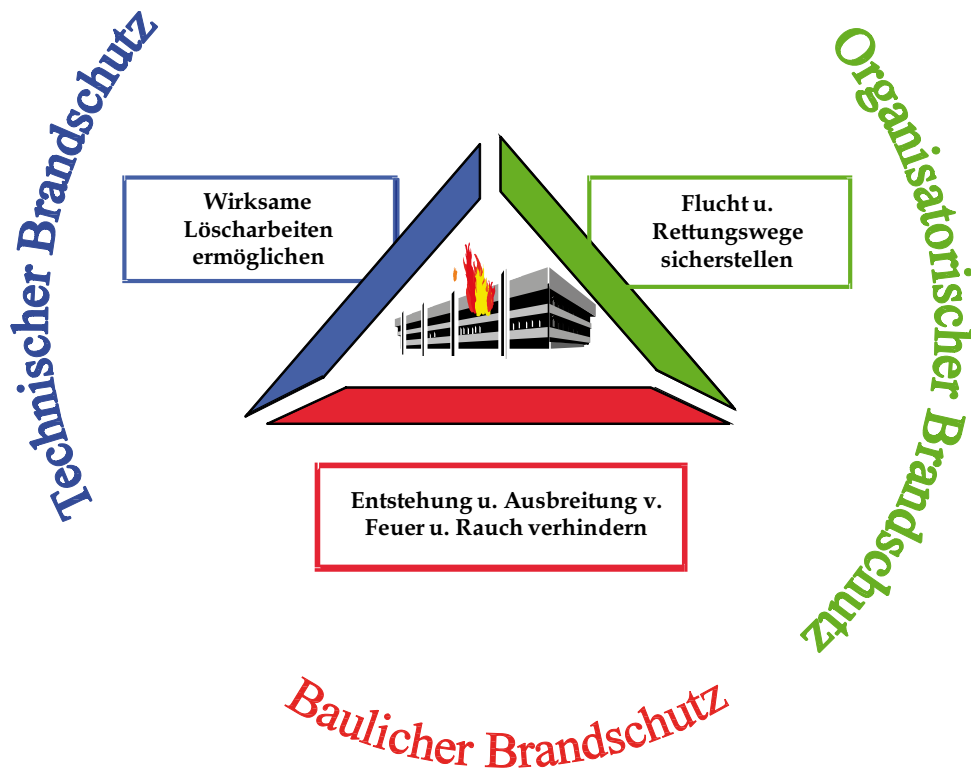


Vorbeugender Brandschutz

Brandschutz nach der Industriebaurichtlinie



09.05.2011 – Handschel



Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einführung	Seite 5
1.1 Grundlegende Überlegungen zur Industriebaurichtlinie	Seite 5
1.2 Die wesentlichen Inhalte der Industriebaurichtlinie	Seite 5
2 Allgemeine Anforderungen und Voraussetzungen	Seite 6
2.1 Zugänglichkeit	Seite 6
2.2 Rettungswege	Seite 6
2.3 Rauchabzug	Seite 7
2.3.1 Räume mit Löschanlagen	Seite 8
2.4 Löschwasserbedarf	Seite 8
2.4.1 Feuerlöschanlagen	Seite 8
2.5 Anforderungen an Brandwände und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten	Seite 8
2.5.1 Maßnahmen gegen Feuerüberschlag	Seite 9
2.6 Feuerüberschlagsweg	Seite 9
2.7 Bedachung	Seite 9
2.8 Sonstige Brandschutzmaßnahmen, Gefahrenverhütung	Seite 9
3 Verfahren zur brandschutztechnischen Beurteilung nach der IndBauRL	Seite 10
3.1 Anforderungen an Baustoffe und Bauteile und an die Größe der Brandabschnitte <u>ohne</u> Brandlastermittlung	Seite 10
3.1.1 Erklärung, Definition	Seite 11
3.1.2 Festlegung von Brandabschnittsflächen	Seite 12
3.1.3 Besondere Anforderungen an Lagergebäude	Seite 13
4 Festlegung der Anforderungen an Baustoffe, Bauteile und Brandbekämpfungsabschnitte <u>mit</u> dem Rechenverfahren nach DIN 18230-1	Seite 13
4.1 Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung q_R in kWh/m ²	Seite 14
4.2 Ermittlung der äquivalenten Branddauer	Seite 16
4.2.1 Grafische Darstellung der äquivalenten Branddauer „ t_a “	Seite 16
4.3 Bestimmung des Wärmeabzugsfaktors und der äquivalenten Branddauer	Seite 17
4.4 Brandsicherheitsklassen	Seite 18
4.5 Feuerwiderstandsdauer der Bauteile und Grenzen der Bemessung	Seite 18

5 Flächen von Brandbekämpfungsabschnitten nach Abschnitt 7.4 der IndBauRL	Seite 19
5.1 Brandabschnittsflächen bis 60 000 m ²	Seite 19
5.2 Brandabschnittsflächen über 60 000 m ²	Seite 20
5.3 Brandbekämpfungsabschnitte <u>ohne</u> Bemessung der Bauteile bei , erdgeschossigen Industriebauten.	Seite 21
6 Berechnungsbeispiele	Seite 21
6.1 Beispiel 1	Seite 22
6.1 Beispiel 2	Seite 26

QUELLENHINWEISE

- Industriebaurichtlinie Baden-Württemberg
- DIN 18230
- Kommentar zur DIN 18230, Beuth Verlag
- Anwendungsbeispiele zur DIN 18230 des Büros für Brandsicherheit Dr. Max, Bruchsal
- Ingenieurmethoden im Baulichen Brandschutz, Band 531, Kontakt & Studium, expert verlag
- Diverse Veröffentlichungen des VDS
- Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Tagungsbände

URHEBERRECHT

© Das Urheberrecht liegt bei der Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg (LFS BW). Diese behält sich alle Rechte in Verbindung mit dieser Lernunterlage vor.

Die vorliegende Lernunterlage darf – auch auszugsweise – nicht reproduziert, übertragen, umgeschrieben, auf Datenträger gespeichert oder in eine Sprache übersetzt werden. Hierzu bedarf es der schriftlichen Genehmigung der LFS BW.

1 EINFÜHRUNG

Die Industriebaurichtlinie (IndBauRL) gilt als technische Baubestimmung im Sinne des § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung.

Industriebauten, die nach der Industriebaurichtlinie bemessen werden, erfüllen das Schutzziel nach § 15 LBO.

INDBAU**RL** EINE
TECHNISCHE
BAUBESTIMMUNG
NACH §3 LBO

Sie regelt

- Anordnung der Rettungswege,
- Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte
- Feuerwiderstand der Bauteile.

Diese Richtlinie gibt dem Bauherrn und dem Planfertiger Sicherheit für die Planung und erspart Nachweise im Einzelfall. Den Behörden gibt diese Richtlinie bei vergleichbaren Risiken eine einheitliche Beurteilungsgrundlage.

PLANUNGS-
SICHERHEIT

1.1 Grundlegende Überlegungen zur Industriebaurichtlinie

Als Grundlage dient das in der LBO (MBO) festgelegte Sicherheitsniveau.

Dabei geht man davon aus, dass bei einem Gebäude mit

- 4 Geschossen,
- einer zulässigen Brandabschnittsgröße von 1600 m² und
- einer Brandlast von $q_R \leq 300 \text{ kWh/m}^2$,
- einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten für tragende und aussteifende Bauteile vorhanden ist.

Es wird dabei eine Versagenswahrscheinlichkeit der Bauteile von 10⁻⁵ jährlich akzeptiert.

Bei der Industriebaurichtlinie wird dieses Sicherheitsniveau zu Grunde gelegt und zusätzlich die vorhandene brandschutztechnische Infrastruktur bewertet.

So ergeben sich nach dieser Richtlinie für erdgeschossige Gebäude, Brandbekämpfungsabschnitte bis zu 60 000 m² und es sind bei weitergehenden Anforderungen an die brandschutztechnische Infrastruktur sogar Abschnitte bis zu 120 000 m² möglich.

GRÖSSE DER
BRANDABSCHNITTE

1.2 Die wesentlichen Inhalte der Industriebaurichtlinie

- Allgemeine Anforderungen
- Anforderungen an Baustoffe und Bauteile und an die Größe der Brandabschnitte ohne Brandlastermittlung
- Festlegung der Anforderungen an Baustoffe, Bauteile und Brandbekämpfungsabschnitte mit dem Rechenverfahren nach DIN 18230-1
- Brandabschnittsflächen bis 60 000 m²
- Brandabschnittsflächen über 60 000 m²
- Brandbekämpfungsabschnitte ohne Bemessung der Bauteile

INHALT

2 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN UND VORAUSSETZUNGEN

2.1 Zugänglichkeit

FEUERWEHR-
FLÄCHEN
UMFAHRBARKEIT

Industriebauten mit einer Grundfläche $\geq 5.000 \text{ m}^2$ müssen umfahrbar sein und die Brandabschnitte müssen von außen zugänglich sein. Es sind daher Bewegungsflächen für die Feuerwehr nach der VwV-Feuerwehrlflächen anzuordnen.

BEI LÖSCHANLAGEN
INNENLIEGENDE
BRANDABSCHNITTE
MÖGLICH

Innenliegende Brandabschnitte sind möglich, wenn eine selbständige Löschanlage vorhanden ist.

