

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen
Brandeinwirkungen auf Tragwerke
Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002

DIN**EN 1991-1-2**

ICS 13.220.50; 91.010.30

Ersatz für
DIN V ENV 1991-2-2:1997-05

Eurocode 1: Actions on structures —
Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire;
German version EN 1991-1-2:2002

Eurocode 1: Actions sur les structures —
Partie 1-2: Actions générales – Actions sur les structures exposées au feu;
Version allemande EN 1991-1-2:2002

Die Europäische Norm EN 1991-1-2:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde im Komitee CEN/TC 250/SC 1 „Eurocode 1: Einwirkungen“ unter deutscher Mitwirkung erarbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der Arbeitsausschuss 00.32.00 „Konstruktiver baulicher Brandschutz“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) zuständig.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch die Richtlinie der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, in dem dort Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen müssen im Einzelfall von CEN und der Kommission präzisiert werden.

Zur Anwendung dieser Norm befindet sich ein Nationaler Anhang (informativ) in Vorbereitung.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1991-2-2:1997-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

Die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet und der Text vollständig überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1991-2-2: 1997-05

Fortsetzung 62 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen

Brandeinwirkungen auf Tragwerke

Eurocode 1: Actions on structures —
Part 1-2: General actions —
Actions on structures exposed to fire

Eurocode 1: Actions sur les structures —
Partie 1-2: Actions générales —
Actions sur les structures exposées au feu

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. September 2002 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Kapitel 1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich.....	9
1.2 Normative Verweisungen	10
1.3 Annahmen.....	10
1.4 Unterscheidung von verbindlichen und nicht verbindlichen Regeln	10
1.5 Definitionen	10
1.5.1 Übliche Ausdrücke aus den Eurocode-Brandschutzteilen.....	11
1.5.2 Die allgemeine Bemessung betreffende Fachbegriffe.....	12
1.5.3 Die thermischen Einwirkungen betreffende Begriffe.....	13
1.5.4 Die Wärmeübertragungsberechnung betreffende Begriffe.....	14
1.6 Symbole	15
Kapitel 2 Verfahren zur Tragwerksbemessung im Brandfall.....	20
2.1 Allgemeines.....	20
2.2 Brandszenarien für die Bemessung	21
2.3 Bemessungsbrand	21
2.4 Temperaturberechnung.....	21
2.5 Berechnung der Tragfähigkeit.....	21
Kapitel 3 Thermische Einwirkungen für die Temperaturberechnung.....	22
3.1 Allgemeine Regeln	22
3.2 Nominelle Temperaturzeitkurven	23
3.2.1 Einheits-Temperaturzeitkurve	23
3.2.2 Außenbrandkurve.....	24
3.2.3 Hydrokarbon-Brandkurve	24
3.3 Naturbrandmodelle.....	24
3.3.1 Vereinfachte Brandmodelle.....	24
3.3.2 Allgemeine Brandmodelle	25
Kapitel 4 Mechanische Einwirkungen für die Tragfähigkeitsberechnung	26
4.1 Allgemeines.....	26
4.2 Gleichzeitigkeit von Einwirkungen.....	26
4.2.1 Einwirkungen aus der Bemessung unter normaler Temperatur	26
4.2.2 Zusätzliche Einwirkungen	27
4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen	27
4.3.1 Allgemeine Regel	27
4.3.2 Vereinfachte Regeln.....	27
4.3.3 Lastniveau	28

Anhang A (informativ) Parametrische Temperaturzeitkurven	29
Anhang B (informativ) Thermische Einwirkungen auf außenliegende Bauteile — vereinfachtes Berechnungsverfahren.....	32
B.1 Anwendungsbereich	32
B.2 Anwendungsbedingungen	32
B.3 Auswirkungen des Windes	33
B.3.1 Art der Belüftung	33
B.3.2 Ablenkung der Flammen durch Wind	33
B.4 Brand- und Flammeneigenschaften.....	34
B.4.1 Ohne Zwangsbelüftung.....	34
B.4.2 Zwangsbelüftung.....	37
B.5 Gesamtkonfigurationsfaktor	39
Anhang C (informativ) Lokale Brände	41
Anhang D (informativ) Erweiterte Brandmodelle	44
D.1 Ein-Zonen-Modelle.....	44
D.2 Zwei-Zonen-Modelle	45
D.3 Rechnergestütztes Fluid-Dynamik-Modell (CFD)	46
Anhang E (informativ) Brandlastdichten.....	47
E.1 Allgemeines	47
E.2 Ermittlung von Brandlastdichten	49
E.2.1 Allgemeines	49
E.2.2 Definitionen	49
E.2.3 Geschützte Brandlasten.....	50
E.2.4 Netto-Verbrennungswärme.....	50
E.2.5 Klassifizierung der Brandlast nach Nutzungseinheiten	52
E.2.6 Bestimmung der Brandlast im Einzelfall	52
E.3 Abbrandverhalten.....	52
E.4 Energiefreisetzungsrate Q	53
Anhang F (informativ) Äquivalente Branddauer.....	55
Anhang G (informativ) Konfigurationsfaktor	57
G.1 Allgemeines	57
G.2 Abschattungseffekte	58
G.3 Außenliegende Bauteile.....	58
Literaturhinweise	62

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1991-1-2:2002) wurde vom Technischen Komitee CEN /TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

CEN/TC 250/SC 1 ist verantwortlich für Eurocode 1.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1991-1-2:1995.

