



2016

# STAHLBAU KALENDER



Eurocode 3 – Grundnorm  
Werkstoffe und Nachhaltigkeit



2016

# STAHLBAU KALENDER

---

**Eurocode 3 – Grundnorm  
Werkstoffe und Nachhaltigkeit**

---

Herausgegeben von  
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

18. 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: Keltenmuseum Glauburg (kadawittfeldarchitektur)  
Foto: Werner Huthmacher Photography, Berlin

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.

© 2016 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: Medialis, Berlin  
Bindung: Stein + Lehmann, Berlin

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

ISBN 978-3-433-03127-8

ISSN 1438-1192

oBook ISBN 978-3-433-60627-8

ePDF ISBN 978-3-433-60630-8

ePub ISBN 978-3-433-60692-6

eMobi ISBN 978-3-433-60693-3

## Vorwort

Der Stahlbau-Kalender 2016 hat in diesem Jahr zwei Schwerpunkte, die Themen „Werkstoffe“ und „Nachhaltigkeit“, die auch im Zusammenhang gesehen werden können, denn die Wahl des Werkstoffs hat bei der Nachhaltigkeitsbilanz einen großen, zum Teil aber auch überschätzten Einfluss. Zu den drei betrachteten Metallen unter dem Thema „Werkstoffe“ gehören neben dem klassischen Baustahl die nichtrostenden Stähle und Aluminium. Für das Thema „Nachhaltigkeit“ zeigen die Hintergrundbeiträge über Normung und ökologische Bilanzierung anhand der wissenschaftlich-technischen Grundlagen und konkreter Anwendungen, dass Nachhaltigkeit mehr als ein Schlagwort ist, vielmehr ein modernes Kriterium, das – sachlich behandelt – bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion zu sinnvollen, fundierten Entscheidungen führt.

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. *Antonio Zizza* und Dipl.-Ing. *Adrian Just*, Universität Stuttgart, wird auch weiterhin für die tägliche Arbeitspraxis der Zugriff auf die aktuellste Fassung der Norm gegeben und durch die Kommentare auf aktuelle Fragen und Entwicklungen reagiert. In diesem Jahr ist die jüngste Änderung dieses Normenteils DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 eingearbeitet und der aktualisierte Nationale Anhang DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 wird an den jeweiligen Stellen im Normtext zitiert.

In bewährter Form haben Dr.-Ing. *Karsten Kathage* und Dipl.-Ing. *Christoph Ortman*, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, wieder die derzeit gültigen **Technischen Baubestimmungen, Normen, Bauregellisten und Zulassungen im Stahlbau** zusammengestellt. Der Beitrag gibt neben Auszügen aus der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen (MLTB), Ausgabe Juni 2015, den Normen und Richtlinien für den Stahlbau, auch die für den Stahl- und Verbundbau wichtigen gültigen Zulassungen (Stand Dezember 2015) und Auszüge aus den neuen Bauregellisten (Ausgabe 2015/2) wieder.

Mit dem Beitrag **Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken** wird ein umfassender Überblick über Aluminium als Werkstoff und die Besonderheiten bei Entwurf, Bemessung, Konstruktion und Ausführung von Aluminiumtragwerken gegeben. Die Autoren unter der Koordination von Dr.-Ing. *Christina Radlbeck*, TU München, gehören mit Prof. Dr.-Ing. *Peter Knödel*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Dipl.-Ing. *Reinhold Gitter*, AluConsult, Dr.-Ing. *Iris Maniatis*, Universität der Bundeswehr München, Dr.-Ing. *Andreas Haese* MBA und Dipl.-Ing. *Tobias Herrmann*, beide Ingenieurbüro Dr. Siebert, Dr.-Ing. *Stefan Allmeier*, INSTAL Engineering GmbH, Dr.-Ing. *Gerhard Krause*, Dr. Krause GmbH sowie Dipl.-Ing.

