

Brandverhalten von Schraubenverbindungen

**Von der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation**

**von
Dipl.-Ing. Thomas Kirsch
geboren am 29.01.1982 in Cloppenburg**

Hannover 2013

Prüfungskommission

Referent:	Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
Korreferent:	Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange
Prüfungsmitglied:	Prof. Dr.-Ing. Nabil Fouad
Vorsitzender:	Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx
Tag der mündlichen Prüfung:	03.05.2013

Schriftenreihe des Instituts für Stahlbau
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Heft 30

Thomas Kirsch

Brandverhalten von Schraubenverbindungen

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hannover, Leibniz Univ., Diss., 2013

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
Institut für Stahlbau
Appelstr. 9A
30167 Hannover

<http://www.stahlbau.uni-hannover.de>

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2384-8

ISSN 1617-8327

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stahlbau der Leibniz Universität Hannover.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann, bin ich für seine Betreuung und seine wertvollen Anregungen zur Dissertation zu besonderem Dank verpflichtet. Nicht nur sein Vertrauen und die geschaffenen Freiräume, sondern vor allem die tatkräftige Unterstützung in kritischen Phasen haben entscheidend zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Für die Übernahme des Korreferats danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange ganz herzlich. Er hat mir im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes durch viele hilfreiche Anregungen sehr bei der Erstellung dieser Dissertation geholfen. Als fachnaher Gutachter der Fakultät möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Nabil Fouad für sein Interesse an meiner Arbeit und die stets freundliche Zusammenarbeit danken. Weiterhin möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx danken, der den Vorsitz der Prüfungskommission übernommen hat und mit dem ich im Rahmen der Kursbetreuung ebenfalls sehr gerne zusammengearbeitet habe.

Im Juni 2010 bis Juli 2012 erhielt ich die Gelegenheit, das Projekt „Brandverhalten von Schraubenverbindungen im Stahl- und Verbundbau“ zu bearbeiten. Große Teile meiner Dissertation habe ich im Rahmen dieses Forschungsprojektes erarbeitet und im zugehörigen Bericht veröffentlicht. Den Forschungsförderern FOSTA und AiF sowie den Industriepartnern des Projektes sei daher an dieser Stelle ebenfalls herzlich gedankt.

Meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Stahlbau danke ich für die gute Zusammenarbeit. Insbesondere möchte ich hier den Kollegen Oliver Bahr, Jörg Sothmann, Florian Tabeling und Inka Kleibömer danken, die durch ihre fachlichen Anregungen sehr bei der Bearbeitung der Dissertation geholfen haben. Meinem ehemaligen Kollegen Christian Keindorf gilt ebenfalls mein Dank, da ich erst durch seinen Zuspruch ein Promotionsstudium in Erwägung zog. Weiterhin möchte ich auch den Mitarbeitern in der Versuchshalle Karl-Heinz Hentschel, Christian Fricke und Björn Vortmann danken, die mich durch großes Engagement bei der Durchführung der Brandversuche unterstützt haben.

Im erweiterten Themenfeld dieser Dissertation sind mehrere Diplom-, Master-, Bachelor- und Studienarbeiten entstanden. Den Verfassern danke ich für ihren großen Einsatz und die wertvollen Anregungen. Mein besonderer Dank gilt auch den ehemaligen wissenschaftlichen Hilfskräften, die mich im Rahmen ihrer Tätigkeit unterstützt haben. Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle Dirk Buck, Florian Held, Sven-Holger Krause, Henning Kressin und Florian Timmen, die jeweils große Hilfe bei Teilen dieser Arbeit geleistet haben.

Mein besonderer Dank richtet sich auch an meine Familie für den Freiraum und die moralische Unterstützung. Den größten Anteil am Gelingen dieser Arbeit hat aber meine Frau Diana Kirsch, die mir durch ihre Geduld und ihr Verständnis den Rückhalt gegeben hat, der für das Verfassen meiner Dissertation notwendig war.

Thomas Kirsch

Kurzfassung

Bei Konstruktionen in Stahl- und Verbundbauweise ist die Verwendung geschraubter Anschlüsse gängige Praxis. Bei der Bemessung werden diese bis heute zumeist als gelenkige oder biegesteife Verbindungen zwischen Bauteilen abstrahiert. Es zeigt sich jedoch, dass durch diese Vereinfachung häufig Systemreserven vernachlässigt werden. Um diese Reserven nutzen zu können, steht für die Bemessung bei Raumtemperatur die Komponentenmethode zur Verfügung. Mit dieser können Tragfähigkeiten und Steifigkeiten von Anschlüssen ermittelt werden, um sie anschließend in Stabwerksanalysen einzubinden. Auch das moderne Brandschutzingenieurwesen entwickelt sich zunehmend weg von Bauteilnachweisen hin zur Betrachtung des gesamten Tragwerks. Daher ist es notwendig, auch im Brandfall das Anschlussverhalten zu beschreiben. Das ist das Ziel dieser Arbeit.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden zunächst zwei Großversuche durchgeführt, mit denen das Verhalten von zwei Anschlusstypen untersucht wird. Es handelt sich um einen überstehenden Kopfplattenanschluss in Stahlbauweise und einen Fahnenblechanschluss in Verbundbauweise. Für beide Versuche wird ein beidseitiger Träger-Stützen-Anschluss mit statischer Momenten-Querkraft-Belastung der Einheits-Temperaturzeitkurve ausgesetzt. Um baupraktisch relevante Temperaturfelder zu erzeugen, werden die Versuchskörper mit einem dämmschichtbildenden Brandschutzanstrich versehen. Im Falle des Fahnenblechanschlusses wird bei Raumtemperatur davon ausgegangen, dass es sich um einen gelenkigen Anschluss handelt. Hier soll gezeigt werden, dass eine Momententragfähigkeit im Brandfall realisierbar ist. Weiterhin werden für beide Anschlüsse das Temperaturfeld und das Rotationsverhalten über die Branddauer ermittelt.