Der Rettungsweg eines innenliegenden Brandabschnittes darf dabei nur durch einen anderen Brandabschnitt führen und muss von dort einen direkten Weg ins Freie aufweisen. Räume innerhalb von Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten bilden keine eigenen Brandabschnitte und müssen daher nicht an der Außenwand angeordnet sein.

KEINE ZUFAHRT
INS GEBÄUDE

In der Vergangenheit wurde teilweise in Abständen von 100 m die Befahrbarkeit von mind. 5 m breiten Verkehrswegen verlangt. Diese Forderung wurde nicht in die Richtlinie aufgenommen, da der überwiegende Teil der Werkfeuerwehren eine andere Einsatztaktik anwendet.

Handelt es sich um einen zweigeschossigen Industriebau, so kann das zweite Geschoss wie ein erdgeschossiges Gebäude betrachtet werden, wenn das untere Geschoss vom oberen feuerbeständig abgetrennt ist und für beide Geschosse Feuerwehruzufahrten angeordnet werden.

2.2 Rettungswege

LÄNGE DER
RETTUNGSWEGE
ZWISCHEN 70 M
UND 105 M

Bei der Festlegung der Rettungsweglängen hat man sich an den in der Automobilindustrie üblichen Rettungsweglängen orientiert. Die Voraussetzungen für diese Festlegung sind Brandfrüherkennungsanlagen, Alarmierungseinrichtungen (Internalarm) und die hohen Räume.

Die Rettungsweglänge ist im Regelfall auf max. 70 m begrenzt. Die Festlegung von 70 m folgt aus der Überlegung, dass höhere Räume deutlich langsamer verrauchen als niedrigere Räume.

Die Rettungsweglänge wird in Luftlinie gemessen, dabei darf die Länge nicht durch Bauteile oder Einbauten gemessen werden. Die tatsächliche Lauflänge darf jedoch das 1,5-fache der festgelegten Fluchtweglänge nicht überschreiten.

Zu den Rettungswegen gehören

- Hauptgänge,
- Ausgänge,
- notwendige Flure,
- notwendige Treppen, sowie
- Ausgänge ins Freie.

Von jeder Stelle eines Raumes muss ein Hauptgang in höchstens 15 m Entfernung erreichbar sein. Er muss mind. 2 m breit sein und auf kürzestem Wege zu Ausgängen, Treppenträumen, anderen Brandabschnitten, -bekämpfungsabschnitten führen.

HAUPTGÄNGE
ALLE 15 M

Bei mehrgeschossigen Industriebauten mit einer Grundfläche von mehr als 1600 m² müssen in jedem Geschoss zwei entgegengesetzte Rettungswege vorhanden sein.

Die max. Rettungsweglänge beträgt bei Produktionsräumen und Lagerräumen mit

LÄNGE DER
RETTUNGSWEGE
VON DER RAUM-
HÖHE ABHÄNGIG

- einer mittleren Raumhöhe bis 5 m 35 m und
- einer mittleren Raumhöhe von mind. 10 m 50 m.

Ist eine flächendeckende selbständige Brandmelde- oder Löschanlage mit Alarmiereinrichtung (Internalarm) vorhanden, so darf die Rettungsweglänge

- bei einer mittleren Raumhöhe bis 5 m 50 m,
- bei einer mittleren Raumhöhe von mind. 10 m 70 m

(Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.) betragen.

2.3 Rauchabzug

Nach der Industriebaurichtlinie werden Rauchabzüge primär zur Unterstützung der Brandbekämpfung ausgelegt und nicht zur Sicherung der Rettungswege. Bei Räumen bis zu 200 m² werden keine Rauchabzugseinrichtungen gefordert; sie können somit öffnungslos sein.

RAUCHABZÜGE
DIENEN DER
BRANDBEKÄMPFUNG

Die Selbstrettung wird hingegen durch die Anforderungen an die Rettungswege und die Alarmiereinrichtung sichergestellt.

Bei Räumen ohne Löschanlagen mit einer Grundfläche von mehr als 200 m² sind Wand- oder Deckenöffnungen (geometrische Öffnungen) von mind. 1% der Raumfläche zur Rauchabführung anzuordnen. Im unteren Bereich des Raumes müssen Zuluftöffnungen in gleicher Größe vorhanden sein. Bei Räumen

von mehr als 1600 m² müssen je 400 m² mindestens 1,5 m² aerodynamisch wirksame Rauchabzugsöffnungen vorhanden sein. Je 1600 m² müssen mind. 6 m² aerodynamische Zuluftöffnungen vorhanden sein. Diese Rauchabzugsöffnungen müssen in Decken oder im oberen Bereich von Wänden angeordnet werden und die Rauchabführung muss ins Freie erfolgen. Es werden noch keine automatischen Auslöseeinrichtungen gefordert; es genügt also, wenn eine manuelle Bedienung (je 1600 m² eine Auslösegruppe) vorhanden ist.

Es können auch maschinelle Rauchabzugsanlagen mit einem Luftvolumenstrom von mind. 36 m³ je Quadratmeter Grundfläche installiert werden.

AB 200 M²
MIND. 2% RWA

Bei größeren Räumen muss der Nachweis erbracht werden, dass zur Brandbekämpfung eine raucharme Schicht von mind. 2,5 m über dem Fußboden vorhanden ist.

Die Berechnung der Rauchabzugsanlagen kann auch mit anerkannten Nachweisverfahren (Ingenieurmethoden des Brandschutzes) durchgeführt werden.

Anmerkung:

Derzeit wird in Fachkreisen die DIN 18232 diskutiert und ist bezüglich der Bemessung der Größe der RWA-Öffnungen umstritten.

Die DIN 18232 ist daher auch nicht in der Liste der technischen Baubestimmungen aufgenommen.

2.3.1 Räume mit Löschanlagen

Bei Räumen mit Löschanlagen sind lediglich Einrichtungen zur Abführung von „Kaltrauch“ erforderlich. Bei natürlicher Rauchabführung wird eine aerodynamische Fläche von 0,5 % der Grundfläche gefordert. Es können hierzu auch Lüftungsanlagen verwendet werden, wenn diese so gesteuert werden, dass die Anlage im Brandfall nur entlüftet. (Somit muss die Zuluft auf Abluft umschaltbar sein.) Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit von Ventilatoren werden nicht gestellt. (Es muss keine Anlage nach DIN 18232-5 sein.)

2.4 Löschwasserbedarf

LÖSCHWASSER-
SICHERSTELLUNG
MIND. 2 STUNDEN

Die Richtlinie regelt den Löschwasserbedarf für den Ersteinsatz. Dabei geht man bei Abschnittsflächen bis 2500 m² von mind. 96 m³/h (1600 l/min) aus und bei Abschnittsfläche über 4000 m² von mind. 192 m³/h (3200 l/min) aus; Zwischenwerte werden interpoliert. Die geforderten Löschwassermengen müssen über einen Zeitraum von mind. 2 Stunden gesichert sein. Dabei werden Löschwasserentnahmestellen in einem Umkreis von 300 m berücksichtigt.

Beim Vorhandensein von selbsttätigen Feuerlöschanlagen reichen 96 m³/h innerhalb eines Zeitraumes von einer Stunde aus.

2.4.1 Feuerlöschanlagen

FLÄCHENDECKENDE
FEUERLÖSCH-
ANLAGEN

Feuerlöschanlagen dienen der Beherrschung von Entstehungsbränden und ermöglichen der Feuerwehr einen wirksamen Löschangriff. Sie verringern die Brandzehrung und schützen die Gebäudeteile. Die Löschanlagen werden daher zusammen mit der öffentlichen Feuerwehr bei der Risikobewertung berücksichtigt. Es werden aber nur Löscheinrichtungen berücksichtigt, die einen flächendeckenden Schutz bieten; Objektschutzanlagen finden daher keine Berücksichtigung.

2.5 Anforderungen an Brandwände und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten

Grundsätzlich gelten auch bei Industriebauten die bekannten Anforderungen an Brandwände. Weitergehend wird verlangt, dass Brandwände und Wände zur Begrenzung von Brandbekämpfungsabschnitten mind. 50 cm über Dach geführt werden. Im Bereich von Außenwänden ist durch geeignete Maßnahmen die Brandübertragung auf andere Brandabschnitte beziehungsweise Brandbekämpfungsabschnitte zu verhindern.

2.5.1 Maßnahmen gegen Feuerüberschlag

Hierzu gehören:

- Abschnittswände mind. 0,5 m über die Außenwand und das Dach hinauszuführen
oder / und
- im Bereich der Abschnittswände die Außenwand auf einer Breite von mind. 1 m einschließlich der Bekleidungen nichtbrennbar auszuführen.

WEITERGEHENDE
ANFORDERUNGEN
AN BRANDAB-
SCHNITTSWÄNDE

Anstelle von inneren Brandwänden können Brandabschnitte auch „verschleppt“ werden, wenn zwei gegenüberstehende Wände F 90-A vorhanden sind. Die unterstützenden Bauteile müssen dann die gleiche Feuerwiderstandsklasse wie die tragenden Bauteile aufweisen.

2.6 Feuerüberschlagsweg

Bei versetzt angeordneten Brandabschnitten und zwischen Brandbekämpfungsabschnitten wird ein Feuerüberschlag durch

- 1,5 m auskragende Bauteile mit Feuerwiderstand oder
- 1,5 m hohe Bauteile (Brüstungen) mit Feuerwiderstand erreicht.

MASSNAHMEN
GEGEN FEUER-
ÜBERSCHLAG

Eine Reduzierung auf 1 m ist möglich, wenn eine Werkfeuerwehr vorhanden oder das untere Geschoss mit einer Feuerlöschanlage ausgestattet ist.

