



2018

# STAHLBAU KALENDER



Verbundbau  
Fertigung



2018

# STAHLBAU KALENDER

---

Verbundbau  
Fertigung

---

Herausgegeben von  
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

20. Jahrgang

## Hinweise des Verlages

Die Recherche zum Stahlbau-Kalender ab Jahrgang 1999 steht im Internet zur Verfügung unter [www.ernst-und-sohn.de](http://www.ernst-und-sohn.de)

Titelbild: Verbundbrücke „Rotes Steigle“ über die A8 bei Stuttgart  
Foto: Tim Heiser, Stuttgart

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.

© 2018 Wilhelm Ernst & Sohn,  
Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG,  
Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprint, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Umschlaggestaltung: Sonja Frank, Berlin  
Herstellung: HillerMedien, Berlin  
Satz: Alexa Glanzner GmbH, Viernheim  
Druck und Bindung: CPI Ebner & Spiegel, Ulm

Printed in the Federal Republic of Germany.  
Gedruckt auf säurefreiem Papier.

ISSN 1438-1192

Print ISBN: 978-3-433-03166-7  
ePDF ISBN: 978-3-433-60772-5  
ePub ISBN: 978-3-433-60771-8  
eMobi ISBN: 978-3-433-60773-2  
oBook ISBN: 978-3-433-60770-1

## Vorwort

Schwerpunkt im diesjährigen Stahlbau-Kalender ist der **Stahlverbundbau**, der für den Stahlbau eine zentrale Rolle spielt, sei es im Stahlbrückenbau oder auch in weiten Teilen des Stahloberbaus. Das Thema **Verbundbau** wurde zum letzten Mal im Stahlbau-Kalender 2010 als Schwerpunkt behandelt, damals noch mit DIN 18800 Teil 5 unter den Vorzeichen der deutschen Normung. Es gibt also erheblichen Aktualisierungsbedarf nicht nur in Bezug auf die Normung, sondern auch in der technischen Entwicklung. Zu nennen ist hier beispielsweise die brandschutztechnische Bemessung von Verbundträgern und Deckensystemen, die im neuen Stahlbau-Kalender einen eigenen Beitrag erhält. Außerdem erweitern und komplettieren die Beiträge „Flachdecken in Verbundbauweise“, „Anschlüsse zwischen Stahl und Beton“ und „Verbundbrücken kurzer und mittlerer Spannweite“ das Themengebiet des Verbundbaus. Neben dem Schwerpunktthema versuchen wir immer auch Beiträge zu aktuellen Änderungen in der Normung zu bringen, was in diesem Jahr neben der DIN EN 1993-1-1 auch „Aktualisierte Regelungen zur Fertigung und Errichtung von Stahltragwerken nach DIN EN 1090-2“ von Prof. Dr.-Ing. habil. *Natalie Stranghöner* und Kollegen betrifft.

Mit dem erneuten Abdruck der Grundnorm **DIN EN 1993-1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau** mit Nationalem Anhang sowie ergänzenden, an den jeweiligen Stellen eingearbeiteten Kommentaren und Erläuterungen von Prof. Dr.-Ing. *Ulrike Kuhlmann*, Dipl.-Ing. *Adrian Just*, *Fabian Jörg*, M. Sc., Universität Stuttgart und Dr.-Ing. *Antonio Zizza*, TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Stuttgart, bietet der Stahlbau-Kalender als Nachschlagewerk und Begleiter in der täglichen Arbeitspraxis die Möglichkeit des Zugriffs auf die aktuellste Fassung und Interpretation der Norm. In diesem Jahr ist der aktualisierte Nationale Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2017-09 berücksichtigt und durch die Kommentare wird auf kommende Entwicklungen und aktuelle Normanfragen reagiert.

Der Beitrag **Verbundtragwerke aus Stahl und Beton, Bemessung und Konstruktion – Kommentar zu DIN EN 1994-1-1** von Prof. Dr.-Ing. *Gerhard Hanswille* und Dr.-Ing. *Marco Bergmann*, HRA Ingenieurgesellschaft mbH, Bochum, zusammen mit Prof. Dr.-Ing. *Markus Schäfer*, Universität Luxemburg, stellt den Kernbeitrag für diesen Stahlbau-Kalender mit seinem Schwerpunkt Verbundbau dar. Der Beitrag zur damaligen DIN 18800-5 aus dem Stahlbau-Kalender 2010 wird nicht nur aktualisiert, sondern auch um wesentliche neue Entwicklungen und Erkenntnisse ergänzt. Das betrifft z. B. die Themen Schwinden und Kriechen von Beton, die Behandlung der Beton-Dauerhaftigkeit, Einflüsse aus Temperatureinwirkungen im Verbundquerschnitt oder die dehnungsbegrenzte Berechnung der Querschnittstragfähigkeit. Auch aktuelle Forschungsergebnisse, z. B. über „liegende“ (randnahe)

Kopfbolzen und das Ermüdungsverhalten von Kopfbolzen wurden einbezogen. Darüber hinaus werden die besonders verstärkten Querschnitte von Verbundstützen nach dem allgemeinen Bemessungsverfahren und Untersuchungen zur Lasteinleitung behandelt. Hervorzuheben sind auch die Abschnitte zur Verformungsbeziehung von Verbundträgern mit nachgiebiger Verbundfuge und zum Schwingungsnachweis. Ein komplettes Kapitel ist jetzt auch den modernen Verbundanschlüssen gewidmet. Schließlich wird ein Ausblick darauf gegeben, welche neuen Entwicklungen im Rahmen der laufenden Überarbeitung der Eurocodes mit dem Mandat M/515 zu erwarten sind.

Wie im Stahlbau-Kalender 2017 schon erläutert, wurde die bisherige Musterbauordnung (MBO) novelliert, die Regelungen der Musterliste der Technischen Baubestimmungen (MLTB), der Teile II und III der Liste der Technischen Baubestimmungen sowie der Bauregellisten angepasst und umstrukturiert in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) eingeordnet. Dies wird von Dr.-Ing. *Karsten Kathage* und Dipl.-Ing. *Christoph Ortman*, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin im Beitrag **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Zulassungen im Stahlbau** kurz dargestellt. Dadurch, dass sich zum Zeitpunkt der Drucklegung die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) noch in Überarbeitung befand, wird in dieser Ausgabe des Stahlbau-Kalenders nur die bisher bekannte aktuelle Version (Stand: Oktober 2017) zitiert und erläutert, dabei liegt der Fokus auf dem Blickwinkel des Stahlbaus.

Ein wesentlicher Bestandteil jedes Geschossbaus sind die Tragkonstruktionen der Decken. Das Autorenteam Prof. Dr.-Ing. *Wolfgang Kurz*, Technische Universität Kaiserslautern, Prof. Dr.-Ing. *Martin Mensinger*, Technische Universität München, Dr.-Ing. *Ingeborg Sauerborn*, KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Darmstadt, Dr.-Ing. *Norbert Sauerborn*, Stahl + Verbundbau GmbH, Dreieich und Dr.-Ing. *Martin Claßen*, RWTH Aachen, stellt im Beitrag **Verbundträger und Deckensysteme** verschiedene Stahlverbundlösungen für Deckensysteme vor. Hier sind u. a. Decken mit Profilblechen zu nennen, bei denen diese Bleche im Verbund mit dem Deckenbeton wirken oder auch eine additive Tragwirkung entwickeln. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Deckentragwerks sind die Träger, die bei Geschossbauten in Stahlbauweise in aller Regel im Verbund mit der Decke wirken. Der Einsatz im Geschossbau erfordert nicht selten, dass diese Träger große Installationsöffnungen aufweisen, neue Erkenntnisse zur Ausführung von Verbundträgern mit großen Stegöffnungen werden hier vorgestellt. Schließlich erlauben multifunktionale Deckensysteme als Flachdecken ohne Träger und Unterzüge nicht nur eine sehr geringe Bauhöhe, sondern erfüllen über die Tragfunktion hinaus auch

bauphysikalische Funktionen wie Schalldämmung und Komfortanforderungen wie Schwingungsbegrenzung. Auf den Aspekt der **brandschutztechnischen Bemessung von Verbundträgern und Deckensystemen** gehen Prof. Dr.-Ing. *Peter Schaumann*, *Patrick Meyer*, M. Sc., Leibniz Universität Hannover und Prof. Dr.-Ing. *Martin Mensinger*, Technische Universität München in ihrem Beitrag ein. Aufgrund der gestiegenen brandschutztechnischen Anforderungen an tragende und aussteifende Bauteile im allgemeinen Hoch- und Industriebau ist in diesen Bereichen der Einsatz von Verbundträgern zurückgegangen. Deshalb werden im Bereich des Hochbaus meist Deckensysteme präferiert, mit denen die geforderte Feuerwiderstandsdauer auch ohne zusätzliche Brandschutzbekleidung erreicht werden kann. So besteht u. a. die Möglichkeit, Verbunddeckensysteme auszuführen, die eine Aktivierung der Membrantragwirkung im Brandfall gewährleisten. Neben einer kurzen Übersicht über die Grundlagen der brandschutztechnischen Bemessung von Verbundbauteilen gemäß der aktuellen normativen Situation (DIN EN 1994-1-2) werden erste Ansätze zur Berücksichtigung der Membrantragwirkung bei Verbundträger-Deckensystemen im Brandfall vorgestellt und auf neuere Forschungsergebnisse eingegangen. Darüber hinaus werden Hinweise zur Anwendung gegeben und in Bemessungsbeispielen dargestellt.

Dr.-Ing. *Norbert Sauerborn*, Stahl + Verbundbau GmbH, Dreieich und Dr.-Ing. *Joachim Kretz*, Ingenieurbüro Dr. Kretz, Kaiserlautern, geben in ihrem Beitrag Hinweise zur Bemessung und Konstruktion von **Verbundstützen**. Die Grundlagen finden sich im Kernbeitrag zu Eurocode 4 von Prof. Dr.-Ing. *Gerhard Hanswille* und Kollegen. Interessant sind vor allem die Ergänzungen zu diesen Grundlagen aus Sicht der Praxis, z. B. zur Gebrauchstauglichkeit und zur konstruktiven Ausführung hinsichtlich Verbundsicherung und Krafteinleitung. Es wird besonders auf die Nachweisführung im Brandfall eingegangen. Bemessungsbeispiele vervollständigen den Beitrag.

Der Bedarf an wirtschaftlicheren Lösungen mit minimierten Bauhöhen der Deckensysteme im Geschossbau führte schon in den 1980er-Jahren zur Bauweise der „Slim-Floor-Konstruktionen“. Vor allem mit den werksmäßig vorgefertigten gewalzten oder geschweißten Stahlträgern, die vollständig oder nahezu vollständig in die Stahlbetondecke integriert werden, können die geforderten geringen Bauteilhöhen erzielt werden. In ihrem Beitrag **Flachdecken in Verbundbauweise – Bemessung und Konstruktion von Slim-Floor-Trägern** geben Prof. Dr.-Ing. *Markus Schäfer*, Dipl.-Ing. *Matthias Braun*, Universität Luxemburg, und Prof. Dr.-Ing. *Gunter Hauf*, DHBW Mosbach, einen umfassenden und detaillierten Überblick zur Bemessung und Konstruktion von solchen Slim-Floor-Trägern. Besonderheiten sind die Auslegung der Profile im Endzustand für dehnungsbegrenzte Momententragfähigkeit, das Tragverhalten bei Querkraft, die verschiedenen Möglichkeiten der Verbundmittelausführung, das Verfor-

mungsverhalten und der Nachweis für den Brandfall. Hervorzuheben ist außerdem die Darstellung ausgeführter Projekte aus der Praxis.

