



2019

STAHLBAU KALENDER



Verbindungen
Digitales Planen und Bauen

2019

STAHLBAU KALENDER

Verbindungen
Digitales Planen und Bauen

Herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

21. Jahrgang

Hinweise des Verlages

Die Recherche zum Stahlbau-Kalender ab Jahrgang 1999 steht im Internet zur Verfügung unter www.ernst-und-sohn.de

Titelbild: Fußgänger- und Notstraßenbrücke in Zirndorf
Foto: Richard J. Dietrich, Büro für Ingenieur-Architektur, Traunstein
Entnommen aus dem Buch „Brücken mit Stahlrohrtragwerken gestalten und realisieren“, ISBN 978-3-433-03015-8, Verlag Ernst & Sohn, 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.

© 2019 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 photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

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 als solche nicht eigens markiert sind.

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

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

ISSN 1438-1192
Print ISBN: 978-3-433-03266-4
ePDF ISBN: 978-3-433-60988-0
ePub ISBN: 978-3-433-60989-7
oBook ISBN: 978-3-433-60987-3

Vorwort

Der diesjährige Stahlbau-Kalender hat zwei Schwerpunkte: das klassische Stahlbauthema der **Verbindungen**, das von den typischen Schraub- und Schweißverbindungen, über Verbindungstechniken in Regalstrukturen, Zugstäbe und ihre Anschlüsse bis hin zu Gussknoten, Setzbolzen und Klebverbindungen reicht, und das Thema **Digitales Planen und Bauen**, das unter dem Stichwort BIM bzw. Building Information Modeling in aller Munde ist, ohne dass eigentlich immer klar ist, wofür der Begriff steht.

Beides sind Zukunftsthemen für den Stahlbau, zu denen die Beiträge vertieftes Hintergrundwissen, Anwendungsregeln und Erklärungen geben.

Mit dem erneuten Abdruck der Grundnorm **DIN EN 1993-1-8: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Bemessung von Anschlüssen** mit Nationalem Anhang sowie ergänzenden, an den jeweiligen Stellen eingearbeiteten Kommentaren und Erläuterungen von Prof. Dr.-Ing. *Dieter Ungermann*, Technische Universität Dortmund, und Dipl.-Ing. *Stephan Schneider*, construct.ING – Büro für Bauwesen, wird dem Anwender eine verlässliche Basis für seine tägliche Arbeit gegeben. Als Konsequenz aus dem Urteil von 2014 des Europäischen Gerichtshof (EuGH) zum Verstoß der Bundesrepublik Deutschland gegen die Bauproduktenrichtlinie wurde die Musterbauordnung (MBO) durch Beschluss der Bauministerkonferenz von 2016 entsprechend novelliert. Die Regelungen der MusterListe der Technischen Baubestimmungen (MLTB), der Teile II und III der Liste der Technischen Baubestimmungen sowie der Bauregellisten wurden angepasst und umstrukturiert in die MusterVerwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) eingeordnet. Dies wird von Dr.-Ing. *Karsten Kathage* und Dipl.-Ing. *Christoph Ortman*, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, im Beitrag **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Zulassungen im Stahlbau** kurz dargestellt. In dieser Ausgabe des Stahlbau-Kalenders wird die aktuelle Version (Stand Oktober 2018) aus dem Blickwinkel des Stahlbaus erläutert. Zusätzlich werden die aktuellen Normen und Richtlinien für den Stahlbau aufgelistet und eine Zusammenstellung der für den Stahl- und Verbundbau relevanten Bescheide des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt (Stand: Oktober 2018) gegeben.

Zum Themenschwerpunkt **Verbindungen** gehen im Beitrag **Ausführung (nicht) standardisierter Verschraubungen im Stahlbau** Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. *Natalie Stranghöner*, Dr.-Ing. *Dominik Jungbluth* und *Nariman Afzali*, M. Sc., Universität Duisburg-Essen, vor allem auf das Vorspannen von geschraubten Verbindungen ein. Hier ist unter maßgeblicher Mitwirkung der Hauptautorin in jüngster Zeit die DASt-Richtlinie 024 entstanden, die das Anziehen von sowohl nicht vorgespannten als auch vorgespannten geschraubten Verbindungen mit Durchmesser M12 bis M36 klärt. In der Praxis kommen aber auch immer nicht standardisierte

Verschraubungsfälle wie der Anzug über den Schraubkopf, die Sacklochverbindung oder eine abweichende Schmierung vor. Handlungsanweisungen und Anziehparameter zum Vorspannen müssen in diesen Fällen mithilfe einer Verfahrensprüfung bestimmt werden. Schließlich werden ausführlich das Vorspannen von Schraubarmaturen aus nichtrostendem Stahl bzw. gleitfeste Verbindungen aus nichtrostendem Stahl behandelt, zu denen es bisher für die Praxis keine konkreten Regeln und Hilfestellungen gibt. Hierzu werden jüngst aus Forschungsvorhaben gewonnene Erkenntnisse vorgestellt.

Im Beitrag **Geschweißte Verbindungen aus höherfesten Stählen** des Autorenteams Prof. Dr.-Ing. *Ulrike Kuhlmann*, Dr.-Ing. *Christina Schmidt-Rasche*, *Jennifer Spiegler*, M. Sc., Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. *Michael Volz*, Hochschule Offenburg, Prof. Dr.-Ing. *Hans-Peter Günther* Hochschule für Technik Stuttgart, und Dr.-Ing. *Jörg Hildebrand*, Technische Universität Ilmenau, wird für die zweite wichtige Verbindungsart im Stahlbau, das Schweißen, u. a. ein neues, speziell für Kehlnähte aus höherfestem Stahl angepasstes Bemessungsmodell erläutert, das die Berücksichtigung des Zusatzwerkstoffs erlaubt und im zukünftigen Eurocode zur Verfügung stehen wird. Nach einer kurzen Einführung zu hochfesten Stählen und dem Schweißen von hochfesten Stählen werden die gültigen und zukünftigen Bemessungsregeln von Schweißverbindungen eingeführt und anhand konkreter Beispiele dargestellt. Numerische Simulationen erlauben in die Verbindungen „hineinzuschauen“ und damit ein Verständnis für das Tragverhalten zu entwickeln. Verfahren und Ergebnisse solcher Simulationen werden ebenfalls vorgestellt. Im Regalbau werden vielfach Verbindungstechniken verwendet, die sich von den Schraubverbindungen des Stahlhochbaus unterscheiden. Die leicht zu montierenden, lösbaren und verformbaren Verbindungen der überwiegend kaltgeformten, dünnwandigen Profile können derzeit häufig nur durch eine versuchsgestützte Bemessung erfasst werden. Im Beitrag **Bemessung, Konstruktion und Verbindungstechnik von Regalstrukturen in Stahlbauweise** von apl. Prof. Dr.-Ing. habil. *Bettina Brune*, Univ. Prof. Dr.-Ing. *Dieter Ungermann*, Technische Universität Dortmund, und Dipl.-Ing. *Stephan Schneider*, construct.ING – Büro für Bauwesen, werden neben den aus der Lagertechnik herrührenden Besonderheiten von Regalen aus Stahl ihre Bemessung und Konstruktion erläutert. Es werden die relevanten Regeln der Grundnorm DIN EN 1993-1-3 für den Entwurf und die Bemessung von Stahlbauten mit kaltgeformten Bauteilen auch in Hinblick auf neue Entwicklungen im Zusammenhang mit der Entwicklung der zweiten Eurocode-Generation vorgestellt. Für die Bemessung der Paletten- und Fachbodenregalsysteme ist aber häufig ein versuchsgestütztes Vorgehen notwendig, das u. a. im Anhang A von DIN EN 15512 geregelt wird. Auch zu dieser Norm gibt es eine neue Fassung,

die angesprochen wird. In den letzten Jahren wurden national und international Forschungsprojekte mit dem Ziel geführt, die Bemessung von Regalbauteilen wie Stützen, Palettenträger etc. auf theoretischem Wege in einer Linie mit der DIN EN 1993-1-3 zu ermöglichen. Ergebnisse solcher Forschungen gerade zum Thema Schubsteifigkeit von Ständerrahmen werden vorgestellt. Zugstabsysteme werden bevorzugt in sichtbaren Stahl-Glas-Konstruktionen, wie Fassaden und Überdachungen sowie Dachtragwerken von Stadien, Hallenbauten und Fußgängerbrücken oder auch für Abhängungen, Unter und Hinterspannungen sowie Aussteifungsverbände eingesetzt. **Zugstäbe und ihre Anschlüsse**, für die im Beitrag von Dr.-Ing. *Karsten Kathage*, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, Dr.-Ing. *Daniel C. Ruff* und Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummenhofer*, Karlsruher Institut für Technologie, ein Überblick erarbeitet wurde, stehen zwischen Normung und Zulassungspraxis. Durch Versuche, aber auch FE-Berechnungen werden deutlich höhere Tragfähigkeiten erreicht als durch die konservativen Pauschalregeln der Normen. Europäische Technische Zulassungen bzw. heute Europäische Technische Bewertungen spiegeln diese günstigen Bedingungen wider. Die Hintergründe und Änderungen zu den bauaufsichtlichen Regelungen dieser Möglichkeiten werden erläutert.

Das Ziel des Beitrags **Stahlguss – ein unterschätzter Werkstoff** der Autoren *Sven Nagel*, M. Sc. und Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummenhofer*, Karlsruher Institut für Technologie, sowie Dr.-Ing. *Max Spannaus*, Ingenieurgesellschaft für Stahlbau und Schweißtechnik mbH, ist es, den Anwender in der Praxis über die Leistungsfähigkeit des Werkstoffs Guss zu informieren, Vorurteile wegen mangelnder Duktilität und Schweißneigung bzw. verdeckter Fehler abzubauen und Einblicke in die Bemessung, Ausführung, Qualitätssicherung sowie in den Ausschreibungsprozess zu geben. Die bisherigen Regeln wie im Nationalen Anhang zu DIN EN 1993-1-8 sind auf sehr spezielle Anwendungen beschränkt und unvollständig bzw. nicht erfüllbar. Die Autoren planen, eine DAST-Richtlinie zu erarbeiten, deren Hintergründe auf aktuellen Forschungsvorhaben beruhen und in diesem Beitrag dargestellt werden.

Setzbolzen und Metallbauschrauben werden im Metallleichtbau als Verbindungsmittel seit vielen Jahren wirtschaftlich eingesetzt. Der Beitrag **Setzbolzen und Metallbauschrauben** des Autorenteam *Dipl.-Ing. Hermann Beck*, Dr.-Ing. *Michael Siemers*, Dipl.-Ing. SFI *Martin Reuter* und Dipl.-Ing. (FH) *Erwin Schöffendt*, Hilti Aktiengesellschaft, beschäftigt sich mit der Technologie, der Bemessung, verschiedenen Anwendungen des Stahl-, Fassaden- und Verbundbaus sowie den neueren Europäischen Technischen Bewertungen. Um Verständnis für die Direktbefestigung zu gewinnen, wird auf die Einflussparameter für die Versagensformen und die Anwendungsgrenzen eingegangen. Neuere Entwicklungen wie Gewindebolzen oder Erkenntnisse z. B. zum Einsatz höherfester Stähle und dem Einfluss der Beschichtung werden aufgezeigt.

