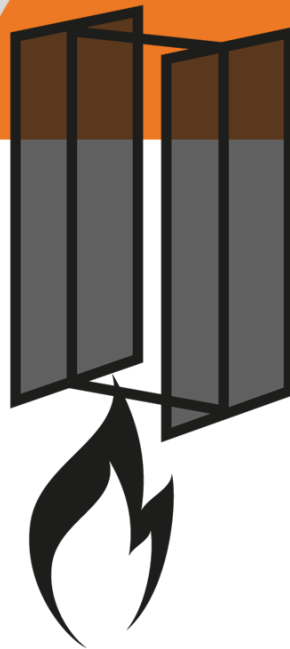




LOCAFI+

Rechtliche Einordnung

Bemessung von Stützen im Falle eines lokalen Brandes



Vorwort

Dieses Projekt wurde vom Forschungsfond für Kohle und Stahl im Rahmen der Finanzhilfvereinbarung Nr. 754072 finanziert. Diese Veröffentlichung spiegelt nur die Ansichten des Verfassers wider, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

Diese Veröffentlichung wurde als Ergebnis der RFCS-Projekte LOCAFI + "Temperaturbewertung eines vertikalen Stahlelements, das lokalem Feuer ausgesetzt ist - Valorisierung" produziert.

ArcelorMittal B&D (Coordinator) Luxembourg	Centre Technique Industriel de la Construction Métallique France
Universitatea Politehnica Timisoara Romania	Liège Université Belgium
Ulster University UK	Universita Degli Studi Di Trento Italy
Tallinna Tehnikaulikool Estonia	Univerza V Ljubljani Slovenia
Instytut Techniki Budowlanej Poland	Universitat Politecnica de Valencia Spain
Technicka Univerzita V Kosiciach Slovakia	Stichting Bouwen Met Staal The Netherlands
InfoSteel Belgium	Ceske Vysoke Uceni Technicke V Praze Czech Republic
Miskolci Egyetem Hungary	Tampere University of Technology Finland
Universidade de Aveiro Portugal	The Steel Construction Institute UK
bauforumstahl e.V. Germany	RISE Sweden

Inhaltsverzeichnis

1. LOCAFI – Bemessung von Stützen im Falle eines lokalen Brandes.....	3
2. Rechtlicher Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes	3
3. Musterbauordnung.....	4
4. Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen	5
5. Bemessung von Stahlbauteilen für den Brandfall	7
6. Naturbrandmodelle und deren Anwendung	9
7. Lokale Brände nach EC 1-1-2 Anhang C	11
Literatur.....	13

Dieses Dokument enthält 14 Seiten

1. LOCAFI – Bemessung von Stützen im Falle eines lokalen Brandes

Im Rahmen des Projektes „LOCAFI – Bemessung von Stützen im Falle eines lokalen Brandes“ ist ein neuer Bemessungsansatz entwickelt worden, mit dem das vereinfachte Verfahrens aus DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang C für lokale Brände erweitert wird. Mit diesem neuen Ansatz sollen vertikale Stahlbauteile nicht nur im Brandherdbereich (Plume), sondern auch seitlich versetzt neben dem Brandherd gelegen bemessen werden können. Der Vorschlag des neuen Bemessungsansatzes enthält unterschiedliche Einflussgrößen wie die Flammenhöhe, Temperaturen im Bereich der Flammenachse, Emissivität der Flamme, Ventilationsbedingungen und Flammenstrahlung bei lokalen Bränden. Der neue Bemessungsansatz basiert auf Grundlage der Überlegungen von Heskestad [8], [9] und Hasemi [6], [7], die bereits in DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang C ihre Anwendung finden. Die Ergänzung soll es ermöglichen, die thermischen Einflüsse (Temperatur/ Netto- Wärmestromdichte) für Bauteile, die nicht im Deckenbereich oder in vertikaler Achse des lokalen Brandes angeordnet sind, also sich außerhalb des Heißgasstromes befinden, ebenfalls berechnen zu können. Auf Grundlage von numerischen und experimentellen Untersuchungen der Projektgruppe bestehend aus der Universität Liège (Belgien), der Universität Ulster (Nord-Irland) und RISE (Schweden) im Projekt LOCAFI soll der bestehende Anhang C in DIN EN 1991-1-2:2010 [2] durch den neuen Bemessungsansatz erweitert werden.

Als Ziele des LOCAFI-Projektes wurden dabei die Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen bzw. von Belegversuchen für die thermischen Einwirkungen von lokalen Bränden auf vertikale Stahlbauteile sowie die Bereitstellung von neuen Bemessungsgleichungen und Regeln für die Anwendung definiert. Die Anwendung dieses auf leistungsabhängigen Festlegungen beruhenden Ansatzes zur Bemessung der Tragfähigkeit im Brandfall führt in der Regel zu einer Reduzierung der Brandschutzkosten im Vergleich zu den erforderlichen Kosten eines präskriptiven Ansatzes. Für die Anwendung von lokalen Bränden können die leistungsbasierten Bemessungsansätze der Eurocodes angewendet werden. Ferner müssen die brandschutztechnischen Anforderungen in Deutschland berücksichtigt werden.