Neu ist der Beitrag **Anschlüsse zwischen Stahl und Beton** des Autorenteam Prof. Dr.-Ing. *Ulrike Kuhlmann*, Prof. Dr.-Ing. *Jan Hofmann* und Dipl.-Ing. *Jakob Ruopp*, Universität Stuttgart. Da Stahl- und Stahlverbundkonstruktionen in den meisten Fällen an Massivbauteile wie Fundamente, Wände oder Stützen angeschlossen werden müssen, stellen Anschlüsse zwischen Stahl und Beton einen wesentlichen Bestandteil beim Entwurf und der Dimensionierung von Bauwerken in Stahl- und Verbundbauweise dar. Ansätze zur Dimensionierung von Ankerplatten gibt es in der Stahlbaunormung nach DIN EN 1993-1-8. Standardausführungen für Anschlüsse zwischen Stahl und Beton folgen den Regeln der Befestigungstechnik, wie sie in Zukunft in DIN EN 1992-4 zu finden sind. In diesem Beitrag werden Bemessungsansätze für Anschlüsse zwischen Stahl und Beton auf Grundlage der Komponentenmethode dargestellt, die die beiden unterschiedlichen Herangehensweisen in ein gemeinsames Verfahren integrieren. Zum einen kann damit das Tragverhalten der Anschlüsse in der globalen Schnittgrößenberechnung realistisch abgeschätzt werden, zum anderen erlauben neue Ansätze für die Berücksichtigung von Rückhängebewehrung eine deutliche Traglaststeigerung im Bereich der Betonkomponenten. Anhand eines Anwendungsbeispiels werden das Nachweisverfahren für Anschlüsse zwischen Stahl und Beton und die neuen Ansätze vorgestellt.

Häufig entscheidet die Wahl des Anschlusses über die Anwendbarkeit wirtschaftlicher Berechnungsverfahren und damit über Herstellkosten und Montagefreundlichkeit der Verbundkonstruktion sowie nicht zuletzt auch über den architektonischen Gesamteindruck. Die Einbeziehung der durchlaufenden bewehrten Betonplatte in den deshalb als „Verbundanschluss“ bezeichneten Knoten eröffnet neue Möglichkeiten. Der Beitrag **Verbundanschlüsse nach Eurocode** von Dr.-Ing. *Lars Rölle*, Mayer-Vorfelder und Dinkelacker – Ingenieurgesellschaft für Bauwesen GmbH und Co. KG, Sindelfingen, Prof. Dr.-Ing. *Ulrike Kuhlmann*, Universität Stuttgart, und Dipl.-Ing. *Nadine Hoffmann*, ANWIKAR CONSULTANTS GmbH – Ingenieuresellschaft für Bauwesen, Würzburg, erläutert die Anwendung und Berechnung der unterschiedlichen Verbundanschlussstypen nach den europäischen Normen DIN EN 1994-1-1 bzw. DIN EN 1993-1-8. Neue Entwicklungen, wie ein vereinfachtes Bemessungsmodell zur Bestimmung der Momententragfähigkeit und Erkenntnisse zur Rotationskapazität bzw. Duktilität der Anschlüsse, wurden ergänzt. Anhand eines ausführlichen Beispiels werden das Vorgehen und die Berechnungsabläufe (basierend u. a. auf der Komponentenmethode) veranschaulicht. Stahl mit seinem günstigen Verhältnis zwischen Festigkeit und Gewicht kann auch bei geringeren Spannweiten im Verbund mit Beton – als Verbundbrücke – zu wirtschaftlich interessanten Konstruktionen führen.

Das zeigen Prof. Dr. sc. techn. *Klaus Thiele*, TU Braunschweig, Dr.-Ing. *Dennis Rademacher*, ArcelorMittal Europe, Dr. *Bernhard Hauke*, bauforumstahl e. V. und Dipl.-Ing. *Mark Huckshold*, Industrieverband Feuerverzinken e. V., in dem Beitrag **Verbundbrücken kurzer und mittlerer Spannweite**. Ihr weitgespannter Überblick stellt die Vorteile dieser Lösungen gerade im Sinne der Lebenszyklusbetrachtung dar, gibt Hinweise zu Planung und Ausführung, besonders auch zum Korrosionsschutz, und erläutert dann eine Reihe von interessanten Verbundbrückenlösungen, die sich speziell für kleine und mittlere Spannweiten eignen. Dazu gehören Verbundfertigteilbrücken (VFT), WIB(Walzträger im Beton)-Brücken, das System PreCoBeam und sogenannte Intelligente Segmentbrücken (ISB). Vorbemessungshilfen erlauben die schnelle Vordimensionierung mit diesen Systemen. Ein Ausblick weist auf interessante Weiterentwicklungen mit ganz anderen Kombinationen aus Stahlträgern und Beton hin, wie z. B. Verbundlösungen mit Trapezstegen oder hybride Bahnbrücken für besonders kleine Spannweiten.

Im Zuge der Überarbeitung der EN 1090-2 haben sich einige geänderte Regelungen zur Fertigung und Errichtung von Stahltragwerken ergeben, die den am Bau Beteiligten und mit der praktischen Umsetzung betrauten Ingenieuren vermittelt werden müssen und hier kommentiert werden. Prof. Dr.-Ing. habil. *Natalie*

*Stranghöner*, Universität Duisburg-Essen, Prof. em. Dr.-Ing. *Herbert Schmidt*, Essen, Dipl.-Ing. *Gregor Machura*, bauforumstahl/DSTV und *Dominik Jungbluth*, M. Sc., Universität Duisburg-Essen, bringen in ihrem Beitrag **Aktualisierte Regelungen zur Fertigung und Errichtung von Stahltragwerken nach DIN EN 1090-2** den Beitrag aus dem Stahlbau-Kalender 2015 auf den neuesten Stand. Die relevanten Normregelungen der DIN EN 1090 für die Ausführung von Stahlbauten werden dabei kompakt und systematisch zusammengefasst. Dabei stehen die Umsetzung in die Praxis und die damit verbundenen Fragestellungen im Mittelpunkt.

Ich darf mich im Namen des Verlags Ernst & Sohn bei allen Autoren ganz herzlich für ihre qualitativ hochwertige Arbeit bedanken. Den Mitarbeitern des Verlags und im Institut danke ich besonders für ihren großen Einsatz, der trotz aller Schwierigkeiten ein pünktliches Erscheinen des Kalenders möglich macht.

Am **Freitag, 22. Juni 2018** wird wieder der Stahlbau-Kalender-Tag in Stuttgart stattfinden, zu dem ich alle Interessenten herzlich einladen möchte. Dabei werden die Autoren dieser Ausgabe zu ihren Themen vortragen und für Diskussionen zur Verfügung stehen.

Stuttgart, Februar 2018

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann





---

## Inhaltsübersicht

- 1 **Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau** 1  
Ulrike Kuhlmann, Antonio Zizza, Adrian Just, Fabian Jörg
  - 2 **Verbundtragwerke aus Stahl und Beton, Bemessung und Konstruktion –  
Kommentar zu DIN EN 1994-1-1 – Ausgabe Dezember 2010** 87  
Gerhard Hanswille, Markus Schäfer, Marco Bergmann
  - 3 **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB),  
Normen und Zulassungen im Stahlbau** 331  
Karsten Kathage, Christoph Ortmann
  - 4 **Verbundträger und Deckensysteme** 435  
Wolfgang Kurz, Martin Mensinger, Ingeborg Sauerborn, Norbert Sauerborn, Martin Claßen
  - 5 **Verbundträger und Deckensysteme – brandschutztechnische Bemessung** 523  
Peter Schaumann, Martin Mensinger, Patrick Meyer
  - 6 **Verbundstützen – Grundlagen der Bemessung, Konstruktion und Ausführung** 569  
Norbert Sauerborn, Joachim Kretz
  - 7 **Flachdecken in Verbundbauweise – Bemessung und Konstruktion von Slim-Floor-Trägern** 631  
Markus Schäfer, Matthias Braun, Gunter Hauf
  - 8 **Anschlüsse zwischen Stahl und Beton** 743  
Ulrike Kuhlmann, Jakob Ruopp, Jan Hofmann
  - 9 **Verbundanschlüsse nach Eurocode** 805  
Ulrike Kuhlmann, Lars Rölle, Nadine Hoffmann
  - 10 **Verbundbrücken kurzer und mittlerer Spannweite** 883  
Klaus Thiele, Dennis Rademacher, Bernhard Hauke, Mark Huckshold
  - 11 **Aktualisierte Regelungen zur Fertigung und Errichtung von Stahltragwerken nach DIN EN 1090-2** 981  
Natalie Stranghöner, Herbert Schmidt, Gregor Machura, Dominik Jungbluth
- Stichwortverzeichnis** 1037



## Verzeichnis der Autoren und Herausgeber

Dr.-Ing. Marco Bergmann  
HRA Ingenieurgesellschaft mbH  
Kohlenstraße 38  
44795 Bochum

Dipl.-Ing. Matthias Braun  
University of Luxembourg, FSTC  
ArcelorMittal Chair of Steel and Façade Engineering  
Campus Kirchberg  
6, rue Richard Coudenhove Kalergi  
1359 Luxembourg  
Luxemburg

Dr.-Ing. Martin Claßen  
RWTH Aachen University  
Institut für Massivbau  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
52074 Aachen

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hanswille  
HRA Ingenieurgesellschaft mbH  
Kohlenstraße 38  
44795 Bochum

Prof. Dr.-Ing. Gunter Hauf  
Ingenieurbüro Hauf GmbH & Co. KG  
Ingenieurbüro für Tragwerksplanung  
Kaspar-Manz-Straße 10  
89423 Gundelfingen  
und  
Duale Hochschule Baden-Württemberg  
Bauingenieurwesen  
74821 Mosbach

Dr. Bernhard Hauke  
bauforumstahl e. V.  
Sohnstraße 65  
40237 Düsseldorf

Dipl.-Ing. Nadine Hoffmann  
ANWIKAR CONSULTANTS GmbH  
Ingenieurgesellschaft für Bauwesen  
Max-Born-Straße 19  
97018 Würzburg

Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann  
Technische Universität Stuttgart  
Institut für Werkstoffe im Bauwesen  
Pfaffenwaldring 4  
70569 Stuttgart

Dipl.-Ing. Mark Huckshold  
Industrieverband Feuerverzinken e. V.  
Geschäftsführung  
Mörsenbroicher Weg 200  
40470 Düsseldorf

Fabian Jörg, M. Sc.  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Dominik Jungbluth, M. Sc.  
Universität Duisburg-Essen  
Institut für Metall- und Leichtbau  
Universitätsstraße 15  
45141 Essen

Dipl.-Ing. Adrian Just  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Karsten Kathage  
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)  
Vizepräsident  
Kolonnenstraße 30B  
10829 Berlin

Dr.-Ing. Joachim Kretz  
Ingenieurbüro Dr. Kretz  
Fahlücke 37  
67661 Kaiserslautern

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kurz  
Technische Universität Kaiserslautern  
Fachgebiet Stahlbau  
Paul-Ehrlich-Straße, Gebäude 14  
67663 Kaiserslautern

Dipl.-Ing. Gregor Machura  
bauforumstahl e. V.  
Schweißtechnik  
Sohnstraße 65  
40237 Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Martin Mensinger  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Metallbau  
Arcisstraße 21  
80333 München

Patrick Meyer, M. Sc.  
Leibniz Universität Hannover  
Institut für Stahlbau  
Appelstraße 9A  
30167 Hannover

Dipl.-Ing. Christoph Ortmann  
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)  
Kolonnenstraße 30B  
10829 Berlin

Dr.-Ing. Dennis Rademacher  
ArcelorMittal Europe – Long Products  
Technische Beratung Brückenbau  
66, rue de Luxembourg  
4221 Esch-sur-Alzette  
Luxemburg

Dr.-Ing. Lars Rölle  
Mayer-Vorfelder und Dinkelacker GmbH & Co. KG  
Wettbachstraße 18  
71063 Sindelfingen

Dipl.-Ing. Jakob Ruopp  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Ingeborg Sauerborn  
KREBS + KIEFER Ingenieure GmbH  
Hilpertstraße 20  
64295 Darmstadt

Dr.-Ing. Norbert Sauerborn  
stahl- und verbundbau gmbh  
Im Steingrund 8  
63303 Dreieich

Prof. Dr.-Ing. Markus Schäfer  
Structural Engineering and Composite Structures  
University of Luxembourg  
Faculty of Science, Technology and Communication  
Campus Kirchberg  
6, rue Richard Coudenhove-Kalergi  
1359 Luxembourg  
Luxemburg

#### **Herausgeberin**

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann  
Leibniz Universität Hannover  
Institut für Stahlbau  
Appelstraße 9a  
30167 Hannover

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Herbert Schmidt  
Krawehlstraße 1  
45130 Essen

Dr. Andreas Schütz  
ö. b. u. v. Sachverständiger  
Zur Schafstränke 27  
01705 Freital

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Natalie Stranghöner  
Universität Duisburg-Essen  
Institut für Metall- und Leichtbau  
Universitätsstraße 15  
45141 Essen

Univ.-Prof. Dr. sc. techn. Klaus Thiele  
Technische Universität Braunschweig  
Institut für Stahlbau  
Beethovenstraße 51  
38106 Braunschweig

Dr.-Ing. Antonio Zizza  
TÜV Rheinland Industrie Service GmbH  
Industriestraße 3  
70565 Stuttgart

#### **Verlag**

Ernst & Sohn Verlag für Architektur und  
technische Wissenschaften GmbH & Co. KG  
Rotherstraße 21, 10245 Berlin  
Tel. (030) 47031200  
E-Mail: [Info@ernst-und-sohn.de](mailto:Info@ernst-und-sohn.de)  
[www.ernst-und-sohn.de](http://www.ernst-und-sohn.de)

# 1

## **Stahlbaunormen**

### **DIN EN 1993-1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau**

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Dr.-Ing. Antonio Zizza

Dipl.-Ing. Adrian Just

Fabian Jörg, M.Sc.

