

DIN EN 1993-6**DIN**

ICS 53.020.20; 91.010.30; 91.080.10

Ersatzvermerk
siehe unten**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 6: Kranbahnen;
Deutsche Fassung EN 1993-6:2007 + AC:2009**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 6: Crane supporting structures;
German version EN 1993-6:2007 + AC:2009

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 6: Chemins de roulement;
Version allemande EN 1993-6:2007 + AC:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 1993-6:2007-07;
mit DIN EN 1993-6/NA:2010-12 Ersatz für DIN 4132:1981-02 und DIN 4132 Beiblatt 1:1981-02;
Ersatz für DIN EN 1993-6 Berichtigung 1:2009-09

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

DIN EN 1993-6:2010-12**Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 1993-6:2007 + 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 005-08-01 AA „Kranbahnen“ begleitet.

Die Europäische Norm (EN 1993-6:2007) wurde vom CEN am 12. Juni 2006 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 Mitgliedsstaaten 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.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen AC AC angezeigt.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1993-6:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet;
- b) der Vornormcharakter wurde aufgehoben;
- c) der Text wurde vollständig überarbeitet.

Gegenüber DIN EN 1993-6:2007-07, DIN EN 1993-6 Berichtigung 1:2009-09, DIN 4132:1981-02 und DIN 4132 Beiblatt 1:1981-02 und wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN 120-1: 1936-11xxxx

DIN 120-2: 1936-11

DIN 4132: 1981-02

DIN 4132 Beiblatt 1: 1981-02

DIN V ENV 1993-6: 2001-02

DIN EN 1993-6: 2007-07

DIN EN 1993-6 Berichtigung 1: 2009-09

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 1993-6

April 2007

+AC

Juli 2009

ICS 53.020.20; 91.010.30; 91.080.10

Ersatz für ENV 1993-6:1999

Deutsche Fassung

**Eurocode 3 —
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten —
Teil 6: Kranbahnen**

Eurocode 3 —
Design of steel structures —
Part 6: Crane supporting structures

Eurocode 3 —
Calcul des structures en acier —
Partie 6: Chemins de roulement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Juni 2006 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 1. Juli 2009 in Kraft und wurde in EN 1996-6:2006 eingearbeitet.

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.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Inhalt

Seite

Vorwort	5
1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich	9
1.2 Normative Verweisungen	9
1.3 Annahmen	10
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	10
1.5 Begriffe	10
1.5.1 Horizontale Kranlasten (en: crane surge)	11
1.5.2 Elastomerunterlage (en: elastomeric bearing pad)	11
1.5.3 Horizontalverbindungen (en: surge connector)	11
1.5.4 Horizontalträger (en: surge girder)	11
1.5.5 Prellbock (en: structural end stop)	11
1.6 Symbole	11
2 Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung	11
2.1 Anforderungen	11
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	11
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	11
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit	11
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	12
2.3 Grundlegende Kenngrößen	12
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	12
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	12
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	12
2.5 Versuchsgestützte Bemessung	13
2.6 Lichtraumprofil von Brückenlaufkränen	13
2.7 Hängekrane und Unterflansch-Laufkatzen	13
2.8 Kranprüfungen	13
3 Werkstoffe	13
3.1 Allgemeines	13
3.2 Baustähle	13
3.2.1 Werkstoffeigenschaften	13
3.2.2 Anforderungen an die Duktilität	13
3.2.3 Bruchzähigkeit	13
3.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung	14
3.2.5 Toleranzen	14
3.2.6 Bemessungswerte der Materialkonstanten	14
3.3 Nichtrostende Stähle	14
3.4 Schrauben, Bolzen, Nieten und Schweißnähte	14
3.5 Lager	14
3.6 Weitere Produkte für Kranbahnen	15
3.6.1 Allgemeines	15
3.6.2 Schienenstähle	15
3.6.3 Besondere Verbindungsmittel für Kranschienen	15
4 Dauerhaftigkeit	15
5 Tragwerksberechnung	16
5.1 Statisches System für Tragwerksberechnungen	16
5.1.1 Statisches System und grundlegende Annahmen	16
5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse	16
5.1.3 Bauwerk-Boden Interaktion	16
5.2 Untersuchung von Gesamttragwerken	16
5.2.1 Einflüsse der Tragwerksverformung	16
5.2.2 Stabilität von Tragwerken	16

	Seite
5.3	Imperfektionen..... 16
5.3.1	Grundlagen 16
5.3.2	Imperfektionen für die Tragwerksberechnung 16
5.3.3	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme..... 16
5.3.4	Bauteilimperfektionen..... 17
5.4	Berechnungsmethoden 17
5.4.1	Allgemeines 17
5.4.2	Elastische Tragwerksberechnung 17
5.4.3	Plastische Tragwerksberechnung 17
5.5	Klassifizierung von Querschnitten 17
5.6	Kranbahnträger..... 17
5.6.1	Beanspruchungen aus Kranlasten 17
5.6.2	Tragsystem 17
5.7	Lokale Spannungen im Steg infolge Radlasten auf dem Oberflansch 18
5.7.1	Lokale vertikale Druckspannungen..... 18
5.7.2	Lokale Schubspannungen..... 21
5.7.3	Lokale Biegespannungen im Steg infolge exzentrischer Radlasten 21
5.8	Lokale Biegespannungen im Untergurt infolge Radlasten 22
5.9	Sekundäre Biegemomente in fachwerkartigen Bauteilen 25
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit 26
6.1	Allgemeines 26
6.2	Beanspruchbarkeit von Querschnitten 27
6.3	Stabilitätsnachweise von Bauteilen 27
6.3.1	Allgemeines 27
6.3.2	Biegedrillknicken..... 27
6.4	Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile 27
6.5	Beanspruchbarkeit des Steges gegen Radlasten 28
6.5.1	Allgemeines 28
6.5.2	Länge der starren Lasteinleitung..... 28
6.6	Plattenbeulen 28
6.7	Beanspruchbarkeit des Unterflansches bei Radlasteinleitung 28
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit 32
7.1	Allgemeines 32
7.2	Berechnungsmodelle 32
7.3	Begrenzung der Verformungen und Verschiebungen..... 32
7.4	Begrenzung des Stegblechatmens..... 34
7.5	Elastisches Verhalten 35
7.6	Schwingung des Unterflansches 36
8	Verbindungen und Kranschiene 36
8.1	Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen 36
8.2	Schweißverbindungen 36
8.3	Horizontalverbindungen 36
8.4	Kranschiene..... 37
8.4.1	Schiene material 37
8.4.2	Nutzungsdauer 38
8.4.3	Auswahl der Schienen 38
8.5	Schienebefestigung 38
8.5.1	Allgemeines 38
8.5.2	Starre Befestigungen 38
8.5.3	Bewegliche Befestigungen..... 39
8.6	Schieneverbindungen 39
9	Ermüdungsnachweis 40
9.1	Anforderungen an den Ermüdungsnachweis..... 40
9.2	Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdung..... 40
9.3	Spannungsspektren infolge Ermüdungsbelastung 40
9.3.1	Allgemeines 40

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

	Seite
9.3.2 Vereinfachte Ansätze	41
9.3.3 Lokale Spannungen infolge Radlasten am Obergurt.....	41
9.3.4 Lokale Spannungen infolge Hängekrane	42
9.4 Ermüdungsnachweis.....	42
9.4.1 Allgemeines.....	42
9.4.2 Beanspruchung aus mehreren Kranen	42
9.5 Ermüdungsfestigkeit	43
Anhang A (informativ) Alternative Nachweisverfahren für Biegedrillknicken	44
A.1 Allgemeines	44
A.2 Interaktionsformeln.....	44

Vorwort

Diese Europäische Norm EN 1993-6 + AC:2009, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Kranbahnen* wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den Konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. Das CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes für den Konstruktiven Ingenieurbau zuständig.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm ersetzt ENV 1993-6:1999.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Hintergrund des Eurocode-Programms

1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf 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 diese schließlich ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerungskomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 1980er 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 für den konstruktiven Ingenieurbau umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
EN 1991	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
EN 1992	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauten
EN 1993	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

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).

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

- 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: Mechanischer Widerstand 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 selbst 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/oder von 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

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 Klassen oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Testverfahren, Entwurfsregeln etc.;
 - 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.

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, möglicherweise mit einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

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, indem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Beanspruchungsgruppen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische (geographische, klimatische usw.) Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- die Vorgehensweise, wenn der Eurocode mehrere zur Wahl anbietet;
- Verweise zur Anwendung der Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

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

Die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ müssen konsistent sind. 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 1993-6

EN 1993-6 gibt als einer von insgesamt sechs Teilen von EN 1993 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten“ Prinzipien und Anwendungsregeln für die Sicherheit, die Gebrauchstauglichkeit sowie die Dauerhaftigkeit von Kranbahnen.

EN 1993-6 gibt Bemessungsregeln, die die allgemeinen Regeln der EN 1993-1 ergänzen.

EN 1993-6 ist für Auftraggeber, Tragwerksplaner, Bauausführende sowie Behörden vorgesehen.

EN 1993-6 ist gemeinsam mit EN 1990, EN 1991 und EN 1993-1 zu nutzen. Aspekte, die bereits in diesen Dokumenten behandelt wurden, werden nicht wiederholt.

Die Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und andere Zuverlässigkeitsparameter gelten als Empfehlungen für die Erzielung eines akzeptablen Zuverlässigkeitsniveaus. Es werden dabei angemessene Fachkenntnisse und Qualitätssicherung vorausgesetzt.

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

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Nationaler Anhang zu EN 1993-6

Diese Norm enthält alternative Methoden, Zahlenangaben und Empfehlungen für Beanspruchungsgruppen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden dürfen. Jede nationale Ausgabe von EN 1993-6 sollte einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern erhalten, mit dem die Bemessung und Konstruktion von Kranbahnen, die in dem jeweiligen Land gebaut werden sollen, möglich ist.

Nationale Festlegungen sind bei folgenden Regelungen in EN 1993-6 vorgesehen:

- 2.1.3.2(1)P Nutzungsdauer
- 2.8(2)P Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{F, \text{test}}$ für Kranprüflasten
- 3.2.3(1) Niedrigste Betriebstemperatur bei Hallenkranbahnen
- 3.2.3(2)P Wahl der Zähigkeit für druckbeanspruchte Bauteile
- 3.2.4(1) Tabelle 3.2 Sollwerte Z_{Ed} für Eigenschaften in Dickenrichtung
- 3.6.2(1) Informationen über geeignete Schienen und Schienenstahl
- 3.6.3(1) Informationen über besondere Verbindungsmittel für Schienen
- 6.1(1) Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} für Beanspruchbarkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit
- 6.3.2.3(1) Alternative Bemessungsmethoden für Biegedrillknicken
- 7.3(1) Begrenzungen der Durchbiegungen und Verformungen
- 7.5(1) Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_{M, \text{ser}}$ für Beanspruchbarkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
- 8.2(4) Beanspruchungsgruppen unter "hoher Ermüdungsbelastung"
- 9.1(2) Begrenzung der Lastwechselzahl C_0 ohne Ermüdungsnachweis
- 9.2(1)P Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Ff} für Ermüdungsbelastung
- 9.2(2)P Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mf} für Ermüdungsfestigkeit
- 9.3.3(1) Beanspruchungsgruppen, bei denen Biegung aus Exzentrizität vernachlässigt werden kann
- 9.4.2(5) Schädigungsäquivalente Beiwerte λ_{dup} für Beanspruchung aus mehreren Kranen

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) Dieser Teil 6 von EN 1993 stellt Regeln für den Entwurf und die Bemessung von Kranbahnträgern und anderen Kranbahnen bereit.

(2) Die Regelungen in Teil 6 ergänzen, modifizieren oder ersetzen die entsprechenden Regelungen in EN 1993-1.

(3) Dieser Teil 6 von EN 1993 behandelt Kranbahnen innerhalb und außerhalb von Gebäuden. Dazu gehören Kranbahnen, die durch

a) Brückenlaufkrane, die:

- den Kranbahnträger von oben belasten,
- an den Kranbahnträger angehängt sind oder

b) Unterflansch-Laufkatzen beansprucht werden.

(4) Zusätzlich werden Regeln für Kranbahnausstattungen wie Kranschienen, Prellböcke, Halteklammern, Horizontalträger und Befestigungen festgelegt. Kranschienen, die nicht auf Stahlkonstruktionen montiert sind, und Kranschienen, die für andere Zwecke verwendet werden, werden nicht behandelt.

(5) Krane und alle anderen beweglichen Teile sind ausgeschlossen. Regelungen für Krane sind in prCEN/TS 13001-3-3 gegeben.

(6) Bemessung infolge Erdbeben, siehe EN 1998.

(7) Für die Tragwerksbemessung für den Brandfall, siehe EN 1993-1-2.

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).

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*

EN 1337, *Lager im Bauwesen*

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

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

EN 1991-1-2, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Brandeinwirkungen auf Tragwerke*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

EN 1991-1-5, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen — Temperatureinwirkungen*

EN 1991-1-6, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen — Einwirkungen während der Bauausführung*

EN 1991-1-7, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen — Außergewöhnliche Einwirkungen*

EN 1991-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und anderen Maschinen*

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1993-1-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

EN 1993-1-4, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln — Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*

EN 1993-1-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-5: Plattenbeulen*

EN 1993-1-8, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

EN 1993-1-9, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

EN 1993-1-10, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenauswahl in Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*

EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

prCEN/TS 13001-3-3, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3-3: Grenzzustände und Nachweise; Lauftrad/Schiene-Kontakt*

ISO 11660-5, *Krane — Zugänge, Geländer und Schutzabdeckungen — Teil 5: Brücken- und Portalkrane*

1.3 Annahmen

(1) Zusätzlich zu den Grundlagen von EN 1990 wird vorausgesetzt, dass \boxed{AC} Herstellung und Ausführung $\langle AC \rangle$ von Stahlbauten nach EN 1090-2 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 1993-1-1, 1.5.