Auf Basis der Versuche werden thermische und mechanische Finite-Elemente-Modelle entwickelt. Zunächst werden innerhalb der thermischen Modelle die transienten Temperaturfelder in den Anschlüssen ermittelt. Diese werden anhand der Versuche validiert und in die mechanischen Modelle eingefügt. Darin wird anschließend das Last-Verformungs-Verhalten der Anschlüsse simuliert und ebenfalls anhand der Versuche validiert. In Parameterstudien werden die Versuchsergebnisse für abweichende Materialeigenschaften und Abmessungen erweitert. Über die Finite-Elemente-Modelle werden schließlich in Anlehnung an die Komponentenmethode Federmodelle entwickelt und validiert, mit denen das Anschlussverhalten im Brandfall in einfacher Form beschrieben werden kann.

Aus den Versuchen und Simulationen lässt sich das Fazit ziehen, dass Anschlüsse im Brandfall in der Regel, jedoch nicht in jedem Fall, weniger gefährdet sind als die umliegenden Bauteile. Für den Fahnenblechanschluss zeigt sich weiterhin, dass im Brandfall eine signifikante Momententragfähigkeit aktiviert werden kann. Bedingung hierfür ist, dass die Bewehrung eine höhere Tragfähigkeit besitzt als die Verschraubung.

Als Ergebnis der Arbeit stehen nun Möglichkeiten zur Verfügung, das Momenten-Rotations-Verhalten von Anschlüssen im Brandfall zu ermitteln und in globalen Tragwerksanalysen zu verwenden.

Stichworte:

Kopfplatte, Fahnenblech, geschraubte Verbindung, Brandschutz, Dämmschichtbildner, Finite-Elemente-Simulation, Komponentenmethode, Momenten-Rotations-Beziehung

Abstract

The use of bolted connections in steel and composite construction is common practice. In the design process, these connections are usually simplified as being pinned or fixed. However, in many cases this leads to a lack of cost effectiveness, as the inherent capacity in the global structure is not considered. To overcome this disadvantage, the component method has recently been established. With this method, it is possible to calculate the load-bearing capacity and the spring stiffness of any connection and implement it into a wider structural model. The modern practice of fire safety engineering is also changing from prescriptive rules for single members to global structural analyses. For this reason, it is also necessary to describe the connection behaviour in the fire situation. This is the main aim of this thesis.

To achieve this goal, two large-scale fire tests are conducted to investigate the behaviour of two different connections. The first is an extended end-plate connection in a steel assembly and the second is a fin-plate connection in a composite assembly. In both tests, the beam-to-internal-column connection is loaded statically by a moment and a vertical load, before the temperatures are increased in accordance with the ISO-Fire-Curve. To ensure practically relevant temperature fields, the specimens are protected by intumescent coatings. Typically, fin-plate connections are assumed to be pinned at ambient temperature. For this reason, one aim of this test is to show that this connection obtains a moment bearing capacity in fire situation. However, the main aim for both tests is to describe the temperature field and the moment-rotation-behaviour of the connections during the fire situation.

Based on the experiments, thermal and mechanical finite-element models are developed. First, the transient temperature fields of the connections are determined using the thermal finite-element model. These temperature fields are then transferred into the mechanical simulations, where the connections' load-displacement behaviour during the test is calculated and validated. The test results are extended with a series of parametric studies varying material behaviour and connection geometry. Finally, from the results of the tests and numerical simulations, simplified component methods to calculate the moment-rotation behaviour of connections are developed and validated.

On the basis of the tests and the numerical simulations it is concluded that connections are generally, but not in all cases, less vulnerable in the fire situation compared to surrounding members. In addition it is shown that fin-plate connections can obtain a moment bearing capacity in the fire situation if the tensile capacity of the reinforcement is higher than the compressive capacity of the bolted connection.

The main contribution of this thesis is that it is now possible to calculate the moment-rotation behaviour of connections in fire such that they can be implemented in a global structural analysis.

Keywords:

end-plate, fin-plate, bolted connection, fire safety, intumescent coating, finite-element, component method, moment-rotation

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Forschungsziel und Methoden	2
2	Stand der Forschung und Normung	3
2.1	Normative Regelungen.....	4
2.1.1	Tragfähigkeitsnachweise im Brandfall	4
2.1.2	Temperaturermittlung im Brandfall	5
2.1.3	Komponentenmethode bei Raumtemperatur.....	8
2.2	Untersuchungen zum Temperaturverhalten von Schraubenverbindungen	12
2.2.1	Ungeschützte Anschlüsse	12
2.2.2	Teilweise geschützte Anschlüsse im Verbundbau	13
2.2.3	Anschlüsse mit konstruktivem Brandschutz	13
2.3	Untersuchungen zum Tragverhalten von Schraubenverbindungen	15
2.3.1	Anschlussbetrachtungen im Rahmen von Gebäudebrandversuchen	15
2.3.2	Untersuchungen an Randstützen	16
2.3.3	Untersuchungen an symmetrischen Anschlüssen an Innenstützen	17
2.3.4	Berücksichtigung von Lasten in Trägerlängsrichtung (Portalrahmenversuche) ..	19
2.3.5	Anschlussversuche mit definierten horizontalen Kräften	21
2.3.6	Untersuchungen einzelner Anschlusskomponenten	23
2.3.7	Untersuchungen von Anschlüssen im Rahmen von Robustheitsbetrachtungen ..	26
2.3.8	Federmodelle	27
2.4	Zusammenfassung.....	28
3	Brandversuche an Schraubenverbindungen.....	29
3.1	Versuchsaufbau und Parameter.....	29
3.1.1	Versuchskörper.....	29
3.1.2	Zusatzkonstruktionen	34
3.1.3	Materialkennwerte	38
3.1.4	Brandeinwirkung und Brandschutzmaterial	44
3.1.5	Messeinrichtungen	46
3.1.6	Zusammenfassung	49
3.2	Versuch 1: Kopfplattenanschluss	51