Die Anhänge A, B, C, D, E, F und G sind informativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Spezifikationen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und schließlich diese ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerkomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauprodukten-Richtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990, Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung.

EN 1991, Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke.

prEN 1992, Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten.

prEN 1993, Eurocode 3: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten.

prEN 1994, Eurocode 4: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten.

1) Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaft und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken.

prEN 1995, Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten.

prEN 1996, Eurocode 6: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten.

prEN 1997, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik.

prEN 1998, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben.

prEN 1999, Eurocode 9: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen.

Die Eurocode-Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanischer Widerstand und Stabilität und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauprodukten-Richtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Bauteilen für die allgemeine praktische Anwendung. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für außergewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen. Für diese Fälle können zusätzliche Spezialkenntnisse für den Bauplaner erforderlich sein.

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Angaben in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter Europäischer Normen und Richtlinien für die europäische Zulassung selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) Methoden zur Verbindung dieser Klasse oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Prüfverfahren, Entwurfsregeln,
- c) als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen.

Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr 2.

Nationale Fassungen der Eurocodes

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie von CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offen gelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, in dem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten,
- Vorgehensweisen, wenn die Eurocodes mehrere Verfahren zur Wahl anbieten.

Sie dürfen auch Folgendes enthalten:

- Vorschriften zur Verwendung der informativen Anhänge,
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diese ergänzen und nicht widersprechen.

Verhältnis zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ konsistent sind. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Besondere Hinweise zu EN 1991-1-2

EN 1991-1-2 beschreibt die thermischen und mechanischen Einwirkungen für die konstruktive Bemessung von Tragwerken unter Brandbeanspruchung einschließlich der folgenden Aspekte:

Sicherheitstechnische Anforderungen

EN 1991-1-2 ist für Bauherren (z. B. für die Aufstellung ihrer speziellen Anforderungen), Planer, Bauunternehmer und relevante Behörden bestimmt.

Die allgemeine Zielsetzung des Brandschutzes ist die Begrenzung der Risiken für Einzelpersonen und die Gesellschaft, benachbarte Bauwerke und, falls erforderlich, die Umgebung oder direkt betroffene Bauwerke im Brandfall.

Die Bauprodukten-Richtlinie 89/106/EWG nennt die folgende wesentliche Anforderung für den Brandschutz:

„Das Bauwerk muss derartig entworfen und ausgeführt sein, dass bei einem Brand

- die Tragfähigkeit des Bauwerks während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt,

4) Siehe Artikel 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie ebenso wie die Abschnitte 4.2, 4.3.1, 4.3.2 und 5.2 des Grundlagendokumentes Nr 1.

- die Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerks begrenzt bleiben,
- die Ausbreitung von Feuer auf benachbarte Bauwerke begrenzt bleibt,
- die Bewohner des Gebäudes unverletzt verlassen oder durch andere Maßnahmen gerettet werden können,
- die Sicherheit der Rettungsmannschaften berücksichtigt ist.“

Gemäß dem Grundlagendokument Nr. 2 „Brandschutz“⁵⁾ darf die wesentliche Anforderung durch Befolgen verschiedener in den Mitgliedstaaten geltenden Brandschutzstrategien, wie konventionelle Brandszenarien (nominelle Brände) oder „natürliche“ (parametrische Brände) Brandszenarien, einschließlich vorbeugender und abwehrender Brandschutzmaßnahmen erfüllt werden.

Die den Brandschutz betreffenden Teile der Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau behandeln bestimmte Aspekte des vorbeugenden Brandschutzes, indem Regeln für die Bemessung und Konstruktion von Bauwerken und Bauteilen hinsichtlich einer ausreichenden Tragfähigkeit und, falls erforderlich, der Begrenzung der Brandausbreitung festgelegt werden.

Die funktionellen Anforderungen und die Leistungsniveaus können entweder als Feuerwiderstandsdauer z. B. bei Einheits-Temperaturzeitkurve, die im Allgemeinen in nationalen Brandschutzregularien angegeben wird, festgelegt werden, oder, wenn dies nach den nationalen Brandschutzregularien zulässig ist, als Aufgabe des Brandschutzingenieurs unter Berücksichtigung vorbeugender und abwehrender Brandschutzmaßnahmen erreicht werden.