Die Klebtechnik hat sich in den letzten Jahren in vielen Industriezweigen zu einem der zentralen Fügeverfahren entwickelt. In sicherheitsrelevanten, lastabtragenden Verbindungen des Stahl- und Fassadenbaus wird die Klebtechnik ohne zusätzliche mechanische Sicherung bisher nur selten eingesetzt. Vor diesem Hintergrund soll der Beitrag **Tragende Klebverbindungen im Stahl-, Glas- und Fassadenbau** von Prof. Dr.-Ing. *Christian Schuler*, Dipl.-Ing. (FH) *Martin Bues*, M. Eng., Dipl.-Ing. (FH) *Heinrich Ehard*, M. Eng., SFI, Hochschule München, sowie Dr.-Ing. *Matthias Albiez* und Prof. Dr.-Ing. *Thomas Ummenhofer*, Karlsruher Institut für Technologie, grundlegendes Wissen zum Fügeverfahren Kleben und dessen Anwendung vermitteln sowie einen Überblick über aktuelle Forschungsarbeiten und bereits realisierte Praxisprojekte geben. Dabei wird prinzipiell zwischen lastabtragenden Klebverbindungen bei Stahlbaukonstruktionen und Klebungen im Glas- und Fassadenbau unterschieden. Ergänzt werden die Ausführungen durch die Vorstellung relevanter normativer Dokumente sowie eine Einordnung bzw. Betrachtung geklebter Verbindung aus baurechtlicher Sicht.

Drei Beiträge gehören zum Themenschwerpunkt **Digitales Planen und Bauen**. In ihrem Beitrag **BIM-Überblick und die Anwendung von BIM im Stahlbau** geben Dipl.-Ing. MAS CAAD (ETH) Arch. *Jakob Przybylo*, DT Bau, Dipl.-Ing. MBA *Hinrich Münzner*, Boll und Partner, Dipl.-Ing. MAS ICT *Michael Raps*, Jade Hochschule Oldenburg, Dipl.-Ing. (FH) MAS CAAD (ETH) *Dominiak Zausinger*, Imagine Computation GmbH, und Dipl.-Ing. *Milos Mikasinovic*, NUCE Consulting GmbH, zunächst eine allgemeine Einordnung von „Building Information Modeling“ als Arbeitsmethode, Software und Optimierungstool, um dann die Nutzung aus Stahlbausicht individuell zu adressieren. Neben Regeln und Normen werden auch die Begrifflichkeiten wie „Little BIM“, das fachbezogene Vorgehen, und BIG BIM, das mehrere Fachdisziplinen erfasst, beschrieben. Interessant sind die konkreten Projektbeispiele, die erläutert werden.

Die Stahlbaubranche arbeitet schon seit Jahrzehnten mit BIM-Methoden. Der Beitrag **Digitales Planen und Bauen – Stahlbaubetrieb** der Autoren Dr.-Ing. *Hans-Walter Haller*, Haller Industriebau GmbH, Dr.-Ing. *Michael Huhn*, Huhn EDV, gibt den bisherigen Stand des BIM-Einsatzes im Stahlbau wieder. So werden konkret die genutzten Datenformate und Modellierungskonzepte vorgestellt, die in einer Stahlbau-Firma anfallenden Arbeitsgänge sowie die der Planung, Fertigung und Montage zugrunde liegenden umfangreichen Informationsflüsse dargestellt und an zwei Beispielprojekten illustriert. Schließlich wird die künftige BIM-Bearbeitung im Allgemeinen skizziert und Anforderungen an die Beteiligten wie z. B. Planer, Fachplaner und Ausführende angegeben, damit die Stahlbau-Branche auch künftig in der BIM-Welt mitspielen kann.

Anhand des Beitrags **Robotik im Stahlbau 4.0, Von der digitalen Planung zu Produktion und Bau** von Univ.-Prof. Dr. techn. *Sigrid Brell-Cokcan*, Dr.-Ing. Dipl.-Inf.

Sven Stumm und Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Feldmann, RWTH Aachen, wird ein Ausblick in den Stahlbau der Zukunft gegeben. Themen wie „Haptische Programmierung“ oder „3-D-Druck im Stahlbau“ zeigen mögliche Zukunftsentwicklungen auf. In ganz neuer Weise sollen Daten aus Architektur- und Ingenieurmodellen in Arbeitsabläufe der Fertigung oder sogar der Montage auf der Baustelle integriert werden. Dabei werden die Chancen durch die Integration neuer robotergestützter Prozesse für eine individualisierte Bauproduktion hervorgehoben.

Zum Schluss möchte ich mich auch im Namen des Verlags Ernst & Sohn bei allen Autoren und den Mitarbeitern des Verlags bzw. im Institut ganz herzlich für ihre Leistung und ihren großen Einsatz bedanken. Hervor-

zuheben ist, dass durch die Umstellung des Druckverfahrens die Beiträge besonders frühzeitig fertiggestellt werden mussten bzw. auch ein besonderer Aufwand bei der Umsetzung entstanden ist. Durch diese Anstrengungen kann trotz aller Schwierigkeiten der Kalender wieder pünktlich erscheinen!

Am **Freitag, 19. Juli 2019** wird der diesjährige Stahlbau-Kalender-Tag in Stuttgart stattfinden, zu dem ich alle Interessierten herzlich einladen möchte. Dabei werden die Autoren dieser Ausgabe zu ihren Themen vortragen und für Diskussionen zur Verfügung stehen.

Stuttgart, Februar 2019
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Inhaltsübersicht

- 1 **Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-8: Bemessung von Anschlüssen** 1
Dieter Ungermann, Stephan Schneider
 - 2 **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Bescheide im Stahlbau** 125
Karsten Kathage, Christoph Ortmann
 - 3 **Ausführung (nicht) standardisierter Verschraubungen im Stahlbau** 225
Natalie Stranghöner, Dominik Jungbluth, Nariman Afzali
 - 4 **Geschweißte Verbindungen höherfester Stähle** 265
Ulrike Kuhlmann, Jennifer Spiegler, Christina Schmidt-Rasche, Michael Volz, Hans-Peter Günther, Jörg Hildebrand
 - 5 **Bemessung, Konstruktion und Verbindungstechniken von Regalstrukturen in Stahlbauweise** 309
Bettina Brune, Stephan Schneider, Dieter Ungermann
 - 6 **Zugstäbe und ihre Anschlüsse** 401
Karsten Kathage, Daniel C. Ruff, Thomas Ummerhofer
 - 7 **Stahlguss – ein unterschätzter Werkstoff** 433
Sven Nagel, Max Spannaus, Thomas Ummerhofer
 - 8 **Setzbolzen und Metallbauschrauben** 481
Hermann Beck, Michael Siemers, Martin Reuter, Erwin Schöffendt
 - 9 **Tragende Klebverbindungen im Stahl-, Glas- und Fassadenbau** 587
Christian Schuler, Matthias Albiez, Martin Bues, Heinrich Ehard, Thomas Ummerhofer
 - 10 **BIM-Überblick und die Anwendung von BIM im Stahlbau** 643
Jakob Przybylo, Hinrich Münzner, Michael Raps, Dominik Zausinger, Milos Mikasinovic
 - 11 **Digitales Planen und Bauen – Stahlbaubetrieb** 677
Hans-Walter Haller, Michael Huhn
 - 12 **Robotik im Stahlbau 4.0 – Von der digitalen Planung zu Produktion und Bau** 733
Sven Stumm, Sigrid Brell-Cokcan, Markus Feldmann
- Stichwortverzeichnis** 779

Verzeichnis der Autoren und Herausgeber

Nariman Afzali, M. Sc.
 Universität Duisburg-Essen
 Bauwissenschaften
 Institut für Metall- und Leichtbau
 Universitätsstraße 15, 45141 Essen

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

Dipl.-Ing. Hermann Beck
 Hilti AG
 Business Unit Direct Fastening
 Feldkircherstraße 100, 9494 Schaan
 Fürstentum Liechtenstein

Univ.-Prof. Dr. techn. Sigrid Brell-Cokcan
 RWTH Aachen
 Lehrstuhl für Individualisierte Bauproduktion
 Schinkelstraße 1, 52062 Aachen

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Bettina Brune
 Technische Universität Dortmund
 Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen
 Lehrstuhl Stahlbau
 August-Schmidt-Straße 6, 44227 Dortmund

Dipl.-Ing. (FH) Martin Bues, M. Eng.
 Hochschule München
 Fakultät 02 Bauingenieurwesen
 Labor für Stahl- und Leichtmetallbau
 Karlstraße 6, 80333 München

Dipl.-Ing. (FH) Heinrich Ehard, M. Eng., SFI
 Hochschule München
 Fakultät 02 Bauingenieurwesen
 Labor für Stahl- und Leichtmetallbau
 Karlstraße 6, 80333 München

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

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Günther
 Hochschule für Technik Stuttgart
 FB Bauingenieurwesen
 Schellingstraße 24, 70174 Stuttgart

Dr.-Ing. Hans-Walter Haller
 Haller Industriebau GmbH
 Steinkirchring 1, 78056 Villingen-Schwenningen

Dr.-Ing. Jörg Hildebrand
 Technische Universität Ilmenau
 FB Fertigungstechnik
 Gustav-Kirchhoff-Platz 2. 98693 Ilmenau

Dr.-Ing. Michael Huhn
 Huhn EDV
 Am Berg 51 A, 76228 Karlsruhe

Dr.-Ing. Dominik Jungbluth
 Universität Duisburg-Essen
 Bauwissenschaften
 Institut für Metall- und Leichtbau
 Universitätsstraße 15, 45141 Essen

Dr.-Ing. Karsten Kathage
 Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
 Präsidium
 Misdroyer Straße 56, 14199 Berlin

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

Dipl.-Ing. Milos Mikasinovic
 NUCE Consulting GmbH
 Digital Transformation
 Köpenicker Chaussee 35, 10317 Berlin

Dipl.-Ing. Hinrich Münzner, MBA
 Boll und Partner Beratende Ingenieure
 VBI Ingenieurgesellschaft & Co. KG
 Geschäftsleitung
 Etzelstraße 11, 70180 Stuttgart

Sven Nagel, M. Sc.
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine
 Otto-Ammann-Platz 1, 76131 Karlsruhe

Dipl.-Ing. Christoph Ortman
 Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
 Referat I3
 Kolonnenstraße 30B, 10829 Berlin