*Werner Mader*, GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. zu den wichtigsten Fachleuten auf diesem Gebiet. Neben der Einführung in das Werkstoffverhalten von Aluminium und Informationen zur Werkstoffwahl liegt der Fokus auf den Bemessungsverfahren nach Eurocode 9. Die Querschnittsklassifizierung, die wegen der meist dünnwandigen Querschnitte eine wichtige Rolle spielt, und die für die Praxis eher ungewohnte Bemessung unter Nutzung plastischer Reserven werden erläutert und anhand von Beispielen verdeutlicht. Die Anwendung von DIN EN 1999-1-5 (Schalenträgerwerke) und DIN EN 1999-1-3 (Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke) wird in gesonderten Abschnitten und mithilfe von Beispielen nahegebracht. Die Grenzen der Handbemessung mit DIN EN 1999 sowie mögliche Lösungswege, basierend auf Versuchen und Finite-Elemente-Analysen (FEA), werden anhand von Aluminium-Glas-Konstruktionen aufgezeigt und es wird auf die Besonderheiten bei der Simulation von Aluminiumkonstruktionen mithilfe der Finite-Elemente-Methode eingegangen. Abschließend wird das für die Praxis wichtige Thema „Oberflächen und Korrosion“ behandelt.

In Zeiten von Rohstoffknappheit und starkem Preiswettbewerb ist der gezielte Einsatz des Grundwerkstoffs Stahl sowohl aus Gründen der Ökonomie als auch der Nachhaltigkeit von großem Interesse. In ihrem Beitrag **Stähle für den Stahlbau – Herstellung, Normung und Anwendung** vermitteln Dr. rer. nat. *Tobias Lehnert* und Dr.-Ing. *Falko Schröter*, Dillinger Hüttenwerke, vertiefte Kenntnisse über den Werkstoff Baustahl und seine Anwendungen mit einem Schwerpunkt auf die höherfesten Stahlsorten. Neben Informationen zur Stahlherstellung und zu den wesentlichen im bauaufsichtlichen Bereich zu beachtenden Regelwerken und Normen wird ferner ein Ausblick auf die neue Fassung der Materialgrundnorm DIN EN 10025 gegeben, die voraussichtlich in diesem Jahr veröffentlicht wird. Zusätzlich sind Hinweise zur Verarbeitung moderner Stahlsorten wie TM-Stähle, wasservergütete Stähle oder wetterfeste Stähle enthalten. Referenzbeispiele zum Einsatz dieser Stähle im Stahlhochbau, Stahl- und Verbundbrückenbau sowie Stahlwasserbau runden den Beitrag ab.

Ein wesentliches Argument für den Einsatz von **nichtrostenden Stählen** ist die Korrosionsbeständigkeit, die gerade bei Außenbauteilen wie Fassadenkonstruktionen, aber auch in anderen Fällen den Ausschlag gibt. Derzeit erfolgt in Deutschland die Bemessung von Konstruktionen aus nichtrostendem Stahl noch auf Basis von DIN 18800 in Verbindung mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-6. Es ist geplant, dass in Kürze sowohl die neue DIN EN 1993-1-4 als auch der zugehörige Nationale Anhang DIN EN 1993-1-4/NA bauaufsichtlich eingeführt werden und die derzeit geltende Z-30.3-6 ablösen. In ihrem Beitrag **Neue Regeln nach Eurocode für nichtrostende Stähle** gehen

deshalb Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. *Natalie Stranghöner*, Universität Duisburg-Essen, Dipl.-Ing. *Detlef Ulbrich*, ibvm – Verbindungen im Metallbau und *Nancy R. Baddoo*, MA CEng FICE, SCI – The Steel Construction Institute, hauptsächlich auf die neuen Regeln für nichtrostende Stähle nach DIN EN 1993-1-4 ein. Wo erforderlich, werden auch die Regeln der derzeit noch geltenden Z-30.3-6 erläutert, u. a. weil für die Verarbeitung von nichtrostenden Stählen die für die Herstellung von Stahlbauten gültige DIN EN 1090-2 nur unvollständige und zum Teil nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechende Regeln enthält.