3.2.1	Temperaturdaten	51
3.2.2	Messung der Aufschäumdicke des Dämmschichtbildners.....	54
3.2.3	Beschreibung des mechanischen Verhaltens.....	54
3.2.4	Zusammenfassung	58
3.3	Versuch 2: Fahnenblechanschluss.....	59
3.3.1	Temperaturdaten	59
3.3.2	Messung der Aufschäumdicke	61
3.3.3	Beschreibung des mechanischen Verhaltens.....	63
3.3.4	Modellbildung zur Interpretation der Versagensursachen.....	66
3.3.5	Zusammenfassung	70
3.4	Zusammenfassung.....	71
4	Entwicklung und Validierung numerischer Modelle für die thermische Analyse von Schraubenverbindungen	72
4.1	Geometrie, Einwirkungen und Randbedingungen der Modelle.....	72
4.1.1	Anschlussgeometrie.....	72
4.1.2	Dämmschichtgeometrie	73
4.1.3	Thermische Einwirkungen	77
4.1.4	Thermische Bauteilinteraktion	79
4.1.5	Numerische Rahmenbedingungen	80
4.1.6	Zusammenfassung	80
4.2	Thermische Materialeigenschaften.....	81
4.2.1	Stahl.....	81
4.2.2	Beton	82
4.2.3	Dämmschichtbildner.....	84
4.2.4	Zusammenfassung	92
4.3	Validierung des Referenzmodells.....	93
4.3.1	Versuch 1.....	93
4.3.2	Versuch 2.....	95
4.3.3	Variation der Modellparameter	96
4.3.4	Parameterstudien zu Materialeigenschaften	98
4.3.5	Zusammenfassung	101
4.4	Parameterstudien zu verschiedenen Abmessungen in Versuch 1.....	102
4.4.1	Variation typisierter Anschlussarten (Trägerhöhe, Kopfplatte und Schrauben).....	103
4.4.2	Variation der Stützenabmessungen	105

4.4.3	Abweichungen von typisierten Anschlüssen.....	107
4.4.4	Zusammenfassung und vereinfachtes Berechnungsverfahren.....	109
4.5	Parameterstudien zu verschiedenen Abmessungen in Versuch 2.....	110
4.5.1	Variation der Trägergröße.....	112
4.5.2	Variation der Stützenabmessungen	115
4.5.3	Variation der Fahnenblechdicke	116
4.5.4	Variation der Schraubengröße	117
4.5.5	Variation der Betondeckendicke.....	117
4.5.6	Zusammenfassung und vereinfachte Berechnungsverfahren.....	119
4.6	Zusammenfassung.....	121
5	Entwicklung und Validierung numerischer Modelle für die mechanische Analyse von Schraubenverbindungen	122
5.1	FE-Simulation eines Kopfplattenanschlusses bei konstanter Temperatur	122
5.1.1	Aufbau des in der Voruntersuchung zugrunde liegenden Versuchs	122
5.1.2	Versuchskörperabmessungen und Parameter im numerischen Modell.....	123
5.1.3	Materialeigenschaften	124
5.1.4	Numerische Randbedingungen der Modellierung.....	126
5.1.5	Berechnung mit verschiedenen Gleichungslösern und Laststeuerungen	127
5.1.6	Verwendung von kohäsiven Elementen zur Versagenssimulation.....	129
5.1.7	Verwendung eines generellen Schadensmodells	131
5.1.8	Zusammenfassung	134
5.2	FE-Simulation eines Kopfplattenanschlusses mit transientem Temperaturfeld	135
5.2.1	Modellaufbau	135
5.2.2	Vorverformung	137
5.2.3	Numerische Randbedingungen.....	139
5.2.4	Versagensdefinition.....	141
5.2.5	Materialeigenschaften	142
5.2.6	Validierung des mechanischen Modells zu Versuch 1	148
5.2.7	Parameterstudien.....	152
5.2.8	Zusammenfassung	157
5.3	FE-Simulation eines Fahnenblechanschlusses mit transientem Temperaturfeld	158
5.3.1	Modellaufbau und Randbedingungen.....	158
5.3.2	Materialeigenschaften	160
5.3.3	Validierung	165

5.3.4	Zusammenfassung	170
5.4	Zusammenfassung.....	171
6	Komponentenmethode für den Brandfall.....	172
6.1	Temperaturbestimmung aus dem thermischen FE-Modell	172
6.1.1	Stützenkomponenten (Komponenten 1.3 und 1.4).....	173
6.1.2	Trägerflansch mit Druck (Komponenten 1.7 und 2.7).....	176
6.1.3	Übrige Anschlusskomponenten (Komponenten 1.5, 1.10, 2.9, 2.10 und 2.11).....	177
6.1.4	Zusammenfassung	178
6.2	Komponentenmethode bei Kopfplattenverbindungen im Brandfall	179
6.2.1	Ermittlung der Tragfähigkeit.....	179
6.2.2	Ermittlung der Rotationssteifigkeit.....	184
6.2.3	Validierung des Federmodells gegen Versuchsergebnisse	189
6.2.4	Vergleich der Ergebnisse mit der Parameterstudie der FE-Simulation	194
6.2.5	Zusammenfassung	196
6.3	Komponentenmethode bei Fahnenblechverbindungen im Brandfall.....	197
6.3.1	Federmodell	197
6.3.2	Definition der Steifigkeiten und Tragfähigkeiten der Einzelkomponenten	199
6.3.3	Berechnungsschritte	202
6.3.4	Validierung des Modells gegen die Versuchsergebnisse.....	206
6.3.5	Zusammenfassung	210
6.4	Zusammenfassung.....	211
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	212
7.1	Experimente zum Anschlussverhalten.....	212
7.2	Untersuchungen zum Temperaturfeld in Anschlüssen	213
7.3	Untersuchungen zum Tragverhalten von Anschlüssen.....	213
7.4	Fazit und Ausblick	214
Literatur.....		I
Veröffentlichungen.....		I
Studentische Arbeiten.....		XI
Normen und Richtlinien.....		XII

Nomenklatur

Abkürzungen

DSB	Reaktives Brandschutzsystem mit reaktiver Komponente Dämmschichtbildner (kurz: Dämmschichtbildner) nach [DIBt 1997]
ETK	Einheits-Temperaturzeitkurve nach [DIN 4102-2]
FEM	Finite Elemente Methode
HEA/HEB/HEM	Profilreihe für Doppel-T-Träger (breite Flansche, kurze Stege)
IPE	Profilreihe für Doppel-T-Träger (schmale Flansche, lange Stege)
M16, M20	Schrauben mit einem Schaftdurchmesser von 16 bzw. 20 mm
M- ϕ -Beziehung	Momenten-Rotations-Beziehung (Beschreibung der Anschlussrotation über das einwirkende Moment)
Q 188	Bewehrungsmatte mit einer Querschnittsfläche von 188 cm ² /m
R30, R60, R90	Feuerwiderstandsdauer von 30, 60 bzw. 90 min (auch F30, F60, F90)
RB _(i)	Randbedingung im FE-Modell an der Position i
UFL	Unterflansch
V1	Versuch 1: Brandversuch zum Verhalten von Kopfplattenanschlüssen
V2	Versuch 2: Brandversuch zum Verhalten von Fahnenblechanschlüssen
σ - ε -Beziehung	Spannungs-Dehnungs-Beziehung (Beschreibung der Spannungen über die Dehnungen im Material)

