

DIN EN 1999-1-2



ICS 13.220.50; 91.010.30; 91.080.10

Ersatz für
DIN EN 1999-1-2:2007-05 und
DIN EN 1999-1-2
Berichtigung 1:2010-05

**Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken –
Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall;
Deutsche Fassung EN 1999-1-2:2007 + AC:2009**

Eurocode 9: Design of aluminium structures –
Part 1-2: Structural fire design;
German version EN 1999-1-2:2007 + AC:2009

Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium –
Partie 1-2: Calcul du comportement au feu;
Version allemande EN 1999-1-2:2007 + AC:2009

Gesamtumfang 61 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1999-1-2:2007 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist hierfür der Arbeitsausschuss NA 005-52-22 AA „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 das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Union für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, in dem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedstaaten vorgesehen sind. Die im Vorwort dieser Europäischen Norm angegebenen Fristen korrelieren in etwa mit diesen Übergangsfristen.

Die Anwendung dieser Norm ist in Deutschland nur in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

In Abhängigkeit von der Bedeutung der einzelnen Absätze wird in dieser Norm zwischen verbindlichen Regeln und Anwendungsregeln unterschieden (siehe auch 1.4 dieser Europäischen Norm). Die verbindlichen Regeln sind durch den Buchstaben P nach der Nummer des Absatzes gekennzeichnet, z. B. (1)P. Bei allen Absätzen, die nicht als verbindliche Regeln gekennzeichnet sind, handelt es sich um Anwendungsregeln.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen **AC** **AC** angezeigt.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1999-1-2:1999-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute von CEN zu ENV 1999-1-2:1999 wurden berücksichtigt und der Inhalt wurde vollständig überarbeitet;
- b) der Vornormcharakter wurde aufgehoben.

Gegenüber DIN EN 1999-1-2:2007-05 und DIN EN 1999-1-2 Berichtigung 1:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- b) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1999-1-2: 1999-10
DIN EN 1999-1-2: 2007-05
DIN EN 1999-1-2 Berichtigung 1: 2010-05

Deutsche Fassung

**Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion
von Aluminiumtragwerken —
Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall**

Eurocode 9: Design of aluminium structures —
Part 1-2: Structural fire design

Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium —
Partie 1-2: Calcul du comportement au feu

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. September 2006 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 14. Oktober 2009 in Kraft und wurde in EN 1999-1-2:2007 eingearbeitet.

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 des CEN 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2009 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN 1999-1-2:2007 + AC:2009 D

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Allgemeines	10
1.1 Anwendungsbereich	10
1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1999	10
1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1999-1-2	10
1.2 Normative Verweisungen	11
1.3 Annahmen	12
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	12
1.5 Begriffe	12
1.5.1 Besondere Begriffe zur allgemeinen Bemessung	12
1.5.2 Begriffe mit Bezug auf thermische Einwirkungen	12
1.5.3 Begriffe mit Bezug auf Baustoffe und Bauprodukte	12
1.5.4 Begriffe mit Bezug auf Wärmeübertragungsberechnungen	13
1.5.5 Begriffe mit Bezug auf die Berechnung des Tragverhaltens	13
1.6 Symbole	14
2 Grundlagen der Bemessung	15
2.1 Anforderungen	15
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	15
2.1.2 Brandbeanspruchung mit nomineller Brandkurve	16
2.1.3 Parametrische Brandbeanspruchung	16
2.2 Einwirkungen	16
2.3 Bemessungswerte der Materialeigenschaften	16
2.4 Nachweisverfahren	17
2.4.1 Allgemeines	17
2.4.2 Bauteilberechnung	17
2.4.3 Teiltragwerksberechnung	19
2.4.4 Gesamttragwerksberechnung	20
3 Materialeigenschaften	20
3.1 Allgemeines	20
3.2 Mechanischen Eigenschaften von Aluminiumlegierungen	20
3.2.1 Festigkeits- und Verformungseigenschaften	20
3.2.2 Rohdichte	23
3.3 Thermische Eigenschaften	23
3.3.1 Aluminiumlegierungen	23
3.3.2 Brandschutzbekleidungen	26
4 Tragwerksbemessung im Brandfall	26
4.1 Allgemeines	26
4.2 Vereinfachte Berechnungsverfahren	26
4.2.1 Allgemeines	26
4.2.2 Tragfähigkeit	27
4.2.3 Temperaturentwicklung in Aluminium	30
4.3 Allgemeine Berechnungsverfahren	36
4.3.1 Allgemeines	36
4.3.2 Thermische Analyse	36
4.3.3 Mechanische Analyse	36
4.3.4 Überprüfung von allgemeinen Berechnungsmodellen	37
Anhang A (informativ) Eigenschaften von nicht in EN 1999-1-1 angegebenen Aluminiumlegierungen	38
Anhang B (informativ) Wärmeübertragung auf Außenbauteile aus Aluminiumlegierungen	39
B.1 Allgemeines	39
B.1.1 Grundlagen	39
B.1.2 Vereinbarungen zu den Abmessungen	39