Als erster Grundlagenbeitrag zum Thema Nachhaltigkeit geben Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. *Tim Zinke* und Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummenhofer*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Dr. *Bernhard Hauke*, bauforumstahl e. V. und *Raban Siebers*, M. Sc., Universität Duisburg-Essen, mit **Nachhaltigkeit und Normung** einen Einblick in die Methodik der Nachhaltigkeitsbewertung und die einschlägige Normung. Die Normung, im Wesentlichen auf CEN-Ebene entwickelt, definiert das Vokabular, zeigt Handlungsempfehlungen auf, stellt eine Gliederungssystematik bereit, standardisiert Systemgrenzen und Berechnungsmethoden und gibt Kriterien und Indikatoren bzw. Vorgaben für Zielgrößen. Dabei steht die nachhaltigkeitsbezogene Normung im Bauwesen immer auch im Kontext mit gesetzlichen Vorgaben und Bewertungssystemen. Erläutert wird im Beitrag, wie Nachhaltigkeitsnormen auf zwei zentralen Grundsätzen beruhen: zum einen dem ganzheitlichen Betrachtungsansatz, der sich in die ökonomische, ökologische und soziale Dimension unterteilt, zum anderen erfolgt immer auch eine Analyse des kompletten Lebenszyklus.

Ein wesentlicher Bestandteil einer Nachhaltigkeitsanalyse mithilfe der Methode der Ganzheitlichen Bilanzierung ist, neben der Analyse nach technischen, ökonomischen und sozialen Kriterien, die Berücksichtigung **ökologischer Anforderungen**. Die ökologische Bilanzierung, mit der Ökobilanz als grundlegendste und am weitesten verbreitete Vorgehensweise, deckt in diesem Zusammenhang die ökologische Säule der Nachhaltigkeit ab. Hierzu stellen die Autoren Dipl.-Ing. *Matthias Fischer*, Dr.-Ing. *Stefan Albrecht*, Dipl.-Ing. *Robert Ilg*, Dr.-Ing. *Michael Held*, Dipl.-oec. *Michael Jäger*, Prof. Dr.-Ing. *Philip Leistner*, Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) bzw. Universität Stuttgart, in dem Beitrag **Grundlagen der ökologischen Bilanzierung** neben den grundlegenden Methoden und Inhalten sowie verschiedenen Anwendungen spezifische Lösungen zu folgenden Aspekten vor: Sensitivität von Wertschöpfungsketten, Entwicklung belastbarer Bewertungsgrundlagen für Entscheidungen in Hinblick auf zukünftige Entwicklungen, Beurteilung von Recyclingkreisläufen, ökologische Bilanzierung im Baubereich, Idee des funktionalen oder funktionsintegrierten Leichtbaus.

Der Stahlleichtbau stellt die vorrangige Bauweise für hallenartige Gebäude des Industrie- und Gewerbesektors dar. Vor dem Hintergrund der Bedeutung dieser

Gebäude liegen hier große Potenziale zur Verbesserung der Nachhaltigkeit der gebauten Umwelt. Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Markus Kuhnhenne*, Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Markus Feldmann*, beide RWTH Aachen, Prof. Dr.-Ing. *Susanne Rexroth* und Prof. Dr. *Romy Morana*, HTW Berlin, Prof. Dr.-Ing. *Helmut Hachul*, FH Dortmund sowie Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummenhofer*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), behandeln die Frage der Ausschöpfung und Nutzung dieser Potenziale im ersten anwendungsorientierten Beitrag zur Nachhaltigkeit über **Energieoptimierte Gebäudehüllen in Stahlleichtbauweise**. Es wird hier zunächst auf die Optimierung der bauphysikalischen Eigenschaften von Gebäudehüllen in Stahlleichtbauweise eingegangen. Anschließend werden zwei generell unterschiedliche, bauteilintegrierte Möglichkeiten vorgestellt, um Solarenergie nutzbar zu machen: ein bauteilintegriertes Solarthermiemodul und die Integration von Photovoltaik-Komponenten in Sandwichelemente.

