht reduziert werden dürfen.

Bauteilschutz

Die VKF-Brandschutzvorschriften gestatten bei Tragwerken und bei brandabschnittsbildenden Bauteilen keine Reduktion der Feuerwiderstandsdauer, falls Brandmeldeanlagen installiert werden.

Das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 lässt prinzipiell eine Reduktion der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen zu, da die Schutzwirkung von automatischen Brandmeldeanlagen im Zusatzbeiwert α_L und damit in der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer erf t_F Eingang findet. Davon ausgenommen bleiben Bauteile

- die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken,
- die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen oder aussteifen,

womit erzielt wird, dass bei ausbleibender oder unwirksamer Brandmeldung (und damit wegfallenden oder verzögerten Löschmassnahmen) benachbarte Brandbekämpfungsabschnitte erhalten bleiben.

Brandmelde- versus Sprinkleranlagen

Der Vergleich der sachwertbezogenen Schutzwirkung von Brandmelde- und Sprinkleranlagen zeigt, dass sich – in Bezug auf nicht überwachte bzw. nicht geschützte Objekte – nach den schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte mit Sprinkleranlagen wesentlich grösser bauen lassen als wenn Brandmeldeanlagen installiert würden. Dies ist mit der unmittelbaren Löschwirkung von Sprinkleranlagen begründbar.

Es ist zu beachten, dass in Objekten, wo mit entsprechenden Brandbelastungen schnell anlaufende Brände zu erwarten sind, Sprinkleranlagen installiert werden müssen. Ist bei eher geringer Brandbelastung mit langsam anlaufenden Bränden oder mit Schwelbränden zu rechnen, sind Brandmeldeanlagen vorzuziehen.

C) Sprinkler- und Brandmeldeanlagen (Doppelschutz)

Die VKF-Brandschutzvorschriften begünstigen die gleichzeitige Installation einer Sprinkler- und Brandmeldeanlage, indem die Flächen von Brandabschnitten grösser gebaut werden dürfen als in Gebäuden, die mit nur einer brandschutztechnischen Anlage ausgerüstet sind (BMA: $t_1 = 1.4$; SPA: $t_2 = 2.2$; BMA+SPA: $t_3 = 2.5$; vgl. Kapitel 4.2 Abschnitt B). Auch DIN 18230-1 honoriert den Doppelschutz, indem bei der Festlegung des Zusatzbeiwertes α_L Sprinkler- und Brandmeldeanlage gleichzeitig berücksichtigt werden dürfen. Dies betrifft jedoch nicht Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken sowie solche, die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen und aussteifen (erf $t_F \geq t_a$).

Dagegen kennen das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6, die Brandbekämpfungsflächenberechnung nach M IndBauRL Abschnitt 7 und die Bemessung nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 keine kombinierte Anrechnung von Brandmelde- und Sprinkleranlagen.

D) Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Anforderungsniveaus

In Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in Industriegebäuden legen BSR 22-03d, M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die folgenden Anforderungsniveaus fest:

- **Tiefes Anforderungsniveau**

Industriebauten ohne bes. Anforderungen an die Rauch- und Wärmeableitung			
Kriterium	BSR 22-03d	M IndBauRL	OIB-RL 2.1
Fläche ohne Sprinkleranlage	$\leq 600 \text{ m}^2$ ¹⁾ $\leq 1200 \text{ m}^2$ ²⁾	$\leq 200 \text{ m}^2$	$\leq 200 \text{ m}^2$
Fläche mit Sprinkleranlage	$\leq 1200 \text{ m}^2$ ¹⁾ $\leq 2400 \text{ m}^2$ ²⁾	$\leq 1600 \text{ m}^2$	$\leq 200 \text{ m}^2$
Brandbelastung	$\leq 250 \text{ MJ/m}^2$	---	---
Sprinkler- + Lüftungsanlage	---	Ja ³⁾	---

¹⁾ Unter Terrain liegende oder allseitig geschlossene Brandabschnitte
²⁾ Über Terrain liegende, nicht allseitig geschlossene Brandabschnitte
³⁾ Entrauchung von kontrollierten oder gelöschten Bränden (Kaltentrauchung)

Tab. 60: Industriebauten ohne besondere Anforderungen an die Rauch- und Wärmeableitung

- **Mittleres Anforderungsniveau**

Industriebauten mit Entrauchungsöffnungen			
Kriterium	BSR 22-03d	M IndBauRL	OIB-RL 2.1
Fläche ohne Sprinkleranlage	$\leq 2400 \text{ m}^2$	$\leq 1600 \text{ m}^2$	$\leq 1200 \text{ m}^2$
Fläche mit Sprinkleranlage	$\leq 4800 \text{ m}^2$	---	$\leq 1200 \text{ m}^2$

Tab. 61: Industriebauten mit Entrauchungsöffnungen

- **Hohes Anforderungsniveau**

Industriebauten mit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen			
Kriterium	BSR 22-03d	M IndBauRL	OIB-RL 2.1
Fläche ohne Sprinkleranlage	$> 2400 \text{ m}^2$	$> 1600 \text{ m}^2$	$> 1200 \text{ m}^2$
Fläche mit Sprinkleranlage	$> 4800 \text{ m}^2$	$> 1600 \text{ m}^2$	$> 1200 \text{ m}^2$

Tab. 62: Industriebauten mit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die Tabellen Nr. 60 bis Nr. 62 zeigen, dass die VKF-Brandschutzvorschriften in Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden durchwegs ein tieferes Anforderungsniveau definieren. Nach den VKF-Brandschutzvorschriften

- müssen bei nicht gesprinklerten Industriebauten mit bis zu 600 m² (allseitig geschlossene Brandabschnitte) bzw. mit bis zu 1200 m² (nicht allseitig geschlossene Brandabschnitte) grossen Brandabschnitten für die Rauch- und Wärmeableitung keine besonderen Massnahmen getroffen werden, währenddessen M IndBauRL und OIB-RL 2.1 nur bei bis zu 200 m² grossen Räumen auf Einrichtungen zur Entrauchung verzichten.
- können bis zu 2400 m² (ohne SPA) bzw. bis zu 4800 m² (mit SPA) grosse Brandabschnitte mit Entrauchungsöffnungen ausgestattet werden, wogegen gemäss M IndBauRL und OIB-RL 2.1 dies nur bei bis zu 1600 m² (M IndBauRL) bzw. bei bis zu 1200 m² (OIB-RL 2.1) grossen Räumen möglich ist.
- sind Rauch- und Wärmeabzugsanlagen mit konkreten technischen Anforderungen erst bei mehr als 2400 m² (ohne SPA) bzw. mehr als 4800 m² (mit SPA) grossen Brandabschnitten erforderlich, währenddem M IndBauRL und OIB-RL 2.1 solche Anlagen bereits bei mehr als 1600 m² (M IndBauRL) bzw. bei mehr als 1200 m² (OIB) grossen Räumen festlegen.

Weisen Industriebauten beliebiger Grösse eine Brandbelastung von weniger als 250 MJ/m² auf, so fordern die VKF-Brandschutzvorschriften keine Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung. M IndBauRL und OIB-RL 2.1 kennen keine solche Regelung.

Die Festlegung von Brandbelastungs-Grenzwerten, welche über die Installation von Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung entscheiden, ist nicht sinnvoll, denn die Brandlastgrösse (Brennstoffmenge) bestimmt wohl die Dauer der Brandaktivität, nicht jedoch die Grösse des momentanen Rauchgas-Massenstroms (was aus den sogenannten Plume-Formeln, die den Zusammenhang zwischen dem Rauchgas-Massenstrom, der Brandleistung, der Brandherdgeometrie und der Raumhöhe beschreiben ablesbar ist). Die Luftaufnahme des Brandereignisses in einem schweizerischen Aluminium-Oberflächenveredelungs-Betrieb mit einer gemittelten Brandbelastung von 250 MJ/m² (VKF; 2007, Anhang C) zeigt, dass eine kleine Brandlastmenge sehr wohl zu einer folgenschweren Verrauchung führen kann (Abbildung Nr. 14).



Abb. 14: Grossbrand vom 29. Juni 2007 in einem Aluminium-Oberflächenveredelungs-Betrieb in Altenrhein/Schweiz (Quelle: Schweizerische Feuerwehr-Zeitung, 8/2007, S. 5)

Im Gegensatz zu M IndBauRL und BSR 22-03d lässt sich nach OIB-RL 2.1 mit Sprinkleranlagen das Anforderungsniveaus von Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung nicht reduzieren, falls diese mit vereinfachten (tabellarischen) Rechenverfahren dimensioniert werden. Die folgenden Gründe sprechen gegen eine solche Reduktion:

- Eine Sprinkleranlage bewirkt erst dann eine Verminderung der Rauchgasproduktion, wenn dem Brandgut soviel Energie entzogen wurde, dass dieses keine weiteren Rauchgase mehr abgibt. Eine Sprinkleranlage muss aber einen Brand nicht zwingend löschen, sondern ihn nur vor seiner weiteren Ausdehnung hindern.
- Obwohl Brandrauch wärmer ist als die Raumluft, muss er dennoch nicht heiss genug sein, um eine Sprinkleranlage zu aktivieren.
- Vor dem Ansprechen der Sprinkler vermag eine Sprinkleranlage die Rauchentstehung und Rauchausbreitung nicht zu beeinflussen.
- Zusammen mit dem sich bildenden Wasserdampf nimmt die Rauchgasmenge nach Ansprechen der Sprinkleranlage sogar noch zu.

Erst bei der schutzzielorientierten Bemessung von RWA mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens kann die Schutzwirkung von Sprinkleranlagen bedeutsam werden, was nach OIB-RL 2.1 bei mehr als 1200 m² grossen Produktions- oder Lagerräumen der Fall ist.

Gemäss M IndBauRL müssen mit Sprinkleranlagen ausgerüstete, mehr als 1600 m² grosse Industriebauten lediglich Einrichtungen aufweisen, die die Entrauchung von kontrollierten oder gelöschten Bränden ermöglichen (sogenannte „Kaltentrauchung“). So sind beliebig grosse, gesprinklerte Räume mit mindestens 0.5 % aerodynamisch wirksamer Rauchabzugsfläche zu

versehen oder es können konventionelle Lüftungsanlagen verwendet werden, falls diese im Brandfall nur entlüften.

Nach OIB-RL 2.1 und BSR 22-03d ist eine Rauchabführung mit Hilfe von Lüftungsanlagen nicht möglich. Die folgenden Gründe sprechen dagegen:

- Bei Lüftungsanlagen ist der Zeitpunkt des Versagens nicht bekannt, weil an die Temperaturbeständigkeit der verwendeten Komponenten keine Anforderungen bestehen.
- Lüftungsanlagen haben keine gesicherte Energieversorgung.
- Bei Lüftungsanlagen bestehen in der Regel keine Anforderungen an die Lage von Nachströmöffnungen. Ausserdem wird die Zuluft häufig im Deckenbereich eingblasen.
- Durch ein Brandereignis verschmutzte Lüftungsanlagen lassen sich oft nicht mehr restlos reinigen, so dass ein teurer Ersatz vorhandener Systeme erforderlich wird.
- Lüftungsanlagen in modernen, energieeffizienten Gebäuden arbeiten mit sehr kleinen Luftwechselraten (1 bis 2 h⁻¹), mit welchen sich kaum eine Entrauchung realisieren lässt.
- Die Aktivierung von automatischen Brandschutzklappen unterdrückt die Rauchableitung.

Schutzzieldefinitionen

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen müssen Schutzziele erfüllen. Die Schutzzielbefriedigung ist mit einer Dimensionierung nachzuweisen.

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern für mehr als 2400 m² (ohne SPA) bzw. mehr als 4800 m² (mit SPA) grosse Brandabschnitte eine nutzungsbezogen dimensionierte Rauch- und Wärmeabzugsanlage. Auf den Industriebau bezogene Anforderungen werden nicht festgelegt.

M IndBauRL verlangt den Nachweis einer rauchfreien Schicht, welche die Durchführung eines wirkungsvollen Feuerwehreinsatzes ermöglicht.

OIB-RL 2.1 fordert für zwischen 1200 m² und 1800 m² grossen Produktions- und Lagerräumen den Nachweis einer genügenden Rauch- und Wärmeableitung zur Unterstützung des Feuerwehreinsatzes. Beträgt die Grundfläche mehr als 1800 m², so muss mit der RWA eine Verzögerung der Brandausbreitung erwirkt werden.

Nur OIB-RL 2.1 ermöglicht im Rahmen der normativen Vorgaben die Festlegung von Flucht- und Rettungsweglängen mit Hilfe von RWA. Werden RWA mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens schutzzielorientiert bemessen, so darf die Rauch- und Wärmeableitung sowohl nach OIB-RL 2.1 als auch nach M IndBauRL bei der Bemessung der Flucht- und Rettungsweglängen berücksichtigt werden.

8 Brandschutzplanung

8.1 Grundsätzliches

A) Regelwerke im Brandschutzwesen

In Deutschland und Österreich existieren mit M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Vorschriftenwerke, die spezifisch den Brandschutz im Industriebau regeln. Zusätzlich sind einzelne Bestimmungen der MBO (Deutschland) bzw. der OIB-RL 2 (Österreich) zu berücksichtigen, welche die „normalen“, für Wohn- und Bürogebäude massgebenden Brandschutzanforderungen definieren. Der Brandschutz im Industriebau ist – bis auf Abweichungen, welche sich durch landesübliche Bauweisen und Baustoffe ergeben – in beiden Ländern ähnlich aufgebaut, weil die OIB-RL 2.1 auf Basis der M IndBauRL Fassung März 2000 erstellt wurde.

Für den schweizerischen Industriebau gibt es kein eigenes, den Brandschutz regelndes Vorschriftenwerk. Die für den Industriebau geltenden Anforderungen sind den VKF-Brandschutzvorschriften zu entnehmen.

In der Schweiz, in Deutschland und in Österreich ist der Brandschutz im Industriebau (national) harmonisiert.

Nachweisführungen anhand den VKF-Brandschutzvorschriften, der M IndBauRL oder der OIB-RL 2.1 bilden ganzheitliche Brandschutzkonzepte.

B) Abweichungen von Standardmassnahmen

Grundsätzlich ermöglichen sowohl die schweizerischen, wie auch die deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften Abweichungen von den in den Regelwerken definierten Standardmassnahmen, sofern die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird.

Mit dem OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ existiert ein praktisches Dokument, das aufzeigt, wie Abweichungen von den österreichischen Vorschriften zu klassieren sind und wie Nachweise über die Gleichwertigkeit geführt werden können. Ausserdem werden – wie in M IndBauRL Anhang 1 – die bei der Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens zu beachtenden Grundsätze festgelegt.

Die VKF-Brandschutzvorschriften bieten das Berechnungsverfahren der Brandrisikobewertung VKF 2007 an, um die Gleichwertigkeit von Abweichungen nachzuweisen.

C) Zulassung und Anwendung von Brandschutzprodukten

Durch die Einführung der EU-Bauproduktenrichtlinie sind die Rechts- und Verwaltungsvorschriften über Bau- bzw. Brandschutzprodukte in der Schweiz und den Nationen der EU angeglichen. Nach Ablauf der Koexistenzphasen erfolgt die Zulassung von Brandschutzprodukten nach harmonisierten Normen und Richtlinien. Somit dürfen EU-weit nur noch CE-

zertifizierte und CE-gekennzeichnete Produkte in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden. Solange die Koexistenzphasen noch dauern, existieren für Bauprodukte unterschiedliche nationale Nachweis-, Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren.

Auch mit der zukünftigen CE-Kennzeichnung aller Bau- bzw. Brandschutzprodukte werden nationale Anwendungsregister – das Brandschutzregister der VKF in der Schweiz, die Bauregelliste des DIBt in Deutschland, die Baustoffliste ÖE des OIB in Österreich – existieren, welche die nationalen Eigenheiten der Anwendung spezifizieren. In ihrer Struktur und Bedeutung werden sich die Register angleichen.

8.2 Baulicher Brandschutz

A) Feuerwiderstand von Bauteilen der Gebäudestruktur

Die VKF-Brandschutzvorschriften (BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 sowie BSR 15-03d Tabellen 1 und 2) legen die Feuerwiderstandsklasse von Tragwerken und von brandabschnittsbildenden Wänden und Decken anhand der folgenden Kriterien fest:

- Geschosshzahl,
- Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$ oder $> 1000 \text{ MJ/m}^2$ (ja/nein),
- Sprinkleranlage (ja/nein),
- nur bei Tragwerken: Bruttogeschossfläche $\leq 1200 \text{ m}^2$ oder $> 1200 \text{ m}^2$ (ja/nein).

M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 verwenden zur Bestimmung der Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile von Industriebauten die folgenden Kriterien:

- Geschosshzahl,
- Brandabschnittsfläche (M IndBauRL) bzw. Geschossfläche innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1),
- Sicherheitskategorie.

Mit diesen vereinfachten (tabellarischen) Verfahren ist eine objektbezogene Dimensionierung des Feuerwiderstandes von Bauteilen der Gebäudestruktur nur bedingt möglich. Diesbezüglich bietet das Bemessungsverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit dem auf der Wärmebilanztheorie beruhenden Rechenverfahren nach DIN 18230-1 grösseren Spielraum. Beispielsweise sind der Umrechnungsfaktor c und der Wärmeabzugsfaktor w , welche beide die äquivalente Branddauer t_a und die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F beeinflussen, in Grenzen wählbar, indem die bauphysikalischen Eigenschaften der Umfassungsbau- teile und die Wärmeabzugsflächen entsprechend festgelegt werden.

B) Flucht- und Rettungswege

Die VKF-Brandschutzvorschriften schliessen eine Dimensionierung von Flucht- und Rettungswegen mit Berechnungsmethoden aus, falls damit vorgeschriebene Mindestanforderungen reduziert werden. Diese Festlegung hat insbesondere im Industriebau erhebliche baupraktische Konsequenzen.

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 bieten die Möglichkeit, dass normativ festgelegte Flucht- und Rettungsweglängen vergrössert (oder verkleinert) werden können, falls die Gleichwertigkeit von Ersatzmassnahmen mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens oder auf andere Weise nachgewiesen wird.

8.3 Technischer Brandschutz

A) Sprinkleranlagen

Die SES-Richtlinien über Sprinkleranlagen sind im Umfang knapp gehalten und regeln nur das Wesentliche, was die Planung vereinfacht. Die entsprechenden europäischen, deutschen und österreichischen Normen und Richtlinien machen detaillierte Festlegungen, sind dadurch aber auch viel umfangreicher und in der Handhabung aufwändiger.

Weil in Deutschland für die Auslegung und Installation von Sprinkleranlagen ein baurechtlich anerkanntes Vorschriftenwerk derzeit nicht existiert und DIN 14489 diesbezüglich keine Hilfe leistet, finden die VdS/CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen (VdS CEA 4001) häufige Anwendung. Es sind auch allfällige gesetzliche und behördliche Bestimmungen zu berücksichtigen. Ausserdem hat der Fachausschuss Industrielle Sachversicherungen (FIS) des GDV am 21.11.2001 beschlossen, dass nach FM bzw. NFPA geplante und installierte Sprinkleranlagen in Deutschland als zu VdS/CEA-Anlagen gleichwertig erachtet werden.

In Österreich ist die TRVB S 127 derzeit in Überarbeitung, wobei die bestehende Richtlinie noch bis zu einer Neuausgabe Gültigkeit hat.

Sprinkleranlagen von Gebäuden, deren Risiken von im angelsächsischen Raum ansässigen Unternehmen versichert werden, müssen unter Umständen nach FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 2-8N bzw. NFPA 13 „Standard for the Installation of Sprinkler Systems“ geplant und eingebaut werden.

Erfolgt die Auslegung und Installation von Sprinkleranlagen nach einer bestimmten technischen Richtlinie – sei es SES, VdS CEA 4001 oder NFPA 13 – so ist diese stets vollumfänglich umzusetzen. Die Planung einer Anlage anhand einzelner Bestimmungen aus verschiedenen Richtlinien ist nicht möglich.

B) Brandmeldeanlagen

Die SES-Richtlinien über Brandmeldeanlagen sind im Umfang knapp gehalten und regeln nur das Wesentliche, was die Planung vereinfacht. Die entsprechenden europäischen, deutschen und österreichischen Normen und Richtlinien machen detaillierte Festlegungen, sind dadurch aber auch viel umfangreicher und in der Handhabung aufwändiger.

In Deutschland gilt DIN 14675 zusammen mit den Normen der Reihe DIN EN 54 und DIN VDE 0833 Teil 2. DIN VDE 0833 Teil 2 regelt im Besonderen die Projektierung und Instandhaltung von Brandmeldeanlagen.

In Österreich ist in Bezug auf die Projektierung die TRVB S 123 und hinsichtlich der Installation von Brandmeldeanlagen nebst der TRVB S 123 und den einschlägigen elektrotechnischen Richtlinien auch die VDE 0833 massgebend.

C) Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die Schweiz besitzt für die Bemessung und Ausführung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen bis dato kein nationales Regelwerk. Die VKF-Brandschutzvorschriften halten lediglich fest, dass bei erforderlichem rechnerischem Nachweis der Wirksamkeit einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage anerkannte Berechnungsmethoden zu verwenden sind.

Weil die Bemühungen um die Einführung einer europäischen Norm für die Bemessung von natürlichen und mechanischen Rauchabzugsanlagen (EN 12101-5) gescheitert sind, werden für deren Projektierung und Dimensionierung auch in Zukunft nationale Normen Anwendung finden.

8.4 Verfahren zum Nachweis einer ausreichenden Brandsicherheit

A) Vereinfachte (tabellarische) Verfahren

Sowohl die VKF-Brandschutzvorschriften als auch M IndBauRL und OIB-RL 2.1 bieten vereinfachte (tabellarische) Verfahren an zur

- Bestimmung der Feuerwiderstandsklassen von Tragwerken (BSR 14-03d Tabellen 1 und 2, M IndBauRL Tabelle 1, OIB-RL 2.1 Tabelle 1),
- Festlegung der Feuerwiderstandsklasse von brandabschnittsbildenden Wänden und Decken (BSR 15-03d Tabellen 1 und 2),
- Ermittlung der zulässigen Brandabschnittsflächen (M IndBauRL Tabelle 1) und der zulässigen Geschossflächen von oberirdischen Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1 Tabelle 1).

Die tabellarischen Verfahren reichen für die brandschutztechnische Beurteilung einer Mehrzahl der in der Praxis vorkommenden Fälle aus.

B) Brandrisikobewertung VKF 2007 und Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7

Die Brandrisikobewertung VKF 2007 und das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 besitzen die folgenden methodischen **Gemeinsamkeiten**:

- Beide Rechenmethoden basieren auf einem zweistufigen Bemessungsverfahren:
 1. Stufe: Die Feuerwiderstandsklasse der Tragstruktur wird tabellarisch (VKF-Brandschutzvorschriften) oder anhand des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 (M IndBauRL) festgelegt.
 2. Stufe: Die zulässige Brandabschnittsfläche wird mit der Brandrisikobewertung VKF 2007, die zulässige Geschossflächen in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt mit Hilfe des Sicherheitskonzeptes von M IndBauRL Abschnitt 7 ermittelt.
- Die Verfahren erfassen nicht ganze Gebäudekomplexe, sondern nur einzelne Brandabschnitte (VKF) bzw. Brandbekämpfungsabschnitte (M IndBauRL).
- Sprinkleranlagen dürfen sowohl bei der Bauteilbemessung (nach BSR 14-03d/BSR 15-03d bzw. DIN 18230-1) als auch bei der Festlegung der zulässigen Brandabschnittsfläche bzw. der zulässigen Fläche je Geschoss in einem Brandbekämpfungsabschnitt (nach Brandrisikobewertung VKF bzw. M IndBauRL Abschnitt 7) angerechnet werden. Gemäss M IndBauRL Abschnitt 7 gilt dies jedoch nicht für Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken sowie solche, die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen und aussteifen.
- Die Behinderung der Brandausbreitung durch dem abwehrenden Brandschutz dienende infrastrukturelle oder personelle Massnahmen, wie Werkfeuerwehr (im Zusatzbeiwert α_L berücksichtigt) oder Ortsfeuerwehr, Innenhydranten, Zuverlässigkeit der Löschwasserversorgung, Hydrantenentfernung, Zugänglichkeit des Gebäudes (in den Normalmassnahmen N berücksichtigt) werden sowohl von der Brandrisikobewertung VKF, als auch von DIN 18230-1 angerechnet.
- Der Anwendungsbereich beider Verfahren liegt bei den Industrie- und Gewerbebauten (Produktion, Lager, Handel).

Andererseits existieren auch wesentliche **Unterschiede**:

- Die Brandrisikobewertung VKF 2007 ist – wie der Name verdeutlicht – eine Risikomethode, die die wesentlichen, den Brand beeinflussenden Parameter berücksichtigt, mit diesen das Brandrisiko abschätzt und mit dem akzeptierten Restrisiko vergleicht.

Dagegen fokussiert das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 – in Gestalt der rechnerischen Brandbelastung q_R , des Umrechnungsfaktors c und des Wärmeabzugsfaktors w – die mit einem Brandereignis einhergehende thermische

Belastung der Bauteile eines Brandbekämpfungsabschnittes, womit nur eine Teilgefahr berechnet wird.

- Die Bewertungsgrundlagen der Brandrisikobewertung VKF beruhen einerseits auf langjährigen Schadenerfahrungen der Feuerversicherer, andererseits auf neueren Erhebungen in Industrie- und Gewerbebetrieben, was eine praxisorientierte, pragmatische Bewertung der Brandgefährdung bewirkt. Das Verfahren wird auch zur Festlegung von Versicherungsprämien verwendet.

Dagegen liegen dem Rechenverfahren nach DIN 18230-1 umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen zugrunde, indem zur Festlegung der Umrechnungs- und Abbrandfaktoren aufwändige Versuche durchgeführt und zur Ermittlung der Wärmeabzugsfaktoren mit Computerprogrammen Wärmebilanzrechnungen erstellt wurden.

- Die Anwendung des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 ist nur bei Industriebauten mit geringer Brandbelastung sinnvoll bzw. möglich (erf $t_F \leq 90$ Minuten). Mit einem Wärmeabzugsfaktor $w = 1.30$ und einem Umrechnungsfaktor $c = 0.25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$ liegt die mögliche Brandbelastung – in Abhängigkeit von der Grösse des Sicherheitsbeiwertes γ und des Zusatzbeiwertes α_L – bei etwa 270 kWh/m^2 bzw. 1000 MJ/m^2 .