Lateinische Bezeichnungen

a	Länge eines Beulfeldes nach [DIN 18800-3]	[mm]
a _(kp)	Dicke der Schweißnaht (zwischen Kopfplatte und Stützenflansch)	[mm]
a _(Steife,fc)	Dicke der Schweißnaht (zwischen Steife und Stützensteg)	[mm]
a _{r,(1/2)}	Abstand der Bewehrung (Lage 1/2) zur Deckenunterkante	[mm]
a _{x,la}	vertikaler Abstand Lasteinleitung zur Trägerachse (vgl. Abb. 5-1)	[mm]
a _{x,st}	vertikaler Abstand Trägersteg zu Oberkante Stütze (vgl. Abb. 5-1)	[mm]
a _{ξ}	Lastfaktor zum fiktiven Zeitpunkt ξ (FE-Modell)	[-]
A	Fläche (z.B. Querschnittsfläche oder Bauteiloberfläche)	[mm ²]
A _(r/b)	Querschnittsfläche (der Bewehrung / des Schraubenschaftes)	[mm ²]
A _{ini}	Ausgangsquerschnitt im Zugversuch	[mm ²]
A _m	dem Brand ausgesetzte Oberfläche eines Bauteils	[mm ²]
(A _m /V)	Profilfaktor (beflammte Oberfläche (A) und Volumen (V)) (auch U/A)	[m ⁻¹]
(A _m /V) _(tr/st)	Profilfaktor (des Trägers / der Stütze)	[m ⁻¹]
A _{s,(nom)}	(Nenn-)Spannungsquerschnitt einer Schraube	[mm ²]
b	Breite eines Beulfeldes nach [DIN 18800-3]	[mm]
b, c, d	Parameter zur Festlegung der σ - ε -Beziehung von Beton im Zugbereich	[-]
b _(b/c/p)	Breite (Trägers / Stütze / Kopfplatte) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
b _(sk/sm/ss)	Durchmesser (Schraubenkopf / -mutter / -schaft)	[mm]
b _(tr/st/kp)	Breite (des Trägers / der Stütze / der Kopfplatte)	[mm]

b_{eff}	effektive mittragende Breite des Betongurts nach Gl. (3.6)	[mm]
$b_{eff,t,wc}$	effektive Breite des Stützensteges in Komponentenmethode	[mm]
b_{ei}	mitttragende Breite im Betongurt, auf Seite i, seitlich der Verbundmittel	[mm]
b_{UFL}	Breite des Unterflansches	[mm]
c (Kap. 5)	Schallgeschwindigkeit im numerischen Element (FE-Modell)	[mm/s]
c (Kap. 6)	Beiwert für die Verbindungsart nach [Ungermann 2011]	[-]
C (beam/plate)	Federsteifigkeit (der Komponente Träger / Fahnenblech)	[N/mm]
C_a	spezifische Wärmekapazität von Stahl nach [DIN EN 1993-1-2]	[J/(kg·K)]
$C_{b,(i),(a/l)}$	Federsteifigkeit der Schraube (i) (auf Abscheren / Lochleibung)	[N/mm]
$C_{b,i,(plate/web),l}$	Federsteifigkeit infolge Lochleibung (im Fahnenblech / Steg)	[N/mm]
$C_{b,(a/l)}$	Federsteifigkeit der Verschraubung (auf Abscheren / Lochleibung)	[N/mm]
$C_{i,\theta}$	Federsteifigkeit der Komponente i bei Temperatur θ	[N/mm]
C_p	spezifische Wärmekapazität (allgemein)	[J/(kg·K)]
$C_{p,c,(dry)}$	spezifische Wärmekapazität von (trockenem) Beton	[J/(kg·K)]
$C_{p,c,peak}$	Spitzenwert der spezifischen Wärmekapazität von Beton	[J/(kg·K)]
$C_{p,c,fik}$	fiktive spezifische Wärmekapazität des Betons (Dichte konstant)	[J/(kg·K)]
$C_{p,(DSB/Luft/ini),\theta}$	spezifische Wärmekapazität (DSB / Luft / DSB-Anstrich)	[J/(kg·K)]
$C_{p,DSB,\theta,fik}$	fiktive spezifische Wärmekapazität des DSB (konstanter Rohdichte)	[J/(kg·K)]
$C_{p,DSB,\theta,konst}$	fiktive spez. Wärmekapazität des DSB bei konstanter Geometrie	[J/(kg·K)]
$C_{r,(top/bottom)}$	Federsteifigkeit der (oberen / unteren) Bewehrung	[N/mm]
$d_{(b)}$	Durchmesser (der Schraube)	[mm]
$d_{(sk/sm)}$	Dicke (Schraubenkopf / Schraubenmutter)	[mm]
d_L	Lochdurchmesser	[mm]
d_{Modell}	Durchmesser eines Schraubenzylinders im FE-Modell	[mm]
d_{Poren}	Durchmesser der Luftporen im Dämmschichtbildner	[mm]
$d_{x,sc}$	horizontaler Schraubenabstand	[mm]
$d_{y,sc[i]}$	vertikaler Abstand der Schraube i zum oberen Rand	[mm]
D	Schadensparameter für Versagensdefinition im FE-Modell	[-]
e	Exzentrizität im Fließpotenzial im Materialmodell zum Beton	[mm]
e, e_1, e_2, e_3	Randabstände der Schraubenlöcher nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
e_x	Achsabstand Schrauben zum oberen Kopfplattenrand	[mm]
$E_{(\theta)}$	Elastizitätsmodul (bei Temperatur θ)	[N/mm ²]
$E_{(a/b),(\theta)}$	Elastizitätsmodul (von Stahl / Schrauben) (bei Temperatur θ)	[N/mm ²]
$E_{b,fik,\theta}$	fiktiver Elastizitätsmodul von Schrauben bei Temperatur θ	[N/mm ²]
$E_{cm,(\theta)}$	Elastizitätsmodul von Beton (bei Temperatur θ)	[N/mm ²]
$E_{i,(\theta)}$	Elastizitätsmodul der Komponente i (bei Temperatur θ)	[N/mm ²]
$E_{i,\theta,fik}$	fiktiver Elastizitätsmodul der Komponente i bei Temperatur θ	[N/mm ²]
$E_{r,fik,\theta}$	fiktiver Elastizitätsmodul der Bewehrung bei Temperatur θ	[N/mm ²]
f_{auf}	Aufschäumfaktor des Dämmschichtbildners	[-]
f_{ck}	Druckfestigkeit von Beton	[N/mm ²]
$f_{ck,bi}$	Druckfestigkeit von Beton bei equibiaxialer Druckspannung	[N/mm ²]
$f_{c(t)m}$	Mittlere Druck-(bzw. Zug-)festigkeit von Beton	[N/mm ²]
$f_{M,\theta}$	Modellfaktor zur Abweichung der DSB-Geometrie im Modell	[-]
$f_p, (r / b)$	Proportionalitätsgrenze Baustahl (bzw. Bewehrung / Schrauben)	[N/mm ²]
$f_{p,i,\theta}$	Proportionalitätsgrenze der Komponente i bei Temperatur θ	[N/mm ²]
$f_u, (r / b)$	Zugfestigkeit Baustahl (bzw. Bewehrung (r) / Schrauben (b))	[N/mm ²]
$f_{u,b,fik}$	fiktive Zugfestigkeit für ohne Gewinde modellierte Schrauben	[N/mm ²]