Als bauaufsichtlich eingeführte Normen für die Brandschutzbemessung von Stahlbauteilen sind DIN EN 1991-1-2:2010 (Eurocode 1 Teil 1-2) [2], DIN EN 1993-1-2:2010 (Eurocode 3 Teil 1-2) [4] in Verbindung mit deren Nationalen Anhängen DIN EN 1991-1-2/NA [3] und DIN EN 1993-1-2/NA [5] zu beachten.

2. Rechtlicher Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes

Die Brandschutzbemessung von Bauteilen ist in den Eurocode-Brandschutzteilen normativ geregelt. In den Eurocodes werden grundsätzlich zwischen den Bemessungsverfahren mit festgelegten Vorgaben (präskriptiver Nachweis) und mit leistungsabhängigen Festlegungen (leistungs-/schutzzielorientierter Nachweis) unterschieden. Der präskriptive Ansatz beruht auf nominellen Temperatur-Zeitkurven wie der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK), aus denen sich die thermischen Einwirkungen ergeben. Beim leistungsorientierten Ansatz, bei dem in der Regel der Brandschutzingenieur die Brandschutzbemessung durchführt, wird die thermische Einwirkung eines sogenannten „natürlichen Brandes“ mit Naturbrandmodellen auf Basis der physikalisch relevanten Parameter wie Brandlast, Ventilationsverhältnisse, Brandraumgeometrie sowie thermische Eigenschaften der Umfassungsbauteile bestimmt. Im Folgenden werden die Möglichkeiten der Bemessung nach DIN EN 1991-1-2:2010 [2], die für die Beschreibung der thermischen und mechanischen Einwirkungen auf Bauteile oder Gesamttragwerke erforderlich

sind, kurz dargestellt. Es wird auf den Unterschied zwischen nominellen Temperaturzeitkurven und Naturbrandmodelle eingegangen. Ferner werden die Anforderungen und Einschränkungen für die Anwendung von Naturbrandmodellen benannt. Im Weiteren werden auf die in den Ländern eingeführten Verwaltungsvorschriften Technischer Baubestimmungen sowie auf die aktuelle Musterbauordnung eingegangen. Die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen legt dabei den Rahmen für die Verwendung der Bauprodukte fest und regelt die Anwendung der Bemessungsverfahren. Die Musterbauordnung bildet in Deutschland das Muster für die Landesbauordnungen der Bundesländer, welche die gesetzliche Grundlage für die Planung, Genehmigung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von baulichen Anlagen sind.

3. Musterbauordnung

Das Bauordnungsrecht wird vom Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland den Bundesländern zugewiesen. Demzufolge existieren 16 verschiedene Landesbauordnungen. Um gleichgelagerte Fälle in verschiedenen Bundesländern in etwa gleichartig regeln zu können, wurde von der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU (Bauministerkonferenz) die Musterbauordnung erarbeitet. Die Bundesländer setzen die Musterbauordnung in ihr jeweiliges Landesrecht um, wobei es im Detail Abweichungen gibt. In den wesentlichen Grundsatzanforderungen folgen die Landesbauordnungen aber der Musterbauordnung. Derzeit liegt die Musterbauordnung (MBO) von 2002 in der Fassung vom Mai 2016 vor [12]. Im konkreten Fall ist jedoch nur die jeweilige Landesbauordnung des Bundeslandes, in dessen Geltungsbereich das zu betrachtende Gebäude/bauliche Anlage liegt, rechtsverbindlich.

Aus den allgemeinen Anforderungen in § 3 Abs.1 und § 14 der MBO ergeben sich die primären Schutzziele des Brandschutzes. Nach § 3 MBO sind „Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden“. Der § 14 MBO konkretisiert diese Anforderungen in Bezug auf den Brandschutz. Bauliche Anlagen sind dabei „so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind“.

Neben den allgemeinen Grundanforderungen der §§ 3 und 14 der MBO werden konkrete materielle Anforderungen bezogen auf den baulichen Brandschutz auf Basis der Einheits-Temperaturzeitkurve benannt. Die MBO enthält in § 85 a Abs. 1 die Ermächtigung, im Rahmen einer Verwaltungsvorschrift die allgemeinen Anforderungen an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen durch Technische Baubestimmungen zu konkretisieren (vgl. MVV TB [13]). Hinsichtlich des Brandverhaltens von Baustoffen und Bauteilen ergeben sich die Anforderungen in Abhängigkeit der Gebäudeklasse. In der Musterbauordnung werden unterschiedliche Brandrisiken über die Gebäudeklassen berücksichtigt, die über die Gebäudehöhe und Größe der Nutzungseinheit (NE) eingestuft werden. Als Höhe ist dabei das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind, über der Geländeoberfläche zu verstehen. Aufenthaltsräume sind dabei Räume wie Wohnräume, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt oder geeignet sind. In § 2 Abs. 3 MBO sind die Gebäudeklassen wie folgt definiert:

Tabelle 3-1: Definition der Gebäudeklassen nach MBO [12]