Die Brandrisikobewertung VKF setzt in Bezug auf die Grösse der Brandbelastung (praktisch) keine Anwendungsgrenzen.

- Im Rahmen des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 dürfen Werkfeuerwehren, automatische Brandmeldeanlagen, halbstationäre und selbsttätige stationäre Löschanlagen sowohl bei der Bemessung der Bauteile nach DIN 18230-1 als auch bei der Festlegung der zulässigen Fläche je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt angerechnet werden. Dies gilt jedoch nicht für Bauteile, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen oder überbrücken sowie solche, die Brandbekämpfungsabschnitte trennende Bauteile unterstützen und aussteifen.

Mit Ausnahme von Sprinkleranlagen sehen die VKF-Brandschutzvorschriften eine Anrechnung von Massnahmen der brandschutztechnischen Infrastruktur bei der Festlegung des Feuerwiderstandes von Bauteilen nicht vor.

- Die Feuerwiderstandsklassen des Tragwerkes und der brandabschnittsbildenden Bauteile werden durch die entsprechenden VKF-Brandschutzrichtlinien vorgegeben, und finden bei der Ermittlung der zulässigen Brandabschnittsfläche mit Hilfe der Brandrisikobewertung VKF keine Berücksichtigung.

Dagegen bilden die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer erf t_F für Bauteile (der Brandsicherheitsklasse SK_b3) und die äquivalente Branddauer $t_{\ddot{a}}$ die Bindeglieder zwischen den Verfahren M IndBauRL Abschnitt 7 und DIN 18230-1, wodurch die Feuerwiderstandsklassen der Bauteile und die zulässigen Geschossflächen der Brandbekämpfungsabschnitte voneinander abhängen.

- Grundlage der Sicherheitsbetrachtungen von DIN 18230-1 ist die Akzeptanz einer bestimmten Versagenswahrscheinlichkeit der Bauteile von Industriebauten bei einem

Brandereignis. Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden mit Schadenfolge wurde auf $5 \cdot 10^{-7}$ je m^2 und Jahr festgelegt und dem Sicherheitsbeiwert γ (für die Bemessung der Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK_b3) sowie dem Beiwert δ (zur Bemessung von Bauteilen der Brandsicherheitsklassen SK_b2 und SK_b1) zugrunde gelegt.

Die Brandrisikobewertung VKF definiert das effektive Brandrisiko R_e – welches sich aus dem Produkt der Brandgefährdung B und der Aktivierungsgefahr A ergibt – als Mass für die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Brandes. Die Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden wird demnach in Abhängigkeit der Brandgefahren, der Brandschutzmassnahmen und der Aktivierungsgefahr situations- bzw. nutzungsbezogen errechnet und nicht – so wie in DIN 18230-1 – mit einem einzigen statistisch begründbaren Wert erfasst.

- Der Anwendungsbereich der Brandrisikobewertung VKF wurde auf Grossraumbüros erweitert.

OIB-RL 2.1 verzichtet auf die Darlegung eines Rechenverfahrens, das ingenieurmässige Detailuntersuchungen erfordert.

C) Methoden des Brandschutzingenieurwesens

Das EU-Grundlagendokument „Wesentliche Anforderung Nr. 2: Brandschutz“ bezeichnet die Methoden des Brandschutzingenieurwesens als geeignete Verfahren zur Sicherstellung des erforderlichen Brandsicherheitsniveaus und zur Bemessung und Berechnung der notwendigen Schutzmassnahmen. Das EU-Grundlagendokument ist in der Schweiz und den Staaten der EU eingeführt, so dass die Methoden des Brandschutzingenieurwesens zur Entwicklung von schutzzielorientierten, objektbezogenen Brandschutzkonzepten allgemein anerkannt sind.

Mit dem OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ existiert in Österreich ein Dokument, das aufzeigt, wie bei Abweichungen von normativen Vorgaben Nachweise über die Gleichwertigkeit geführt werden können.

In Deutschland legt M IndBauRL Anhang 1 die bei der Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens zu beachtenden Grundsätze fest.

Mit den Methoden wird nachgewiesen, dass für sicherheitstechnisch erforderliche Zeiträume die aufgrund anerkannter Kriterien des Brandschutzes und/oder anhand bestehender Vorschriften festgelegten Sicherheitskriterien eingehalten werden.

Die VKF-Brandschutzvorschriften liefern bis dato keine konkreten Hinweise, wie die Methoden des Brandschutzingenieurwesens anzuwenden sind und wie Schutzziele situationsbezogen definiert werden. Dies wird in die Kompetenz der kantonalen Brandschutzbehörden übertragen, was zu einer uneinheitlichen Handhabung führt.

9 Baupraxis

9.1 Baulicher Brandschutz

A) Brandwände

Die von den VKF-Brandschutzvorschriften festgelegte Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz erfordert für Brandwände spezielle Konstruktionen, wie z.B. Sollbruchstellen, zweischalige Bauweise, Stahlbetonstützen, Querwände, Rippen oder betonierte Geschossdecken. Diese Anforderung geht über die Stossbeanspruchungen, wie sie durch die Zusatzkennung „M“ der europäischen Normierung und durch DIN 4102 Teil 3 Abschnitte 4.2 und 4.3 definiert werden, hinaus.

Durch die statische Entkopplung von aneinander gebauten Gebäuden lassen sich grössere Sachschäden verhindern.

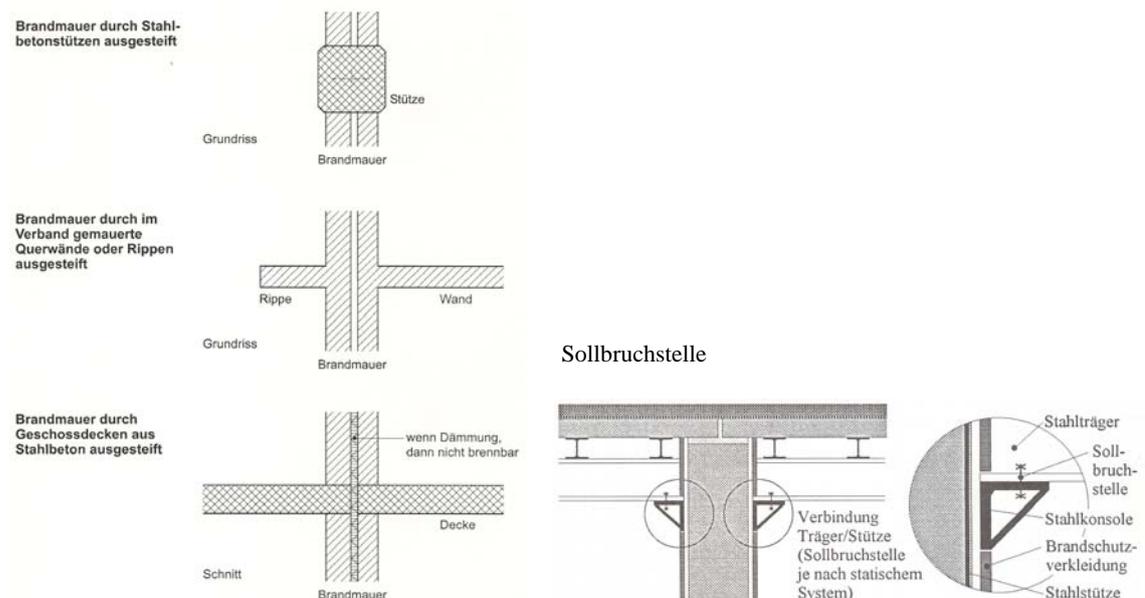


Abb. 15: Konstruktionen zur Gewährleistung der Standfestigkeit von Brandmauern (VKF; 2003, BSR 15-03d, S. 24 und VKF; 1993, BSR „Schutzabstände, Brandabschnitte, Fluchtwege“, S. 15)

Wegen der erforderlichen Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften – im Gegensatz zu M IndBauRL und OIB-RL 2.1 – keine geschossweise versetzt verlaufende Brandwände.

Bei den Bauteilanschlüssen von Brandwänden sehen die VKF-Brandschutzvorschriften im Vergleich zu M IndBauRL und zu OIB-RL 2.1 die folgenden konstruktiven Erleichterungen vor:

- Brandwände müssen in keinem Falle über Dach geführt werden.

- Brennbare Ziegellattungen und bis 13 mm starke Unterdächer dürfen über die Brandmauern hinweg laufen und müssen nicht unterbrochen werden.
- Die Ausdehnung der Über Eck-Führung von Brandwänden ist weniger als halb so gross.

B) Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept, Geschosszahl und den zulässigen Flächen von Brandabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten bei einer Brandbelastung > 1000 MJ/m², jedoch ohne Berücksichtigung von Flächen > 10000 m² (vgl. Abbildungen Nr. 16 bis Nr. 20 und Tabelle Nr. 25)

Grundsätzliches

Zur Darstellung der Zusammenhänge werden die folgenden Verfahren verwendet:

- BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit der Brandrisikobewertung VKF;
- M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1;
- OIB-RL 2.1 Tabelle 1.

Mit den gewählten Rahmenbedingungen zur Berechnung der äquivalenten Branddauer $t_{\ddot{a}}$ ($c = 0.25 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$, $w = 1.30$) resultiert nach DIN 18230-1 bei Brandbelastungen > 1000 MJ/m² eine rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_f von mehr als 90 Minuten, so dass das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 nicht anwendbar ist.

Die den zulässigen Brandabschnittsflächen zugeordneten, maximal möglichen Brandbelastungen, welche mit Hilfe der Brandrisikobewertung VKF ermittelten wurden, sind der Tabelle Nr. 25 zu entnehmen.

Der Feuerwiderstand von Tragwerken nach den VKF-Brandschutzvorschriften

Für nach den VKF-Brandschutzvorschriften konzipierte Industriegebäude wird der Tragwerks-Feuerwiderstand durch die Festlegungen der Tabellen 1 und 2 von BSR 14-03d vorgegeben und hängt nicht von den Ergebnissen der Brandrisikobewertung VKF bzw. von der Brandabschnittsfläche ab. Davon ausgenommen bleibt die Bestimmung, dass bei zweigeschossigen, nicht gesprinklerten Gebäuden mit Bruttogeschossflächen (bzw. Brandabschnittsflächen, falls die Standfläche der Wände nicht in Betracht gezogen wird) ab 1200 m² die Feuerwiderstandsklasse nicht R 30, sondern R 60 und bei mit Sprinkleranlagen ausgerüsteten Bauten nicht R 0, sondern R 30 betragen muss.

Tragwerks-Feuerwiderstand ^{*)} nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2					
Konzept	Geschosszahl				
	2 ($\leq 1200 \text{ m}^2$)	2 ($> 1200 \text{ m}^2$)	3	4	5
OSM/BMA	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90
SPA	R 0	R 30	R 30	R 60	R 60

^{*)} Das Tragwerk besteht aus nicht brennbaren Baustoffen (nbb).

Tab. 63: Tragwerks-Feuerwiderstand nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 bei Brandbelastungen > 1000 MJ/m²

Tragwerke ohne Feuerwiderstand (vgl. Abbildungen Nr. 16 und Nr. 17)

Feuerwiderstandslose, ohne Brandmelde- und Sprinkleranlagen ausgerüstete (Konzept OSM), eingeschossige Industriehallen dürfen in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich 1800 m² gross gebaut werden, wobei die Brandrisikobewertung VKF in diesem Fall die Brandbelastung auf 10000 MJ/m² begrenzt. Wird die Brandbelastung auf 1200 MJ/m² reduziert, so lassen die VKF-Brandschutzvorschriften in Hallen mit feuerwiderstandslosen Tragwerken bis zu 3000 m² grosse Brandabschnitte zu.

Mit Brandmeldeanlagen ausgerüstete Industriebauten (Konzept BMA) lassen sich in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich ohne Feuerwiderstand höchstens 2700 m² gross ausbilden, wobei bei schweizerischen Gebäuden die Brandlastung auf 20000 MJ/m² begrenzt bleibt. Wird die Brandbelastung auf 2500 MJ/m² reduziert, so dürfen gemäss Brandrisikobewertung VKF maximal 4500 m² grosse Brandabschnitte gebaut werden.

Werden in industriellen Gebäuden mit R0-Tragwerken Sprinkleranlagen installiert (Konzept SPA), so können in der Schweiz und in Deutschland die Brandabschnitte 10000 m², in Österreich aber nur 7500 m² gross sein. Dabei bleibt für schweizerische Gebäude mit 10000 m² grossen Brandabschnitten die Brandbelastung auf 7000 MJ/m² begrenzt.

Zweigeschossige Gebäude ohne Feuerwiderstandsanforderung an das Tragwerk lassen lediglich die VKF-Brandschutzvorschriften zu. Mit Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m² ist dazu eine Sprinkleranlage erforderlich und die Brandabschnittsgrössen dürfen maximal 1200 m² gross gehalten werden.

Um der Feuerwehr wirksame Löschmassnahmen zu ermöglichen, begrenzen M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die Breite von ein- bzw. erdgeschossigen Industriebauten ohne Feuerwiderstandsanforderung und ohne Sprinkleranlage auf maximal 40 m, falls die Brandbelastung nicht limitiert wird bzw. als hoch anzunehmen ist.

Tragwerke der Feuerwiderstandsklasse R 30 (vgl. Abbildungen Nr. 17 und Nr. 18)

Von der obgenannten Ausnahme abgesehen, ist das Tragwerk von zwei- und mehrgeschossigen Industriebauten mit der Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten oder höher auszubilden.

Ohne Sprinkleranlage lassen sich in zweigeschossigen Gebäuden mit R 30-Tragwerken nur kleine Brandabschnittsflächen realisieren. Ohne Brandmeldeanlage können in Deutschland und in Österreich 800 m² grosse, in der Schweiz 1200 m² grosse Brandabschnitte gebaut werden. Mit installierter Brandmeldeanlage kann in der Schweiz keine, in Österreich eine 25%ige und in Deutschland eine 50%ige Flächenvergrösserung erwirkt werden. Sprinkleranlagen gestatten den Bau von wesentlich grösseren Brandabschnittsflächen: 10000 m² in der Schweiz (wobei die Brandbelastung auf 7000 MJ/m² zu begrenzen ist), 8500 m² in Deutschland und 5000 m² in Österreich.

Tragwerke der Feuerwiderstandsklassen R 60 und R 90 (vgl. Abbildungen Nr. 17 - Nr. 20)

Werden die Tragwerke von zweigeschossigen Industriebauten statt R 30 mit der Feuerwiderstandsdauer von 60 oder 90 Minuten gebaut, so sind die zulässigen Brandabschnittsflächen entsprechend grösser. Bei zweigeschossigen Industriebauten verzichten die VKF-Brandschutzvorschriften grundsätzlich auf Tragwerkskonstruktionen der Feuerwiderstandsklasse R 90.

In Österreich müssen ab drei Geschossen die Tragwerke von industriellen Gebäuden die Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten aufweisen.

In der Schweiz genügt für die Tragwerke dreigeschossiger Gebäude die Feuerwiderstandsklasse R 60 (ohne SPA) bzw. R 30 (mit SPA). Werden in Deutschland die Brandabschnittsflächen auf 1200 m² (ohne BMA) bzw. auf 1800 m² (mit BMA) begrenzt oder werden dreigeschossige Gebäude mit höchsten 6500 m² grossen Brandabschnitten durch eine Sprinkleranlage geschützt, so müssen die Tragkonstruktionen solcher Bauten der Feuerwiderstandsklasse R 60 genügen. Andernfalls sind R 90-Tragwerke erforderlich.

Die Tragwerke von vier- und fünfgeschossigen Industriebauten benötigen in der Schweiz und in Deutschland die Feuerwiderstandsklasse R 90. Nur mit installierter Sprinkleranlage lassen die VKF-Brandschutzvorschriften eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten zu.

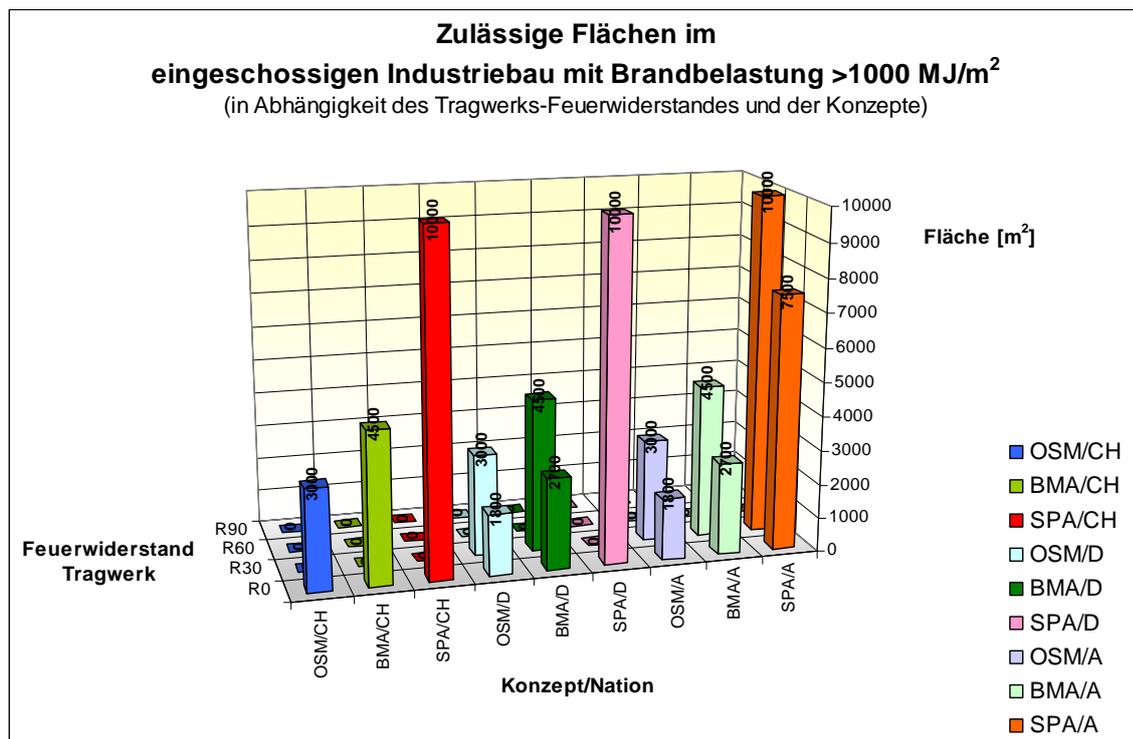


Abb. 16: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung > 1000 MJ/m²

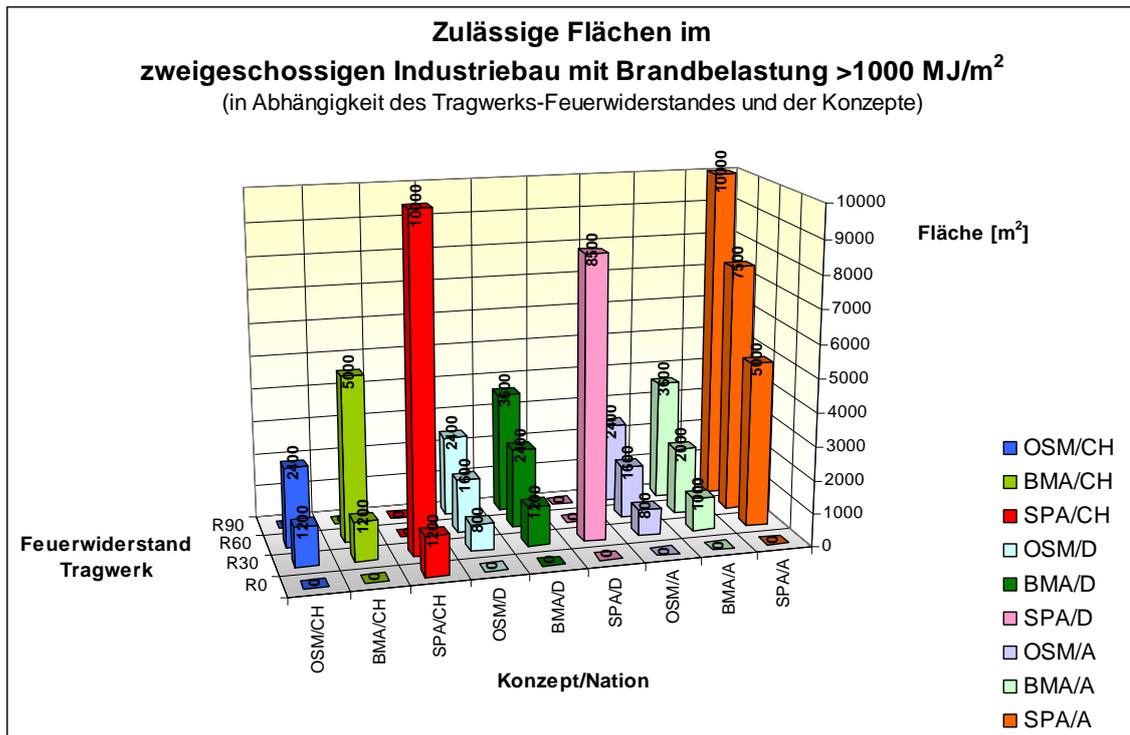


Abb. 17: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung > 1000 MJ/m²

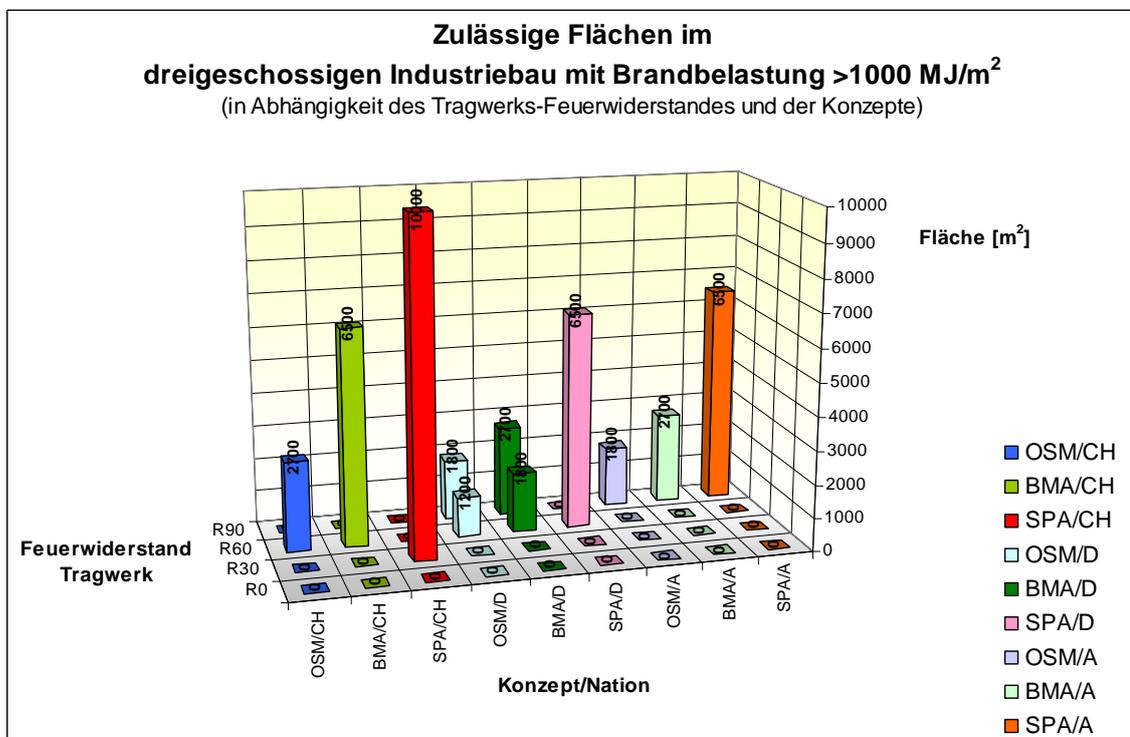


Abb. 18: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung > 1000 MJ/m²

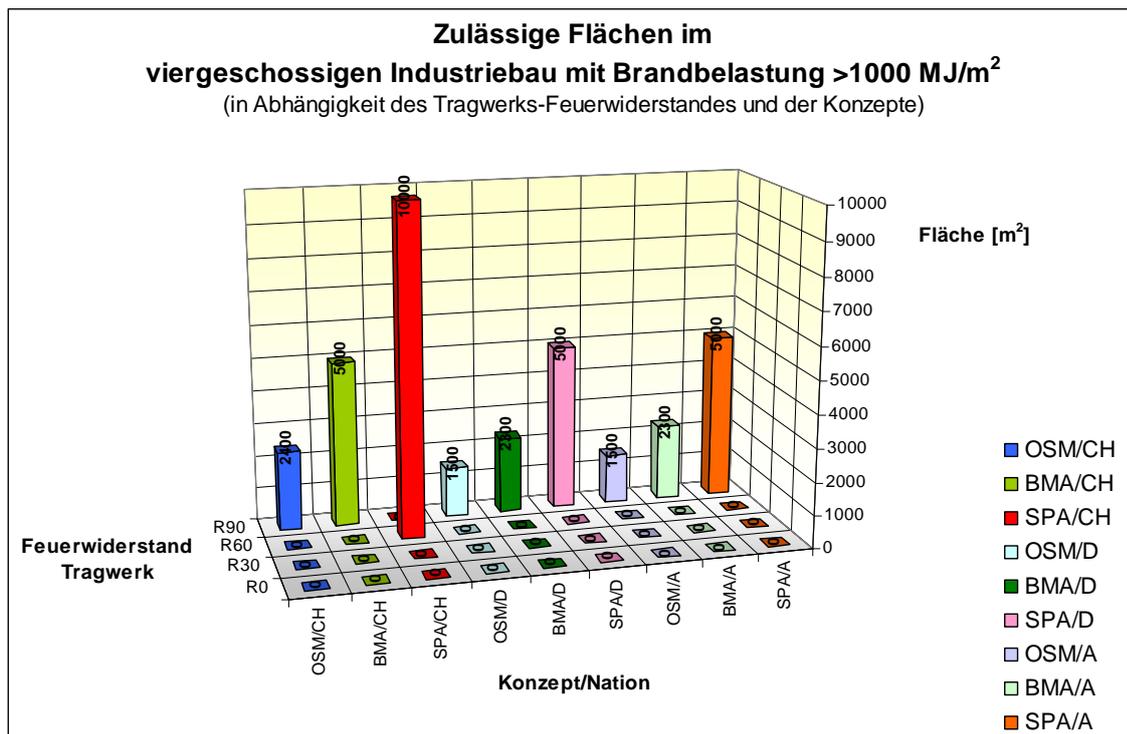


Abb. 19: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung > 1000 MJ/m²

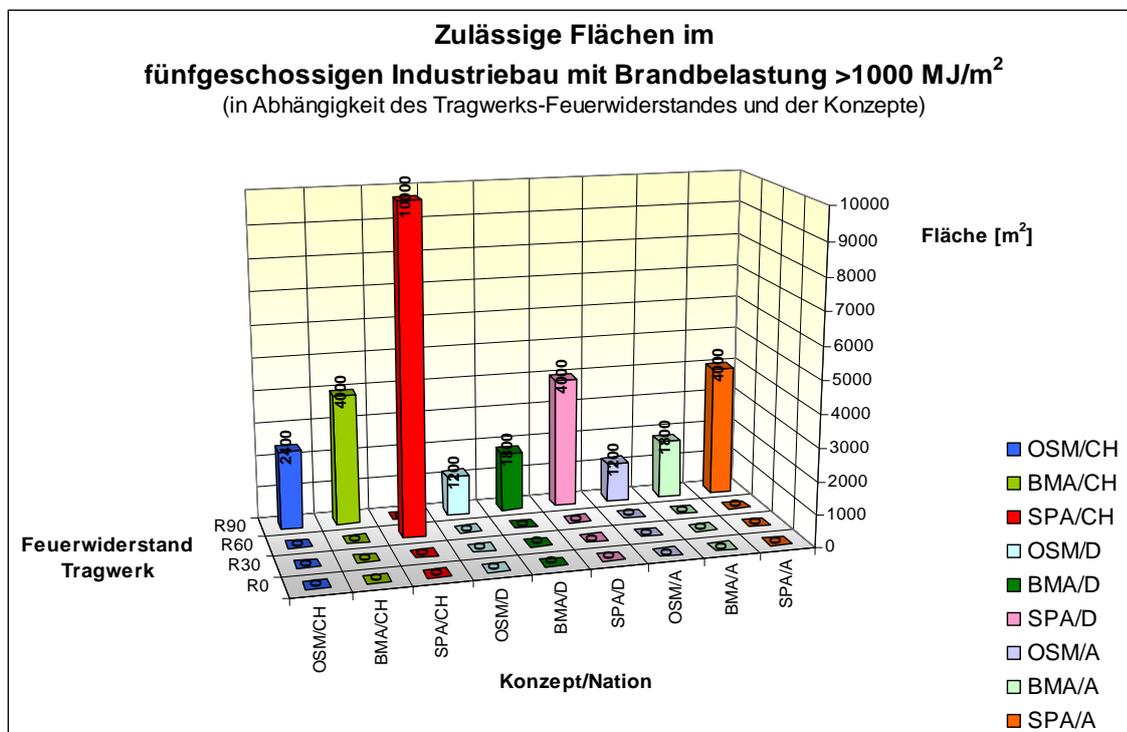


Abb. 20: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung > 1000 MJ/m²

C) Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept, Geschosszahl und den zulässigen Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten bei einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$, jedoch ohne Berücksichtigung von Flächen $> 10000 \text{ m}^2$ (vgl. Abbildungen Nr. 21 bis Nr. 25 und Tabelle Nr. 25)