2.7 Bedachung

Ziel ist es, bei großen Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten (mehr als 2500 m²) eine Brandübertragung über die Dachfläche oder Dachdurchdringungen zu verhindern. Dies ist erfüllt, wenn die Dächer

- nach DIN 18234-1 oder
- mit tragenden Dachschalen aus mineralischen Baustoffen (Beton, Porenbeton) oder
- Bedachung aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgeführt sind.

MASSNAHMEN
BEI DACHFLÄCHEN
ÜBER 2.500 M²

Bei der Lagerung nichtbrennbarer Güter (einschließlich der Verpackung) gelten diese Anforderungen erst ab einer Dachfläche von 3000 m².

2.8 Sonstige Brandschutzmaßnahmen, Gefahrenverhütung

Sonstige Maßnahmen zur Gefahrenprävention sind insbesondere

- Feuerlöscher
- geeignetes Löschmittel
- Wandhydranten bei Räumen, deren Grundfläche einzeln mehr als 1600 m² vorhanden sind.

BETRIEBLICHER
BRANDSCHUTZ

- Feuerwehrpläne bei Industriebauten mit mehr als 2000 m²
- Brandschutzbeauftragter
bei Industriebauten, deren Summe aller Geschossflächen mehr als 5000 m² beträgt
- Brandschutzordnung
bei Industriebauten, deren Summe aller Geschossflächen mehr als 2000 m² beträgt
- Unterweisung der Betriebsangehörigen
bei Beginn des Beschäftigungsverhältnisses und weiterhin alle zwei Jahre.

3 VERFAHREN ZUR BRANDSCHUTZTECHNISCHEN BEURTEILUNG NACH DER INDBAURL

ZWEI VERFAHREN
ZUR FESTLEGUNG
DER BRANDABSCHNITTE

Die IndBauRL sieht zwei Verfahren zur Ermittlung der Brandabschnitte vor.

Zum einen die Ermittlung der Brandabschnitte in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile und der Sicherheitskategorie nach Abschnitt 6 Tabelle 1 der IndBauRL.

Zum anderen nach Abschnitt 7 mit dem Rechenverfahren der DIN 18230 zur Festlegung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer und der anschließenden Festlegung der zulässigen Flächen für die Brandbekämpfungsabschnitte nach Abschnitt 7.4 der IndBauRL.

3.1 Anforderungen an Baustoffe und Bauteile und an die Größe der Brandabschnitte ohne Brandlastermittlung

In Abhängigkeit der Feuerwiderstands der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie der brandschutztechnischen Infrastruktur wird die zulässige Brandabschnittsfläche ermittelt.

TABELLE 1
INDBAURL

Tabelle 1: Größe der Brandabschnitte in Abhängigkeit der Sicherheitskategorien und der Anzahl der Geschosse sowie der Feuerwiderstandsdauer der Bauteile

Sicherheitskategorie	Anzahl der oberirdischen Geschosse								
	erdgeschossig		2geschossig			3geschossig		4gesch.	5gesch.
	ohne Anforderungen	Feuerhemmend	Feuerhemmend	Hochfeuerhemmend	Feuerbeständig	Hochfeuerhemmend	Feuerbeständig	Feuerbeständig	Feuerbeständig
K 1	1800 ¹⁾	3000	800 ²⁾³⁾	1600 ²⁾	2400	1200 ²⁾⁴⁾	1800	1500	1200
K 2	2700 ¹⁾	4500	1200 ²⁾³⁾	2400 ²⁾	3600	1800 ²⁾	2700	2300	1800
K 3.1	3200 ¹⁾	5400	1400 ²⁾³⁾	2900	4300	2100 ²⁾	3200	2700	2200
K 3.2	3600 ¹⁾	6000	1600 ²⁾	3200 ²⁾	4800	2400 ²⁾	3600	3000	2400
K 3.3	4200 ¹⁾	7000	1800 ²⁾	3600 ²⁾	5500	2800 ²⁾	4100	3500	2800
K 3.4	4500 ¹⁾	7500	2000 ²⁾	4000 ²⁾	6000	3000 ²⁾	4500	3800	3000
K 4	10000	10000	8500	8500	8500	6500	6500	5000	4000

¹⁾ Breite des Industriebaus \leq 40 m und Wärmeabzugsfläche \geq 5%

²⁾ Wärmeabzugsfläche \geq 5%

³⁾ Für Gebäude geringer Höhe ergibt sich nach § 26 Abs. 1 LBO und § 5 Abs. 2 LBOAVO i.V.m. § 26 Abs. 2 LBO und § 7 Abs. 4 LBOAVO eine zulässige Größe von 1600 m²

3.1.1 Erklärung, Definition

Brandabschnitt

Ein Brandabschnitt ist der Bereich eines Gebäudes zwischen seinen Außenwänden und / oder den Brandwänden.

Der Brandabschnitt wird durch das gesamte Gebäude geführt.

Brandabschnittsfläche

Eine Brandabschnittsfläche ist die Fläche eines Brandabschnittes zwischen den Umfassungsbauteilen.

Brandbekämpfungsabschnitt

Ein Brandbekämpfungsabschnitt ist ein auf das kritische Brandereignis normativ bemessener ein- oder mehrgeschossiger Gebäudebereich, welcher von anderen Gebäudebereichen durch Wände und Decken mit spezifischen Anforderungen, brandschutztechnisch abgetrennt ist. (Die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile wird dabei rechnerisch ermittelt und liegt möglicherweise unter 90 Minuten.)

Brandbekämpfungsabschnittsfläche

Hierunter versteht man die Summe der Grundfläche von Geschossen einschließlich der Flächen aller Ebenen eines Brandbekämpfungsabschnittes sowie der Flächen unter Vordächern.

Teilabschnitt

Dies ist ein Teil eines Brandbekämpfungsabschnittes in einem erdgeschossigen Industriebau, der gegenüber anderen Teilabschnitten wirksam gegen die Ausbreitung von Feuer abgetrennt ist.

Teilfläche

Dies ist eine anteilige Fläche eines Brandbekämpfungsabschnittes bzw. Teilabschnittes welche durch geometrische Randbedingungen (Auffangflächen, Ableitflächen für flüssig Stoffe) oder Flächen, bei denen die Brandlast oder/und RWA-Anlagen überdurchschnittlich konzentriert ist.

Geschosse

haben Decken, die öffnungslos sind und entsprechend der erforderliche Feuerwiderstandsdauer bemessen sind.

Ebenen

Ebenen umfassen alle auf gleicher Höhe liegenden Räume in einem Brandbekämpfungsabschnitt.

Die Decken von Ebenen sind bezüglich der Standsicherheit brandschutztechnisch bemessen; sie sind nicht raumabschließend und haben Öffnungen (Gitterrost) oder nicht klassifizierte Abschlüsse und Abschottungen.

Einbauten

Eine Ebene umfasst einzelne Räume und Raumteile, die alle auf gleicher Höhe liegen. Hierzu gehören Galerien, Bühnen, Regale, Wartungsgänge. Einbauten sind brandschutztechnisch nicht bemessen.

Sicherheitskategorien

Sicherheitskategorien sind Klassierungsstufen für die brandschutztechnische Infrastruktur. Sie ergeben sich aus den Vorkehrungen bezüglich der Brandmeldung, der Art der Feuerwehr und der Art der Feuerlöschanlagen.

BRANDSCHUTZ-
TECHNISCHE
INFRASTRUKTUR

Tabelle 2: Einteilung von Sicherheitskategorien in Abhängigkeit von der brandschutztechnischen Infrastruktur

Sicherheitskategorie	Brandschutztechnische Infrastruktur im Brandabschnitt oder im Brandbekämpfungsabschnitt
K 1	Ohne besondere Maßnahmen
K 2	Mit automatischer Brandmeldeanlage
K 3.1	Mit automatischer Brandmeldeanlage in Industriebauten mit Werkfeuerwehr mit mind. 1 hauptamtlichen Staffel
K 3.2	Mit automatischer Brandmeldeanlage in Industriebauten mit Werkfeuerwehr in mind. Guppenstärke
K 3.3	Mit automatischer Brandmeldeanlage in Industriebauten mit Werkfeuerwehr in mind. 2 Staffeln
K 3.4	Mit automatischer Brandmeldeanlage in Industriebauten mit Werkfeuerwehr in mind. 3 Staffeln
K 4	Mit selbständiger Feuerlöschanlage

Nach der Sicherheitskategorie 3.1 muss die Staffel mit hauptamtlichen Kräften besetzt sein (siehe 3.12 der IndBauRL).

3.1.2 Festlegung von Brandabschnittsflächen

Die zulässige Größe der Brandabschnittsflächen von Industriebauten ergibt sich nach Tabelle 1 aus

- den Sicherheitskategorien K1 bis K4,
- der Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile,
- der Zahl der Geschosse.

BRANDABSCHNITTE
NACH TABELLE 1

Dabei wird angenommen, dass erdgeschossige Gebäude feuerhemmend und mehrgeschossige Gebäude feuerbeständig ausgeführt werden. Diese Bauteile müssen, mit Ausnahme der feuerhemmenden Bauteile nichtbrennbar sein.

Die Festlegung zulässiger Brandabschnittsflächen der Tabelle 1 ist aus dem Sicherheitskonzept der DIN 18230-1 abgeleitet. Hiernach wurden als Grenzwert für erdgeschossige Hallen mit Sprinklerschutz, eine zulässige Brandbekämpfungsabschnitte bis 10.000 m² nachgewiesen.