(2) Ergänzend zu EN 1991-3 werden in diesem Teil 6 folgende Begriffe verwendet:

1.5.1 Horizontale Kranlasten (en: crane surge)

aus dem Kranbetrieb auf den Kranbahnträger horizontal wirkende dynamische Kräfte in Längs- und/oder Querrichtung

ANMERKUNG Quergerichtete Einwirkungen aus Kranen entsprechen Seitenlasten auf Kranbahnträgern.

1.5.2 Elastomerunterlage (en: elastomeric bearing pad)

Bettungsmaterial aus Elastomer (bewehrtes Material mit großer elastischer Verformungsfähigkeit), das unter Kranschiene verwendet wird

1.5.3 Horizontalverbindungen (en: surge connector)

Verbindung zur Übertragung der horizontalen Krankräfte vom Kranbahnträger oder Horizontalträger zum Auflager

1.5.4 Horizontalträger (en: surge girder)

Träger oder Fachwerkträger zur Aufnahme und Weiterleitung der horizontalen Krankräfte

1.5.5 Prellbock (en: structural end stop)

Bauteil zum Anhalten eines Krans oder eines Hubwerks als Abschluss einer Kranbahn

1.6 Symbole

(1) Die Symbole werden in EN 1993-1-1 und in den entsprechenden Abschnitten dieser EN 1993-6 definiert.

ANMERKUNG Die verwendeten Symbole basieren auf ISO 3898:1987.

2 Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung

2.1 Anforderungen

2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.1.1.

2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.1.2.

2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit

2.1.3.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.1.3.1.

2.1.3.2 Nutzungsdauer

(1)P Die Nutzungsdauer einer Kranbahn muss als der Zeitraum angegeben werden, in dem die Kranbahn voll funktionsfähig ist. Die Nutzungsdauer sollte festgelegt werden (z. B. in einem Inspektions- bzw. Wartungsplan).

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die maßgebende Nutzungsdauer festlegen. Für Kranbahnen wird eine Nutzungsdauer von 25 Jahren empfohlen. Für Kranbahnen, die keiner intensiven Nutzung unterliegen, ist eine Nutzungsdauer von 50 Jahre angemessen.

(2)P Bei temporären Kranbahnen muss die Nutzungsdauer zwischen dem Bauherren und der zuständigen Behörde abgestimmt werden. Dabei muss eine mögliche Wiederverwendung berücksichtigt werden.

(3) Bauteile, die nicht für die gesamte Nutzungsdauer der Kranbahn ausgelegt werden können, siehe Abschnitt 4(6).

2.1.3.3 Dauerhaftigkeit

(1)P Kranbahnen müssen gegen Umwelteinflüsse, Korrosion, Verschleiß und Ermüdung durch geeignete Materialwahl (siehe EN 1993-1-4 und EN 1993-1-10), geeignete bauliche Durchbildung (siehe EN 1993-1-9), redundantes Tragverhalten und geeigneten Korrosionsschutz bemessen werden.

(2)P Bei Bauteilen, die während der Bemessungsdauer ausgetauscht oder neu ausgerichtet werden müssen (z. B. infolge zu erwartender Bodensetzungen), muss dieser Vorgang bei der Bemessung durch geeignete bauliche Durchbildung berücksichtigt und als vorübergehende Bemessungssituation nachgewiesen werden.

2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.2.

2.3 Grundlegende Kenngrößen

2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

(1)P Die charakteristischen Werte der Kraneinwirkungen sind nach EN 1991-3 zu ermitteln.

ANMERKUNG 1 EN 1991-3 enthält Regeln zur Ermittlung der Kraneinwirkungen nach den Festlegungen in EN 13001-1 und EN 13001-2, um den Informationsaustausch mit Kranherstellern zu erleichtern.

ANMERKUNG 2 EN 1991-3 erläutert verschiedene Methoden zur Ermittlung charakteristischer Einwirkungen, abhängig davon, ob während des Zeitpunkts der Bemessung der Kranbahn vollständige Informationen zur Kranspezifikation vorhanden sind oder nicht.

(2)P Andere Einwirkungen auf Kranbahnen sind nach EN 1991-1-1, EN 1991-1-2, EN 1991-1-4, EN 1991-1-5, EN 1991-1-6 oder EN 1991-1-7 zu ermitteln.

(3)P Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsregeln müssen EN 1991-3, Anhang A entnommen werden.

(4) Für Einwirkungen während der Bauzustände siehe EN 1991-1-6.

(5) Für Einwirkungen infolge Bodensetzung siehe EN 1993-1-1, 2.3.1(3) und (4).

2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.3.2.

2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.4.

(2) EN 1991-3, Anhang A enthält Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Lagesicherheit und den Nachweis gegen Abheben von Lagern.

2.5 Versuchsgestützte Bemessung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.5.

2.6 Lichtraumprofil von Brückenlaufkränen

(1) Das Lichtraumprofil zwischen Brückenlaufkran und Kranbahn sowie die Abmessungen aller Zugangsmöglichkeiten zu den Kränen für die Kranführer und das Wartungspersonal sollten ISO 11660-5 entsprechen.

2.7 Hängekrane und Unterflansch-Laufkatzen

(1) \square Bei Unterflanschen \square von Kranbahnträgern, die direkt durch Radlasten aus Hängekränen oder Unterflansch-Laufkatzen belastet sind, ist in der Regel auch ein Spannungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, siehe 7.5, zu führen.

(2) Für solche Flansche sind die Spannungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit in der Regel nach 6.7 nachzuweisen.

2.8 Kranprüfungen

(1) Wird nach der Montage eine Kranprüfung von Brückenlaufkatze oder Unterflansch-Laufkatze auf dem Kranbahnträger durchgeführt, ist in der Regel für alle betroffenen tragenden Bauteile ein Spannungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (siehe 7.5) mit den Kranprüflasten nach EN 1991-3, 2.10 zu führen.

(2)P Für die Kranprüflasten ist an den entsprechenden Stellen ein Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Abschnitt 6 zu führen. Hierbei ist der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{F,test}$ für die Kranprüflasten zu verwenden.

ANMERKUNG Der Wert für \square $\gamma_{F,test}$ \square kann im Nationalen Anhang festgelegt werden. Es wird der Wert 1,1 empfohlen.

3 Werkstoffe

3.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.1.

3.2 Baustähle

3.2.1 Werkstoffeigenschaften

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.1.

3.2.2 Anforderungen an die Duktilität

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.2.

3.2.3 Bruchzähigkeit

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.3(1) und (2).

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

ANMERKUNG Die niedrigste Betriebstemperatur für Kranbahnen innerhalb von Gebäuden darf im Nationalen Anhang festgelegt werden.

(2) Für druckbeanspruchte Bauteile ist ein angemessener Mindestwert der Zähigkeit zu wählen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Informationen zur Wahl der Zähigkeitseigenschaften für druckbeanspruchte Bauteile geben. Es wird empfohlen, in diesem Fall Tabelle 2.1 in EN 1993-1-10 für $\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$ anzuwenden.

(3) Bei der Verwendung von kaltverformten Bauteilen (z. B. infolge Überhöhungen) mit nachträglicher Feuerverzinkung ist bei der Stahlsortenauswahl EN 1461 zu beachten.

3.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.4(1).

ANMERKUNG 1 Besondere Beachtung sollte geschweißten Träger-Stützen-Verbindungen sowie angeschweißten Kopfplatten mit Zugspannung in Dickenrichtung geschenkt werden.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf die maßgebende Zuordnung der Sollwerte Z_{Ed} nach EN 1993-1-10, 3.2(3) zu den Qualitätsklassen der EN 10164 angeben. Für Kranbahnen wird eine Zuordnung nach Tabelle 3.2 empfohlen.

Tabelle 3.2 — Stahlgütewahl nach EN 10164

Sollwert Z_{Ed} nach EN 1993-1-10	Sollwert Z_{Rd} nach EN 10164
≤ 10	-
11 bis 20	Z 15
21 bis 30	Z 25
> 30	Z 35

3.2.5 Toleranzen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.5.

3.2.6 Bemessungswerte der Materialkonstanten

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.6.

3.3 Nichtrostende Stähle

(1) Für nichtrostende Stähle sind die entsprechenden Regelungen in EN 1993-1-4 zu beachten.

3.4 Schrauben, Bolzen, Nieten und Schweißnähte

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.3.

3.5 Lager

(1) Lager sollten EN 1337 entsprechen.

3.6 Weitere Produkte für Kranbahnen

3.6.1 Allgemeines

(1) Teilvorgefertigte oder komplett vorgefertigte Produkte, die bei der Bemessung einer Kranbahn verwendet werden, haben in der Regel der entsprechenden EN-Produktnorm, ETAG oder ETA zu entsprechen.

3.6.2 Schienenstähle

(1) Sowohl speziell angefertigte Kranschienen als auch Eisenbahnschienen sollten aus speziellen Schienenstählen mit genormten Mindestzugfestigkeiten zwischen 500 N/mm^2 und $1\,200 \text{ N/mm}^2$ hergestellt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Informationen über geeignete Schienen und Schienenstähle, abhängig von der Ausgabe der entsprechenden Produktregelungen (EN-Produktnormen, ETAG und ETA) geben.

(2) Flachstahlschienen und andere Schienenquerschnitte dürfen auch aus Baustählen nach 3.2 bestehen.

3.6.3 Besondere Verbindungsmittel für Kranschienen

(1) Besondere Verbindungsmittel für Kranschienen, einschließlich speziell angefertigter Befestigungen und Elastomerunterlagen, sollten nach den entsprechenden Produktnormen für ihre Verwendung geeignet sein.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Informationen über besondere Verbindungsmittel geben, wenn für diese keine passenden Produktregelungen (EN-Produktnorm, ETAG und ETA) existieren.

4 Dauerhaftigkeit

(1) Die Dauerhaftigkeit von Stahlbauten ist allgemein in EN 1993-1-1, 4(1), 4(2) und 4(3) geregelt.

(2) Die Ermüdungsnachweise für Kranbahnen sind in der Regel nach Abschnitt 9 durchzuführen.

(3) Wird zur Berechnung der Festigkeit oder Steifigkeit des Kranbahnträgers die Kranschiene als mittragender Teilquerschnitt berücksichtigt, sind in der Regel bei der Ermittlung der Eigenschaften dieser zusammengesetzten Querschnitte geeignete Toleranzen für den Verschleiß anzunehmen, siehe 5.6.2(2) und 5.6.2(3).

(4) Bei zu erwartenden Einwirkungen durch Bodensetzungen oder Erdbeben sollten Toleranzen für vertikale und horizontale Zwangsverformungen mit dem Kranhersteller vereinbart sowie in den Inspektions- und Wartungsplänen dokumentiert werden.

(5) Die erwarteten Zwangsverformungen sollten durch eine geeignete bauliche Durchbildung mit Möglichkeiten der Nachjustierbarkeit berücksichtigt werden.

(6) Bauteile, die nicht mit ausreichender Sicherheit für die Nutzungsdauer nachgewiesen werden können, sollten austauschbar sein. Solche Bauteile können sein:

- Dehnfugen;
- Kranschienen und ihre Befestigungen;
- Elastomerunterlagen;
- Verbindungen zur Übertragung von horizontalen Krankräften.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

5 Tragwerksberechnung

5.1 Statisches System für Tragwerksberechnungen

5.1.1 Statisches System und grundlegende Annahmen

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.1.1(1), (2) und (3).
- (2) Zur Berücksichtigung von Schubverzerrungen bzw. Plattenbeulen siehe EN 1993-1-5.

5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.1.2(1), (2) und (3).
- (2) Die Berechnung von ermüdungsbeanspruchten Anschlüssen sollte so ausgeführt werden, dass eine ausreichende Lebensdauer nach EN 1993-1-9 nachgewiesen werden kann.

ANMERKUNG Bei Kranbahnen sollten wechselnd auf Schub beanspruchte Schraubenverbindungen entweder mit Passschrauben ausgeführt werden oder mit vorgespannten Schrauben, die gleitfest im Grenzzustand der Tragfähigkeit bemessen sind, siehe Kategorie C nach EN 1993-1-8.

5.1.3 Bauwerk-Boden Interaktion

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.1.3.

5.2 Untersuchung von Gesamttragwerken

5.2.1 Einflüsse der Tragwerksverformung

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.1.

5.2.2 Stabilität von Tragwerken

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.2.

5.3 Imperfektionen

5.3.1 Grundlagen

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.1.

5.3.2 Imperfektionen für die Tragwerksberechnung

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.2.
- (2) Die Imperfektionen für die Tragwerksberechnung müssen nicht mit den Exzentrizitäten nach EN 1991-3, 2.5.2.1(2) kombiniert werden.

5.3.3 Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.3.

5.3.4 Bauteilimperfectionen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.4.

(2) Die Bauteilimperfectionen müssen nicht mit den Exzentrizitäten nach EN 1991-3, 2.5.2.1(2) kombiniert werden.

5.4 Berechnungsmethoden

5.4.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.4.1.

(2) Für Kranbahnen, bei denen der Ermüdungsnachweis zu führen ist, wird eine elastische Tragwerksberechnung empfohlen. Für Kranbahnträger, die im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf Grundlage einer plastischen Tragwerksberechnung bemessen werden, ist in der Regel auch ein Spannungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu führen, siehe 7.5.

5.4.2 Elastische Tragwerksberechnung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.4.2.

5.4.3 Plastische Tragwerksberechnung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.4.3 und 5.6.

5.5 Klassifizierung von Querschnitten

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.5.