Gebäudeklassen:			
Gebäudeklasse 1	a.)	Freistehendes Gebäude mit einer Höhe von bis zu 7 m und nicht mehr als 2 NE $\leq 400 \text{ m}^2$	
	b.)	und freistehende land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude	
Gebäudeklasse 2		Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei NE $\leq 400 \text{ m}^2$	
Gebäudeklasse 3		Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m	
Gebäudeklasse 4		Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und NE $\leq 400 \text{ m}^2$	
Gebäudeklasse 5		Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude	

Die materiellen Einzelanforderungen der MBO bzw. der Landesbauordnungen sind aus Erfahrungswerten für übliche Hochbauten wie Wohn- oder Bürogebäude, die „Standardgebäude“, abgeleitet worden. Sie sind für eine Vielzahl von Gebäuden bzw. baulichen Anlagen, die einer anderen Nutzung dienen, nicht sinnvoll oder nicht umsetzbar. In den Bauordnungen werden daher „bauliche Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung“, die sogenannten „Sonderbauten“, definiert. In § 2 Abs. 4 MBO, im Anschluss an die Gebäudeklassen, erfolgt diese Definition über eine exemplarische Aufzählung von Gebäude- und Nutzungsmerkmalen. Für sie gelten die Sonderbauvorschriften und -verordnungen wie beispielsweise die Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO).

4. Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

Mit der Einführung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) [13] werden zukünftig die Listen der Technischen Baubestimmungen (LTB) sowie die Bauregellisten (BRL) ersetzt. Die verschiedenen Regelwerke bzw. technischen Baubestimmungen gehen in die MVV TB über, mit dem Ziel die Abgrenzung zwischen den Anforderungen an Bauprodukte und Bauarten / baulichen Anlagen zu realisieren. In der MVV TB

sind dabei Inhalte als technische Baubestimmung aufgenommen worden, „die zur Erfüllung der Anforderungen der Bauordnungen an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen unerlässlich sind“ (vgl. MVV TB [13]).

Die MVV TB ist Stand November 2018 in 8 von 16 Bundesländern eingeführt und legt dort den normativen Rahmen für die Verwendbarkeit von Bauprodukten und die Anwendung von Bemessungsverfahren fest. Der Abschluss der Umsetzung in allen Bundesländern wird bis 2019 erwartet.

Die MVV TB (Stand August 2017) gliedert sich in die folgenden vier Abschnitte:

- *Abschnitt A*
Technische Baubestimmungen, die bei der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke zu beachten sind.
- *Abschnitt B*
Technische Baubestimmungen für Bauteile und Sonderkonstruktionen, die zusätzlich zu den in Abschnitt A aufgeführten Technischen Baubestimmungen zu beachten sind.
- *Abschnitt C*
Technische Baubestimmungen für Bauprodukte, die nicht die CE-Kennzeichnung tragen.
- *Abschnitt D*
Bauprodukte, die keines Verwendbarkeitsnachweises bedürfen.

In Abschnitt A wird unter *A1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit* in Anlage A 1.2.1/3 die Rahmenbedingungen für die Anwendung der Naturbrandmodelle, wie sie in DIN EN 1991-1-2:2010 ermöglicht werden, beschrieben. Nachfolgend werden unter *A2 Brandschutz* die brandschutztechnischen Grundanforderungen an Bauwerke formuliert. Die brandschutztechnischen Anforderungen der Musterbauordnungen sowie den Sonderbauvorschriften und –verordnungen werden dabei konkretisiert. Wie zuvor die Musterliste der Technischen Baubestimmungen gibt auch die MVV TB der Anwendung der Naturbrandverfahren einen Rahmen und den Genehmigungsbehörden ein Hilfsmittel für die Bewertung der zahlreichen Eingangsparameter.

Die Auslegung des Feuerwiderstands tragender und aussteifender Bauteile (Bemessung und Nachweis) basiert auf der Anwendung der ETK. Ferner sind die bauaufsichtlichen Anforderungen (Gebäudeklassen, Feuerwiderstandsklassen etc.) auf Grundlage der ETK ausgelegt. Wenn die Bemessung auf der Grundlage von Naturbrandmodellen nach DIN EN 1991-1-2:2010 [2] erfolgt, ist eine Abweichung nach § 67 Abs. 1 (MBO[12]) bzw. nach § 51 (MBO [12]) eine Erleichterung zu beantragen. Zusätzlich ist im Bauantrag oder in der Bauvorlage eine Begründung anzugeben, weshalb das gewählte Naturbrandmodell einer ETK-Brandbeanspruchung vorgezogen wurde und warum es für die Anwendung geeignet ist. In der MVV TB Anlage 1.2.1/3 [13] wird zudem darauf hingewiesen, dass Gebäude, die nach dem Naturbrandverfahren bemessen wurden, Nutzungsbegrenzungen unterliegen, die durch betriebliche oder externe Überprüfungen sicherzustellen sein müssen. Entsprechend müssen in der Baugenehmigung Einschränkungen der Nutzung (z. B. Begrenzung der Brandlasten) formuliert und die vorgesehenen Maßnahmen