	Seite
B.1.3 Wärmebilanz	39
B.1.4 Gesamtkonfigurationsfaktoren	42
B.2 Nicht direkt beflamnte Stützen.....	42
B.2.1 Wärmeübertragung durch Strahlung	42
B.2.2 Emissionswert der Flamme	43
B.2.3 Flammentemperatur	47
B.2.4 Absorbtionswert der Flamme.....	48
B.3 Nicht direkt beflamnte Träger	48
B.3.1 Wärmeübertragung durch Strahlung	48
B.3.2 Emissionswert der Flamme	50
B.3.3 Flammentemperatur	51
B.3.4 Absorbtionswert der Flamme.....	51
B.4 Direkt beflamnte Stützen	51
B.5 Voll oder teilweise beflamnte Träger.....	54
B.5.1 Wärmeübertragung durch Strahlung	54
B.5.2 Emissionswert der Flammen.....	58
B.5.3 Absorbtionswert der Flamme.....	58
Literaturhinweise	59

Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1999-1-2:2007 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm ersetzt ENV 1999-1-2:1998.

CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Aktionsprogramm 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 Aktionsprogramms 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 Lenkungsausschusses mit Vertretern der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts 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 Bauproduktenrichtlinie, 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 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1991, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

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 (BC/CEN/03/89).

EN 1992, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

EN 1993, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

EN 1994, Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton

EN 1995, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten

EN 1996, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

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

EN 1998, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben

EN 1999, Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

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 von Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie des Rates 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und die dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Erstellung 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 Bauproduktenrichtlinie 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.

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Anforderungen 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 wesentlichen Anforderungen zu konkretisieren, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungsstufen vereinheitlicht werden,
- b) Methoden zur Verbindung dieser Klassen oder Anforderungsstufen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. Berechnungs- oder Nachweisverfahren, technische Entwurfsregeln usw.,
- 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.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und die 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.

Nationale Fassungen der Eurocodes

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

Der Nationale Anhang (informativ) 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 für Teilsicherheitsbeiwerte 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,
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit sie diesen ergänzen und nicht widersprechen.

Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN 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 der CE-Kennzeichnung von Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Besondere Hinweise zu EN 1999-1-2

EN 1999-1-2 behandelt die Bemessungsgrundlagen, Anforderungen und Regeln für die Tragwerksbemessung von Gebäuden im Brandfall unter Berücksichtigung der folgenden Punkte.

Sicherheitsanforderungen

EN 1999-1-2 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 Bauproduktenrichtlinie 89/106/EWG nennt die folgende wesentliche Anforderung für den Brandschutz:

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.

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

- die Tragfähigkeit der Konstruktion während eines bestimmten Zeitraums erhalten bleibt,
- 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 N°2 „Brandschutz⁵⁾“ darf die wesentliche Anforderung durch Befolgen verschiedener in den Mitgliedsstaaten geltenden Brandschutzstrategien, wie konventionelle Brandszenarien (nominelle Brände) oder „natürliche“ Brandszenarien (parametrische Brände), einschließlich vorbeugender und abwehrender Brandschutzmaßnahmen erfüllt werden.

Die den Brandschutz betreffenden Teile des 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 der 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 Wohnbarkeit von Gebäude- oder Brandabschnitten,
- die Verwendung von zugelassenen Dämm- und Beschichtungsstoffen 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 vollständig 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 Abschnitt 2.2, 3.2(4) und 4.2.3.3.