5.6 Kranbahnträger

5.6.1 Beanspruchungen aus Kranlasten

(1) Bei der Bemessung von Kranbahnträgern sollten die folgenden Schnittgrößen aus Kranlasten berücksichtigt werden:

- zweiachsige Biegung aus vertikalen Einwirkungen und horizontalen Seitenlasten;
- einachsiger Druck oder Zug aus längsgerichteten horizontalen Einwirkungen;
- Torsion infolge von horizontalen Seitenlasten, die bezogen auf den Schubmittelpunkt des Trägerquerschnitts exzentrisch wirken;
- vertikale und horizontale Querkräfte aus vertikalen Einwirkungen und Seitenlasten.

(2) Außerdem sind in der Regel lokale Spannungen infolge Radlasten zu berücksichtigen.

5.6.2 Tragsystem

(1) Werden Kranschiene unter Verwendung von Passschrauben, vorgespannten Schrauben bei Anschlüssen der Kategorie C (gleitfest bemessen im Grenzzustand der Tragfähigkeit, siehe EN 1993-1-8, 3.4.1) oder Schweißnähten schubstarr am Oberflansch befestigt, darf die Kranschiene als Querschnittsteil bei der Berechnung des Querschnittswiderstands berücksichtigt werden. Die Schrauben oder Schweißnähte sollten so bemessen werden, dass sie die durch Biegemomente infolge der vertikalen und horizontalen

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Einwirkungen entstehenden Längsschubkräfte zusammen mit den Kräften infolge horizontaler Kraneinwirkungen aufnehmen können.

(2) Zur Berücksichtigung der Kranschieneabnutzung sollte bei der Berechnung der Querschnittswerte die Nennhöhe der Kranschiene reduziert werden. Diese Abminderung sollte im Allgemeinen 25 % der in Bild 5.1 definierten Mindestnennstärke t_r unterhalb der Abnutzungsfläche betragen, sofern im Wartungsplan keine anderweitigen Angaben angegeben sind, siehe 4(3).

(3) Beim Ermüdungsnachweis braucht nur die Hälfte der in Absatz (2) gegebenen Abminderung berücksichtigt zu werden.

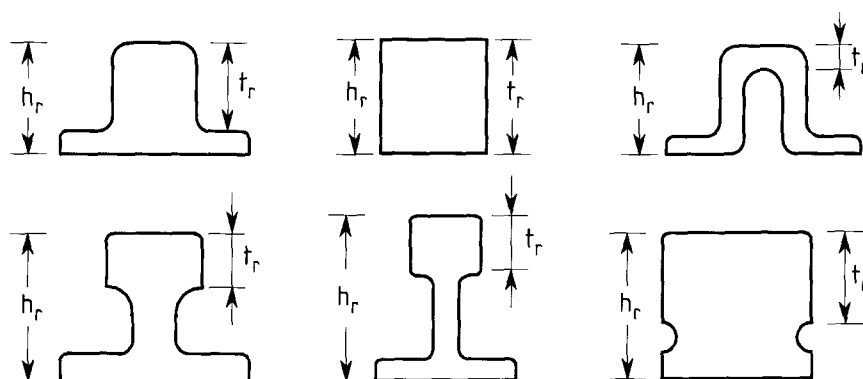


Bild 5.1 — Mindestdicke t_r unterhalb der Abnutzungsfläche der Kranschiene

- (4) Es darf angenommen werden, dass Kranlasten wie folgt abgetragen werden (gilt nicht für Kastenträger):
- vertikale Radlasten werden durch den unter der Kranschiene liegenden Kranbahn-/ Hauptträger aufgenommen;
 - Seitenlasten aus aufgesetzten Brückenlaufkranen werden durch den Oberflansch des Kranbahnträgers oder einen Horizontalträger aufgenommen;
 - Seitenlasten aus Hängekranen oder Unterflansch-Laufkatzen werden vom Unterflansch aufgenommen;
 - Torsionsmomente werden in ein horizontales Kräftepaar umgewandelt, das auf den Ober- und Unterflansch wirkt.
- (5) Alternativ zu Absatz (4) können die Torsionseinwirkungen wie in EN 1993-1-1 berücksichtigt werden.
- (6) Windlasten im Betrieb F_{W}^* und horizontale Kranlasten $H_{T,3}$ infolge Anfahren oder Bremsen der Laufkatze oder der Unterflansch-Laufkatzen sollten bei Spurkranzführung des Krans im Verhältnis der Seitensteifigkeiten der Kranbahnträger aufgeteilt werden. Bei Laufrollenführung hingegen sollten sie dem Kranbahnträger auf nur einer Seite zugeteilt werden.

5.7 Lokale Spannungen im Steg infolge Radlasten auf dem Oberflansch

5.7.1 Lokale vertikale Druckspannungen

(1) Die lokale vertikale Druckspannung $\sigma_{oz,Ed}$ im Steg infolge Radlasten auf dem Oberflansch, siehe Bild 5.2, kann wie folgt ermittelt werden:

$$\sigma_{oz,Ed} = \frac{F_{z,Ed}}{l_{eff} t_w} \quad (5.1)$$

Dabei ist

- $F_{z,Ed}$ der Bemessungswert der Radlast;
 l_{eff} die effektive Lastausbreitungslänge;
 t_w die Dicke des Stegblechs.

- (2) Die effektive Lastausbreitungslänge l_{eff} über die die vertikale Druckspannung $\sigma_{oz,Ed}$ infolge einer einzelnen Radlast gleichmäßig verteilt angenommen werden darf, kann unter Verwendung der Tabelle 5.1 ermittelt werden. Die Kranschieneabnutzung ist in der Regel nach 5.6.2(2) und 5.6.2(3) zu berücksichtigen.
- (3) Wenn der Abstand x_w zwischen den Mittelpunkten benachbarter Kranräder kleiner als l_{eff} ist, sollten die Spannungen aus beiden Rädern überlagert werden.

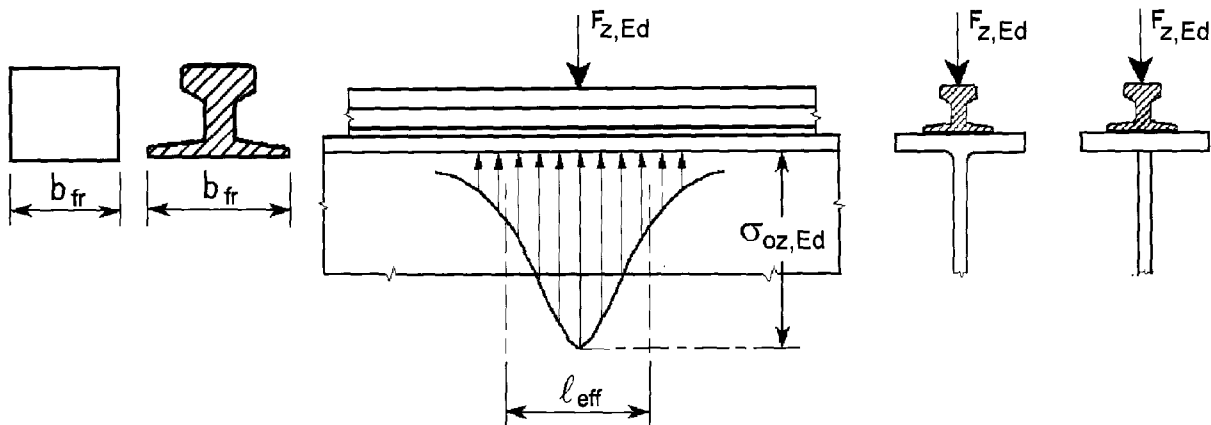
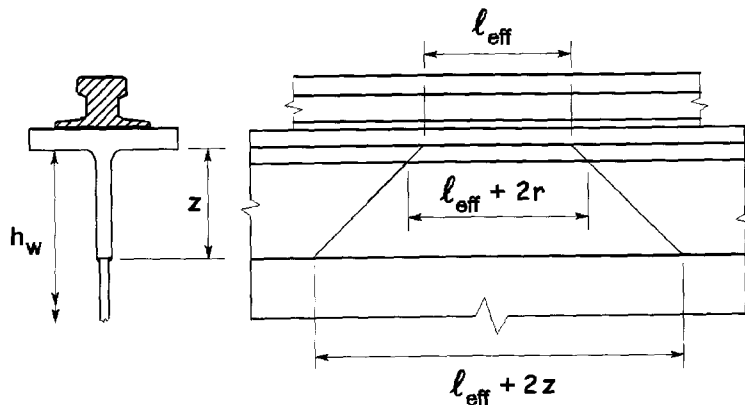


Bild 5.2 — Effektive Lastausbreitungslänge l_{eff}

- (4) Bei der Berechnung der vertikalen lokalen Spannung $\sigma_{oz,Ed}$ in horizontalen Schnitten des Steges kann für jede Radlast, ausgehend von der wirksamen Lastausbreitungslänge l_{eff} an der Unterkante des Oberflansches, ein Lastausbreitungswinkel von 45° angenommen werden, siehe Bild 5.3. Wenn die gesamte Lastausbreitungslänge den Abstand x_w zwischen zwei benachbarten Rädern überschreitet, sind die Spannungen der beiden Räder entsprechend zu überlagern.
- (5) Außerhalb des Auflagerbereiches sollte die mit dieser Länge berechnete vertikale lokale Spannung $\sigma_{oz,Ed}$ mit dem Reduktionsfaktor $[1 - (z/h_w)^2]$ multipliziert werden. Dabei ist h_w die Gesamthöhe des Steges und z der Abstand unterhalb der Unterkante des Oberflansches, siehe Bild 5.3.
- (6) In Auflagernähe sollte die vertikale Druckspannung der Auflagerkraft in einer ähnlichen Weise ermittelt und der größere Wert der Spannung $\sigma_{oz,Ed}$ verwendet werden.

Tabelle 5.1 — Effektive Lastausbreitungslänge l_{eff}

Fall	Beschreibung	Effektive Lastausbreitungslänge l_{eff}
(a)	Kranschiene schubstarr am Flansch befestigt	$l_{\text{eff}} = 3,25 [I_{\text{rf}} / t_{\text{w}}]^{1/3}$
(b)	Kranschiene nicht schubstarr am Flansch befestigt	$l_{\text{eff}} = 3,25 [(I_{\text{r}} + I_{\text{f,eff}}) / t_{\text{w}}]^{1/3}$
(c)	Kranschiene auf einer mind. 6mm dicken nachgiebigen Elastomerunterlage	$l_{\text{eff}} = 4,25 [(I_{\text{r}} + I_{\text{f,eff}}) / t_{\text{w}}]^{1/3}$
$I_{\text{f,eff}}$	Flächenmoment zweiten Grades um die horizontale Schwerlinie des Flansches mit der effektiven Breite b_{eff}	
I_{r}	Flächenmoment zweiten Grades um die horizontale Schwerlinie der Schiene	
I_{rf}	Flächenmoment zweiten Grades um die horizontale Schwerlinie des zusammengesetzten Querschnitts einschließlich der Schiene und des Flansches mit der effektiven Breite b_{eff}	
t_{w}	Stegdicke	
$b_{\text{eff}} = b_{\text{fr}} + h_{\text{r}} + t_{\text{f}}$ aber $b_{\text{eff}} \leq b$		
Dabei ist		
b die Gesamtbreite des Obergurtes;		
b_{fr} die Breite des Schienenfußes, siehe Bild 5.2;		
h_{r} die Schienenhöhe, siehe Bild 5.1;		
t_{f} die Flanschdicke.		
ANMERKUNG Der Verschleiß der Kranschiene wird bei der Bestimmung von I_{r} , I_{rf} und h_{r} berücksichtigt, siehe 5.6.2(2) und 5.6.2(3).		

Bild 5.3 — Ausbreitung der effektiven Lastausbreitungslänge l_{eff} unter 45°

5.7.2 Lokale Schubspannungen

(1) Infolge Radlast entsteht die maximal wirkende lokale Schubspannung auf beiden Seiten der Radlast, die maximale vertikale lokale Spannung entsteht im Steg direkt unterhalb der Radlast. Diese maximal wirkende lokale Schubspannung $\tau_{\text{oxz,Ed}}$ darf zu 20 % der im Steg wirkenden maximalen vertikalen lokalen Spannung $\sigma_{\text{oz,Ed}}$ angenommen werden.

(2) Die lokale Schubspannung $\tau_{\text{oxz,Ed}}$ sollte an allen Punkten zusätzlich zu der globalen Schubspannung aus derselben Radlast berücksichtigt werden, siehe Bild 5.4. Die zusätzliche Schubspannung $\tau_{\text{oxz,Ed}}$ darf in horizontalen Schnitten im Steg unterhalb $z = 0,2h_w$ vernachlässigt werden, mit h_w und z wie in 5.7.1(5) definiert.