Grundsätzliches

Zur Darstellung der Zusammenhänge werden die folgenden Verfahren verwendet:

- BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit der Brandrisikobewertung VKF;
- M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1;
- M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 für Brandbekämpfungsabschnitte, welche grösser als die zulässigen Brandabschnittsflächen von M IndBauRL Abschnitt 6 Tabelle 1 sind, jedoch nur dann, falls erf $t_f \leq 90$ Minuten ist;
- OIB-RL 2.1 Tabelle 1.

Die den zulässigen Brandabschnittsflächen zugeordneten, maximal möglichen Brandbelastungen, welche mit Hilfe der Brandrisikobewertung VKF ermittelten wurden, sind der Tabelle Nr. 25 zu entnehmen.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Brandrisikobewertung VKF, der Ergebnisse des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 und des Verfahrens nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 offenbart die Nachteile der vereinfachten (tabellarischen) Methoden gegenüber den Rechenverfahren:

Die nicht bestimmten und daher nicht begrenzten bzw. als hoch anzunehmenden Brandlasten des vereinfachten Verfahrens nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 bewirken im Vergleich zum Rechenverfahren der Brandrisikobewertung VKF und zu demjenigen von M IndBauRL Abschnitt 7 kleinere zulässige Flächen und/oder höhere Feuerwiderstandsklassen bei den Tragwerken.

Für österreichische Industriebauten gelten die in Abschnitt B dargestellten Zusammenhänge, weil OIB-RL 2.1 nur das vereinfachte Verfahren nach Tabelle 1 anbietet. Daher beziehen sich die folgenden Ausführungen lediglich auf schweizerische und auf deutsche Industriebauten.

Der Feuerwiderstand von Tragwerken nach den VKF-Brandschutzvorschriften

Für nach den VKF-Brandschutzvorschriften konzipierte Industriegebäude wird der Tragwerks-Feuerwiderstand durch die Festlegungen der Tabellen 1 und 2 von BSR 14-03d vorgegeben und hängt nicht von den Ergebnissen der Brandrisikobewertung VKF bzw. von der Brandabschnittsfläche ab. Davon ausgenommen bleibt die Bestimmung, dass bei zweigeschossigen, nicht gesprinklerten Gebäuden mit Bruttogeschossflächen (bzw. Brandabschnittsflächen, falls die Standfläche der Wände nicht in Betracht gezogen wird) ab 1200 m^2 die Feuerwiderstandsklasse nicht R 0, sondern R 30 betragen muss.

Tragwerks-Feuerwiderstand ^{*)} nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2					
Konzept	Geschosszahl				
	2 ($\leq 1200 \text{ m}^2$)	2 ($> 1200 \text{ m}^2$)	3	4	5
OSM/BMA	R 0	R 30	R 30	R 60	R 60
SPA	R 0	R 0	R 0	R 30	R 60

^{*)} Das Tragwerk besteht aus nicht brennbaren Baustoffen (nbb).

Tab. 64: Tragwerks-Feuerwiderstand nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 bei Brandbelastungen $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

Ein- bis dreigeschossige Industriebauten (vgl. Abbildungen Nr. 21 bis Nr. 23)

Die VKF-Brandrisikobewertung und M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 lassen in bis zu dreigeschossigen Industriebauten, welche nicht mit Brandmelde- und Sprinkleranlagen ausgerüstet sind, 10000 m^2 grosse Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen zu, falls die Brandbelastung hinreichend klein ist (um 200 MJ/m^2). Dabei muss die Feuerwiderstandsklasse der Tragkonstruktion bei eingeschossigen Gebäuden R 0 (VKF) bzw. R 30 (M IndBauRL) und bei den zwei- und dreigeschossigen Industriebauten R 30 (VKF) bzw. R 60 (M IndBauRL) betragen. Damit legt M IndBauRL Abschnitt 7 den Feuerwiderstand der Tragkonstruktion bei solchen Bauten um eine Klasse höher fest als die VKF-Brandschutzvorschriften.

Sprinkleranlagen bewirken, dass die Tragwerke von ein- und zweigeschossigen (M IndBauRL) bzw. von zwei- bis viergeschossigen (VKF) Gebäuden um eine Feuerwiderstandsklasse geringer dimensioniert werden dürfen.

Vier- und fünfgeschossige Industriebauten (vgl. Abbildungen Nr. 24 und Nr. 25)

Bei den vier- und fünfgeschossigen Industriebauten müssen die Tragwerke der Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten genügen. Mit Sprinkleranlage gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften bei viergeschossigen Bauten R 30-Tragkonstruktionen. Nach M IndBauRL Abschnitt 7 sind in viergeschossigen industriellen Gebäuden Brandmelde- oder Sprinkleranlagen erforderlich, um die Geschosse der Brandbekämpfungsabschnitte 10000 m^2 gross bauen zu können. Bei fünfgeschossigen Bauten genügt nur noch eine Sprinkleranlage. Mit sehr kleiner Brandbelastung (150 MJ/m^2) kommen nach den VKF-Brandschutzvorschriften konzipierte Industriebauten auch ohne Brandmelde- und Sprinkleranlagen aus. Werden solche Anlagen installiert, so kann die Brandbelastung entsprechend höher gewählt werden.

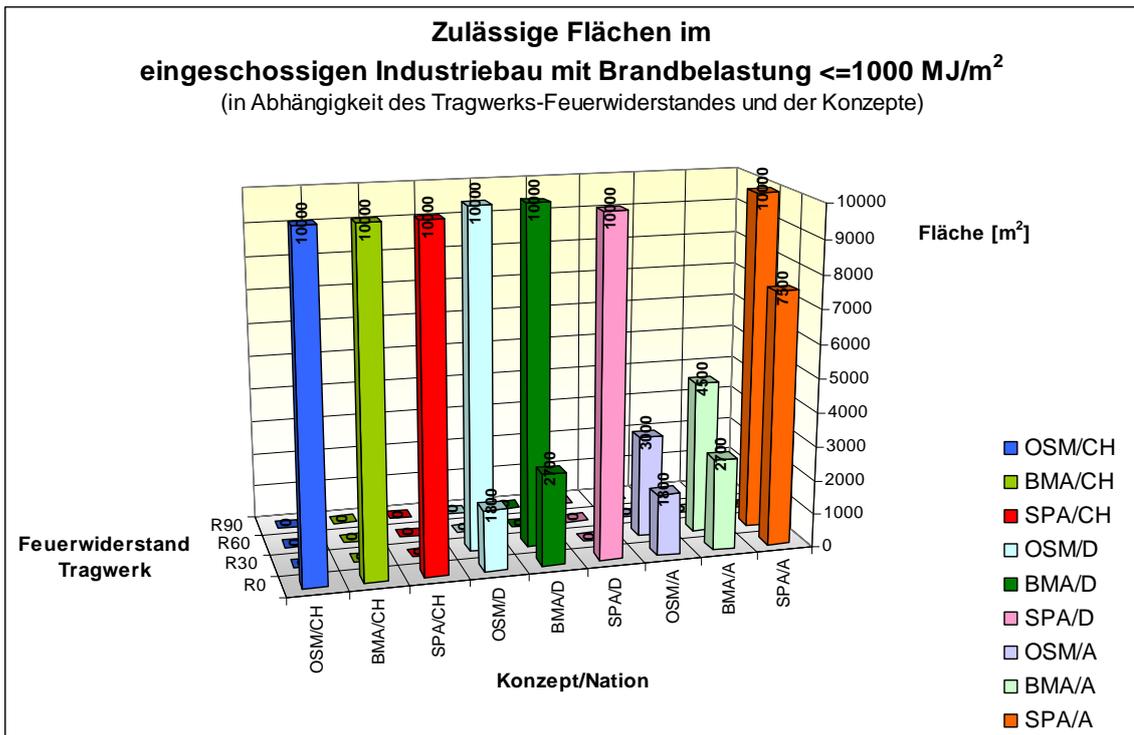


Abb. 21: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

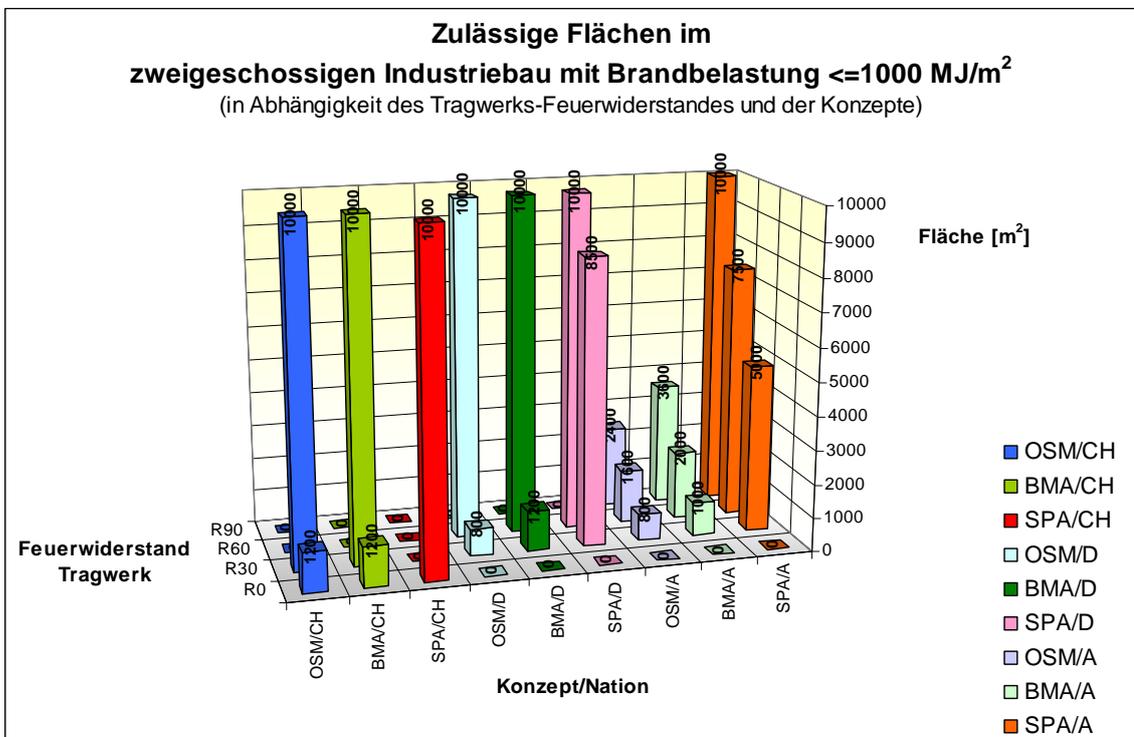


Abb. 22: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

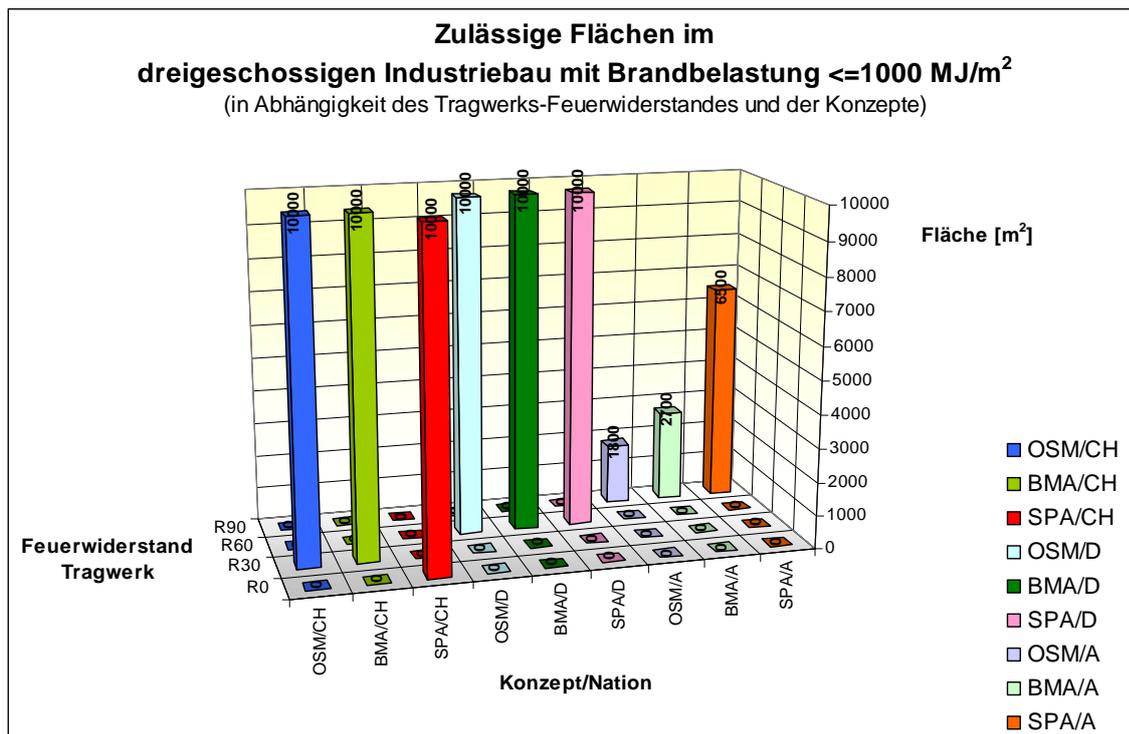


Abb. 23: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

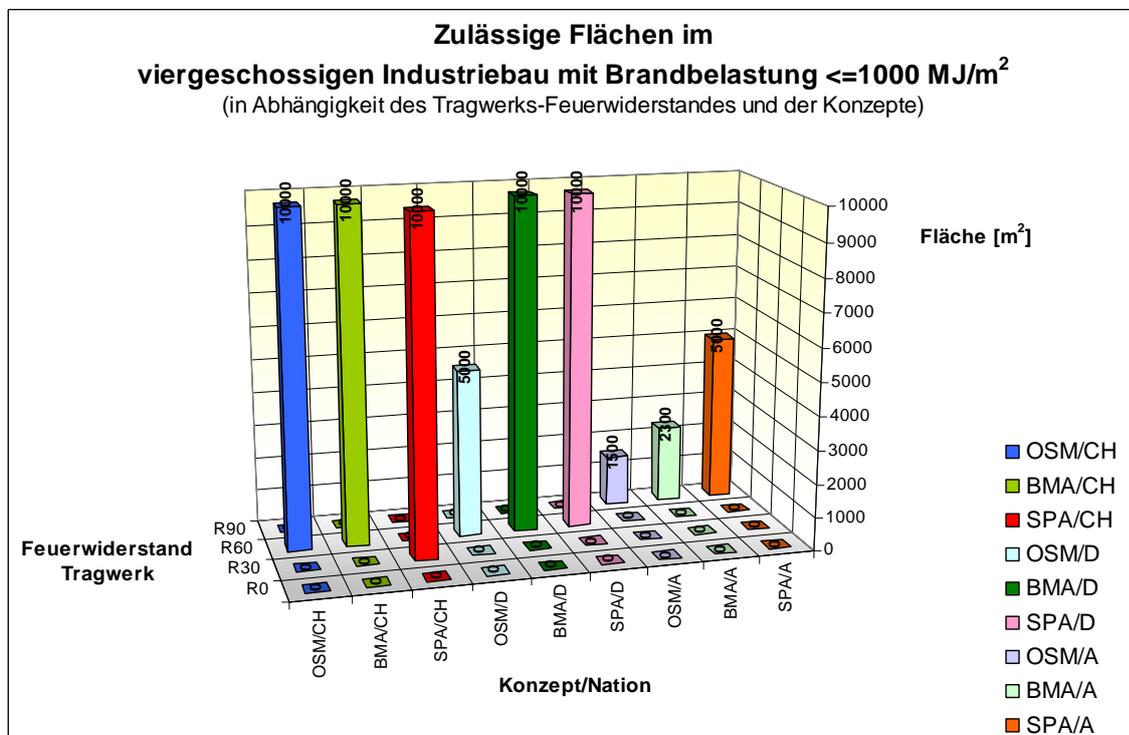


Abb. 24: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

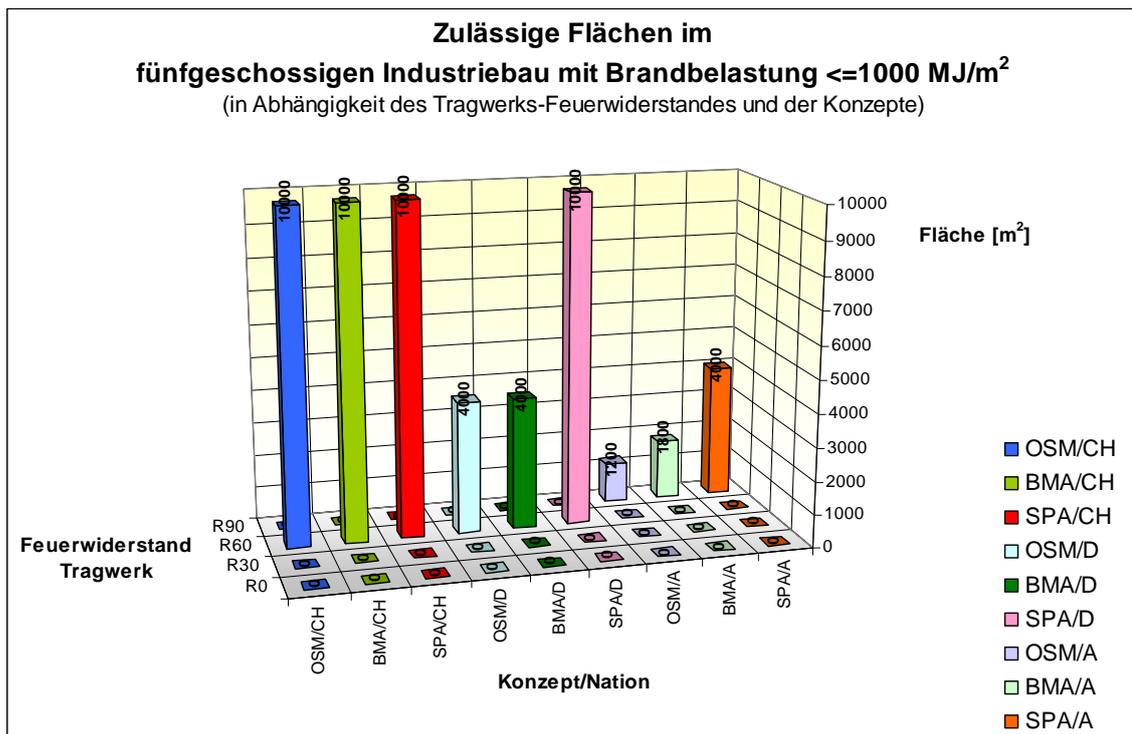


Abb. 25: Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

D) Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept, Geschosszahl und den zulässigen Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (vgl. Abbildungen Nr. 26 bis Nr. 30 und Tabelle Nr. 33)

Grundsätzliches

Zur Darstellung der Zusammenhänge werden die folgenden Verfahren verwendet:

- BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit der Brandrisikobewertung VKF;
- M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1, falls erf $t_f \leq 90$ Minuten ist (d.h. für sehr kleine Brandbelastungen);
- M IndBauRL Abschnitt 6, falls erf $t_f > 90$ Minuten ist (d.h. für mittlere und sehr grosse Brandbelastungen);
- OIB-RL 2.1 Tabelle 1.

Für die Brandbelastung werden die folgenden Werte gewählt:

- Sehr klein: $200 \text{ MJ/m}^2 / 56 \text{ kWh/m}^2$
- Mittel: $1000 \text{ MJ/m}^2 / 278 \text{ kWh/m}^2$
- Sehr gross: $5000 \text{ MJ/m}^2 / 1389 \text{ kWh/m}^2$.

Bei den vereinfachten (tabellarischen) Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 wird die Brandbelastung nicht bestimmt und ist daher als unbegrenzt bzw. als hoch anzunehmen. Dem damit einhergehenden höheren Brandrisiko wird mit kleineren zulässigen Flächen und/oder höheren Feuerwiderstandsklassen bei den Tragwerken entgegengetreten. Bei der Brandrisikobewertung VKF und beim Rechenverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 erfolgt eine Brandlastbestimmung, so dass die zulässigen Flächen differenziert festlegbar sind.

Die aus den VKF-Brandschutzvorschriften resultierenden Ergebnisse hängen nicht von der Geschosshöhe ab, weil diese nicht in die Ermittlung der zulässigen Brandabschnittsfläche eingeht.

Sehr kleine Brandbelastung (200 MJ/m²)

Mit sehr kleiner Brandbelastung und Sprinklerschutz beträgt die zulässige Brandabschnittsfläche für schweizerische Industriebauten 50000 m² und entspricht damit der durch die Brandrisikobewertung VKF vorgegebenen Flächenbegrenzung.

Gemäss M IndBauRL Abschnitt 7 darf die Summe aller ermittelten Geschossflächen nicht mehr als 60000 m² betragen. Damit wird die obere Begrenzung für die zulässigen Flächen je Geschoss in einem ein- oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitte durch den Quotienten 60000 m² / Geschosshöhe vorgegeben.

Die Abbildungen Nr. 26 bis Nr. 30 zeigen, dass die VKF-Brandrisikobewertung den Brandmeldeanlagen im Rahmen von industriellen Nutzungen ein grösseres Risikosenkungspotential beizumessen als das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7, was sich in grosszügiger bemessenen Brandabschnittsflächen äussert (aus dem Vergleich der Konzepte OSM und BMA resultierend). Andererseits dürfen in ein- und zweigeschossigen Gebäuden ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage (Konzept OSM) die Geschossflächen der Brandbekämpfungsabschnitte nach M IndBauRL Abschnitt 7 grösser dimensioniert werden als die nach der VKF-Brandrisikobewertung bemessenen Brandabschnitte.

Mittlere (1000 MJ/m²) und sehr grosse Brandbelastung (5000 MJ/m²)

Bei mittleren bis sehr grossen Brandbelastungen kommen die vereinfachten, tabellarischen Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 zum Zuge. Beide Verfahren hängen nicht von der Brandbelastung ab, so dass die Ergebnisse für die Brandbelastungswerte 1000 MJ/m² und 5000 MJ/m² äquivalent sind.

Die VKF-Brandrisikobewertung passt die zulässigen Brandabschnittsflächen kontinuierlich den mittleren bis sehr grossen Brandbelastungen an. Nur bei den ein- und zweigeschossigen Gebäuden mit der sehr grossen Brandbelastung von 5000 MJ/m² und ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage (Konzept OSM) lassen sich mit den tabellarischen Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 grössere Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen realisieren. In allen übrigen Fällen dürfen mit der brandlastbezogenen Bemessung der VKF-Brandrisikobewertung zum Teil erheblich grössere Brandabschnitte gebaut werden.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen des vorangehenden Abschnittes (Brandbelastung 200 MJ/m²) zeigt, dass das Rechenverfahren von M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 auf die beispielsweise in der Automobil- und Hüttenindustrie vorkommenden komplexen Industriebauten mit sehr grossen Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten und vergleichsweise geringen Brandlasten zugeschnitten ist. Solche Industriezweige existieren in der Schweiz nicht.