Zusätzliche Anforderungen, die zum Beispiel

- den möglichen Einbau und die Instandhaltung von Sprinkleranlagen,
 - die Bedingungen für die Bewohnbarkeit von Gebäude- oder Brandabschnitten,
 - die Verwendung von zugelassenen Dämm- und Beschichtungstoffen einschließlich ihrer Instandhaltung
- betreffen, sind nicht Gegenstand dieses Dokuments, da sie von der zuständigen Behörde festgelegt werden.

Zahlenwerte für Teilfaktoren und andere Elemente zuverlässigkeitsabhängiger Größen werden als empfohlene Werte angegeben, die ein annehmbares Niveau der Zuverlässigkeit ergeben. Sie wurden unter der Annahme ausgewählt, dass eine qualifizierte Ausführung vorliegt zusammen mit einem annehmbaren Qualitätsmanagement.

Bemessungsverfahren

Ein vollständiges analytisches Verfahren der konstruktiven Bemessung im Brandfall würde das Tragverhalten bei erhöhten Temperaturen, die mögliche Beanspruchung durch Wärme und die positiven Auswirkungen von vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen sowie die mit diesen drei Faktoren verbundenen Ungewissheiten und die Bedeutung des Bauwerks (Konsequenzen bei Versagen) berücksichtigen.

Gegenwärtig ist es möglich, ein Verfahren zur Bestimmung einer adäquaten Leistungsfähigkeit durchzuführen, das, wenn auch nicht alle, so doch einige dieser Parameter beinhaltet, und nachzuweisen, dass das Bauwerk oder seine Bauteile bei einem tatsächlichen Brand eine adäquate Leistungsfähigkeit aufweisen werden. Wenn das Verfahren jedoch auf einer nominellen Brandkurve beruht, berücksichtigt das Klassifizierungssystem, das auf spezifischen Feuerwiderstandsdauern beruht, die oben angegebenen Merkmale und Ungewissheiten (wenn auch nicht explizit).

5) Siehe 2.2, 3.2(4) und 4.2.3.3 des Grundlagendokuments Nr 2.

Die Anwendung dieses Teils 1-2 ist im Folgenden dargestellt. Die Ansätze durch festgelegte Vorgaben und durch leistungsabhängige Festlegungen werden bestimmt. Der Ansatz durch festgelegte Vorgaben beruht auf nominellen Bränden, aus denen sich die thermischen Einwirkungen ergeben. Der auf leistungsabhängigen Festlegungen beruhende Ansatz, bei dem der Brandschutzingenieur die Brandschutzbemessung durchführt, bezieht sich auf thermische Einwirkungen, die auf physikalischen und chemischen Parametern beruhen.

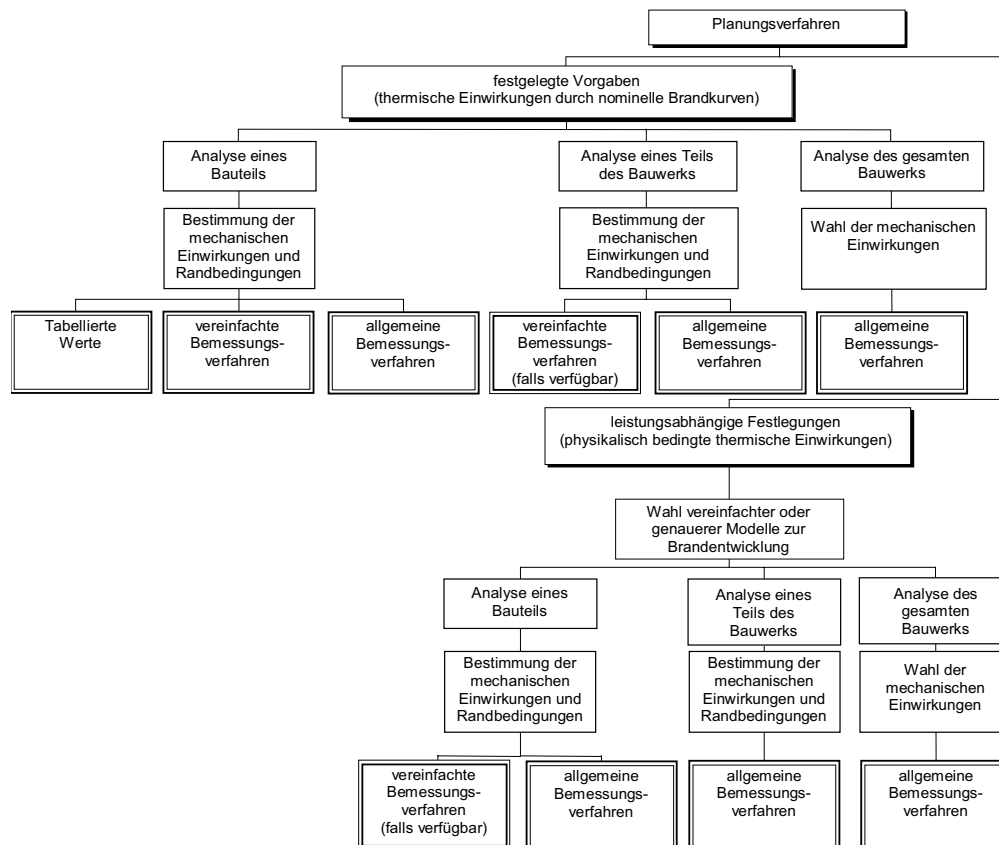


Bild 1 — Alternative Bemessungsverfahren

Planungshilfen

Es wird erwartet, dass auf den Berechnungsmodellen nach EN 1991-1-2 beruhende Planungshilfen von den interessierten externen Organisationen erarbeitet werden.