(Für die Tabelle 1 der IndBauRL wurden die entsprechenden Faktoren F 1 bis F 5 der Tabellen 3 bis 7 der IndBauRL berücksichtigt.)

Bei einer Unterbemessung der Feuerwiderstandsdauer ergeben sich nach Tabelle 1 reduzierte Brandabschnittsflächen.

Erdgeschossige Industriebauten dürfen ohne Bemessung der Baukonstruktion (also ohne Feuerwiderstand) errichtet werden, wenn

- die Breite ≤ 40 m beträgt und die
- Wärmeabzugsfläche mind. 5 % beträgt (hiervon ausgenommen sind Gebäude mit Feuerlöschanlagen).

3.1.3 Besondere Anforderungen an Lagergebäude

Bei Lagergebäuden mit Lagerguthöhen von mehr als 7,5 m ist für die Feuerwehr ein Brand nicht mehr beherrschbar, deswegen werden hier Löschanlagen gefordert.

LAGERGEBÄUDE

Bei Lagergebäuden ohne Löschanlagen ist die Fläche des Brandabschnittes in jedem Geschoss durch Freiflächen auf max.

1.200 m² zu unterteilen.

Diese Freiflächen ergeben sich aus der Lagerguthöhe und müssen bei

- einer Lagerguthöhe von 4,5 m mind. eine Breite von 3,5 m,
- einer Lagerguthöhe von 7,5 m mind. eine Breite von 5,0 m aufweisen.

4 FESTLEGUNG DER ANFORDERUNGEN AN BAUSTOFFE, BAUTEILE UND BRANDBEKÄMPFUNGSABSCHNITTE MIT DEM RECHENVERFAHREN NACH DIN 18230-1

Die rechnerische Ermittlung der brandschutztechnischen Anforderungen an Industriebauten nach der IndBauRL erfolgt in vier Schritten.

RECHENVERFAHREN NACH
DIN 18230-1

1. Schritt

Ermittlung der Brandbelastung q_R nach Abschnitt 6 der DIN 18230-1

2. Schritt

Berechnung der äquivalenten Branddauer „ t_a “ nach Abschnitt 4.2 der DIN 18230-1

Die Berechnung der Brandbeanspruchung der Bauteile wird durch die äquivalente Branddauer „ t_a “ ausgedrückt.

Dabei fließt die Wärmeabführung (über Wände, Decken, Türen, Tore) in die Rechnung mit ein. Mit dem Ergebnis von t_a ist der physikalische Bereich der Berechnung abgeschlossen.

3. Schritt

Ermittlung der rechnerisch erforderlichen Feuerwiderstandsdauer „ $erf t_F$ “

Aus der äquivalenten Branddauer wird unter der Berücksichtigung einiger Sicherheitsbeiwerte und der brandschutztechnischen Infrastruktur die erforderliche Feuerwiderstandsdauer ermittelt.

VIER SCHRITTE
DER BERECHNUNG

4. Schritt

Ermittlung der Brandbekämpfungsabschnitte nach Abschnitt 7.4 der IndBauRL

Mit dem Ergebnis der äquivalenten Branddauer wird nun nach der IndBauRL die Größe der Brandbekämpfungsabschnitte (Brandabschnitte) ermittelt. Dabei wird unter Berücksichtigung der Sicherheitskategorie (brandschutztechnische Infrastruktur) sowie der Faktoren, welche die erschwerenden bzw. erleichternden Einflüsse (Geschossigkeit) der Brandbekämpfung berücksichtigen, die Größe des maximal möglichen Brandbekämpfungsabschnittes ermittelt.

Wie in den Schritten 1 bis 4 bereits ausgeführt, werden in diesem Verfahren neben der max. Brandintensität auch die wesentlichen Einflussparameter für eine wirksame Brandbekämpfung und die brandschutztechnische Infrastruktur sowie erschwerende Einflüsse als Parameter zur Reduzierung der zulässigen Flächen in diesem Verfahren berücksichtigt.

Dies sind:

- Höhenlage
- Zahl der Geschosse
- Verminderte Qualität der Bauteile.

4.1 Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung q_R in kWh/m²

RECHNERISCHE
BRANDBELASTUNG
 q_R

Die rechnerische Brandbelastung wird nach DIN 18230-1, Punkt 6.1 ermittelt.

Danach ergibt sich die Brandbelastung aus

- Der Summe der Massen der einzelnen geschützten oder ungeschützten Stoffe (Materialien) M_i in kg
- Heizwert der einzelnen Stoffe H_{ui} in kWh/kg
- Abbrandfaktor m_i (dimensionslos, nach 6.3 DIN 18230; der Abbrandfaktor berücksichtigt das Abbrandverhalten des Stoffes in der jeweiligen vorhandenen Art, Form und Verteilung) und gegebenenfalls
- Kombinationsbeiwert Ψ_i (Kombinationsbeiwert ist dimensionslos; nach 6.5 bzw. 6.6 DIN 18230; er berücksichtigt das Zusammenwirken geschützter und ungeschützter Brandlasten; z.B. brennbare Flüssigkeiten in Behältern mit Druckausgleich oder Öl in Maschine)

Diese Parameter werden in das Verhältnis zu der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes A_B in m² gesetzt.

Formel für ungeschützte Brandlast

$$q_{R,u} = \frac{\sum (M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i)}{A_B} \text{ in kWh/m}^2$$

Formel für geschützte Brandlast

$$q_{R,u} = \frac{\sum (M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i \cdot \Psi_i)}{A_B} \text{ in kWh/m}^2$$

Der Nachweis dieses Verfahrens beruht auf der (festgestellten und somit vorhandenen) Brandbelastung. Somit ist die festgelegte zulässige Brandbelastung Grundlage für die Genehmigung der baulichen Anlage.

Führt der laufende Betrieb zu einer Änderung der Einlagerung, verbunden mit einer Erhöhung der Brandbelastung, so verliert die Baugenehmigung ihre Gültigkeit. Es ist dann ein erneutes Genehmigungsverfahren einzuleiten; andernfalls ist eine Nutzungsuntersagung auszusprechen.

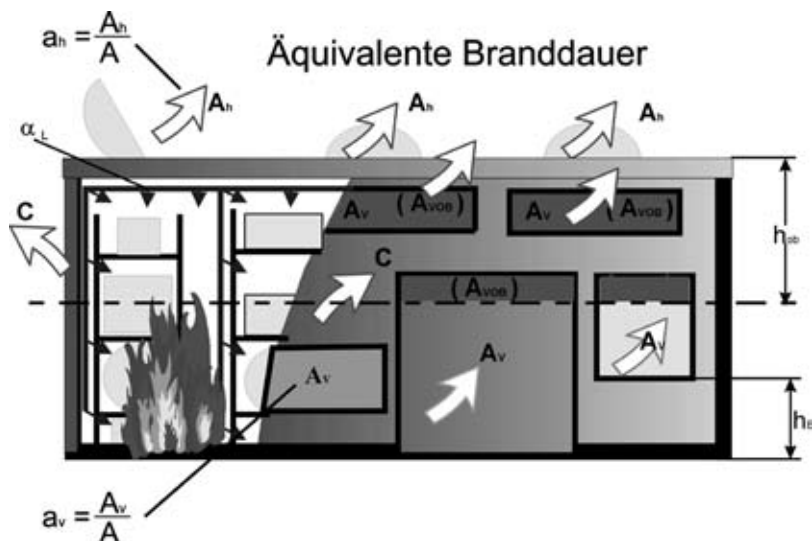
Beispiel zur Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung bei einer Lagerhalle mit 3453 m² für Heizkessel und Zubehör einschließlich Verpackungsmaterial

Brennbarer Stoff		Masse des brennbaren Stoffes	Heizwert	Abbrandfaktor	Kombinationsbeiwert	Bewertete Brandlast	Bemerkung
Stoff	Art des Stoffes	M _i kg	H _{ui} kWh/kg	m _i	Ψ _i	Σ (M _i x H _{ui} x m _i x Ψ _i)	U = ungeschützt
Holz	Paletten	83.300	4,8	0,8	1	319.872	U
Holz	Regalböden	41.888	4,8	0,8	1	160.849	U
Pappe	Verpackung	1.050	4,2	0,7	1	3.087	U
Polyäthylen	Fußbodenheiz.	14.000	12,2	0,8	1	136.640	U
Pappe	Verpackungsart.	1.000	4,2	0,7	1	2.940	U
Polystyrol	Isolierung	240	11,0	0,8	1	2.112	U
Pappe	Kartonagen	2.040	4,2	0,7	1	5.997	U
Pappe	Kartonag. f. Schaltkästen	16.320	4,2	0,7	1	47.981	U
PVC/PE	Teile f. Schaltkästen	19.200	5	0,4	1	38.400	U
Pappe	Kartonagen f. Verkleidung	27.200	4,2	0,7	1	79.968	U
Holz	Gestelle	10.200	4,8	0,8	1	39.168	U
Polyäthylen	Folie	1.594	12,2	0,8	1	15.555	U
Polyäthylen	Kessel	185	12,2	0,8	1	1.806	U
Pappe	Schrauben	180	4,2	0,7	1	529	U
Pappe	Mischer	340	4,2	0,7	1	1.000	U
Polyäthylen	Kasten	800	12,2	0,5	1	4.880	U
Holz	Holzwolle	300	4,7	1	1	1.410	U
Holz	Vorräte	3.000	4,7	0,8	1	11.520	U
Pappe	Vorräte an Paletten	3.600	4,2	0,2	1	3.024	U
Sonstiges	-	-	-	-	-	5.000	U
PVC	Verkleidungen	-	16.402	0,5	1	8.201	U
Summe						889.993	
Zuschlag ca. 20 %						178.000	
Gesamt						1.067.993	

$$q_R = \frac{\sum (M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i \cdot \Psi_i)}{A_B} = \frac{1067993}{3453} = 309,30 \text{ in } kWb/m^2$$