zu deren Einhaltung festgelegt werden. Dazu kommen insbesondere die Bestellung eines Brandschutzbeauftragten sowie eine regelmäßige Überprüfung der Brandlastannahmen durch einen Prüfsachverständigen für Brandschutz in Betracht. Die Einhaltung der in der Baugenehmigung unterstellten Randbedingungen und ggf. Nutzungsbeschränkungen kann durch regelmäßige Überprüfungen (Anlage 1.2.1/3 MVV TB [13]: innerhalb des ersten Jahres nach Aufnahme der Nutzung und dann alle 3-5 Jahre) z. B. durch einen Prüfsachverständigen für Brandschutz erfolgen. Im Brandschutzkonzept/Brandschutznachweis sind entsprechend die Auswahl der maßgeblichen Brandszenarien, Orte der Szenarien mit Brandverläufen, maßgeblichen Ventilationsverhältnissen, Zusammenwirken von Umfassungsbauteilen, ggf. anlagentechnische Maßnahmen und organisatorische Brandschutzmaßnahmen ganzheitlich darzustellen (vgl. [14]).

Zusätzlich ist die Standsicherheit der unter Naturbrand bemessenen Bauteile oder Gesamttragwerke durch den Prüfsachverständigen für die Standsicherheit zu erbringen. Gemäß Anlage 1.2.1/3 MVV TB [13] sind die thermischen Analysen und die bemessungsrelevanten Brandszenarien einschließlich der Bemessungsbrände sowie alle Eingangsparmeter auf Vollständigkeit und Richtigkeit mit Vergleichsrechnungen zu prüfen. Stichprobenartige Prüfungen oder Plausibilitätsprüfungen genügen dabei nicht. Der Prüfsachverständigen für die Standsicherheit muss für die fachkundige Bewertung dafür entweder zugleich Prüfsachverständigen für Brandschutz sein oder zur Beurteilung der Brandeinwirkungen einen mit Naturbrandmodellen erfahrenen Prüfsachverständigen für Brandschutz zur Prüfung mit heranziehen.

5. Bemessung von Stahlbauteilen für den Brandfall

DIN EN 1991-1-2

Seit 2012 sind die Eurocode-Teile 1-2 und deren Nationale Anhänge zur Bemessung der Standsicherheit von Bauteilen für den Brandfall in allen Bundesländern als Technische Baubestimmung (TB) zu beachten. Mit der bauaufsichtlichen Einführung der Eurocodes stellen die Brandschutznachweise der Eurocodeteile den Regelnachweis dar, sodass die Nachweise der DIN 4102-4 nur noch für besondere Anwendungsfälle (historische Bauweisen, Sonderbauteile) angewendet werden (vgl. [14]). In DIN 4102-4 sind für die Bemessung von Stahlbauteilen nur wenige Bemessungstabellen (Bekleidung mit Putz und Gipsplatten) enthalten.

Mit den Bemessungsverfahren der Eurocodes kann die Tragfähigkeit von Einzelbauteilen oder Gesamttragstrukturen für den Brandfall, als sogenannte Heißbemessung, durchgeführt werden. Die Anwendung der Eurocodes ermöglicht eine Aussage über den Feuerwiderstand der Tragfähigkeit. Es stehen dabei grundsätzlich drei Nachweisverfahren nach Eurocode zur Verfügung, die individuelle Brandschutznachweise für Teil- und Gesamttragwerke ermöglichen (vgl. Abbildung 5-1).

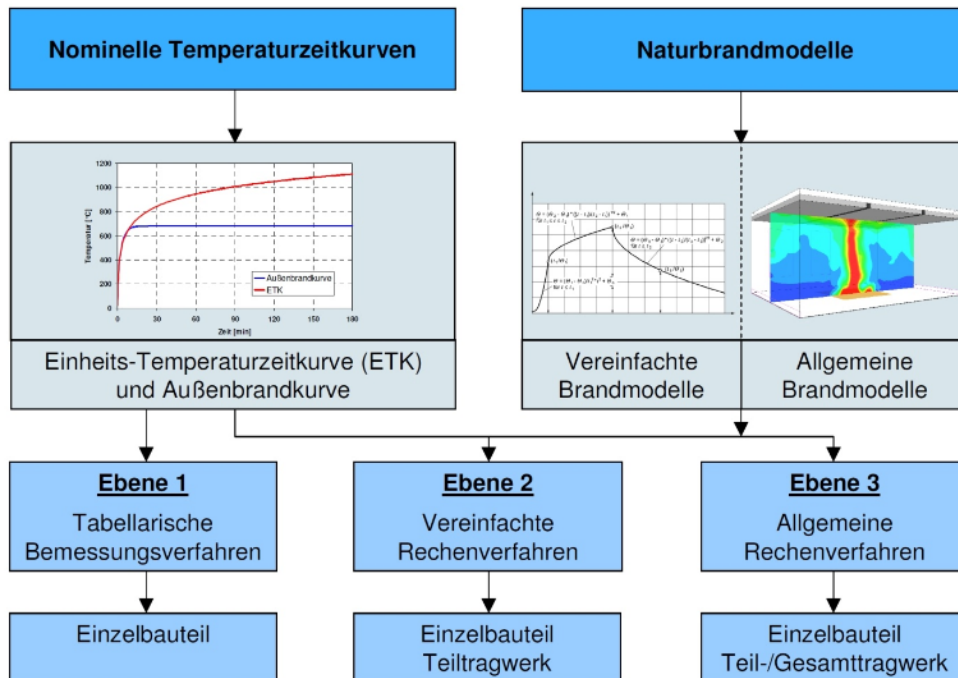


Abbildung 5-1: Ablaufdiagramm brandschutztechnische Nachweisverfahren nach Eurocode