Der durch die Energiewende bedingte Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien am deutschlandweiten Energieverbrauch und die bisher fehlenden Nachhaltigkeitsansätze bei der Auswahl und Konstruktion stählerner Tragstrukturen für erneuerbare Technologien führten zum Forschungsvorhaben „Nachhaltige Stahlkonstruktionen für Erneuerbare Energien (NaStafEE)“, dessen praktische Ergebnisse im vorliegenden Beitrag **Nachhaltige Stahlkonstruktionen für Erneuerbare Energien** erläutert werden. Die an diesem Vorhaben beteiligten Autoren Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Peter Schaumann*, Dipl.-Ing. *Anne Bechtel*, Universität Hannover, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. *Natalie Stranghöner*, *Jörn Berg*, M. Sc., Universität Duisburg-Essen, Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Hermann-Josef Wagner* und Dipl.-Ing. *Julian Röder*, Ruhr-Universität Bochum, stellen eine Methode zur Bewertung der Nachhaltigkeit von stählernen Tragkonstruktionen für erneuerbare Energien vor, und zwar für Windenergieanlagen und für Biogasanlagen. Diese Methode wurde auf Grundlage bestehender Bewertungssysteme entwickelt, in ein Anwendungstool umgesetzt und durch Hinweise auf Optimierungspotenziale ergänzt.

Im Beitrag **Nachhaltige Geschossbauten in Stahl- und Verbundbauweise** von Prof. Dr.-Ing. *Richard Stroetmann*, Dipl.-Ing. *Thomas Faßl* und Dipl.-Ing. *Lukas Hüttig*, alle TU Dresden, wird der Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsbewertung und Tragstruktur herausgearbeitet. Ob die raumbildenden Konstruktionen die notwendige Flexibilität zur Anpassung an zukünftige Nutzungsanforderungen besitzen, ist entscheidend für die Weiternutzbarkeit eines Geschossbaus. Neben den Anforderungen aus der statisch-konstruktiven Auslegung und der Bewertung der Nachhaltigkeit geht es im Schwerpunkt um Evaluierung und Optimierung von Tragkonstruktionen. Diese Untersuchungen münden schließlich in Empfehlungen sowie Entwurfshilfen für die Bemessung und Konstruktion von Deckensystemen und Stützen und ihren Rastern.

Nachhaltigkeitsaspekte beim Bauen im Bestand werden aufgegriffen von Prof. Dr.-Ing. *Dieter Ungermaun*,

PD Dr.-Ing. habil. *Bettina Brune*, *Anja Pätzold*, M. Sc., Dipl.-Ing. *Eva Preckwinkel*, TU Dortmund, Ass. Prof. Dr.-Ing. Arch. *Paul Floerke*, Ryerson University, Kanada, Dipl.-Ing. Arch. *Sonja Weiß*, PASD Architekturbüro Feldmeier + Wrede, Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummerhofer*, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. *Tim Zinke*, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in ihrem Beitrag **Verdichtung im urbanen Raum – Aufstockungen des Gebäudebestands in Stahlbauweise**. Neben allgemeinen Ausführungen zur Kategorisierung von Gebäudeaufstockungen in Typologien und zur Bestandsanalyse sowie Planungshilfen für die konstruktive Umsetzung von Aufstockungen in Stahlbauweise werden interdisziplinär ausgearbeitete Fallbeispiele mit unterschiedlichen Schwerpunkten in der architektonischen und ingenieurtechnischen Ausrichtung aufgezeigt. Außer der architektonisch-technischen Bewertung werden an den ausgewählten Beispielen auch eine quantitative Analyse unter Verwendung der Methoden der Lebenszykluskostenrechnung und Ökobilanzierung durchgeführt.

Spezifisch für die Nachhaltigkeitsbewertung von Brücken ist die lange Nutzungsphase von planmäßig mindestens 100 Jahren. Maßnahmen zur Steigerung der Nutzungsdauer einer Brücke einschließlich Brückenausstattung können zusammen mit Betriebs- und Erhaltungsstrategien während der Nutzungsphase zu maßgeblichen Vorteilen in der Gesamtbilanzierung führen. Basierend auf einem gemeinsamen Forschungsvorhaben, zeigen Forscher und Vertreter der Bauverwaltung mit Unterstützung durch die technischen Büros der Stahlbauindustrie im Beitrag **Ganzheitliche Bilanzierung von Stahlverbundbrücken** auf, wie methodisch eine Nachhaltigkeitsanalyse für Brücken durchgeführt werden kann. Prof. Dr.-Ing. *Ulrike Kuhlmann* und Dipl.-Ing. *Philippa Maier*, beide Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummerhofer* und, Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. *Tim Zinke*, beide Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Dipl.-Ing. *Heinz Friedrich*