Dipl.-Ing. MAS CAAD (ETH) Arch. Jakob Przybylo
 DT Bau
 Büro für BIM & Digitale Transformation im
 Bauwesen
 Waldstraße 55, 82205 Gilching

Dipl.-Ing. Michael Raps
Jade Hochschule
Fachbereich Bauwesen Geoinformation
Gesundheitstechnologie
Ofener Straße 16/19, 26121 Oldenburg

Dipl.-Ing. SFI Martin Reuter
Hilti Deutschland AG
Approvals & Regulations / Prokurist
Hiltistraße 2, 86916 Kaufering

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

Dr.-Ing. Christina Schmidt-Rasche
Universität Stuttgart
Institut für Konstruktion und Entwurf
Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart

Dipl.-Ing. Stephan Schneider
construct.ING – Büro für Bauwesen
Chemnitzer Straße 83/85, 44139 Dortmund

Dipl.-Ing. (FH) Erwin Schöffendt
Hilti AG
Business Unit Direct Fastening
Feldkircher Straße 100, 9494 Schaan
Fürstentum Liechtenstein

Prof. Dr.-Ing. Christian Schuler
Hochschule München
Fakultät 02 Bauingenieurwesen
Labor für Stahl- und Leichtmetallbau
Karlstraße 6, 80333 München

Dr.-Ing. Michael Siemers
Hilti AG
Business Unit Direct Fastening
Feldkircherstraße 100, 9494 Schaan
Fürstentum Liechtenstein

Dr.-Ing. Max Spannaus
Ingenieurgesellschaft für Stahlbau und
Schweißtechnik mbH
Karlstraße 46, 76133 Karlsruhe

Jennifer Spiegler, M. Sc.
Universität Stuttgart
Institut für Konstruktion und Entwurf
Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Natalie Stranghöner
Universität Duisburg-Essen
Bauwissenschaften
Institut für Metall- und Leichtbau
Universitätsstraße 15, 45219 Essen

Dr.-Ing. Dipl.-Inf. Sven Stumm
RWTH Aachen
Lehrstuhl für Individualisierte Bauproduktion
Schinkelstraße 1, 52062 Aachen

Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummerhofer
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
Fakultät Bauwesen
Lehrstuhl für Stahlbau
August-Schmidt-Straße 6, 44227 Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Michael Volz
Hochschule Offenburg
Stg. Werkstofftechnik
Badstraße 24, 77652 Offenburg

Dipl.-Ing. (FH) MAS CAAD (ETH)
Dominik Zausinger
Imagine Computation GmbH
Mainzer Landstraße 164, 60327 Frankfurt/Main

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
www.ernst-und-sohn.de

1

Stahlbaunormen

DIN EN 1993-1-8: Bemessung von Anschlüssen

Prof. Dr.-Ing. Dieter Ungermann

Dipl.-Ing. Stephan Schneider

Inhaltsverzeichnis

Anmerkung zum Abdruck von DIN EN 1993-1-8	5	3.1.2	Vorgespannte Schrauben	17
Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen	5	3.2	Niete	17
Nationales Vorwort	5	3.3	Ankerschrauben	17
Hintergrund des Eurocode-Programms	5	3.4	Kategorien von Schraubenverbindungen	17
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	6	3.4.1	Scherverbindungen	17
Nationale Fassungen der Eurocodes	6	3.4.2	Zugverbindungen	19
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETAZ)	7	3.5	Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete	19
Nationaler Anhang zu EN 1993-1-8	7	3.6	Tragfähigkeiten einzelner Verbindungsmittel	21
		3.6.1	Schrauben und Niete	21
		3.6.2	Injektionsschrauben	25
		3.7	Gruppen von Verbindungsmitteln	26
		3.8	Lange Anschlüsse	27
		3.9	Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten 8.8 oder 10.9 Schrauben	27
		3.9.1	Gleitwiderstand	27
		3.9.2	Kombinierte Scher- und Zugbeanspruchung	27
		3.9.3	Hybridverbindungen	28
		3.10	Lochabminderungen	28
		3.10.1	Allgemeines	28
		3.10.2	Blockversagen von Schraubengruppen	28
		3.10.3	Einseitig angeschlossene Winkel und andere unsymmetrisch angeschlossene Bauteile unter Zugbelastung	29
		3.10.4	Anschlusswinkel für indirekten Anschluss	29
		3.11	Abstützkräfte	30
		3.12	Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit	30
		3.13	Bolzenverbindungen	30
		3.13.1	Allgemeines	30
		3.13.2	Bemessung der Bolzen	30
1 Allgemeines	7	4 Schweißverbindungen	32	
1.1 Anwendungsbereich	7	4.1 Allgemeines	32	
1.2 Normative Verweisungen	7	4.2 Schweißzusätze	32	
1.2.1 Bezugsnormengruppe 1: Schweißgeeignete Baustähle	7	4.3 Geometrie und Abmessungen	33	
1.2.2 Bezugsnormengruppe 2: Toleranzen, Maße und technische Lieferbedingungen	8	4.3.1 Schweißnahtarten	33	
1.2.3 Bezugsnormengruppe 3: Hohlprofile	8	4.3.2 Kehlnähte	33	
1.2.4 Bezugsnormengruppe 4: Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	8	4.3.3 Schlitznähte	34	
1.2.5 Bezugsnormengruppe 5: Schweißzusatzmittel und Schweißen	9	4.3.4 Stumpfnähte	34	
1.2.6 Bezugsnormengruppe 6: Niete	9	4.3.5 Lochschweißungen	34	
1.2.7 Bezugsnormengruppe 7: Bauausführung von Stahlbauten	9	4.3.6 Hohlkehlnähte	34	
1.3 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	9	4.4 Schweißen mit Futterblechen	34	
1.4 Begriffe	9	4.5 Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	34	
1.4.1 Grundkomponente (eines Anschlusses)	9	4.5.1 Schweißnahtlänge	34	
1.4.2 Verbindung	9	4.5.2 Wirksame Nahtdicke	35	
1.4.3 angeschlossenes Bauteil	9	4.5.3 Tragfähigkeit von Kehlnähten	36	
1.4.4 Anschluss	10	4.6 Tragfähigkeit von Schlitznähten	36	
1.4.5 Anschlusskonfiguration	10	4.7 Tragfähigkeit von Stumpfnähten	38	
1.4.6 Rotationskapazität	10	4.7.1 Durchgeschweißte Stumpfnähte	38	
1.4.7 Rotationssteifigkeit	10	4.7.2 Nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	38	
1.4.8 Kennwerte (eines Anschlusses)	10	4.7.3 T-Stöße	38	
1.4.9 ebener Anschluss	10	4.8 Tragfähigkeit von Lochschweißungen	38	
1.5 Formelzeichen	11	4.9 Verteilung der Kräfte	38	
2 Grundlagen der Tragwerksplanung	14	4.10 Steifenlose Anschlüsse an Flansche	39	
2.1 Annahmen	14	4.11 Lange Anschlüsse	39	
2.2 Allgemeine Anforderungen	14			
2.3 Schnittgrößen	15			
2.4 Beanspruchbarkeit von Verbindungen	15			
2.5 Annahmen für die Berechnung	15			
2.6 Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbelastung, Belastung mit Schwingungen oder mit Lastumkehr	15			
2.7 Exzentrizitäten in Knotenpunkten	15			
3 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen	16			
3.1 Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	16			
3.1.1 Allgemeines	16			

4.12	Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	40	6.3.3	Stirnblechanschlüsse mit zwei oder mehr Schraubenreihen mit Zugbeanspruchung	84
4.13	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen	40	6.3.4	Stützenfüße	85
4.14	Schweißen in kaltverformten Bereichen	40	6.4	Rotationskapazität	86
5	Tragwerksberechnung, Klassifizierung und statische Modelle	41	6.4.1	Allgemeines	86
5.1	Tragwerksberechnung	41	6.4.2	Geschraubte Anschlüsse	86
5.1.1	Allgemeines	41	6.4.3	Geschweißte Anschlüsse	86
5.1.2	Elastische Tragwerksberechnung	41	7	Anschlüsse mit Hohlprofilen	86
5.1.3	Starr-plastische Tragwerksberechnung	43	7.1	Allgemeines	86
5.1.4	Elastisch-plastische Tragwerksberechnung	44	7.1.1	Geltungsbereich	86
5.1.5	Berechnung von Fachwerkträgern	44	7.1.2	Anwendungsbereich	87
5.2	Klassifizierung von Anschlüssen	45	7.2	Berechnung und Bemessung	89
5.2.1	Allgemeines	45	7.2.1	Allgemeines	89
5.2.2	Klassifizierung nach der Steifigkeit	45	7.2.2	Versagensformen von Anschlüssen mit Hohlprofilen	89
5.2.3	Klassifizierung nach der Tragfähigkeit	47	7.3	Schweißnähte	90
5.3	Statisches Modell für Träger-Stützenanschlüsse	48	7.3.1	Tragfähigkeit	90
6	Anschlüsse mit H- oder I-Querschnitten	51	7.4	Geschweißte Anschlüsse von KHP-Bauteilen	93
6.1	Allgemeines	51	7.4.1	Allgemeines	93
6.1.1	Geltungsbereich	51	7.4.2	Ebene Anschlüsse	93
6.1.2	Kenngrößen	51	7.4.3	Räumliche Anschlüsse	99
6.1.3	Grundkomponenten eines Anschlusses	51	7.5	Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an RHP-Gurtstäbe	99
6.2	Tragfähigkeit	52	7.5.1	Allgemeines	99
6.2.1	Schnittgrößen	52	7.5.2	Ebene Anschlüsse	100
6.2.2	Querkräfte	56	7.5.3	Räumliche Anschlüsse	108
6.2.3	Biegemomente	56	7.6	Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an I- oder H-Profil Gurtstäbe	108
6.2.4	Äquivalenter T-Stummel mit Zugbeanspruchung	57	7.7	Geschweißte Anschlüsse von KHP- oder RHP-Streben an U-Profil Gurtstäbe	112
6.2.5	Äquivalenter T-Stummel mit Druckbeanspruchung	62	Anhang NA.A (normativ)	117	
6.2.6	Tragfähigkeit der Grundkomponenten	63	Ergänzende Vorspannverfahren zu DIN EN 1090-2		
6.2.7	Biegetragfähigkeit von Träger-Stützenanschlüssen und Stößen	74	Anhang NA.B (normativ)	119	
6.2.8	Tragfähigkeit von Stützenfüßen mit Fußplatten	78	Gussteile, Schmiedeteile und Bauteile aus Vergütungsstählen		
6.3	Rotationssteifigkeit	79	Literatur zu den Kommentaren	123	
6.3.1	Grundmodell	79			
6.3.2	Steifigkeitskoeffizienten für die Grundkomponenten eines Anschlusses	84			

Anmerkung zum Abdruck von DIN EN 1993-1-8

Auf den folgenden Seiten wird der Normtext von DIN EN 1993-1-8:2010-12 in zweiseitiger Darstellung wiedergegeben. Zusätzlich wird der Nationale Anhang DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 und die „Zusätzlichen Regeln zur Erweiterung von DIN EN 1993 auf Stahlgüten bis S700“ nach DIN EN 1993-1-12:2010-12 mit dem zugehörigen Nationalen Anhang DIN EN 1993-1-12/NA:2010-10 an den jeweiligen Stellen im Normtext zitiert.