Das Tabellarische Bemessungsverfahren (Ebene 1) ist vergleichbar mit den Nachweisen nach DIN 4102-4 [1]. Es ist nur für Nachweise von Einzelbauteilen nach der Einheits-Temperaturzeitkurve anwendbar und somit konservativ. Wirklichkeitsnäher wird das Tragverhalten durch die aufwändigeren vereinfachten und allgemeinen Rechenverfahren wiedergegeben. Die Nachweise des vereinfachten Rechenverfahrens (vereinfachtes Berechnungsverfahren) lehnen sich stark an die Berechnungsverfahren der Kaltbemessung an, wobei z. B. Festigkeiten und E-Moduli temperaturabhängig reduziert werden.

Beim allgemeinen Rechenverfahren (erweitertes Berechnungsverfahren) wird das Trag- und Verformungsverhalten von Bauteilen oder Tragwerken im Brandfall unter Berücksichtigung temperaturabhängiger thermischer und thermo-mechanischer Materialeigenschaften und thermischer Dehnungen berechnet (vgl. [16]).

Die Wahl des angemessenen Verfahrens hängt von der erforderlichen Genauigkeit und den Anwendungsgrenzen der Verfahren ab. Für beliebige Temperaturbeanspruchungen und Gesamtragwerke sind i. d. R. die Nachweise nach den allgemeinen Rechenverfahren zu führen.

Für Beanspruchungen nach der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) sind die allgemeinen Rechenverfahren als Regelnachweis anwendbar (vgl. [14]). Aufgrund der Komplexität und des vergleichsweise großen Aufwandes dieser Nachweisverfahren eignen sie sich jedoch besonders für Naturbrandbeanspruchungen. Derartige Nachweise erfordern jedoch eine Abweichung von den bauordnungsrechtlichen Vorschriften und sind nur in Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden anwendbar. Ferner ist der Nachweisaufwand höher als bei der Bemessung mit einer nominellen Temperaturzeitkurve. Die Festlegung der maßgeblichen Brandszenarien, ihrer Lage und des Bemessungsbrandes bedingt eine Vielzahl von Betrachtungen, die nur im Rahmen eines schutzzielorientierten ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes bzw. Brandschutznachweis angestellt werden können.

Für die Bemessung von Stahlbauteilen unter lokalem Brand (leistungsbasierte Bemessung) nach Eurocode sind folgende Schritte notwendig:

- die Auswahl der maßgebenden Brandszenarien für die Bemessung,
- die Bestimmung der entsprechenden Bemessungsbrände,
- die Berechnung der Temperaturentwicklung in den Bauteilen,
- die Berechnung des Tragverhaltens des Tragwerks unter Brandbeanspruchung mit Hilfe von DIN EN 1993-1-2:2010 [4] für Stahlkonstruktion.

DIN EN 1993-1-2

Die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen für den Brandfall regelt DIN EN 1993-1-2:2010 [4] in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1993-1-2/NA [5]. Es kann sowohl das Erwärmungsverhalten (thermische Analyse) als auch Trag- und Verformungsverhalten des Tragwerks (mechanische Analyse) unter Berücksichtigung der Erwärmung, reduzierter Materialeigenschaften und thermischer Dehnungen berücksichtigt werden. Bei der Bemessung kann dabei zwischen ungeschützten und geschützten (z. B. mit Brandschutzbekleidung) Stahlbauteilen und Stahlkonstruktionen unterschieden werden. Abbildung 5-2 zeigt die Vorgehensweise bei der Brandschutzbemessung von Stahlbauteilen.