Der Ablauf der Bemessung im Brandfall ist in Bild 0.1 dargestellt. Die Ansätze werden durch festgelegte Vorgaben und durch leistungsabhängige Festlegungen 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.

ANMERKUNG Tabellierte Daten, wie in Bild 0.1 gezeigt, sind für die Aluminiumteile nicht gegeben.

Um Bemessungen nach diesem Teil durchzuführen, wird EN 1991-1-2 für die Bestimmung der thermischen und mechanischen Einwirkungen benötigt.

Bemessungshilfe

Es wird erwartet, dass auf den Berechnungsmodellen nach EN 1999-1-2 beruhende Planungshilfen von den interessierten externen Organisationen erarbeitet werden.

Der Haupttext der EN 1999-1-2 beinhaltet zusammen mit den informativen Anhängen die meisten der prinzipiellen Konzepte und Regeln, die für die Brandschutz-Bemessung von Tragwerken aus Aluminium erforderlich sind.

Nationaler Anhang zu EN 1999-1-2

Diese Norm enthält alternative Verfahren und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen zu treffen sind. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1999-1-2 einen Nationalen Anhang mit den 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 1999-1-2 in den folgenden Abschnitten vorgesehen:

2.3 (1)

2.3 (2)

2.4.2 (3)

4.2.2.1 (1)

4.2.2.3 (5)

4.2.2.4 (5)