## Inhaltsverzeichnis

### Anmerkung zum Abdruck von DIN EN 1993-1-1 5

### Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau 5

- Nationales Vorwort 5
- Hintergrund des Eurocode-Programms 5
- Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes 6
- Nationale Fassungen der Eurocodes 6
- Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAZ) 7
- Besondere Hinweise zu EN 1993-1 7
- Nationaler Anhang zu EN 1993-1-1 7

### 1 Allgemeines 8

- 1.1 Anwendungsbereich 8
  - 1.1.1 Anwendungsbereich von Eurocode 3 8
  - 1.1.2 Anwendungsbereich von Eurocode 3 Teil 1-1 9
- 1.2 Normative Verweisungen 10
  - 1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen 10
  - 1.2.2 Normative Verweisungen zu schweißgeeigneten Baustählen 10
- 1.3 Annahmen 10
- 1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln 10
- 1.5 Begriffe 10
  - 1.5.1 Tragwerk 10
  - 1.5.2 Teiltragwerke 10
  - 1.5.3 Art des Tragwerks 10
  - 1.5.4 Tragwerksberechnung 11
  - 1.5.5 Systemlänge 11
  - 1.5.6 Knicklänge 11
  - 1.5.7 mittragende Breite 11
  - 1.5.8 Kapazitätsbemessung 11
  - 1.5.9 Bauteil mit konstantem Querschnitt 11
- 1.6 Formelzeichen 11
- 1.7 Definition der Bauteilachsen 15

### 2 Grundlagen für die Tragwerksplanung 16

- 2.1 Anforderungen 16
  - 2.1.1 Grundlegende Anforderungen 16
  - 2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit 17
  - 2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit 17
- 2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen 17
- 2.3 Basisvariable 18
  - 2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse 18
  - 2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften 18
- 2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten 18
  - 2.4.1 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften 18
  - 2.4.2 Bemessungswerte der geometrischen Größen 18
  - 2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit 18
  - 2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit (EQU) 19
  - 2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen 19

### 3 Werkstoffe 19

- 3.1 Allgemeines 19
- 3.2 Baustahl 20
  - 3.2.1 Werkstoffeigenschaften 20
  - 3.2.2 Anforderungen an die Duktilität 22
  - 3.2.3 Bruchzähigkeit 22
  - 3.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung 22
  - 3.2.5 Toleranzen 23
  - 3.2.6 Bemessungswerte der Materialkonstanten 23
- 3.3 Verbindungsmittel 23
  - 3.3.1 Schrauben, Bolzen, Nieten 23
  - 3.3.2 Schweißwerkstoffe 23
- 3.4 Andere vorgefertigte Produkte im Hochbau 23

### 4 Dauerhaftigkeit 23

### 5 Tragwerksberechnung 24

- 5.1 Statische Systeme 24
  - 5.1.1 Grundlegende Annahmen 24
  - 5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse 25
    - 5.1.3 Bauwerks-Boden-Interaktion 25
- 5.2 Untersuchung von Gesamttragwerken 25
  - 5.2.1 Einflüsse der Tragwerksverformung 25
  - 5.2.2 Stabilität von Tragwerken 27
- 5.3 Imperfektionen 29
  - 5.3.1 Grundlagen 29
  - 5.3.2 Imperfektionen für die Tragwerksberechnung 29
  - 5.3.3 Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme 33
  - 5.3.4 Bauteilimperfektionen 34
- 5.4 Berechnungsmethoden 35
  - 5.4.1 Allgemeines 35
  - 5.4.2 Elastische Tragwerksberechnung 35
  - 5.4.3 Plastische Tragwerksberechnung 36
- 5.5 Klassifizierung von Querschnitten 36
  - 5.5.1 Grundlagen 36
  - 5.5.2 Klassifizierung 36
  - 5.6 Anforderungen an Querschnittsformen und Aussteifungen am Ort der Fließgelenkbildung 37

### 6 Grenzzustände der Tragfähigkeit 41

- 6.1 Allgemeines 41
- 6.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitten 41
  - 6.2.1 Allgemeines 41
  - 6.2.2 Querschnittswerte 43
  - 6.2.3 Zugbeanspruchung 44
  - 6.2.4 Druckbeanspruchung 45
  - 6.2.5 Biegebeanspruchung 45
  - 6.2.6 Querkraftbeanspruchung 45
  - 6.2.7 Torsionsbeanspruchung 47
  - 6.2.8 Beanspruchung aus Biegung und Querkraft 48
  - 6.2.9 Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft 48
  - 6.2.10 Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft 50
- 6.3 Stabilitätsnachweise für Bauteile 51
  - 6.3.1 Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck 51

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 6.3.2    | Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse                       | 54        |
| 6.3.3    | Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile                  | 59        |
| 6.3.4    | Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile | 61        |
| 6.3.5    | Biegedrillknicken von Bauteilen mit Fließgelenken                          | 63        |
| 6.4      | Mehrteilige Bauteile   | 64        |
| 6.4.1    | Allgemeines  | 64        |
| 6.4.2    | Gitterstützen  | 67        |
| 6.4.3    | Stützen mit Bindeblechen (Rahmenstützen)                                   | 67        |
| 6.4.4    | Mehrteilige Bauteile mit geringer Spreizung                                | 68        |
| <b>7</b> | <b>Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit</b>                             | <b>69</b> |
| 7.1      | Allgemeines  | 69        |
| 7.2      | Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für den Hochbau                     | 69        |
| 7.2.1    | Vertikale Durchbiegung   | 69        |
| 7.2.2    | Horizontale Verformungen   | 69        |
| 7.2.3    | Dynamische Einflüsse   | 69        |

#### **Anhang A (informativ) 70**

Verfahren 1: Interaktionsbeiwerte  $k_{ij}$  für die Interaktionsformel in 6.3.3(4) 70

#### **Anhang B (informativ) 72**

Verfahren 2: Interaktionsbeiwerte  $k_{ij}$  für die Interaktionsformel in 6.3.3(4) 72

#### **Anhang AB (informativ) 73**

|                              |   |    |
|------------------------------|---|----|
| Zusätzliche Bemessungsregeln |   | 73 |
| AB.1                         | Statische Berechnung unter Berücksichtigung von Werkstoff-Nichtlinearitäten | 73 |
| AB.2                         | Vereinfachte Belastungsanordnung für durchlaufende Decken                   | 73 |

#### **Anhang BB (informativ) 73**

|  |  |    |
|--|--|----|
| Knicken von Bauteilen in Tragwerken des Hochbaus |  | 73 |
| BB.1   | Biegeknicken von Bauteilen von Fachwerken oder Verbänden   | 73 |
| BB.1.1   | Allgemeines  | 73 |
| BB.1.2   | Gitterstäbe aus Winkelprofilen   | 74 |
| BB.1.3   | Bauteile mit Hohlprofilen  | 75 |
| BB.2   | Kontinuierliche seitliche Abstützungen   | 75 |
| BB.2.1   | Kontinuierliche seitliche Stützung   | 75 |
| BB.2.2   | Kontinuierliche Drehbehinderung  | 75 |
| BB.3   | Größtabstände bei Abstützmaßnahmen für Bauteile mit Fließgelenken gegen Knicken aus der Ebene      | 77 |
| BB.3.1   | Gleichförmige Bauteile aus Walzprofilen oder vergleichbaren geschweißten I-Profilen                | 77 |
| BB.3.2   | Voutenförmige Bauteile, die aus Walzprofilen oder vergleichbaren, geschweißten I-Profilen bestehen | 79 |
| BB.3.3   | Modifikationsfaktor für den Momentenverlauf  | 80 |

#### **Anhang C (normativ) 82**

|                               |                     |    |
|-------------------------------|---------------------|----|
| Auswahl der Ausführungsklasse |                     | 82 |
| C.1                           | Allgemeines         | 82 |
| C.1.1                         | Grundanforderungen  | 82 |
| C.1.2                         | Ausführungsklasse   | 82 |
| C.2                           | Auswahlverfahren    | 83 |
| C.2.1                         | Maßgebende Faktoren | 83 |
| C.2.2                         | Auswahl             | 83 |

#### **Literatur zu den Kommentaren 85**





## Anmerkung zum Abdruck von DIN EN 1993-1-1

Auf den folgenden Seiten wird der Normtext von DIN EN 1993-1-1:2010-12 in zweispaltiger Darstellung wiedergegeben. In den Normtext von DIN EN 1993-1-1:2010-12 sind die Änderungen gemäß DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 eingearbeitet. Zusätzlich wird der aktualisierte Nationale Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2017-09 an den jeweiligen Stellen im Normtext zitiert.

Um einen guten Lesefluss zu garantieren, wurde für die Darstellungsart Folgendes festgelegt. Der Normtext wird zweispaltig und durchgehend dargestellt. Auf eine besondere Kennzeichnung der Berichtigungen wird verzichtet. Textstellen aus dem Nationalen Anhang werden durch einen zur Blattmitte hin offenen, grauen Rahmen gekennzeichnet. Links oben befindet sich dabei die Bezeichnung NDP (Nationally Determined Parameters) für national festgelegte Parameter und NCI (Non-contradictory Complementary Information) für ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1993-1-1. Kommentare zum Normtext werden in einem grauen Kasten im unteren Bereich der rechten Spalte in serifenloser Schrift abgedruckt.

## DIN EN 1993-1-1 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

ICS 91.010.30; 91.080.10

Eurocode 3: Design of steel structures –  
Part 1-1: General rules and rules for buildings

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –

Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2004 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CEN-ELEC-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. Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-1-1:1992.

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung (Sp CEN/TC 250/SC 3)“ begleitet.

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2005 angenommen.

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 Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland 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.

## Hintergrund des Eurocode-Programms

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

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

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

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung<sup>1)</sup> 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: Grundlagen der Tragwerksplanung*;

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke*;

EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauten*;

EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*;

EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Stahl-Beton-Verbundbauten*;

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 Aluminiumkonstruktionen*.

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

### Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes

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

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, beson-

ders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Mechanischer Festigkeit und Standsicherheit und der wesentlichen Anforderung Nr. 2: Brandschutz;

- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

Die Eurocodes haben, da sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten<sup>2)</sup>, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen<sup>3)</sup>. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Baukomponenten, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen, wofür Spezialistenbeiträge erforderlich sein können.

### Nationale Fassungen der Eurocodes

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

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

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

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

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

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).

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

- Zahlenwerte für  $\gamma$ -Faktoren 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;
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

### Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAZ)

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung<sup>4)</sup> müssen konsistent sein. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind und die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

### Besondere Hinweise zu EN 1993-1

Es ist vorgesehen, EN 1993 gemeinsam mit den Eurocodes EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*, EN 1991, *Einwirkungen auf Tragwerke* sowie EN 1992 bis EN 1999, soweit hierin auf Tragwerke aus Stahl oder Bauteile aus Stahl Bezug genommen wird, anzuwenden.