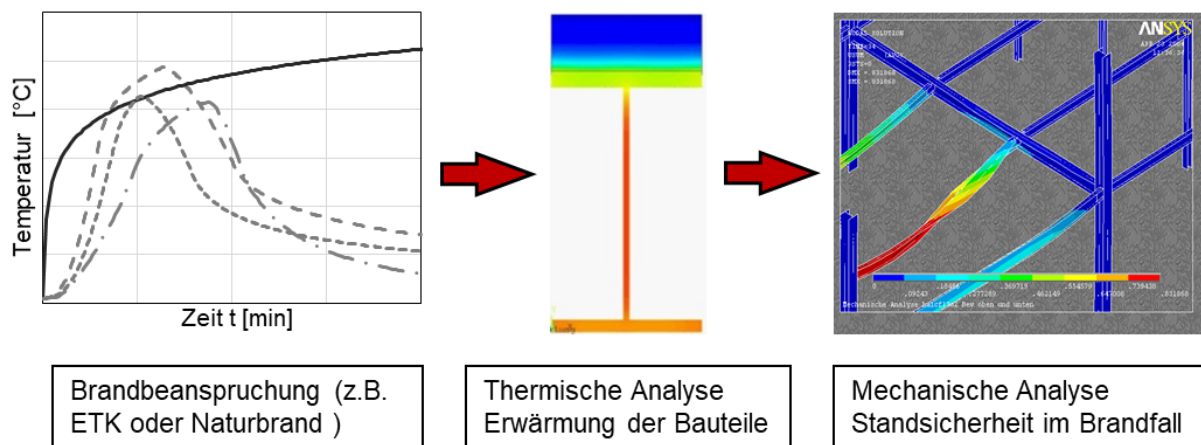


Abbildung 5-2: Heißbemessung von Stahlbauteilen nach DIN EN 1993-1-2:2010 [4]

6. Naturbrandmodelle und deren Anwendung

In DIN EN 1991-1-2 (Eurocode Teil 1-2) sind verschiedene nominelle Temperaturzeitkurven enthalten wie z. B. die Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) oder die Außenbrandkurve. Neben den nominellen Temperaturzeitkurven können die thermischen Einwirkungen auch mit sogenannten Naturbrandmodellen leistungsorientiert auf Grundlage eines festgelegten Brandszenarios bestimmt werden. Die mit den Naturbrandmodellen berechneten

Naturbrandkurven stellen im Gegensatz zur ETK den realistischen Verlauf eines Realbrandes mit Aufheiz-, Vollbrand- und Abkühlphase dar.

Bei dem festzulegenden Brandszenario ist zu unterscheiden, ob ein Vollbrand (Brand, der sich im gesamten Brandraum oder Abschnitt ausbreitet) oder ein lokaler Brand, dessen Ausdehnung begrenzt ist, zu berücksichtigen ist.

Die ETK im Vergleich zu verschiedenen Naturbrandszenarien von Vollbränden zeigt Abbildung 6-1.

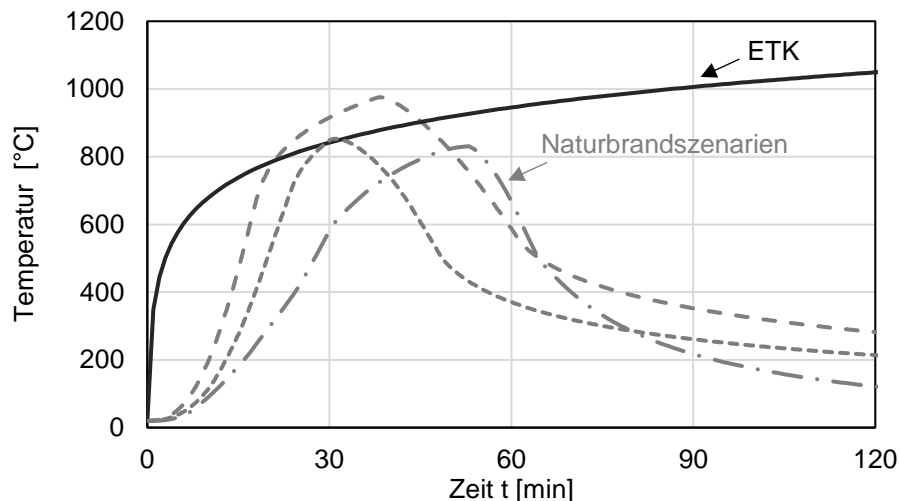


Abbildung 6-1: Nominelle Temperaturzeitkurve Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) im Vergleich zu verschiedenen Naturbrandszenarien

Der Verlauf der nominellen Temperaturzeitkurven ist unabhängig von den Brandparametern eines zu erwartenden Brandes und soll die Brandeinwirkungen, pauschal auf der sicheren Seite liegen, betrachten. Die ETK stellt entsprechend eine konservative „Umfüllende“ dar. Die ETK ist für (Voll-)Brände in „Standardgebäuden“ übliche Hochbauten wie Wohn- oder Bürogebäude abgeleitet worden. Die Anwendung des Temperatur-Zeitverlaufs der ETK ist daher für andere Nutzungen in der Regel unrealistisch. Ferner spielen die tatsächlich vorhandenen Randbedingungen der Größe und Geometrie des Brandraumes, die Brandlasten (Art und Mengen) und die Ventilationsverhältnisse sowie die anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen bei der Brandschutzbemessung der Bauteile keine Rolle. Die präskriptive Bemessung ist entsprechend statisch und unflexibel.

Als Alternative können Naturbrandmodelle angewendet werden. Die DIN EN 1991-1-2:2010 [2] unterscheidet zwischen vereinfachten und allgemeinen Naturbrandmodellen. Das vereinfachte Naturbrandmodell in DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang A ist in Deutschland nicht zugelassen und wird durch das Verfahren im Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2 [3] Anhang AA ersetzt. Alternativ kann die Temperatur-Zeitkurve des Brandabschnittes unter Anwendung von allgemeinen Naturbrandmodellen (Wärmebilanz- bzw. Zonenmodelle oder Feld- bzw. CFD-Modelle) gemäß DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang D berechnet werden.