Um einen guten Lesefluss zu garantieren, wurde für die Darstellungsart Folgendes festgelegt. Der Normtext wird zweiseitig und durchgehend dargestellt. Auf eine besondere Kennzeichnung der Berichtigungen wird verzichtet. Textstellen aus dem Nationalen Anhang werden durch einen zur Blattmitte hin offenen, grauen Kasten 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 1993-1-8. Kommentare zum Normtext werden in einem grauen Kasten im unteren Bereich der rechten Spalte in serifenloser Schrift abgedruckt.

DIN EN 1993-1-8

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen

ICS 91.010.30; 91.080.10

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-8: Design of joints

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-8: Calcul des assemblages

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

Die Berichtigung tritt am 29. Juli 2009 in Kraft und wurde in EN 1993-1-8:2005 eingearbeitet.

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

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zent-

rum 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 (EN 1993-1-8:2005 +AC:2009) 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.

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 Vereinbarung¹⁾ zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*;
- EN 1991, *Eurocode 1: 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, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1: Me-

chanischer 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 Grundlagendokumenten²⁾, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen³⁾. Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees von CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

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 γ -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;
- Entscheidungen zur Anwendung informativer Anhänge;
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

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

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ 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.

Nationaler Anhang zu EN 1993-1-8

Diese Norm enthält alternative Methoden, Zahlenangaben und Empfehlungen in Verbindung mit Anmerkungen, die darauf hinweisen, wo Nationale Festlegungen getroffen werden können. EN 1993-1-8 wird bei der nationalen Einführung einen Nationalen Anhang enthalten, der alle national festzulegenden Parameter enthält, die für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten im jeweiligen Land erforderlich sind. Nationale Festlegungen sind bei folgenden Regelungen vorgesehen:

- 1.2.6 (Bezugsnormengruppe 6: Niete);
- 2.2(2);
- 3.1.1(3);
- 3.4.2(1);
- 5.2.1(2);
- 6.2.7.2(9).

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

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1993-1-8 enthält Regeln für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Anschlüssen aus Stahl mit Stahlsorten S235, S275, S355, S420, S450 und S460 unter vorwiegend ruhender Belastung.

1.2 Normative Verweisungen

(1) 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 Bezugsnormengruppe 1: Schweißgeeignete Baustähle

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

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

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

Zu 1.1(1)

Mit der Einführung der DIN EN 1993-1-12 [K10] und der Veröffentlichung des zugehörigen Nationalen Anhangs im August 2011 [K12] wurde der Anwendungsbereich der DIN EN 1993-1-8 auf Stahlsorten bis einschließlich S700 erweitert. Sofern die zusätzlichen Regeln der DIN EN 1993-1-12 zu berücksichtigen sind, wird hierauf an entsprechender Stelle im Dokument hingewiesen. Für einzelne Anwendungen wie z. B. den Einsatz in als verformbar einzustufenden Anschlüssen oder bei einseitig angeschlossen Winkeln dürfen die Regeln von DIN EN 1993-1-8 nicht auf Stahlsorten über S460 bis S700 übertragen werden. Auch auf diese Einschränkungen wird an entsprechender Stelle hingewiesen.

Für die Anwendung der DIN EN 1993-1-8 werden Anforderungen an die Mindestblechdicken gestellt, auf die zu Beginn der jeweiligen Abschnitte im Normtext hingewiesen wird. Die wesentlichen Anforderungen sind nachfolgend zusammengestellt:

Schraubenverbindungen (Abschnitt 3): $t \geq 3,0$ mm

Schweißverbindungen (Abschnitt 4): allgemein $t \geq 4,0$ mm
Hohlprofile $t \geq 2,5$ mm

Hohlprofilknoten (Abschnitt 7): $2,5$ mm $\leq t \leq 25$, mm

Werden die Mindestblechdicken unterschritten, kann z. B. für Schraub- und Schweißverbindungen auf DIN EN 1993-1-3 [K13] zurückgegriffen werden.

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

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 Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand*

1.2.2 Bezugsnormengruppe 2: Toleranzen, Maße und technische Lieferbedingungen

EN 10029:1991, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an – Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen*

EN 10034:1993, *I- und H-Profile aus Baustahl – Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10051:1991, *Kontinuierlich warmgewalztes Blech und Band ohne Überzug aus unlegierten und legierten Stählen – Grenzabmaße und Formtoleranzen (enthält Änderung A1:1997)*

EN 10055:1995, *Warmgewalzter gleichschenkliger T-Stahl mit gerundeten Kanten und Übergängen – Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen*

EN 10056-1:1998, *Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl – Teil 1: Maße*

EN 10056-2:1993, *Gleichschenklige und ungleichschenklige Winkel aus Stahl – Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen*

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

1.2.3 Bezugsnormengruppe 3: Hohlprofile

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

EN 10219-2:1997, *Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

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

EN 10210-2:1997, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 2: Grenzabmaße, Maße und statische Werte*

1.2.4 Bezugsnormengruppe 4: Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

EN 14399-1:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 14399-2:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 2: Prüfung der Eignung zum Vorspannen*

EN 14399-3:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 3: System HR; Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-4:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 4: System HV; Garnituren aus Sechskantschrauben und -muttern*

EN 14399-5:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 5: Flache Scheiben für System HR*

EN 14399-6:2002, *Hochfeste planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen für den Stahlbau – Teil 6: Flache Scheiben mit Fase für die Systeme HR und HV*

EN ISO 898-1:1999, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

EN 20898-2:1993, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen – Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkräften – Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*

EN ISO 2320:1997, *Sechskantmuttern aus Stahl mit Klemmteil – Mechanische und funktionelle Eigenschaften (ISO 2320:1997)*

EN ISO 4014:2000, *Sechskantschrauben mit Schaft – Produktklassen A und B (ISO 4014:1999)*

EN ISO 4016:2000, *Sechskantschrauben mit Schaft – Produktklasse C (ISO 4016:1999)*

EN ISO 4017:2000, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Produktklassen A und B (ISO 4017:1999)*

EN ISO 4018:2000, *Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Produktklasse C (ISO 4018:1999)*

EN ISO 4032:2000, *Sechskantmuttern, Typ 1 – Produktklassen A und B (ISO 4032:1999)*

EN ISO 4033:2000, *Sechskantmuttern, Typ 2 – Produktklassen A und B (ISO 4033:1999)*

EN ISO 4034:2000, *Sechskantmuttern – Produktklasse C (ISO 4034:1999)*

EN ISO 7040:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz), Typ 1 – Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7040:1997)*

EN ISO 7042:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 2 – Festigkeitsklassen 5, 8, 10 und 12 (ISO 7042:1997)*

EN ISO 7719:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 1 – Festigkeitsklassen 5, 8 und 10 (ISO 7719:1997)*

ISO 286-2:1988, *ISO-System für Grenzmaße und Passungen – Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

ISO 1891:1979, *Mechanische Verbindungselemente; Schrauben, Muttern und Zubehör, Benennungen*

EN ISO 7089:2000, *Flache Scheiben – Normale Reihe, Produktklasse A (ISO 7089:2000)*

EN ISO 7090:2000, *Flache Scheiben mit Fase – Normale Reihe, Produktklasse A (ISO 7090:2000)*

EN ISO 7091:2000, *Flache Scheiben – Normale Reihe, Produktklasse C (ISO 7091:2000)*

EN ISO 10511:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil – Niedrige Form (mit nichtmetallischem Einsatz) (ISO 10511:1997)*

EN ISO 10512:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (mit nichtmetallischem Einsatz), Typ 1, mit metrischem Feingewinde – Festigkeitsklassen 6, 8 und 10 (ISO 10512:1997)*

EN ISO 10513:1997, *Sechskantmuttern mit Klemmteil (Ganzmetallmuttern), Typ 2, mit metrischem Feingewinde – Festigkeitsklassen 8, 10 und 12 (ISO 10513:1997)*

1.2.5 Bezugsnormengruppe 5: Schweißzusatzmittel und Schweißen

EN 12345:1998, *Schweißen – Mehrsprachige Benennungen für Schweißverbindungen mit bildlichen Darstellungen*

EN ISO 14555:1998, *Schweißen – Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:1998)*

EN ISO 13918:1998, *Schweißen – Bolzen und Keramikringe zum Lichtbogenbolzenschweißen (ISO 13918:1998)*

EN 288-3:1992, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen (enthält Änderung A1:1997)*

EN ISO 5817:2003, *Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO/DIS 5817:2000)*

1.2.6 Bezugsnormengruppe 6: Niete

Anmerkung: Der Nationale Anhang gibt Hinweise zu Bezugsnormen.

NDP

DIN EN 1993-1-8/NA

zu 1.2.6 (Bezugsnormengruppe 6: Niete) Anmerkung
Bis zum Erscheinen einer entsprechenden EN-Norm gelten für die geometrischen Abmessungen DIN 124 und DIN 302. Der Werkstoff für Niete ist im Einzelfall festzulegen.

1.2.7 Bezugsnormengruppe 7: Bauausführung von Stahlbauten

EN 1090-2, *Anforderungen an die Bauausführung von Stahlbauten*

NCI

DIN EN 1993-1-8/NA

zu 1.2 Normative Verweisungen

NA DIN 124, *Halbrundniete; Nenndurchmesser 10 bis 36 mm*

NA DIN 302, *Senkniete; Nenndurchmesser 10 bis 36 mm*

NA DIN EN 1090-2-2008-12, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*

1.3 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

(1) Es gelten die Regeln der EN 1990, 1.4.