EN 1993-1 ist der erste von insgesamt sechs Teilen von EN 1993, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*. In diesem ersten Teil sind Grundregeln für Stabtragwerke und zusätzliche Anwendungsregeln für den Hochbau enthalten. Die Grundregeln finden auch gemeinsam mit den weiteren Teilen EN 1993-2 bis EN 1993-6 Anwendung.

EN 1993-1 besteht aus zwölf Teilen EN 1993-1-1 bis EN 1993-1-12, die jeweils spezielle Stahlbauteile, Grenzzustände oder Werkstoffe behandeln.

EN 1993-1 darf auch für Bemessungssituationen außerhalb des Geltungsbereichs der Eurocodes angewendet werden (andere Tragwerke, andere Belastungen, andere Werkstoffe). EN 1993-1 kann dann als Bezugsdokument für andere CEN/TCs (Technische Komitees), die mit Tragwerksbemessung befasst sind, dienen.

Die Anwendung von EN 1993-1 ist gedacht für:

- Komitees zur Erstellung von Spezifikationen für Bauprodukte, Normen für Prüfverfahren sowie Normen für die Bauausführung;
- Auftraggeber (z. B. zur Formulierung spezieller Anforderungen);
- Tragwerksplaner und Bauausführende;
- zuständige Behörden.

Die Zahlenwerte für  $\gamma$ -Faktoren und andere Parameter, die die Zuverlässigkeit festlegen, gelten als Empfehlungen, mit denen ein akzeptables Zuverlässigkeitsniveau erreicht werden soll. Bei ihrer Festlegung wurde vorausgesetzt, dass ein angemessenes Niveau der Ausführungsqualität und Qualitätsprüfung vorhanden ist.

### Nationaler Anhang zu EN 1993-1-1

Diese Norm enthält alternative Methoden, Zahlenangaben und Empfehlungen in Verbindung mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, wo nationale Festlegungen getroffen werden können. EN 1993-1-1 wird bei der nationalen Einführung einen Nationalen Anhang enthalten, der alle national festzulegenden Parameter enthält, die für die Bemessung und Konstruktion von Stahl- und Tiefbauten im jeweiligen Land erforderlich sind.

Nationale Festlegungen sind bei folgenden Regelungen vorgesehen:

- 2.3.1(1);
- 3.1(2);
- 3.2.1(1);
- 3.2.2(1);
- 3.2.3(1)P;
- 3.2.3(3)B;
- 3.2.4(1);
- 5.2.1(3);
- 5.2.2(8);
- 5.3.2(3);
- 5.3.2(11);
- 5.3.4(3);
- 6.1(1);
- 6.3.2.2(2);
- 6.3.2.3(1);
- 6.3.2.3(2);
- 6.3.2.4(1)B;
- 6.3.2.4(2)B;
- 6.3.3(5);
- 6.3.4(1);
- 7.2.1(1)B;
- 7.2.2(1)B;
- 7.2.3(1)B;
- BB.1.3(3)B;
- C.2.2(3);
- C.2.2(4).

Darüber hinaus enthält NA 2.2 ergänzende, nicht widersprechende Angaben zur Anwendung von DIN EN 1993-1-1:2010-12 und DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07. Diese sind durch ein vorangestelltes „NCI“ (*en: non-contradictory complementary information*) gekennzeichnet.

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

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

#### 1.1.1 Anwendungsbereich von Eurocode 3

(1) Eurocode 3 gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Bauwerken aus Stahl. Eurocode 3 entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken sowie den Grundlagen für ihre Bemessung und Nachweise, die in EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*, enthalten sind.

(2) Eurocode 3 behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Tragwerken aus Stahl. Andere Anforderungen, wie z. B. Wärmeschutz oder Schallschutz, werden nicht berücksichtigt.

(3) Eurocode 3 gilt in Verbindung mit folgenden Regelwerken:

- EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*;
- EN 1991, *Einwirkungen auf Tragwerke*;
- ENs, ETAGs und ETAs für Bauprodukte, die für Stahlbauten Verwendung finden;
- EN 1090-1, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile*
- EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken*
- EN 1992 bis EN 1999, soweit auf Stahltragwerke oder Stahlbaukomponenten Bezug genommen wird.

DIN EN 10210-1:2006, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen*  
 DIN EN 10219-1:2006, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

(4) Eurocode 3 ist in folgende Teile unterteilt:

- EN 1993-1, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*;
- EN 1993-2, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 2: Stahlbrücken*;
- EN 1993-3, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 3: Türme, Maste und Schornsteine*;
- EN 1993-4, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 4: Tank- und Silobauwerke und Rohrleitungen*;
- EN 1993-5, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Spundwände und Pfähle aus Stahl*;
- EN 1993-6, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 6: Kranbahnträger*.

#### NCI

DIN EN 1993-1-1/NA

zu 1.1.1(3)

DIN EN 1990:2010-12, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002*

DIN EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

DIN EN 1993-1-1:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005*

DIN EN 1993-1-10/NA:2010-12 *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*

DIN EN 1993-1-12: *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-12: Zusätzliche Regeln zur Erweiterung von EN 1993 auf Stahlsorten bis S 700*

SEP 1390, *STAHL-EISEN-Prüfblatt des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*

EN 10164:2004, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche – Technische Lieferbedingungen*

#### Zu 1.1.1(1)

Diese Norm gilt nicht nur für Bauwerke aus Stahl, sondern auch für stählerne Bauteile anderer Tragkonstruktionen. Der Ausdruck Entwurf, Berechnung und Bemessung versucht den englischen Begriff „design“ wiederzugeben, der sowohl Bemessung wie Konstruktion umfasst.

#### Zu 1.1.1(3)

Es gilt generell das Mischungsverbot, das heißt, dass europäische Normen nur im Zusammenhang mit den jeweils anderen europäischen Normen verwandt werden dürfen und nicht mit Normen wie z. B. der inzwischen zurückgezogenen nationalen Normenreihe DIN 18800. Das gilt insbesondere auch für DIN 18800-7 Ausführung und Herstellerqualifikation, die durch EN 1090-1 bzw. EN 1090-2 ersetzt wurde. Zu EN 1090 stellt die aktuelle Änderung DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 den Verweis auf die jetzt gültigen Fassungen richtig.

#### Zu NCI zu 1.1.1(3)

Als NCI (*National Non-Contradictory Complementary Information*) sind spezifische Normen genannt, auf die im Nationalen Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 besonders verwiesen wird.

#### Zu 1.1.1(4)

Die genaue Bezeichnung der Normenreihe, die häufig einfach „Eurocode 3“ genannt wird, ist EN 1993. Hierbei handelt es sich um ein europäisches Dokument, das für Deutschland als Normenreihe DIN EN 1993 und für Österreich als Normenreihe ÖNORM EN 1993 usw. veröffentlicht wurde.

Für undatierte Normen gelten jeweils ihre aktuell gültigen Fassungen, Normenangaben mit Datum wie im NCI zu 1.1.1(3) beziehen sich immer nur auf die genannte Fassung, vgl. 1.2.

(5) Teile EN 1993-2 bis EN 1993-6 nehmen auf die Grundregeln von EN 1993-1 Bezug, die Regelungen in EN 1993-2 bis EN 1993-6 sind Ergänzungen zu den Grundregeln in EN 1993-1.

(6) EN 1993-1, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau* beinhaltet:

EN 1993-1-1, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*;

EN 1993-1-2, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-2: Baulicher Brandschutz*;

EN 1993-1-3, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-3: Kaltgeformte Bauteile und Bleche*;

EN 1993-1-4, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Nichtrostender Stahl*;

EN 1993-1-5, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-5: Bauteile aus ebenen Blechen mit Beanspruchungen in der Blechebene*;

EN 1993-1-6, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalentragwerken*;

EN 1993-1-7, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-7: Ergänzende Regeln zu ebenen Blechfeldern mit Querbelastung*;

EN 1993-1-8, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung und Konstruktion von Anschlüssen und Verbindungen*;

EN 1993-1-9, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung*;

EN 1993-1-10, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Auswahl der Stahlsorten im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*;

EN 1993-1-11, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit stählernen Zugelementen*;

EN 1993-1-12, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-12: Zusätzliche Regeln zur Erweiterung von EN 1993 auf Stahlgüten bis S 700*.

### 1.1.2 Anwendungsbereich von Eurocode 3 Teil 1-1

(1) EN 1993-1-1 enthält Regeln für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von Tragwerken aus Stahl mit Blechdicken  $t \geq 3$  mm. Zusätzlich werden Anwendungsregeln für den Hochbau angegeben. Diese Anwendungsregeln sind durch die Abschnittsnummerierung ( )B gekennzeichnet.

Anmerkung: Für kaltgeformte Bauteile und Bleche siehe EN 1993-1-3.

(2) EN 1993-1-1 enthält folgende Abschnitte:

Abschnitt 1: Einführung;

Abschnitt 2: Grundlagen für die Tragwerkplanung;

Abschnitt 3: Werkstoffe;

Abschnitt 4: Dauerhaftigkeit;

Abschnitt 5: Tragwerksberechnung;

Abschnitt 6: Grenzzustände der Tragfähigkeit;

Abschnitt 7: Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.

(3) Abschnitte 1 und 2 enthalten zusätzliche Regelungen zu EN 1990, *Grundlagen der Tragwerksplanung*.

(4) Abschnitt 3 behandelt die Werkstoffeigenschaften der aus niedrig legiertem Baustahl gefertigten Stahlprodukte.

(5) Abschnitt 4 legt grundlegende Anforderungen an die Dauerhaftigkeit fest.

#### Zu 1.1.2 Anmerkung

Der Gültigkeitsbereich mit Blechdicke  $t \geq 3$  mm ist leider nicht ganz stimmig mit den übrigen Teilen von EN 1993. Zur Harmonisierung wurde mit der A1-Änderung eine entsprechende Anpassung von EN 1993-1-1 vorgenommen. Man unterscheidet darin zwischen der Nennblechdicke  $t_{nom}$ , also der Blechdicke einschließlich des Zinküberzugs oder anderer metallischer Überzüge nach dem Kaltwalzen entsprechend den Herstellerangaben, und der Bemessungsdicke  $t_d$  der Stahlerkerdicke, die bei der rechnerischen Bemessung zur Verwendung kommt. Der jetzt gültige Normtext wird um eine Regel für Bleche mit Dicken  $< 3$  mm und  $\geq 1,5$  mm ergänzt. Während für Nennblechdicken bis 3 mm die Bemessungsdicke  $t_d$  der Nennblechdicke  $t_{nom}$  entspricht, wird für dünnere Bleche die Toleranz mitberücksichtigt. Die Bemessungsdicke  $t_d$  bestimmt sich dann aus der Stahlerkerdicke  $t_{cor}$ , also der Nennblechdicke ohne Metallüberzug, und der unteren Toleranzgrenze  $tol$  wie folgt:

$$t_d = t_{cor} \quad \text{wenn } tol \leq 5 \% \text{ bzw.}$$

$$t_d = t_{cor} (100 - tol) / 95 \quad \text{wenn } tol > 5 \%$$

mit

$$t_{cor} = t_{nom} - t_{metalliccoatings} \quad \text{und } tol \text{ als untere Toleranzgrenze in } \%$$

Der ursprüngliche Titel von EN 1993-1-3 war *Kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche*, auf die Einschränkung „dünnwandige“ wurde inzwischen im Titel verzichtet, auch wenn nach wie vor im Wesentlichen dünne Bleche behandelt werden. Dünnwandige Hohlprofile dagegen werden meist nach EN 1993-1-1 bemessen, so dass es notwendig schien, eine entsprechend harmonisierte Blechdickenregel für Bleche  $< 3$  mm einzuführen. Theoretisch könnte wie in EN 1993-1-1 die Bemessungsdicke nun auf 0,45 mm herabgesetzt werden, was aber sicher nicht sinnvoll ist, da EN 1993-1-1 nur Stabbemessung enthält. Deshalb hat man die Anwendungsgrenze auf 1,5 mm gelegt hat. Die Blechdickenregelungen in EN 1993-1-3 und auch in EN 1993-1-8 werden in der Überarbeitung entsprechend angepasst. In EN 1993-1-8 liegt die Regelung für Hohlprofile in 7.1.1(5) bei 2,5 mm. Dies hängt von den zugrunde liegenden Versuchsreihen ab, kann aber wahrscheinlich auf 1,5 mm heruntergesetzt werden. Für das Schweißen von Blechen wird zurzeit in EN 1993-1-8, 4.1(1) generell 4 mm als Grenzdicke genannt. Für kleinere Dicken wird auf EN 1993-1-3 verwiesen. Auch hier muss eine Anpassung erfolgen.