Bei den Naturbrandmodellen werden die thermischen Einwirkungen des natürlichen Brandes unter Berücksichtigung der tatsächlich vorhandenen Randbedingungen und der wesentlichen Brandparameter wie Brandlasten (Brandlastart, Brandlastmenge), Ventilationsverhältnisse und

Brandraumgeometrie bestimmt. Entsprechend können durch die Naturbrandmodelle die thermischen Einwirkungen individuell in Abhängigkeit der tatsächlich vorhandenen Randbedingungen bestimmt werden. Für die Brandlasten empfiehlt es sich die im vfdb-Leitfaden [10] tabellierten 90% Fraktilwerte anzusetzen. Die angesetzten Brandlasten stellen eine Nutzungsbeschränkung dar, die in der Baugenehmigung festgelegt wird und deren Einhaltung während der Nutzung durch organisatorische Maßnahmen sicherzustellen ist (vgl. MVV TB [13]). Als Grundlage für die Anwendung der Naturbrandmodelle sollte ein reales Brandszenario mit einem Bemessungsbrand sein, der einen möglichen Brandverlauf quantitativ beschreibt. Der Naturbrand wird durch den Bemessungsbrand physikalisch eindeutiger beschrieben als durch nominelle Temperaturzeitkurven.

Im Allgemeinen ist bei der Anwendung von Naturbrandmodellen zu berücksichtigen, dass die materiellen Anforderungen in den Bauordnungen auf der Klassifizierung von Bauteilversuchen unter der ETK basieren. Bei der Anwendung von Naturbrandmodellen werden die Intensität und Dauer der thermischen Einwirkung, wie zuvor beschrieben, individuell bestimmt. Der Bezug zu einer Feuerwiderstandsdauer bzw. Klassifizierung (z.B. feuerhemmend, R 30) ist nicht möglich. Folglich ist eine Abweichung von den materiellen Anforderungen an den Feuerwiderstand der tragenden Bauteile auf Grundlage von § 67 Abs. 1 Musterbauordnung [12] bzw. der jeweiligen Landesbauordnung erforderlich. Zusätzlich wird im Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2:2010 [3] festgelegt, dass die Naturbrandmodelle nur im Zusammenhang mit einem Brandschutzkonzept oder Brandschutznachweis (nach Landesrecht) angewendet werden. Dabei muss im Bauantrag bzw. Brandschutznachweis dargestellt werden, unter welchen Randbedingungen das Naturbrandmodell angewendet wird, welches Naturbrandmodell verwendet wird und wie die möglichen Nutzungseinschränkung (z. B. aufgrund begrenzter Brandlasten) sichergestellt werden soll.

7. Lokale Brände nach EC 1-1-2 Anhang C

Ein lokaler Brand ist gemäß DIN EN 1991-1-2:2010 [2] ein „Brand, der nur eine begrenzte Fläche der Brandlasten in einem Brandabschnitt entfacht“. Die lokal begrenzten Brände können im Brandraum zu unterschiedlicher Temperatureinwirkung führen. Insbesondere im Brandnahbereich können hohe Temperaturen entstehen, die in vertikaler und horizontaler Entfernung zur lokalen Brandquelle abnehmen können. In Deutschland kann die thermische Einwirkung von lokalen Bränden nach DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang C „Lokaler Brand“ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang zur DIN EN 1991-1-2:2010 [3] bestimmt werden. Alternativ stehen CFD-Modelle wie beispielsweise der international anerkannte Fire Dynamic Simulator (FDS) zur Auswahl.

In DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang C ist ein vereinfachtes Verfahren enthalten, das die Berechnung von thermischen Einwirkungen von Bauteilen bei lokalen Bränden ermöglicht. Auf Grundlage der Betrachtungen von Heskestad [8], [9] und Hasemi et. al. [6], [7] kann für lokale Brände eine Berechnung der Temperaturen im Feuer-Plume und des Netto-Wärmestroms im Bereich der brandbeanspruchten Bauteile im Deckenbereich vorgenommen werden (vgl. Abbildung 7-1). Bisher werden dabei die folgenden Positionen der Bauteile, die einem lokalen Brand ausgesetzt sind, betrachtet:

- Bauteil in der vertikalen Achse des Heißgasstromes (Plume) des lokalen Brandes,
- Bauteil im Deckenbereich, wenn die Flammen des lokalen Brandes die Decke erreichen.