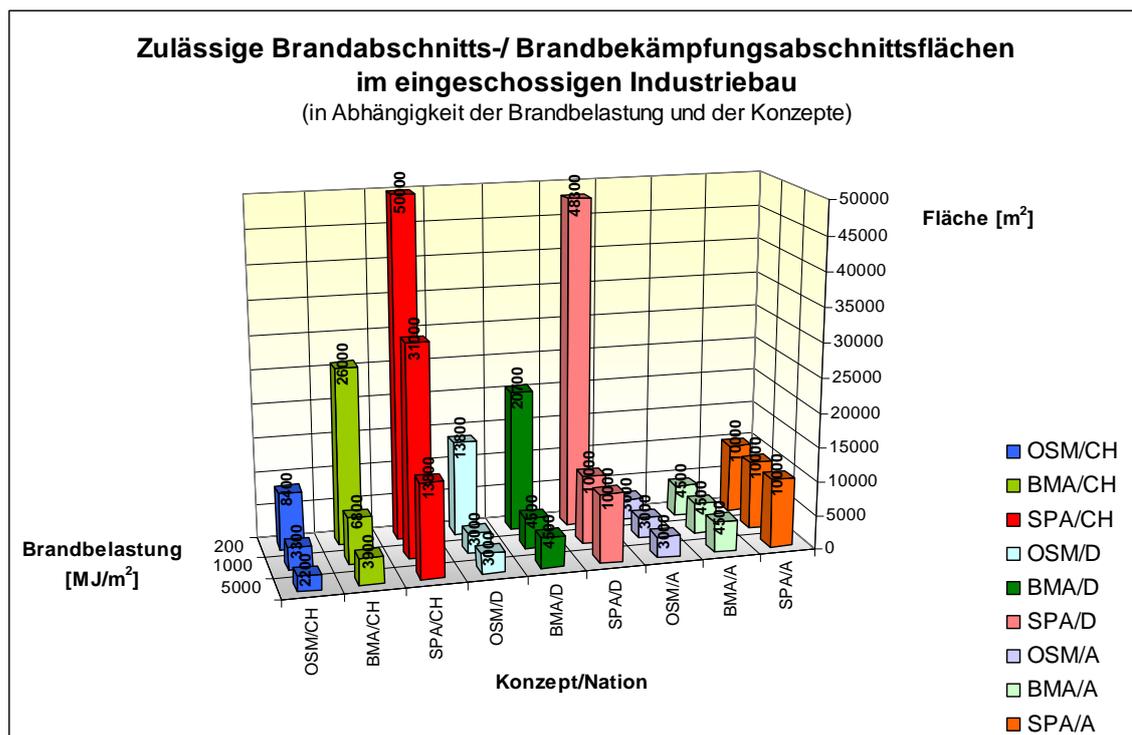


Abb. 26: Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau

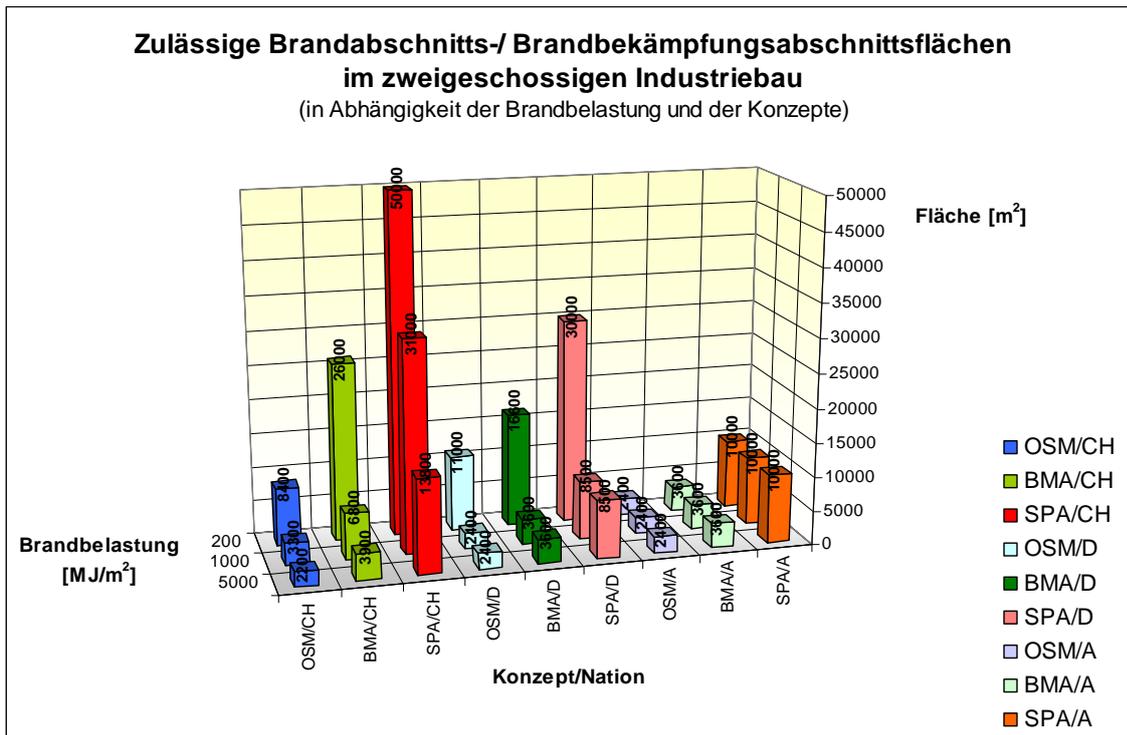


Abb. 27: Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau

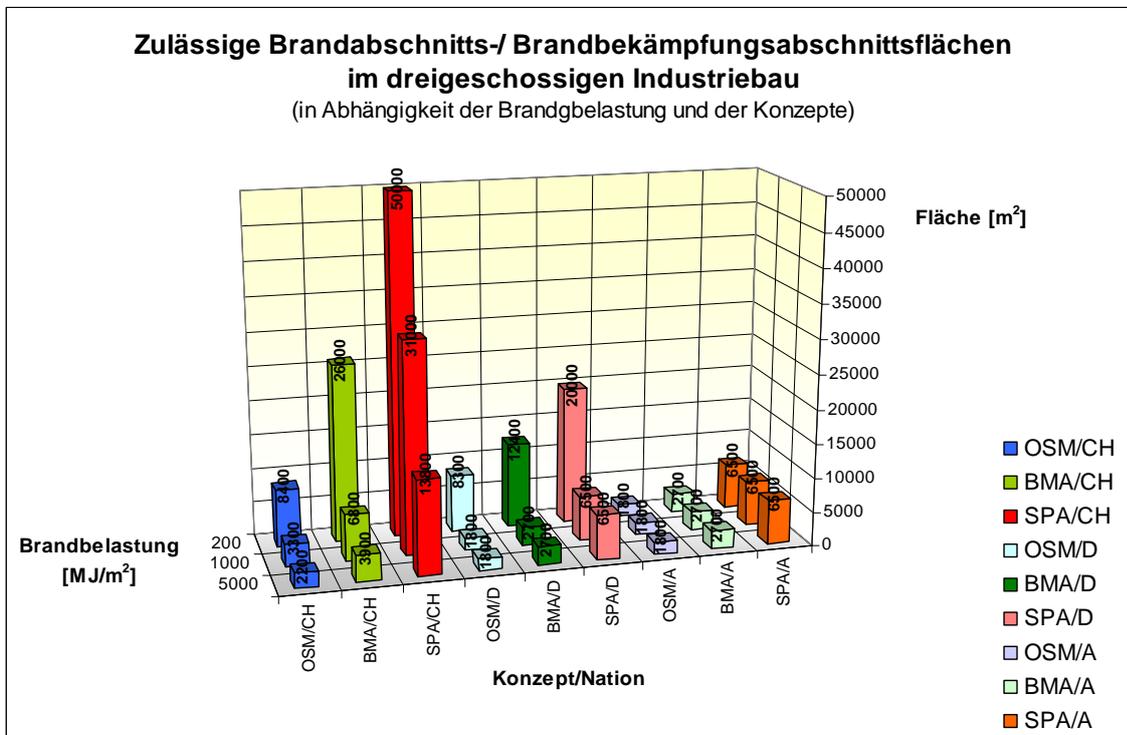


Abb. 28: Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau

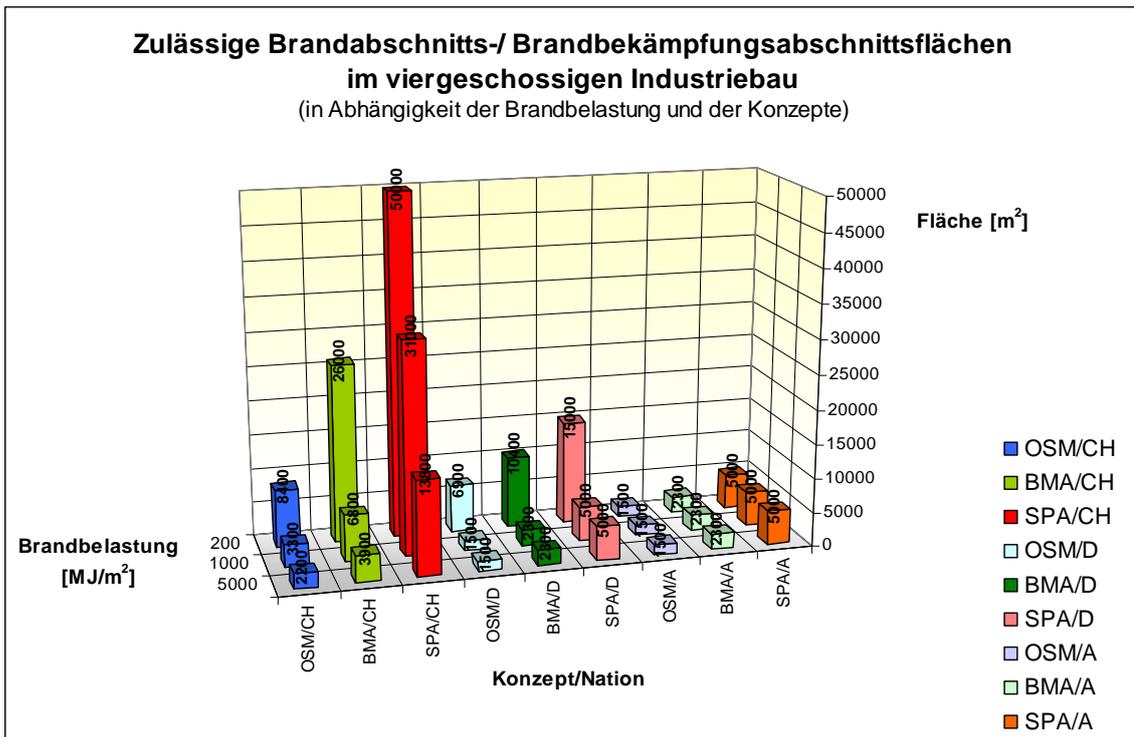


Abb. 29: Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau

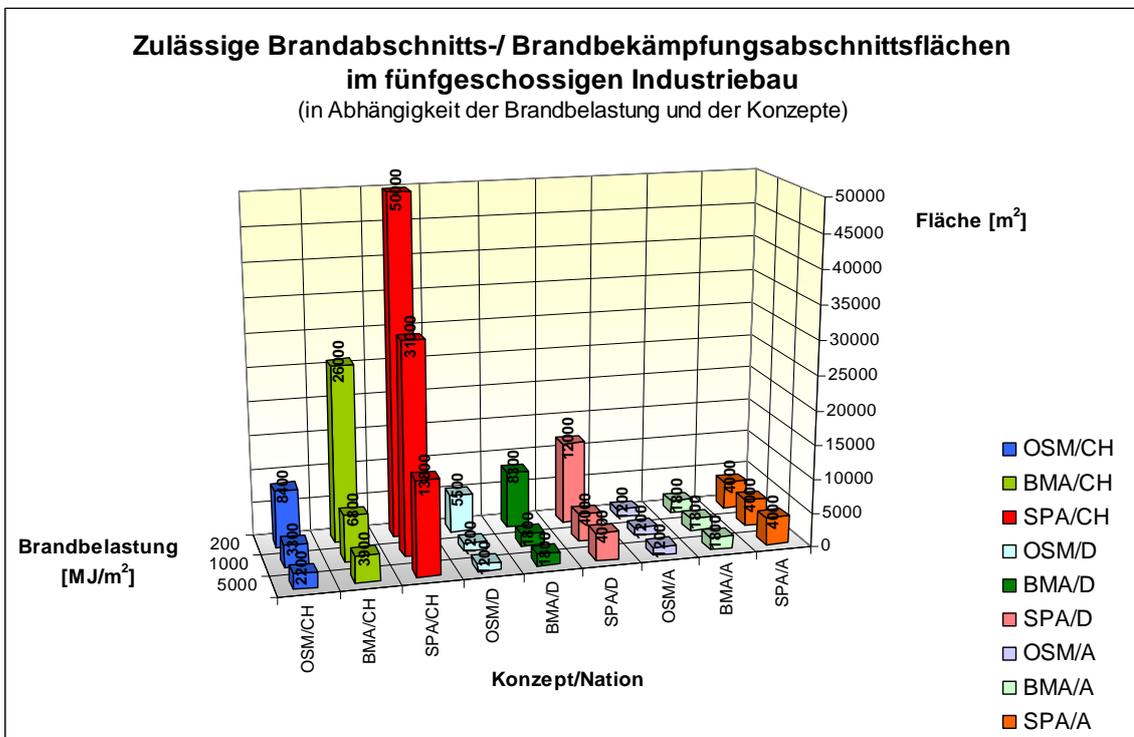


Abb. 30: Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau

E) Der Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse

In der Schweiz wird die Tragkonstruktion von unterirdischen Geschossen in der Feuerwiderstandsklasse R 60 erstellt, falls für die Feuerwiderstandsdauer von oberirdischen Geschossen weniger als 90 Minuten gefordert werden. Ansonsten muss die Feuerwiderstandsklasse wie in Deutschland und in Österreich R 90 betragen.

F) Der Feuerwiderstand von Dachkonstruktionen

Die VKF-Brandschutzvorschriften stellen an das Tragwerk von Dachkonstruktionen keine Anforderungen.

Sowohl M IndBauRL Abschnitt 6 als auch OIB-RL 2.1 erheben lediglich für eingeschossige Industriebauten kleinerer Brandabschnittsflächen (bis 1800 m² ohne Brandmeldeanlage bzw. bis 2700 m² mit Brandmeldeanlage) keine Feuerwiderstandsanforderungen an Dachkonstruktionen. Mit einer Sprinkleranlage dürfen entsprechend 10000 m² (M IndBauRL) bzw. 7500 m² (OIB) grosse Brandabschnittsflächen realisiert werden.

OIB-RL 2.1 behält sich bei nicht gesprinklerten Betriebsbauten mit einer Geschossfläche von mehr als 1200 m² die Realisierung von zusätzlichen Brandschutzmassnahmen vor, falls die Dachkonstruktion eine rasche Brandausbreitung und ein Versagen des gesamten Dachtragwerkes erwarten lässt (kinematische Kette).

Nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 wird bei zwei-, drei- und viergeschossigen Betriebsbauten mit R 60- und R 90-Tragwerken die Primärtragkonstruktion der Dächer mit einem Feuerwiderstand gebaut, welcher gegenüber dem Tragwerks-Feuerwiderstand um eine Klasse reduziert ist. Ab fünf Geschossen ist für die Primärtragkonstruktion des Daches die Feuerwiderstandsklasse R 90 erforderlich.

Nach M IndBauRL Abschnitt 6 ist das Haupttragwerk des Daches in der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile des Baukörpers zu bauen.

Wird nach M IndBauRL Abschnitt 7 bzw. DIN 18230-1 verfahren, so werden die Bauteile des Dachtragwerkes, deren Versagen zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion des Brandbekämpfungsabschnittes führen kann (kinematische Kette), der Brandsicherheitsklasse SK_b 2 zugeordnet. Das bedeutet, dass lediglich bei Situationen mit einer rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F von weniger als 15 Minuten Dach-Haupttragwerke ohne Feuerwiderstand erstellt werden dürfen. Dies bedingt Industriebauten mit hinreichend kleinen Brandbelastungen und Brandbekämpfungsabschnittsflächen. Ansonsten ist das Haupttragwerk des Daches in der Feuerwiderstandsklasse des Tragwerkes zu erstellen (vgl. M IndBauRL Tabelle 8).

Sowohl M IndBauRL Abschnitt 5.11.3 als auch OIB-RL 2.1 Punkt 3.10.2 fordern, dass im Bereich von Dachdurchdringungen konstruktive Massnahmen zu ergreifen sind, die eine Brandweiterleitung behindern.

G) Brandabschnittsbildende Wände

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 fordern, dass zulässige Brandabschnittsflächen (M IndBauRL Abschnitt 6), zulässige Geschossflächen in Brandbekämpfungsabschnitten (M IndBauRL Abschnitt 7) und zulässigen Geschossflächen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1 Tabelle 1) durch Brandwände zu begrenzen sind, welche die Anforderungen von Kapitel 5.2 zu erfüllen haben.

Lediglich die Feuerwiderstandsdauer von Brandbekämpfungsabschnitte unterteilenden Wänden richtet sich nicht nach der Feuerwiderstandsklasse innerer Brandwände (REI 90), sondern nach der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F , welche mindestens der äquivalenten Branddauer t_a entsprechen muss.

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren für brandabschnittsbildende Wände geringere Anforderungen als für Brandmauern. So müssen diese

- bei einseitigem Einsturz von Baukonstruktionen nicht standfest sein (es sind beispielsweise keine Sollbruchstellen einzubauen).
- in keinem Fall eine Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten aufweisen. Sie besitzen lediglich die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie das Tragwerk, mindestens aber 30 Minuten.
- nicht bis unter die Dachhaut geführt werden. Hohlräume über der Wärmedämmung müssen nicht ausgefüllt werden.

OIB-RL 2.1 definiert für Brandabschnitte trennende Wände nur dann geringere Anforderungen als für Brandwände, falls in oberirdischen Geschossen ausschliesslich Brandabschnitte von jeweils nicht mehr als 1200 m² vorhanden sind.

H) Feuerüberschlagswege

Behinderung der horizontalen Brandweiterleitung

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 legen fest, dass die Dachkonstruktionen von Industriebauten mit mehr als 2500 m² (M IndBauRL) bzw. 3000 m² (OIB-RL 2.1) grossen Dachflächen das in DIN 18234-1 definierte brandschutztechnische Schutzziel und die in DIN 18234-1 Abschnitt 5 genannten Anforderungen erfüllen müssen. Solche Dächer, die einer Brandbeanspruchung von unten Widerstand leisten, besitzen ein Prüfzeugnis nach DIN 18234-1 Abschnitt 7 oder haben einen nach DIN 18234-2 Abschnitt 3 festgelegten konstruktiven Aufbau.

Folglich müssen auch Durchdringungen, An- und Abschlüsse von Dachflächen Anforderungen erfüllen, die eine Behinderung der Brandweiterleitung bewirken (vgl. M IndBauRL Abschnitt 5.11.3 und OIB-RL 2.1 Punkt 3.10.2). Die Anforderungen und die dazugehörigen Prüfverfahren sind in DIN 18234-3 geregelt. Ein Verzeichnis der Durchdringungen, An- und Abschlüsse, die ohne Prüfung diese Anforderungen erfüllen, ist in DIN 18234-4 zu finden.

OIB-RL 2.1 legt auch für Unterdecken einschliesslich ihrer Aufhängungen Anforderungen fest, damit innerhalb von mehr als 3000 m² grossen Brandabschnitten eine Brandausbreitung durch unter dem Dach gestaute heisse Rauchgase begrenzt wird.

Die VKF-Brandschutzvorschriften erheben zur Behinderung der horizontalen Brandweiterleitung lediglich Anforderungen in Bezug auf den Anschluss zwischen brandabschnittsbildenden Wänden und Dachkonstruktionen. Bei nicht brennbarer Wärmedämmung mit Rohdichte $\geq 80 \text{ kg/m}^3$ ist ein dichter Anschluss mit Unterbrechung einer allenfalls brennbaren Dachschalung/Innenverkleidung erforderlich. Besitzt die nicht brennbare Wärmedämmung eine Rohdichte $< 80 \text{ kg/m}^3$ oder ist diese brennbar, so ist die brandabschnittsbildende Wand in die Wärmedämmebene zu führen oder es ist eine Abschottung in der Verlängerung der Wand einzusetzen.

Behinderung der vertikalen Brandweiterleitung

Nach M IndBauRL ist zwischen versetzt übereinander angeordneten Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten ein 1.5 m breiter Feuerüberschlagsweg zu erstellen. Dies können

- 1.5 m weit auskragende Bauteile oder
- 1.5 m hohe deckenübergreifende Aussenwandstreifen

sein. Der Feuerwiderstand dieser Bauteile muss demjenigen der Decke entsprechen.

Ist eine Sprinkleranlage oder eine Werkfeuerwehr vorhanden und ist der untere Brandabschnitt oder Brandbekämpfungsabschnitt mit einer selbsttätigen Feuerlöschanlage ausgerüstet, kann der Feuerüberschlagsweg auf 1.0 m reduziert werden.

OIB-RL 2 fordert zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung bei übereinander liegenden Brandabschnitten

- ein 0.8 m horizontal auskragendes Bauteil als Verlängerung der brandabschnittsbildenden Decke oder
- ein 1.2 m hoher deckenübergreifender Aussenwandstreifen.

Die Bauteile müssen den Feuerwiderstand EI 90 aufweisen.

Eine vorhandene Sprinkleranlage beeinflusst die Anforderungen an den Feuerüberschlagsweg nicht.

Von den üblichen Abschottungsmassnahmen im Bereich der Geschossdecken abgesehen, treffen die VKF-Brandschutzvorschriften zur Behinderung der vertikalen Brandübertragung keine Vorkehrungen.

I) Abschlüsse und Abschottungen

Abschlüsse

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren für Abschlüsse jeglicher Art eine minimale Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten. Nach MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 müssen Öffnungen in feuerwiderstandsfähigen Bauteilen Abschlüsse erhalten, welche grundsätzlich die Feuerwiderstandsdauer der umgebenden Wand (oder Decke) übernehmen.

Davon ausgenommen bleiben

- Öffnungen in Wänden von Treppenhäusern (MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1). Nach MBO lassen sich Abschlüsse in Wänden von Treppenhäusern unter gewissen Bedingungen sogar ohne Feuerwiderstand realisieren. Dicht schliessende oder rauchdichte Eigenschaften genügen in solchen Fällen.
- nach OIB-RL 2.1 Brandschutzabschlüsse in Betriebsbauten mit angemessenem Gefährdungspotential oder in solchen mit Brandmelde-, automatischen Löschhilfe- oder mit automatischen Feuerlöschanlagen, wobei in diesen Fällen der Feuerwiderstand der Brandschutzabschlüsse von 90 auf 30 Minuten reduziert werden darf, sofern die Summe aller Öffnungsflächen 20 m^2 nicht übersteigt.

Wird für in Deutschland zu errichtende Industriebauten das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 gewählt, so müssen die in den inneren Brandwänden eingelassenen Abschlüsse den Feuerwiderstand EI 90 aufweisen. Bei Verwendung des Verfahrens nach M IndBauRL Abschnitt 7 variieren die Anforderungen in Abhängigkeit der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F zwischen EI 30 und EI 90, weil die Feuerschutzabschlüsse in Brandbekämpfungsabschnitte trennenden Bauteilen die Feuerwiderstandsdauer der Wände und Decken auf weisen müssen, welche Brandbekämpfungsabschnitte zu den Seiten, nach oben und nach unten von anderen Brandbekämpfungsabschnitten trennen (M IndBauRL Tabelle 8 Spalte 2).

In der Schweiz und in Österreich werden europäisch klassifizierte Brandschutzabschlüsse verwendet. Diese sind rauch- und flammdicht (Raumabschluss E) oder zusätzlich wärmedämmend (Wärmedämmung I) auszuführen. Bei sehr kleiner (VKF) bzw. geringer (OIB) Brandbelastung kann auf die Verhaltenseigenschaft I (Wärmedämmung) verzichtet werden. Im Sinne der VKF-Brandschutzvorschriften darf die Brandbelastung in einem solchen Fall nicht grösser als 250 MJ/m^2 sein. OIB-RL 2.1 macht diesbezüglich keine Angaben.

Deutschland unterscheidet bei Brandschutzabschlüssen zwischen Produkten (Türen), welche dichtschliessend oder nach DIN 18095 rauchdicht sind oder aber einen Feuerwiderstand nach DIN 4102 aufweisen. Bei feuerwiderstandsfähigen Abschlüssen wird die Rauchschutzfunktion zusätzlich ausgewiesen.

Abschottungen

Nach MBO/M IndBauRL/MLAR und OIB-RL 2 müssen Abschottungen die Feuerwiderstandsklasse der sie umgebenden Bauteile übernehmen, also EI 30, EI 60 oder EI 90.

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen für Abschlüsse und Abschottungen grundsätzlich eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten fest. Davon ausgenommen sind lediglich in Brandmauern eingelassene Abschottungssysteme.

In Bezug auf die Durchführung von Installationen durch brandabschnittsbildende Bauteile unterscheiden die VKF-Brandschutzvorschriften die folgenden Fälle:

Durchführung von

- **nicht brennbaren Rohrleitungen:** Abschottung mit nicht brennbarem Material (Mörtelverguss, Ausstopfen mit Mineralfasern, etc.);
- **brennbaren Rohrleitungen:** Abschottung mit zugelassenem Abschottungssystem (Brand-schutzmanschette). Erleichterung: Rohrleitungen mit der Brandkennziffer 5.2 (z.B. PVC) und einem Aussendurchmesser von weniger als 120 mm benötigen keine Abschottung;
- **Kabeln und Kabelkanälen:** Abschottung mit zugelassenem Abschottungssystem (Kabelschott).