Die Abkürzung ( )B steht für „buildings“, also im weiteren Sinne der Bereich des gewöhnlichen Hochbaus. Leider ist dieser Anwendungsbereich nicht weiter spezifiziert, man muss also selbst entscheiden, ob diese gekennzeichneten zusätzlichen Anwendungsregeln und Vereinfachungen für den betrachteten Fall auch anwendbar sind.

Die im Text verwendete Abkürzung ( )P bedeutet „principle“ – diese Regel ist also in jedem Falle einzuhalten.

(6) Abschnitt 5 bezieht sich auf die Tragwerksberechnung von Stabtragwerken, die mit einer ausreichenden Genauigkeit aus stabförmigen Bauteilen zusammengesetzt werden können.

(7) Abschnitt 6 enthält detaillierte Regeln zur Bemessung von Querschnitten und Bauteilen im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

(8) Abschnitt 7 enthält die Anforderungen für die Gebrauchstauglichkeit.

## 1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

### 1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen

EN 1090, *Herstellung und Errichtung von Stahlbauten – Technische Anforderungen*

EN ISO 12944, *Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme*

EN ISO 1461, *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen*

### 1.2.2 Normative Verweisungen zu schweißgeeigneten Baustählen

EN 10025-1:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

EN 10025-2:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 10025-3:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

EN 10025-4:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle*

EN 10025-5:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle*

EN 10025-6:2004, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 6: Technische Lieferbedingungen für Flach erzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand*

EN 10164:1993, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche – Technische Lieferbedingungen*

EN 10210-1:1994, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

EN 10219-1:1997, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

## 1.3 Annahmen

(1) Zusätzlich zu den Grundlagen von EN 1990 wird vorausgesetzt, dass Herstellung und Errichtung von Stahlbauten nach EN 1090 erfolgen.

## 1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

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

## 1.5 Begriffe

(1) Es gelten die Begriffe von EN 1990, 1.5.

(2) Nachstehende Begriffe werden in EN 1993-1-1 mit folgender Bedeutung verwendet:

### 1.5.1 Tragwerk

tragende Bauteile und Verbindungen zur Abtragung von Lasten; der Begriff umfasst Stabtragwerke wie Rahmentragwerke oder Fachwerktragwerke; es gibt ebene und räumliche Tragwerke

### 1.5.2 Teiltragwerke

Teil eines größeren Tragwerks, das jedoch als eigenständiges Tragwerk in der statischen Berechnung behandelt werden darf

### 1.5.3 Art des Tragwerks

zur Unterscheidung von Tragwerken werden folgende Begriffe verwendet:

#### Zu 1.3 (1)

DIN 18800-7 Stahlbauten – Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation [K3] wurde inzwischen durch EN 1090 Teil 1 und Teil 2 ersetzt. Die Koexistenzphase beider Normen ist zum 1. Juli 2014 ausgelaufen, das heißt, die Anwendung von EN 1090 ist verpflichtend. Bis zu diesem Datum war die Anwendung von DIN 18800-7 und der Nachweis nach alter Herstellerqualifikation noch möglich, setzte aber dann zwingend eine Bemessung nach DIN 18800:2008 [K1, K2] voraus.

#### Zu 1.5.3

Für Tragwerke mit verformbaren Anschlüssen sind ggf. bei der Schnittgrößen- und Verformungsberechnung der Tragwerke auch die Steifigkeit der Anschlüsse selber zu berücksichtigen, Hinweise dazu sind zum Beispiel in EN 1993-1-8 Kapitel 5 gegeben. Gelenktragwerke sind auch solche Tragwerke, bei denen rechnerisch ein Gelenk, also keine Übertragung von Momenten angenommen wird.

- **Tragwerke mit verformbaren Anschlüssen**, bei denen die wesentlichen Eigenschaften der zu verbindenden Bauteile und ihrer Anschlüsse in der statischen Berechnung berücksichtigt werden müssen;
- **Tragwerke mit steifen Anschlüssen**, bei denen nur die Eigenschaften der Bauteile in der statischen Berechnung berücksichtigt werden müssen;
- **Gelenktragwerke**, in denen die Anschlüsse nicht in der Lage sind, Momente zu übertragen

### 1.5.4 Tragwerksberechnung

die Bestimmung der Schnittgrößen und Verformungen des Tragwerks, die im Gleichgewicht mit den Einwirkungen stehen

### 1.5.5 Systemlänge

Abstand zweier benachbarter Punkte eines Bauteils in einer vorgegebenen Ebene, an denen das Bauteil gegen Verschiebungen in der Ebene gehalten ist, oder Abstand zwischen einem solchen Punkt und dem Ende des Bauteils

### 1.5.6 Knicklänge

Länge des an beiden Enden gelenkig gelagerten Druckstabes, der die gleiche ideale Verzweigungslast hat wie der Druckstab mit seinen realen Lagerungsbedingungen im System

### 1.5.7 mittragende Breite

reduzierte Flanschbreite für den Sicherheitsnachweis von Trägern mit breiten Gurtscheiben zur Berücksichtigung ungleichmäßiger Spannungsverteilung infolge von Scheibenverformungen

### 1.5.8 Kapazitätsbemessung

Bemessung eines Bauteils und seiner Anschlüsse derart, dass bei eingepprägten Verformungen planmäßige plastische Fließverformungen im Bauteil durch gezielte Überfestigkeit der Verbindungen und Anschlussteile sichergestellt werden

### 1.5.9 Bauteil mit konstantem Querschnitt

Bauteil mit konstantem Querschnitt entlang der Bauteilachse

## 1.6 Formelzeichen

(1) Folgende Formelzeichen werden im Sinne dieser Norm verwandt.

(2) Weitere Formelzeichen werden im Text definiert.  
Anmerkung: Die Formelzeichen sind in der Reihenfolge ihrer Verwendung in EN 1993-1-1 aufgelistet. Ein Formelzeichen kann unterschiedliche Bedeutungen haben.

## Abschnitt 1

|       |   |
|-------|---|
| $x-x$ | Längsachse eines Bauteils;  |
| $y-y$ | Querschnittsachse;  |
| $z-z$ | Querschnittsachse;  |
| $u-u$ | starke Querschnittshauptachse (falls diese nicht mit der $y-y$ -Achse übereinstimmt);   |
| $v-v$ | schwache Querschnittshauptachse (falls diese nicht mit der $z-z$ -Achse übereinstimmt); |
| $b$   | Querschnittsbreite;   |
| $h$   | Querschnittshöhe;   |
| $d$   | Höhe des geraden Stegteils;   |
| $t_w$ | Stegdicke;  |
| $t_f$ | Flanschdicke;   |
| $r$   | Ausrundungsradius;  |
| $r_1$ | Ausrundungsradius;  |
| $r_2$ | Abrundungsradius;   |
| $t$   | Dicke.  |

## Abschnitt 2

|               |  |
|---------------|--|
| $P_k$         | Nennwert einer während der Errichtung aufgetragenen Vorspannkraft;           |
| $G_k$         | Nennwert einer ständigen Einwirkung;   |
| $X_k$         | charakteristischer Wert einer Werkstoffeigenschaft;                          |
| $X_n$         | Nennwert einer Werkstoffeigenschaft;   |
| $R_d$         | Bemessungswert einer Beanspruchbarkeit;                                      |
| $R_k$         | charakteristischer Wert einer Beanspruchbarkeit;                             |
| $\gamma_M$    | Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit;                            |
| $\gamma_{Mi}$ | Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit für die Versagensform $i$ ; |
| $\gamma_{Mf}$ | Teilsicherheitsbeiwert für die Ermüdungsbeanspruchbarkeit;                   |
| $\eta$        | Umrechnungsfaktor;   |
| $a_d$         | Bemessungswert einer geometrischen Größe.                                    |

## Abschnitt 3

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| $f_y$        | Streckgrenze;                   |
| $f_u$        | Zugfestigkeit;                  |
| $R_{eH}$     | Streckgrenze nach Produktnorm;  |
| $R_m$        | Zugfestigkeit nach Produktnorm; |
| $A_0$        | Anfangsquerschnittsfläche;      |
| $\epsilon_y$ | Fließdehnung;                   |

### Zu 1.6

Einige Formelzeichen stimmen nicht mit den aus der deutschen Normung gewohnten Zeichen überein. Beispiele sind:

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| $t_w$ statt $t_s$                     | Stegdicke   |
| $t_f$ statt $t_g$                     | Gurtdicke   |
| $d$ statt $h - 2c$                    | Höhe des geraden Stegteils                                  |
| $\chi$ statt $\kappa$                 | Abminderungsbeiwert entsprechend der maßgebenden Knicklinie |
| $\chi_{LT}$ statt $\kappa_M$          | Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken                   |
| $C_{\theta R,k}$ statt $c_{\theta,k}$ | Rotationssteifigkeit statt Drehbettung                      |
| $L_{cr}$ statt $s_k$                  | Knicklänge  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| $\epsilon_{ii}$ | Gleichmaßdehnung;  |
| $Z_{Ed}$        | erforderlicher Z-Wert des Werkstoffs aus Dehnungsbeanspruchung in Blechdickenrichtung; |
| $Z_{Rd}$        | verfügbare Z-Wert des Werkstoffs in Blechdickenrichtung;                               |
| $E$             | Elastizitätsmodul;   |
| $G$             | Schubmodul;  |
| $\nu$           | Poissonsche Zahl, Querkontraktionszahl;  |
| $\alpha$        | Wärmeausdehnungskoeffizient.   |

### Abschnitt 5

|                  |   |
|------------------|---|
| $\alpha_{cr}$    | Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um die ideale Verzweigungslast zu erreichen;   |
| $F_{Ed}$         | Bemessungswert der Einwirkungen auf das Tragwerk;   |
| $F_{cr}$         | ideale Verzweigungslast auf der Basis elastischer Anfangssteifigkeiten;   |
| $H_{Ed}$         | Bemessungswert der gesamten horizontalen Last, einschließlich der vom Stockwerk übertragenen äquivalenten Kräfte (Stockwerksschub); |
| $V_{Ed}$         | Bemessungswert der gesamten vertikalen vom Stockwerk (Stockwerksdruck) übertragenen Last am Tragwerk;                               |
| $\delta_{H,Ed}$  | Horizontalverschiebung der oberen Knoten gegenüber den unteren Knoten eines Stockwerks infolge $H_{Ed}$ ;                           |
| $h$              | Stockwerkshöhe;   |
| $\bar{\lambda}$  | Schlankheitsgrad;   |
| $N_{Ed}$         | Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft (Druck);  |
| $\phi$           | Anfangsschiefstellung;  |
| $\phi_0$         | Ausgangswert der Anfangsschiefstellung;   |
| $\alpha_h$       | Abminderungsfaktor in Abhängigkeit der Stützenhöhe $h$ ;  |
| $h$              | Tragwerkshöhe;  |
| $\alpha_m$       | Abminderungsfaktor in Abhängigkeit von der Anzahl der Stützen in einer Reihe;   |
| $m$              | Anzahl der Stützen in einer Reihe;  |
| $e_0$            | Amplitude einer Bauteilimperfektion;  |
| $L$              | Bauteillänge;   |
| $\eta_{init}$    | Form der geometrischen Vorimperfektion aus der Eigenfunktion $\eta_{cr}$ bei der niedrigsten Verzweigungslast;                      |
| $\eta_{cr}$      | Eigenfunktion (Modale) für die Verschiebungen $\eta$ bei Erreichen der niedrigsten Verzweigungslast;                                |
| $e_{0,d}$        | Bemessungswert der Amplitude einer Bauteilimperfektion;   |
| $M_{Rk}$         | charakteristischer Wert der Momententragfähigkeit eines Querschnitts;   |
| $N_{Rk}$         | charakteristischer Wert der Normalkrafttragfähigkeit eines Querschnitts;  |
| $\alpha$         | Imperfektionsbeiwert;   |
| $EI \eta''_{cr}$ | Eigenfunktion (Modale) der Biegemomente $EI \eta''$ bei Erreichen der niedrigsten Verzweigungslast;                                 |