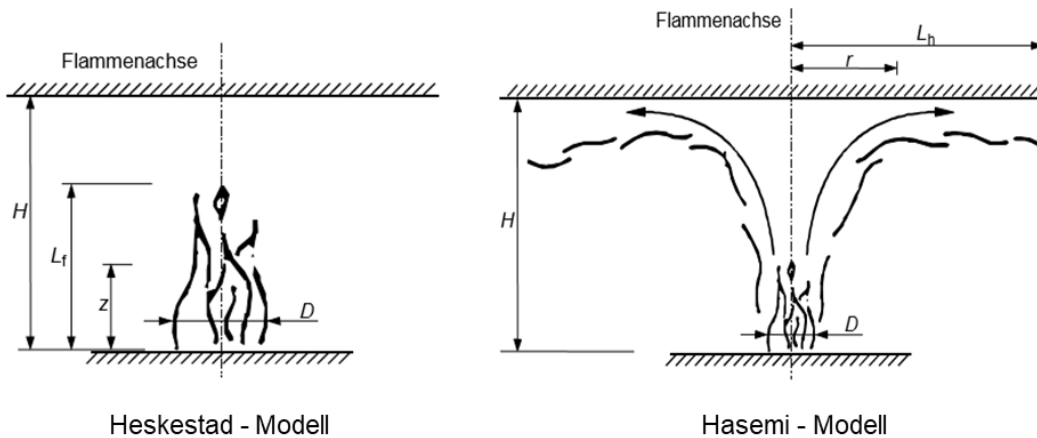


Abbildung 7-1: Vereinfachte Verfahren nach Heskestad und Hasemi gemäß DIN EN 1991-1-2:2010 Anhang C [2]

Beide Modelle wurden durch experimentelle Untersuchungen validiert und haben sich in der Anwendung in Deutschland bereits bewährt. Eine Unterscheidung der Betrachtung der lokalen Brände wird dann durch die Flammenhöhe vorgenommen und ob eine Ausbildung einer Heißgasschicht im Deckenfeld möglich ist. Das Verhältnis von Flammenhöhe zur Deckenhöhe wird bei den vorhandenen Verfahren berücksichtigt. Ferner wird das Verfahren durch die Anforderungen an den Durchmesser des Brandherdes < 10 m und die Wärmefreisetzungsrate < 50 MW des lokalen Brandes begrenzt.

Der neue Bemessungsansatz, der im Rahmen des Projektes LOCAFI entwickelt wurde, erweitert die bisherigen vereinfachten Verfahren in DIN EN 1991-1-2:2010 [2] Anhang C. Dabei soll eine Berechnung der thermischen Einwirkung von vertikalen Bauteilen, die versetzt zum Feuer-Plume des lokalen Brandes gelegen sind, ermöglicht werden. Im Entwurf der novellierten Fassung der prEN 1991-1-2 (Stand April 2018) ist der neue Bemessungsansatz, wie in [11] beschrieben, bereits enthalten.

Literatur

- [1] DIN 4102-4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Beuth Verlag GmbH, Mai 2016.
- [2] DIN EN 1991-1-2: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002 + AC:2009, Beuth Verlag GmbH, Dezember 2010.
- [3] DIN EN 1991-1-2/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke, Beuth Verlag GmbH, September 2015.
- [4] DIN EN 1993-1-2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1993-1-2:2005 + AC:2009, Beuth Verlag GmbH, Dezember 2010.
- [5] DIN EN 1993-1-2/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall, Dezember 2010.
- [6] Hasemi Y. and Tokunaga T.: Flame Geometry Effects on the Buoyant Plumes from Turbulent Diffusion Flames, Fire Science and Technology, Vol. 4, 1984.
- [7] Hasemi Y., Yokobayashi Y., Wakamatsu T. and Ptchelintsev A.: Fire Safety of Building Components Exposed to a Localized Fire - Scope and Experiments on Ceiling/Beam System Exposed to a Localized Fire”, ASIAFLAM's 95, Hong Kong, 1995.
- [8] Heskestad G.: Luminous heights of turbulent diffusion flames, Fire Safety Journal, 5:103-108, 1983.
- [9] Heskestad G.: Engineering relations for fire plumes, Fire Safety Journal, S.25-32, 1984
- [10] Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes. Technischer Bericht vfdb TB 04-01, 3. Auflage November 2013. Altenberge, Braunschweig: vfdb, 2013.
- [11] LOCAFI: Temperature assessment of a vertical steel member subjected to localised fire, Final report, Contract RFSR-CT-2012-00023, 2006.
- [12] Musterbauordnung – MBO, Fassung Mai 2016.
- [13] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen - MVV TB, Deutsches Institut für Bautechnik, Ausgabe 2017/1, August 2017.
- [14] Plietz. A.: Übergang der MVV TB in die Praxis. In: Zehfuß, J. (Hrsg), Braunschweiger Brandschutz-Tage 2018, 32. Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten, 19.-20. September 2018, S. 170 – 177, Tagungsband Heft 234, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Braunschweig, 2018.

- [15] Zehfuß, J.: Anwendung von Naturbrandmodellen nach DIN EN 1991-1-2 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-2/NA – Auswirkungen der aktuellen Änderung der Musterliste der Technischen Baubestimmungen vom September 2012.
- [16] Zehfuß, J.: Die Brandschutzteile der Eurocodes als neue Regelnorm für die Brandschutzbemessung von Bauteilen und Tragwerken – Welche Prämissen sind für die Brandschutzbemessung mit Naturbrandmodellen sinnvoll und wie werden sie geprüft?, Der Prüferingenieur, Heft 46, Berufsvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik e.V., Mai 2015.