Bezüglich des Einbaus von Abschottungssystemen beziehen sich die VKF-Brandschutzvorschriften auf deren Zulassungsbedingungen.

In Deutschland führt mit der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie – MLAR) die Regelungstiefe auf dem Gebiet von Abschottungssystemen sehr weit. So werden

- die Anforderungen an Abschottungssysteme dahingehend differenziert, ob Leitungsanlagen in Rettungswegen oder durch Wand- und Deckendurchführungen verlegt werden,
- mechanische Anforderungen an die Befestigungssysteme von Leitungsanlagen festgelegt,
- Mindestabstände zwischen Durchführungen und zu Öffnungsverschlüssen (Brandschutz-türen, Brandschutzklappen, etc.) spezifiziert,
- zahlreiche, situationsbezogene Erleichterungen definiert.

K) Bedachungen

Bedachungen müssen einer Brandbeanspruchung von aussen durch Flugfeuer und Wärme-strahlung Stand halten.

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern für Dachkonstruktionen jeglicher Art und Grösse entweder eine nicht brennbare oberste Schicht oder unter einer brennbaren obersten Schicht zumindest eine nicht brennbare Unterschicht mit Feuerwiderstand 30 Minuten.

MBO/M IndBauRL ermöglichen bei grossen Grenz- bzw. Gebäudeabstände (≥ 12 m bzw. ≥ 24 m), kleineren Gebäudehöhen (≤ 7 m) und kleineren Dachflächen (≤ 2500 m²) weiche Be-dachungen. Erst bei kleineren Grenz- bzw. Gebäudeabstände (< 12 m bzw. < 24 m), höheren Gebäuden (> 7 m) und ausgedehnten Dachflächen (> 2500 m²) ist eine harte Bedachung aus nicht brennbaren Baustoffen oder eine nach DIN 18234 geprüfte Dachkonstruktion erforderlich. Die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Bedachungen gegen Flugfeuer und strahlende Wärme erfolgt nach DIN 4102 Teil 7.

ÖNORM B 3806 schreibt für niedrigere Industriebauten (Geschosszahl ≤ 3 , Fluchtniveau ≤ 7 m) mit kleineren Dachflächen (≤ 3000 m²) eine Eindeckung mit nachgewiesener Flugfeuerbeständigkeit vor, falls eine Steildachkonstruktion realisiert wird und eine nicht brennbare oberste Schicht oder zumindest eine flugfeuerbeständige Abdichtung, falls solche Bauten mit Flachdächern ausgerüstet werden. Höhere industrielle Gebäude (Geschosszahl > 3 , Fluchtniveau ≤ 22 m) mit grösseren Dachflächen (> 3000 m²) benötigen nicht brennbare oberste Schichten oder eine nach DIN 18234 geprüfte Dachkonstruktion. Die Flugfeuerbeständigkeit von Dachdeckungen wird nach ÖNORM B 3806 Anhang A überprüft.

L) Holzanwendungen bei den Fassaden

Während die VKF-Brandschutzvorschriften bei Industriebauten mit normaler Brandgefahr Fassadenverkleidungen aus Holz gestatten, sind nach MBO und M IndBauRL bei den Deck- und Dämmschichten von Aussenwänden industrieller Gebäude grundsätzlich keine Holz-anwendungen möglich. Davon ausgenommen sind nach OIB-RL 2.1 einzig Betriebsbauten mit einer Aussenwandhöhe von maximal 14 m, bei denen sich in Kombination mit nicht brennbaren Dämmstoffen Aussenwände aus Holz und Holzwerkstoffen realisieren lassen.

Ab vier Geschossen schreiben die VKF-Brandschutzvorschriften bei Gebäuden mit Holzfassade bau- oder anlagentechnische Massnahmen vor, die eine Brandausbreitung über mehrere Geschosse – verursacht durch die brennbare Aussenwandverkleidung – zu behindern haben.

Dies können sein:

- öffnungslose Fassaden,
- feuerwiderstandsfähige Aussenwand,
- Hintermauerung,
- Begrenzung der brennbaren Flächen,
- Sprinkleranlage (Vollschutz),
- Schürzen.

Auch die Wärmedämmschichten dürfen brennbar sein (Brennbarkeitsgrad 4), müssen aber bei Gebäuden ab 4 Geschossen aussenseitig mindestens 0.5 mm dick nicht brennbar und raumseitig mindestens mit Feuerwiderstand EI 30 hohlraumfrei abgedeckt werden.

M) Flucht- und Rettungswege

Eingeschossige Gebäude

Die VKF-Brandschutzvorschriften lassen in Räumen zulässige Flucht- und Rettungsweglängen von 20 m (bei einem Ausgang) bzw. 35 m (bei mindestens zwei Ausgängen) zu, wobei diese in der Luftlinie zu messen sind. Längere Flucht- und Rettungsweg erfordern Stichkorridore, welche als Brandabschnitte mit dem für das Tragwerk erforderlichen Feuerwiderstand, mindestens aber EI 30, auszubilden sind.

Im deutschen und österreichischen Industriebau dürfen die Flucht- und Rettungswege 35 m (M IndBauRL) und 40 m (OIB-RL 2.1) gross sein. Werden die lichten Raumhöhen vergrössert, Brandmeldeanlagen, Sprinkleranlagen (nur M IndBauRL), Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (nur OIB-RL 2.1) und/oder Einrichtungen für die interne Alarmierung installiert sowie Hauptgänge ausgeschieden (nur M IndBauRL), so können die Flucht- und Rettungswege 50 m oder sogar 70 m lang sein. Dabei werden nach OIB-RL 2.1 die Längen in der Gehweglinie und nach M IndBauRL in der Luftlinie gemessen (wobei die Gehweglänge nicht mehr als das 1.5fache der Länge der Luftlinie betragen darf). Werden im Einzelfall die Flucht- und Rettungsweglängen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens nachgewiesen, so dürfen die normativen Vorgaben überschritten werden.

Ausserdem dürfen im deutschen Industriebau Ausgänge auch zu anderen Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten führen, falls diese Ausgänge unmittelbar ins Freie oder zu notwendigen Treppenträumen mit einem sicheren Ausgang ins Freie aufweisen. Dagegen fordern die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 Ausgänge, welche zu einem sicheren Ort im Freien oder zu einer Treppenanlage führen.

Mehrgeschossige Gebäude

Bei mehrgeschossigen, grossflächigen Industriebauten bewirken die Bestimmungen der VKF-Brandschutzvorschriften, dass zahlreiche Treppenanlagen gebaut werden müssen, nämlich pro 600 m² (bei einer Treppenanlage) bzw. pro 900 m² (bei mehreren Treppenanlagen) Bruttogeschossfläche je ein Treppenhaus oder eine Aussentreppe.

Da M IndBauRL und OIB-RL 2.1 wesentlich grössere Flucht- und Rettungsweglängen zulassen, müssen folglich auch weniger Treppenanlagen gebaut werden.

Läufe und Podeste von Treppen

Gemäss MBO benötigen die Treppen von mehr als 7 m hohen und nach OIB-RL 2 die Treppen aller mehrgeschossigen Industriegebäude Läufe und Podeste mit tragenden Teilen, die der Feuerwiderstandsklasse R 30 (MBO) bzw. mindestens R 60 (OIB-RL 2) genügen. Das bedeutet, dass die Läufe und Podeste in massiver Bauweise (Beton) zu erstellen sind, oder dass tragende Teile aus Stahl mit der entsprechenden Feuerwiderstandsklasse verkleidet oder mit den erforderlichen dämmschichtbildenden Brandschutzanstrichen versehen werden müssen.

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern für die tragenden Teile von Läufen und Podesten keine Feuerwiderstände, sondern lediglich nicht brennbare Baustoffe. Dasselbe gilt auch für bis zu 7 m hohe, nach MBO/M IndBauRL erstellte Industriebauten.

9.2 Technischer Brandschutz

A) Sprinkleranlagen

Grundsätzliches

Mit Sprinkleranlagen lassen sich Flächen von Brandabschnitten, von Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten grösser bauen (verglichen mit nicht geschützten Gebäuden). Ausserdem darf der Feuerwiderstand von Tragwerken allenfalls um eine Klasse reduziert werden.

Wasserversorgung

Die Art der Wasserversorgung bestimmt die Komplexität einer Sprinkleranlage massgeblich.

In der Schweiz werden Sprinkleranlagen jeglicher Grösse von der öffentlichen Wasserversorgung gespeist, weil sich diese als sehr zuverlässig erwiesen hat. Eigene Wasserversorgungsanlagen werden in erschlossenen Industrie- und Gewerbegebieten nicht gebaut.

In Deutschland erfüllen nach fachkundiger Meinung nur Sprinkleranlagen der Klasse 1 die Anforderungen der Industriebaurichtlinie. Deshalb genügt bei hohen Brandgefahren (HHP, HHS) und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen (ab ca. 6000 m²) ein Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung als alleinige Massnahme nicht mehr. In solchen Fällen müssen zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen installiert werden.

In Österreich lassen sich – unabhängig von der Brandgefahr – mit einer an ein zuverlässiges öffentliches Wassernetz angeschlossenen Sprinkleranlage (mit zwei getrennten, von der öffentlichen Wasserleitung ins Gebäude führenden Versorgungsrohren) maximal 100000 m² Schutzfläche realisieren.

Bauteile und Komponenten

In der Schweiz, Deutschland und Österreich werden Bauteile und Komponenten von Sprinkleranlagen auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen (CE-Kennzeichnung). Damit werden in Europa die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr geschaffen.

B) Brandmeldeanlagen

Grundsätzliches

Mit Brandmeldeanlagen lassen sich Flächen von Brandabschnitten, von Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten grösser bauen (verglichen mit nicht überwachten Gebäuden).

In der Schweiz, in Deutschland und in Österreich sind beim Aufbau und Betrieb, sowie bei der Planung, Installation, Wartung und Instandsetzung von Brandmeldeanlagen keine fundamenta-

len Unterschiede feststellbar, die die Baupraxis und die Wirtschaftlichkeit von Gebäuden merklich beeinflussen würden.

Die an Brandmeldeanlagen zu stellenden Mindestanforderungen ergeben sich sowohl aus normativen Vorgaben, als auch aus bauordnungsrechtlichen, feuerwehrspezifischen und feuerversicherungstechnischen Auflagen und Bestimmungen.

Bauteile und Komponenten

In der Schweiz, Deutschland und Österreich werden Bauteile und Komponenten von Brandmeldeanlagen auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen (CE-Kennzeichnung). Damit werden in Europa die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr geschaffen.

C) Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Grundsätzliches

In Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden ist das Anforderungsniveau in der Schweiz generell tiefer als in Deutschland und in Österreich.

Davon ausgenommen ist die Festlegung von M IndBauRL, wonach bei mit automatischen Sprinkleranlagen ausgerüsteten, mehr als 1600 m² grossen Räumen RWA mit lediglich 0.5 % aerodynamisch wirksamer Rauchabzugsfläche installiert werden müssen. Alternativ dürfen zur Ableitung von Rauch auch Anlagen für die Raumlüftung verwendet werden, falls diese im Brandfall nur entlüften (Kaltentrauchung).

Bauteile und Komponenten

Die Gerätenormen bzw. Produktvorschriften der Reihe SN EN 12101 sind im VKF-Verzeichnis „Weitere Bestimmungen“ aufgeführt. Damit erlangen diese die Bedeutung von Anwendungsvorschriften, welche nebst den VKF-Brandschutzvorschriften zu beachten sind. Weil die VKF-Brandschutzrichtlinie „Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ auf Anforderungen an Bauteile und Systeme von RWA sowie auf die Qualifizierung von Errichterfirmen für RWA nicht eingeht und es im Übrigen für die Bemessung und Installation von RWA derzeit kein Vorschriftenwerk gibt, wird den Produktvorschriften in der schweizerischen Brandschutzpraxis noch keine grosse Bedeutung beigemessen.

In Deutschland und Österreich müssen Bauteile und Systeme von RWA auf der Grundlage von europäischen Normen geprüft, zertifiziert und zugelassen sein (CE-Kennzeichnung). Damit werden in Europa die Voraussetzungen für den freien Warenverkehr geschaffen.

Je nach Prüfklasse erfüllen nach DIN EN 12101-2 geprüfte Rauch- und Wärmeabzugsgeräte die Anforderungen der DIN 18232-3 nicht. Damit das in Deutschland bewährte Sicherheitsniveau beibehalten werden kann, empfiehlt VdS-Schadenverhütung für Rauch- und Wärmeabzugsgeräte die VdS-Systemanerkennung. VdS-anerkannte Systeme erfüllen nebst den Basisanforderungen der DIN EN 12101-2 auch die strengeren Anforderungen der DIN 18232-3. Dies-

bezüglich sei auf das Dokument VdS 3433 „Merkblatt zur Sicherstellung der Qualität für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“ verwiesen.

Gemäss DIN 18232 dürfen Wartungsarbeiten nur von qualifizierten Fachfirmen durchgeführt werden. VdS empfiehlt bzw. fordert aus versicherungsrechtlicher Sicht für den Einbau von RWA VdS-anerkannte Errichterfirmen (vgl. VdS 2133 „Richtlinien für die Anerkennung von Errichterfirmen für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen“).

10 Wirtschaftlichkeit (Kosten)

A) Allgemeines

- Als Kennzahl für die Wirtschaftlichkeit wird oft
 - der Quotient zwischen Ertrag und Aufwand oder
 - die Differenz zwischen Ertrag und Aufwandverwendet, wobei im Brandschutzwesen die verhinderten Brand- und Personenschäden als „Ertrag“ und die Investitionen in Brandschutzmassnahmen als „Aufwand“ zu verbuchen wären.
- Die Wirtschaftlichkeit im Brandschutzwesen lässt sich auch wie folgt festlegen:

Mit zunehmenden Investitionen in Brandschutzmassnahmen nehmen die Kosten von Brandschäden ab. Als wirtschaftlichste Lösung im Brandschutzwesen kann der Schnittpunkt der Brandschadenkosten-Kurve und der Investitionskosten-Kurve erachtet werden oder der Wendepunkt der Kostensummen-Kurve (= resultierende Kurve aus der Addition der Kosten für Brandschäden und für Investitionen in Brandschutzmassnahmen). Die optimale Situation liegt dann vor, falls

 - die Differenz zwischen den eingesparten Schadenaufwendungen und den Kosten für Brandschutzmassnahmen am grössten ist oder
 - die Kostensumme von verbleibenden Schadenaufwendungen plus Kosten für Brandschutzmassnahmen minimal ist.
- Um im Rahmen der Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit zu bleiben, wird im Folgenden nur den Brandschutzkosten nachgegangen.

B) Kosten von Brandschutzelementen

Für diejenigen Elemente des baulichen und technischen Brandschutzes, bei denen aufgrund der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften für Industriebauten, ein unterschiedliches Anforderungsniveau besteht, werden in Tabelle Nr. 65 Richtwerte für die Kosten inklusive Montage zusammengestellt (1 €= 1.60 CHF).

Kosten von Brandschutzelementen									
Richtwerte inkl. Montage									
Brandschutzelement	Quelle	Einheit	Anzahl	Kosten in Euro (1 €= 1.60 CHF)					
				Feuerwiderstandsdauer [Min.]				Bauteil	
				30'	60'	90'	180'		
Brandwand, Beton (Dicke 30 cm)	1)	m ²	1	---	---	230	180	---	
Brandwand Mauerwerk	2schalig	m ²	1	---	---	---	140	---	
	1schalig			---	---	70	---	---	
Brandabschnittsbildende Wand, Beton (Dicke 16-20 cm)	1)	m ²	1	230	230	230	---	---	
Brandabschnittsbildende Wand, Mauerwerk	1)	m ²	1	60	60	70	---	---	
Brandabschnittsbildende Decke, Beton (Dicke 25 cm)	1)	m ²	1	150	150	150	---	---	
Tragwerk – Stützen, Stahl mit Silikatplatten verkleidet	1)	m	1	65	70	80	---	---	
Tragwerk – Träger, Stahl mit Silikatplatten verkleidet	1)	m	1	70	70	70	---	---	
Tragwerk–Träger, Stahl verputzt	1)	m ²	1	60	60	60	---	---	
Abschluss	Türe 1flügelig	2)	Stk.	1	440	600	1200	---	---
	Türe 2flügelig				2300	2500	3400	---	---
Abschottung	Kabel	3)	Stk.	1	60	90	120	---	---
	Rohr				190	210	230	---	---
Feuerüberschlagsweg Brüstung, Beton (Dicke 16-20 cm)	1)	m ²	1	---	---	230	---	---	
Feuerüberschlagsweg Mauerwerk	1)	m ²	1	---	---	70	---	---	
Flucht- und Rettungsweg Industrie-Aussentreppe, Höhe 4 m	4)	Stk./Geschoss	1	---	---	---	---	6000	
Sprinkleranlage 1 Reservoir + 2 Pumpen	5)	Stk.	1	---	---	---	---	100000	
Rauch- und Wärmeabzugsanlage, natürlich, notstromversorgt	6)	Stk./200m ²	1	---	---	---	--	2600	
	7)			---	---	---	--	2600	
Quellen									
1) Sicherheitsinstitut; 1998									
2) Preis Anfrage vom 27.10.2008 bei Hörmann Schweiz AG, Nordringstrasse 14, CH-4702 Oensingen Türschliesser und Brandfallsteuerungen sind in den Preisen nicht enthalten.									

Tab. 65: Kosten von Brandschutzelementen

Kosten von Brandschutzelementen (Fortsetzung)

- 3) Preisanfrage vom 28.10.2008 bei AGI Basel AG für Isolierungen, Berstelstrasse 6, CH-4422 Arisdorf
- 4) Preisanfrage vom 27.10.2008 bei Aerni-Singeisen AG, Grüngenstrasse 17, CH-4416 Bubendorf
(€220.- pro Tritt; €660.- pro Podest; Stufenhöhe = 0.18 m → 22 Tritte + 1 Podest für 4 m Raumhöhe, Montage 10%)
- 5) Preisanfrage vom 21.08.2008 bei Goetschi Ingenieurbüro AG, Zürcherstrasse 16, CH-8107 Buchs
- 6) Preisanfrage vom 28.10.2008 bei Foppa AG, Ringstrasse 35D, CH-7000 Chur
RWA-Steuerung, -Antrieb, -Energieversorgung und -Verkabelung: €1200.- pro Gerät
- 7) Preisanfrage vom 28.10.2008 bei Real AG, Uttigenstrasse 128, CH-3603 Thun
RWA-Gerät (Kuppel, 105° öffnend, Länge = 2 m, Breite = 1 m): €1400.- pro Gerät

Tab. 65: Kosten von Brandschutzelementen (Fortsetzung)

Erkenntnisse

- Bei den betrachteten Bauteilen hat die Feuerwiderstandsdauer einen untergeordneten Einfluss auf deren Kosten (mit der Ausnahme von einflügeligen Brandschutztüren).
Bei Brandwänden aus Beton bewirkt eine höhere Feuerwiderstandsdauer aus herstellungstechnischen Gründen sogar eine Kostenreduktion.
- Einflügelige Brandschutztüren mit der Feuerwiderstandsdauer 90 Minuten sind rund dreimal teurer als solche mit 30 Minuten Feuerwiderstandsdauer.
- Die Kosten einer Brandwand (Brandmauer) oder brandabschnittsbildenden Wand für eine 4 m hohe und 40 m lange/breite Industriehalle betragen etwa 37000 Euro, falls diese aus Beton gefertigt wird. Wird die Wand aus Back- oder Kalksandsteinen gebaut, so wird dafür rund 11000 Euro bezahlt. Dabei werden die Kosten nicht durch die Feuerwiderstandsdauer, wohl aber durch die erforderliche Standfestigkeit vorgegeben. Wird nach den VKF-Brandschutzvorschriften eine Brandmauer gefordert, welche bei einseitigem Gebäudeeinsturz standfest sein soll, so ist es folglich günstiger, diese als zweischaliges Mauerwerk auszuführen (und nicht als Betonwand).
- Während nach M IndBauRL und OIB-RL 2/2.1 ein 2000 m² grosser Industriebau eine auf die Schutzzielerfüllung nachgewiesene RWA aufweisen muss, sehen die VKF-Brandschutzvorschriften lediglich Entrauchungsöffnungen (Fenster, Oblichter, Türen, Tore) vor, an die keine technischen Anforderungen gestellt werden. Die Kosten für die RWA belaufen sich in einem solchen Objekt auf etwa 26000 Euro.
- Hat die Dachkonstruktion eines etwa 2000 m² grossen Industriebaus einen Feuerwiderstand aufzuweisen, so ist eine Profillänge von schätzungsweise 500 m mit einer Verkleidung oder einem Putz zu versehen. Die Verkleidung würde etwa 35000 Euro kosten.
- Kabeldurchführungen lassen sich wesentlich preisgünstiger abschotten als Durchführungen von brennbaren Rohren.

C) Objektbeispiele mit qualitativer Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen

In Tabelle Nr. 66 werden anhand von zwei fiktiven Objektbeispielen die Kosten(summe) von Brandschutzelementen, bei denen aufgrund der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften für Industriebauten ein unterschiedliches Anforderungsniveau besteht, qualitativ bewertet. Die Ergebnisse von Tabelle Nr. 65 zeigen, dass Brandschutzelemente, deren unterschiedliches Anforderungsniveau sich nur auf die Feuerwiderstandsklasse bezieht, ausser Acht gelassen werden können, weil die Kostendifferenzen klein sind.

Beim Objekt des 1. Kostenbeispiels fordern die schweizerischen Brandschutzvorschriften keine RWA. Für das Gebäude des 2. Kostenbeispiels müssen nach den VKF-Brandschutzvorschriften, M IndBauRL und OIB-RL 2.1 Nachweise über die Rauch- und Wärmeabführung erstellt werden, so dass diesbezüglich ähnliche Kosten anfallen (es sei denn, dass in einem deutschen Industriebau zur Kaltentrauchung eine Lüftungsanlage verwendet werden könnte).

Die Objektbeispiele werden so gewählt, dass unterschiedliche Brandschutz- bzw. Kostenelemente zum Tragen kommen.

Qualitative Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen					
Brandschutzelement	Kostenelement	Preis €	Bewertung ^{*)}		
			VKF	M IndBauRL	OIB-RL 2.1
Kostenbeispiel 1					
2 Geschosse, 2000 m ² Geschossfläche, 4 m Raumhöhe, grosse Brandbelastung, ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage					
Trennwände von zulässigen Flächen	2 × Mauerwerk 4 m × 40 m	22000	---	1	1
Tragwerk Dach, Leichtbau	Profilverkleidung 500 m	35000	---	2	2
Flucht-/Rettungsweg, Aussentreppen	2 Treppen, 4 m hoch	12000	1	---	---
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen	RWA für 2 Geschosse	68000	---	3	3
Summe (qualitative Bewertung)			1	6	6

Tab. 66: Objektbeispiele mit qualitativer Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen

Qualitative Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen (Fortsetzung)					
Kostenbeispiel 2					
4 Geschosse, 7000 m ² Geschossfläche, 4 m Raumhöhe, grosse Brandbelastung, mit Sprinkleranlage					
Trennwände von zulässigen Flächen	1 × Mauerwerk 4 m × 60 m	17000	---	1	1
Tragwerk Dach, Leichtbau	Profilverkleidung 1500 m	105000	---	3	3
Flucht-/Rettungsweg, Aussentreppen	4 Treppen, 4 m hoch	96000	3	---	---
Sprinkleranlagen, Wasserversorgung	1 Reservoir + 2 Pumpen	100000	---	3	---
Summe (qualitative Bewertung)			3	7	4
*) Bewertungsskala					
1 = Brandschutzmassnahme mit kleiner Kostenrelevanz (≤ 25000 €)					
2 = Brandschutzmassnahme mit mittlerer Kostenrelevanz (> 25000 € und ≤ 50000 €)					
3 = Brandschutzmassnahme mit grosser Kostenrelevanz (> 50000 €)					

Tab. 66: Objektbeispiele mit qualitativer Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen (Fortsetzung)

Erkenntnisse

- Die Bestimmungen der VKF-Brandschutzvorschriften über die Flucht- und Rettungswege erfordern bei beiden Objekten zusätzliche Treppenanlagen, deren Kosten beim 2. Beispiel etwa gleich hoch sind wie die Aufwendungen für die unabhängige Wasserversorgung der Sprinkleranlage (1 Reservoir mit 2 Pumpen) in einem nach den deutschen Brandschutzvorschriften konzipierten Industriebau.
- Werden die Kosten von Brandschutzelementen, bei denen aufgrund der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften für Industriebauten ein unterschiedliches Anforderungsniveau besteht, miteinander verglichen, so zeigt sich, dass bei mehrgeschossigen, grossflächigen Industriebauten die Investitionen für zusätzliche Treppenanlagen (VKF), für die feuerwiderstandsfähige Ausführung von Dach-Leichtbaukonstruktionen (M IndBauRL, OIB) und für eine unabhängige Wasserversorgung von Sprinkleranlagen (M IndBauRL) dominieren.

Teil IV Schluss, Verzeichnisse

11 Schlussbetrachtungen

11.1 Zusammenfassung

A) Grundsätzliches

Aufgabenstellung und Zielsetzung

Anhand des Doppelvergleiches Schweiz – Deutschland sowie Schweiz – Österreich werden die Brandschutzphilosophien in Bezug auf den vorbeugenden Brandschutz im Industriebau formuliert, nationale Unterschiede bewertet und die Konsequenzen für die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit von industriellen Gebäuden abgeleitet.

Im Weiteren soll die von Bauherren, Architekten und Fachplaner oft geäußerte Vermutung, wonach die schweizerischen Brandschutzvorschriften ein im Vergleich zum benachbarten Ausland höheres Anforderungsniveau definieren, widerlegt werden.

Probleme und Vorgehen

Die Vorschriften und Rechenverfahren, welche den Brandschutz im schweizerischen Industriebau definieren und dimensionieren, unterscheiden sich in ihrem Aufbau und in ihrer Methodik gänzlich von den entsprechenden, in Deutschland und Österreich massgebenden Regelwerken und Bemessungsverfahren. Deshalb erweist sich die Erstellung des internationalen Vergleichs als aufwändig, was sich im vorliegenden Bericht an den zahlreichen Einschränkungen und umfangreichen Erläuterungen äussert.