Der Haupttext der EN 1991-1-2 beinhaltet die meisten der prinzipiellen Konzepte und Regeln, die für die Beschreibung der thermischen und mechanischen Einwirkungen auf das Bauwerk erforderlich sind.

Nationaler Anhang zu prEN 1991-1-2

Diese Norm enthält alternative Verfahren und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1991-1-2 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern enthalten, mit dem die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Nationale Festlegungen sind nach EN 1991-1-2 in den folgenden Abschnitten vorgesehen:

- 2.4(4)
- 3.1(10)
- 3.3.1.1(1)
- 3.3.1.2(1)
- 3.3.1.2(2)
- 3.3.1.3(1)
- 3.3.2(1)
- 3.3.2(2)
- 4.2.2(2)
- 4.3.1(2)

Kapitel 1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) Die in diesem Teil 1-2 von EN 1991 angegebenen Verfahren sind auf Gebäude mit Brandlasten entsprechend der Gebäudeart und Gebäudenutzung anwendbar.

(2) Dieser Teil 1-2 von EN 1991 behandelt die thermischen und mechanischen Einwirkungen auf Tragwerke unter Brandbeanspruchung. Er ist vorgesehen in Verbindung mit den Brandschutzteilen der prEN 1992 bis prEN 1996 und prEN 1999, die die Regeln für die Bemessung von Tragwerken auf ihre Tragfähigkeit im Brandfall enthalten, angewendet zu werden.

(3) Dieser Teil 1-2 von EN 1991 enthält nominelle und aus der Physik abgeleitete thermische Einwirkungen. Die Anhänge enthalten zusätzliche Angaben zu Daten und physikalischen Modellen für thermische Einwirkungen.

(4) Dieser Teil 1-2 von EN 1991 gibt verbindliche und nicht verbindliche Regeln für thermische und mechanische Einwirkungen, die zusammen mit EN 1990, EN 1991-1-1, EN 1991-1-3 und EN 1991-1-4 anzuwenden sind.

(5) Die Bestimmung des Schadens an einem Gebäude nach einem Brand wird in diesem Dokument nicht behandelt.

1.2 Normative Verweisungen

(1)P Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ANMERKUNG Auf die folgenden Europäischen Normen, die veröffentlicht wurden oder in Vorbereitung sind, wird in normativen Abschnitten Bezug genommen:

prEN 13501-2, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten — Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.*

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung.*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigenlasten, Nutzlasten für Gebäude.*

prEN 1991-1-3, *Eurocode 1: Teil 1-3: Einwirkungen auf Tragwerke — Schneelasten.*

prEN 1991-1-4, *Eurocode 1: Teil 1-4: Einwirkungen auf Tragwerke — Windlasten.*

prEN 1992, *Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.*

prEN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.*

prEN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton.*

prEN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten.*

prEN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten.*

prEN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken aus Aluminium.*

1.3 Annahmen

(1)P Zusätzlich zu den allgemeinen Annahmen in EN 1990 gelten die folgenden Annahmen:

- jede berücksichtigte aktive oder passive Brandschutzmaßnahme wird ausreichend gewartet,
- die Wahl des maßgebenden Brandszenarios wird durch entsprechend qualifiziertes Personal getroffen oder wird durch die zuständigen nationalen Regeln festgelegt.

1.4 Unterscheidung von verbindlichen und nicht verbindlichen Regeln

(1) Die in EN 1990, 1.4, angegebenen Regeln sind anzuwenden.

1.5 Definitionen

(1)P Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 1990:2002, 1.5, angegebenen und die folgenden Begriffe.

1.5.1 Übliche Ausdrücke aus den Eurocode-Brandschutzteilen

1.5.1.1

äquivalente Branddauer [equivalent time of fire exposure]

Zeitdauer unter Beanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve, in der die gleiche Wärmeeinwirkung unterstellt wird wie bei einem echten Brand im Brandabschnitt

1.5.1.2

außenliegendes Bauteil [external member]

Bauteile außerhalb von Gebäuden, die einem Brand durch Öffnungen in den Fassaden oder Dächern ausgesetzt sein können

1.5.1.3

Brandabschnitt [fire compartment]

Gebäudebereich über ein oder mehrere Geschosse, der von raumabschließenden Bauteilen derart umschlossen ist, dass eine Brandweiterleitung in andere Gebäudeteile während der maßgebenden Brandbeanspruchung verhindert wird