|                   |   |
|-------------------|---|
| $\chi$            | Abminderungsbeiwert entsprechend der maßgebenden Knicklinie;  |
| $\alpha_{ult,k}$  | Kleinsten Vergrößerungsfaktor für die Bemessungswerte der Belastung, mit dem die charakteristische Tragfähigkeit der Bauteile mit Verformungen in der Tragwerksebene erreicht wird, ohne dass Knicken oder Biegedrillknicken aus der Ebene berücksichtigt wird. Dabei werden, wo erforderlich, alle Effekte aus Imperfektionen und Theorie 2. Ordnung in der Tragwerksebene berücksichtigt. In der Regel wird $\alpha_{ult,k}$ durch den Querschnittsnachweis am ungünstigsten Querschnitt des Tragwerks oder Teiltragwerks bestimmt. |
| $\alpha_{cr}$     | Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um die ideale Verzweigungslast bei Ausweichen aus der Ebene (siehe $\alpha_{ult,k}$ ) zu erreichen;  |
| $q$               | Ersatzkraft pro Längeneinheit auf ein stabilisierendes System äquivalent zur Wirkung von Imperfektionen;  |
| $\delta_q$        | Durchbiegung des stabilisierenden Systems unter der Ersatzkraft $q$ ;   |
| $q_d$             | Bemessungswert der Ersatzkraft $q$ pro Längeneinheit;   |
| $M_{Ed}$          | Bemessungswert des einwirkenden Biegemoments;   |
| $k$               | Beiwert für $e_{0,d}$ ;   |
| $\epsilon$        | Dehnung;  |
| $\sigma$          | Normalspannung;   |
| $\sigma_{com,Ed}$ | Bemessungswert der einwirkenden Druckspannung in einem Querschnittsteil;  |
| $\ell$            | Länge;  |
| $\epsilon$        | Faktor in Abhängigkeit von $f_y$ ;  |
| $c$               | Breite oder Höhe eines Querschnittsteils;   |
| $\alpha$          | Anteil eines Querschnittsteils unter Druckbeanspruchung;  |
| $\psi$            | Spannungs- oder Dehnungsverhältnis;   |
| $k_{\sigma}$      | Beulfaktor;   |
| $d$               | Außendurchmesser runder Hohlquerschnitte.   |

### Abschnitt 6

|                 |   |
|-----------------|---|
| $\gamma_{M0}$   | Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten (bei Anwendung von Querschnittsnachweisen);                |
| $\gamma_{M1}$   | Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen (bei Anwendung von Bauteilnachweisen); |
| $\gamma_{M2}$   | Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung;                |
| $\sigma_{x,Ed}$ | Bemessungswert der einwirkenden Normalspannung in Längsrichtung;  |
| $\sigma_{z,Ed}$ | Bemessungswert der einwirkenden Normalspannung in Querrichtung;   |
| $\tau_{Ed}$     | Bemessungswert der einwirkenden Schubspannung;  |
| $N_{Ed}$        | Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft;  |



|                 |   |                   |  |
|-----------------|---|-------------------|--|
| $M_{y,Ed}$      | Bemessungswert des einwirkenden Momentes um die $y$ - $y$ -Achse;   | $T_{Ed}$          | Bemessungswert des einwirkenden Torsionsmomentes;  |
| $M_{z,Ed}$      | Bemessungswert des einwirkenden Momentes um die $z$ - $z$ -Achse;   | $T_{Rd}$          | Bemessungswert der Torsionstragfähigkeit;  |
| $N_{Rd}$        | Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit;  | $T_{t,Ed}$        | Bemessungswert des einwirkenden St. Venant'schen Torsionsmoments;  |
| $M_{y,Rd}$      | Bemessungswert der Momententragfähigkeit um die $y$ - $y$ -Achse;   | $T_{w,Ed}$        | Bemessungswert des einwirkenden Wölb-torsionsmoments;  |
| $M_{z,Rd}$      | Bemessungswert der Momententragfähigkeit um die $z$ - $z$ -Achse;   | $\tau_{t,Ed}$     | Bemessungswert der einwirkenden Schubspannung infolge St. Venant'scher (primärer) Torsion;   |
| $s$             | Lochabstand bei versetzten Löchern gemessen als Abstand der Lochachsen in der Projektion parallel zur Bauteilachse;   | $\tau_{w,Ed}$     | Bemessungswert der einwirkenden Schubspannung infolge Wölbkrafttorsion;  |
| $p$             | Lochabstand bei versetzten Löchern gemessen als Abstand der Lochachsen in der Projektion senkrecht zur Bauteilachse;  | $\sigma_{w,Ed}$   | Bemessungswert der einwirkenden Normalspannungen infolge des Bimomentes $B_{Ed}$ ;   |
| $n$             | Anzahl der Löcher längs einer kritischen Risslinie (in einer Diagonalen oder Zickzacklinie), die sich über den Querschnitt oder über Querschnittsteile erstreckt; | $B_{Ed}$          | Bemessungswert des einwirkenden Bimomentes;  |
| $d_0$           | Lochdurchmesser;  | $V_{pl,T,Rd}$     | Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit abgemindert infolge $T_{Ed}$ ;   |
| $e_N$           | Verschiebung der Hauptachse des wirksamen Querschnitts mit der Fläche $A_{eff}$ bezogen auf die Hauptachse des Bruttoquerschnitts mit der Fläche $A$ ;            | $\rho$            | Abminderungsbeiwert zur Bestimmung des Bemessungswerts der Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung von $V_{Ed}$ ;   |
| $\Delta M_{Ed}$ | Bemessungswert eines zusätzlichen einwirkenden Momentes infolge der Verschiebung $e_N$ ;  | $M_{V,Rd}$        | Bemessungswert der Momententragfähigkeit abgemindert infolge $V_{Ed}$ ;  |
| $A_{eff}$       | wirksame Querschnittsfläche;  | $M_{N,Rd}$        | Bemessungswert der Momententragfähigkeit abgemindert infolge $N_{Ed}$ ;  |
| $N_{t,Rd}$      | Bemessungswert der Zugtragfähigkeit;  | $n$               | Verhältnis von $N_{Ed}$ zu $N_{pl,Rd}$ ;   |
| $N_{pl,Rd}$     | Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Bruttoquerschnitts;   | $a$               | Verhältnis der Stegfläche zur Bruttoquerschnittsfläche;  |
| $N_{u,Rd}$      | Bemessungswert der Zugtragfähigkeit des Nettoquerschnitts längs der kritischen Risslinie durch die Löcher;  | $\alpha$          | Parameter für den Querschnittsnachweis bei Biegung um beide Hauptachsen;   |
| $A_{net}$       | Nettoquerschnittsfläche;  | $\beta$           | Parameter für den Querschnittsnachweis bei Biegung um beide Hauptachsen;   |
| $N_{net,Rd}$    | Bemessungswert der plastischen Normalkrafttragfähigkeit des Nettoquerschnitts;  | $e_{N,y}$         | Verschiebung der Hauptachse $y$ - $y$ des wirksamen Querschnitts mit der Fläche $A_{eff}$ bezogen auf die Hauptachse des Bruttoquerschnitts mit der Fläche $A$ ; |
| $N_{c,Rd}$      | Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit bei Druck;  | $e_{N,z}$         | Verschiebung der Hauptachse $z$ - $z$ des wirksamen Querschnitts mit der Fläche $A_{eff}$ bezogen auf die Hauptachse des Bruttoquerschnitts mit der Fläche $A$ ; |
| $M_{c,Rd}$      | Bemessungswert der Momententragfähigkeit bei Berücksichtigung von Löchern;  | $W_{eff,min}$     | kleinstes wirksames elastisches Widerstandsmoment;   |
| $W_{pl}$        | plastisches Widerstandsmoment;  | $N_{b,Rd}$        | Bemessungswert der Biegeknicktragfähigkeit von Bauteilen unter planmäßig zentrischem Druck;  |
| $W_{el,min}$    | kleinstes elastisches Widerstandsmoment;  | $\chi$            | Abminderungsbeiwert entsprechend der maßgebenden Knickkurve;   |
| $W_{eff,min}$   | kleinstes wirksames elastisches Widerstandsmoment;  | $\Phi$            | Funktion zur Bestimmung des Abminderungsbeiwertes $\chi$ ;   |
| $A_f$           | Fläche des zugbeanspruchten Flansches;  | $a_0, a, b, c, d$ | Klassenbezeichnungen der Knicklinien;  |
| $A_{f,net}$     | Nettofläche des zugbeanspruchten Flansches;   | $N_{cr}$          | ideale Verzweigungslast für den maßgebenden Knickfall bezogen auf den Bruttoquerschnitt;   |
| $V_{Ed}$        | Bemessungswert der einwirkenden Querkraft;  | $i$               | Trägheitsradius für die maßgebende Knick-ebene bezogen auf den Bruttoquerschnitt;  |
| $V_{c,Rd}$      | Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit;  | $\lambda_1$       | Schlankeheit zur Bestimmung des Schlankheitsgrads;   |
| $V_{pl,Rd}$     | Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit;  | $\bar{\lambda}_T$ | Schlankeheitsgrad für Drillknicken oder Biegedrillknicken;   |
| $A_v$           | wirksame Schubfläche;   |                   |  |
| $\eta$          | Beiwert für die wirksame Schubfläche;   |                   |  |
| $S$             | Statisches Flächenmoment;   |                   |  |
| $I$             | Flächenträgheitsmoment des Gesamtquerschnitts;  |                   |  |
| $A$             | Querschnittsfläche;   |                   |  |
| $A_w$           | Fläche des Stegbleches;   |                   |  |
| $A_f$           | Fläche eines Flansches;   |                   |  |