$f_{u,M16,(zentr\text{isch})}$	Zugfestigkeit der M16-Schrauben aus zentrischem Zugversuch	[N/mm ²]
$f_{u,M16,schraeg}$	Zugfestigkeit der M16-Schrauben aus Schrägzugversuch	[N/mm ²]
$f_{u,M20,schraeg}$	Zugfestigkeit der M20-Schrauben aus Schrägzugversuch	[N/mm ²]
$f_{u,Schraube,Gonz}$	Zugfestigkeit nach [Gonzalez 2010] aus Schraubenzugversuch	[N/mm ²]
$f_{u,Zugprobe,Gonz}$	Zugfestigkeit nach [Gonzalez 2010] aus Zugversuch	[N/mm ²]
$f_{y,(r / b)}$	Streckgrenze Baustahl (bzw. Bewehrung (r) / Schrauben (b))	[N/mm ²]
$f_{y,b,fik}$	fiktive Streckgrenze für ohne Gewinde modellierte Schrauben	[N/mm ²]
$f_{y,i,(\theta)}$	Streckgrenze der Komponente i (bei Temperatur θ)	[N/mm ²]
$F_{(beam/plate)}$	Tragfähigkeit (der Komponente Träger / Fahnenblech)	[kN]
$F_{(x/y/z)}$	Kraft (in x-/y-/z-Richtung)	[kN]
$F_{(r/b),fail}$	Versagenslast (der Komponente F_r/F_b)	[kN]
$F_{b,i,(a / l)}$	Tragfähigkeit der Schraube (i) (auf Abscheren / Lochleibung)	[kN]
$F_{b,(a / l)}$	Tragfähigkeit der Verschraubung (auf Abscheren / Lochleibung)	[kN]
$F_{Ed,(c/t)}$	auf Anschluss wirkende (Druck- / Zug-)Kraft	[kN]
$F_i / F_{i,Rd,\theta}$	Komponententragfähigkeit der Komponente i	[kN]
$F_{i,K,RC,t}$	Faktor (i) für die Temperaturberechnung von Komponente K	[°C]
$F_{Modell,V1}$	einwirkende Last auf das FE-Modell zu Versuch 1	[kN]
$F_{Modell,V2,(kalt)}$	einwirkende Last auf das FE-Modell zu Versuch 2 (bei $\theta=20$ °C)	[kN]
$F_{r,(top/bottom)}$	Tragfähigkeit der (oberen / unteren) Bewehrung	[kN]
$F_{r,1,max}$	auf Bewehrung wirkende Last am Ende von Schritt 1	[kN]
$F_{t,Rd}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube	[kN]
F_V	Vorspannkraft einer Schraube	[kN]
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Abschertragfähigkeit n. [DIN EN 1993-1-8]	[kN]
$F_{v,Rd,\theta}$	Bemessungswert Abschertragfähigkeit bei Temperatur θ	[kN]
$g_{(tr / Decke)}$	einwirkende Streckenlast (infolge Träger- / Deckeneigengewicht)	[kN/m]
G_{gelb}	Gewichtslast der gelben Lastplatte im Anschlussversuch	[kN]
$G_{ges,(V1 / V2)}$	gesamte Gewichtslast (in Versuch 1 / Versuch 2)	[kN]
G_{kp}	Gewichtslast aus Eigengewicht der Kopfplatte	[kN]
$G_{Lasteinleitung}$	Gewichtslast der gesamten Lasteinleitungsstruktur im Versuch	[kN]
$G_{Lasteinleitungsst.}$	Gewichtslast der Lasteinleitungsstützen	[kN]
G_{rot}	Gewichtslast der roten Lastplatte im Anschlussversuch	[kN]
$G_{Streben}$	Gewichtslast der Streben der Lasteinleitungsstruktur	[kN]
G_{zusatz}	Gewichtslast einer kleinen zusätzlichen Lastplatte	[kN]
$h_{(b / c / p)}$	Höhe (Träger- / Stützenquerschnitt / Kopfplatte) n. [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
$h_{(tr / st / kp)}$	Höhe (des Träger- / Stützenquerschnittes / der Kopfplatte)	[mm]
$h_{1,(b / c / p)}$	Steghöhe (des Träger- / Stützenquerschnittes / der Kopfplatte)	[mm]
\dot{h}_{net}	Netto- Wärmestrom nach Gl. (2.2) (vgl. [DIN EN 1991-1-2])	[W/m ²]
$\dot{h}_{net,c}$	konvektiver Wärmestrom nach Gl. (2.3)	[W/m ²]
$\dot{h}_{net,r}$	strahlungsabhängiger Wärmestrom nach Gl. (2.4)	[W/m ²]
h_{plate}	Höhe des Fahnenblechs	[mm]
$I_{(tr / st)}$	Flächenträgheitsmoment (des Trägers / der Stütze)	[mm ⁴]
k	Kurvenfaktor nach Tab. 4-10	[-]
$k_{(1,b)}$	Faktor zur Berücksichtigung der Position der Schraube im Anschluss	[-]
$k_{(11/12),i,\theta}$	Steifigkeitskoeffizient (bei Abscheren / Lochleibung) der Schraube	[mm]
$k_{b,(\theta)}$	Abminderungsfaktor für die Zugfestigkeit von Schrauben nach Tab. 2-1	[-]
$k_{c,(t),\theta}$	Abminderungsfaktor für die Druck-(bzw. Zug-)festigkeit von Beton	[-]
$k_{E,\theta}$	Abminderungsfaktor für den Elastizitätsmodul bei Temperatur θ	[-]