Nach einer Analyse der nationalen, den Industriebau betreffenden Brandschutzvorschriften werden die Regelungen themenspezifisch zusammengezogen und derart dargestellt, dass Vergleiche und Bewertungen nachvollziehbar durchgeführt werden können. Aus den Erkenntnissen werden nationale Brandschutzphilosophien – womit die Grundsätze, Schwerpunkte und das Anforderungsniveau des baulichen und anlagentechnischen Brandschutzes gemeint sind – formuliert und die Konsequenzen für die Brandschutzplanung, Baupraxis und Wirtschaftlichkeit (Kosten) von industriellen Gebäuden abgeleitet.

Brandstatistiken

Brandereignisse verursachen in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich an Bauten etwa gleich hohe Kosten. In industriell-gewerblichen Gebäuden erzeugen wenige Schadenfälle eine hohe Schadensumme. Die Schweiz beklagt etwas weniger Brandopfer als Deutschland und Österreich. Dabei sterben die allermeisten Menschen bei Wohnungsbränden.

Grundsätzlich existieren im Brandschutzwesen bei den statistischen Grundlagen grosse Defizite, so dass sich im vorbeugenden Brandschutz nationale Prägungen und Brandschutzkonzepte damit nicht auf ihre Erfolgs- und Fehlerquoten überprüfen lassen.

Regelwerke im Brandschutzwesen

Der Brandschutz im Industriebau ist in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich auf nationaler Ebene harmonisiert.

In Deutschland und in Österreich existieren mit der MIndBauRL und mit OIB-RL 2.1 Vorschriftenwerke, die spezifisch den Brandschutz im Industriebau regeln und sogar ähnlich aufgebaut sind. Von diesem Aufbau unterscheiden sich die VKF-Brandschutzvorschriften komplett. Sie sind nur in wenigen Teilen nutzungsbezogen strukturiert. Ein Zusammenzug aller den Industriebau betreffenden Vorschriften in Form einer Brandschutzarbeitshilfe existiert in der Schweiz nicht.

Schutzziele im Brandschutzwesen

Dem Grundsatz nach stimmen die Schutzziele im schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzwesen inhaltlich überein.

Abweichungen von Standardmassnahmen

Sofern die Gleichwertigkeit nachgewiesen wird, sind Abweichungen von den Standardmassnahmen der schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften möglich. Dabei erklärt der OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ wie Abweichungen zu klassieren und Nachweise zu führen sind. In Bezug auf die schweizerischen Brandschutzvorschriften kann die Gleichwertigkeit von Abweichungen mit der Brandrisikobewertung VKF 2007 nachgewiesen werden.

Verfahren zum Nachweis einer ausreichenden Brandsicherheit

Sowohl die schweizerischen als auch die deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften bieten für den Industriebau **vereinfachte Rechenverfahren** an, mit denen sich

- nach VKF-BSR 14-03d und VKF-BSR 15-03d die Feuerwiderstandsklassen von Tragwerken sowie von brandabschnittsbildenden Wänden und Decken,
- anhand MIndBauRL Abschnitt 6 die zulässigen Brandabschnittsflächen oder
- mit OIB-RL 2.1 Tabelle 1 die zulässigen Geschossflächen in oberirdischen Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

festlegen lassen und für die brandschutztechnische Beurteilung einer Mehrzahl der in der Praxis vorkommenden Fälle ausreichen.

Mit der Brandrisikobewertung VKF 2007 existiert derzeit nur in der Schweiz ein gängiges, auf der brandschutz- und versicherungstechnischen Erfahrung basierendes **Rechenverfahren** zur Einschätzung des Brandrisikos. Dieses ist von der Feuerwiderstandsbemessung der Bauteile unabhängig. Demgegenüber bewertet das Bemessungsverfahren nach DIN 18230-1, welches in

Verbindung mit dem Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 zur Ermittlung der zulässigen Geschossfläche von Brandbekämpfungsabschnitten steht, nur einen Teilbereich des baulichen Brandschutzes, nämlich den Feuerwiderstand von Bauteilen bzw. das Versagen des Haupttragwerkes im Brandfall.

Feuerversicherungspraktische Erfahrungen zeigen, dass zwischen den zulässigen Brandabschnittsflächen und den thermisch bedingten Auswirkungen eines Brandereignisses bzw. dem Feuerwiderstand der Bauteile kein kausaler Zusammenhang besteht.

Die **Methoden des Brandschutzingenieurwesens** zur Entwicklung von schutzzielorientierten, objektbezogenen Brandschutzkonzepten sind allgemein anerkannt. In Deutschland und in Österreich stehen mit M IndBauRL Anhang 1 und mit dem OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ die zu beachtenden Grundsätze bei der Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens fest. Diesbezüglich liefern die VKF-Brandschutzvorschriften keine konkreten Angaben.

Zulassung und Anwendung von Brandschutzprodukten

Durch die Einführung der EU-Bauproduktenrichtlinie in der Schweiz und in den Nationen der EU dürfen nach Ablauf der Koexistenzphasen nur noch CE-zertifizierte und CE-gekennzeichnete Produkte in Verkehr gebracht und frei gehandelt werden. Solange die Koexistenzphasen noch dauern, existieren für Bauprodukte unterschiedliche nationale Nachweis-, Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren.

Auch mit der CE-Kennzeichnung der Brandschutzprodukte werden in Struktur und Bedeutung angegliche nationale Anwendungsregister weiterbestehen, welche die nationalen Eigenheiten der Anwendung spezifizieren.

B) Baulicher Brandschutz

Brandwände

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, fordern die VKF-Brandschutzvorschriften Brandwände (Brandmauern) mit einer Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten, währenddem Brandwände nach MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2.1 die Feuerwiderstandsklasse R 90 aufweisen.

Die von den VKF-Brandschutzvorschriften festgelegte Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz erfordert für Brandwände spezielle Konstruktionen. Diese Anforderung geht über die Stossbeanspruchungen, wie sie durch die Zusatzkennung „M“ der europäischen Normierung und durch DIN 4102 Teil 3 Abschnitte 4.2 und 4.3 definiert werden, hinaus.

Die VKF-Brandschutzvorschriften schreiben Brandmauern nicht zur Trennung von Brandabschnitten vor, sondern zur Unterteilung von ausgedehnten Gebäuden, zur Abgrenzung unterschiedlicher Gefahrenbereiche oder als Abschluss von Gebäuden bei ungenügenden Schutzabständen.

Brandabschnittsbildende Wände

Im schweizerischen Industriebau werden Brandabschnittsflächen durch brandabschnittsbildende Wände (und Decken) begrenzt. Nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 müssen die Wände zur Begrenzung von Brandabschnittsflächen (M IndBauRL Abschnitt 6), von Brandbekämpfungsabschnitten (M IndBauRL Abschnitt 7) oder von zulässigen Geschossflächen innerhalb von Hauptbrandabschnitten (OIB-RL 2.1) der Bauweise von Brandwänden entsprechen.

Bei brandabschnittsbildenden Wänden ist die Ausbildung von Bauteilanschlüssen bautechnisch einfacher als bei Brandwänden.

Der Feuerwiderstand von Tragwerken industrieller Gebäude mit Brandbelastungen $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

Bei den ein- bis dreigeschossigen Industriebauten mit Brandbelastungen von nicht mehr als 1000 MJ/m^2 und mit grossen Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen (10000 m^2) legt M IndBauRL Abschnitt 7 den Feuerwiderstand der Tragkonstruktion um eine Klasse und OIB-RL 2.1 um bis zu zwei Klassen höher fest als die VKF-Brandschutzvorschriften.

Zweigeschossige Industriebauten mit feuerwiderstandslosen Tragwerken lassen sich nur in der Schweiz bauen.

Bei den vier- und fünfgeschossigen Industriebauten müssen die Tragwerke der Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten genügen. Mit Sprinkleranlage gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften bei viergeschossigen Bauten noch R 30-Tragwerke.

Weil beim vereinfachten (tabellarischen) Verfahren nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 die Brandbelastung nicht bestimmt wird und daher als unbegrenzt bzw. als hoch anzunehmen ist, wird das damit einhergehenden höhere Brandrisiko mit kleineren zulässigen Flächen und/oder höheren Feuerwiderstandsklassen bei den Tragwerken kompensiert.

Bei der Brandrisikobewertung VKF und beim Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 entscheiden Brandmelde- und Sprinkleranlagen darüber, wie hoch die Brandbelastung sein darf.

Der Feuerwiderstand von Tragwerken industrieller Gebäude mit Brandbelastungen $> 1000 \text{ MJ/m}^2$

Fünfgeschossige Industriebauten mit Brandbelastungen von mehr als 1000 MJ/m^2 und mit 10000 m^2 grossen Brandabschnitten lassen sich nur in der Schweiz bauen. Die Feuerwiderstandsklasse solcher Bauten muss R 60 betragen und es ist eine Sprinkleranlage zu installieren.

Gesprinklerte Gebäude mit 10000 m^2 grossen Brandabschnittflächen sind nach M IndBauRL Abschnitt 6 eingeschossig und überdies mit feuerwiderstandslosen Tragwerken realisierbar. Derartige Gebäude benötigen nach OIB-RL 2.1 Tragwerke der Feuerwiderstandsklasse R 30. Bei zweigeschossigen Bauten sind nach OIB-RL 2.1 R 90-Tragwerke erforderlich.

Zweigeschossige Industriebauten mit Tragwerken ohne Feuerwiderstand ermöglichen nur die VKF-Brandschutzvorschriften. Dafür ist eine Sprinkleranlage erforderlich und die Brandabschnittsflächen dürfen maximal 1200 m^2 gross sein.

Bei den ein- bis dreigeschossigen, ohne Sprinkleranlage ausgerüsteten Gebäuden mit Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen vergleichbarer Grösse legen M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 den Feuerwiderstand der Tragkonstruktionen um eine Klasse höher fest als die VKF-Brandschutzvorschriften. Diese fordern erst bei den vier und fünf Geschosse umfassenden Bauten R 90-Tragwerke.

Der Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse

In der Schweiz wird die Tragkonstruktion von unterirdischen Geschossen in der Feuerwiderstandsklasse R 60 erstellt, falls für die Feuerwiderstandsdauer von oberirdischen Geschossen weniger als 90 Minuten gefordert werden. Ansonsten muss die Feuerwiderstandsklasse wie in Deutschland und in Österreich R 90 betragen.

Der Feuerwiderstand von Dachkonstruktionen

Die VKF-Brandschutzvorschriften stellen sowohl an den Feuerwiderstand von Tragwerken der obersten Geschosse mehrgeschossiger Bauten als auch an das Tragwerk von Dachkonstruktionen keine Anforderungen. Nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 ist das Haupttragwerk von Dächern mit Feuerwiderstand auszuführen. Davon ausgenommen bleiben lediglich eingeschossige Industriebauten mit kleineren Brandabschnittsflächen und/oder mit geringen Brandbelastungen bzw. mit installierter Sprinkleranlage.

Zulässige Flächen von Brandabschnitten und von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten bei industriellen Gebäuden mit Brandbelastungen $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

Beträgt in industriellen Gebäuden die mobile Brandbelastung weniger als 20 kWh/m^2 bzw. 70 MJ/m^2 , so lässt die Brandrisikobewertung VKF wesentlich grössere Flächen als M IndBauRL Abschnitt 7 zu, was jedoch kaum praxisrelevant ist. Hingegen können bei eingeschossigen Bauten mit mobilen Brandbelastungen zwischen 40 kWh/m^2 (140 MJ/m^2) und 170 kWh/m^2 (600 MJ/m^2) die Geschossflächen von Brandbekämpfungsabschnitten grösser gebaut werden als die durch die Brandrisikobewertung vorgegebenen Brandabschnittsflächen. Mit zunehmender Geschosszahl gleichen sich bei beiden Rechenverfahren die mit kleinen Brandbelastungen realisierbaren Flächen an, weil die zulässigen Flächenwerte der Brandrisikobewertung nicht von der Geschosszahl abhängen. Bei drei und mehr Geschosse umfassenden Gebäuden lässt die Brandrisikobewertung VKF den Bau von grösseren Flächen zu als M IndBauRL Abschnitt 7.

Für ein- und mehrgeschossige Industriebauten mit installierten Brandmelde- und Sprinkleranlagen errechnet die Brandrisikobewertung VKF Brandabschnittsflächen, welche grösser sind als die nach M IndBauRL Abschnitt 7 für gleiche Gebäude ermittelten Brandbekämpfungsabschnittsflächen.

Bei den vereinfachten (tabellarischen) Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 wird die Brandbelastung nicht bestimmt und ist daher als unbegrenzt bzw. als hoch anzunehmen. Aus dem damit einhergehenden höheren Brandrisiko resultieren kleinere zulässige Flächen.

Das Rechenverfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 ist auf komplexe Industriebauten mit sehr grossen Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen, aber vergleichsweise geringen Brandlasten zugeschnitten, wie sie beispielsweise in der Automobil- und Hüttenindustrie vorkommen. Solche Industriezweige existieren in der Schweiz nicht.

Mit den für das Rechenverfahren DIN 18230-1 getroffenen Annahmen ($c \cdot w = 0.325 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$) geht das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 bei ca. 280 kWh/m^2 (1000 MJ/m^2) in das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 über, weil erf t_F grösser als 90 Minuten wird.

Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten bei industriellen Gebäuden mit Brandbelastungen $> 1000 \text{ MJ/m}^2$

Nur bei den ein- und zweigeschossigen Gebäuden mit einer sehr grossen Brandbelastung (5000 MJ/m^2) und ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage lassen sich mit den tabellarischen Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 grössere Brandabschnitts- bzw. Geschossflächen realisieren als nach den VKF-Brandschutzvorschriften. In allen übrigen Fällen dürfen mit der brandlastbezogenen Bemessung der VKF-Brandrisikobewertung zum Teil erheblich grössere Brandabschnitte gebaut werden.

Bei ein- bzw. erdgeschossigen, nicht gesprinklerten Industriebauten mit Tragwerken ohne Feuerwiderstand und mit nicht limitierten bzw. als hoch anzunehmen Brandlasten begrenzen M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 die Gebäudebreite auf maximal 40 m, um der Feuerwehr wirksame Löschmassnahmen zu ermöglichen.

Abschlüsse und Abschottungen

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen für Abschlüsse und Abschottungen eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten fest. Nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 müssen Brandschutzabschlüsse und Abschottungen in der Regel die Feuerwiderstandsklasse der sie umgebenden Bauteile übernehmen.

Feuerüberschlagswege

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 legen sowohl in Bezug auf die horizontale Brandweiterleitung über Dachkonstruktionen und Unterdecken innerhalb von Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten als auch hinsichtlich der vertikalen Brandübertragung zwischen übereinander angeordneten Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten brandschutztechnische Massnahmen fest. Von den üblichen Abschottungsmassnahmen abgesehen, kennen die VKF-Brandschutzvorschriften solche Anforderungen nicht.

Flucht- und Rettungswege

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen die Mindestanforderungen an Flucht- und Rettungswege nutzungsunabhängig fest. Diese dürfen aufgrund von Berechnungsmethoden oder technischen Brandschutzeinrichtungen nicht reduziert werden.

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 berücksichtigen bei der Festlegung der Flucht- und Rettungsweglängen die in Industriebauten vorhandenen günstigen Verhältnisse (hohe Räume, aufmerksame Gebäudenutzer). Daraus resultieren Flucht- und Rettungsweglängen, die die Mindestanforderungen der VKF-Brandschutzvorschriften um ein Mehrfaches überschreiten. Folglich müssen für die vertikale Erschliessung von mehrgeschossigen Gebäuden auch weniger Treppenanlagen gebaut werden. Ausserdem besteht die Möglichkeit, mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens die Flucht- und Rettungswege objektbezogen zu dimensionieren.

Die tragenden Teile der Läufe und Podeste von Treppen benötigen nach MBO und OIB-RL 2 in der Regel einen Feuerwiderstand. Diesbezüglich stellen die VKF-Brandschutzvorschriften keine Anforderungen.

Holzanwendungen bei den Fassaden

Bis zur Hochhausgrenze gestatten die VKF-Brandschutzvorschriften bei Industriegebäuden mit normaler Brandgefahr Fassadenverkleidungen aus Holz, wobei ab vier Geschossen Massnahmen zur Behinderung der Brandausbreitung über mehrere Geschosse zu ergreifen sind. MBO/M IndBauRL und von wenigen Ausnahmen abgesehen auch OIB-RL 2.1 verbieten im Fassadenbau Holzanwendungen.

C) Technischer Brandschutz

Sprinkleranlagen

In Bezug auf den Schutz von Sachwerten gewichtet die Brandrisikobewertung VKF die Risikominderung von Sprinkleranlagen vorteilhafter als das Verfahren von M IndBauRL Abschnitt 7 (und misst daher den Sprinkleranlagen einen höheren Schutzwert bei).

Weil die mit Sprinkleranlagen zusätzlich realisierbaren Brandabschnittsflächen von den vorhandenen Brandbelastungen abhängen, sind Vergleiche zwischen der Brandrisikobewertung VKF und den von unbestimmten, daher als unbegrenzt bzw. als hoch anzunehmen Brandbelastungen ausgehenden Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 sowie OIB-RL 2.1 Tabelle 1 schwierig anzustellen.

Auf normative Vorgaben bezogen messen die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 den Sprinkleranlagen hinsichtlich des Personenschutzes keinen Stellenwert bei. Dagegen können nach M IndBauRL die Flucht- und Rettungswege in gesprinklerten Industriehallen länger gehalten werden.

In der Schweiz und in Österreich werden Sprinkleranlagen grundsätzlich vom öffentlichen Wasserleitungsnetz versorgt. In der Schweiz werden auf Eigenversorgung basierende Wasserversorgungsanlagen nicht gebaut. In Deutschland sind bei hohen Brandgefahren (HHP, HHS)

und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen (ab ca. 6000 m²) zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen zu installieren.

Brandmeldeanlagen

Bei kleinen Brandbelastungen (um 100 kWh/m² bzw. 360 MJ/m²) misst die Brandrisikobewertung VKF den Brandmeldeanlagen einen besseren Sachwertschutz bei als das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7. Bei mittleren bis sehr grossen Brandbelastungen (ab 1000 MJ/m²) bewerten die Brandrisikobewertung VKF, das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 die Brandrisikominderung von Brandmeldeanlagen ähnlich. Sowohl nach M IndBauRL als auch nach OIB-RL 2.1 dürfen die Flucht- und Rettungswege von Produktions- und Lagerräumen verlängert werden, falls die betroffenen Brandabschnitte durch eine Brandmeldeanlage überwacht werden und die interne Alarmierung gewährleistet ist. Dies ist nach den VKF-Brandschutzvorschriften nicht möglich.

Hinsichtlich einer sofortigen Brandentdeckung und Brandmeldung setzen M IndBauRL und DIN 18230-1 eine ständige Personalbesetzung den automatischen Brandmeldeanlagen gleich. Die VKF-Brandschutzvorschriften und OIB-RL 2.1 kennen keine derartige Regelung.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren in Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden durchwegs ein tieferes Anforderungsniveau als M IndBauRL und OIB-RL 2.1. Im Besonderen legt BSR 22-03d fest, dass bei einer Brandbelastung von bis zu 250 MJ/m² in Industriebauten beliebiger Ausdehnung keine Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung installiert werden müssen.

Im Gegensatz zu Deutschland und Österreich besitzt die Schweiz für die Bemessung und Ausführung von RWA noch bis heute kein nationales Regelwerk. Für deren Projektierung und Dimensionierung werden auch in Zukunft nationale Normen Anwendung finden, weil die Bemühungen um die Einführung einer europäischen Norm für die Bemessung von natürlichen und mechanischen Rauchabzugsanlagen gescheitert sind.

11.2 Die Ergebnisse im Überblick

A) Brandschutzphilosophien

MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2/2.1 definieren in Bezug auf die Feuerwiderstandsfähigkeit von Tragwerken, Abschlüssen und Abschottungen ein höheres Anforderungsniveau als die VKF-Brandschutzvorschriften. Auch an die konstruktive Ausbildung von Bauteilanschlüssen und Feuerüberschlagswegen stellen die deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften höhere Anforderungen. Davon ausgenommen sind Brandwände (Brandmauern), welche im schweizerischen Industriebau wegen der geforderten Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz meist zweischalig ausgeführt werden müssen.

Zwischen den zulässigen Brandabschnittsflächen und dem Feuerwiderstand der Bauteile erstellen die VKF-Brandschutzvorschriften im Gegensatz zu M IndBauRL und zu OIB-RL 2.1 keinen Zusammenhang.

Die VKF-Brandschutzvorschriften unterstellen den Brandmelde- und Sprinkleranlagen ein grösseres Risikominderungspotential als M IndBauRL und OIB-RL 2.1, weil mit solchen Anlagen der Zuwachs an realisierbarer Bodenfläche in den meisten Fällen grösser ist.

An die Flucht- und Rettungswege stellen die VKF-Brandschutzvorschriften hohe Anforderungen. Im Vergleich zu M IndBauRL und OIB-RL 2.1 erscheinen diese sehr konservativ.

B) Brandschutzplanung

Sowohl in der Schweiz, als auch in Deutschland und Österreich sind Abweichungen von den Standardmassnahmen der nationalen Brandschutzvorschriften möglich. Dabei kann die Gleichwertigkeit von Abweichungen mit vereinfachten (tabellarischen) Rechenverfahren, mit ingenieurmässige Detailuntersuchungen erforderlichen Rechenverfahren oder mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens nachgewiesen werden.

Das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 in Verbindung mit DIN 18230-1 ist in der Anwendung relativ komplex, so dass dieses nicht Bestandteil von OIB-RL 2.1 wurde. Ausserdem lassen sich mit dem Verfahren nur Objekte mit geringerer Brandbelastung bemessen. Die Brandrisikobewertung VKF 2007 ist in der Handhabung einfach und fast alle gewerblich-industriellen Bauten können damit schnell beurteilt werden.

C) Baupraxis und Wirtschaftlichkeit (Baukosten)

Um die wirtschaftlichen Auswirkungen von nationalen, durch differierendes brandschutztechnisches Anforderungsniveau gekennzeichnete Bauweisen qualitativ bewerten zu können, werden Brandschutzkosten ermittelt. Diese werden sowohl für einzelne Brandschutzelemente als auch anhand von zwei fiktiven Objektbeispielen erfasst. Dabei stellt sich heraus, dass unterschiedliche Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer von feuerwiderstandsfähig auszubildenden Bauteilen nicht kostenrelevant sind. Bei mehrgeschossigen, grossflächigen Industriebauten dominieren die Investitionen für zusätzliche Treppenanlagen (VKF), für die feuerwiderstandsfähige Ausführung von Dach-Leichtbaukonstruktionen (M IndBauRL, OIB) und für eine unabhängige Wasserversorgung von Sprinkleranlagen (MBO/M IndBauRL).

D) Überprüfung des Anforderungsniveaus

Nachfolgend werden in Bezug auf die VKF-Brandschutzvorschriften, MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2/2.1 diejenigen Elemente des baulichen und technischen Brandschutzes aufgelistet, bei denen unterschiedliche Anforderungsniveaus bestehen. Dabei indizieren nach oben gerichtete Pfeile (↗) ein höheres Anforderungsniveau bei den VKF-Brandschutzvorschriften. Umgekehrt weisen nach unten zeigende Pfeile (↘) auf ein höheres Anforderungsniveau bei

MBO/M IndBauRL bzw. OIB-RL 2/2.1 hin. Ein nach rechts gerichteter Pfeil (➔) verdeutlicht ein äquivalentes Anforderungsniveau.

1) Feuerwiderstand von Brandwänden (Brandmauern)

Die VKF-Brandschutzvorschriften fordern für Brandwände (Brandmauern) die Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten, währenddem nach MBO/M IndBauRL und OIB-RL 2 90 Minuten genügen. Ausserdem verlangt die von den VKF-Brandschutzvorschriften festgelegte Standfestigkeit bei einseitigem Gebäudeeinsturz aufwändige Konstruktionen.

2) Brandabschnittsbildende Wände

Im Gegensatz zu M IndBauRL und OIB-RL 2.1 müssen Wände zur Begrenzung von zulässigen Flächen nach den VKF-Brandschutzvorschriften nicht der Bauweise von Brandwänden entsprechen, was bautechnisch wesentlich einfachere Bauteilanschlüsse ermöglicht.

3) Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse

Bis zur Hochhausgrenze lassen sich die Tragwerke von mit Sprinkleranlagen ausgerüsteten Industriebauten nach den VKF-Brandschutzvorschriften um eine Feuerwiderstandsklasse tiefer bauen als nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1. Beträgt die Brandbelastung nicht mehr als 1000 MJ/m^2 ist dies je nach Geschosszahl und -fläche auch bei nicht gesprinklerten Gebäuden der Fall.

Zudem stellen die VKF-Brandschutzvorschriften an den Feuerwiderstand von Tragwerken der obersten Geschosse mehrgeschossiger Bauten keine Anforderungen.

In Bezug auf grosse bis sehr grosse Brandbelastungen lassen sich diese Zusammenhänge auch dadurch darstellen, indem die Tabelle 1 von M IndBauRL mit den Tabellen 1 und 2 der VKF-Brandschutzrichtlinie „Tragwerke“ (BSR 14-03d) und mit der Brandrisikobewertung VKF 2007 bewertet wird. Die Gegenüberstellung

- der Tragwerks-Feuerwiderstandsklassen nach M IndBauRL Tabelle 1,
- der Tragwerks-Feuerwiderstandsklassen nach VKF-BSR 14-03d Tabellen 1 und 2,
- der zulässigen Brandabschnittsflächen nach M IndBauRL Tabelle 1 und
- der den zulässigen Brandabschnittsflächen nach M IndBauRL Tabelle 1 entsprechenden q-Faktoren bzw. mobilen Brandbelastungen Q_m aus der Brandrisikobewertung VKF

zeigt, dass aus Sicht der VKF-Brandschutzvorschriften im vereinfachten Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 zum Teil erhebliche Sicherheitsreserven stecken, was in den generell hohen Brandbelastungswerten ablesbar ist. Besonders hohe Sicherheitsreserven sind bei den mehrgeschossigen Industriebauten mit Tragwerken kleiner Feuerwiderstandsdauer erkennbar (Tabelle Nr. 67).