1.4 Begriffe

(1) Nachstehende Begriffe werden in dieser Norm mit folgender Bedeutung verwendet:

1.4.1 Grundkomponente (eines Anschlusses)

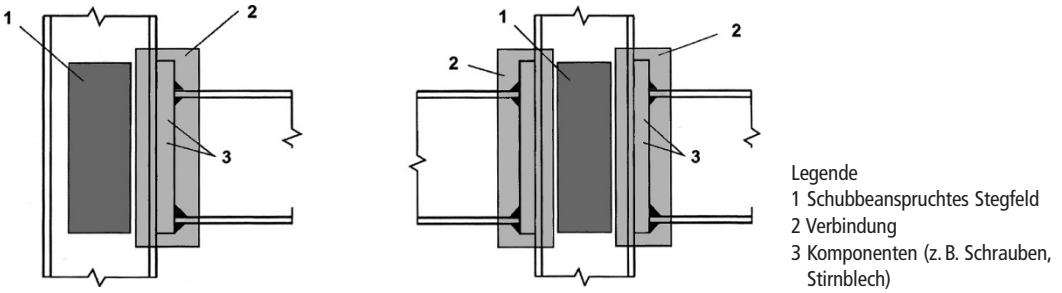
Teil eines Anschlusses, der zu einem oder mehreren Kennwerten des Anschlusses beiträgt

1.4.2 Verbindung

konstruktiver Punkt, an dem sich zwei oder mehrere Bauteile treffen; für die Berechnung und Bemessung besteht die Verbindung aus einer Anordnung von Grundkomponenten, die für die Bestimmung der Kennwerte der Verbindung für die Übertragung der Schnittgrößen notwendig sind

1.4.3 angeschlossenes Bauteil

Bauteil, das in einem Anschluss mit anderen Bauteilen verbunden ist



Anschluss = Schubbeanspruchtes Stegfeld + Verbindung

a) Einseitige Anschlusskonfiguration

Linker Anschluss = Schubbeanspruchtes Stegfeld + linke Verbindung
Rechter Anschluss = Schubbeanspruchtes Stegfeld + rechte Verbindung

b) Zweiseitige Anschlusskonfiguration

Bild 1.1. Teile einer Träger-Stützenanschlusskonfiguration

1.4.4 Anschluss

Bereich, in dem zwei oder mehrere Bauteile miteinander verbunden sind; für die Berechnung und Bemessung besteht der Anschluss aus der Anordnung aller Grundkomponenten, die für die Bestimmung der Kennwerte des Anschlusses bei der Übertragung der Schnittgrößen zwischen den angeschlossenen Bauteilen notwendig sind; ein Träger-Stützenanschluss besteht z. B. aus einem Stegfeld mit entweder einer Verbindung (einseitige

Anschlusskonfiguration) oder zwei Verbindungen (zweiseitige Anschlusskonfiguration), siehe Bild 1.1

1.4.5 Anschlusskonfiguration

Gestaltung eines Anschlusses oder mehrerer Anschlüsse an einem Knoten, an dem die Achsen von zwei oder mehreren angeschlossenen Bauteilen zusammenlaufen, siehe Bild 1.2

1.4.6 Rotationskapazität

Winkel, um den sich der Anschluss bei vorgegebenem Moment ohne Versagen verformen kann

1.4.7 Rotationssteifigkeit

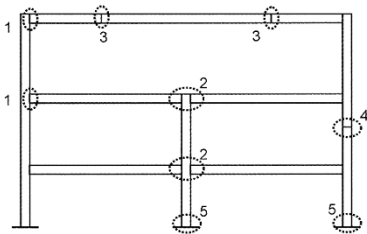
Moment, um in einem Anschluss die Winkelverformung $\phi = 1$ zu erzeugen

1.4.8 Kennwerte (eines Anschlusses)

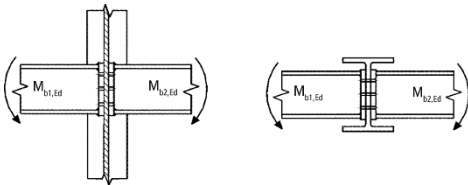
Tragfähigkeit, bezogen auf die Schnittgrößen der angeschlossenen Bauteile, die Rotationssteifigkeit und die Rotationskapazität des Anschlusses

1.4.9 ebener Anschluss

in einer Fachwerk-Konstruktion erfasst der ebene Anschluss die Bauteile, die in der gleichen Ebene liegen



a) Anschlusskonfigurationen (starke Achse)



Zweiseitige Träger-Stützen-Anschlusskonfiguration

Zweiseitige Träger-Träger-Anschlusskonfiguration

b) Anschlusskonfigurationen (schwache Achse, nur für ausgeglichene Momente $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$)

Legende

- 1 Einseitige Träger-Stützenanschlusskonfiguration
- 2 Zweiseitige Träger-Stützenanschlusskonfiguration
- 3 Trägerstoß
- 4 Stützenstoß
- 5 Fußplatte

Bild 1.2. Anschlusskonfigurationen

Zu 1.4.6 bis 1.4.8
Mit der DIN EN 1993-1-8 ist die „Komponentenmethode“ zur Berechnung von geschraubten oder geschweißten Anschlüssen eingeführt worden, die die Ermittlung der charakteristischen Anschlusskennwerte: „Beanspruchbarkeit“, „Rotationssteifigkeit“ und „Rotationskapazität“ ermöglicht. Anhand der Anschlusskennwerte erfolgt eine Klassifizierung der Anschlüsse für die Trag- und Verformungsnachweise, auf die im Abschnitt 5 noch näher eingegangen wird.

1.5 Formelzeichen

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

d	Nennwert des Schraubendurchmessers, des Bolzendurchmessers oder des Durchmessers des Verbindungsmittels;
d_0	Lochdurchmesser für eine Schraube, einen Niet oder einen Bolzen;
$d_{0,t}$	Lochgröße im Zugquerschnitt, im Allgemeinen der Lochdurchmesser, außer bei senkrecht zur Zugbeanspruchung angeordneten Langlöchern, dort sollte die Längsabmessung verwendet werden;
$d_{0,v}$	Lochgröße im schubbeanspruchten Querschnitt, im Allgemeinen der Lochdurchmesser, außer bei schubparallelen Langlöchern, dort sollte die Längsabmessung verwendet werden;
d_c	Höhe des Stützenstegs zwischen den Ausrundungen (Höhe des geraden Stegteils);
d_m	Mittelwert aus Eckmaß und Schlüsselweite des Schraubenkopfes oder der Schraubenmutter (maßgebend ist der kleinere Wert);
$f_{H,Rd}$	Bemessungswert der Hertz'schen Pressung;
f_{ur}	Zugfestigkeit des Nietwerkstoffs;
e_1	Randabstand in Krafrichtung, gemessen von der Lochachse zum Blechrand, siehe Bild 3.1;
e_2	Randabstand quer zur Krafrichtung, gemessen von der Lochachse zum Blechrand, siehe Bild 3.1;
e_3	Randabstand eines Langlochs zum parallelen Blechrand, gemessen von der Mittelachse des Langlochs, siehe Bild 3.1;
e_4	Randabstand eines Langlochs zum Blechrand, gemessen vom Mittelpunkt des Endradius in der Achse des Langlochs, siehe Bild 3.1;
l_{eff}	wirksame Länge einer Kehlnaht;
n	Anzahl der Reibflächen bei reibfesten Verbindungen oder Anzahl der Löcher für Verbindungsmittel im schubbeanspruchten Querschnitt;
p_1	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
$p_{1,0}$	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung in einer Außenreihe am Blechrand, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
$p_{1,i}$	Lochabstand von Verbindungsmitteln in Krafrichtung in einer inneren Reihe, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
p_2	Lochabstand von Verbindungsmitteln quer zur Krafrichtung, gemessen von Achse zu Achse der Verbindungsmittel, siehe Bild 3.1;
r	Nummer einer Schraubenreihe; Anmerkung: Bei einer biegebeanspruchten Schraubenverbindung mit mehr als einer Schraubenreihe im Zugbereich erfolgt die

s_s	Länge der steifen Auflagerung;
t_a	Blechdicke des Flanschwinkels;
t_{fc}	Blechdicke des Stützenflansches;
t_p	Blechdicke der Unterlegscheibe (unter der Schraube oder der Mutter);
t_w	Blechdicke des Steges;
t_{wc}	Blechdicke des Stützensteges;
A	Brutto-Querschnittsfläche einer Schraube (Schaft);
A_0	Querschnittsfläche des Nietlochs;
A_{vc}	Schubfläche einer Stütze, siehe EN 1993-1-1;
A_s	Spannungsquerschnittsfläche einer Schraube oder einer Ankerschraube;
$A_{v,eff}$	wirksame Schubfläche;
$B_{p,Rd}$	Bemessungswert des Durchstanzwiderstandes des Schraubenkopfes und der Schraubenmutter;
E	Elastizitätsmodul;
$F_{p,Cd}$	Bemessungswert der Vorspannkraft;
$F_{t,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$F_{t,Rd}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube;
$F_{T,Rd}$	Bemessungswert der Zugtragfähigkeit des Flansches eines äquivalenten T-Stummels;
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Abschertragfähigkeit einer Schraube;
$F_{b,Rd}$	Bemessungswert der Lochleibungstragfähigkeit einer Schraube;
$F_{s,Rd,ser}$	Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
$F_{s,Rd}$	Bemessungswert des Gleitwiderstandes einer Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$F_{v,Ed,ser}$	Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft auf eine Schraube im Grenzzustand der Tragfähigkeit;
$M_{j,Rd}$	Bemessungswert der Momentenragfähigkeit eines Anschlusses;
S_j	Rotationssteifigkeit eines Anschlusses;
$S_{j,ini}$	Anfangs-Rotationssteifigkeit eines Anschlusses;
$V_{wp,Rd}$	Plastische Schubtragfähigkeit des Stegfeldes einer Stütze;
z	Hebelarm;
μ	Reibbeiwert;
ϕ	Rotationswinkel eines Anschlusses.

(2) In Abschnitt 7 werden die folgenden Abkürzungen für Hohlprofile verwendet:

KHP	für ein rundes Hohlprofil „Kreis-Hohlprofil“;
RHP	für ein rechteckiges Hohlprofil „Rechteck-Hohlprofil“, hier einschließlich quadratischer Hohlprofile.