1.5.1.4

Feuerwiderstandsfähigkeit [fire resistance]

Fähigkeit eines Tragwerks, eines Tragwerkteiles oder eines Bauteils, die geforderten Funktionen (Tragfähigkeit und/oder Raumabschluss) für eine bestimmte Brandbeanspruchung und für eine bestimmte Dauer zu erfüllen

1.5.1.5

voll entwickelter Brand [fully developed fire]

Brandstadium, in dem alle vorhandenen brennbaren Stoffe in einem Brandabschnitt erfasst sind

1.5.1.6

globale Tragwerksberechnung (für den Brandfall) [global structural analysis (for fire)]

statische Berechnung eines Gesamttragwerkes, wenn entweder das gesamte Tragwerk oder nur ein Teil davon einem Brand ausgesetzt ist. Indirekte Brandeinwirkungen werden dabei im gesamten Tragwerk berücksichtigt

1.5.1.7

indirekte Brandeinwirkungen [indirect fire actions]

Kräfte und Momente, die durch thermisch bedingte Verformungen und Dehnungen oder durch Temperaturgradienten entstehen

1.5.1.8

Raumabschluss (E) [integrity (E)]

Fähigkeit eines trennenden Bauteils, bei Brandbeanspruchung auf der einen Seite zu verhindern, dass Flammen oder heiße Gase durch es hindurch gelangen und Flammen auf der anderen (brandabgewandten) Seite auftreten

1.5.1.9

Wärmedämmung (I) [insulation (I)]

Fähigkeit eines trennenden Bauteils, bei Brandbeanspruchung auf der einen Seite die Temperaturentwicklung auf der anderen (brandabgewandten) Oberfläche auf bestimmte Größen zu begrenzen

1.5.1.10

lasttragende Funktion (R) [load bearing function (R)]

Fähigkeit eines Tragwerks oder eines Bauteils, bestimmten Einwirkungen entsprechend vorgegebenen Kriterien während des Brandes standzuhalten

1.5.1.11

Bauteil [member]

Grundelement eines Tragwerks (so wie Träger, Stütze, aber auch Zusammenbauten wie Ständerwände, Fachwerkträger, ...), das unter Berücksichtigung von Rand- und Auflagerbedingungen einzeln betrachtet wird

1.5.1.12

Bauteilberechnung (im Brandfall) [member analysis (for fire)]

thermische und mechanische Berechnung eines Bauteils unter Brandbeanspruchung, in der das Bauteil einzeln mit entsprechenden Auflager- und Randbedingungen betrachtet wird. Indirekte Brandeinwirkungen werden nicht betrachtet, außer sie haben ihre Ursache in Temperaturgradienten

1.5.1.13

Bemessung bei normaler Temperatur [normal temperature design]

Tragfähigkeitsbemessung für Umgebungstemperaturen nach Teil 1-1 von prEN 1992 bis prEN 1996 oder prEN 1999

1.5.1.14

raumabschließende Funktion [separating function]

Fähigkeit eines trennenden Bauteils, die Brandausbreitung (z. B. durch Durchgang von Flammen und heißen Gasen – siehe Raumabschluss (E)) oder die Entflammung auf der brandabgewandten Seite (siehe Wärmedämmung (I)) während des maßgebenden Brandes zu verhindern

1.5.1.15

raumabschließendes Bauteil [separating element]

tragendes oder nicht tragendes Bauteil (z. B. eine Wand), die einen Teil der Hülle eines Brandabschnittes bildet

1.5.1.16

Feuerwiderstandsfähigkeit unter Einheits-Temperaturzeitkurve [standard fire resistance]

Fähigkeit eines Tragwerkes oder eines Tragwerkteiles (im Allgemeinen nur Bauteile), die geforderten Funktionen (Tragfähigkeit und/oder Raumabschluss) unter einer Brandbeanspruchung gemäß der Einheits-Temperaturzeitkurve für eine festgelegte Dauer zu erfüllen

1.5.1.17

tragende Bauteile [structural members]

lastabtragende Bauteile eines Tragwerkes einschließlich der Aussteifungen

1.5.1.18

Temperaturberechnung [temperature analysis]

Berechnung der Temperaturentwicklung in Bauteilen auf der Grundlage der thermischen Einwirkungen (Netto-Wärmestrom), der thermischen Werkstoffeigenschaften der Bauteile und gegebenenfalls der schützenden Oberflächen

1.5.1.19

thermische Einwirkungen [thermal actions]

Einwirkungen auf das Tragwerk, die durch den Netto-Wärmestrom zu den Bauteilen beschrieben werden

1.5.2 Die allgemeine Bemessung betreffende Fachbegriffe

1.5.2.1

allgemeines Brandmodell [advanced fire model]

Bemessungsbrand auf Grundlage von Massen- und Energieerhaltungsgrundsätzen

1.5.2.2

rechnergestütztes Fluid-Dynamik-Modell [computational fluid dynamic model]