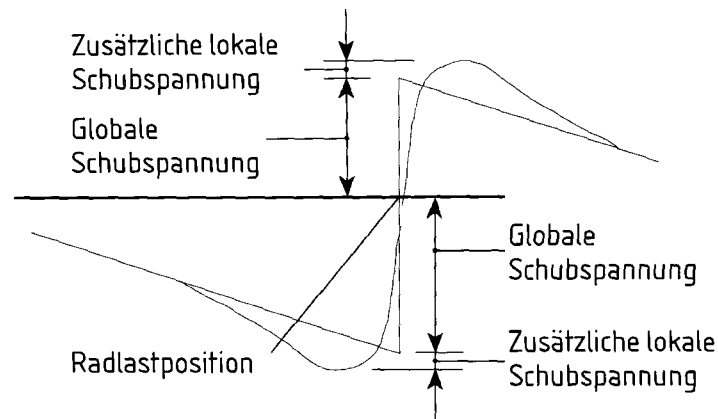


Bild 5.4 — Lokale und globale Schubspannungen infolge einer Radlast

5.7.3 Lokale Biegespannungen im Steg infolge exzentrischer Radlasten

(1) Bei querausgesteiften Stegblechen dürfen die Biegespannungen $\sigma_{\text{T,Ed}}$ aus dem Torsionsmoment infolge seitlicher Exzentrizität der Radlast wie folgt ermittelt werden:

$$\sigma_{\text{T,Ed}} = \frac{6T_{\text{Ed}}}{at_w^2} \eta \tanh(\eta) \quad (5.2)$$

mit:

$$\eta = \left[\frac{0,75 at_w^3}{I_t} \times \frac{\sinh^2(\pi h_w / a)}{\sinh(2\pi h_w / a) - 2\pi h_w / a} \right]^{0,5} \quad (5.3)$$

Dabei ist

a der Abstand der Quersteifen im Steg;

h_w die Gesamthöhe des Steges als lichter Abstand zwischen den Flanschen;

I_t das Torsionsträgheitsmoment des Flansches (einschließlich der Schiene, falls sie schubstarr befestigt ist).

(2) Das Torsionsmoment T_{Ed} infolge seitlicher Exzentrizität e_y der Radlast $F_{z,\text{Ed}}$ (siehe Bild 5.5) sollte wie folgt ermittelt werden:

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

$$T_{Ed} = F_{z,Ed} \cdot e_y \quad (5.4)$$

Dabei ist

e_y die Exzentrizität e der Radlast nach EN 1991-3, 2.5.2.1(2), wobei $e_y \geq 0,5 t_w$;

t_w die Blechdicke des Stegs.

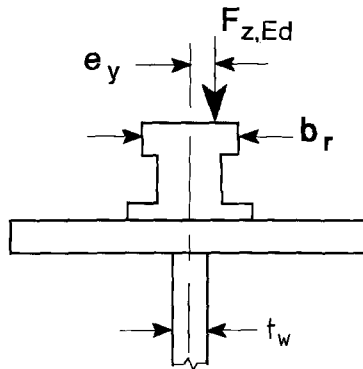


Bild 5.5 — Torsion des Obergurtes

5.8 Lokale Biegespannungen im Untergurt infolge Radlasten

(1) Zur Ermittlung der lokalen Biegespannungen infolge Radlasteinleitung im Unterflansch eines I-Trägers kann das folgende Berechnungsverfahren angewendet werden.

(2) Erfolgt die Lasteinleitung in einem Abstand größer als b vom Trägerende (dabei ist b die Flanschbreite), können die Biegespannungen an den folgenden drei, in Bild 5.6 markierten Stellen ermittelt werden:

- Stelle 0: am Übergang vom Steg zum Flansch;
- Stelle 1: in der Schwerlinie der Lasteinleitung;
- Stelle 2: an der äußeren Flanschkante.

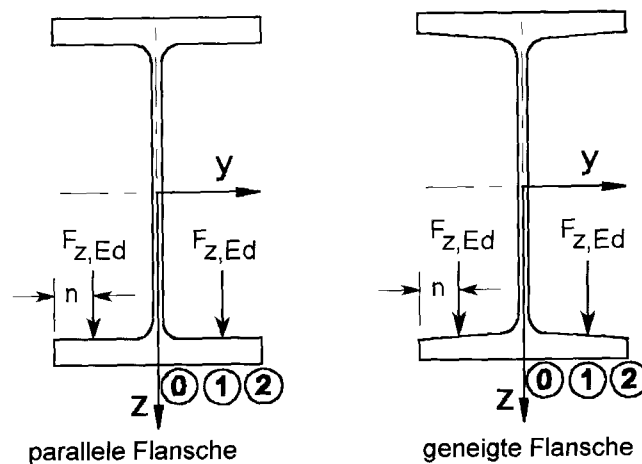


Bild 5.6 — Stellen zur Bestimmung der Spannungen infolge Radlasten

(3) Erfolgt die Radlasteinleitung in einem Abstand größer b vom Trägerende, und ist der Abstand x_w zwischen benachbarten Rädern nicht kleiner als $1,5b$, dann sollten die lokale Längsbiegespannung $\sigma_{ox,Ed}$ und die Querbiegespannung $\sigma_{oy,Ed}$ im Unterflansch wie folgt ermittelt werden:

$$\sigma_{ox,Ed} = c_x F_{z,Ed} / t_l^2 \quad (5.5)$$

$$\sigma_{oy,Ed} = c_y F_{z,Ed} / t_l^2 \quad (5.6)$$

Dabei ist

$F_{z,Ed}$ die vertikale Radlast;

t_l die Blechdicke des Flansches in der Schwerlinie der Lasteinleitung.

(4) Im Allgemeinen dürfen die Koeffizienten c_x und c_y zur Bestimmung der Längs- und Querbiegespannungen an den drei in Bild 5.6 festgelegten Stellen 0, 1 und 2 mit Hilfe von Tabelle 5.2 bestimmt werden. Dies erfolgt in Abhängigkeit davon, ob der Träger parallele oder geneigte Flansche hat, sowie von dem Verhältniswert μ :

$$\mu = 2n / (b - t_w) \quad (5.7)$$

Dabei ist

n der Abstand der Schwerlinie der Last zur äußeren Flanschkante;

t_w die Blechdicke des Steges.

Tabelle 5.2 — Koeffizienten c_{xi} und c_{yi} zur Bestimmung der Spannungen an den Stellen 0, 1 und 2

Spannung	Parallele Flansche	Geneigte Flansche (siehe Anmerkung)
Längsbiegespannung $\sigma_{ox,Ed}$	$c_{x0} = 0,050 - 0,580\mu + 0,148e^{3,015\mu}$	$c_{x0} = -0,981 - 1,479\mu + 1,120e^{1,322\mu}$
	$c_{x1} = 2,230 - 1,490\mu + 1,390e^{-18,33\mu}$	$c_{x1} = 1,810 - 1,150\mu + 1,060e^{-7,700\mu}$
	$c_{x2} = 0,730 - 1,580\mu + 2,910e^{-6,000\mu}$	$c_{x2} = 1,990 - 2,810\mu + 0,840e^{-4,690\mu}$
Querbiegespannung $\sigma_{oy,Ed}$	$c_{y0} = -2,110 + 1,977\mu + 0,0076e^{6,530\mu}$	$c_{y0} = -1,096 + 1,095\mu + 0,192e^{-6,000\mu}$
	$c_{y1} = 10,108 - 7,408\mu - 10,108e^{-1,364\mu}$	$c_{y1} = 3,965 - 4,835\mu - 3,965e^{-2,675\mu}$
	$c_{y2} = 0,0$	$c_{y2} = 0,0$
Vorzeichenkonvention: c_{xi} und c_{yi} sind positiv bei Zugspannungen an der Flanschunterseite.		
ANMERKUNG Die Koeffizienten für geneigte Flansche gelten für eine Neigung von 14 % oder 8°. Für Träger mit größerer Flanschneigung liegen sie auf der sicheren Seite. Für Träger mit geringerer Neigung ist eine konservative Annahme, die Koeffizienten für Träger mit parallelen Flanschen zu verwenden. Als Alternative darf linear interpoliert werden.		

(5) Alternativ dürfen bei Radlasten, die nahe der äußeren Flanschkante eingeleitet werden, die in Tabelle 5.3 angegebenen Werte der Koeffizienten c_x und c_y verwendet werden.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Tabelle 5.3 — Koeffizienten zur Berechnung der Spannungen nahe der äußeren Flanschseite

Spannung	Koeffizient	Parallele Flansche		Geneigte Flansche (siehe Anmerkung)
		$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,15$
Längsbiegespannung $\sigma_{ox,Ed}$	c_{x0}	0,2	0,2	0,2
	c_{x1}	2,3	2,1	2,0
	c_{x2}	2,2	1,7	2,0
Querbiegespannung $\sigma_{oy,Ed}$	c_{y0}	-1,9	-1,8	-0,9
	c_{y1}	0,6	0,6	0,6
	c_{y2}	0,0	0,0	0,0

Vorzeichenkonvention: c_{xi} und c_{yi} sind positiv bei Zugspannungen an der Flanschunterseite.

ANMERKUNG Die Koeffizienten für geneigte Flansche gelten für eine Neigung von 14% oder 8°. Für Träger mit größerer Flanschneigung liegen sie auf der sicheren Seite. Für Träger mit geringerer Neigung ist eine konservative Annahme, die Koeffizienten für Träger mit parallelen Flanschen zu verwenden. Als Alternative darf linear interpoliert werden.

(6) Sofern keine genaueren Werte bekannt sind, sollte die lokale Biegespannung $\sigma_{oy,end,Ed}$ infolge Radlasteinleitung in einem unverstärkten Unterflansch an einem rechtwinkligen Trägerende wie folgt ermittelt werden:

$$\sigma_{oy,end,Ed} = (5,6 - 3,225\mu - 2,8\mu^3) \frac{Fz,Ed}{t_f^2} \quad (5.8)$$

Dabei ist t_f die mittlere Nenndicke des Flansches.

(7) Alternativ darf angenommen werden, dass die lokale Biegespannung $\sigma_{oy,end,Ed}$ die Werte von $\sigma_{ox,Ed}$ und $\sigma_{oy,Ed}$ aus Absatz (3) oder Absatz (5) nicht übersteigt, wenn der Unterflansch am Trägerende durch ein aufgeschweißtes Blech ähnlicher Dicke verstärkt ist, das über die Breite b des Flansches und in Trägerlängsrichtung mindestens über eine Länge b hinausreicht, siehe Bild 5.7.

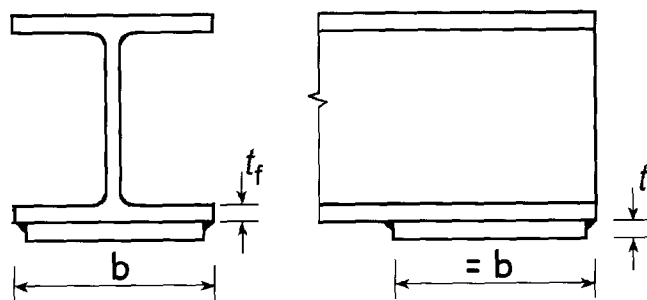


Bild 5.7 — Mögliche Verstärkung des Unterflansches am Trägerende

(8) Wenn der Abstand x_w zwischen zwei benachbarten Radlasten kleiner als $1,5b$ ist und keine besonderen Maßnahmen zur Bestimmung der lokalen Spannungen durchgeführt werden (z. B. Versuche, siehe 2.5), dürfen als konservativer Ansatz die für jedes Rad getrennt berechneten Spannungen überlagert werden.

5.9 Sekundäre Biegemomente in fachwerkartigen Bauteilen

- (1) In Fachwerkträgern, fachwerkartigen Horizontalträgern und sonstigen fachwerkartigen Aussteifungssystemen dürfen die Wirkungen von sekundären Anschlussmomenten aus der Steifigkeit der Verbindungen durch die k_1 -Faktoren nach EN 1993-1-9, 4(2) berücksichtigt werden.
- (2) Bei Stäben mit offenem Querschnitt dürfen die k_1 -Faktoren aus Tabelle 5.4 verwendet werden.
- (3) Bei Stäben aus Hohlprofilen mit geschweißten Knoten dürfen die k_1 -Faktoren aus EN 1993-1-9, Tabellen 4.1 und 4.2 verwendet werden.

Tabelle 5.4 — Beiwerte k_1 zur Berücksichtigung sekundärer Spannungen in Stäben mit offenem Querschnitt

(a) Fachwerkträger, die nur an den Knoten belastet sind			
Wertebereich von L/y	$L/y \leq 20$	$20 < L/y < 50$	$L/y \geq 50$
Gurtstäbe Rand- und Füllstäbe	1,57	$\frac{1,1}{0,5 + 0,01L/y}$	1,1
Hilfsstäbe, siehe Anmerkung	1,35	1,35	1,35
(b) Fachwerkträger mit Gurtstäben, die zwischen den Knoten belastet sind			
Wertebereich von L/y	$L/y < 15$	$L/y \geq 15$	
Belastete Gurtstäbe	$\frac{0,4}{0,25 + 0,01L/y}$	1,0	
Unbelastete Gurtstäbe Hilfsstäbe, siehe Anmerkung	1,35	1,35	
Randstäbe	2,50	2,50	
Füllstäbe	1,65	1,65	
Legende			
L	Länge des Stabes zwischen den Knoten;		
y	In der Fachwerkebene der senkrechte Abstand zwischen der Schwerlinie des Stabes und der maßgebenden Stabaußenkante, der wie folgt anzunehmen ist:		
	– Druckgurt: gegen Krafrichtung;		
	– Zuggurt: in Krafrichtung;		
	– andere Teile: der größere der beiden Abstände.		
ANMERKUNG Als Hilfsstäbe werden hier Stäbe bezeichnet, die verwendet werden, um die Knicklänge anderer Bauteile zu reduzieren oder äußere Lasten zu den Knoten weiterzuleiten. Bei einer Schnittgrößenberechnung unter der Annahme gelenkiger Knoten werden die Kräfte in den Hilfsstäben nicht durch an anderen Knoten angreifende Lasten beeinflusst, obwohl sie in der Praxis durch sekundäre Anschlussmomente aus der Steifigkeit der Verbindungen und der Durchlaufwirkung des Gurtstabes beeinflusst werden.			