(3) In Abschnitt 7 werden die folgenden Formelzeichen verwendet:

- A_i Querschnittsfläche eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- A_v Schubfläche des Gurtstabes;
- $A_{v,eff}$ wirksame Schubfläche des Gurtstabes;
- L Systemlänge eines Bauteils;
- $M_{ip,i,Rd}$ Bemessungswert der Momententragfähigkeit des Anschlusses bei Biegung in der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $M_{ip,i,Ed}$ Bemessungswert des einwirkenden Momentes in der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $M_{op,i,Rd}$ Bemessungswert der Momententragfähigkeit des Anschlusses bei Biegung aus der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $M_{op,i,Ed}$ Bemessungswert des einwirkenden Momentes aus der Tragwerksebene für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $N_{i,Rd}$ Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit des Anschlusses für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $N_{i,Ed}$ Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für das Bauteil i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $W_{el,i}$ elastisches Widerstandsmoment des Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- $W_{pl,i}$ plastisches Widerstandsmoment des Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- b_i Gesamtbreite eines RHP-Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3), quer zur Tragwerksebene;
- b_{eff} wirksame (effektive) Breite einer Strebe, die auf den Gurtstab aufgesetzt ist;
- $b_{e,ov}$ wirksame (effektive) Breite einer Strebe, die in einem Überlappungsstoß auf eine andere Strebe aufgesetzt ist;
- $b_{e,p}$ wirksame (effektive) Breite bei Durchstanzen;
- b_p Blechbreite;
- b_w wirksame (effektive) Breite des Stegblechs eines Gurtstabes;
- d_i Gesamtdurchmesser bei KHP-Bauteilen i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- d_w Stegblechhöhe von Gurtstäben mit I- oder H-Querschnitt;
- e Ausmittigkeit eines Anschlusses;
- f_b Festigkeitsgrenze für das Stegblech des Gurtstabes infolge lokalen Beulens;
- f_{yi} Streckgrenze des Werkstoffs von Bauteilen i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- f_{y0} Streckgrenze des Werkstoffs eines Gurtstabes;
- g Spaltweite zwischen den Streben eines K- oder N-Anschlusses (negative Werte für g entsprechen einer Überlappung q); der Abstand g wird an der Oberfläche des Gurtstabes zwischen den Kanten der angeschlossenen Bauteile gemessen, siehe Bild 1.3(a);
- h_i Gesamthöhe des Querschnitts eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3) in der Tragwerksebene;

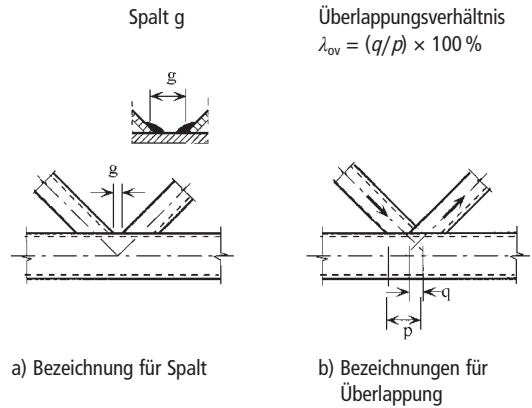


Bild 1.3. Knotenanschlüsse mit Spalt und mit Überlappung

- h_z Abstand zwischen den Gleichgewichtspunkten der wirksamen (effektiven) Breite der Teile eines Trägers mit rechteckigem Querschnitt, der mit einer Stütze mit I- oder H-Querschnitt verbunden ist
- k Beiwert mit Indizes g, m, n oder p, wie in Tabelle erklärt;
- ℓ Knicklänge eines Bauteils;
- p Projektion der Anschlusslänge einer Strebe auf die Oberfläche des Gurtstabes, ohne Berücksichtigung der Überlappung, siehe Bild 1.3(b);
- q Länge der Überlappung, gemessen an der Oberfläche des Gurtstabes zwischen den Streben-Achsen eines K- oder N-Anschlusses, siehe Bild 1.3(b);
- r Ausrundungsradius von I- oder H-Profilen oder Eckradius von rechteckigen Hohlprofilen;
- t_f Flanschdicke von I- oder H-Profilen;
- t_i Wanddicke eines Bauteils i ($i = 0, 1, 2$ oder 3);
- t_p Blechdicke;
- t_w Stegdicke von I- oder H-Profilen;
- α Beiwert, wie in Tabelle erklärt;
- θ_i eingeschlossener Winkel zwischen Strebe i und Gurtstab ($i = 1, 2$ oder 3);
- κ Beiwert, wie im Text erklärt;
- μ Beiwert, wie in Tabelle erklärt;
- φ Winkel zwischen Tragwerksebenen bei räumlichen Anschlüssen.

(4) In Abschnitt 7 werden die folgenden Zahlenindizes verwendet:

- i Zahlenindex zur Bestimmung von Bauteilen eines Anschlusses, wobei $i = 0$ für die Bezeichnung des Gurtstabes und $i = 1, 2$ oder 3 für die Bezeichnung der Streben gelten. Bei Anschlüssen mit zwei Streben bezeichnet $i = 1$ im Allgemeinen die Druckstrebe und $i = 2$ die Zugstrebe, siehe Bild 1.4(b). Bei einer einzelnen Strebe wird $i = 1$ verwendet, unabhängig ob druck- oder zugbelastet, siehe Bild 1.4(a);

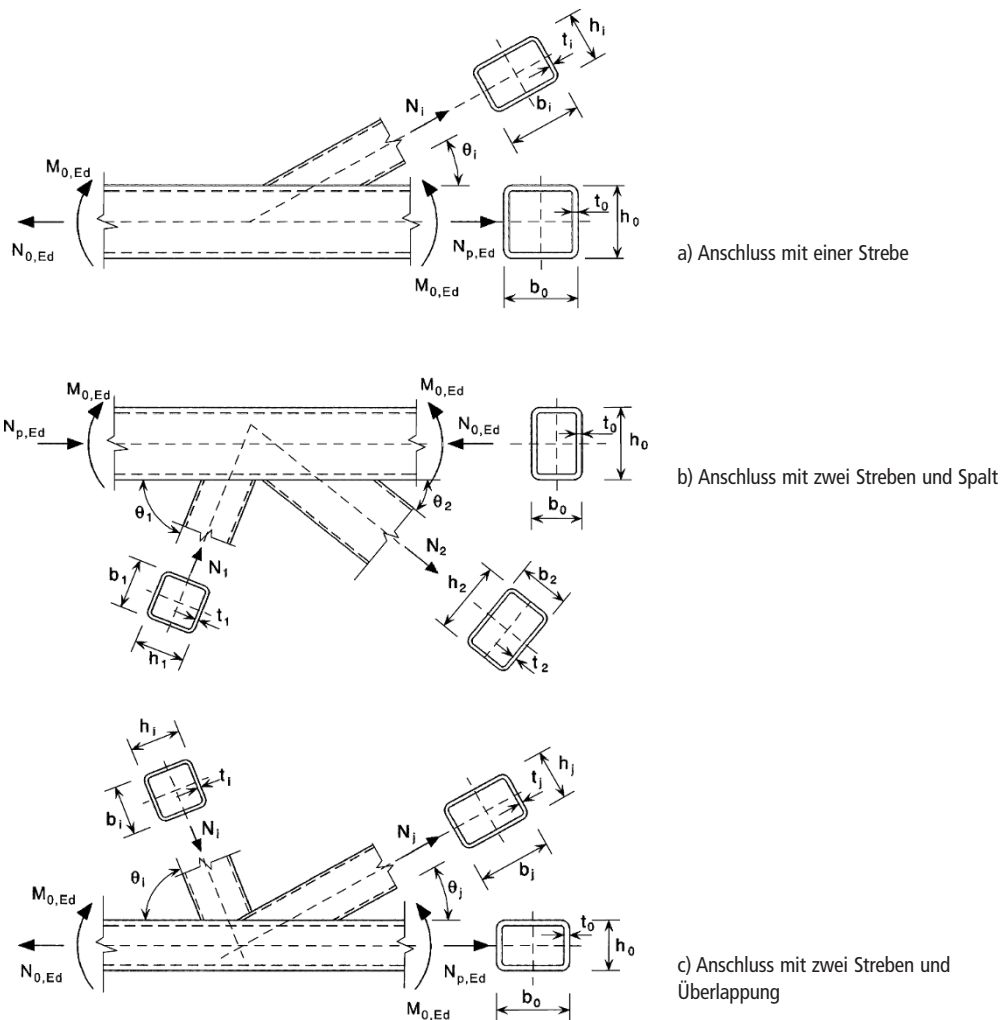


Bild 1.4. Abmessungen und weitere Parameter eines Fachwerk-Knotenanschlusses mit Hohlprofilen

i und j Zahlenindex bei überlappenden Anschlüssen, i bezeichnet die überlappende Strebe und j die überlappte Strebe, siehe Bild 1.4(c).

(5) Im Abschnitt 7 werden die folgenden Spannungsverhältnisse verwandt:

- n Verhältnis $(\sigma_{0,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (für RHP-Gurtstäbe);
- n_p Verhältnis $(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (für KHP-Gurtstäbe);
- $\sigma_{0,Ed}$ maximale einwirkende Druckspannung im Gurtstab am Anschluss;
- $\sigma_{p,Ed}$ ist der Wert von $\sigma_{0,Ed}$ ohne die Spannungen infolge der Komponenten der Strebenkräfte am Anschluss parallel zum Gurt, siehe Bild 1.4.

Zu 1.5(5)

Mithilfe der Gurtauslastungen n und n_p für RHP- bzw. KHP-Gurtstäbe werden die Reduktionsfaktoren für die Knoten Tragfähigkeit in Abschnitt 7 bestimmt. Auch wenn der empfohlene Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M5} = 1,00$ im Nationalen Anhang zur DIN EN 1993-1-8 [K11] bestätigt worden ist, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Gurtauslastung ohne Ansatz eines Teilsicherheitsbeiwertes zu bestimmen ist (vgl. auch [K50]).

(6) Im Abschnitt 7 werden die folgenden geometrischen Verhältnisse verwandt:

β Verhältnis der mittleren Durchmesser oder mittleren Breiten von Strebe und Gurtstab

– für T-, Y- und X-Anschlüsse:

$$\frac{d_1}{d_0} ; \frac{d_1}{b_0} \text{ oder } \frac{b_1}{b_0}$$

– für K- und N-Anschlüsse:

$$\frac{d_1 + d_2}{2d_0} ; \frac{d_1 + d_2}{2b_0} \text{ oder } \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}$$

– für KT-Anschlüsse:

$$\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0} ; \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3b_0} \text{ oder}$$

$$\frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$$

β_p Verhältnis b_1/b_p ;

γ Verhältnis der Breite oder des Durchmessers des Gurtstabes zum zweifachen seiner Wanddicke:

$$\frac{d_0}{2t_0} ; \frac{b_0}{2t_0} \text{ oder } \frac{b_0}{2t_f}$$

η Verhältnis der Höhe der Strebe zu Durchmesser oder Breite des Gurtstabes:

$$\frac{h_1}{d_0} \text{ oder } \frac{h_1}{b_0}$$

η_p Verhältnis h_1/b_p ;

λ_{ov} Überlappungsverhältnis in Prozent ($\lambda_{ov} = (q/p) \times 100\%$), wie in Bild 1.3(b) angegeben.

$\lambda_{ov,lim}$ Überlappung, bei der der Schub zwischen den Streben und der Oberfläche eines Gurtstabes kritisch werden kann

(7) Weitere Formelzeichen werden im Text erklärt.

Anmerkung: Formelzeichen für Kreisprofile sind in Tabelle 7.2 angegeben.

2 Grundlagen der Tragwerksplanung

2.1 Annahmen

(1) Die Regelungen dieses Teils von EN 1993 setzen voraus, dass die Ausführung den in 1.2 angegebenen Herstell- und Liefornormen entspricht und die verwendeten Baustoffe und Bauprodukte den Anforderungen in EN 1993 oder den maßgebenden Baustoff- und Bauproduktspezifikationen entsprechen.

2.2 Allgemeine Anforderungen

(1)P Die Anschlüsse müssen so bemessen werden, dass das Tragwerk die grundlegenden Anforderungen dieser Norm und von EN 1993-1-1 erfüllt.

(2) Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für Anschlüsse sind in Tabelle 2.1 angegeben.