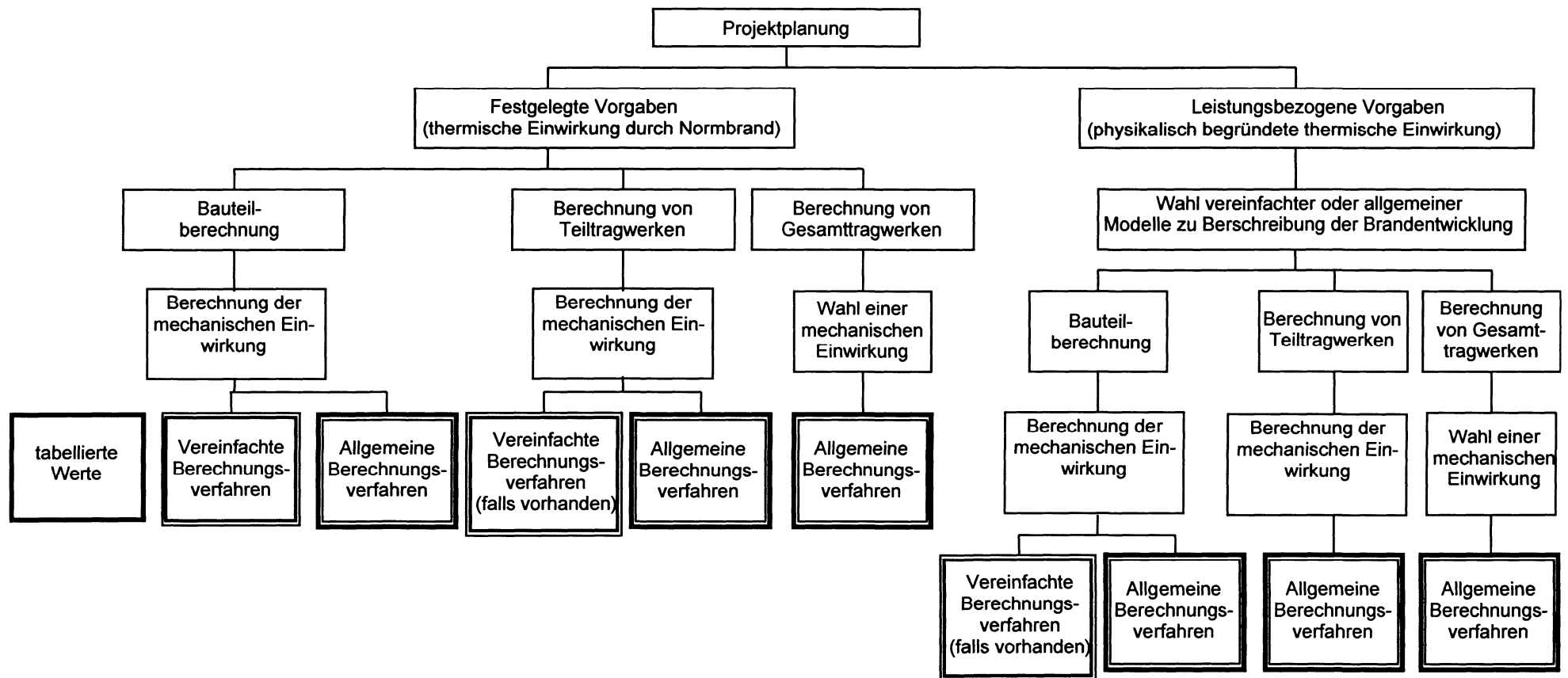


Bild 0.1 — Alternative Bemessungsverfahren

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

1.1.1 Anwendungsbereich von EN 1999

(1)P EN 1999 behandelt die Bemessung von Hochbauten und Ingenieurbauten aus Aluminium. Der Eurocode 9 entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken, sowie den Grundlagen für ihre Bemessung und Nachweise, die in der EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“ enthalten sind.

(2)P EN 1999 behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Tragwerken aus Aluminium. Andere Anforderungen, wie z. B. Wärmeschutz oder Schallschutz, werden nicht berücksichtigt.

(3) Die Anwendung von EN 1999 ist in Verbindung mit folgenden Regelwerken beabsichtigt:

- EN 1990 „Grundlagen der Tragwerksplanung“;
- EN 1991 „Einwirkungen auf Tragwerke“, alle relevanten Teile;
- Europäische Normen für Bauprodukte, die für Tragwerke aus Aluminium Verwendung finden;
- EN 1998 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“, soweit Aluminiumtragwerke in Erdbebengebieten errichtet werden.

(4) EN 1999 ist in fünf Teile eingeteilt:

- EN 1999-1-1 „Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln“;
- EN 1999-1-2 „Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall“;
- EN 1999-1-3 „Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-3: Zusätzliche Regeln für ermüdungsanfällige Tragwerke“;
- EN 1999-1-4 „Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-4: Ergänzende Regeln für Trapezbleche“;
- EN 1999-1-5 „Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken — Teil 1-5: Schalentragwerke“.

1.1.2 Anwendungsbereich von EN 1999-1-2

(1) EN 1999-1-2 behandelt die Bemessung von Aluminiumkonstruktionen für den außergewöhnlichen Fall der Brandeinwirkung. Seine Anwendung gilt Verbindung mit EN 1999-1-1 und EN 1991-1-2. Der Inhalt von EN 1999-1-2 beschränkt sich auf die Unterschiede oder Ergänzungen zur Bemessung bei normaler Temperatur.

(2) EN 1999-1-2 behandelt ausschließlich passive (vorbeugende) Verfahren des Brandschutzes. Aktive (abwehrende) Brandschutzmaßnahmen werden nicht behandelt.

(3) EN 1999-1-2 gilt für Aluminiumkonstruktionen, für die eine lastabtragende Funktion im Brandfall gefordert wird, wobei ein vorzeitiges Versagen des Tragwerks zu vermeiden ist.

ANMERKUNG Dieser Teil enthält keine Regeln für raumabschließende Bauteile.

(4) EN 1999-1-2 liefert Grundsätze und Anwendungsregeln für die Bemessung von Tragwerken, für die bestimmte Anforderungen im Hinblick auf die Tragfähigkeitsfunktion und die Leistungsstufen.

(5) EN 1999-1-2 gilt für Tragwerke oder Teile davon, die in den Anwendungsbereich von EN 1999-1-1 fallen und danach bemessen wurden.

(6) Die in diesem Teil 1-2 von EN 1999 angegebenen Eigenschaften von Aluminium gelten für die folgenden Legierungen:

EN AW-3004 — H34	EN AW-5083 — O und H12	EN AW-6063 — T5 und T6
EN AW-5005 — O und H34	EN AW-5454 — O und H34	EN AW-6082 — T4 und T6
EN AW-5052 — H34	EN AW-6061 — T6	

(7) Die in diesem Teil 1-2 von EN 1999 angegebenen Verfahren sind auch für andere Aluminiumlegierungen von EN 1999-1-1 anwendbar, wenn verlässliche Hochtemperatureigenschaften vorliegen oder vereinfachte Annahmen in 3.2.1 angegeben sind.