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

6 Grenzzustände der Tragfähigkeit

6.1 Allgemeines

(1) Die zu verwendenden Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} für die verschiedenen charakteristischen Werte der Beanspruchbarkeit im Teil 6 sind in Tabelle 6.1 aufgeführt.

Tabelle 6.1 — Teilsicherheitsbeiwerte für die Beanspruchbarkeit

(a) Beanspruchbarkeit von Bauteilen und Querschnitten	
Querschnittswiderstand bei ausgeprägtem Fließen einschließlich lokalem Beulen	γ_{M0}
Bauteilwiderstand bei Stabilitätsversagen (bei Anwendung von Bauteilnachweisen)	γ_{M1}
Querschnittswiderstand bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	γ_{M2}
(b) Beanspruchbarkeit von Verbindungen	
Beanspruchbarkeit von Schrauben	
Beanspruchbarkeit von Nieten	
Beanspruchbarkeit von Bolzen im Grenzzustand der Tragfähigkeit	
Beanspruchbarkeit von Schweißnähten	
Beanspruchbarkeit von Blechen auf Lochleibung	γ_{M2}
Gleitwiderstand:	
– im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C)	γ_{M3}
– im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B)	$\gamma_{M3,ser}$
Lochleibungsbeanspruchbarkeit einer Injektionsschraube	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}

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} für die Beanspruchbarkeit von Kranbahnen festlegen. Folgende Werte werden empfohlen.

$$\begin{aligned} \gamma_{M0} &= 1,00 \\ \gamma_{M1} &= 1,00 \\ \gamma_{M2} &= 1,25 \\ \gamma_{M3} &= 1,25 \\ \gamma_{M3,ser} &= 1,10 \\ \gamma_{M4} &= 1,00 \\ \gamma_{M5} &= 1,00 \\ \gamma_{M6,ser} &= 1,00 \\ \gamma_{M7} &= 1,10 \end{aligned}$$

6.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitten

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.

6.3 Stabilitätsnachweise von Bauteilen

6.3.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.

6.3.2 Biegedrillknicken

6.3.2.1 Allgemeines

(1) Beim Biegedrillknicknachweis eines Kranbahnträgers sollten die Torsionsmomente infolge von vertikalen Einwirkungen und horizontalen Seitenkräften, die, bezogen auf den Schubmittelpunkt, exzentrisch angreifen, berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Verfahren nach EN 1993-1-1, 6.3 berücksichtigen keine Torsionsmomente.

6.3.2.2 Rechnerischer Ansatz der Radlasten beim Biegedrillknicknachweis

(1) Bei Kranbahnträgern, bei denen die Lasten über eine Kranschiene ohne elastische Unterlage eingeleitet werden, darf die stabilisierende Wirkung infolge einer Querschnittsverdrehung berücksichtigt werden. Diese Querschnittsverdrehung entsteht durch die horizontale Verschiebung des Lastenleitungspunktes auf der Kranschiene. Bei Trägern mit unverstärktem oder verstärktem I-Querschnitt darf auf eine genauere Berechnung verzichtet werden, wenn auf der sicheren Seite liegend angenommen wird, dass die vertikale Radlast im Schubmittelpunkt angreift.

(2) Erfolgt die Radlastenleitung über Schienen auf einer elastischen Unterlage oder direkt auf den Obergurt des Kranbahnträgers, dann sollte die in Absatz (1) beschriebene Vereinfachung nicht angesetzt werden. In diesen Fällen sollte der Lastenleitungspunkt für die vertikalen Radlasten in Höhe der Flanschoberkante angenommen werden.

(3) Bei Unterflansch-Laufkatzen und Hängekranen sollte die stabilisierende Wirkung der Radlastenleitung in den Unterflansch berücksichtigt werden. Aufgrund möglicher Einflüsse von schwingenden Hublasten sollte, ohne genauere Untersuchungen, der Lastenleitungspunkt der vertikalen Radlast nicht unterhalb der Oberseite des Untergurtes angenommen werden.

6.3.2.3 Nachweisverfahren

(1) Der Biegedrillknicknachweis eines als Einfeldträger gelagerten Kranbahnträgers darf als Nachweis gegen Biegeknicken eines Druckstabes mit einer Querschnittsfläche aus Druckgurt und einem Fünftel des Steges geführt werden. Die nachzuweisende Drucknormalkraft berechnet sich aus dem Biegemoment infolge vertikaler Einwirkungen dividiert durch den Abstand zwischen den Flanschschwerpunkten. Das Biegemoment infolge horizontaler Seitenlasten sollte zusammen mit den Torsionseinwirkungen ebenfalls berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf alternative Nachweisverfahren festlegen. Es wird das im Anhang A angegebene Verfahren empfohlen.

6.4 Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.4.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

6.5 Beanspruchbarkeit des Steges gegen Radlasten

6.5.1 Allgemeines

- (1) Für den Steg eines Kranbahnträgers mit aufgesetztem Brückenlaufkran ist in der Regel ein Nachweis für die Querlasten aus Radlasten zu führen.
- (2) Bei diesem Nachweis dürfen die Einwirkungen aus der seitlichen Ausmitte der Radlasten vernachlässigt werden.
- (3) Die Beanspruchbarkeit eines Trägersteges für Querlasten, die über \overline{AC} Oberflansche \overline{AC} eingeleitet werden, sollte für gewalzte und geschweißte Träger nach EN 1993-1-5, Abschnitt 6 bestimmt werden.
- (4) Bei Interaktion zwischen Querlasten und Momenten sowie Normalkräften, siehe EN 1993-1-5, 7.2.

6.5.2 Länge der starren Lasteinleitung

- (1) Infolge einer Radlast, die über eine Schiene eingeleitet wird, kann die sich an der Oberkante des Obergurtes ergebende Länge der starren Lasteinleitung s_s , nach EN 1993-1-5, wie folgt bestimmt werden:

$$s_s = l_{\text{eff}} - 2 t_f \quad (6.1)$$

Dabei ist

l_{eff} die wirksame Lastausbreitungslänge an der Unterkante des Obergurtes nach Tabelle 5.1;

t_f die Flanschdicke.

6.6 Plattenbeulen

- (1) Bei \overline{AC} Profilen \overline{AC} sind in der Regel für das Plattenbeulen die Regelungen der EN 1993-1-5 anzuwenden.
- (2) Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der Beulnachweis in der Regel unter Verwendung eines der folgenden Verfahren zu führen:
 - Verfahren der wirksamen Querschnitte zur getrennten Bemessung bei Normalspannungen, Schubspannungen und Querkraften nach den jeweiligen Abschnitten 4, 5 oder 6 in EN 1993-1-5 sowie unter Verwendung der entsprechenden Interaktionsformeln aus der EN 1993-1-5, Abschnitt 7,
 - Verfahren der reduzierten Spannungen zur Bemessung als Querschnitte der Klasse 3, unter Berücksichtigung der Grenzspannungen für das Beulen, nach EN 1993-1-5, Abschnitt 10.
- (3) In ausgesteiften Beulfeldern darf die Stabilität der Steifen unter Druckbeanspruchung, die zusätzliche Biegemomente aus Lasten senkrecht zur Beulfeldebene erhalten, nach EN 1993-1-1, 6.3.3 nachgewiesen werden.

6.7 Beanspruchbarkeit des Unterflansches bei Radlasteinleitung

- (1) Die Beanspruchbarkeit $F_{f,Rd}$ des Unterflansches eines Trägers bei Radlasteinleitung $F_{z,Ed}$ aus einem Hängekran oder einer Unterflansch-Laufkatze sollte wie folgt ermittelt werden, siehe Bild 6.1:

$$F_{f,Rd} = \frac{l_{\text{eff}} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}}{4 m} \left[1 - \left(\frac{\sigma_{f,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \right] \quad (6.2)$$

Dabei ist

l_{eff} die effektive Länge des Flansches, siehe (3);

m der Hebelarm von der Radlast zum Übergang Flansch-Steg, siehe (2);

t_f die Flanschdicke;

$\sigma_{f,Ed}$ die Spannung in der Schwerachse des Flansches infolge Biegebeanspruchung des Trägers.

(2) Der Hebelarm m von der Radlast zum Übergang Flansch-Steg sollte wie folgt bestimmt werden:

– bei einem Walzprofil

$$m = 0,5(b - t_w) - 0,8r - n \quad (6.3)$$

bei einem geschweißten Profil

$$m = 0,5(b - t_w) - 0,8\sqrt{2} a - n \quad (6.4)$$

Dabei ist

a die Kehlnahtdicke;

b die Flanschbreite;

n der Abstand der Schwerlinie der Last zur äußeren Flanschseite;

r der Walzradius;

t_w die Stegblechdicke.

(3) Die effektive Länge l_{eff} des Flansches sollte in Abhängigkeit von der Position der Radlast nach Tabelle 6.2 bestimmt werden.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Tabelle 6.2 — Effektive Länge l_{eff}

Fall	Position Radlast	l_{eff}
(a)	Rad an einem ungestützten Flanschende	$2(m+n)$
(b)	Rad außerhalb der Trägerendbereiche	$4\sqrt{2}(m+n)$ für $x_w \geq 4\sqrt{2}(m+n)$
		$2\sqrt{2}(m+n) + 0,5x_w$ für $x_w < 4\sqrt{2}(m+n)$
(c)	Rad im Abstand $x_e \leq 2\sqrt{2}(m+n)$ von einem Prellbock, am Trägerende	$2(m+n) \left[\frac{x_e}{m} + \sqrt{1 + \left(\frac{x_e}{m}\right)^2} \right]$ aber $\leq \sqrt{2}(m+n) + x_e$ für $x_w \geq 2\sqrt{2}(m+n) + x_e$
		$2(m+n) \left[\frac{x_e}{m} + \sqrt{1 + \left(\frac{x_e}{m}\right)^2} \right]$ aber $\leq \sqrt{2}(m+n) + \frac{x_w + x_e}{2}$ für $x_w < 2\sqrt{2}(m+n) + x_e$
(d)	Rad im Abstand $x_e \leq 2\sqrt{2}(m+n)$ am gestützten Flanschende, das entweder von unten oder durch eine angeschweißte Stirnplatte gelagert ist, siehe Bild 6.2	$2\sqrt{2}(m+n) + x_e + \frac{2(m+n)^2}{x_e}$ für $x_w \geq 2\sqrt{2}(m+n) + x_e + \frac{2(m+n)^2}{x_e}$
		$\sqrt{2}(m+n) + \frac{(x_e + x_w)}{2} + \frac{(m+n)^2}{x_e}$ für $x_w < 2\sqrt{2}(m+n) + x_e + \frac{2(m+n)^2}{x_e}$
Dabei ist		
x_e	der Abstand vom Trägerende zur Schwerlinie des Rades;	
x_w	der Radabstand.	

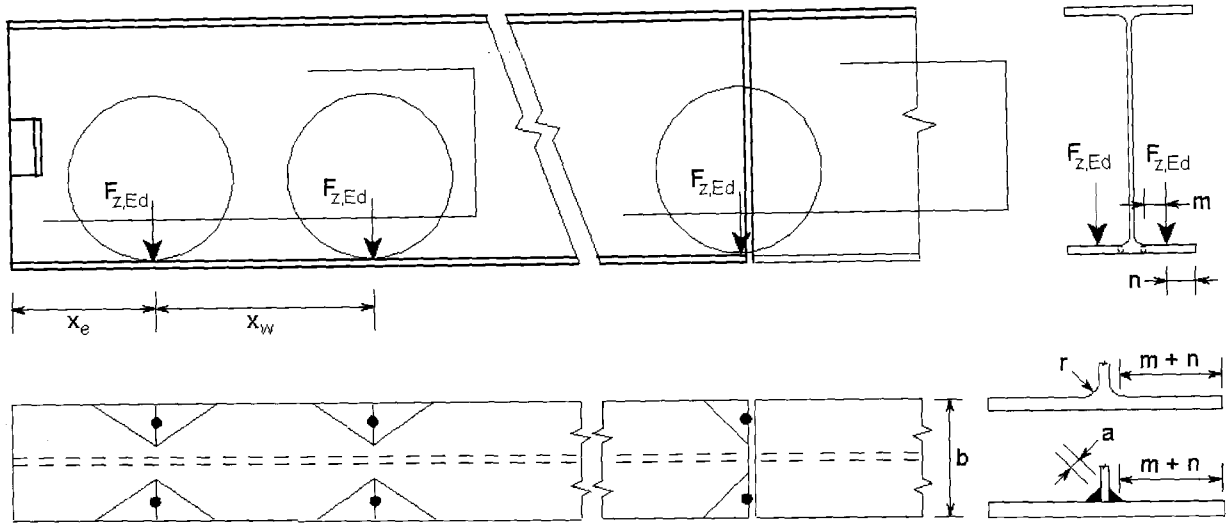


Bild 6.1 — Biegung eines Unterflansches entfernt vom Trägerende und am ungestützten Flansche