4.2 Ermittlung der äquivalenten Branddauer

4.2.1 Grafische Darstellung der äquivalenten Branddauer „ $t_{\ddot{a}}$ “



Die äquivalente Branddauer beträgt:

$$t_{\ddot{a}} = q_R \cdot c \cdot w$$

mit:

q_R = rechnerische Brandbelastung [kWh/m²]

c = Umrechnungsfaktor [(min * m²)/kwh]

w = Wärmeabzugsfaktor zur Berücksichtigung der Ventilationsbedingungen

$$w = w_0 \cdot \alpha_w$$

w_0 = berücksichtigt den Zusammenhang zwischen vertikalen und horizontalen Öffnungsflächen

α_w = Faktor zur Berücksichtigung der mittleren Höhe

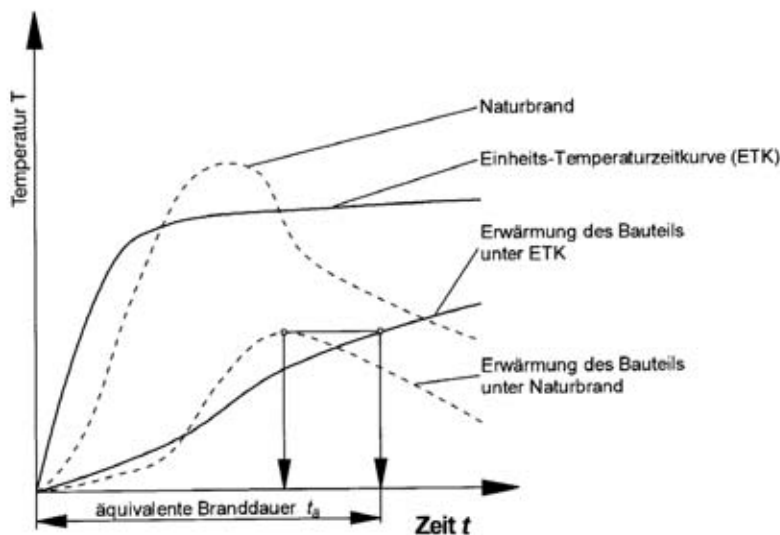
Die äquivalente Branddauer ist die Zeit in Minuten, in welcher bei einem Brandversuch nach der Einheitstemperaturzeitkurve (DIN 4102-2) dieselbe Wirkung (Brandwirkung) auf Bauteile erreicht wird, wie dies im untersuchten Fall durch die vorhandene Brandlast sowie der vorhandenen Wärmeabfuhr bei einem Naturbrand gegeben ist.

Die Industriebaurichtlinie bewertet die Brandbelastung als primäres Risikomerkmal. Dabei wird diese Brandbelastung in Form der äquivalenten Branddauer (durch das Rechenverfahren der DIN 18230-1 ermittelt) ausgedrückt und dient somit als Maß einer möglichen Brandeinwirkung auf die Konstruktion.

Durch die äquivalente Branddauer wird ein Zusammenhang zwischen Brandbelastung und der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer hergestellt.

Je höher die äquivalente Branddauer umso höher ist die Brandbeanspruchung auf die Bauteile.

BRANDBELASTUNG
WIRD DURCH DIE
ÄQUIVALENTE
BRANDDAUER
AUSGEDRÜCKT



ÄQUIVALENTE
BRANDDAUER

4.3 Bestimmung des Wärmeabzugsfaktors und der äquivalenten Branddauer

Der Wärmeabzug wird im Brandfall wesentlich durch die horizontalen Öffnungen A_h (RWA im Dach, Lichtkuppeln) und die vertikalen Öffnungen A_v (Fenster im oberen Drittel der Wände) bestimmt.

Entscheidend für die anrechenbaren Abzugsöffnungen ist die Frage, inwieweit durch die im Brandfall entstehende Wärme, Verglasungen und Verschlüsse aus Kunststoff (Lichtkuppeln) zerstört werden und somit den Wärmeabzug freigeben.

In der Vergangenheit ging man davon aus, dass Fenster mit Einfachverglasung oder Öffnungen mit Kunststoffabdeckungen bei einer Temperatur von 300 °C ganz zerstört werden. Heute muss jedoch davon ausgegangen werden, dass durch die Notwendigkeit der Energieeinsparung Verglasungen (Zweischeibenisoliertes Glas) und andere Verschlüsse eine höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen.

Nach der seit 2010 geltenden DIN 18230-1 wird unter 8.2 in Abhängigkeit der äquivalenten Branddauer t_a die anrechenbare Öffnungsfläche in % angegeben.

Dies macht es erforderlich, dass bei der Berechnung der äquivalenten Branddauer nach DIN 18230 zunächst nur diese vertikalen Öffnungen berücksichtigt werden dürfen, welche von Außen ohne Hilfsmittel zu öffnen sind (Türen und Tore).

Mit diesem Ergebnis der äquivalenten Branddauer (30,60 oder 90 Minuten) wird dann die anrechenbare prozentuale Öffnungsfläche nach der DIN 18230-1 bestimmt.

Danach erfolgt ein erneuter Rechengang mit den nach DIN 18230-1 tatsächlich vorhandenen und anrechenbaren Öffnungen.

4.4 Brandsicherheitsklassen

Entsprechend der brandschutztechnischen Bedeutung der Bauteile, werden an diese unterschiedliche Anforderungen gestellt. Die Bauteile werden daher den Brandsicherheitsklassen SK_b3 (für hohe Anforderungen) bis SK_b1 (geringe Anforderungen) zugeordnet.

- Bauteile mit hohen Anforderungen werden in die SK_b3 ,
- Bauteile mit mittleren Anforderungen werden in die SK_b2 ,
- Bauteile mit geringen Anforderungen werden in die SK_b1

Soll im Falle eines Brandes auch ein Feuerwehreinsatz von der Dachfläche aus erfolgen, so sind auch brandschutztechnische Anforderungen an das Nebentragwerk des Daches zu stellen. Die Dachkonstruktion wird dann in die Brandsicherheitsklasse SK_b1 eingeordnet. Aussteifende Bauteile werden in die Brandsicherheitsklasse SK_b2 eingestuft.

In der IndBauRL sind unter Punkt 7.2 den Brandsicherheitsklassen die entsprechenden Bauteile zugeordnet.

ZWEITEILIGES
SICHERHEITS-
KONZEPT

Diese Überlegungen haben für Industriebauten zu einem zweiteiligen Sicherheitskonzept geführt:

- Die Festlegung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer (somit der Standsicherheit) über den physikalischen Teil der DIN 18230-1, auf der Grundlage der äquivalenten Branddauer.
- Die Beurteilung der Standsicherheit nach der DIN 18230-1 über die Festlegung von Sicherheitsfaktoren und der Bewertung der brandschutztechnischen Infrastruktur, welche die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer ergibt.

Hierauf wird nun das Sicherheitskonzept der Industriebaurichtlinie aufgesetzt (sicherheitspolitische Festlegungen oberste Baurechtsbehörde), welches die Wirkung der brandschutztechnischen Infrastruktur als höherwertig berücksichtigt.

4.5 Feuerwiderstandsdauer der Bauteile und Grenzen der Bemessung

FEUERWIDERSTAND
DER BAUTEILE

Die Anforderungen an die Bauteile werden nach der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer t_f bestimmt.

Bauteile zur Herstellung von Brandbekämpfungsabschnitten müssen jedoch mind. der äquivalenten Branddauer t_a entsprechen!

Ergibt sich nach diesem Rechenverfahren als abschließendes Ergebnis eine erforderliche Feuerwiderstandsdauer t_{eff} von mehr als 90 min, so kann dieses Verfahren der Indus-

triebaurichtlinie nicht angewandt werden, da die Faktoren F1 bis F5 der IndBauRL für diese Fälle nicht ausgelegt sind.

In solchen Fällen ist dann der Nachweis nach Abschnitt 4.3 der IndBauRL oder mit den Methoden des Brandschutzingenieurwesens zu führen.

RECHENVERFAHREN
NUR BIS F90
MÖGLICH

5 FLÄCHEN VON BRANDBEKÄMPFUNGSABSCHNITTEN NACH ABSCHNITT 7.4 DER INDBAURL

Als Maßstab für das Risiko dient die thermische Beanspruchung der Bauteile im Brandfall. Zur Ermittlung der zulässigen Flächen ist die thermische Belastung, somit die äquivalente Branddauer t_a , maßgebend.

Die zulässigen Flächen werden daher durch die

- äquivalente Branddauer,
- Sicherheitsfaktoren und
- Breite des Gebäudes

bestimmt.

ERMITTLUNG DER
BRANDBEKÄMP-
FUNGSABSCHNITTE

Es muss für die Feuerwehr bei der Brandbekämpfung entweder eine ausreichende Sicherheit aufgrund der geringen äquivalenten Branddauer bestehen oder der Löschangriff von außen aufgrund der geringen Breite erfolgen können.