Tabelle 2.1. Teilsicherheitsbeiwerte für Anschlüsse

Beanspruchbarkeit von Bauteilen und Querschnitten	γ_{M0} , γ_{M1} und γ_{M2} siehe EN 1993-1-1
Beanspruchbarkeit von Schrauben	γ_{M2}
Beanspruchbarkeit von Nieten	
Beanspruchbarkeit von Bolzen	
Beanspruchbarkeit von Schweißnähten	
Beanspruchbarkeit von Blechen auf Lochleibung	γ_{M3} $\gamma_{M3,ser}$
Gleitfestigkeit – im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C) – im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B)	
Lochleibungsbeanspruchbarkeit von Injektionschrauben	γ_{M4}
Beanspruchbarkeit von Knotenanschlüssen in Fachwerken mit Hohlprofilen	γ_{M5}
Beanspruchbarkeit von Bolzen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	$\gamma_{M6,ser}$
Vorspannung hochfester Schrauben	γ_{M7}
Beanspruchbarkeit von Beton	γ_c siehe EN 1992

Anmerkung: Der Nationale Anhang gibt Hinweise zu Zahlenwerten für γ_M . Folgende Zahlenwerte werden empfohlen: $\gamma_{M2} = 1,25$; $\gamma_{M3} = 1,25$ und $\gamma_{M3,ser} = 1,1$; $\gamma_{M4} = 1,0$; $\gamma_{M5} = 1,0$; $\gamma_{M6,ser} = 1,0$; $\gamma_{M7} = 1,1$.

NDP DIN EN 1993-1-8/NA

zu 2.2(2) Anmerkung

Es gelten die Empfehlungen unter Beachtung der folgenden Ergänzungen.

$\gamma_{M2,S420} = 1,25$, unter Verwendung von $\beta_w = 0,88$ statt $\beta_w = 1,0$ aus DIN EN 1993-1-8:2010-12, Tabelle 4.1.

$\gamma_{M2,S460} = 1,25$, unter Verwendung von $\beta_w = 0,85$ statt $\beta_w = 1,0$ aus DIN EN 1993-1-8:2010-12, Tabelle 4.1.

Für Injektionsschrauben ist ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich.

Anmerkung: Als bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise gelten:

- europäische technische Zulassungen,
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen,
- die Zustimmung im Einzelfall.

(3)P Für ermüdungsbeanspruchte Anschlüsse müssen zusätzlich die Grundsätze in EN 1993-1-9 gelten.

2.3 Schnittgrößen

(1)P Die für den Tragsicherheitsnachweis von Verbindungen erforderlichen Schnittgrößen müssen nach den Grundsätzen in EN 1993-1-1 ermittelt werden.

2.4 Beanspruchbarkeit von Verbindungen

(1) Die Beanspruchbarkeit einer Verbindung ist in der Regel anhand der Beanspruchbarkeiten ihrer Grundkomponenten zu bestimmen.

(2) Für die Bemessung von Anschlüssen können linear-elastische oder elastisch-plastische Berechnungsverfahren angewendet werden.

(3) Werden zur Aufnahme von Scherbeanspruchungen verschiedene Verbindungsmittel mit unterschiedlichen Steifigkeiten verwendet, so ist in der Regel dem Verbindungsmittel mit der höchsten Steifigkeit die gesamte Belastung zuzuordnen. Eine Ausnahme von dieser Regel ist in 3.9.3 angegeben.

2.5 Annahmen für die Berechnung

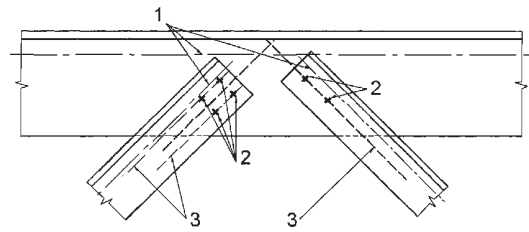
(1)P Bei der Berechnung von Anschlüssen muss eine wirklichkeitsnahe Verteilung der Schnittgrößen angenommen werden. Für die Verteilung der Kräfte und Momente müssen die folgenden Annahmen getroffen werden:

- die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente steht im Gleichgewicht mit den im Anschluss angreifenden Schnittgrößen,
- jedes Element des Anschlusses kann die ihm zugewiesenen Kräfte und Momente übertragen,
- die Verformungen, welche durch diese Verteilung hervorgerufen werden, überschreiten nicht das Verformungsvermögen der Verbindungsmittel oder der Schweißnähte und der angeschlossenen Bauteile,
- die angenommene Verteilung der Kräfte und Momente muss den Steifigkeitsverhältnissen im Anschluss entsprechen,
- die Verformungen, die bei elastisch-plastischen Berechnungsmodellen aus Starrkörperverdrehungen und/oder Verformungen in der Tragwerksebene herühren, sind physikalisch möglich,
- das verwendete Berechnungsmodell steht nicht im Widerspruch zu Versuchsergebnissen, siehe EN 1990.

(2) Die Anwendungsregeln in dieser Norm erfüllen die Annahmen in 2.5(1).

2.6 Schubbeanspruchte Anschlüsse mit Stoßbelastung, Belastung mit Schwingungen oder mit Lastumkehr

(1) Bei schubbeanspruchten Anschlüssen, die Stoßbelastungen oder erheblichen Belastungen aus Schwingungen ausgesetzt sind, sollten nur folgende Anschlussmittel verwendet werden:



Legende

1 Schwerpunktsachsen

2 Verbindungsmittel

3 Bezugsachsen

Bild 2.1. Bezugsachsen

- Schweißnähte;
- Schrauben mit Sicherung gegen unbeabsichtigtes Lösen der Muttern;
- vorgespannte Schrauben;
- Injektionsschrauben;
- andere Schrauben, die Verschiebungen der angeschlossenen Bauteile wirksam verhindern;
- Niete.

(2) Darf in einem Anschluss kein Schlupf auftreten (z. B. wegen Lastumkehr), sind in der Regel entweder gleitfeste Schraubverbindungen der Kategorie B oder C, siehe 3.4, Passschrauben, siehe 3.6.1, Niete oder Schweißnähte zu verwenden.

(3) In Windverbänden und/oder Stabilisierungsverbänden dürfen Schrauben der Kategorie A, siehe 3.4, benutzt werden.

2.7 Exzentrizitäten in Knotenpunkten

(1) Treten in Knotenpunkten Exzentrizitäten auf, so sind in der Regel die Anschlüsse und die angeschlossenen Bauteile für die daraus resultierenden Schnittgrößen zu bemessen. Davon ausgenommen sind Konstruktionen, für die nachgewiesen wurde, dass dies nicht erforderlich ist, siehe 5.1.5.

(2) Bei Anschlüssen von Winkel- oder T-Profilen mit einer oder zwei Schraubenreihen sind in der Regel die Exzentrizitäten nach 2.7(1) zu berücksichtigen. Exzentrizitäten in der Anschlussebene und aus der Anschlussebene heraus sind unter Berücksichtigung der Schwerpunktsachsen der Bauteile und der Bezugsachsen der Verbindung zu ermitteln, siehe Bild 2.1. Für den einschenkligem Schraubenanschluss zugbeanspruchter Winkel kann das vereinfachte Bemessungsverfahren nach 3.10.3 angewendet werden.

Zu 2.4(3)

Die in 3.9.3 aufgeführte Ausnahme betrifft Hybridverbindungen von Schweißnähten und gleitfest vorgespannten Schrauben der Kategorie C (gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit), sofern das endgültige Anziehen der Schrauben nach der vollständigen Ausführung der Schweißarbeiten erfolgt.

Tabelle 3.1. Nennwerte der Streckgrenze f_{yb} und der Zugfestigkeit f_{ub} von Schrauben

Schraubenfestigkeitsklasse	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Anmerkung: Der Einfluss der Exzentrizität auf druckbeanspruchte Winkelprofile in Gitterstäben ist in EN 1993-1-1, Anhang BB 1.2 geregelt.

3 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen

3.1 Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

3.1.1 Allgemeines

(1) Alle Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben müssen in der Regel die Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 erfüllen.

(2) Die Regelungen dieses Teils gelten für Schrauben der in Tabelle 3.1 angegebenen Festigkeitsklassen.

(3) Die Streckgrenzen f_{yb} und die Zugfestigkeiten f_{ub} sind für Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 und 10.9 in Tabelle 3.1 angegeben. Für die Bemessung sind in der Regel diese Werte als charakteristische Werte anzusetzen.

Anmerkung: Im Nationalen Anhang darf die Anwendung bestimmter Schraubenklassen ausgeschlossen werden.

NDP DIN EN 1993-1-8/NA

zu 3.1.1(3) Anmerkung

Die Verwendung von Schrauben der Festigkeitsklassen 4.8, 5.8 und 6.8 sind für die Anwendung im Stahlbau nicht zulässig.

NCI DIN EN 1993-1-8/NA

zu 3.13.1 Schraubverbindungen

Es sind Kopf- und Gewindebolzen nach Tabelle NA.1 zu verwenden. Für Kopf- und Gewindebolzen, die nicht in Tabelle NA.1 aufgeführt sind, sind die Nachweise nach DIN EN 1090-2:2008-12, 5.6.12 zu erbringen.

Bei der Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von Verbindungen mit Kopf- und Gewindebolzen sind für die Bolzenwerkstoffe die in Tabelle NA.1 angegebenen charakteristischen Werte zu verwenden.

Tabelle NA.1. Als charakteristische Werte für Werkstoffe von Kopf- und Gewindebolzen festgelegte Werte

Bolzen	nach	Streckgrenze $f_{y,b,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,b,k}$ N/mm ²
Festigkeitsklasse 4.8	DIN EN ISO 13918	340	420
S235J2+C450	DIN EN ISO 13918	350	450
S235JR, S235JO, S235J2, S355JO, S355J2	DIN EN ISO 10025-2	Werte nach DIN EN 1993-1-1-2010-12, Tabelle 3.1	

NCI DIN EN 1993-1-8/NA

zu Abschnitt 3.1.1 Verzinkte Schrauben

Es sind nur komplette Garnituren (Schrauben, Muttern und Scheiben) eines Herstellers zu verwenden.

Feuerverzinkte Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und 10.9 sowie zugehörige Muttern und Scheiben dürfen nur verwendet werden, wenn sie vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb oder unter seiner Verantwortung im Fremdbetrieb verzinkt wurden.

Andere metallische Korrosionsschutzüberzüge dürfen verwendet werden, wenn

- die Verträglichkeit mit dem Stahl gesichert ist und
 - eine wasserstoffinduzierte Versprödung vermieden wird und
 - ein adäquates Anziehverhalten nachgewiesen wird.
- Galvanisch verzinkte Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 und 10.9 dürfen nicht verwendet werden.