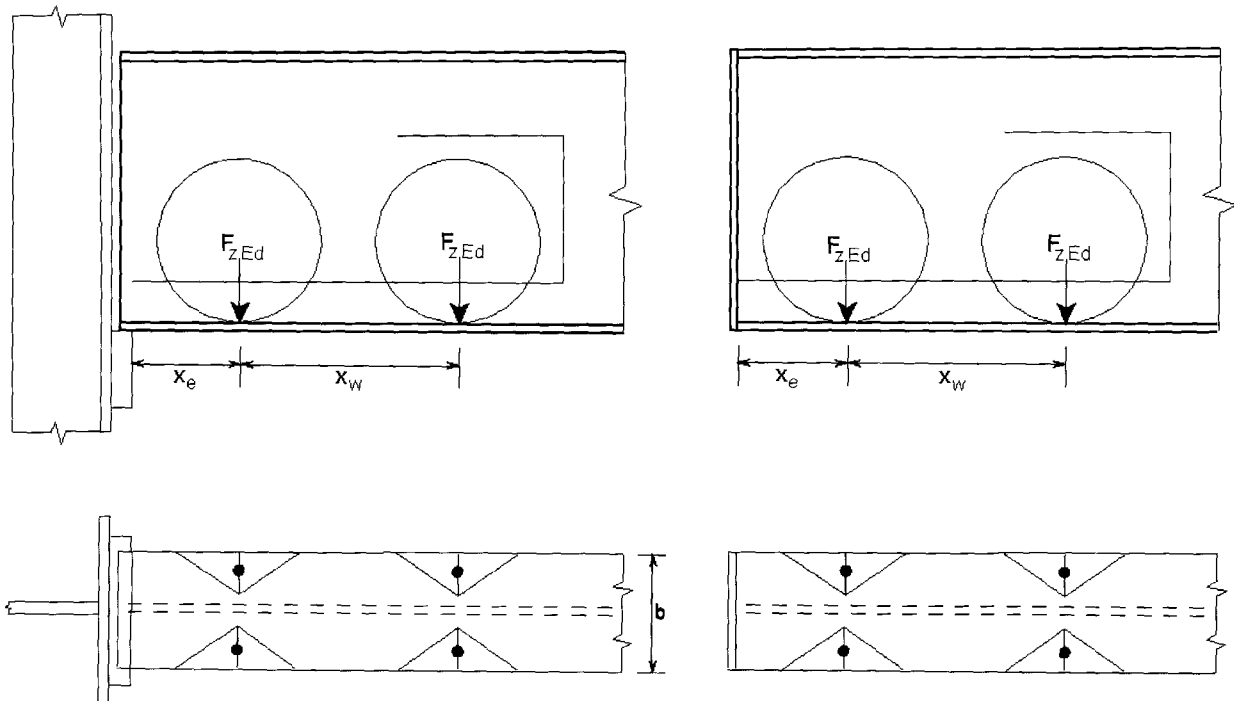


Bild 6.2 — Biegung des Unterflansches am gestützten Flansche

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

7.1 Allgemeines

(1) Neben den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit sollten die folgenden Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit erfüllt sein:

- a) Nachweis der Begrenzung von Verformungen und Verschiebungen, siehe 7.3, dazu gehören:
- die vertikale Verformung des Kranbahnträgers, zur Vermeidung übermäßiger Schwingungen durch den Kran- bzw. Katzbetrieb;
 - die vertikale Verformung des Kranbahnträgers, zur Vermeidung einer zu starken Neigung der Kranbahn;
 - der Unterschied der vertikalen Verformungen von zusammengehörenden Kranbahnträgern, zur Vermeidung einer zu starken Neigung des Krans;
 - die horizontale Verformung von Kranbahnträgern, zur Vermeidung von Schräglauf des Krans;
 - die seitliche Verschiebung von Stützen oder unterstützenden Tragkonstruktionen in Höhe der Kranbahnauflagerung, zur Vermeidung übermäßiger Tragwerksschwingungen;
 - der Unterschied der horizontalen Verformungen von benachbarten Stützen oder unterstützenden Tragkonstruktionen, zur Vermeidung großer Abweichungen bei der horizontalen Ausrichtung der Kranschienen, die eine erhöhte Schiefstellung und eine mögliche Verdrehung der Kranbrücke verursachen können;
 - die seitlichen Bewegungen, die den Abstand zusammengehörender Kranbahnträger verändern, zur Vermeidung von Beschädigungen an Spurkränzen, Kranschienenbefestigungen oder Kranbahnen;
- b) Nachweis der Begrenzung der Plattenschlankheit, um sichtbares Beulen oder übermäßiges Stegblechatmen auszuschließen, siehe 7.4;
- c) Nachweis der Begrenzung der Spannungen, um elastisches Verhalten zu gewährleisten, siehe 7.5:
- bei direkter Radlasteinleitung in den Kranbahnträger, siehe 2.7;
 - unter Kranprüflasten (nach EN 1991-3, 2.10), siehe 2.8(1);
 - bei plastischer Bemessung im Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit, siehe 5.4.1(2).

7.2 Berechnungsmodelle

(1) Spannungen und Verschiebungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sollten durch eine linear-elastische Berechnung bestimmt werden, siehe EN 1993-1-1.

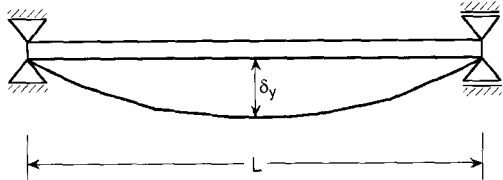
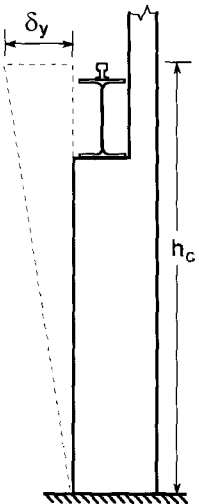

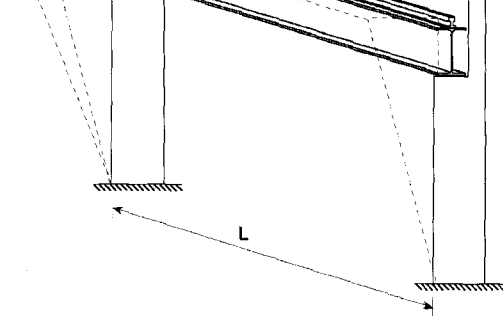
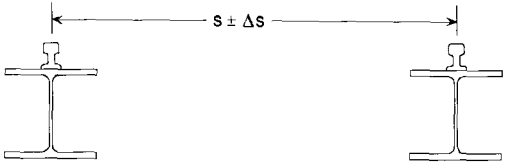
ANMERKUNG Für Spannungsberechnungen dürfen vereinfachte Berechnungsmodelle verwendet werden, wenn der Einfluss der Vereinfachungen auf der sicheren Seite liegt.

7.3 Begrenzung der Verformungen und Verschiebungen

(1) Grenzwerte für die Verformungen und Verschiebungen dürfen, zusammen mit der Lastfallkombination im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, unter der sie nachzuweisen sind, für jedes Projekt im Einzelnen vereinbart werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die Begrenzungen für vertikale und horizontale Durchbiegungen festlegen. Die Grenzwerte in Tabelle 7.1 werden für die Nachweise horizontaler Verformungen unter der charakteristischen Lastfallkombination empfohlen. Die Verwendung der Grenzwerte in Tabelle 7.2 wird für die Nachweise vertikaler Durchbiegungen unter der charakteristischen Lastfallkombination ohne Berücksichtigung der Schwingbeiwerte empfohlen.

Tabelle 7.1 — Grenzwerte für horizontale Verformungen

Beschreibung der Verformung (Durchbiegung oder Verschiebung)	Skizze
<p>a) Horizontale Durchbiegung δ_y eines Kranbahnträgers in Höhe der Oberkante Kranschiene:</p> <p>$\delta_y \leq L/600$</p>	
<p>b) Horizontale Verschiebung δ_y eines Tragwerks (oder einer Stütze) in Höhe der Kranauflagerung:</p> <p>$\delta_y \leq h_c/400$</p> <p>Dabei ist h_c der Abstand zu der Ebene, in der der Kran gelagert ist (auf einer Kranschiene oder auf einem Flansch)</p>	
<p>c) Differenz $\Delta\delta_y$ der horizontalen Verschiebungen benachbarter Tragwerke (oder Stützen), auf denen Träger einer innen liegenden Kranbahn lagern.</p> <p>$\Delta\delta_y \leq L/600$</p>	
<p>d) Differenz $\Delta\delta_y$ der horizontalen Verschiebungen benachbarter Stützen (oder Tragkonstruktionen), auf denen Träger einer außen liegenden Kranbahn lagern:</p> <p>– infolge der Lastfallkombination von seitlichen Krankräften und Windlast während des Betriebes:</p> <p>$\Delta\delta_y \leq L/600$</p> <p>– infolge Windlast außer Betrieb:</p> <p>$\Delta\delta_y \leq L/400$</p>	
<p>e) Änderung des Abstandes Δ_s der Schwerlinien der Kranschiene, einschließlich der Auswirkungen von Temperaturänderungen:</p> <p>$\Delta_s \leq 10 \text{ mm}$ [siehe Anmerkung]</p>	

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

Tabelle 7.1 (fortgesetzt)

ANMERKUNG Horizontale Verformungen und Abweichungen von Kranbahnträgern werden bei der Berechnung von Kranbahnen gemeinsam berücksichtigt. Die zulässigen Verformungen und Toleranzen sind abhängig von der Detailausbildung und den Abständen der Kranführungsmittel. Unter der Voraussetzung, dass das Spiel c zwischen Spurkranz und Kranschiene (oder zwischen anderen Führungsmitteln und dem Kranbahnträger) ausreichend ist, um die erforderlichen Toleranzen aufzunehmen, können nach Vereinbarung zwischen dem Kranhersteller und dem Bauherrn auch größere Verformungsgrenzwerte für die einzelnen Projekte vereinbart werden.

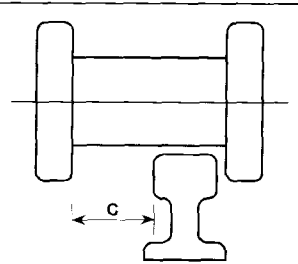


Tabelle 7.2 — Grenzwerte für vertikale Verformungen

Beschreibung der Verformung (Durchbiegung und Verschiebung)	Skizze
<p>a) Vertikale Durchbiegung δ_z eines Kranbahnträgers:</p> $\delta_z \leq L/600 \text{ und } \delta_z \leq 25 \text{ mm}$ <p>Die vertikale Durchbiegung δ_z sollte als Gesamtdurchbiegung infolge vertikaler Lasten abzüglich möglicher Überhöhungen, analog zu δ_{\max} in EN 1990, Bild A1.1 bestimmt werden.</p>	
<p>b) Differenz Δh_c der vertikalen Durchbiegung zweier benachbarter Träger, die eine Kranbahn bilden:</p> $\Delta h_c \leq s/600$	
<p>c) Vertikale Durchbiegung δ_{pay} infolge der Nutzlast eines Kranbahnträgers bei einer Unterflansch-Laufkatze:</p> $\delta_{\text{pay}} \leq L/500$	

7.4 Begrenzung des Stegblechatmens

(1) Die Schlankheit von Stegblechen sollte begrenzt werden, um übermäßiges Stegblechatmen, das zu Ermüdungsschäden an oder im Bereich von Steg-Flansch-Anschlüssen führen kann, zu vermeiden.

(2) Übermäßiges Stegblechatmen darf in Stegblechen vernachlässigt werden, in denen unter der häufigen Lastkombination (siehe EN 1990) folgendes Kriterium erfüllt ist:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma}\sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1\tau_{Ed,ser}}{k_{\tau}\sigma_E}\right)^2} \leq 1,1 \quad (7.1)$$

Dabei ist

- b die kleinere Seitenlänge des Stegbleches;
- k_{σ}, k_{τ} linear-elastische Beulwerte nach EN 1993-1-5;

$$\sigma_E = 190\,000 / (b/t_w)^2 \text{ [N/mm}^2\text{];}$$

$\sigma_{x,Ed,ser}$ die Normalspannung im Steg;

$\tau_{Ed,ser}$ die Schubspannung im Steg.

(3) Übermäßiges Stegblechatmen kann in Stegblechen ohne Längssteifen vernachlässigt werden, wenn das Verhältnis b/t_w kleiner als 120 ist, wobei t_w die Stegblechdicke ist.

7.5 Elastisches Verhalten

(1) Um elastisches Verhalten sicherzustellen, sollten die Spannungen $\sigma_{Ed,ser}$ und $\tau_{Ed,ser}$ aus der maßgebenden charakteristischen Lastfallkombination oder der Prüflastkombination unter Berücksichtigung des Einflusses von Schubverzerrungen und örtlichen Spannungen (z. B. infolge sekundärer Anschlussmomente bei Fachwerkträgern), wie folgt begrenzt werden:

$$\sigma_{Ed,ser} \leq f_y / \gamma_{M,ser} \quad (7.2a)$$

$$\tau_{Ed,ser} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M,ser}} \quad (7.2b)$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed,ser})^2 + 3(\tau_{Ed,ser})^2} \leq f_y / \gamma_{M,ser} \quad (7.2c)$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed,ser})^2 + (\sigma_{y,Ed,ser})^2 - (\sigma_{x,Ed,ser})(\sigma_{y,Ed,ser}) + 3(\tau_{Ed,ser})^2} \leq f_y / \gamma_{M,ser} \quad (7.2d)$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed,ser})^2 + (\sigma_{z,Ed,ser})^2 - (\sigma_{x,Ed,ser})(\sigma_{z,Ed,ser}) + 3(\tau_{Ed,ser})^2} \leq f_y / \gamma_{M,ser} \quad (7.2e)$$

Dabei ist

$\sigma_{x,Ed,ser}$ die Normalspannung in Längsrichtung;

$\sigma_{y,Ed,ser}$ die Normalspannung in Querrichtung;

$\sigma_{z,Ed,ser}$ die Normalspannung in vertikaler Richtung;

$\tau_{Ed,ser}$ die zugehörige Schubspannung.

ANMERKUNG Der Zahlenwert für $\gamma_{M,ser}$ darf im Nationalen Anhang festgelegt werden. Der empfohlene Wert ist $\gamma_{M,ser} = 1,00$.