Hinsichtlich des Verfahrens nach OIB-RL 2.1 Tabelle 1 gilt Ähnliches.

M IndBauRL Tabelle 1 und Brandrisikobewertung VKF 2007 Zulässige Grösse der Brandabschnittsflächen [m ²], Faktor q [-], mobile Brandbelastung Q _m [MJ/m ²]												
Geschosszahl	Tragwerks- Feuerwiderstand			Konzept								
	M IndBauRL Tabelle 1	VKF-BSR 14-03 Tab. 1 ²⁾	VKF-BSR 14-03 Tab. 2 ³⁾	OSM ¹⁾			BMA			SPA		
				M IndBauRL BA-Fläche [m ²]	BRB VKF 2007 ⁴⁾ Faktor q [-]	BRB VKF 2007 Brandbelast. Q _m [MJ/m ²]	M IndBauRL BA-Fläche [m ²]	BRB VKF 2007 Faktor q [-]	BRB VKF 2007 Brandbelast. Q _m [MJ/m ²]	M IndBauRL BA-Fläche [m ²]	BRB VKF 2007 Faktor q [-]	BRB VKF 2007 Brandbelast. Q _m [MJ/m ²]
1	R 0	R 0	R 0	1800	2.1	10000	2700	2.3	20000	10000	2.1	10000
	R 30	R 0	R 0	3000	1.6	1700	4500	1.7	2500	10000	2.1	10000
2	R 30	R 30	R 0	800	3.4	>>>	1200	3.9	>>>	8500	2.2	14000
	R 60	R 60	R 30	1600	2.4	28000	2400	2.5	40000	8500	2.2	14000
	R 90	R 60	R 30	2400	1.8	3500	3600	2.0	7000	8500	2.2	14000
3	R 60	R 60	R 30	1200	2.8	>>>	1800	3.0	>>>	6500	2.4	28000
	R 90	R 60	R 30	1800	2.1	10000	2700	2.3	20000	6500	2.4	28000
4	R 90	R 90	R 60	1500	2.4	28000	2300	2.6	56000	5000	2.6	56000
5	R 90	R 90	R 60	1200	2.8	>>>	1800	3.0	>>>	4000	2.9	>>>

¹⁾ Ohne Sondermassnahme, d.h. ohne Brandmeldeanlage (BMA) und ohne Sprinkleranlage (SPA)
²⁾ Bauliches Brandschutzkonzept (Industriegebäude ohne oder mit BMA)
³⁾ Sprinklerkonzept (Industriegebäude mit SPA)
⁴⁾ BRB-VKF 2007 = Brandrisikobewertung VKF 2007
 >>> = Mobile Brandbelastung Q_m ist wesentlich grösser als 56000 MJ/m² (durch Brandrisikobewertung VKF nicht mehr festgelegt)

Tab. 67: M IndBauRL Tabelle 1 und Brandrisikobewertung VKF 2007

4) Feuerwiderstand von Dachkonstruktionen

Im Gegensatz zu M IndBauRL und OIB-RL 2.1 stellen die VKF-Brandschutzvorschriften an den Feuerwiderstand des Haupttragwerkes von Dachkonstruktionen grundsätzlich keine Anforderungen.

5) Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse

In der Schweiz wird die Tragkonstruktion von unterirdischen Geschossen in der Feuerwiderstandsklasse R 60 erstellt, falls für die Feuerwiderstandsdauer von oberirdischen Geschossen weniger als 90 Minuten erforderlich sind. M IndBauRL und OIB-RL 2.1 schreiben grundsätzlich die Feuerwiderstandsklasse R 90 vor.

6) Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten

Bei eingeschossigen, ohne Brandmelde- und Sprinkleranlagen ausgerüsteten Bauten mit mobilen Brandbelastungen zwischen 40 kWh/m^2 (140 MJ/m^2) und 170 kWh/m^2 (600 MJ/m^2) können die Geschossflächen von Brandbekämpfungsabschnitten grösser gebaut werden als die durch die Brandrisikobewertung VKF vorgegebenen Brandabschnittsflächen. Hingegen lässt bei drei und mehr Geschosse umfassenden Gebäuden die Brandrisikobewertung VKF den Bau von grösseren Flächen zu als M IndBauRL Abschnitt 7. Auch für ein- und mehrgeschossige Industriebauten mit installierten Brandmelde- und Sprinkleranlagen errechnet die Brandrisikobewertung VKF Brandabschnittsflächen, welche grösser sind als die nach M IndBauRL Abschnitt 7 für gleiche Gebäude ermittelten Brandbekämpfungsabschnittsflächen.

Bei mittlerer bis sehr grosser Brandbelastung dürfen mit der brandlastbezogenen Bemessung der VKF-Brandrisikobewertung fast ausnahmslos grössere Brandabschnitte gebaut werden als dies die Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1 zulassen.

7) Abschlüsse und Abschottungen

Die VKF-Brandschutzvorschriften legen für Abschlüsse und Abschottungen eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten fest. Nach M IndBauRL und OIB-RL 2.1 müssen Brandschutzabschlüsse und Abschottungen in der Regel die Feuerwiderstandsklasse der sie umgebenden Bauteile übernehmen.

8) Feuerüberschlagswege

M IndBauRL und OIB-RL 2.1 legen sowohl in Bezug auf die horizontale Brandweiterleitung über Dachkonstruktionen und Unterdecken innerhalb von Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten als auch hinsichtlich der vertikalen Brandübertragung zwischen übereinander angeordneten Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten brandschutztechnische Massnahmen fest. Von den üblichen Abschottungsmassnahmen abgesehen, kennen die VKF-Brandschutzvorschriften keine derartigen Anforderungen.

9) Flucht- und Rettungswege

Von den VKF-Brandschutzvorschriften nutzungsunabhängig festgelegte Mindestanforderungen an die Flucht- und Rettungswege dürfen aufgrund von Berechnungsmethoden oder technischen Brandschutzeinrichtungen nicht reduziert werden. M IndBauRL und OIB-RL 2.1 gestatten in industriellen Bauten eine objektbezogene Dimensionierung der Flucht- und Rettungswege, so dass – mit den normativen Vorgaben der VKF-Brandschutzvorschriften verglichen – vorteilhaftere Lösungen umsetzbar sind.

10) Sprinkleranlagen

In der Schweiz und in Österreich werden Sprinkleranlagen vom öffentlichen Wasserleitungsnetz versorgt. In Deutschland sind bei hohen Brandgefahren und/oder grösseren Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittsflächen zusätzlich Pumpen- und/oder Behälteranlagen zu installieren.

Die Risikominderung von Sprinkleranlagen in Bezug auf den Sachwert- und Personenschutz wird unter den Punkten 6 und 9 gewichtet.

11) Brandmeldeanlagen

Beim Aufbau und Betrieb, sowie bei der Planung, Installation, Wartung und Instandsetzung von Brandmeldeanlagen sind keine Unterschiede feststellbar, die die Baupraxis und Wirtschaftlichkeit von Gebäuden merklich beeinflussen würden.

Die Risikominderung von Brandmeldeanlagen in Bezug auf den Sachwert- und Personenschutz wird unter den Punkten 6 und 9 gewichtet.

12) Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren in Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden durchwegs ein tieferes Anforderungsniveau als M IndBauRL und OIB-RL 2.1.

Die Risikominderung von RWA in Bezug auf den Personenschutz wird unter Punkt 9 gewichtet.

Somit

ist – bis auf die unvorteilhafte Regelung betreffend den Flucht- und Rettungswegen und die kostenintensive Ausführung von Brandwänden, welchen im schweizerischen Industriebau aber einen weniger umfassenden Anwendungsbereich zugewiesen ist als im deutschen und österreichischen – die von Bauherren, Architekten und Fachplanern gegenüber den Brandschutzbehörden oftmals geäusserte Vermutung, dass die schweizerischen Brandschutzvorschriften ein im Vergleich zum benachbarten Ausland höheres Anforderungsniveau definieren, mindestens in Bezug auf den vorbeugenden Brandschutz im deutschen und österreichischen Industriebau widerlegt.

Wie die brandstatistischen Daten zeigen, verursacht das niedrigere Anforderungsniveau des baulichen und technischen Brandschutzes im schweizerischen Industriebau nicht mehr Brandopfer und nicht höhere Brandschäden.

12 Ausblicke

A) Weiterführende Arbeiten

Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer nach DIN 18230-1 und Brandrisikobewertung VKF

In der vorliegenden Arbeit wird zur Ermittlung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_F nach DIN 18230-1 die Annahme getroffen, dass $c \cdot w = 0.325 \text{ min} \cdot \text{m}^2/\text{kWh}$ beträgt. Damit geht das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 7 bei ca. 280 kWh/m^2 (1000 MJ/m^2) in das Verfahren nach M IndBauRL Abschnitt 6 über, weil t_F grösser als 90 Minuten wird.

Bei der Brandrisikobewertung VKF wird von einer normalen Aktivierungsgefahr ausgegangen ($A = 1.0$).

In einer weiterführenden Arbeit könnten der Umrechnungsfaktor c , der Wärmeabzugsfaktor w und die die Sicherheitsbeiwerte γ und die Beiwerte α_L beeinflussende Auftretenswahrscheinlichkeit gefährlicher Brände $p_1 \cdot p_2$ variiert werden. Entsprechend liesse sich bei der Brandrisikobewertung VKF die Aktivierungsgefahr bzw. die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Brandes A ändern. Damit wäre eine eingehende, allenfalls nutzungsbezogene Untersuchung der Auswirkungen der Brandrisikobewertung VKF und des Verfahrens nach DIN 18230-1 bzw. M IndBauRL Abschnitt 7 auf die Baupraxis von Industriebauten möglich.

Holzbauweise

Mit dieser Arbeit wird im Rahmen des Vergleiches von Aussenwandkonstruktionen nur am Rande auf die Holzbauweise eingegangen.

Die schweizerischen, deutschen und österreichischen Brandschutzvorschriften bieten in Bezug auf die Verwendung von Holz und Holzwerkstoffe im Industriebau unterschiedliche Möglichkeiten, was eine separate Arbeit rechtfertigen würde.

Wirtschaftlichkeit des Brandschutzes in der Schweiz

Die World Fire Statistics und die Feuerwehrstatistik des CTIF liefern für diverse Länder Angaben zu den Kosten für den vorbeugenden Brandschutz (The Geneva Association; 2007, Table 7 und 8 sowie CTIF; 2003, Tabelle 13). Für die Schweiz existiert lediglich ein (veralteter) Wert aus dem Jahre 1989.

Die VKF hat beschlossen, mit der Lancierung eines Projektes die Wirtschaftlichkeit des schweizerischen Brandschutzes zu untersuchen. Dieses Projekt wird zur gegebenen Zeit Auskünfte über Kosten im schweizerischen Brandschutzwesen liefern.

B) Weiterentwicklung der VKF-Brandschutzvorschriften

Aus den Erkenntnissen dieser Arbeit können in Bezug auf die Weiterentwicklung der VKF-Brandschutzvorschriften die nachfolgenden Empfehlungen abgeleitet werden.

Flucht- und Rettungswege

Heutzutage sind auch hinsichtlich der Evakuierung von Personen die Methoden des Brandschutzingenieurwesens zur Entwicklung von schutzzielorientierten, objektbezogenen Brandschutzkonzepten allgemein anerkannt. Abgesehen davon ist es nicht sinnvoll, die Mindestanforderungen an die Flucht- und Rettungswege nutzungsunabhängig festzulegen, denn

- die in Industriebauten vorzufindenden Personenrisiken unterscheiden sich beispielsweise gänzlich von denjenigen in Versammlungsstätten.
- die Reaktionszeit – also die Zeit, welche zwischen der Brandentdeckung und dem Fluchtantritt verstreicht – kann die erforderliche Zeit zur Begehung des Fluchtweges bei weitem übersteigen. Alleine in der Unschärfe des Reaktionsverhaltens von Personen kann eine Schwankungsbreite von 10 Sekunden liegen, was bei der in Industriebauten zu erwartenden Gehgeschwindigkeit von 1 m/s 10 m Fluchtweglänge ausmacht (OIB; 2007/4).

Grundsätze für die Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens

In Deutschland und in Österreich sind mit M IndBauRL Anhang 1 und mit dem OIB-Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte“ die zu beachtenden Grundsätze bei der Erstellung von Nachweisen mit Methoden des Brandschutzingenieurwesens normativ festgelegt.

Zu den Methoden des Brandschutzingenieurwesens liefern die VKF-Brandschutzvorschriften bis heute keine konzeptionellen Angaben, was im Vollzug zu einer uneinheitlichen Anwendung und Akzeptanz derselben führt.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die VKF-Brandschutzvorschriften definieren in Bezug auf die Rauch- und Wärmeableitung in industriellen Gebäuden durchwegs ein tieferes Anforderungsniveau als M IndBauRL und OIB-RL 2.1, was brandschutztechnisch zumindest partiell nicht gerechtfertigt ist.

So zeigen Brandereignisse, dass es nicht sinnvoll ist, in beliebig grossen Industriebauten mit einer Brandbelastung von weniger als 250 MJ/m^2 auf Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung grundsätzlich zu verzichten.

Entwicklung einer neuen Brandrisikomethode (ETH Forschungsprojekt Record-ID 19122)

Derzeit arbeitet die VKF zusammen mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) an einer neuen, umfassenderen Brandrisikobewertungsmethode, welche unter anderem auch zur Weiterentwicklung der Brandschutzvorschriften benutzt werden soll.

C) Die Kantonalen Gebäudeversicherungen der Schweiz

Privat-rechtlich organisierte, gewinnorientierte Feuerversicherer übernehmen im Rahmen des versicherten Risikos Brandschäden. Demgegenüber betreiben die öffentlich-rechtlichen Kantonalen Gebäudeversicherungen der Schweiz ein umfassendes Sicherheitssystem aus Prävention, Schadenbekämpfung und Wiederherstellung. Durch die Zusammenführung von Sichern und Versichern in einer Hand ergeben sich wertvolle Synergieeffekte (VKF; 1997).

Von diesem Synergieeffekt profitiert unter anderem das auf der brandschutz- und versicherungstechnischen Erfahrung basierende Rechenverfahren „Brandrisikobewertung VKF 2007“ zur Einschätzung des Brandrisikos, in dem die wesentlichen, den Brand beeinflussenden Parameter berücksichtigt werden.

Feuerversicherungspraktische Erfahrungen finden ebenfalls Eingang in den VKF-Brandschutzvorschriften.

13 Verzeichnisse

13.1 Quellenverzeichnis

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 40 vom 11.02.1989. Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C 62/23 bis Nr. C62/72 vom 28.02.1994. Grundlagendokument; Wesentliche Anforderungen Nr. 2, Brandschutz

ARGEBAU: 2002/1. Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002. Eigenverlag

ARGEBAU: 2002/2. Musterbauordnung (MBO), Begründung zur Fassung November 2002. Eigenverlag

ARGEBAU, Fachkommission Bauaufsicht: 2000/1. Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – M IndBauRL), Fassung März 2000. Eigenverlag

ARGEBAU, Fachkommission Bauaufsicht: 2000/2. Erläuterungen zur Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Erl M IndBauRL), Fassung März 2000. Eigenverlag

ARGEBAU, Fachkommission Bauaufsicht: 2005/1. Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie – MLAR), Fassung November 2005. Eigenverlag

ARGEBAU, Fachkommission Bauaufsicht: 2005/2. Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie – MHHR), Erläuterungen Stand 17. August 2005. Eigenverlag

Bundesamt für Statistik (BFS): 2008. Statistisches Lexikon der Schweiz. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Bruttoinlandprodukt nach Einkommensarten und Bruttonationalprodukt Periode 1990-2006. Neuchâtel: Eigenverlag

Bundesministerium für Inneres; Österreichischer Bundesfeuerwehrverband: 2005. Brandschutzratgeber. 11. überarbeitete Auflage. Wien: Eigenverlag

Comité Technique International de prévention et d'extinction du Feu (CTIF): 2003. Feuerwehrstatistik, Bericht No. 9. Moskau: Eigenverlag

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt): 2008. Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C. Ausgabe 2008/1. Berlin: Verlag Ernst & Sohn

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Arbeitsgemeinschaft Brandsicherheit Schneider/Max (AGB): 2003. Baulicher Brandschutz im Industriebau, Kommentar zur DIN 18230. 3. aktualisierte und überarbeitete Auflage 2003. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 1985. DIN 14489, Sprinkleranlagen: Allgemeine Grundlagen. Ausgabe Mai 1985. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 1998. DIN 18230-1, Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer. Ausgabe Mai 1998. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 1999. DIN 18230-2, Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 2: Ermittlung des Abbrandverhaltens von Materialien in Lageranordnung – Werte für den Abbrandfaktor m. Ausgabe Januar 1999. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 1999. DIN 18230-3, Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 3: Rechenwerte. Ausgabe August 2002. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 1977 bis 2004. DIN 4102 Teile 1 bis 22: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 2002/2003. DIN 18232 Teile 1, 2, 4 und 5: Rauch- und Wärmefreihaltung. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): 2003. DIN 18234 Teile 1 bis 4: Baulicher Brandschutz grossflächiger Dächer – Brandbeanspruchung von unten. Ausgabe September 2003. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV): 2005. Jahrbuch 2005 – Die deutsche Versicherungswirtschaft. Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft GmbH

Gressmann, Hans-Joachim: 2005. Abwehrender und Anlagentechnischer Brandschutz für Architekten, Bauingenieure und Feuerwehringenieure. Renningen: expert verlag

Mayr, Josef; Battran, Lutz: 2007. Brandschutzatlas, Baulicher Brandschutz, Bände 1 bis 4. Stand September 2007. Köln: FeuerTRUTZ GmbH

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; Die österreichischen Brandverhütungsstellen: 1997. Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz. TRVB S 125, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. Wien: Eigenverlag

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; Die österreichischen Brandverhütungsstellen: 2001. Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz. TRVB S 127, Sprinkleranlagen. 2. Druckfehlerkorrigierte Ausgabe 2001. Wien: Eigenverlag

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; Österreichische Brandverhütungsstellen: 2003. Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz. TRVB S 127 Ü2003, Sprinkleranlagen – Übergangsregelung 2003. Wien: Eigenverlag

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; Österreichische Brandverhütungsstellen: 2003/1. Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz. TRVB S 123, Brandmeldeanlagen. Ausgabe 2003, Stand Januar 2008. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/1. OIB-Richtlinie 2, Brandschutz. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/2. Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/3. OIB-Richtlinie 2.1, Brandschutz bei Betriebsbauten. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/4. Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 2.1 „Brandschutz bei Betriebsbauten“. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/6. OIB-Richtlinien, Zitierte Normen und sonstige Regelwerke. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2007/7. OIB-Richtlinien, Begriffsbestimmungen. Ausgabe April 2007. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB): 2008. Leitfaden Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzepte. Ausgabe Januar 2008. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Normungsinstitut: 2005. ÖNORM B 3806, Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen). Ausgabe 2005-07-01. Wien: Eigenverlag

Österreichisches Normungsinstitut: 2007. ÖNORM B 3807, Äquivalenztabelle – Übersetzung europäischer Klassen des Feuerwiderstandes von Bauprodukten (Bauteilen) in österreichische Brandwiderstandsklassen). Ausgabe 2007-11-01. Wien: Eigenverlag

Portz, Henry: 2005. Brand- und Explosionsschutz von A-Z, Begriffserläuterungen und brandschutztechnische Kennwerte. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg & Sohn Verlag

Schneider, Ulrich; Lebeda, Christian: 2000. Baulicher Brandschutz. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA: 1984. SIA-Dokumentation 81: Brandrisikobewertung, Berechnungsverfahren. Zürich: Eigenverlag

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA: 1997. SIA-Dokumentation 83: Brandschutz im Holzbau. Zürich: Eigenverlag

Siepmeyer-Kierdorf, Ludger: 2001. Entwicklung und vergleichende Bewertung unterschiedlicher Brandschutz-Konzepte für Industriegebäude. Wuppertaler Berichte zum Brand- und Explosionsschutz, Band 3. Köln: VdS Schadenverhütung

Statistik Austria: 2008. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Bruttoinlandprodukt und Hauptaggregate, Jahresdaten, Hauptgrößen. www.statistik.at

Statistisches Bundesamt: 2008. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktberechnung, Lange Reihen ab 1970. Fachserie 18 Reihe 1.5. Wiesbaden: Eigenverlag

The Geneva Association: 1999 – 2007. World Fire Statistics. Information Bulletin of the World Fire Statistics Centre No. 15 – No. 23. Genf: The International Association for the Study of Insurance Economics

United States Fire Administration/National Fire Data Center: 2004. All Structure Fires in 2000. Topical Fire Research Series, Volume 3, Issue 8. Emmitsburg/Maryland: Eigenverlag

VdS Schadenverhütung GmbH; CEA: 2005. VdS CEA 4001: Richtlinien für Sprinkleranlagen. Köln: Eigenverlag

VdS Schadenverhütung GmbH; CEA: 2003. VdS CEA 4020: Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA): Planung und Einbau. Köln: Eigenverlag

Verband Schweizerischer Errichter von Sicherheitsanlagen (SES): 2005. Technische Richtlinie Sprinkleranlagen: Planung, Einbau, Betrieb. Volketswil: Eigenverlag

Verband Schweizerischer Errichter von Sicherheitsanlagen (SES): 2005/1. Technische Richtlinie Brandmeldeanlagen: Planung, Einbau, Betrieb. Volketswil: Eigenverlag

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF): 1993. Schweizerische Brandschutzvorschriften. Bern: Eigenverlag

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF): 1997. Die Kantonalen Gebäudeversicherungen – Eine Standortbestimmung aus gesamtschweizerischer Sicht. Bern: Eigenverlag

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF): 2003. Schweizerische Brandschutzvorschriften. Bern: Eigenverlag

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF): 2006. Schadenstatistik VKF. Bern: Eigenverlag

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF): 2007. Brandrisikobewertung VKF 2007. Bern: Eigenverlag

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF): 2008. Schweizerisches Brandschutzregister. Bern: Eigenverlag

13.2 Begriffsverzeichnis

Abbrandfaktor m Dimensionsloser Beiwert, mit dem die Brandlast aus einem Stoff oder Stoffgemisch zur Berücksichtigung ihres Brandverhaltens in bestimmter Form, Verteilung, Lagerungsdichte und Feuchte bei der Rechnung nach dieser Norm zu multiplizieren ist (DIN; 1998).

Äquivalente Branddauer t_a Zeit in Minuten, bei der im betrachteten Bauteil im Normbrand (Einheitstemperaturkurve nach DIN 4102-2) näherungsweise dieselbe Wirkung (z.B. Temperatur) erreicht wird wie im natürlichen Schadenfeuer (DIN; 1998).

Bauart Ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen (ARGEBAU; 2002/1).

Bauprodukte Definition MBO: Baustoffe, Bauteile und Anlagen, die hergestellt werden, um dauerhaft in baulichen Anlagen eingebaut zu werden sowie aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden (ARGEBAU; 2002/1).

Baustoffklassen **Klassierung nach VKF** (bezüglich Brennverhalten):

Eigenschaft	Brennbarkeitsgrad
Nichtbrennbar	6
Quasi nicht brennbar	6q
Schwerbrennbar	5
Schwerbrennbar bei 200°C	5 (200°)
Mittelbrennbar	4
Leichtbrennbar	3

Klassierung nach DIN 4102-1

Bauaufsichtliche Benennung	Baustoffklasse
Nichtbrennbar	A1
Nichtbrennbar	A2
Schwerentflammbar	B1
Normalentflammbar	B2
Leichtentflammbar	B3

Klassierung nach EuroNorm

Eigenschaft	Klasse
Kein Beitrag zum Brand	A1, A2
Sehr begrenzter Beitrag zum Brand	B
Begrenzter Beitrag zum Brand	C
Hinnehmbarer Beitrag zum Brand	D
Hinnehmbares Brandverhalten	E
Keine Leistung festgestellt	F

Vereinfachte, schutzzielorientierte Zuordnung der VKF- zur EN-Klassierung (nur in Absprache mit den Brandschutzbehörden)

Baustoffe Beschrieb nach VKF	VKF- Klassierung	EN- Klassierung	Baustoffe Beschrieb nach EN
leicht entzündbare oder rasch abbrennende (nicht zugelassen)	1+2	F	keine Anforderungen
leichtbrennbar	3	E	sind in der Lage für eine kurze Zeit einer kleinen Flamme standzuhalten
mittelbrennbar	4	D	sind in der Lage für eine längere Zeit einer kleinen Flamme standzuhalten
schwerbrennbar	5	C ^{*)}	wie Klasse D, aber mit strengeren Anforderungen und begrenzte seitliche Flammenausbreitung
schwerbrennbar	5	B	wie Klasse C, aber mit strengeren Anforderungen

^{*)} Bei anhaltend brennendem Abtropfen d2, Brennbarkeitsgrad 4 mittelbrennbar klassieren.

Hinweis: Eine Zuordnung von brennbaren Baustoffen ist wegen den sehr unterschiedlichen schweizerischen (VKF) und europäischen (EN) Prüfbedingungen und Klassierungen schwierig. Die vorstehende Zuordnung stellt eine befristete, pragmatische Übergangslösung dar und nimmt auf bestehende Regelungen keine Rücksicht.