k_i	Federsteifigkeitskoeffizient der Komponente i	[mm]
$k_{i,1}$	Federsteifigkeitskoeffizient einer Schraubenreihe der Komponente i	[mm]
$k_{p,\theta}$	Abminderungsfaktor für Proportionalitätsgrenze bei Temperatur θ	[-]
$k_{r,(top/bottom)}$	Steifigkeitskoeffizient der (oberen / unteren) Bewehrungslage	[mm]
$k_{r,\theta}$	Abminderungsfaktor für Streckgrenze der Bewehrung bei Temp. θ	[-]
k_{sh}	Korrekturfaktor für den Abschattungseffekt nach [DIN EN 1991-1-2]	[-]
k_t	Faktor für das Verhältnis von Schraubendurchmesser zu Blechdicke	[-]
$k_{u,\theta}$	Abminderungsfaktor für Zugfestigkeit von Stahl nach Tab. 5-3	[-]
$k_{y,\theta}$	Abminderungsfaktor für Streckgrenze von Baustahl bei Temperatur θ	[-]
k_σ	Beulwert nach [DIN 18800-2]	[-]
K	Korrekturfaktor für numerisches Materialmodell für Beton	[-]
K_b	Beiwert für die Systemsteifigkeit nach [DIN EN 1993-1-8]	[-]
l_{eff}	effektive Länge im T-Stummel-Modell (Komponentenmethode)	[mm]
$l_{eff,t,wc}$	effektive Länge für Stützensteg (wc) auf Zug (t)	[mm]
L_t	fiktive Feldlänge zur Berechnung der effektiven Breite	[m]
$l_{s,ss}$	Lochspiel	[mm]
l_{ss}	Länge Schraubenschaft	[mm]
$L_{(tr / st)}$	Länge (des Trägers / der Stütze)	[mm]
L_b	Dehnlänge der Schrauben nach Gl. (6.7)	[mm]
L_{EI}	Kantenlänge eines finiten Elementes im FE-Modell	[mm]
L_{ini}	Ausgangslänge	[mm]
L_{krag}	Länge des Kragarms	[mm]
L_{la}	Horizontaler Abstand vom Lastangriffspunkt zum Trägerende	[mm]
L_m	maßgebende Beulfeldlänge nach [DIN 18800-3]	[mm]
$l_{r,fik}$	ansetzbare Ausgangslänge für die Bewehrung (Federmodell)	[mm]
m	Radius der Fließfläche im T-Stummelmodell (Komponentenmethode)	[mm]
m_2	Abstand von Schraube zum Beginn Stützensteife (nach Gl. (6.4))	[mm]
$M_{(Ek / Ed)}$	einwirkendes Moment (charakteristischer Wert / Bemessungswert)	[kNm]
$M_{(x/y/z)}$	Moment (um die x -/ y -/ z -Achse)	[kNm]
$M_{(pl),Rd}$	(plastische) Momententragfähigkeit	[kNm]
$M_{(1/2),max}$	maximales Moment (nach Berechnungsschritt 1/2) (Federmodell)	[kNm]
$M_{V2,kalt}$	einwirkendes Moment bei Lastauflegen vor Versuch 2	[kNm]
n	Minimum aus $1,25 \cdot m$ und e_{min} nach [DIN EN 1993-1-2], Bild 6.8	[mm]
n_b	Anzahl der auf Zug belasteten Schrauben	[-]
n_r	Anzahl der Bewehrungsstäbe	[-]
n_x	Minimum aus $1,25 \cdot m_x$ und e_x nach Abb. 6-9	[mm]
$p_{(1/2)(beam/plate)}$	Abstände der Schrauben nach [DIN EN 1993-1-8] (in Träger/Blech)	[mm]
\dot{q}_{poren}	Wärmestromdichte in den Poren des DSB nach Gl. (4.18)	[W/m ²]
Q	Wärmemenge	[J]
$r_{(tr/st)}$	Ausrundungsradius des Stahlquerschnitts (in Träger / Stütze)	[mm]
$r_{(b/c)}$	Ausrundungsradius (in Träger / Stütze) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
$S_{(DSB/Luft/ini),(\theta)}$	Wärmespeicherzahl (von DSB / Luft / DSB-Anstrich) (bei Temp. θ)	[J/(m ³ ·K)]
$S_{(tr/st)}$	Stegdicke (Träger / Stütze)	[mm]
S_c	Wärmespeicherzahl von Beton	[J/(m ³ ·K)]
S_j	Rotationssteifigkeit eines Kopfplattenanschlusses nach Gl. (6.15)	[Nmm]
$S_{j,ini}$	Anfangssteifigkeit eines Kopfplattenanschlusses nach Gl. (6.15)	[Nmm]
$S_{j,\theta}$	Rotationssteifigkeit eines Kopfplattenanschlusses bei Temperatur θ	[Nmm]