(2) Bei Kranbahnträgern mit aufgesetzten Brückenkränen sollten die lokale Normalspannung $\sigma_{oz,Ed,ser}$ im Steg (siehe 5.7.1) sowie die globalen Spannungen $\sigma_{x,Ed,ser}$ und $\tau_{Ed,ser}$ berücksichtigt werden. Die Biegespannung $\sigma_{T,Ed}$ infolge Exzentrizität der Radlasten (siehe 5.7.3) kann vernachlässigt werden.

(3) Bei Kranbahnträgern von Einschienen-Unterflansch-Laufkatzen oder Hängekränen sollten die lokalen Spannungen $\sigma_{ox,Ed,ser}$ und $\sigma_{oy,Ed,ser}$ im Unterflansch (siehe 5.8) zusätzlich zu den globalen Spannungen $\sigma_{x,Ed,ser}$ und $\tau_{Ed,ser}$ berücksichtigt werden.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

7.6 Schwingung des Unterflansches

(1) Das mögliche Auftreten wahrnehmbarer seitlicher Schwingungen des Unterflansches eines gelenkig gelagerten Kranbahnträgers infolge Kranbetriebs sollte vermieden werden.

(2) Es kann davon ausgegangen werden, dass dies erfüllt ist, wenn die Schlankheit L/i_z des Unterflansches kleiner als 250 ist. Dabei ist i_z der Trägheitsradius des Unterflansches und L die Länge zwischen den seitlichen Halterungen.

8 Verbindungen und Kranschienen

8.1 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen

(1) Siehe EN 1993-1-8, Abschnitt 3.

(2) Wenn in einer Verbindung ein Moment wirkt, sollten die Schnittkräfte in dieser Verbindung linear proportional zum Abstand vom Drehpunkt verteilt werden.

8.2 Schweißverbindungen

(1) Siehe EN 1993-1-8, Abschnitt 4.

(2) Bei Kranbahnen sollten unterbrochene Kehlnähte nicht verwendet werden, wenn sie zu übermäßigen Korrosionserscheinungen führen können.

ANMERKUNG Sie können bei einem entsprechenden Witterungsschutz verwendet werden, z. B. innerhalb eines Kastenprofils.

(3) Bei Kranbahnträgern sollten für Steg-Flansch-Verbindungen, bei denen die Schweißnähte durch lokale Spannungen infolge Radlasten beansprucht werden, unterbrochene Kehlnähte nicht verwendet werden.

(4) Für Krane hoher Beanspruchungsgruppen sollten Steifen oder andere Anbauten nicht an den befahrenen Obergurt eines Kranbahnträgers angeschweißt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Beanspruchungsgruppen unter „hoher Ermüdungsbelastung“ spezifizieren. Die Beanspruchungsgruppen S7 bis S9 nach EN 1991-3, Anhang B werden empfohlen.

8.3 Horizontalverbindungen

(1) Die Verbindungen zur Übertragung der Seitenlasten vom Oberflansch des Kranbahnträgers zum lastabtragenden Tragwerk sollten die nachfolgend aufgeführten Verformungen ermöglichen:

- die durch Endverdrehung des Kranbahnträgers infolge vertikaler Belastung verursachten Verformungen, siehe Bild 8.1;
- die durch die Endverdrehung des Oberflansches des Kranbahnträgers infolge Seitenlasten verursachten Verschiebungen, siehe Bild 8.2;
- die durch die Auflagerstellungen und vertikalen Stauchungen des Kranbahnträgers und der Auflager einschließlich Verschleiß entstehenden Verformungen.

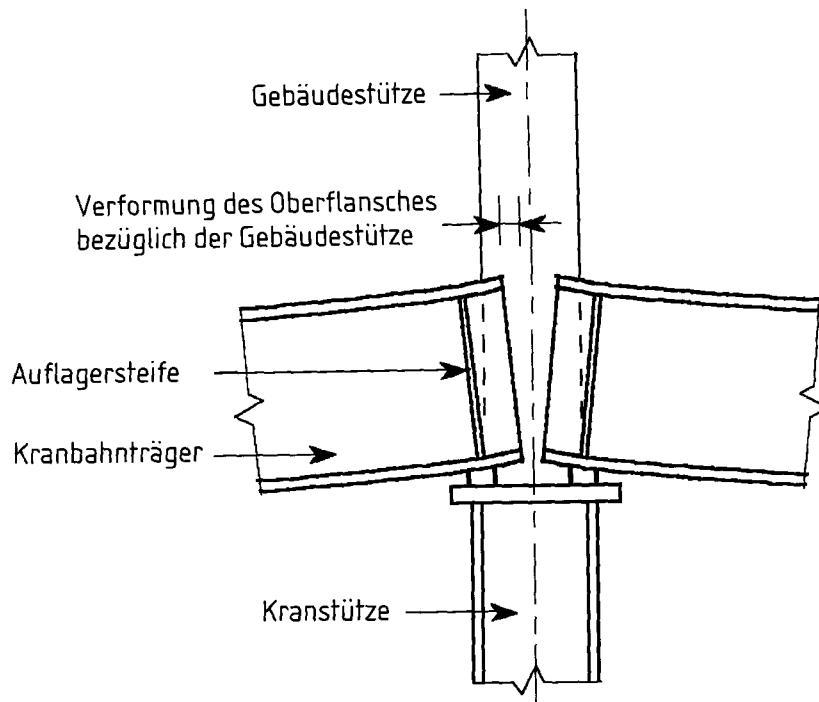


Bild 8.1 — Endverdrehung von Kranbahnträgern

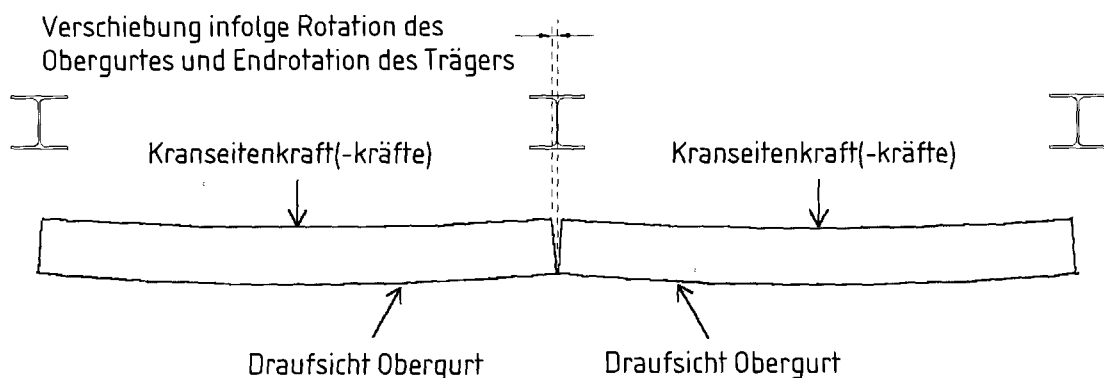


Bild 8.2 — Endverdrehung von Kranbahnträgern infolge Seitenlasten

(2) **AC** Horizontalverbindungen **AC** und Verbindungsmittel sollten derart ausgebildet werden, dass auch unter Berücksichtigung der Lagetoleranzen der Schiene bezüglich der Schwerlinie des Steges eine seitliche und vertikale Ausrichtungskorrektur des Kranbahnträgers möglich ist.

(3) An Auflagern ohne Horizontalverbindungen sind in der Regel die Kranbahnträger und die Verbindungsmittel so auszuführen, dass sie alle vertikalen und horizontalen Radlasten zum Auflager leiten.

8.4 Kranschiene

8.4.1 Schienenmaterial

(1) Der Schienenstahl sollte 3.6.2 entsprechen.

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

8.4.2 Nutzungsdauer

(1) Im Allgemeinen sollte die Stahlsorte der Schiene so gewählt werden, dass sich für die Schiene eine geeignete Nutzungsdauer L_r ergibt. Ist die Nutzungsdauer der Schiene geringer als die des Kranbahnträgers (siehe 2.1.3.2), sollte bei der Auswahl der Schienenbefestigung der erforderliche Austausch der Schienen berücksichtigt werden, siehe 8.5.



8.4.3 Auswahl der Schienen

(1) Bei der Auswahl der Schienen sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- das Schienenmaterial;
- die Radlast;
- das Radmaterial;
- der Raddurchmesser;
- die Krannutzung.

(2) Die Kontaktpressung (Hertz'sche Pressung) zwischen den Kranrädern und den Kranschiene sollte auf einen geeigneten Wert begrenzt werden, zur:

- Reduktion der Reibung;
- Vermeidung übermäßiger Abnutzung der Schiene;
- Vermeidung übermäßiger Abnutzung der Räder.

(3) Das Verfahren aus  ISO 16881-1  sollte angewendet werden.

8.5 Schienenbefestigung

8.5.1 Allgemeines

(1) Kranschienebefestigungen dürfen in Abhängigkeit von ihrer konstruktiven Durchbildung als starr oder frei beweglich eingestuft werden.

(2) Jede Kranschienebefestigung sollte in der Regel so bemessen werden, dass sie die maximale Seitenkraft eines Kranrades aufnehmen kann. Ist der Radabstand geringer als der Abstand zwischen den Befestigungen, sollte die Beanspruchbarkeit der Schienenbefestigungen entsprechend erhöht werden.

8.5.2 Starre Befestigungen

(1) Folgende Schienenbefestigungen dürfen als starr angesehen werden:

- Schienen, die an den Kranbahnträger angeschweißt sind,
- Schienen, die mit Passschrauben, vorgespannten Schrauben oder Nieten durch den Flansch der Schiene am Kranbahnträger befestigt sind.

(2) Starr befestigte Kranschiene dürfen als Teil des Querschnitts des Kranbahnträgers angerechnet werden, vorausgesetzt, dass eine entsprechende Abnutzung berücksichtigt wird, siehe 5.6.2(2) und 5.6.2(3).

(3) Starre Schienenbefestigungen sind in der Regel so zu bemessen, dass sie die Längskräfte, die zwischen Schiene und Kranbahnträger entstehen, und die Seitenkräfte auf die Schiene infolge Radlasteinleitung aufnehmen können.

(4) Bei starren Schienenbefestigungen ist in der Regel auch ein Ermüdungsnachweis zu führen.

8.5.3 Bewegliche Befestigungen

(1) Alle Kranschienenbefestigungen, die nicht starr sind, sind in der Regel als bewegliche Befestigungen zu klassifizieren.

(2) Bewegliche Befestigungen sind in der Regel so zu bemessen, dass sie die Seitenkräfte auf die Schienen infolge Radlasteinleitung aufnehmen können.

(3) Bei Kranschienen mit beweglichen Befestigungen können geeignete Elastomerunterlagen zwischen der Schiene und dem Träger verwendet werden.

8.6 Schienenverbindungen

(1) Schienen können entweder

- durchgehend über die Stöße der Kranbahnträger verlaufen,
- oder sie werden durch Dehnfugen unterbrochen.

(2) Im Falle von durchgehenden Schienen sollten bei der Berechnung des Kranbahnträgers nachfolgende, aus der Schienenbefestigung und -bettung resultierende Anforderungen berücksichtigt werden:

- unterschiedliche Temperaturdehnungen und
- Übertragung von Beschleunigungs- und Bremskräften zwischen Schiene und Träger.

(3) Schienenverbindungen sind in der Regel so auszubilden, dass Stoßeinwirkungen minimiert werden. Es sollte wenigstens ein Schrägstoß mit überstehendem Schienenende verwendet werden (siehe Bild 8.3).

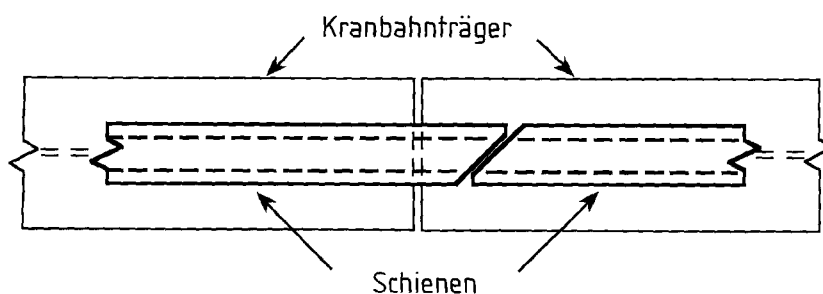


Bild 8.3 — Schrägstoß bei Kranschienen

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

9 Ermüdungsnachweis

9.1 Anforderungen an den Ermüdungsnachweis

- (1) Ein Ermüdungsnachweis sollte nach EN 1993-1-9 für alle ermüdungskritischen Stellen geführt werden.
- (2) Bei Kranbahnen ist kein Ermüdungsnachweis erforderlich, sofern die Anzahl der Lastwechsel mit mehr als 50 % der vollen Nutzlast C_0 nicht übersteigt.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf den Wert für C_0 festlegen. $C_0 = 10^4$ wird empfohlen.

- (3) Ein Ermüdungsnachweis ist grundsätzlich nur für diejenigen Bauteile der Kranbahn erforderlich, die Spannungsänderungen infolge vertikaler Radlasten ausgesetzt sind.

ANMERKUNG Spannungsänderungen infolge Seitenlasten sind in der Regel vernachlässigbar. In manchen Fällen sind jedoch auch Verbindungen zur Übertragung Seitenlasten einer sehr hohen Ermüdungsbeanspruchung ausgesetzt. Des Weiteren kann eine hohe Ermüdungsbeanspruchung bei bestimmten Kranbahnen auch durch häufig wiederkehrende Beschleunigungs- und Bremskräfte hervorgerufen werden.

- (4) Für Bauteile, die durch Wind-induzierte Schwingungen beansprucht werden, siehe EN 1991-1-4.