Bauteil	<p>Definition VKF: Als Bauteile gelten alle Teile eines Bauwerks, an deren Feuerwiderstand Anforderungen gestellt werden (VKF; 2003).</p> <p>Definition LBO: Aus Baustoffen hergestellte Bestandteile baulicher Anlagen (Portz, H.; 2005).</p>
Beiwert δ	<p>Dimensionsloser Beiwert, der die mit zunehmender Fläche grösser werdende Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und die bei mehrgeschossigen Gebäuden schwierigere Brandbekämpfung bei der Bemessung der Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK_b 2 und SK_b 1 berücksichtigt (DIN; 1998).</p>
Betriebsbau	<p>Bauwerk oder Teil eines Bauwerkes, welches der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) bzw. der Lagerung von Produkten oder Gütern dient (OIB; 2007/7)</p>
Brandabschnitt	<p>Definition VKF: Brandabschnitte sind Bereiche von Bauten und Anlagen, die durch brandabschnittsbildende Bauteile voneinander getrennt sind (VKF; 2003).</p> <p>Definition M IndBauRL: Ein Brandabschnitt ist der Bereich eines Gebäudes zwischen seinen Aussenwänden und/oder den Wänden, die als Brandwände über alle Geschosse ausgebildet (ARGEBAU; 2000/1).</p> <p>Definition OIB: Bereich, der durch brandabschnittsbildende Wände bzw. Decken von Teilen eines Gebäudes getrennt ist (OIB; 2007/7).</p>
Brandabschnittsbildende Wand	<p>Definition VKF: Brandabschnittsbildende Wände (und Decken) sind feuerwiderstandsfähige Bauteile, die Bauten und Anlagen in Brandabschnitte unterteilen (VKF; 2003).</p> <p>Definition OIB: Eine brandabschnittsbildende Wand ist eine Brandwand mit geringeren Anforderungen (OIB; 2007/7).</p>
Brandabschnittsfläche	<p>Fläche des Brandabschnitts zwischen den aufgehenden Umfassungsbauanteilen (ARGEBAU; 2000/1).</p>
Brandbekämpfungsabschnitt	<p>Ein Brandbekämpfungsabschnitt ist ein auf das kritische Brandereignis normativ bemessener, gegenüber anderen Gebäudebereichen brandschutztechnisch abgetrennter, ein- oder mehrgeschossiger Gebäudebereich mit spezifischen Anforderungen an Wände und Decken, die diesen Brandbekämpfungsabschnitt begrenzen (ARGEBAU; 2000/1 und DIN; 1998).</p> <p>Ein Brandbekämpfungsabschnitt ist ein „Unterabschnitt“ eines übergrossen Brandabschnittes (ARGEBAU; 2000/2).</p>

Brandbelastung	<p>Die Brandbelastung entspricht der Wärmemenge sämtlicher brennbarer Materialien eines Brandabschnittes, bezogen auf seine Grundfläche. Sie ist die Summe aus mobiler und immobilter Brandbelastung, ausgedrückt in MJ/m² Brandabschnittsfläche.</p> <p>Es werden folgende Brandbelastungsstufen unterschieden (VKF; 2003):</p> <ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Brandbelastung: bis 250 MJ/m² • kleine Brandbelastung: bis 500 MJ/m² • mittlere Brandbelastung: bis 1000 MJ/m² • grosse Brandbelastung: bis 2000 MJ/m² • sehr grosse Brandbelastung: über 2000 MJ/m².
Brandgefahr	<p>Brandgefahr ist das durch einen Brand verursachte, mögliche Schadensausmass (Personen oder Sachwerte).</p> <p>Nutzungsbedingt zu berücksichtigen sind Gefahrenfaktoren wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mobile Brandbelastung; • Brenn- und Qualmverhalten der Stoffe; • toxische und korrosive Eigenschaften von Brandgasen. <p>Gebäudebedingt zu berücksichtigen sind Gefahrenfaktoren wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • immobile Brandbelastung; • Grösse, Grundfläche und Höhe von Bauten, Anlagen oder Brandabschnitten; • Zahl der Geschosse (VKF; 2003).
Brandgefährdung	<p>Brandgefährdung ergibt sich aus dem Verhältnis der möglichen Gefahren zu den dagegen getroffenen Schutzmassnahmen (Schadenerwartung) (VKF; 2003)</p>
Brandkennziffer	<p>Die Brandkennziffer setzt sich zusammen aus dem Brennbarkeitsgrad (erste Zahl) und dem Qualmgrad (zweite Zahl) (VKF; 2003).</p>
Brandrisiko	<p>Das Brandrisiko ist das Produkt aus Brandgefährdung (Schadenerwartung) und Aktivierungsgefahr (Eintretenswahrscheinlichkeit) (VKF; 2003).</p>
Brandrisikobewertung	<p>Sind die Bestimmungen der Brandschutzvorschriften für die Fluchtwege eingehalten, können zur Beurteilung von Brandgefahr, Brandrisiko und Brandsicherheit das Verfahren der Brandrisikobewertung oder andere VKF-anerkannte Berechnungsmethoden beigezogen werden.</p>

Brandsicherheit	Eine genügende Brandsicherheit eines Brandabschnittes oder eines Gebäudes liegt vor, wenn das vorhandene Brandrisiko ein akzeptiertes Brandrisiko nicht übersteigt. Das akzeptierte Brandrisiko entspricht einer Schutzzielformulierung (VKF; 2007).								
Brandsicherheitsklassen SK_b	Klassierungsstufen zur Bewertung unterschiedlich hoher Anforderungen an die Funktion Standsicherheit und/oder Raumabschluss von Bauteilen im Brandfall (DIN; 1998).								
Brandwand / Brandmauer	<p>Definition VKF: Brandmauern sind standfeste, Gebäude trennende, bis unter die oberste Schicht der Dach- und bis an die äusserste Schicht der Fassadenkonstruktion geführte feuerwiderstandsfähige Bauteile (VKF; 2003).</p> <p>Definition DIN 4102-3: Brandwände sind Wände zur Trennung oder Abgrenzung von Brandabschnitten. Sie sind dazu bestimmt, die Ausbreitung von Feuer auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte zu verhindern (DIN; 1977).</p> <p>Definition OIB: Eine Brandwand ist eine brandabschnittsbildende Wand mit erhöhten Anforderungen (OIB; 2007/7).</p>								
Brennbarkeitsgrad	<p>Baustoffe werden nach ihrem Brennverhalten in die Brennbarkeitsgrade 3 bis 6 eingestuft. Massgebend sind die Zündbarkeit und die Abbrandgeschwindigkeit (VKF; 2003):</p> <table><tr><td>Brennbarkeitsgrad 3:</td><td>leichtbrennbar</td></tr><tr><td>Brennbarkeitsgrad 4:</td><td>mittelbrennbar</td></tr><tr><td>Brennbarkeitsgrad 5:</td><td>schwerbrennbar</td></tr><tr><td>Brennbarkeitsgrad 6:</td><td>nichtbrennbar.</td></tr></table>	Brennbarkeitsgrad 3:	leichtbrennbar	Brennbarkeitsgrad 4:	mittelbrennbar	Brennbarkeitsgrad 5:	schwerbrennbar	Brennbarkeitsgrad 6:	nichtbrennbar.
Brennbarkeitsgrad 3:	leichtbrennbar								
Brennbarkeitsgrad 4:	mittelbrennbar								
Brennbarkeitsgrad 5:	schwerbrennbar								
Brennbarkeitsgrad 6:	nichtbrennbar.								
Bruttogeschossfläche	Normalprojektion des Baukörpers über dem massgebenden Terrain auf die horizontale Ebene, einschliesslich vorspringender Gebäudeteile und Anbauten. Flächen unter Vordächern sind nur anzurechnen, wenn sie das gemäss kantonalen Regelungen zulässige Mass für vorspringende Gebäudeteile überschreiten (VKF; 2003).								
Bruttoinlandprodukt	Summe der Marktwerte aller Güter und Dienstleistungen, die in einem Land während eines Jahres produziert werden und dem Endverbrauch dienen.								
Bruttonationaleinkommen	Summe der Marktwerte aller Güter und Dienstleistungen, die während einem Jahr von den Inländern eines Landes produziert werden (ersetzt den veralteten Ausdruck Bruttosozialprodukt).								

Bruttosozialprodukt Gesamtwert der in einer Volkswirtschaft während eines Jahres nachgefragten, zu Marktpreisen bewerteten Güter und Dienstleistungen (veraltet).

Entrauchungsöffnungen Direkt ins Freie führende Öffnungen (z.B. Öffnungen in Fassaden und Dächern, Schächte, Kanäle), die der Feuerwehr den Einsatz mobiler Rauch- und Wärmeabzugsgeräte ermöglichen (VKF; 2003).

Feuerwiderstand Die **europäische Klassierung** richtet sich nach der Funktionalität des Bauteils und nicht nach dessen Art, nämlich:

- R = Tragfähigkeit (**R**ésistance)
- E = Raumabschluss (**E**tanchéité)
- I = Thermische Isolation (**I**solation)

Zusatzkennungen:

- M = Mechanische Einwirkung auf Wände (**M**echanical)
- C = Selbstschliessende Eigenschaft (**C**losing)

Die Klassierung von Bauteilen nach EN 13501-2 wird wie folgt dargestellt:

R	E	I		t	t	-	M	C
----------	----------	----------	--	----------	----------	---	----------	----------

tt = Feuerwiderstandsdauer in Minuten

Zwischen der neuen Klassierung der Bauteile nach EN 13501-2 und der herkömmlichen Feuerwiderstandsklassierung (VKF, MBO) besteht die folgende Zuordnung:

Funktionalität des Bauteils	EN 13501-2	herkömmlich
Tragend, raumabschliessend	REI	F
Nicht tragend, raumabschliessend	EI	F, S, K
Raumabschliessend, beweglich	EI	T
Rauch- und flammendicht	E	R

Für die Schweiz gilt: Wo nicht brennbare Bauweise gefordert ist, wird diese bei der Klassierung mit dem Vermerk „(nbb)“ angezeigt (VKF; 2003).

Klassierung nach MBO:

Feuerhemmend	F 30
Hochfeuerhemmend	F 60
Feuerbeständig	F 90

- Geschoss** Definition VKF: Als Geschoss zählen für den Brandschutz alle Voll-, Dach- und Attikageschosse (VKF; 2003).
- Definition MBO: Geschosse sind oberirdische Geschosse, wenn ihre Deckenoberkanten im Mittel mehr als 1.4 m über die Geländeoberfläche hinausragen; im Übrigen sind sie Kellergeschosse. Hohlräume zwischen der obersten Decke und der Bedachung, in denen Aufenthaltsräume nicht möglich sind, sind keine Geschosse (ARGEBAU; 2002/1).
- Definition M IndBauRL: Ein Geschoss umfasst alle auf gleicher Ebene liegenden Räume eines Industriebaus sowie in der Höhe zu dieser Ebene versetzten Raumteile. Galerien und Emporen innerhalb eines Raumes gelten nicht als Geschosse, wenn deren Gesamtfläche weniger als die Hälfte der Fläche des Raumes beträgt (ARGEBAU; 2000/1).
- Definition OIB für Betriebsbauten: Alle auf gleicher Ebene liegende Räume sowie in der Höhe zu dieser Ebene versetzte Raumteile. Galerien, Emporen und Bühnen innerhalb eines Raumes gelten nicht als Geschosse, sofern deren Gesamtfläche weniger als die Hälfte der Fläche des Raumes beträgt (OIB; 2007/7).
- Geschossfläche** Definition VKF: Als massgebende Geschossfläche gilt die Bruttogeschossfläche (VKF; 2003).
- Definition OIB für Betriebsbauten: Summe der Flächen eines Geschosses zwischen Brandwänden, brandabschnittsbildenden Wänden oder Aussenwänden, wobei die Flächen allfälliger Galerien, Emporen und Bühnen – ausgenommen die ausschliesslich dem Personenverkehr dienenden Flächen, wie z.B. Laufstege – einzubeziehen sind (OIB; 2007/7).
- Hauptbrandabschnitt** Bereich, der durch Brandwände von Teilen eines Gebäudes getrennt ist (OIB; 2007/7).
- Industriebauten** Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen (ARGEBAU; 2000/1).
- Kombinationsbeiwert ψ** Dimensionsloser Beiwert, der das Brandverhalten geschützter Stoffe berücksichtigt (DIN; 1998).

Konzept	<p>Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist ein Konzept ein Brandschutzkonzept, welches entweder</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage (OSM) oder • mit Brandmeldeanlage (BMA) oder • mit Sprinkleranlage (SPA) <p>realisiert wird.</p>
Lagerabschnittsfläche	<p>Fläche zur Lagerung von Produkten und Gütern, die durch Brandwände, brandabschnittsbildende Bauteile oder Aussenwände begrenzt wird (OIB; 2007/7).</p>
Plume	<p>Das über einem Brandherd als Rauchgassäule aufsteigende Brandrauch/Luft-Gemisch.</p>
Qualmgrad	<p>Baustoffe werden nach ihrem Qualmverhalten in die Qualmgrade 1 bis 3 eingestuft. Massgebend ist die Lichtabsorption (VKF; 2003).</p> <p>Qualmgrad 1: starke Qualmbildung Qualmgrad 2: mittlere Qualmbildung Qualmgrad 3: schwache Qualmbildung.</p>
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, natürliche	<p>Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind fest installierte Einrichtungen, die im Brandfall durch den thermischen Auftrieb wirksam werden und Rauch und Wärme kontrolliert ins Freie abführen (VKF; 2003).</p>
Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_F	<p>Erforderliche Feuerwiderstandsdauer in Minuten unter Berücksichtigung der rechnerischen Brandbelastung q_R (Wärmeabzugsfaktor w), der brandschutztechnischen Infrastruktur (Zusatzbeiwert α_L) und der Einstufung des Bauteils in die jeweilige Brandsicherheitsklasse SK_b (Sicherheitsbeiwert γ, Beiwert δ) (DIN; 1998).</p>
Sicherheitsbeiwert γ	<p>Dimensionsloser Beiwert, der die mit zunehmender Fläche grösser werdende Auftretenswahrscheinlichkeit von Bränden und die bei mehrgeschossigen Gebäuden schwierigere Brandbekämpfung bei der Bemessung der Bauteile der Brandsicherheitsklasse SK_b 3 berücksichtigt (DIN; 1998).</p>
Sicherheitskategorie	<p>Sicherheitskategorien sind Klassierungsstufen für die brandschutztechnische Infrastruktur. Sie ergeben sich aus den Vorkehrungen für die Brandmeldung, der Art der Feuerwehr und der Art einer Feuerlöschanlage. Sie werden in die Sicherheitskategorien K 1, K 2, K 3.1, K 3.2, K 3.3, K 3.4, und K 4 unterschieden (ARGEBAU; 2000/1).</p>

Umrechnungs- faktor c	Faktor zur Bestimmung der äquivalenten Branddauer der rechnerischen Brandbelastung unter Berücksichtigung des Wärmeabflusses durch die Umfassungsbauteile (DIN; 1998).
Wärmeabzugs- faktor w	Dimensionsloser Beiwert, der die Wirkung der vorhandenen vertikalen und horizontalen Wärmeabzugsflächen auf die Temperaturentwicklung im betrachteten Bereich berücksichtigt (DIN; 1998).
Zusatzbeiwert α_L	Dimensionsloser Beiwert, der den Einfluss der brandschutztechnischen Infrastruktur (Werkfeuerwehr, Löschanlage, Brandmeldeanlage) auf die Wahrscheinlichkeit eines vollentwickelten Brandes (Schadenfeuer) berücksichtigt (DIN; 1998).

13.3 Abkürzungsverzeichnis

ARGEBAU	Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder
BA	Brandabschnitt
bb	brennbar
BBA	Brandbekämpfungsabschnitt
BFS	Bundesamt für Statistik
BIP	Bruttoinlandprodukt
BKZ	Brandkennziffer
BMA	Brandmeldeanlage
BRL	Bauregelliste des Deutschen Instituts für Bautechnik
BSN	Brandschutznorm der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
BSP	Bruttosozialprodukt
BSR	Brandschutzrichtlinie der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen
CE	Conformité Européenne (Übereinstimmung mit EU-Richtlinien)
CEA	Comité Européen des Assurances

CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)
CHF	Schweizer Franken
CTIF	Comité Technique International de prévention et d'extinction du Feu (Internationaler Feuerwehrverband)
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EU	Europäische Union
EN	Europäische Norm
erf. t _F	Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer [Minuten] nach DIN 18230-1
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
FIS	Fachausschuss Industrielle Sachversicherungen des GDV
FW	Feuerwiderstand
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
GUSTAVO	Kantone mit Privatassekuranz (Genf, Uri, Schwyz, Tessin, Appenzell Inner- rhoden, Wallis, Obwalden)
IVTH	Interkantonale Vereinbarung zum Abbau von Technischen Handelshemmnissen
KGV	Kantonalen Gebäudeversicherungen
MBO	Musterbauordnung
M IndBauRL	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster- Industriebaurichtlinie)
MLAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungs- anlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie)
nbb	nicht brennbar
NFPA	National Fire Protection Association
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik

OIB-RL	Richtlinie des Österreichischen Instituts für Bautechnik
OSM	Ohne Sondermassnahme, d.h. ohne Brandmelde- und Sprinkleranlage
PRL	Unverbindliche Nettoprämienrichtlinien des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) für die Industriefeuer- und Feuerbetriebsunterbrechungsversicherung“
RWA	Rauch- und Wärmeabzugsanlage
SES	Verband Schweizerischer Errichter von Sicherheitsanlagen
SIA	Schweizerischer Architekten- und Ingenieur-Verein
SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung
SPA	Sprinkleranlage
t_a	Äquivalente Branddauer in Minuten nach DIN 18230-1
TRVB	Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz (des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes)
VdS	ehemaliger Verband der Schadenversicherer (heute ein Unternehmen des GDV)
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen.

13.4 Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Brandschäden in den 19 Kantonen mit öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherungen (Daten-Quellen: VKF; 2006 und BFS; 2008)
Tab. 2	Brandschäden in der Schweiz (Daten-Quellen: VKF; 2006 und BFS; 2008)
Tab. 3	Brandschäden in Deutschland (Daten-Quelle: The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 1 und Statistisches Bundesamt; 2008)
Tab. 4	Brandschäden in Österreich (Daten-Quellen: Bundesministerium für Inneres; 2005 und Statistik Austria; 2008)
Tab. 5	Brandopfer pro Million Einwohner im Jahr (Daten-Quelle: The Geneva Association; 1999 – 2007, Table 4)
Tab. 6	Gesetzgebung im schweizerischen Brandschutzwesen

Tab. 7	Gesetzgebung im deutschen Brandschutzwesen
Tab. 8	Gliederung des schweizerischen Brandschutzwesens
Tab. 9	Aufbau der VKF-Brandschutznorm (VKF; 2003)
Tab. 10	Gliederung des Brandschutzwesens in Deutschland (Gressmann, H.-J.; 2005, Abb.1-4, S. 17)
Tab. 11	Aufbau der MBO (ARGEBAU; 2002/1)
Tab. 12	Aufbau der M IndBauRL (ARGEBAU; 2000/1)
Tab. 13	Aufbau der OIB-Richtlinie 2, Brandschutz (OIB; 2007/1)
Tab. 14	Aufbau der OIB-Richtlinie 2.1, Brandschutz bei Betriebsbauten (OIB; 2007/3)
Tab. 15	Aufbau der Brandrisikobewertung VKF 2007 (VKF; 2007)
Tab. 16	Aufbau des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1
Tab. 17	Einflüsse auf die Parameter und Faktoren der DIN 18230-1 (In Anlehnung an DIN; 2003, Abb. 4-2)
Tab. 18	Schutzabstände: Rechtsgrundlagen
Tab. 19	Schutzabstände: Anforderungskriterien
Tab. 20	Schutzabstände: Anforderungen an die Abstände zwischen Gebäuden mit Aussenwänden ohne definierten Feuerwiderstand
Tab. 21	Brandwände: Rechtsgrundlagen
Tab. 22	Brandwände: Ausführung
Tab. 23	Brandwände: Feuerwiderstand
Tab. 24	Tragwerk: Rechtsgrundlagen
Tab. 25	Feuerwiderstand von Tragwerken oberirdischer Geschosse
Tab. 26	Feuerwiderstand von Tragwerken unterirdischer Geschosse
Tab. 27	Feuerwiderstand des Haupttragwerkes von Dächern
Tab. 28	Brandabschnittsbildende Wände: Rechtsgrundlagen

Tab. 29	Brandabschnittsbildende Wände: Ausführung
Tab. 30	Brandabschnittsbildende Wände: Feuerwiderstand
Tab. 31	Brandabschnittsbildende Wände: Vertikaler Feuerüberschlagsweg
Tab. 32	Zulässige Flächen von Brandabschnitten, Brandbekämpfungsabschnitten und Geschossen: Rechtsgrundlagen
Tab. 33	Zulässige Flächen von Brandabschnitten, von Geschossen in Brandbekämpfungsabschnitten und von Geschossen innerhalb von Hauptbrandabschnitten
Tab. 34	Brandschutzabschlüsse: Rechtsgrundlagen
Tab. 35	Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Brandwänden (Gebäudeabschlusswände)
Tab. 36	Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Brandabschnitten (innere Brandwände) und in Wänden von Brandbekämpfungsabschnitten
Tab. 37	Brandschutzabschlüsse: Anforderungen an Abschlüsse von Öffnungen in Wänden von Treppenhäusern
Tab. 38	Abschottungen: Rechtsgrundlagen
Tab. 39	Abschottungen: Anforderungen
Tab. 40	Installationsschächte: Rechtsgrundlagen
Tab. 41	Installationsschächte: Anforderungen an die Schachtwände
Tab. 42	Horizontale Flucht- und Rettungswege: Rechtsgrundlagen
Tab. 43	Horizontale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die Luft- und Gehweglinien in Räumen
Tab. 44	Vertikale Flucht- und Rettungswege: Rechtsgrundlagen
Tab. 45	Vertikale Flucht- und Rettungswege: Festlegung der Anzahl
Tab. 46	Vertikale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die brandabschnittsbildenden Wände von Treppenhäusern
Tab. 47	Vertikale Flucht- und Rettungswege: Anforderungen an die tragenden Teile von Läufen und Podesten in Treppenhäusern

Tab. 48	Bedachungen, Aussenwände: Rechtsgrundlagen
Tab. 49	Anforderungen an Bedachungen (ohne Prüfung)
Tab. 50	Anforderungen an nicht tragende Aussenwände
Tab. 51	Sprinkleranlagen: Rechtsgrundlagen
Tab. 52	Sprinkleranlagen in der Schweiz: Anforderungen an die Wasserversorgung (SES; 2005, Tabelle 16)
Tab. 53	Sprinkleranlagen in Deutschland: Anforderungen an die Wasserversorgung (VdS, CEA; 2005, Tabelle 8.05)
Tab. 54	Sprinkleranlagen in Österreich: Anforderungen an die Wasserversorgung (Österreichischer Bundesfeuerwehrverband; 2001, Abschnitt 8.9)
Tab. 55	Brandmeldeanlagen: Rechtsgrundlagen
Tab. 56	Brandmeldeanlagen: Anforderungen an den Überwachungs-/Schutzumfang
Tab. 57	Brandmeldeanlagen: Anforderungen an die Alarmierung
Tab. 58	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: Rechtsgrundlagen
Tab. 59	Rauch- und Wärmeabzugsanlagen: Anforderungen an die Flächen von Entrauchungsöffnungen und an die Öffnungsflächen von natürlichen RWA in Produktions- und Lagerräumen
Tab. 60	Industriebauten ohne besondere Anforderungen an die Rauch- und Wärmeableitung
Tab. 61	Industriebauten mit Entrauchungsöffnungen
Tab. 62	Industriebauten mit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
Tab. 63	Tragwerks-Feuerwiderstand nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 bei Brandbelastungen $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
Tab. 64	Tragwerks-Feuerwiderstand nach BSR 14-03d Tabellen 1 und 2 bei Brandbelastungen $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$
Tab. 65	Kosten von Brandschutzelementen
Tab. 66	Objektbeispiele mit qualitativer Bewertung der Kosten von Brandschutzelementen

Tab. 67 M IndBauRL Tabelle 1 und Brandrisikobewertung VKF 2007

13.5 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Zur Feuerwiderstandsdauer von Brandschutzabschlüssen
- Abb. 2 VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 1geschossigen BBA
- Abb. 3 VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 2geschossigen BBA
- Abb. 4 VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 3geschossigen BBA
- Abb. 5 VKF / M IndBauRL: Zulässige Brandabschnittsfläche / Zulässige Geschossfläche eines 4geschossigen BBA
- Abb. 6 Brandrisikobewertung VKF: Faktor q
- Abb. 7 M IndBauRL Abschnitt 7: Faktor F1
- Abb. 8 Brandrisikobewertung VKF: Brandabschnittsflächen ohne/mit SPA bei beliebig geschossigen Bauten
- Abb. 9 M IndBauRL Abschnitt 7: Zulässige Geschossflächen ohne/mit SPA bei ein- und zweigeschossigen Bauten
- Abb. 10 Zulässige (Geschoss-)Flächen von (Haupt-)Brandabschnitten ohne/mit Sprinkleranlage nach Brandrisikobewertung VKF, M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1
- Abb. 11 Brandrisikobewertung VKF: Brandabschnittsflächen ohne/mit BMA bei beliebig geschossigen Bauten
- Abb. 12 M IndBauRL Abschnitt 7: Zulässige Geschossflächen ohne/mit BMA bei ein- und zweigeschossigen Bauten
- Abb. 13 Zulässige (Geschoss-)Flächen von (Haupt-)Brandabschnitten ohne/mit Brandmeldeanlage nach Brandrisikobewertung VKF, M IndBauRL Abschnitt 6 und OIB-RL 2.1 Tabelle 1

- Abb. 14 Grossbrand vom 29. Juni 2007 in einer Aluminium-Oberflächenveredelung in Altenrhein/Schweiz (Quelle: Schweizerische Feuerwehr-Zeitung, 8/2007, S. 5)
- Abb. 15 Konstruktionen zur Gewährleistung der Standfestigkeit von Brandmauern (VKF; 2003, BSR 15-03d, S. 24 und VKF; 1993, BSR „Schutzabstände, Brandabschnitte, Fluchtwege“, S. 15)
- Abb. 16 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 17 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 18 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 19 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 20 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $> 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 21 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 22 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 23 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 24 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$

- Abb. 25 Zusammenhänge zwischen Tragwerk-Feuerwiderstand, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau mit einer Brandbelastung $\leq 1000 \text{ MJ/m}^2$
- Abb. 26 Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im eingeschossigen Industriebau
- Abb. 27 Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im zweigeschossigen Industriebau
- Abb. 28 Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im dreigeschossigen Industriebau
- Abb. 29 Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im viergeschossigen Industriebau
- Abb. 30 Zusammenhänge zwischen Brandbelastung, Konzept und den zulässigen Flächen im fünfgeschossigen Industriebau

14 Eidesstattliche Erklärung

Ich, Frey Paul, geboren am 21. Februar 1960 in Luzern/Schweiz erkläre,

1. dass ich meine diese Masterarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Masterarbeit bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Arbeit mein Unternehmen betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Arbeit unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

Ort, Datum

Unterschrift