t	Zeit	[s]
t	fiktive Zeit im mechanischen FE-Modell (siehe auch ξ)	[-]
$t_{(kp/fb/tr/st/Steife)}$	Dicke (von Kopfplatte / Fahnenblech / Träger- / Stützenflansch / Steife)	[mm]
$t_{(p/plate)}$	Dicke (der Kopfplatte / des Fahnenblechs) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
$t_{(Sch./Kopf/Mutter)}$	Dicke (von Scheibe / Schraubenkopf / -Mutter) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
t_c	Dicke der Betonplatte	[mm]
$t_{DSB,(\theta)}$	Schichtdicke der Dämmschicht (bei Temperatur θ)	[mm]
$t_{DSB,max}$	maximale Schichtdicke der Dämmschicht	[mm]
$t_{DSB,max,w}$	maximale Schichtdicke über dem Trägersteg nach Gl. (4.3)	[mm]
$t_{f,(c/b)}$	Flanschdicke (der Stütze (c) /des Trägers (b)) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
t_{fail}	Zeit von Erwärmungsbeginn bis Versagen	[min]
$t_{ini,(V1 / V2)}$	Trockenschichtdicke des DSB (in Versuch 1 / 2) (auch: Anstrichdicke)	[mm]
$t_{Poren,DSB,(max)}$	(maximale) Aufschäumdicke des DSB (auch: Dicke der DSB-Poren)	[mm]
$t_{w,(c / b)}$	Stegdicke (der Stütze / des Trägers) nach [DIN EN 1993-1-8]	[mm]
$u_{(1/2/3)} (kalt)$	Vertikalverschiebung (an Pos. 1/2/3 nach Abb. 3-16) (kalt: bei 20 °C)	[mm]
$u_{b,(i)}$	horizontale Verschiebung an der Verschraubung (bzw. Schraube i)	[mm]
$u_{beam,(fail)}$	horiz. Versch. am Trägerunterflansch (bei Versagen der Schrauben)	[mm]
u_{con}	Durchbiegung am Kragarmende infolge Anschlussverdrehung	[mm]
u_{exp}	Durchb. am Kragarmende infolge Anschlussverdrehung im Versuch	[mm]
u_{gap}	horizontaler Abstand zwischen Trägerunterflansch und Stütze	[mm]
$u_{ges,gem}$	Durchbiegung am Kragarmende im Versuch	[mm]
u_{IPE}	Durchbiegung am Kragarmende infolge Trägerverformung (analytisch)	[mm]
$u_{KP,oben}$	Überstand der Kopfplatte über der Trägeroberkante	[mm]
u_{max}	maximale Auslenkung der Vorverformung im FE-Modell	[mm]
$u_{r,(o/u),i}$	Längenänderung der (oberen/unteren) Bewehrung durch Rotation um i	[mm]
V	Volumen eines Bauteils	[mm ³]
$V_{(Ek / Ed)}$	einwirkende Querkraft (charakteristischer Wert / Bemessungswert)	[kN]
$V_{a,Rd}$	Abschertragfähigkeit der Schrauben nach [DIN EN 1993-1-8]	[kN]
V_b	Volumen des Dämmschichtbildners seitlich des Steges	[mm ³]
$V_{d,i}$	Dämmschichtbildnervolumen neben Profilkammer nach Abb. 4-5	[mm ³]
V_{DSB}	Volumen des Dämmschichtbildners	[mm ³]
$V_{Gesamt,DSB}$	Gesamtvolumen des Dämmschichtbildners	[mm ³]
V_h	Volumen des Dämmschichtbildners am Flansch (kammerseitig)	[mm ³]
$V_{int,beam}$	Kammervolumen eines Stahlträgers nach Abb. 4-5	[mm ³]
$V_{l,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Schrauben nach [DIN EN 1993-1-8]	[kN]
$V_{(pl),Rd}$	(plastische) Querkrafttragfähigkeit	[kN]
$V_{Poren,DSB}$	Porenvolumen des Dämmschichtbildners	[mm ³]
w	horizontaler Abstand zwischen zwei Schrauben	[mm]
$W_{pl,(b)}$	plastisches Widerstandsmoment (des Trägers)	[mm ³]
z	innerer Hebelarm eines Kopfplattenanschlusses nach Abb. 2-3	[mm]
$z (K. 4.5.6)$	Abstand zur Unterkante der Betonplatte	[mm]
$z_{(b/beam/r)}$	Abstand von (Verschraubung/Träger/Bewehrung) zur pl. Nulllinie	[mm]
z_i	Abstand der Komponente i zur plastischen Nulllinie	[mm]
z_{pl}	Lage der plastischen Nulllinie	[mm]
$z_{r,1}$	Abstand zwischen Komponente Verschraubung und Bewehrung	[mm]
$z_{r,2}$	Abstand zwischen Komponente Trägerunterflansch und Bewehrung	[mm]