Nach dem neuen Regelwerk ist es nun zulässig, dass die brandschutztechnische Infrastruktur sowohl bei der Bemessung der Bauteile nach DIN 18230-1 als auch bei dem Brandschutzkonzept der Industriebaurichtlinie zur Festlegung der zulässigen Flächen berücksichtigt wird.

5.1 Brandabschnittsflächen bis 60 000 m²

Zur Vereinheitlichung und Harmonisierung verschiedener Verfahren wurden Eckwerte geschaffen, welche von einer rechnerischen Bezugsfläche von 3.000 m² (siehe Tab. 1 IndBauRL) ausgehen. Werte die sich aus der Formel ergeben, beziehen sich auf die zulässige Geschossfläche in einem ein oder mehrgeschossigen Brandbekämpfungsabschnitt.

$$\text{zul } A_{G,BBA} = 3\,000 \text{ m}^2 \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5$$

Die Summe der ermittelten Geschossflächen darf nicht mehr als 60 000 m² sein.

BRANDBEKÄMP-
FUNGSABSCHNITTE
BIS 60.000 M²

F1 = Faktor zur Berücksichtigung der äquivalenten Branddauer aus dem globalen Nachweis nach DIN 18230-1 Tabelle 3 IndBauRL

F2 = Faktor zur Berücksichtigung der brandschutztechnischen Infrastruktur. (Tabelle 4 IndBauRL)

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 Ebenen. (Tabelle 5 IndBauRL)

F4 = Faktor zur Berücksichtigung der Anzahl der Geschosse des Brandbekämpfungsabschnittes. (Tabelle 6 IndBauRL)

F5 = Faktor zur Berücksichtigung der Ausführung von Öffnungen in nach den Brand-sicherheitsklassen $SK_b 2$ und $SK_b 3$ bemessenen Decken zwischen den Geschossen mehrgeschossiger Brandbekämpfungsabschnitte (Tabelle 7 IndBauRL)

5.2 Brandabschnittsflächen über 60 000 m²

Es wurde für notwendig erachtet, dass Regelungen für Brandbekämpfungsabschnitte von mehr als 60.000 m² getroffen wurden. Man geht dabei davon aus, dass Brandszenarien auf Teilflächen bis zu 10.000 m² (100 m x 100 m) beherrschbar sind, wenn nachstehende Anforderungen erfüllt werden.

Brandbekämpfungsabschnitte über 60 000 m² sind zulässig,

- in erdgeschossigen Industriebauten,
- wenn die rechnerische Brandlast nicht mehr als 100 kWh/m² beträgt und
- wenn eine Werkfeuerwehr vorhanden ist.

BRANDBEKÄMP-
FUNGSABSCHNITTE
BIS 120.000 M²

Dabei sind in Abhängigkeit der Hallenhöhe folgende Größen zulässig:

- bei einer lichten Raumhöhe über 7 m bis 90 000 m²
- bei einer Raumhöhe über als 12 m bis 120 000 m²

Weiterhin sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Feuerlöschanlage bei einer rechnerischen Brandlast über 15 kWh/m²
- Brandbekämpfungsabschnitte ohne Löschanlagen müssen mit Feuerwehrfahrzeuge befahrbar sein (Widerspruch zu den allgemeinen Anforderungen)
- Automatische Brandmelder
- Alarmeinrichtungseinrichtung für das Personal (Internalarm)
- Löschwasserlieferung im Brandbekämpfungsabschnitt
- mind. 192 m³/h

Brandbekämpfungsabschnitte ohne Löschanlagen

Bei Brandbekämpfungsabschnitten ohne Feuerlöschanlagen sind auf Flächen bis zu 400 m² mit einer Brandbelastung bis max. 45 kWh/m² zulässig. In allen Brandbekämpfungsabschnitten sind auf einer Fläche von max. 10 m² Punktbelastungen bis zu 200 kWh/m² zulässig. Auf einer Fläche von max. 400 m² mit Löschanlage sind Brandbelastungen bis zu 200 kWh/m² zulässig. Diese Flächen müssen untereinander einen Abstand von mind. 6 m einhalten.

5.3 Brandbekämpfungsabschnitte ohne Bemessung der Bauteile bei erdgeschossigen Industriebauten.

Nach der Industriebaurichtlinie ist es weiterhin möglich, dass unter bestimmten Randbedingungen auf eine brandschutztechnische Bemessung verzichtet werden kann, auch wenn die erforderliche Feuerwiderstandsdauer mehr als 15 min. beträgt.

Die Voraussetzung hierfür ist, dass die in der Tabelle 9 der IndBauRL angegebenen Grenzwerte von

- der Fläche des Brandbekämpfungsabschnittes
- Wärmeabzugsfläche im Dach
- die äquivalente Branddauer nach der Berechnung nach DIN 18230 (< 90 min)

nicht über- bzw. unterschritten werden.

GEBÄUDE OHNE
FEUERWIDERSTAND

Für diese Erleichterung ist es wichtig, dass eine Eingrenzung möglicher Brandeinwirkung auf Bauteile in Verbindung mit der brandschutztechnischen Infrastruktur erfolgt.

Die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, welche die Brandbekämpfungsabschnitte bilden, müssen jedoch, wie unter Ziffer 4.4 ausgeführt, mindestens der äquivalenten Branddauer entsprechen.

6 BERECHNUNGSBEISPIELE

Im folgenden Abschnitt wird in Beispielen die Grundlagen der Anwendung der Industriebaurichtlinie und der DIN 18230 mit einfachen Annahmen gezeigt.

Auf die Berechnungen bezüglich der Ebenennachweise und Teilflächennachweise wird hier nicht eingegangen, da die Komplexität der dazugehörigen Bemessungsbedingungen den Einstieg und das Verständnis der DIN 18230 nur erschwert.

In den vorliegenden Beispielen wurde die neue (DIN 18230-1, Sep. 2010) angewandt.

Die Bestimmung der Größe der Brandbekämpfungsabschnitte nach Abschnitt 7.4 der Industriebaurichtlinie bezieht sich als eigenständige Berechnung auf die jetzt noch geltende (alte) IndBauRL. diese Berechnung ist als eine beispielhafte Rechnung anzusehen.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass bei der Bestimmung der Größe der Brandbekämpfungsabschnitte (BBA) immer die alte Norm mit der alten IndBauRL und die neue Norm mit der neuen IndBauRL (derzeit noch nicht veröffentlicht) anzuwenden ist.

Mit der neuen DIN wurden die Beiwerte verschärft, so dass im Allgemeinen bei der Anwendung der neuen DIN höhere Werte für t_a und erf_{tf} und somit mehr Sicherheit für den Brandfall erreicht wird.

6.1 Beispiel 1

Gegeben:

Erdgeschossige Lagerhalle

Länge: 250 m

Breite: 80 m

Höhe: 14,5 m

Rechnerische Brandbelastung $q_R = 60 \text{ kWh/m}^2$

Horizontale Öffnungen = 2 %

Außenwände: Porenbeton

Brandschutztechnische Infrastruktur:

Vorhanden sind:

- Werkfeuerwehr mit drei hauptamtliche Staffeln
- Löschanlage

Vertikale Öffnungen

20 Türen 1 m x 2 m

5 Tore 3 m x 4 m

20 Fenster 2 m x 2 m

Brüstungshöhe der Fenster 2 m

Gesucht:

- a) Feuerwiderstandsdauer und Brandabschnittsfläche ohne Brandlastermittlung nach Tabelle 1 der IndBauRL
Fall A: mit Löschanlage
Fall B: ohne Löschanlage
- b) Erforderliche Feuerwiderstandsdauer mit Berechnung nach DIN 18230
- c) zulässiger Brandbekämpfungsabschnitt nach Abschnitt 7.5. IndBauRL

Lösungen:

6.1 a

Fall A mit Löschanlage

Sicherheitskategorie nach Tabelle → K 4

Brandabschnittsfläche

- ohne Anforderungen an die Bauteile → 10 000 m²
- Bauteilausführung in F 30 → ebenfalls 10 000 m², da nach Tabelle 1 die Brandabschnitte auf 10 000 m² begrenzt wurden.