Brandmodell, das in der Lage ist, die Differentialgleichungen, die an allen Orten des Brandabschnitts die thermodynamischen und aerodynamischen Größen liefern, zu lösen

1.5.2.3**Brandwand [fire wall]**

Trennwand zwischen zwei Brandabschnitten (im Allgemeinen zwei Gebäude), die neben der Feuerwiderstandsfähigkeit und der Standsicherheit unter Umständen auch eine ausreichende mechanische Widerstandsfähigkeit gegen horizontale Stoßbeanspruchung aufweist, so dass auch im Fall eines Brandes und gegebenenfalls bei Tragwerksversagen in einem Abschnitt die Brandweiterleitung in den anderen Abschnitt verhindert wird

1.5.2.4**Ein-Zonen-Modell [one-zone model]**

ein Brandmodell, das von einer gleichmäßigen Gastemperatur im Brandabschnitt ausgeht

1.5.2.5**einfaches Brandmodell [simple fire model]**

ein Bemessungsbrand auf Grundlage eines begrenzten Anwendungsfeldes bestimmter physikalischer Größen

1.5.2.6**Zwei-Zonen-Modell [two-zone model]**

Brandmodell, in dem unterschiedliche Zonen in einem Brandabschnitt definiert werden: Die obere Schicht, die untere Schicht, das Feuer und seine Plume, das äußere Gas und die Wände. In der oberen Schicht wird von einer einheitlichen Gastemperatur ausgegangen

1.5.3 Die thermischen Einwirkungen betreffende Begriffe**1.5.3.1****Abbrandfaktor [combustion factor]**

er gibt die Vollständigkeit der Verbrennung an und liegt zwischen 1 für die vollständige Verbrennung und 0 für nichtbrennbar

1.5.3.2**Bemessungsbrand [design fire]**

definierter Brandverlauf, der bei der Brandschutzbemessung zugrunde gelegt wird

1.5.3.3**Bemessungswert der Brandlastdichte [design fire load density]**

Brandlastdichte, die für die thermische Einwirkung bei der Brandschutzbemessung angenommen wird; der Zahlenwert berücksichtigt Unsicherheiten

1.5.3.4**Bemessungsbrandfall [design fire scenario]**

bestimmter Brandfall (Brandszenario), für den die Berechnung durchgeführt wird

1.5.3.5**Außenbrandkurve [external fire curve]**

nominelle Temperaturzeitkurve zur Anwendung auf die Außenfläche raumabschließender Außenwände, die von verschiedenen Teilen der Fassade aus einem Brand ausgesetzt sein können, d. h. unmittelbar aus dem Inneren des jeweiligen Brandabschnittes oder aus einem Brandabschnitt, der sich unter der jeweiligen Außenwand befindet oder an diese angrenzt

1.5.3.6**Brandentstehungsrisiko [fire activation risk]**

Parameter, der die Gefahr der Brandentstehung als Funktion der Brandabschnittsfläche und der Nutzung berücksichtigt

1.5.3.7**Brandlastdichte [fire load density]**

Brandlast je Flächeneinheit bezogen auf die Geschossfläche q_f , oder bezogen auf die Oberfläche der gesamten Umhüllung q_t einschließlich Öffnungen

1.5.3.8

Brandlast [fire load]

Summe der Wärmeenergien, die bei der Verbrennung aller brennbaren Stoffe (Innenausstattung und Einrichtungsgegenstände sowie Bauteile) in einem Gebäudebereich frei werden

1.5.3.9

Brandfall (Brandszenario) [fire scenario]

qualitative Beschreibung des Brandverlaufs mit Zeitangaben für Schlüsselereignisse, die den Brand charakterisieren und von anderen möglichen Bränden unterscheidet. Es beschreibt üblicherweise den Entstehungs- und Wachstumsprozess eines Brandes sowie seine voll entwickelte Phase und seine Abnahme in Zusammenhang mit der Gebäudeausstattung und Teilen, die im Laufe des Brandes versagen

1.5.3.10

Feuerüberschlag [flash-over]

gleichzeitige Entzündung aller Brandlasten in einem Brandabschnitt

1.5.3.11

Hydrokarbon-Brandkurve [hydrocarbon fire curve]

nominelle Temperaturzeitkurve zur Darstellung von Hydrokarbon-Brandlasten

1.5.3.12

lokaler Brand [localised fire]

Brand, der nur eine begrenzte Fläche der Brandlast in einem Brandabschnitt entfacht

1.5.3.13

Öffnungsfaktor [opening factor]

Faktor, der die Ventilationsbedingungen in einem Brandabschnitt widerspiegelt. Er ist abhängig von der Fläche der Öffnungen in den Brandabschnittswänden, der Höhe dieser Öffnungen und der gesamten Umfassungsfläche des Brandabschnittes

1.5.3.14

Energiefreisetzungsrate [rate of heat release]