Griechische Bezeichnungen

α	Verhältniswert für Schraubenabstand zu Rand und Steife (Abb. 6-3)	[-]
α_1 / α_i	Beiwert für die Lochleibung	[-]
α_a / α_v	Beiwert für das Abscheren	[-]
α_b	Faktor zur Berücksichtigung der Lage der Schraube in Krafrichtung	[-]
α_c	konvektiver Wärmeübergangskoeffizient (vgl. [DIN EN 1991-1-2])	[W/(m ² ·K)]
α_T	thermischer Wärmeausdehnungskoeffizient	[K ⁻¹]
$\Delta(x/y/z)$	Entfernung in x/y/z-Richtung	[mm]
$\Delta l / \Delta L$	Längenänderung	[mm]
Δt	Zeitintervall	[s]
$\Delta t_{(\max / \text{krit})}$	(maximales / kritisches) Zeitintervall oder Zeitschrittlänge	[s]
$\Delta u_{r,2}$	Verschiebungszunahme in Bewehrung in Schritt 2 (Federmodell)	[mm]
$\Delta \phi_2$	Rotationszunahme in Berechnungsschritt 2 (Federmodell)	[-] / [°]
$\Delta \theta_{a,t}$	Temperaturänderung im Stahl je Zeitschritt nach Gl. (2.5)	[°C]
$\Delta \theta$	Temperaturdifferenz	[°C]
ε	Dehnung	[-]
$\varepsilon_{c,\theta}$	thermische Dehnung im Beton	[-]
$\varepsilon_{c1,\theta}$	Dehnung bei Erreichen der Druckfestigkeit im Beton	[-]
$\varepsilon_{ct,\theta}$	Dehnung bei Erreichen der Zugfestigkeit im Beton	[-]
$\varepsilon_{cu1,\theta}$	Bruchdehnung von Beton	[-]
ε_{el}	elastischer Anteil der Dehnung	[-]
ε_f	Emissivität des Feuers nach [DIN EN 1991-1-2]	[-]
ε_{fail}	Versagensdehnung für kohäsive Elemente (FE-Modell)	[-]
ε_f^{pl}	Versagensdehnung im allgemeinen Schädigungsmodell (FE-Modell)	[-]
ε_{ges}	Gesamtdehnung	[-]
ε_m	Emissivität der Bauteiloberfläche (z.B. nach [DIN EN 1991-1-2])	[-]
ε_{nom}	technische / nominelle Dehnung (bezogen auf Ausgangslänge)	[-]
$\varepsilon_{p,(\theta)}$	Dehnung an der Proportionalitätsgrenze (bei Temperatur θ)	[-]
ε_{pl}	plastischer Anteil der Dehnung	[-]
ε_s^{pl}	Schadenseinleitungsdehnung im allgemeinen Schädigungsmodell	[-]
$\varepsilon_{t,(\theta)}$	Grenzdehnung für die Fließgrenze (bei Temperatur θ)	[-]
$\varepsilon_{u,(\theta)}$	Bruchdehnung (bei Temperatur θ)	[-]
ε_{wahr}	wahre Dehnung (im FE-Modell verwendbar)	[-]
$\varepsilon_{y,(\theta)}$	Fließdehnung (bei Temperatur θ) nach [DIN EN 1993-1-2], Bild 3.1	[-]
ϕ	Rotation	[-] / [°]
ϕ (K. 2.1.2)	Konfigurationsfaktor zur Berücksichtigung von Abschattungen	[-]
ϕ (K. 4.1.4)	Öffnungsfaktor nach Tab. 4-1	[-]
$\phi_{1,max}$	Rotation am Ende des ersten Berechnungsschrittes (Federmodell)	[-] / [°]
$\phi_{Anschluss}$	Rotation des Anschlusses ohne Komponente Träger	[-] / [°]
ϕ_{exp}	im Versuch gemessene Rotation	[-] / [°]
$\phi_{Träger}$	Rotation von Anschluss und Träger nach Abb. 5-28	[-] / [°]
$\phi_{\theta(\max)}$	(maximale) Porosität des Dämmschichtbildners (bei Temperatur θ)	[-]
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für das Material	[-]
γ_{M0}	Teilsicherheitsbeiwert für das Material im Brandfall (=1,0)	[-]

γ_{M2}	Teilsicherheitsbeiwert für Schrauben ([DIN EN 1993-1-8], Tab. 2.1)	[-]
$\gamma_{M,fi}$	Teilsicherheitsbeiwert für das Material im Brandfall (=1,0)	[-]
κ	Abminderungsfaktor der Streckgrenze infolge Beulgefährdung	[-]
$\lambda_{(1/2)}$	Bezugswerte für Schraubenrandabstände nach Gl. (6.3)	[-]
$\lambda_{(a/c)}$	Wärmeleitfähigkeit (von Stahl / von Beton)	[W/(m·K)]
$\lambda_{DSB(\theta)}$	Wärmeleitfähigkeit des DSB (bei Temperatur θ) nach Gl. (4.21)	[W/(m·K)]
$\lambda_{DSB,\theta,konst}$	Wärmeleitfähigkeit des DSB für eine konstant modellierte Dicke	[W/(m·K)]
$\lambda_{ini(\theta)}$	Wärmeleitfähigkeit des Grundmaterials des DSB (bei Temperatur θ)	[W/(m·K)]
$\lambda_{Luft(\theta)}$	Wärmeleitfähigkeit von Luft (bei Temperatur θ)	[W/(m·K)]
$\lambda_{Poren,\varepsilon,\theta}$	fiktive Wärmeleitfähigkeit der Poren im DSB infolge Strahlung	[W/(m·K)]
μ	Querdehnzahl	[-]
μ	Reibungskoeffizient	[-]
μ	Verhältnis von Anfangs- zu Rotationssteifigkeit ([DIN EN 1993-1-8])	[-]
μ_{visko}	Viskositätsparameter für Beton im numerischen Materialmodell	[-]
μ_{θ}	Verhältnis von Anfangs- zu Rotationssteifigkeit im Brand (Gl. (6.24))	[-]
$\theta_{(a/b)}$	Temperatur (an Ober- / Unterseite der Betonplatte nach Tab. 4-10)	[°C]
$\theta_{(a/c)}$	Temperatur (des Stahls / des Betons)	[°C]
$\theta_{(z)}$	Temperatur in der Betonplatte im Abstand z zum beflamnten Rand	[°C]
θ_g	Brandraumtemperatur (auch Gastemperatur)	[°C]
$\theta_{K,RC,t}$	Temperatur der Komponente K bei DSB-Klasse RC zum Zeitpunkt t	[°C]
θ_m	Bauteiltemperatur bzw. Oberflächentemperatur des Bauteils	[°C]
θ_r	Strahlungstemperatur des Brandes	[°C]
$\theta_{ref,DSB}$	Referenztemperatur des Dämmschichtbildners	[°C]
$\rho_{(a/c),(\theta)}$	Rohdichte (von Stahl / Beton) (bei Temperatur θ)	[kg/m ³]
$\rho_{(DSB/Luft/ini)}$	Rohdichte (von DSB / Luft / DSB-Anstrich) (bei Temperatur θ)	[kg/m ³]
$\sigma_{(x/y/z)}(i)$	Spannung (in x-/y-/z-Richtung) (in Komponente i)	[N/mm ²]
σ	Stephan-Boltzmann-Konstante (=5,67 · 10 ⁻⁸)	[W/(m ² ·K ⁴)]
σ_e	Bezugsspannung nach [DIN 18800-2]	[N/mm ²]
σ_{mises}	Vergleichsspannung nach von-Mises	[N/mm ²]
σ_{nom}	technische / nominelle Spannung (auch Ingenieursspannung)	[N/mm ²]
σ_{wahr}	wahre Spannung	[N/mm ²]
$\sigma_{x,Pi}$	ideale Einzelbeulspannung nach [DIN 18800-2]	[N/mm ²]
ω_{max}	höchste Eigenfrequenz im FE-Modell	[s ⁻¹]
ξ	fiktive Zeit innerhalb eines Rechenschrittes im FE-Modell (0-1)	[-]
ψ (Kap. 5)	Dilatanzwinkel im numerischen Materialmodell für Beton	[°]
ψ (Kap. 6)	Beiwert für die Verbindungsart nach [DIN EN 1993-1-8]	[-]