Dipl.-Ing. *Ralph Holst* und Dipl.-Umweltwiss. *Cyrus Schmellekamp*, alle Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) sowie Dipl.-Wirt.-Ing. *Katrin Lenz*, Dipl. Geoökol. *Tabea Beck*, Dipl.-Wirt.-Ing. *Sarah Schneider* und Dipl.-Ing. *Matthias Fischer*, alle Lehrstuhl für Bauphysik, Abt. Ganzheitliche Bilanzierung, Universität Stuttgart, zeigen am konkreten Beispiel von Autobahnüberführungen in Stahlverbundbauweise, wie Ökobilanzierung, Lebenszykluskostenrechnung und externe Kostenrechnung in eine gemeinsame Nachhaltigkeitsbewertung überführt werden, die für die jeweilige individuelle Situation eine Entscheidungsgrundlage auch schon in einer frühen Planungsphase bereitstellt. 2010 wurde von der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) in Kooperation mit dem Deutschen Ausschuss für Stahlbau e. V. (DAST) der Forschungsverbund „NASTA – Nachhaltigkeit von Stahl im Bauwesen“ ins Leben gerufen. Die vorgestellten anwendungsbezogenen Beiträge zur Nachhaltigkeit beruhen alle auf Verbundforschungsvorhaben, die im Rahmen dieses Forschungsklusters zum Thema Nachhaltigkeit und ihre Bewertung zu den verschiedenen Aufgaben von Stahl im Bauwesen, also den realen Konstruktionen des Stahl- und Verbundbaus durchgeführt wurden. Initiatoren und Unterstützern sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich gedankt.

Der Stahlbau-Kalender-Tag am **Freitag, 03. Juni 2016** in Stuttgart, zu dem ich wieder alle Interessenten herzlich einladen möchte, wird die Möglichkeit bieten, noch mehr Informationen zu diesem Forschungsverbund zu erhalten, aber auch zu allen anderen Themen, wenn die Autoren dieser Ausgabe persönlich aus ihren Beiträgen vortragen und für Diskussionen zur Verfügung stehen. So bleibt mir jetzt noch, mich ganz herzlich bei allen Autoren und Mitarbeitern im Institut und beim Verlag Ernst & Sohn für den großen Einsatz zu bedanken.

Stuttgart, Februar 2016  
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
  - 2 **Technische Baubestimmungen, Normen, Bauregellisten und Zulassungen im Stahlbau** 87  
Karsten Kathage, Christoph Ortman
  - 3 **Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken** 175  
Christina Radlbeck, Peter Knödel, Reinhold Gitter, Iris Maniatis, Andreas Haese, Tobias Herrmann,  
Stefan Allmeier, Gerhard Krause, Werner Mader
  - 4 **Stähle für den Stahlbau – Herstellung, Normung und Anwendung** 311  
Tobias Lehnert, Falko Schröter
  - 5 **Neue Regeln nach Eurocode für nichtrostende Stähle** 359  
Natalie Stranghöner, Detlef Ulbrich, Nancy Baddoo
  - 6 **Nachhaltigkeit und Normung** 411  
Tim Zinke, Thomas Ummenhofer, Bernhard Hauke, Raban Siebers
  - 7 **Grundlagen der ökologischen Bilanzierung** 455  
Matthias Fischer, Stefan Albrecht, Robert Ilg, Michael Held, Michael Jäger, Philip Leistner
  - 8 **Energieoptimierte Gebäudehüllen in Stahlleichtbauweise** 485  
Markus Kuhnhenne, Markus Feldmann, Susanne Rexroth, Romy Morana, Helmut Hachul, Thomas Ummenhofer
  - 9 **Nachhaltige Stahlkonstruktionen für Erneuerbare Energien** 525  
Peter Schaumann, Anne Bechtel, Natalie Stranghöner, Jörn Berg, Hermann-Josef Wagner, Julian Röder
  - 10 **Nachhaltige Geschossbauten in Stahl- und Verbundbauweise** 571  
Richard Stroetmann, Thomas Faßl, Lukas Hüttig
  - 11 **Verdichtung im urbanen Raum – Aufstockungen des Gebäudebestands in Stahlbauweise** 667  
Dieter Ungermann, Bettina Brune, Anja Pätzold, Eva Preckwinkel, Paul Floerke, Sonja Weiß,  
Thomas Ummenhofer, Tim Zinke
  - 12 **Ganzheitliche Bilanzierung von Stahlverbundbrücken** 739  
Ulrike Kuhlmann, Philippa Maier, Tim Zinke, Thomas Ummenhofer, Heinz Friedrich, Ralph Holst,  
Cyrus Schmellekamp, Katrin Lenz, Tabea Beck, Sarah Schneider, Matthias Fischer
- Stichwortverzeichnis** 795