1.2 Normative Verweisungen

(1) 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).

EN 485-2; *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 2: Mechanische Eigenschaften*

EN 755-2; *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 2: Mechanische Eigenschaften*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-2; *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen; Brandeinwirkungen auf Tragwerke*

EN 1999-1-1; *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Bemessungsregeln für Hochbauten*

 EN 1090-3; *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken* 

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

CEN/TS 13381-1, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 1: Horizontal angeordnete Brandschutzbekleidungen*

ENV 13381-2, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 2: Vertikal angeordnete Brandschutzbekleidungen*

ENV 13381-4, *Prüfverfahren zur Bestimmung des Beitrages zum Feuerwiderstand von tragenden Bauteilen — Teil 4: Brandschutzmaßnahmen für Stahlbauteile*

1.3 Annahmen

- (1) Zusätzlich zu den allgemeinen Annahmen in EN 1990 gilt die Folgende:

Jede berücksichtigte passive oder aktive Brandschutzmaßnahme wird angemessen gewartet.

1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

- (1) Es gelten die Regelungen nach EN 1990, 1.4.

1.5 Begriffe

- (1) Es gelten die Regelungen nach EN 1990, 1.5.

- (2) Die folgenden Begriffe werden in dieser Norm EN 1999-1-2 mit der folgenden Bedeutung verwendet:

1.5.1 Besondere Begriffe zur allgemeinen Bemessung

1.5.1.1

Teiltragwerk (en: part of structure)

Teil eines Gesamttragwerks mit entsprechenden Lagerungs- und Randbedingungen

1.5.1.2

geschützte Bauteile (en: protected members)

Bauteile mit Maßnahmen zur Verzögerung des Temperaturanstiegs infolge Brandeinwirkung

1.5.2 Begriffe mit Bezug auf thermische Einwirkungen

1.5.2.1

Einheits-Temperaturzeitkurve (en: standard temperature-time curve)

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

1.5.2.2

Temperaturzeitkurven (en: temperature-time curves)

Brandgastemperaturen in der Umgebung von der Bauteiloberfläche als Funktion der Zeit. Das können sein:

- **nominelle Temperaturzeitkurven:** in Form konventioneller Kurven, die für die Klassifizierung oder den Nachweis des Feuerwiderstandes anerkannt sind, z. B. die Einheits-Temperaturzeitkurve, Außenbrandkurve, Hydrokarbon-Brandkurve
- **parametrische Temperaturzeitkurven:** ermittelt auf der Grundlage von Brandmodellen und den spezifischen physikalischen Parametern, die die Bedingungen im Brandabschnitt beschreiben

1.5.3 Begriffe mit Bezug auf Baustoffe und Bauprodukte

1.5.3.1

Brandschutzmaterial (en: fire protection material)

Baustoffe oder Baustoffkombinationen, die an einem tragenden Bauteil zur Verbesserung seiner Feuerwiderstandsfähigkeit angebracht werden

1.5.4 Begriffe mit Bezug auf Wärmeübertragungsberechnungen

1.5.4.1

Konfigurationsfaktor (en: configuration factor)

Einstrahlzahl

der Konfigurationsfaktor für die Wärmestrahlung der Oberfläche A auf die Oberfläche B ist der Anteil der diffus von der Oberfläche A abgestrahlten Wärmeenergie, die auf der Oberfläche B einfällt

1.5.4.2

konvektiver Wärmeübergangskoeffizient (en: convective heat transfer coefficient)

konvektiver Wärmefluss zum Bauteil hin bezogen auf die Differenz zwischen Umgebungs- und Oberflächen-temperatur

1.5.4.3

Emissivität (en: emissivity)

entspricht der Absorptivität einer Oberfläche, die das Verhältnis der von der betrachteten Oberfläche absorbierten Strahlung zu der von einer schwarzen Oberfläche absorbierten Strahlung angibt

1.5.4.4

Netto-Wärmestrom (en: net heat flux)

von Bauteilen absorbierte Energie je Zeiteinheit und Oberfläche

1.5.4.5

resultierende Emissivität (en: resulting emissivity)