9.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdung

- (1)P Für Ermüdungslasten muss der Teilsicherheitsbeiwert γ_{Ff} verwendet werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf den Wert für γ_{Ff} festlegen. $\gamma_{Ff} = 1,0$ wird empfohlen.

- (2)P Für die Ermüdungsfestigkeit muss der Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mf} verwendet werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Werte für γ_{Mf} festlegen. Es wird empfohlen, EN 1993-1-9, Tabelle 3.1 anzuwenden.

9.3 Spannungsspektren infolge Ermüdungsbelastung

9.3.1 Allgemeines

- (1) Der Ermüdungsnachweis sollte unter Verwendung der Nennspannungen σ_p und τ_p geführt werden, die auf Grundlage einer elastischen Schnittgrößen- und Spannungsermittlung (unter Berücksichtigung globaler und lokaler Effekte) berechnet werden.
- (2) Liegen zum Zeitpunkt der Bemessung vollständige Informationen über den Kranbetrieb vor, sollte der Spannungs-Zeit-Verlauf aus dem Kranbetrieb für jedes Konstruktionsdetail nach EN 1993-1-9, Anhang A bestimmt werden.
- (3) Liegen zum Zeitpunkt der Bemessung keine vollständigen Informationen über den Kranbetrieb vor oder ist die Anwendung eines vereinfachten Verfahren erforderlich, dann dürfen die Ermüdungslasten infolge Kranbetrieb EN 1991-3, 2.12.1(4) entnommen werden.
- (4) Sekundäre Anschlussmomente aus der Steifigkeit der Verbindungen und der Durchlaufwirkung von Gurtstäben in Fachwerkträgern, fachwerkartigen Horizontalträgern und fachwerkartigen Aussteifungssystemen sollten nach 5.9 berücksichtigt werden.

9.3.2 Vereinfachte Ansätze

(1) Bei Anwendung der in EN 1991-3, 2.12.1(4) angegebenen vereinfachten Ermüdungslasten kann für die Bemessung das nachfolgende Verfahren zur Ermittlung der Spannungsschwingbreiten angewendet werden.

ANMERKUNG Die in EN 1991-3 angegebenen vereinfachten Ermüdungslasten $\langle AC \rangle Q_e = \varphi_{fat} \cdot \lambda_i \cdot Q_{max,i} \langle AC \rangle$ beziehen sich bereits auf 2×10^6 Lastwechsel.

(2) Die maximalen Spannungen $\sigma_{p,max}$ und $\tau_{p,max}$ und die minimalen Spannungen $\sigma_{p,min}$ und $\tau_{p,min}$ infolge der vereinfachten Ermüdungslasten Q_e sollten für das maßgebende Kerbdetail ermittelt werden.

(3) Die schädigungsäquivalenten Spannungsschwingbreiten bezogen auf 2×10^6 Lastwechsel $\Delta\sigma_{E2}$ und $\Delta\tau_{E2}$ können wie folgt bestimmt werden:

$$\Delta\sigma_{E2} = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}| \quad (9.1)$$

$$\Delta\tau_{E2} = |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}| \quad (9.2)$$

(4) Ist die Anzahl der Spannungswechsel größer als die Anzahl der Kranspiele (siehe Bild 9.1), so sollte die in EN 1991-3, 2.12.1(4) angegebene vereinfachte Ermüdungslast Last Q_e entsprechend der höheren Anzahl der Spannungswechsel als Gesamtzahl der Kranspiele C nach EN 1991-3, Tabelle 2.11 angesetzt werden.

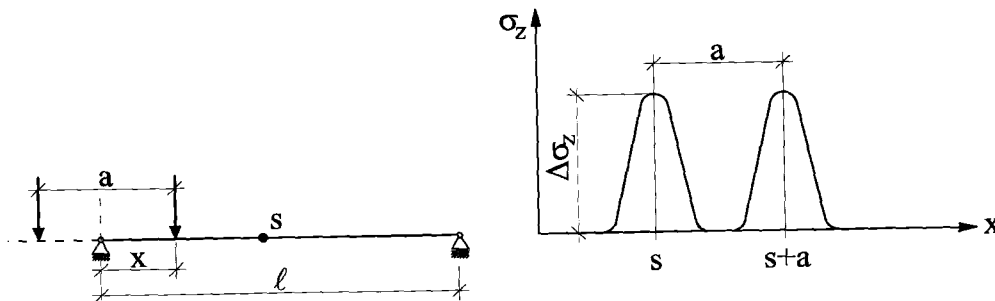


Bild 9.1 — Beispiel von zwei Spannungswechseln infolge eines Kranspiels

9.3.3 Lokale Spannungen infolge Radlasten am Obergurt

(1) Im Steg sollten folgende lokale Spannungen infolge Radlasten am Obergurt berücksichtigt werden:

- Druckspannungen $\sigma_{z,Ed}$ nach 5.7.1, $\langle AC \rangle$ ohne dass bei nicht vollständig durchgeschweißten Nähten ein Kontakt zwischen Flansch und Steg angenommen wird $\langle AC \rangle$,
- Schubspannungen $\tau_{xz,Ed}$ nach 5.7.2,
- sofern nicht anderweitig festgelegt, Biegespannungen $\sigma_{T,Ed}$ infolge seitlicher Exzentrizität e_y der Vertikallasten $F_{z,Ed}$ nach 5.7.3.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Beanspruchungsgruppen bestimmen, für die die Biegespannungen $\sigma_{T,Ed}$ vernachlässigt werden können. Dies wird für die Beanspruchungsgruppen S_0 bis S_3 empfohlen.

(2) $\langle AC \rangle$ Bei teilweise durchgeschweißten Nähten und bei Kehlnähten sollte die für die Stegdicke berechnete Druck- und Schubspannung in die Spannung der Schweißnaht umgewandelt werden. Siehe EN 1993-1-9, Tabelle 8.10. $\langle AC \rangle$

DIN EN 1993-6:2010-12
EN 1993-6:2007 + AC:2009 (D)

(3) Bei an den Flansch angeschweißten Schienen sind in der Regel die lokalen Spannungen in den Schweißnähten der Verbindung Schiene-Flansch zu berücksichtigen, $\boxed{\text{AC}}$ ohne dass ein Kontakt zwischen Flansch und Schiene angenommen wird. $\boxed{\text{AC}}$

9.3.4 Lokale Spannungen infolge Hängekrane

(1) Die lokalen Biegespannungen im Unterflansch infolge Radlasten aus Hängekranen (siehe 5.8) sind in der Regel zu berücksichtigen.

9.4 Ermüdungsnachweis

9.4.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-9, Abschnitt 8.

9.4.2 Beanspruchung aus mehreren Kranen

(1) Wenn ein Bauteil durch zwei oder mehrere Krane belastet wird, sollte die Gesamtschädigung folgenden Nachweis erfüllen:

$$\sum_i D_i + D_{\text{dup}} \leq 1 \quad (9.3)$$

Dabei ist

D_i die Schädigung infolge eines einzelnen unabhängig wirkenden Krans i ;

D_{dup} die zusätzliche Schädigung infolge der Kombination von zwei oder mehr Kranen, die zeitweise zusammenwirken.

(2) Die Schädigung D_i infolge eines einzelnen unabhängig wirkenden Krans i sollte mit der Spannungsschwingbreite der Längsspannung oder Schubspannung oder beidem in Abhängigkeit vom Konstruktionsdetail berechnet werden, siehe EN 1993-1-9:

$$D_i = \left[\frac{\gamma_{\text{Ff}} \Delta \sigma_{\text{E}2,i}}{\Delta \sigma_{\text{c}} / \gamma_{\text{Mf}}} \right]^3 + \left[\frac{\gamma_{\text{Ff}} \Delta \tau_{\text{E}2,i}}{\Delta \tau_{\text{c}} / \gamma_{\text{Mf}}} \right]^5 \quad (9.4)$$

Dabei ist

$\Delta \sigma_{\text{E}2,i}$ die schadensäquivalente Längsspannungsschwingbreite eines einzelnen Krans i ;

$\Delta \tau_{\text{E}2,i}$ die schadensäquivalente Schubspannungsschwingbreite eines einzelnen Krans i .

(3) Die zusätzliche Schädigung D_{dup} infolge zwei oder mehr zeitweise zusammenwirkender Krane sollte in Abhängigkeit vom Konstruktionsdetail mit der Spannungsschwingbreite der Längsspannung oder Schubspannung oder beiden berechnet werden, siehe EN 1993-1-9:

$$D_{\text{dup}} = \left[\frac{\gamma_{\text{Ff}} \Delta \sigma_{\text{E}2,\text{dup}}}{\Delta \sigma_{\text{c}} / \gamma_{\text{Mf}}} \right]^3 + \left[\frac{\gamma_{\text{Ff}} \Delta \tau_{\text{E}2,\text{dup}}}{\Delta \tau_{\text{c}} / \gamma_{\text{Mf}}} \right]^5 \quad (9.5)$$

Dabei ist

- $\Delta\sigma_{E2, \text{dup}}$ die schadensäquivalente Längsspannungsschwingbreite zweier oder mehrerer zusammenwirkender Krane;
- $\Delta\tau_{E2, \text{dup}}$ die schadensäquivalente Schubspannungsschwingbreite zweier oder mehrerer zusammenwirkender Krane.

(4) Werden zwei Krane in erheblichem Ausmaß zusammen betrieben (im Parallelbetrieb oder anderweitig), so sollten beide Krane zusammen als ein Kran behandelt werden.

(5) Falls keine genaueren Informationen vorhanden sind, dürfen die schadensäquivalenten Spannungsschwingbreiten $\Delta\sigma_{E2}$ aus zwei oder mehr zeitweise zusammenwirkenden Kranen mit Hilfe des Schadensäquivalenzfaktors λ_{dup} bestimmt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Werte für λ_{dup} festlegen. Es wird empfohlen, für λ_{dup} die Werte für λ_i aus EN 1991-3, Tabelle 2.12 für die Beanspruchungsgruppe S, wie folgt zu verwenden:

- bei 2 Kranen: 2 Beanspruchungsgruppen unter der Beanspruchungsgruppe des Krans mit der niedrigsten Beanspruchungsgruppe.
- bei 3 oder mehr Kranen: 3 Beanspruchungsgruppen unter der Beanspruchungsgruppe des Krans mit der niedrigsten Beanspruchungsgruppe.

9.5 Ermüdungsfestigkeit

(1) Siehe EN 1993-1-9, Tabellen 8.1 und 8.10.

Anhang A (informativ)

Alternative Nachweisverfahren für Biegedrillknicken

ANMERKUNG Dort, wo es im Nationalen Anhang erlaubt wird, darf das in diesem Anhang A angegebene Verfahren als Alternative zur Bemessung mit dem Verfahren nach 6.3.2.3(1) verwendet werden.

A.1 Allgemeines

(1) Dieses Verfahren darf für den Nachweis des Biegedrillknickens eines als Einfeldträger gelagerten Kranbahnträgers mit gleich bleibendem Querschnitt verwendet werden, wenn diese Kranbahnträger durch vertikale Einwirkungen und längsgerichtete horizontale Einwirkungen, die bezogen auf den Schubmittelpunkt exzentrisch sind, beansprucht werden.

(2) Die Einwirkungen sollten unter Berücksichtigung eines Wölbbimomentes T_w als vertikale und horizontale Einwirkungen im Schubmittelpunkt angesetzt werden.

A.2 Interaktionsformeln

(1) Träger mit Beanspruchung durch Biegung und Torsion sollten folgenden Nachweis erfüllen:

$$\boxed{\text{AC}} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{C_{mz} M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} + \frac{k_w k_{zw} k_\alpha B_{Ed}}{B_{Rk} / \gamma_{M1}} \leq 1 \quad \boxed{\text{AC}} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

C_{mz} der äquivalente Momentenbeiwert für Biegung um die Achse z-z, nach EN 1993-1-1, Tabelle B.3;

$$k_w = \boxed{\text{AC}} 0,7 - \frac{0,2 B_{Ed}}{B_{Rk} / \gamma_{M1}} \quad \boxed{\text{AC}}$$

$$k_{zw} = 1 - \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}}$$

$$k_\alpha = \frac{1}{1 - M_{y,Ed} / M_{y,cr}}$$

$M_{y,Ed}$ und $M_{z,Ed}$ der Bemessungswert der Maximalmomente bezüglich der Achsen y-y und z-z;

$M_{y,Rk}$ und $M_{z,Rk}$ der charakteristische Wert der Momentenbeanspruchbarkeit des Querschnitts bezüglich der Achsen y-y und z-z, nach EN 1993-1-1, Tabelle 6.7;

$M_{y,cr}$ das ideale Verzweigungsmoment bei Biegedrillknicken um die Achse y-y;

$\boxed{\text{AC}} B_{Ed} \quad \boxed{\text{AC}}$ der Bemessungswert des Wölbbimomentes;

$\boxed{\text{AC}} B_{Rk} \quad \boxed{\text{AC}}$ der charakteristische Wert der Beanspruchbarkeit für Wölbkrafttorsion;

χ_{LT} der Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken nach EN 1993-1-1, 6.3.2.

(2) Der Abminderungsfaktor χ_{LT} darf für gewalzte oder gleichartige geschweißte Querschnitte mit gleichen Flanschen oder bei ungleichen Flanschen mit dem Wert b für die Breite des Druckflansches nach EN 1993-1-1, 6.3.2.3 ermittelt werden, unter der Voraussetzung, dass gilt:

$$I_{z,t}/I_{z,c} \geq 0,2$$

Dabei ist

$I_{z,c}$ und $I_{z,t}$ das Flächenträgheitsmoment um die Achse z-z für den Druck- bzw. Zugflansch.