## Verzeichnis der Autoren und Herausgeber

Dr.-Ing. Stefan Albrecht  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dr.-Ing. Stefan Allmeier  
INSTAL Engineering GmbH  
Lichtenbergstraße 8  
85748 Garching

Nancy R. Baddoo, MA CEng FICE  
SCI – The Steel Construction Institute  
Silwood Park  
Ascot, Berkshire UK, SL5 7QN  
Großbritannien

Dipl.-Ing. Anne Bechtel  
Leibniz Universität Hannover  
Institut für Stahlbau  
Appelstraße 9A  
30167 Hannover

Dipl.-Geoökol. Tabea Beck  
Universität Stuttgart  
Lehrstuhl für Bauphysik LBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

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

PD Dr.-Ing. habil. Bettina Brune  
Technische Universität Dortmund  
Lehrstuhl Stahlbau  
August-Schmidt-Straße 6  
44227 Dortmund

Dipl.-Ing. Thomas Faßl  
Technische Universität Dresden  
Institut für Stahl- und Holzbau  
George-Bähr-Straße 1  
01062 Dresden

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Feldmann  
RWTH Aachen University  
Institut für Stahlbau  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
52074 Aachen

Dipl.-Ing. Matthias Fischer  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Associate Prof. Dr.-Ing. Architekt Paul Floerke  
Ryerson University  
350 Victoria Street  
Toronto, Ontario, Canada

Dipl.-Ing. Heinz Friedrich  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)  
Abt. Brücken- und Ingenieurbau  
Brüderstraße 53  
51427 Bergisch Gladbach

Dipl.-Ing. Reinhold Gitter  
Alu-Consult  
Kirchstraße 19  
78244 Gottmadingen

Prof. Dr.-Ing. Helmut Hachul  
Fachhochschule Dortmund  
Fachbereich Architektur  
Emil-Figge-Straße 40  
44227 Dortmund

Dr.-Ing. Andreas Haese MBA  
Ingenieurbüro Dr. Siebert  
Gotthelfstraße 24  
81677 München

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

Dr.-Ing. Michael Held  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dipl.-Ing. Tobias Herrmann  
Ingenieurbüro Dr. Siebert  
Gotthelfstraße 24  
81677 München

Dipl.-Ing. Ralph Holst  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST)  
Abt. Brücken- und Ingenieurbau  
Brüderstraße 53  
51427 Bergisch Gladbach

Dipl.-Ing. Lukas Hüttig  
Technische Universität Dresden  
Institut für Stahl- und Holzbau  
George-Bähr-Straße 1  
01062 Dresden

Dipl.-Ing. Robert Ilg  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dipl.-oec. Michael Jäger  
Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik LBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

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

Dr.-Ing. Karsten Kathage  
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)  
Referat Metallbau und Verbundbau  
Kolonnenstraße 30B  
10829 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Peter Knödel  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Otto-Ammann-Platz 7  
76131 Karlsruhe

Dr.-Ing. Gerhard Krause  
Dr. Krause GmbH  
Ahornstraße 28–32, Haus 55  
14482 Potsdam

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

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Kuhnhenne  
RWTH Aachen University  
Lehr- und Forschungsgebiet Nachhaltigkeit im  
Metalleichtbau  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
52074 Aachen