Verhältnis zwischen der tatsächlichen vom Bauteil aufgenommenen Wärmestrahlung und der Wärmestrahlung, die das Bauteil aufnehmen würde, wenn es sich bei dem Bauteil und seiner Umgebung jeweils um schwarze Körper handeln würde

1.5.4.6

Profilfaktor (en: section factor)

für unbekleidete Bauteile aus Aluminium das Verhältnis der brandbeanspruchten Oberfläche zum Volumen des Aluminiums und für bekleidete Bauteile aus Aluminium das Verhältnis der inneren Oberfläche der brandbeanspruchten Bekleidung zum Volumen des Aluminiums

1.5.4.7

Profilfaktor des das Profil umschließenden Kastens (en: box value of section factor)

Verhältnis zwischen der beflamten Oberfläche eines gedachten das Aluminiumprofil umhüllenden Kastens und dem Volumen des Aluminiums

1.5.5 Begriffe mit Bezug auf die Berechnung des Tragverhaltens

1.5.5.1

kritische Temperatur eines Aluminiumbauteils (en: critical temperature of a structural aluminium element)

Temperatur des Aluminiums, bei der unter einer gegebenen Belastung und gleichförmiger Temperaturverteilung Versagen in einem Aluminiumbauteil erwartet wird

1.5.5.2

wirksame 0,2 %-Dehngrenze (en: effective 0,2 % proof strength)

bei einer vorgegebenen Temperatur das Spannungsniveau, aus dem sich in der Spannungs-Dehnungsbeziehung von Aluminium eine bleibende Dehnung von 0,2 % ergibt

1.5.5.3

Außenbauteil (en: external member)

Bauteil außerhalb eines Gebäudes, das einer Brandbeanspruchung über Öffnungen in seinen Außenbauteilen ausgesetzt sein kann

1.6 Symbole

(1) Für die Anwendung dieser Norm gelten in Ergänzung zu EN 1999-1-1 die folgenden Formelzeichen:

Lateinische Großbuchstaben

- A_m brandbeanspruchte, längenbezogene Bauteiloberfläche;
- A_p auf die Bauteillänge bezogene innere Oberfläche des Bekleidungsmaterials;
- E_{al} Elastizitätsmodul für Aluminium bei Normaltemperatur;
- $E_{al,\theta}$ Steigung des linear elastischen Bereichs von Aluminium bei erhöhten Temperaturen, θ_{al} ;
- V längenbezogenes Volumen des Bauteils;

Lateinische Kleinbuchstaben

- c_{al} spezifische Wärmekapazität von Aluminium;
- c_p spezifische Wärmekapazität von Aluminium des Brandschutzmaterials;
- d_p Dicke des Brandschutzmaterials;
- $f_{o,\theta}$ Spannung an der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen θ_{al} ;
- $\dot{h}_{net,d}$ Flächenbezogener Bemessungswert des Netto-Wärmestroms;
- I_z Strahlungswärmefluss von der Flamme zu einer Bauteilseite;
- k_θ bezogener Wert einer Festigkeitseigenschaft von Aluminium bei erhöhten Temperaturen, θ_{al} ;
- $k_{o,\theta}$ Reduktionsfaktor für die Spannung an der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen;
- $k_{o,\theta max}$ Reduktionsfaktor für die Spannung an der 0,2 %-Dehngrenze bei der maximalen Aluminiumtemperatur;
- l Länge bei 20 °C;
- t Dauer der Brandbeanspruchung;

Griechische Großbuchstaben

- Δt Zeitintervall;

Griechische Kleinbuchstaben

- $\gamma_{M,fi}$ Teilsicherheitsbeiwert für die betrachtete Werkstoffeigenschaft im Brandfall;
- η_{fi} Abminderungsfaktor für die Bemessungslasten im Brandfall;
- θ Temperatur;
- θ_{al} Aluminiumtemperatur;
- ε_m Emissivität der Oberfläche eines Bauteils;

κ	Anpassungsfaktor;
λ_{al}	Wärmeleitfähigkeit von Aluminium;
λ_p	Wärmeleitfähigkeit des Brandschutzmaterials;
μ_0	Ausnutzungsgrad zum Zeitpunkt $t = 0$;
ρ_{al}	Rohdichte von Aluminium;
ρ_p	Rohdichte des Brandschutzmaterials.