|                        |  |                  |   |
|------------------------|--|------------------|---|
| $N_{cr,TF}$            | ideale Verzweigungslast für Biegedrillknicken;   | $\alpha_{cr,op}$ | Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um die Verzweigungslast bei Ausweichen aus der Ebene (siehe $\alpha_{ult,k}$ ) zu erreichen; |
| $N_{cr,T}$             | ideale Verzweigungslast für Drillknicken;  | $N_{Rk}$         | charakteristischer Wert der Normalkrafttragfähigkeit;   |
| $M_{b,Rd}$             | Bemessungswert der Momententragfähigkeit bei Biegedrillknicken;  | $M_{y,Rk}$       | charakteristischer Wert der Momententragfähigkeit ( $y$ - $y$ -Achse);  |
| $\chi_{LT}$            | Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken;   | $M_{z,Rk}$       | charakteristischer Wert der Momententragfähigkeit ( $z$ - $z$ -Achse);  |
| $\Phi_{LT}$            | Funktion zur Bestimmung des Abminderungsbeiwertes $\chi_{LT}$ ;  | $Q_m$            | lokale Ersatzkraft auf stabilisierende Bauteile im Bereich von Fließgelenken;   |
| $\alpha_{LT}$          | Imperfektionsbeiwert für die maßgebende Biegedrillknicklinie;  | $L_{stable}$     | Mindestabstand von Abstützmaßnahmen;  |
| $\bar{\lambda}_{LT}$   | Schlankheitsgrad für Biegedrillknicken;  | $L_{ch}$         | Knicklänge eines Gurtstabs;   |
| $M_{cr}$               | ideales Verzweigungsmoment bei Biegedrillknicken;  | $h_0$            | Abstand zwischen den Schwerachsen der Gurtstäbe;  |
| $\bar{\lambda}_{LT,0}$ | Plateaulänge der Biegedrillknicklinie für gewalzte und geschweißte Querschnitte;   | $a$              | Bindeblechabstand;  |
| $\beta$                | Korrekturfaktor der Biegedrillknicklinie für gewalzte und geschweißte Querschnitte;  | $\alpha$         | Winkel zwischen den Schwerachsen von Gitterstäben und Gurtstäben;   |
| $\chi_{LT,mod}$        | modifizierter Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken;   | $i_{min}$        | kleinster Trägheitsradius von Einzelwinkeln;  |
| $f$                    | Modifikationsfaktor für $\chi_{LT}$ ;  | $A_{ch}$         | Querschnittsfläche eines Gurtstabes;  |
| $k_c$                  | Korrekturbeiwert zur Berücksichtigung der Momentenverteilung;  | $N_{ch,Ed}$      | Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Gurtstab eines mehrteiligen Bauteils;  |
| $\psi$                 | Momentenverhältnis in einem Bauteilabschnitt;  | $M_{Ed}^I$       | Bemessungswert des maximal einwirkenden Moments für ein mehrteiliges Bauteils;  |
| $L_c$                  | Abstand zwischen seitlichen Stützpunkten;  | $I_{eff}$        | effektives Flächenträgheitsmoment eines mehrteiligen Bauteils;  |
| $\bar{\lambda}_f$      | Schlankheitsgrad des druckbeanspruchten Flansches;   | $S_v$            | Schubsteifigkeit infolge der Verformungen der Gitterstäbe und Bindebleche;  |
| $i_{f,z}$              | Trägheitsradius des druckbeanspruchten Flansches um die schwache Querschnittsachse;  | $n$              | Anzahl der Ebenen der Gitterstäbe oder Bindebleche;   |
| $I_{eff,f}$            | wirksames Flächenträgheitsmoment des druckbeanspruchten Flansches um die schwache Querschnittsachse;   | $A_d$            | Querschnittsfläche eines Gitterstabes einer Gitterstütze;   |
| $A_{eff,f}$            | wirksame Fläche des druckbeanspruchten Flansches;  | $d$              | Länge eines Gitterstabes einer Gitterstütze;  |
| $A_{eff,w,c}$          | wirksame Fläche des druckbeanspruchten Teils des Stegblechs;   | $A_v$            | Querschnittsfläche eines Bindeblechs (oder horizontalen Bauteils) einer Gitterstütze;   |
| $\bar{\lambda}_{e0}$   | Grenzschlankheitsgrad;   | $I_{ch}$         | Flächenträgheitsmoment eines Gurtstabes in der Nachweisebene;   |
| $k_{f,e}$              | Anpassungsfaktor;  | $I_b$            | Flächenträgheitsmoment eines Bindebleches in der Nachweisebene;   |
| $\Delta M_{y,Ed}$      | Momente infolge Verschiebung $e_{Ny}$ der Querschnittsachsen;  | $\mu$            | Wirkungsgrad;   |
| $\Delta M_{z,Ed}$      | Momente infolge Verschiebung $e_{Nz}$ der Querschnittsachsen;  | $i_y$            | Trägheitsradius ( $y$ - $y$ -Achse).  |
| $\chi_y$               | Abminderungsbeiwert für Biegeknicken ( $y$ - $y$ -Achse);  | <b>Anhang A</b>  |   |
| $\chi_z$               | Abminderungsbeiwert für Biegeknicken ( $z$ - $z$ -Achse);  | $C_{my}$         | äquivalenter Momentenbeiwert;   |
| $k_{yy}$               | Interaktionsfaktor;  | $C_{mz}$         | äquivalenter Momentenbeiwert;   |
| $k_{yz}$               | Interaktionsfaktor;  | $C_{mLT}$        | äquivalenter Momentenbeiwert;   |
| $k_{zy}$               | Interaktionsfaktor;  | $\mu_y$          | Beiwert;  |
| $k_{zz}$               | Interaktionsfaktor;  | $\mu_z$          | Beiwert;  |
| $\bar{\lambda}_{op}$   | globaler Schlankheitsgrad eines Bauteils oder einer Bauteilkomponente zur Berücksichtigung von Stabilitätsverhalten aus der Ebene;                         | $N_{cr,y}$       | ideale Verzweigungslast für Knicken um die $y$ - $y$ -Achse;  |
| $\chi_{op}$            | Abminderungsbeiwert in Abhängigkeit von $\bar{\lambda}_{op}$ ;   | $N_{cr,z}$       | ideale Verzweigungslast für Knicken um die $z$ - $z$ -Achse;  |
| $\alpha_{ult,k}$       | Vergrößerungsbeiwert für die Einwirkungen, um den charakteristischen Wert der Tragfähigkeit bei Unterdrückung von Verformungen aus der Ebene zu erreichen; | $C_{yy}$         | Beiwert;  |
|                        |  | $C_{yz}$         | Beiwert;  |
|                        |  | $C_{zy}$         | Beiwert;  |
|                        |  | $C_{zz}$         | Beiwert;  |
|                        |  | $w_y$            | Beiwert;  |
|                        |  | $w_z$            | Beiwert;  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| $n_{pl}$              | Beiwert;  |
| $\bar{\lambda}_{max}$ | maximaler Wert von $\bar{\lambda}_y$ und $\bar{\lambda}_z$ ;  |
| $b_{LT}$              | Beiwert;  |
| $c_{LT}$              | Beiwert;  |
| $d_{LT}$              | Beiwert;  |
| $e_{LT}$              | Beiwert;  |
| $\psi_y$              | Verhältnis der Endmomente ( $y$ - $y$ -Achse);  |
| $C_{my,0}$            | Beiwert;  |
| $C_{mz,0}$            | Beiwert;  |
| $a_{LT}$              | Beiwert;  |
| $I_T$                 | St. Venant'sche Torsionssteifigkeit;  |
| $I_y$                 | Flächenträgheitsmoment um die $y$ - $y$ -Achse;   |
| $Cl$                  | Verhältnis von kritischem Biegemoment (größter Wert unter den Bauteilen) und dem kritischen konstanten Biegemoment für ein Bauteil mit gelenkiger Lagerung. |
| $M_{i,Ed}(x)$         | Größtwert von $M_{y,Ed}$ und $M_{z,Ed}$ ;   |
| $ \delta_x $          | größte Verformung entlang des Bauteils.   |

## Anhang B

|            |   |
|------------|---|
| $\alpha_s$ | Beiwert, $s$ = Durchbiegung (en:sagging); |
| $\alpha_h$ | Beiwert, $h$ = Aufbiegung (en:hogging);   |
| $C_m$      | äquivalenter Momentenbeiwert.             |

## Anhang AB

|            |   |
|------------|---|
| $\gamma_G$ | Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen;           |
| $G_k$      | charakteristischer Wert der ständigen Einwirkung $G$ ;      |
| $\gamma_Q$ | Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen;      |
| $Q_k$      | charakteristischer Wert der veränderlichen Einwirkung $Q$ . |

## Anhang BB

|                         |  |
|-------------------------|--|
| $\bar{\lambda}_{eff,v}$ | effektiver Schlankheitsgrad für Knicken um die $v$ - $v$ -Achse;   |
| $\bar{\lambda}_{eff,y}$ | effektiver Schlankheitsgrad für Knicken um die $y$ - $y$ -Achse;   |
| $\bar{\lambda}_{eff,z}$ | effektiver Schlankheitsgrad für Knicken um die $z$ - $z$ -Achse;   |
| $L$                     | Systemlänge;   |
| $L_{cr}$                | Knicklänge;  |
| $S$                     | Schubsteifigkeit der Bleche im Hinblick auf die Verformungen des Trägers in der Blechebene;  |
| $I_w$                   | Wölbflächenmoment des Trägers;   |
| $C_{\phi,k}$            | Rotationssteifigkeit, die durch das stabilisierende Bauteil und die Verbindung mit dem Träger bewirkt wird;                              |
| $K_v$                   | Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Berechnung;   |
| $K_{\phi}$              | Faktor zur Berücksichtigung des Momentenverlaufs und der Möglichkeit der seitlichen Verschiebung des gegen Verdrehen gestützten Trägers; |

|                |  |
|----------------|--|
| $C_{\phi R,k}$ | Rotationssteifigkeit des stabilisierenden Bauteils bei Annahme einer steifen Verbindung mit dem Träger;          |
| $C_{\phi C,k}$ | Rotationssteifigkeit der Verbindung zwischen dem Träger und dem stabilisierenden Bauteil;                        |
| $C_{\phi D,k}$ | Rotationssteifigkeit infolge von Querschnittsverformungen des Trägers;   |
| $L_m$          | Mindestabstand zwischen seitlichen Stützungen;   |
| $L_k$          | Mindestabstand zwischen Verdrehbehinderungen;  |
| $L_s$          | Mindestabstand zwischen einem plastischen Gelenk und einer benachbarten Verdrehbehinderungen;                    |
| $C_1$          | Modifikationsfaktor zur Berücksichtigung des Momentenverlaufs;   |
| $C_m$          | Modifikationsfaktor zur Berücksichtigung eines linearen Momentenverlaufs;  |
| $C_n$          | Modifikationsfaktor zur Berücksichtigung eines nichtlinearen Momentenverlaufs;                                   |
| $a$            | Abstand zwischen der Achse des Bauteils mit Fließgelenk und der Achse der Abstützung der aussteifenden Bauteile; |
| $B_0$          | Beiwert;   |
| $B_1$          | Beiwert;   |
| $B_2$          | Beiwert;   |
| $\eta$         | ideales Verhältnis von $N_{crE}$ zu $N_{crT}$ ;  |
| $i_s$          | auf die Schwerlinie des aussteifenden Bauteils bezogener Trägheitsradius;  |
| $\beta_t$      | Verhältnis des kleinsten zum größten Endmoment;  |
| $R_1$          | Moment an einem Ort im Bauteil;  |
| $R_2$          | Moment an einem Ort im Bauteil;  |
| $R_3$          | Moment an einem Ort im Bauteil;  |
| $R_4$          | Moment an einem Ort im Bauteil;  |
| $R_5$          | Moment an einem Ort im Bauteil;  |
| $R_E$          | maximaler Wert von $R_1$ oder $R_5$ ;  |
| $R_s$          | maximaler Wert des Biegemoments innerhalb der Länge $L_y$ ;  |
| $c$            | Voutenfaktor;  |
| $h_h$          | zusätzliche Querschnittshöhe infolge der Voute;  |
| $h_{max}$      | maximale Querschnittshöhe innerhalb der Länge $L_y$ ;  |
| $h_{min}$      | minimale Querschnittshöhe innerhalb der Länge $L_y$ ;  |
| $h_s$          | Höhe des Querschnitts ohne Voute;  |
| $L_h$          | Länge der Voute innerhalb der Länge $L_y$ ;  |
| $L_y$          | Abstand zwischen seitlichen Abstützungen.  |

## 1.7 Definition der Bauteilachsen

- (1) Die Bauteilachsen werden wie folgt definiert:
- $x$ - $x$  längs des Bauteils;
  - $y$ - $y$  Querschnittsachse;
  - $z$ - $z$  Querschnittsachse.

(2) Die Querschnittsachsen von Stahlbauteilen werden wie folgt definiert:

– Allgemein:

- $y$ - $y$  Querschnittsachse parallel zu den Flanschen;
- $z$ - $z$  Querschnittsachse rechtwinklig zu den Flanschen.

– für Winkelprofile:

- $y$ - $y$  Achse parallel zum kleineren Schenkel;
- $z$ - $z$  Achse rechtwinklig zum kleineren Schenkel.

– wenn erforderlich:

- $u$ - $u$  Hauptachse (wenn sie nicht mit der  $y$ - $y$ -Achse übereinstimmt);
- $v$ - $v$  Nebenachse (wenn sie nicht mit der  $z$ - $z$ -Achse übereinstimmt).

(3) Die Symbole für die Abmessungen und Achsen gewalzter Stahlprofile sind in Bild 1.1 angegeben.

(4) Die Vereinbarung für Indizes zur Bezeichnung der Achsen von Momenten lautet: „Es gilt die Achse, um die das Moment wirkt.“

Anmerkung: Alle Regeln dieses Eurocodes beziehen sich auf die Eigenschaften in den Hauptachsenrichtungen, welche im Allgemeinen als  $y$ - $y$ -Achse und  $z$ - $z$ -Achse für symmetrische Querschnitte und  $u$ - $u$ -Achse und  $v$ - $v$ -Achse für unsymmetrische Querschnitte, wie z. B. Winkel, festgelegt sind.

## 2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

### 2.1 Anforderungen

#### 2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Für die Tragwerksplanung von Stahlbauten gelten die Grundlagen von EN 1990.