Fall B ohne Löschanlage

Sicherheitskategorie nach Tabelle → K 3.4

Brandabschnittsfläche

- ohne Anforderungen an die Bauteile → 4.500 m², wenn
 - die Breite des Industriebaues ≤ 40 m beträgt und
 - RWA - Anlage nach DIN 18230-1 ≥ 5% vorhanden ist
- Bauteilausführung in F 30 → 7.500 m², ohne weitere Anforderungen

6.1 b

Beispiel 1

Rechenverfahren nach DIN 18230 und nach Abschnitt 7 der IndBauRL

	A	B	C	D	E	F	G	
1. Datenerfassung des Objektes								
1	1.1 Gebäude	Löschanlage und 2% RWA						
2								
3		Länge l [m]	250					
4		Breite b [m]	80					
5		mittl. Höhe h [m]	14,5	h/2	7,25			
6		Gesamtfläche A [m ²]	20000					
7								
8	1.1.1 Außenwände c-Faktor	min x m ² / kWh						
9	(7.T1 S.20)	0,25						
10	1.2 rechner. Brandbelastung							
11	qR (6.1 S.16)	60	kWh / m ²					
12								
13	1.3 Brandschutztechnische							
14	Infrastruktur	hauptamtl.	nebenamtl.	Stärke				
15	Werkfeuerwehr	x		3 Staffeln				
16	Löschanlage	x						
17	Brandmeldeanlage							
18								

19	2. Öffnungen					
20						
21	2.1 horizontale Öffnungen		Lichtkuppeln -bänder			
22	%	Maße	Stückz.	[m ²]brutto	Σ m ² (netto)	
23	Σ horizontale Öffnungen [m ²]	2		400		
24	Σ 85% horizontale Öffnungen [m ²] (8.2 a-g S21)					340
25	A_H horizontale Öffnungen					340
26						
27	2.2 vertikale Öffnungen					
28		Stück	B [m]	H [m]	ΣA [m ²]	
29	Türen	20	1	2	40	40
30	Tore	5	3	4	60	60
31	Fenster	20	2	2		80
32		Brüstungshöhe h _B		2		
33	Σ vertikale Öffnungen [m ²]				100	180
34	A_V Σ85%vertikale Öffnungen (8.2a-g S22)				85	153
35						
36	2.2a vertik. Öffnung obere					
37	Hälfte h _{ob} = H +				A _{VOB} = B x h _B [m ²]	
38	Brüstungshöhe h _B -h/2			h _{ob} [m]	Stück	A _{VOB} [m ²]
39	Türen	-5,25	20	-105	0	0
40	Tore	-3,25	5	-48,75	0	0
41	Fenster	-3,25	20	-130		0
42				ΣA _{VOB}	0	0
43	Rechenw. A _{VOB} bei zu geringen horizontalen Öffnungen 85%ΣA _{VOB}				0	0

3. Datenermittlung für Wärmeabzugsfaktor W = w ₀ x α _w						
46						
47	A _h = Σ 85% horizontale Öffnungen [m ²]				340	340
48	85%ΣA _{VOB} (Fläche der oberen Hälfte; Rechenwert)				0	0
49	a _h = A _h / A				0,017	0,017
51						
52	Σ85%vertikale Öffnungen A _V (Rechenwert) [m ²]				85	153
53	Bedingung: wenn a _h < 0,005					
54	muss A _V "=<" 2xA _{VOB}			2xA _{VOB}	0	0
55	(8.3 (10) S23)					
56	somit Rechenwert A _V		ohne vertikale Öffnungen →		85	
			mit vertikalen Öffnungen →			153
	Einfachverglasung		(8:2 d), f) S 22)			
	tä<=15<30min,dann 0,8xA _V	122,4				
	tä>30,dann A _V	0				
	Zweischeibenverglasung					
	tä<15	0				
	tä=15>=30	76,5				
	tä>30	0				
57	somit Rechenwert A _V		mit vertikalen Öffnungen →			122,4

58	$a_v = A_v / A$	av ohne vertikale Öffnungen →	0,00425	
		av mit vertikale Öffnungen →		0,00612
59	wenn $a_v \leq 0,025$, wird a_v 0,025 gesetzt (8.3 (14) S23)		0,025	0,025
60	wenn $a_v > 0,025$ und $a_v < 0,25$, wird 0,25 gesetzt		0	0
	wenn $a_v > 0,25$, wird a_v 0,25 gesetzt		0	0
61	somit Rechenwert a_v	→	0,025	0,025
62				
63				
64				
65	Werte aus Bild 1 und Bild 2			
66	W_0 nach Bild1 aus a_h u. a_v			
67	α_w nach Bild 2 (mittl. Höhe)			
68				
69	oder rechnerische Werte			
70	$\beta_w = 20 \times (1 + 10 \times a_v - 64 \times a_v^2) \geq 16$	$\beta_w =$	24,2	24,2
71				
72			Nebenrechnung	
73			3,86743	3,86743
74	$W_0 = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,4 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$		2,0114	2,0114
75			1,92276	1,92276
76				
77	$W_0 =$		1,92276	1,92276
78				
79	$\alpha_w =$	$(6/h)^{0,3}$	0,76742	0,76742
80				
81	$W = W_0 \times \alpha_w$		1,47557	1,47557
82	wenn $W < 0,5$ dann $W = 0,5$ S21			
83	Somit Wärmeabzugsfaktor W		1,47557	1,47557
84	=			

	A	B	C	D	E	F	G
	4. Berechnung der Branddauer						
88							
89	4.1 Äquivalente Branddauer $t_{\dot{a}}$						
90	c - Faktor n. Tab. (Außenwände)		0,25				
91	qr=		60				
92	$t_{\dot{a}} = qr \times c \times W$ (4.2 (1) S12)						
93	Äquivalente Branddauer $t_{\dot{a}} =$ [min]						
94	ohne Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen			22,1335			
95	mit Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen				22,1335		
96	Wenn $t_{\dot{a}}$ ohne Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen über 15 bzw 30 Minuten liegt, erfolgt die weitere Berechnung mit $t_{\dot{a}}$ unter Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen (blaue Zellen).						
97							

98	4.2 Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer $erf\ t_f = t_a \times \gamma \times \alpha_L$					
99						
100	Sicherheitsbeiwert γ für SK _b 3					
101	nach Tab. 2 (9.2 T.2 S26)	1,2				
102						
103						
104	SK _b 2					
105	SK _b 1					
106	Zusatzbeiwert $\alpha_{L1} \times \alpha_{L2} \times \dots$	α_{L1}	α_{L2}	α_{L3}	α_{L4}	α_{GESAMT}
107	nach Tab.34 einfügen (10.1 T.3 S27)	0,7	1	1	0,6	0,42
108						
109	wenn $q_r \leq 45$, dann 0,8 α_{GESAMT}					
110	wenn $q_r \leq 100$ dann 0,9 α_{GESAMT}					
111	(10.1 S11)					
112	somit α_L	0,378				
113						
114	erf $t_f = t_a \times \gamma \times \alpha_L$	10,04	Minuten			
115						
116						
117						
118	Wenn erf t_f über 90 Minuten, darf die Berechnung nicht nach Abschnitt 7 erfolgen!					
119	Siehe 7.1 IndBauRL					
120						

6.1 Beispiel 2

Berechnung Brandmeldeanlage mit RWA 3 %

	A	B	C	D	E	F	G
1. Datenerfassung des Objektes							
1	1.1 Gebäude	Brandmeldeanlage, 3% RWA					
2							
3	Länge l [m]	250					
4	Breite b [m]	80					
5	mittl. Höhe h [m]	14,5	h/2	7,25			
6	Gesamtfläche A [m ²]	20000					
7							
8	1.1.1 Außenwände c-Faktor	min x m ² / kWh					
9	(7.T1 S.20)	0,25					
10	1.2 rechner. Brandbelastung						
11	qR (6.1 S.16)	60	kWh / m ²				
12							
13	1.3 Brandschutztechnische						
14	Infrastruktur	hauptamtl.	nebenamtl.	Stärke			
15	Werkfeuerwehr	x		3 Staffeln			
16	Löschanlage	x					
17	Brandmeldeanlage						
18							

19	2. Öffnungen						
20							
21	2.1 horizontale Öffnungen	Lichtkuppeln -bänder					
22		%	Maße	Stückz.	[m ²]brutto	Σ m ² (netto)	
23	Σ horizontale Öffnungen [m ²]	3			600		
24	Σ 85% horizontale Öffnungen [m ²] (8.2 a-g S21)					510	
25	A_H horizontale Öffnungen					510	
26							
27	2.2 vertikale Öffnungen						
28		Stück	B [m]	H [m]	ΣA [m ²]		
29	Türen	20	1	2	40	40	
30	Tore	5	3	4	60	60	
31	Fenster	20	2	2	80	80	
32	Brüstungshöhe h _B			2			
33	Σ vertikale Öffnungen [m ²]				100	180	
34	A_V Σ85%vertikale Öffnungen (8.2a-g S22)				85	153	
35							
36	2.2a vertik. Öffnung obere						
37	Hälfte h_{ob} = H +					A _{VOB} = B x h _B [m ²]	
38	Brüstungshöhe h_B -h/2	h _{ob} [m]	Stück	A _{VOB}	A _{VOB} [m ²]		
39	Türen	-5,25	20	-105	0	0	
40	Tore	-3,25	5	-48,75	0	0	
41	Fenster	-3,25	20	-130		0	
42	ΣA _{VOB}					0	0
43	Rechenw. A_{VOB} bei zu geringen horizontalen Öffnungen 85%ΣA_{VOB}					0	0

	A	B	C	D	E	F	G	
	3. Datenermittlung für Wärmeabzugsfaktor W = w₀ x α_w							
46							Interpoliert	
47	A_h = Σ 85% horizontale Öffnungen [m²]				510	510		
48	85%ΣA _{VOB} (Fläche der oberen Hälfte; Rechenwert)				0	0	0,66933316	
49	a_h = A_h / A				0,0255	0,0255		
51								
52	Σ85%vertikale Öffnungen A_V (Rechenwert) [m²]				85	153	56,8933188	
53	Bedingung: wenn a _h < 0,005							
54	muss A _V "=<" 2xA _{VOB}				2xA _{VOB}		0	0
55	(8.3 (10) S23)							
56	somit Rechenwert A_V				ohne vertikale Öffnungen →		85	
					mit vertikalen Öffnungen →		153	
	Einfachverglasung				(8:2 d), f) S 22)			
	tä<=15<30min,dann 0,8xA _V				122,4			
	tä>30,dann A _V				0			
	Zweischeibenverglasung							
	tä<15				0			
	tä=15>=30				76,5			
	tä>30				0			
57	somit Rechenwert A_V				mit vertikalen Öffnungen →		122,4	