Energie (Wärme), die von einem brennbaren Erzeugnis zeitabhängig abgegeben wird

1.5.3.15

Einheits-Temperaturzeitkurve [standard temperature-time curve]

nominelle Temperaturzeitkurve, die in prEN 13501-2 definiert ist, um einen voll entwickelten Brand in einem Brandabschnitt abzubilden

1.5.3.16

Temperaturzeitkurven [temperature-time curves]

Brandgastemperaturen in der Umgebung der Bauteiloberflächen in Abhängigkeit von der Zeit. Das können sein

- **nominelle Temperaturzeitkurven:** Kurven, die üblicherweise für die Klassifizierung oder den Nachweis der Feuerwiderstandsfähigkeit anerkannt sind, z. B. die Einheits-Temperaturzeitkurve;
- **parametrische Temperaturzeitkurven:** Auf der Grundlage von Brandmodellen und den spezifischen physikalischen Parametern, die die Bedingungen im Brandabschnitt beschreiben, ermittelte Kurven.

1.5.4 Die Wärmeübertragungsberechnung betreffende Begriffe

1.5.4.1

Konfigurationsfaktor [configuration factor]

der Konfigurationsfaktor für die Wärmeübertragung durch Strahlung von der Oberfläche A zu Oberfläche B ist definiert als der Anteil der von Oberfläche A diffus abgestrahlten Energie, die auf Oberfläche B einfällt

1.5.4.2**konvektiver Wärmeübergangskoeffizient [convective heat transfer coefficient]**

Menge der konvektiv mit einem Bauteil ausgetauschten Wärme, bezogen auf die Differenz zwischen Umgebungstemperatur und Oberflächentemperatur

1.5.4.3**Emissivität [emissivity]**

entspricht der Absorption einer Oberfläche, d. h. dem Verhältnis zwischen der Strahlungswärme, die von der gegebenen Oberfläche im Verhältnis zu der Oberfläche eines schwarzen Körpers absorbiert wird

1.5.4.4**Netto-Wärmestrom [net heat flux]**

von Bauteilen absorbierte Energie pro Zeiteinheit und Oberfläche

1.6 Symbole

(1)P Bei der Anwendung dieses Teil 1-2 gelten die folgenden Symbole.

Lateinische Großbuchstaben

A	Fläche des Brandabschnittes
$A_{ind,d}$	Bemessungswert für indirekte Einwirkung durch den Brand
A_f	Bodenfläche eines Brandabschnittes
A_{fi}	Brandfläche
A_h	Fläche der horizontalen Öffnungen im Dach eines Brandabschnittes
$A_{h,v}$	gesamte Fläche der Öffnungen in der Hülle ($A_{h,v} = A_h + A_v$)
A_j	Fläche der Oberfläche j , Öffnungen nicht eingeschlossen
A_t	gesamte Fläche der Hülle (Wände, Decken und Boden, einschließlich der Öffnungen)
A_v	gesamte Fläche der vertikalen Öffnungen in allen Wänden ($A_v = \sum_i A_{v,i}$)
$A_{v,i}$	Fläche des Fensters „i“
C_i	Schutzkoeffizient der Bauteiloberfläche i
D	Tiefe des Brandabschnittes, Durchmesser des Brandes
E_d	Bemessungswert der maßgebenden Beanspruchung aus der Grundkombination nach EN 1990
$E_{fi,d}$	zeitlich unabhängiger Bemessungswert maßgebender Beanspruchung im Brandfall
$E_{fi,d,t}$	Bemessungswert der maßgebenden Beanspruchung im Brandfall zum Zeitpunkt t
E_g	innere Energie von Gas
H	Abstand zwischen Brandherd und Decke
H_u	Netto-Heizwert unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit

EN 1991-1-2:2002 (D)

H_{u0}	Netto-Heizwert des trockenen Materials
H_{ui}	Netto-Heizwert von Material i
L_c	Länge des Brandherdes
L_f	Länge der Flammendecke
L_H	Horizontale Projektion der Flamme (von der Fassade)
L_h	Horizontale Flammenlänge
L_L	Flammenhöhe (über der Öffnung)
L_x	Länge der Achse vom Fenster zu dem Punkt, für den die Berechnung durchgeführt wird
$M_{k,i}$	Menge des brennbaren Materials i
O	Öffnungsfaktor des Brandabschnitts ($O = A_v \sqrt{h_{eq}} / A_t$)
O_{lim}	abgeminderter Öffnungsfaktor im Falle brandlastgesteuerter Brände
P_{int}	innerer Druck
Q	Energiefreisetzungsrate des Brandes
Q_c	konvektiver Anteil der Energiefreisetzungsrate Q
$Q_{fi,k}$	charakteristische Brandlast
$Q_{fi,k,i}$	charakteristische Brandlast des Materials i
Q_D^*	Energiefreisetzungskoeffizient bezogen auf den Durchmesser D eines lokalen Brandes
Q_H^*	Energiefreisetzungskoeffizient bezogen auf die Höhe H eines Brandabschnittes
$Q_{k,1}$	charakteristischer Wert der führenden Einwirkung
Q_{max}	maximale Energiefreisetzungsrate
Q_{in}	Energie, die durch Gasströmung durch die Öffnungen eintritt
Q_{out}	Energie, die durch Gasströmung durch die Öffnungen austritt
Q_{rad}	Energie, die durch Strahlung durch die Öffnungen verloren geht
Q_{wall}	Energie, die durch Strahlung und Konvektion an die Oberfläche des Brandabschnittes abgegeben wird
R	ideale Gaskonstante (= 287 [J/kgK])
R_d	Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Bauteils unter normalen Temperaturen
$R_{fi,d,t}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Bauteils im Brandfall zum Zeitpunkt t
RHR_f	maximale Energiefreisetzungsrate bezogen auf 1 m ²