(2) Für Stahlbauten gelten darüber hinaus in der Regel die in diesem Abschnitt angegebenen Regelungen.

(3) Die grundlegenden Anforderungen von EN 1990, Abschnitt 2 gelten in der Regel als erfüllt, wenn der Entwurf, die Berechnung und die Bemessung mit Grenzzuständen in Verbindung mit Einwirkungen nach EN 1991 und Teilsicherheitsbeiwerten und Lastkombinationen entsprechend EN 1990 durchgeführt wird.

(4) Die Bemessungsregeln für die Grenzzustände der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und für die Dauerhaftigkeit in den verschiedenen Teilen von EN 1993 sind in der Regel für die jeweiligen Anwendungsbereiche maßgebend.

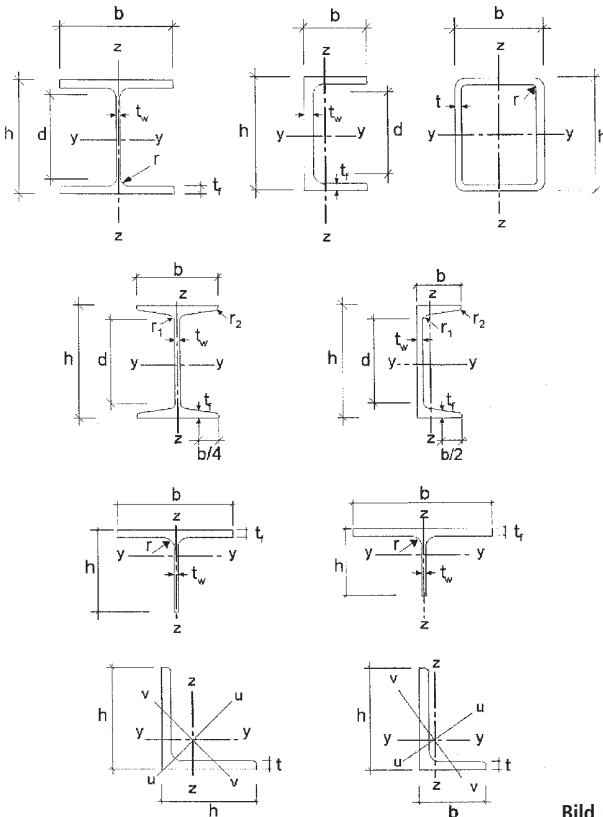


Bild 1.1. Abmessungen und Achsen von Profilquerschnitten

## 2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

(1)P In Bezug auf die Anwendung von EN 1090-1 und EN 1090-2 sind die Ausführungsklassen nach Anhang C dieser Norm zu wählen.

(2) Falls eine andere als die in dieser Norm empfohlene Zuverlässigkeit gefordert wird, sollte diese vorzugsweise durch entsprechende Gütesicherung bei der Tragwerksplanung und der Ausführung nach EN 1990:2010, Anhang B und Anhang C, sowie EN 1090 erreicht werden.

## 2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit

### 2.1.3.1 Allgemeines

(1)P Abhängig von der Art der Einwirkungen, die die Dauerhaftigkeit und Nutzungsdauer (siehe EN 1990) beeinflussen, ist bei Stahltragwerken in der Regel Folgendes zu beachten:

- Korrosionsgerechte Gestaltung gegebenenfalls mit:
  - geeignetem Schutz der Oberfläche (siehe EN ISO 12944);
  - Einsatz von wetterfestem Stahl;
  - Einsatz von nichtrostendem Stahl (siehe EN 1993-1-4).
- Konstruktive Gestaltung im Hinblick auf ausreichende Ermüdungssicherheit (siehe EN 1993-1-9);
- Berücksichtigung der Auswirkung von Verschleiß beim Entwurf;
- Bemessung für außergewöhnliche Einwirkungen (siehe EN 1991-1-7);
- Sicherstellung von Inspektions- und Wartungsmaßnahmen.

### 2.1.3.2 Nutzungsdauer bei Hochbauten

(1)P,B Als Nutzungsdauer ist in der Regel der Zeitraum festzulegen, in der ein Hochbau nach seiner vorgesehenen Funktion genutzt werden soll.

(2)B Zur Festlegung der Lebensdauer von Hochbauten siehe EN 1990, Tabelle 2.1.

(3)B Für Bauteile, die nicht für die gesamte Nutzungsdauer von Hochbauten bemessen werden können, siehe 2.1.3.3(3)B.

### 2.1.3.3 Dauerhaftigkeit von Hochbauten

(1)P,B Um die Dauerhaftigkeit von Hochbauten zu sichern, sind in der Regel die Tragwerke entweder gegen schädliche Umwelteinwirkungen und, wo notwendig, auf Ermüdungseinwirkungen zu bemessen oder auf andere Art vor diesen zu schützen.

(2)P,B Können Materialverschleiß, Korrosion oder Ermüdung maßgebend werden, müssen geeignete Werkstoffwahl, nach EN 1993-1-4 und EN 1993-1-10, geeignete Gestaltung der Konstruktion nach EN 1993-1-9, strukturelle Redundanz (z. B. statische Unbestimmtheit des Systems) und geeigneter Korrosionsschutz berücksichtigt werden.

(3)B Falls bei einem Bauwerk Bauteile austauschbar sein sollen (z. B. Lager bei Bodensetzungen), ist in der Regel der sichere Austausch als vorübergehende Bemessungssituation nachzuweisen.

## 2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

(1) Die in diesem Eurocode 3 festgelegten Beanspruchbarkeiten für Querschnitte und Bauteile für den Grenzzustand der Tragfähigkeit, nach Abschnitt 3.3 der EN 1990, sind aus Versuchen abgeleitet, bei denen der Werkstoff eine ausreichende Duktilität aufwies, so dass daraus vereinfachte Bemessungsmodelle abgeleitet werden konnten.

(2) Die in diesem Teil des Eurocodes festgelegten Beanspruchbarkeiten dürfen nur verwendet werden, wenn die Bedingungen für den Werkstoff nach Abschnitt 3 erfüllt sind.

### Zu 2.1.2(1)P

Gemäß Änderung EN 1993-1-1/A1:2014-07 wird der bisherige Unterabschnitt 2.1.2 durch eine Bezugnahme auf die Anwendung von EN 1090 ergänzt. Seit Juli 2014 ersetzt ein neuer Anhang C zu EN 1993-1-1 den nur informativen Anhang B von EN 1090-2, der bisher die Zuordnung der Ausführungsklassen EXC1 bis EXC4 zu Schadensfolgeklassen (CC) gemäß DIN EN 1990, Tabelle B.1 enthielt.

### Zu 2.1.2(2)

Das semi-probabilistische Sicherheitskonzept von EN 1990 verfolgt nach [K39] den Ansatz, mit der Definition eines für Deutschland einheitlichen Zielwertes für den Zuverlässigkeitsindex, im Bauwesen ein bauart- und nutzungsunabhängiges Zuverlässigkeitsniveau zu erreichen. Die Bemessung nach EN 1990 mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach Anhang A bzw. nach EN 1991 bis EN 1999 führt nach [K39] in der Regel zu einem Tragwerk mit einer Mindestzuverlässigkeit von  $\beta \geq 3,8$  für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren. Abweichungen davon, wie sie hier mit dem Verweis auf EN 1990, Anhang C angesprochen werden, sind Ausnahmen und erfordern eine Absprache mit der zuständigen Baurechtsbehörde. Die Anhänge B und C von EN 1990, die allgemeine Regeln zur Zuverlässigkeitsanalyse und zur Grundlage der Bemessung mit Teilsicherheitsbeiwerten behandeln, sind bauaufsichtlich nicht eingeführt.

## 2.3 Basisvariable

### 2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

(1) Einwirkungen für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten sind in der Regel nach EN 1991 zu ermitteln. Für die Kombination von Einwirkungen und die Teilsicherheitsbeiwerte siehe EN 1990, Anhang A.

Anmerkung 1: Der Nationale Anhang kann Einwirkungen für besondere örtliche oder klimatische oder außergewöhnliche Einwirkungen festlegen.

#### NDP

DIN EN 1993-1-1/NA

zu 2.3.1(1) Anmerkung 1

Es werden keine zusätzlichen Festlegungen getroffen.

Anmerkung 2B: Zur proportionalen Erhöhung von Lasten bei inkrementellen Berechnungen, siehe Anhang AB.1.

Anmerkung 3B: Zu vereinfachter Anordnung der Belastung, siehe Anhang AB.2.

(2) Für die Festlegung der Einwirkungen während der Bauzustände wird die Anwendung von EN 1991-1-6 empfohlen.

(3) Auswirkungen absehbarer Setzungen und Setzungsunterschiede sind in der Regel auf der Grundlage realistischer Annahmen zu berücksichtigen.

(4) Einflüsse aus ungleichmäßigen Setzungen, eingepprägten Verformungen oder anderen Formen von Vorspannungen während der Montage sind in der Regel durch ihren Nennwert  $P_k$  als ständige Einwirkung zu berücksichtigen. Sie werden mit den anderen ständigen Lasten  $G_k$  zu einer ständigen Gesamteinwirkung ( $G_k + P_k$ ) zusammengefasst.

(5) Einwirkungen, die zu Ermüdungsbeanspruchungen führen und nicht in EN 1991 festgelegt sind, sollten nach EN 1993-1-9, Anhang A ermittelt werden.

### 2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften

(1) Werkstoffeigenschaften für Stahl und andere Bauprodukte und geometrische Größen für die Bemessung sind in der Regel den entsprechenden ENs, ETAGs oder ETAs zu entnehmen, sofern in dieser Norm keine andere Regelung vorgesehen ist.

## 2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

### 2.4.1 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften

(1)P Für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten sind die charakteristischen Werte  $X_k$  oder die Nennwerte  $X_n$  der Werkstoffeigenschaft nach diesem Eurocode anzusetzen.

### 2.4.2 Bemessungswerte der geometrischen Größen

(1) Geometrische Größen für die Querschnitte und Abmessungen des Tragwerks dürfen den harmonisierten Produktnormen oder den Zeichnungen für die Ausführung nach EN 1090 entnommen werden. Sie sind als Nennwerte zu behandeln.

(2) Die in dieser Norm festgelegten Bemessungswerte der geometrischen Ersatzimperfectionen enthalten:

- Einflüsse aus geometrischen Imperfectionen von Bauteilen, die durch geometrische Toleranzen in den Produktnormen oder Ausführungsnormen begrenzt sind;
- Einflüsse struktureller Imperfectionen infolge Herstellung und Bauausführung;
- Eigenspannungen;
- Ungleichmäßige Verteilung der Streckgrenze.

### 2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit

(1) Für Tragwerke aus Stahl gilt die folgende Definition nach EN 1990, Gleichung (6.6c) bzw. (6.6d):

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k1}; \eta_2 X_{k2}; a_d) \quad (2.1)$$

Dabei ist

$R_k$  der charakteristische Wert einer Beanspruchbarkeit, der mit den charakteristischen Werten oder Nennwerten der Werkstoffeigenschaften und Abmessungen ermittelt wurde;

$\gamma_M$  der globale Teilsicherheitsbeiwert für diese Beanspruchbarkeit.

Anmerkung: Zur Definition von  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ ,  $X_{k,1}$ ,  $X_{k,2}$  und  $a_d$  siehe EN 1990.

#### Zu 2.3.1(4)

Die Behandlung von vorgespannten Systemen, wie durch Seile oder Zugstangen unter- bzw. überspannte Träger, unterscheidet sich grundsätzlich im reinen Stahlbau und im Verbundbau bzw. im Massivbau. Im Stahlbau geht man davon aus, dass die Vorspannung kontrolliert unter Eigengewichtswirkung aufgebracht wird, so dass keine unabhängige Behandlung mit einem eigenen Teilsicherheitsbeiwert erforderlich ist, sondern Vorspannung und Eigengewicht quasi als eine ständige Last zusammengefasst werden können. Im Verbundbau zum Beispiel wird die Vorspannung gemäß EN 1994-1-1, 2.4.1.1. mit einem eigenen Teilsicherheitsbeiwert versehen.