58	$a_v = A_v / A$	av ohne vertikale Öffnungen →	0,00425		0
		av mit vertikale Öffnungen →		0,00612	
59	wenn $a_v \leq 0,025$, wird a_v 0,025 gesetzt (8.3 (14) S23)		0,025	0,025	0,025
60	wenn $a_v > 0,025$ und $a_v < 0,25$, wird 0,25 gesetzt		0	0	0
	wenn $a_v > 0,25$, wird a_v 0,25 gesetzt		0	0	
61	somit Rechenwert a_v	→	0,025	0,025	0
62					
63					
64					
65	Werte aus Bild 1 und Bild 2				
66	W_0 nach Bild1 aus a_h u. a_v				
67	α_w nach Bild 2 (mittl. Höhe)				
68					
69	oder rechnerische Werte				
70	$\beta_w = 20 \times (1 + 10 \times a_v - 64 \times a_v^2) \Rightarrow 16$	$\beta_w =$	24,2	24,2	
71					
72			Nebenrechnung		
73			3,86743	3,86743	
74	$W_0 = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,4 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$		2,2171	2,2171	
75			1,74436	1,74436	
76					
77		$W_0 =$	1,74436	1,74436	
78					
79	$\alpha_w =$	$(6/h)^{0,3}$	0,76742	0,76742	
80					
81	$W = W_0 \times \alpha_w$		1,33867	1,33867	
82	wenn $W < 0,5$ dann $W = 0,5$ S21				
83	Somit Wärmeabzugsfaktor W		1,33867	1,33867	
84	=				

	A	B	C	D	E	F	G
	4. Berechnung der Branddauer						
88							
89	4.1 Äquivalente Branddauer $t_{\dot{a}}$						
90	c - Faktor n. Tab. (Außenwände)		0,25				
91	qr=		60				
92	$t_{\dot{a}} = qr \times c \times W$ (4.2 (1) S12)						
93	Äquivalente Branddauer $t_{\dot{a}} =$ [min]						
94	ohne Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen			20,08			
95	mit Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen				20,08		
96	Wenn $t_{\dot{a}}$ ohne Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen über 15 bzw. 30 Minuten liegt, erfolgt die weitere Berechnung mit $t_{\dot{a}}$ unter Berücksichtigung der vertikalen Öffnungen (blaue Zellen).						
97							
98	4.2 Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer $t_{f, \dot{a}} = t_{\dot{a}} \times \gamma \times \alpha_L$						
99							
100	Sicherheitsbeiwert γ für SK _b 3						
101	nach Tab. 2 (9.2 T.2 S26)		1,2				
102							
103							

103							
104	Sk _b 2						
105	Sk _b 1						
106	Zusatzbeiwert $\alpha_{L1} \times \alpha_{L2} \times \dots$	α_{L1}	α_{L2}	α_{L3}	α_{L4}	α_{GESAMT}	
107	nach Tab.34 einfügen (10.1 T.3 S27)	0,7	0,95	1	1	0,665	
108							
109	wenn qr =< 45, dann 0,8 α_{GESAMT}						
110	wenn qr =< 100 dann 0,9 α_{GESAMT}						
111	(10.1 S11)						
112	somit α_L	0,5985					
113							
114	erf tf = $t_a \times \gamma \times \alpha_L$	14,421	Minuten				
115							
116							
117							
118	Wenn erf tf über 90 Minuten, darf die Berechnung nicht nach Abschnitt erfolgen!						
119	Siehe 7.1 IndBauRL						
120							

Bewertung der Ergebnisse der Berechnungsbeispiele Beispiel 1 und 2

Berechnung mit Löschanlage

Äquivalente Branddauer

nach Berechnung DIN 18230

Zwischenergebnis $t_a = 22,137 \text{ Minuten}$

Das Ergebnis bedeutet, dass im vorliegenden Fall durch die vorhandene Brandlast und den vorhandenen Öffnungsflächen, bei einem Vollbrand eine Temperatur auf die Bauteile einwirkt, welche bei einem Brandversuch nach der Einheitstemperaturzeitkurve, einer Versuchsdauer von 22,13 Minuten - äquivalente Branddauer - entspricht.

Erforderliche Feuerwiderstandsdauer

Hier wird nun das Zwischenergebnis mit dem Sicherheitsfaktor γ nach Tabelle 2 DIN 18230 und den Zusatzbeiwert α_L multipliziert

Ergebnis: $erf t_f = 10,04 \text{ Minuten}$

Da die erf t_f unter 15 Minuten liegt, können die Bauteile ohne Feuerwiderstand „F 0“ ausgeführt werden.

Berechnung ohne Löschanlage mit Brandmeldeanlage (Beispiel 2)

Äquivalente Branddauer

nach Berechnung DIN 18230

Zwischenergebnis: $t_a = 20,08 \text{ Minuten}$

Das Ergebnis bedeutet, dass im vorliegenden Fall durch die vorhandene Brandlast und den vorhandenen Öffnungsflächen bei einem Vollbrand eine Temperatur auf die Bauteile einwirkt, welche bei einem Brandversuch nach der Einheitstemperaturzeitkurve, einer Versuchsdauer von 20,08 Minuten - äquivalente Branddauer - entspricht.

erforderliche Feuerwiderstandsdauer

Hier wird nun das Zwischenergebnis mit dem Sicherheitsfaktor γ nach Tabelle 2 DIN 18230 und den Zusatzbeiwert α_L multipliziert

Ergebnis: $erft_F = 14,421 \text{ Minuten}$

Die Bauteile sind in der Feuerwiderstandsklasse „F 0“ möglich.

Im vorliegenden Fall liegt bei einem horizontalen Wärmeabzug von 3 % die $erft_F$ unter 15 Minuten, daher können die Bauteile ohne Feuerwiderstand errichtet werden

Brandbekämpfungsabschnitt nach Abschnitt 7.5 der IndBauRL

Es sei angenommen, dass bei einer Berechnung nach DIN 18230 (alt) die erforderliche Feuerwiderstandsdauer der Bauteile mit 14,421 und die äquivalente Branddauer mit 20,08 ermittelt wurde.

Als nächster Schritt werden die Brandbekämpfungsabschnitte nach der IndBauRL nach Abschnitt 7.5 ermittelt.

Brandbekämpfungsabschnitt

$$zul_{BBA} = 3000 \text{ m}^2 \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5$$

F1 nach Tab. 3 der IndBauRL $\rightarrow 4,3$ (interpoliert)

F2 nach Tab. 4 der IndBauRL $\rightarrow 3,4$

F3 nach Tab. 5 der IndBauRL $\rightarrow 1$

F4 nach Tab. 6 der IndBauRL $\rightarrow 1$

F5 nach Tab. 7 der IndBauRL $\rightarrow 1$

↙ $zul_{BBA} = 3000 \text{ m}^2 \times 4,3 \times 2,5 = 32250 \text{ m}^2$

Erläuterung zur DIN 18230

Die DIN 18230 gilt in Zusammenhang mit der Industriebaurichtlinie.

Diese Norm gilt nicht für Hochhäuser, Lagerguthöhen von mehr als 9 m, Silos, Betriebsgebäuden zur Energieherstellung und -verteilung.

Diese Norm gilt ebenfalls nicht für den Explosionsschutz.

Bei der Bestimmung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer ($t_{f,erf}$) ist das gewählte Rechenverfahren vollständig anzuwenden. Eine Kombination mehrerer Rechenverfahren ist nicht zulässig.

Bei der Nachweisführung kennt man den

- Globalen Nachweis

Der globale Nachweis ist bei jedem Brandbekämpfungsabschnitt zu führen. Dabei wird die vorhandene Brandlast (nach Gleichung 4) und die vorhandenen Ventilationsbedingungen (nach Gleichung 11) gemittelt und als über den Brandbekämpfungsabschnitt gleichmäßig verteilt angesehen.

- Teilabschnittsnachweis

Unter bestimmten Voraussetzungen (Anhang A DIN 18230) können erdgeschossige Gebäude in Teilabschnitte AA unterteilt werden und für jeden Teilabschnitt wird dann die äquivalente Branddauer ermittelt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Brandausbreitung auf den Teilabschnitt begrenzt bleibt.

- Ebenennachweis

Bei Brandbekämpfungsabschnitten mit mehreren Ebenen wird zusätzlich zum globalen Nachweis für jede Ebene t_{aEi} ermittelt. Dabei sind besondere Randbedingungen bei der Berücksichtigung der äquivalenten Branddauer t_{aEi} in Abhängigkeit der Deckenöffnungen zu berücksichtigen.

TEILABSCHNITTE

Gebäudestruktur

Fläche A_B des Brandbekämpfungsabschnittes

Diese Fläche setzt sich aus der Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnittes und der Bodenfläche der Ebenen „i“ (deren Feuerwiderstandsdauer berechnet wird) zusammen.

$$A_B = A_G + \sum_{i=1}^n A_{E,i}$$

A_G = Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnittes

$A_{E,i}$ = Bodenfläche der Ebene i die für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer bemessen ist

n = Gesamtzahl der höher gelegenen Ebenen

Flächen von freien Öffnungen (Gitterroste, Riffelbleche, usw.) Bühnen aus Gitterrosten werden bei der Flächenermittlung nicht berücksichtigt. Die sich auf ihr befindlichen Brandlasten werden der darunterliegenden Fläche zugeschlagen.