T	die Temperatur [K]
T_{amb}	die Umgebungstemperatur [K]
T_0	die Anfangstemperatur (= 293 [K])
T_f	die Temperatur im Brandabschnitt [K]
T_g	Gastemperatur [K]
T_w	Temperatur der Flamme am Fenster [K]
T_z	Temperatur der Flamme entlang der Flammenachse [K]
W	Breite einer Wand mit einem oder mehreren Fenstern (W_1 und W_2)
W_1	Breite der Wand 1, die die größte Fensterfläche besitzt
W_2	Breite der Wand des Brandabschnitts, die senkrecht auf der Wand W_1 steht
W_a	horizontale Projektion eines Sonnenschutzes
W_C	Breite des Brandherdes

Lateinische Kleinbuchstaben

b	Wärmespeichervermögen der gesamten Hülle ($b = \sqrt{(\rho c \lambda)}$)
b_i	Wärmespeichervermögen der Schicht i einer Umfassungsfläche
b_j	Wärmespeichervermögen einer Umfassungsfläche j
c	spezifische Wärmekapazität
d_{eq}	geometrische Eigenschaft eines außenliegenden Bauteils (Durchmesser oder Kantenlänge)
d_f	Flammendicke
d_i	Querschnittsabmessung der Bauteiloberfläche i
g	die Erdbeschleunigung
h_{eq}	gewichtetes Mittel der Fensterhöhen in allen Wänden $\left(h_{\text{eq}} = \left(\sum_i (A_{v,i} h_i) \right) / A_v \right)$
h_i	Höhe von Fenster i
$\dot{h}$	Wärmestrom in 1 m ² Oberfläche
$\dot{h}_{\text{net}}$	Netto-Wärmestrom in 1 m ² Oberfläche
$\dot{h}_{\text{net,c}}$	Netto-Wärmestrom durch Konvektion in 1 m ² Oberfläche
$\dot{h}_{\text{net,r}}$	Netto-Wärmestrom durch Strahlung in 1 m ² Oberfläche

$\dot{h}_{\text{tot}}$	gesamter Wärmestrom in 1 m ² Oberfläche
$\dot{h}_i$	Wärmestrom in 1 m ² Oberfläche infolge Brand i
k	Korrekturfaktor
k_b	Umrechnungsfaktor
k_c	Korrekturfaktor
m	Massen, Abbrandfaktor
$\dot{m}$	Massenstrom
$\dot{m}_{\text{in}}$	Massenstrom von Gasen, der durch die Öffnungen eintritt
$\dot{m}_{\text{out}}$	Massenstrom von Gasen, der durch die Öffnungen austritt
$\dot{m}_{\text{fi}}$	Menge entstehender Verbrennungsprodukte
q_f	Brandlastdichte bezogen auf die Größe der Oberfläche A_f
$q_{f,d}$	Bemessungsbrandlastdichte bezogen auf die Bodenfläche A_f
$q_{f,k}$	charakteristische Brandlastdichte bezogen auf die Bodenfläche A_f
q_t	Brandlastdichte bezogen auf die Größe der Oberfläche A_t
$q_{t,d}$	Bemessungsbrandlastdichte bezogen auf die Größe der Oberfläche A_t
$q_{t,k}$	charakteristische Brandlastdichte bezogen auf die Größe der Oberfläche A_t
r	horizontaler Abstand zwischen der vertikalen Feuerachse und dem Ort an der Decke, an dem der Wärmestrom berechnet wird
s_i	Dicke der Schicht i
s_{lim}	Schichtdickengrenze
t	Zeit
$t_{e,d}$	äquivalente Branddauer
$t_{fi,d}$	Feuerwiderstandsdauer (Eigenschaft eines Bauteils oder Tragwerks)
$t_{fi,requ}$	erforderliche Feuerwiderstandsdauer
t_{lim}	Zeitpunkt der maximalen Gastemperatur im Falle eines gesteuerten Brandes
t_{max}	Zeitpunkt der maximalen Gastemperatur
t_α	Koeffizient für Feuerwachstumsrate
u	Windgeschwindigkeit, Feuchtegehalt
w_i	Breite von Fenster „i“