2 Grundlagen der Bemessung

2.1 Anforderungen

2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Falls Tragfähigkeit im Brandfall gefordert wird, müssen Tragwerke aus Aluminium so konstruiert und bemessen werden, dass ihre Tragfähigkeitsfunktion während der maßgebenden Brandbeanspruchung aufrechterhalten bleibt – Kriterium R.

(2)P Wird eine Unterteilung in Brandabschnitte gefordert, müssen die betreffenden Bauteile so bemessen und ausgeführt werden, dass ihre raumabschließende Wirkung während der maßgebenden Brandbeanspruchung aufrechterhalten bleibt, d. h.:

- kein Raumabschlussversagen infolge von Rissen, Löchern oder anderen Öffnungen, die groß genug sind, um eine Brandausbreitung durch heiße Gase oder Flammen zu verursachen – Kriterium E;
- kein Wärmedämmversagen infolge von Temperaturen höher als Entzündungstemperaturen auf der brandabgewandten Oberfläche – Kriterium I.

(3) Die Einhaltung von dem Kriterium I darf vorausgesetzt werden, wenn der Temperaturanstieg bei Normbrandbeanspruchung auf der abgewandten Oberfläche im Mittel 140 K und maximal 180 K nicht überschreitet.

(4)P Bauteile müssen die Versagenskriterien R, E und I wie folgt erfüllen:

- für raumabschließende Funktion nur E und I;
- für Tragfähigkeitsfunktion nur R;
- für raumabschließende und Tragfähigkeitsfunktion R, E und I.

ANMERKUNG EN 1999-1-2 behandelt ausschließlich das Kriterium R. Die in dieser Norm angegebenen Materialeigenschaften können verwendet werden, um die Temperaturen für das Kriterium I zu berechnen.

(5) Verformungskriterien für die lastabtragende Konstruktion sind in der Regel zu beachten, wenn Schutzziele oder Anforderungen an raumabschließende Bauteile dies erfordern.

(6) Mit Ausnahme von (5) brauchen die Verformungen der lastabtragenden Konstruktion nicht berücksichtigt werden, wenn eines der folgenden Kriterien zutrifft:

- die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen wird nach 3.3.2 nachgewiesen;
- die raumabschließenden Bauteile erfüllen die Anforderungen bei einer Normbrandbeanspruchung.

2.1.2 Brandbeanspruchung mit nomineller Brandkurve

(1) Bei einer Beanspruchung durch die Einheits-Temperaturzeitkurve müssen die Bauteile das Kriterium R in der Regel wie folgt erfüllen:

Nur lastabtragend: mechanischer Widerstand (Kriterium R).

(2) Es wird unterstellt, dass das Kriterium R erfüllt ist, wenn die lastabtragende Funktion über die geforderte Dauer der Brandbeanspruchung erhalten bleibt.

(3) Bei der Verwendung der Hydrokarbonbrandkurve gelten in der Regel die gleichen Kriterien. Jedoch ist in dem Falle der Bezug auf diese spezielle Kurve durch die Buchstaben HC deutlich zu machen.

2.1.3 Parametrische Brandbeanspruchung

(1) Die lastabtragende Funktion ist sichergestellt, wenn kein Versagen während der gesamten Brandeinwirkung einschließlich der Abkühlphase oder innerhalb einer geforderten Widerstandsdauer eintritt.

2.2 Einwirkungen

(1) Die thermischen und mechanischen Einwirkungen sind in der Regel EN 1991-1-2 zu entnehmen.

(2) Die Werte für $\dot{h}_{\text{net,d}}$ sind in der Regel der EN 1991-1-2 zu entnehmen. Dabei gilt:

$\varepsilon_m = 0,3$ für saubere, unverdeckte Oberflächen und

$\varepsilon_m = 0,7$ für beschichtete und verdeckte (z. B. verrußte) Oberflächen.