Dr. rer. nat. Tobias Lehnert  
Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke  
Werkstraße 1  
66763 Dillingen

Prof. Dr.-Ing. Philip Leistner  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dipl.-Wirt.-Ing. Katrin Lenz  
Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik LBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dipl.-Ing. Werner Mader  
GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V.  
Am Bonneshof 5  
40474 Düsseldorf

Dipl.-Ing. Philippa Maier  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

Dr.-Ing. Iris Maniatis  
Universität der Bundeswehr München  
Professur für Baukonstruktion und Bauphysik  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
85577 Neubiberg

Prof. Dr. Romy Morana  
HTW Berlin  
FB 2 Umweltinformatik/  
Betriebliche Umweltinformatik  
Wilhelminenhofstraße 75A  
12459 Berlin

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

Anja Pätzold, M. Sc.  
Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl Stahlbau  
August-Schmidt-Straße 6  
44227 Dortmund

Dipl.-Ing. Eva Preckwinkel  
Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl Stahlbau  
August-Schmidt-Straße 6  
44227 Dortmund

Dr.-Ing. Christina Radlbeck  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Metallbau  
Arcisstraße 21  
80333 München

Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth  
HTW Berlin  
FB 1 Umwelttechnik/Regenerative Energien  
Wilhelminenhofstraße 75A  
12459 Berlin

Dipl.-Ing. Julian Röder  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft  
Universitätsstraße 150  
44801 Bochum

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

Dipl.-Umweltwiss. Cyrus Schmelkamp  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)  
Brüderstraße 53  
51427 Bergisch Gladbach

Dipl.-Wirt.-Ing. Sarah Schneider  
Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik LBP  
Abt. Ganzheitliche Bilanzierung GaBi  
Wankelstraße 5  
70563 Stuttgart

Dr.-Ing. Falko Schröter  
Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke  
Werkstraße 1  
66763 Dillingen

Raban Siebers, M. Sc.  
Universität Duisburg-Essen  
Institut für Baubetrieb und Baumanagement  
Universitätsstraße 15  
45141 Essen

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

Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann  
Technische Universität Dresden  
Institut für Stahl- und Holzbau  
George-Bähr-Straße 1  
01062 Dresden

Dipl.-Ing. Detlef Ulbrich  
ibvm Verbindungen im Metallbau  
Fichtenweg 2  
15370 Fredersdorf

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Otto-Ammann-Platz 1  
76131 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Dieter Ungermann  
Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl Stahlbau  
August-Schmidt-Straße 6  
44227 Dortmund

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hermann-Josef Wagner  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft  
Universitätsstraße 150  
44801 Bochum

Dipl.-Ing. Architektin Sonja Weiß  
Architekturbüro PASD Feldmeier + Wrede  
58095 Hagen

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tim Zinke  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Otto-Ammann-Platz 1  
76131 Karlsruhe

Dipl.-Ing. Antonio Zizza  
Universität Stuttgart  
Institut für Konstruktion und Entwurf  
Pfaffenwaldring 7  
70569 Stuttgart

### **Herausgeberin**

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

Dipl.-Ing. Antonio Zizza

Dipl.-Ing. Adrian Just

## Inhaltsverzeichnis

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

### 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 ETAG)	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 mitragende 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	35
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
- 7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit 69**
  - 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 82
  - C.2.1 Maßgebende Faktoren 82
  - C.2.2 Auswahl 82

#### **Literatur zu den Kommentaren 84**



## 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:2015-08 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/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern. 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);
- 3.2.3(3)B;
- 3.2.4(1)B;
- 5.2.1(3);
- 5.2.2(8);
- 5.3.2(3);
- 5.3.2(11);
- 5.3.4(3);
- 6.1(1);
- 6.1(1)B;
- 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).

<sup>4)</sup> 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.

#### 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*

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*.