Anmerkung 1: Ein anderer metallischer Korrosionsschutzüberzug ist z. B. die galvanische Verzinkung. Die galvanische Verzinkung bei Schrauben reicht als Korrosionsschutz alleine nur in trockenen Innenräumen (Korrosionskategorie C1 nach DIN EN ISO 12944-2) aus.

Anmerkung 2: Zur Vermeidung wasserstoffinduzierter Versprödung siehe auch DIN 267-9.

Zu NCI zu 3.13.1 Schraubenverbindungen

In Tabelle NA.1 werden die Festigkeiten von Kopf- und Gewindebolzen geregelt. Da für aufgeschweißte Gewindebolzen prinzipiell die gleichen Bemessungsregeln wie für Schrauben gelten, sind die zusätzlichen Informationen aus dem Nationalen Anhang an dieser Stelle aufgenommen worden und nicht in Abschnitt 3.13.1 bei den Bolzenverbindungen angegeben. Für aufgeschweißte Kopfbolzen gilt im Übrigen DIN EN 1994-1-1: Verbundtragwerke aus Stahl und Beton.

3.1.2 Vorgespannte Schrauben

(1) Schraubengarnituren der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 entsprechen, dürfen als vorgespannte Schrauben eingesetzt werden, sofern eine kontrollierte Vorspannung nach Bezugsnormengruppe 7 in 1.2.7 durchgeführt wird.

3.2 Niete

(1) Die Werkstoffkenngrößen, Abmessungen und Toleranzen von Stahl-Nieten müssen in der Regel die Anforderungen der Bezugsnormengruppe 6 in 1.2.6 erfüllen.

3.3 Ankerschrauben

(1) Für Ankerschrauben dürfen die folgenden Werkstoffe verwendet werden:

- Stahlsorten, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 1 in 1.2.1 entsprechen;
- Stahlsorten, welche den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 in 1.2.4 entsprechen;
- Stahlsorten von Bewehrungsstählen, welche den Anforderungen nach EN 10080 entsprechen,

vorausgesetzt, dass der Nennwert der Streckgrenze bei scherbeanspruchten Ankerschrauben den Wert 640 N/mm^2 nicht überschreitet. Ohne Scherbeanspruchung liegt die obere Grenze bei 900 N/mm^2 .

3.4 Kategorien von Schraubenverbindungen

3.4.1 Scherverbindungen

(1) Schraubenverbindungen mit Scherbeanspruchung werden in der Regel für die Bemessung in folgende Kategorien unterteilt:

a) Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung

Zu dieser Kategorie gehören Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9. Vorspannung und besondere Oberflächenbehandlungen sind in der Regel nicht erforderlich. Der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft darf weder den Bemessungswert der Schertragfähigkeit nach 3.6 noch den Bemessungswert des Lochleibungswiderstandes nach 3.6 und 3.7 überschreiten.

b) Kategorie B: Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Zu dieser Kategorie gehören hochfeste vorgespannte Schrauben, welche die Anforderungen nach 3.1.2(1) erfüllen. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf in der Regel kein Gleiten auftreten. Der Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit darf in der Regel den Bemessungswert des Gleitwiderstandes nach 3.9 nicht überschreiten. Der Bemessungswert der einwirkenden Abscherkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit darf in der Regel den Bemessungswert der Schertragfähigkeit nach 3.6 und des Lochleibungswiderstandes nach 3.6 und 3.7 nicht überschreiten.

Zu NCI zu 3.1.1 Verzinkte Schrauben

Mit den Festlegungen im Nationalen Anhang gelten für die Verwendung verzinkter Schrauben die gleichen Anforderungen und Einschränkungen wie schon nach DIN 18800-1 [K6], Element (407).

Im Wesentlichen soll mit den Festlegungen der gerade bei höherfesten Schrauben ab Festigkeitsklasse 8.8 bestehenden Gefahr einer Wasserstoffversprödung begegnet werden. In DIN EN 1090-2 [K8] wird daher auch für feuerverzinkte Verbindungsmittel eine Ausführung der Verzinkung in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 10684 [K15] gefordert, in der auch Vorsichtsmaßnahmen zur Vermeidung einer Wasserstoffversprödung genannt werden. Insbesondere sind möglichst kurze Verweilzeiten in der Beize anzustreben, da in der Beize prozessbedingt atomarer Wasserstoff vorhanden ist und in den Schraubenwerkstoff diffundieren kann. Werden die Schrauben nach der Verzinkung einer mindestens zweistündigen Wärmebehandlung bei Temperaturen von bis zu $200 \text{ }^\circ\text{C}$ unterzogen, lässt sich der Wasserstoff bei Schrauben bis 1000 N/mm^2 Zugfestigkeit weitestgehend austreiben und die Gefahr der Wasserstoffversprödung minimieren. Für Schrauben mit höheren Festigkeiten – also auch für Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 mit Überfestigkeiten – kann die Wasserstoffversprödung nicht sicher ausgeschlossen werden.

Bei der galvanischen Verzinkung entsteht zusätzlich während des Abscheidungsprozesses im galvanischen Bad atomarer Wasserstoff, so dass die Gefahr der Wasserstoffversprödung besonders hoch ist. Aus diesem Grund wird der Einsatz galvanisch verzinkter Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 ausgeschlossen.

Zu 3.1.2(1)

Die Vorspannverfahren zur Aufbringung einer kontrollierten Vorspannung werden in Abschnitt 8.5 der DIN EN 1090-2 und im Anhang A des Nationalen Anhangs zur DIN EN 1993-1-8 geregelt und werden ausführlich im Kapitel 4 des Beitrags von Prof. Schmidt und Prof. Stranghöner im Stahlbaukalender 2011 behandelt [K35].

Zu 3.4

Die Kategorisierung von Schraubverbindungen erfolgt nach DIN EN 1993-1-8 wie auch schon in DIN 18800-1 in Abhängigkeit von der Ausführung und den Beanspruchungen. Neu ist im Vergleich zur DIN 18800-1 die Kategorie C „Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit“. Anders als bei Verbindungen der Kategorie B „Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“ (DIN 18800: GV/GVP-Verbindung) muss bei Verbindungen der Kategorie C sichergestellt werden, dass der Gleitwiderstand $F_{s,Rd}$ auch unter Bemessungslasten nicht überwunden wird.

Die zur DIN EN 1993 gehörende Ausführungsnorm DIN EN 1090-2 bietet für die Ermittlung des Gleitwiderstandes auch Haftreibungszahlen $\mu \geq 0,20$ für unbehandelte, oder lediglich durch Drahtbürsten oder durch Flammstrahlen gereinigte Oberflächen an, so dass auf die nach DIN 18800-7 [K7] noch zwingend erforderliche Vorbehandlung der Kontaktflächen verzichtet werden kann, wenn die erforderlichen Nachweise für die gleitfest vorgespannten Verbindungen mit den reduzierten Haftreibungszahlen geführt werden können. Auf die Haftreibungszahlen sowie die erforderlichen Oberflächenbehandlungen wird in Abschnitt 3.9 noch eingegangen.

Tabelle 3.2. Kategorien von Schraubenverbindungen

Kategorie	Nachweiskriterium	Anmerkungen
Scherverbindungen		
A Scher-/Lochleibungsverbindung	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Keine Vorspannung erforderlich. Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 dürfen verwendet werden.
B Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitwiderstand für Gebrauchstauglichkeit siehe 3.9.
C Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $\Sigma F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. Gleitwiderstand für Tragfähigkeit siehe 3.9. $N_{net,Rd}$ siehe 3.4.1(1)c).
Zugverbindungen		
D Nicht vorgespannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Keine Vorspannung erforderlich. Schrauben der Festigkeitsklassen 4.6 bis 10.9 dürfen verwendet werden. $B_{p,Rd}$ siehe Tabelle 3.4.
E Vorgespannt	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	In der Regel sind hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 oder 10.9 zu verwenden. $B_{p,Rd}$ siehe Tabelle 3.4.
Der Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft $F_{t,Ed}$ sollte Beiträge aus Abstützkräften berücksichtigen, siehe 3.11. Schrauben unter Scher- und Zugbeanspruchung gelten in der Regel die Kriterien, die in Tabelle 3.4 angegeben sind.		

Zu Tabelle 3.2

Die Gleichungen zur Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von einzelnen Schrauben und Nieten sind in Tabelle 3.4 zusammengestellt. Neu ist im Vergleich zur DIN 18800-1 der für zugbeanspruchte Schrauben geforderte Nachweis gegen Durchstanzen ($B_{p,Rd} \geq F_{t,Ed}$), der aber in der Regel bei sinnvoll aufeinander abgestimmten Blechdicken und Schraubendurchmessern nicht maßgebend wird. Das Durchstanzen kann als Schubversagen der Bleche interpretiert werden, wobei der Durchmesser d_m des „kritischen Rundschnittes“ mit dem Mittelwert aus Eckmaß und Schlüsselweite der Schraube angesetzt wird.

Zusätzlich ist für die verbundenen Bauteile in Scherverbindungen der *Kategorien A und B* nach DIN EN 1993-1-1 nachzuweisen, dass die plastische Beanspruchbarkeit des Bruttoquerschnitts und die Zugbeanspruchbarkeit des Nettoquerschnitts längs der kritischen Risslinie größer ist als der Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft. Für Stahlsorten bis S460 ist die Zugbeanspruchbarkeit nach DIN EN 1993-1-1 [K14] Gleichung (6.6) und (6.7) zu bestimmen. Kommen Stahlsorten über S460 bis S700 zum Einsatz, muss nach DIN EN 1993-1-12 der Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} in Gleichung (6.7) durch γ_{M12} ersetzt werden. Empfohlen wird in DIN EN 1993-1-12: $\gamma_{M12} = \gamma_{M2} = 1,25$. Die Empfehlung ist im Nationalen Anhang bestätigt worden.

Wenn für Bauwerke in Erdbebengebieten eine Kapazitätsbemessung gefordert wird, ist sicherzustellen, dass die plastische Zugbeanspruchbarkeit des Bruttoquerschnitts maßgebend wird, vgl. [K46]. Auf den Einsatz von Stahlsorten über S460 sollte dann jedoch verzichtet werden.

Bei Schraubverbindungen der *Kategorie C* ist die Zugbeanspruchbarkeit ausschließlich mit dem maßgebenden Nettoquerschnitt nach DIN EN 1993-1-1 Gleichung (6.8) zu bestimmen.

Für unsymmetrisch angeschlossene Bauteile wie z. B. an nur einem Schenkel angeschlossene Winkel und bei indirekten Anschlüssen gelten die Gleichungen (6.6) bis (6.8) der DIN EN 1993-1-1 nicht. Die Zugbeanspruchbarkeit ist hier nach DIN EN 1993-1-8, Absatz 3.10.3 bzw. 3.10.4, zu bestimmen. Die dort angegebenen Regeln gelten nur für Stahlsorten bis S460 und sind nicht auf höherfeste Stahlsorten übertragbar.