2.3 Bemessungswerte der Materialeigenschaften

(1) Die Bemessungswerte der mechanischen Materialeigenschaften $X_{\text{fi,d}}$ sind wie folgt definiert:

$$X_{\text{fi,d}} = k_{\theta} X_k / \gamma_{\text{M,fi}} \quad (2.1)$$

Dabei ist

X_k der charakteristische Wert einer Festigkeits- oder Verformungseigenschaft (im Allgemeinen f_k oder E_k) bei der Bemessung für Normaltemperatur nach EN 1999-1-1;

$X_{k,\theta}$ der Wert einer Materialeigenschaft im Brandfall und hängt im Allgemeinen von der Materialtemperatur ab, siehe Abschnitt 3;

k_{θ} der Reduktionsfaktor einer Festigkeits- oder Verformungseigenschaft ($X_{k,\theta} / X_k$) in Abhängigkeit von der Werkstofftemperatur, siehe Abschnitt 3.

ANMERKUNG Der Teilsicherheitsbeiwert für die mechanischen Eigenschaften von Aluminium im Brandfall ist im Nationalen Anhang geregelt. Die Verwendung von $\gamma_{\text{M,fi}} = 1,0$ wird empfohlen.

(2) Die Bemessungswerte der thermischen Materialeigenschaften $X_{\text{fi,d}}$ sind wie folgt definiert:

— wenn sich eine Vergrößerung der Eigenschaft günstig auf die Sicherheit auswirkt:

$$X_{\text{fi,d}} = X_{k,\theta} / \gamma_{\text{M,fi}} \quad (2.2a)$$

— wenn sich eine Vergrößerung der Eigenschaft ungünstig auf die Sicherheit auswirkt:

$$X_{fi,d} = \gamma_{M,fi} X_{k,0} \quad (2.2b)$$

ANMERKUNG Der Teilsicherheitsbeiwert für die thermischen Eigenschaften von Aluminium im Brandfall ist im Nationalen Anhang geregelt. Die Verwendung von $\gamma_{M,fi} = 1,0$ wird empfohlen.

2.4 Nachweisverfahren

2.4.1 Allgemeines

(1)P Das Tragwerksmodell, das der Bemessung nach dieser Norm EN 1999-1-2 zugrunde gelegt wird, muss das zu erwartende Tragverhalten der Konstruktion im Brandfall widerspiegeln.

ANMERKUNG Wenn die in dieser Norm EN 1999-1-2 angegebenen Regeln ausschließlich für Brandbeanspruchung nach der Einheits-Temperaturzeitkurve gültig sind, dann wird in den entsprechenden Abschnitten darauf hingewiesen.

(2)P Es ist nachzuweisen, dass für die maßgebende Dauer t der Brandbeanspruchung gilt:

$$E_{fi,d} \leq R_{fi,d,t} \quad (2.3)$$

Dabei ist

$E_{fi,d}$ der Bemessungswert der Einwirkungen im Brandfall nach EN 1991-1-2 einschließlich temperaturbedingter Längenänderungen und Durchbiegungen;

$R_{fi,d,t}$ der entsprechende Bemessungswert der Tragfähigkeit im Brandfall bei erhöhter Temperatur.

(3) Die Tragwerksbemessung im Brandfall ist in der Regel nach EN 1990, 5.1.4 (2) durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Für die Bauteilberechnung siehe 2.4.2; für die Berechnung von Teiltragwerken siehe 2.4.3; für die Gesamttragwerksberechnung siehe 2.4.4.

ANMERKUNG 2 Zum Nachweis der Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer ist eine Bauteilberechnung ausreichend.

(4) Alternativ zu einer Bemessung mit den rechnerischen Nachweismethoden darf sich die Bemessung im Brandfall auch auf Ergebnisse von Brandversuchen oder auf Brandversuche in Verbindung mit Berechnungen stützen.

2.4.2 Bauteilberechnung

(1) Die mechanischen Einwirkungen sind in der Regel zum Zeitpunkt $t = 0$ unter Verwendung der Kombinationsfaktoren $\psi_{1,1}$ oder $\psi_{2,1}$ nach EN 1991-1-2, 4.3.1, zu bestimmen.

(2) Als Vereinfachung zu (1), darf die Größe der Einwirkung $E_{fi,d}$ aus der Bauteilbemessung bei Normaltemperatur abgeleitet werden:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d \quad (2.4)$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert für die entsprechende Schnittgröße aus der Bemessung bei Normaltemperatur für eine Grundkombination der Einwirkungen (siehe EN 1990).