##### 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 Schalen-tragwerken*;

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

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 Stahlkerndicke, 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 Stahlkerndicke  $t_{cor}$ , also der Nennblechdicke ohne Metallüberzug, und der unteren Toleranzgrenze  $tol$  wie folgt:

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

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

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

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 Anschlusssteile 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

$\epsilon_u$	Gleichmaßdehnung;
$Z_{Ed}$	erforderlicher $Z$ -Wert des Werkstoffs aus Dehnungsbeanspruchung in Blechdickenrichtung;
$Z_{Rd}$	verfügbarer $Z$ -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 Stützhöhe $h$ ;
$h$	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 Momenten Tragfähigkeit 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 Wölbtorsionsmoments;
$M_{z,Rd}$	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 Knickebene bezogen auf den Bruttoquerschnitt;
$V_{c,Rd}$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit;	$\lambda_1$	Schlankheit zur Bestimmung des Schlankheitsgrads;
$V_{pl,Rd}$	Bemessungswert der plastischen Querkrafttragfähigkeit;	$\bar{\lambda}_T$	Schlankheitsgrad 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 Momenten Tragfähigkeit bei Biegedrillknicken;	$M_{y,Rk}$	charakteristischer Wert der Momenten Tragfähigkeit ( $y$ - $y$ -Achse);
$\chi_{LT}$	Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken;	$M_{z,Rk}$	charakteristischer Wert der Momenten Tragfähigkeit ( $z$ - $z$ -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;
$\bar{\lambda}_{c0}$	Grenzschlankheitsgrad;	$I_{ch}$	Flächenträgheitsmoment eines Gurtstabes in der Nachweisebene;
$k_{fz}$	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;
CI	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;
$C_{\vartheta,k}$	Rotationssteifigkeit, die durch das stabilisierende Bauteil und die Verbindung mit dem Träger bewirkt wird;
$K_\nu$	Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Berechnung;
$K_\vartheta$	Faktor zur Berücksichtigung des Momentenverlaufs und der Möglichkeit der seitlichen Verschiebung des gegen Verdrehen gestützten Trägers;

$C_{\vartheta R,k}$	Rotationssteifigkeit des stabilisierenden Bauteils bei Annahme einer steifen Verbindung mit dem Träger;
$C_{\vartheta C,k}$	Rotationssteifigkeit der Verbindung zwischen dem Träger und dem stabilisierenden Bauteil;
$C_{\vartheta D,k}$	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.

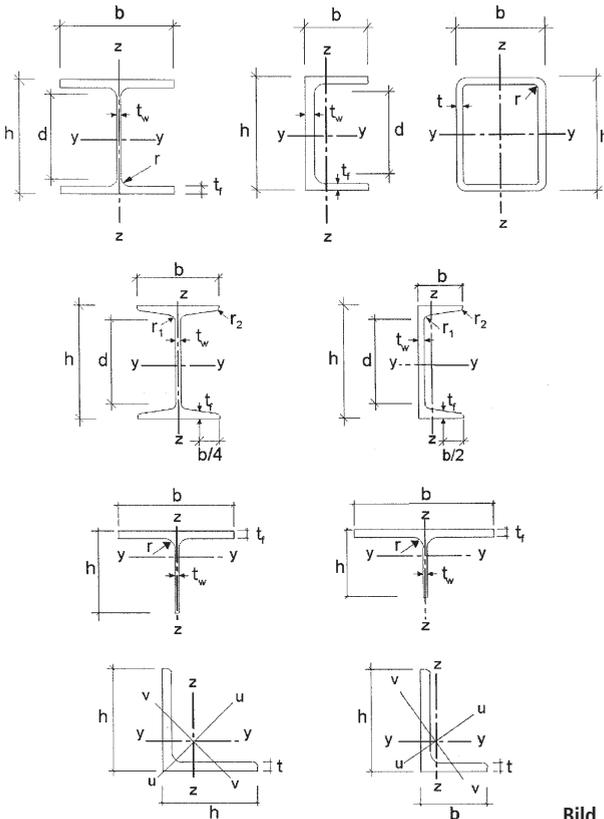


Bild 1.1. Abmessungen und Achsen von Profilquerschnitten

## 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 Bodenseetzungen), 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):

$$R_{dI} = \frac{R_k}{\gamma_M} = \frac{1}{\gamma_M} R_k (\eta_1 X_{k1}; \eta_i X_{ki}; a_d) \quad (2.1)$$

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  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ ,  $X_{k,1}$ ,  $X_{k,i}$  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.