

DIN EN 1994-2

ICS 91.010.30; 91.080.10; 91.080.40; 93.040

Ersatz für
DIN EN 1994-2:2006-07 und
DIN EN 1994-2
Berichtigung 1:2008-11

Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton –

Teil 2: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für Brücken;

Deutsche Fassung EN 1994-2:2005 + AC:2008

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures –
Part 2: General rules and rules for bridges;
German version EN 1994-2:2005 + AC:2008

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton –
Partie 2: Règles générales et règles pour les ponts;
Version allemande EN 1994-2:2005 + AC:2008

Gesamtumfang 91 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1994-2:2005 + AC:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-24 AA „Verbundbrücken“ (CEN/TC 250/SC 4/PT 2) 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.

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

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1994-2:2000-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

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

Gegenüber DIN EN 1994-2:2006-07 und DIN EN 1994-2 Berichtigung 1:2008-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- b) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1994-2: 2000-06

DIN EN 1994-2: 2006-07

DIN EN 1994-2 Berichtigung 1: 2008-11

Deutsche Fassung

**Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von
Verbundtragwerken aus Stahl und Beton —
Teil 2: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln
für Brücken**

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete
structures — Part 2: General rules and rules for bridges

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier et béton —
Partie 2: Règles générales et règles pour les ponts

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Juli 2005 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 30. Juli 2008 in Kraft und wurde in EN 1994-2:2005 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-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Hintergrund des Eurocode-Programms	5
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	6
Nationale Fassungen der Eurocodes	7
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETA)	7
Besondere Hinweise zu EN 1994-2	7
Nationaler Anhang zur EN 1994-2	8
1 Allgemeines	9
1.1 Anwendungsbereich	9
1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 4	9
1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 1-1	9
1.1.3 Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 2	10
1.2 Normative Verweisungen	10
1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	10
1.2.2 Weitere normative Verweisungen	10
1.2.3 Zusätzliche normative Verweisungen für Verbundbrücken	11
1.3 Annahmen	12
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	12
1.5 Begriffe	12
1.5.1 Allgemeines	12
1.5.2 Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Norm	12
1.6 Formelzeichen	13
2 Grundlagen der Tragwerksplanung	21
2.1 Anforderungen	21
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	21
2.3 Basisvariablen	21
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	21
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	21
2.3.3 Klassifizierung von Einwirkungen	21
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	22
2.4.1 Bemessungswerte	22
2.4.2 Kombinationsregeln für Einwirkungen	23
2.4.3 Nachweis der Lagesicherheit (EQU)	23
3 Werkstoffe	23
3.1 Beton	23
3.2 Betonstahl für Brückentragwerke	23
3.3 Baustahl für Brückentragwerke	23
3.4 Verbindungs- und Verbundmittel	23
3.4.1 Allgemeines	23
3.4.2 Kopfbolzendübel	24
3.5 Spannstahl	24
3.6 Zugglieder	24
4 Dauerhaftigkeit	24
4.1 Allgemeines	24
4.2 Korrosionsschutzanforderungen für die Verbundfuge	24

5	Tragwerksberechnung	24
5.1	Statisches System für die Berechnung.....	24
5.1.1	Statisches System und grundlegende Annahmen	24
5.1.2	Berechnungsmodelle für Anschlüsse.....	24
5.1.3	Boden-Bauwerks-Interaktion	25
5.2	Globale Tragwerksberechnung.....	25
5.2.1	Einflüsse aus der Tragwerksverformung.....	25
5.2.2	Berechnungsverfahren für Brückentragwerke.....	25
5.3	Imperfektionen	26
5.3.1	Grundlagen	26
5.3.2	Imperfektionsannahmen für Brückentragwerke	26
5.4	Schnittgrößenermittlung.....	26
5.4.1	Verfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen	26
5.4.2	Linear-elastische Tragwerksberechnung	28
5.4.3	Nichtlineare Tragwerksberechnung bei Brückentragwerken	33
5.4.4	Kombination von lokalen und globalen Beanspruchungen	33
5.5	Klassifizierung von Querschnitten	33
5.5.1	Allgemeines	33
5.5.2	Klassifizierung von Verbundquerschnitten ohne Kammerbeton	34
5.5.3	Klassifizierung von teilweise einbetonierten Querschnitten in Brückentragwerken.....	35
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit	35
6.1	Träger.....	35
6.1.1	Träger für Tragwerke des Brückenbaus — Allgemeines	35
6.1.2	Mittragende Gurtbreite beim Nachweis der Querschnittstragfähigkeit.....	35
6.2	Querschnittstragfähigkeit von Verbundträgern	36
6.2.1	Momententragfähigkeit.....	36
6.2.2	Querkrafttragfähigkeit.....	39
6.3	Verbundbrücken mit teilweise einbetonierten Stahlquerschnitten.....	41
6.3.1	Anwendungsbereich	41
6.3.2	Allgemeines	42
6.3.3	Momententragfähigkeit.....	42
6.3.4	Querkrafttragfähigkeit.....	43
6.3.5	Tragfähigkeit und Stabilität der Stahlträger im Bauzustand.....	43
6.4	Biegedrillknicken bei Verbundträgern	43
6.4.1	Allgemeines	43
6.4.2	Nachweis gegen Biegedrillknicken für Überbauten mit in Längsrichtung konstanten Trägerquerschnitten der Klassen 1, 2 oder 3	44
6.4.3	Nachweis der Gesamtstabilität für Bauteile und Rahmentragwerke	45
6.5	Steg mit Querbelaugung	46
6.5.1	Allgemeines	46
6.5.2	Flanschinduziertes Stegblechbeulen	46
6.6	Verdübelung.....	46
6.6.1	Allgemeines	46
6.6.2	Ermittlung der Längsschubkräfte für Brückentragwerke	47
6.6.3	Kopfbolzendübel in Vollbetongurten und bei kammerbetonierten Trägern	50
6.6.4	Randnah angeordnete Kopfbolzendübel, die Spaltzugkräfte in Gurtdickenrichtung erzeugen	51
6.6.5	Konstruktions- und Ausführungsregeln für die Verbundsicherung.....	52
6.6.6	Längsschub in Betongurten.....	54
6.7	Verbundstützen und druckbeanspruchte Verbundbauteile.....	55
6.7.1	Allgemeines	55
6.7.2	Allgemeines Bemessungsverfahren	57
6.7.3	Vereinfachtes Nachweisverfahren	57
6.7.4	Verbundsicherung und Krafteinleitung.....	65
6.7.5	Bauliche Durchbildung	69
6.8	Ermüdung.....	70
6.8.1	Allgemeines	70

6.8.2	Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der Ermüdung für Brückentragwerke	70
6.8.3	Ermüdungsfestigkeit	70
6.8.4	Ermüdungsbelastung und Schnittgrößen	71
6.8.5	Spannungen	71
6.8.6	Spannungsschwingbreiten	73
6.8.7	Nachweis gegen Ermüdung mit Nennspannungsschwingbreiten	74
6.9	Zugbeanspruchte Bauteile in Verbundbrücken	76
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	76
7.1	Allgemeines	76
7.2	Spannungen	77
7.2.1	Allgemeines	77
7.2.2	Spannungsbegrenzung	77
7.2.3	Stegblechatmen	78
7.3	Verformungen von Brückentragwerken	78
7.3.1	Durchbiegungen	78
7.3.2	Schwingungsverhalten	78
7.4	Rissbildung im Beton	78
7.4.1	Allgemeines	78
7.4.2	Mindestbewehrung	79
7.4.3	Begrenzung der Rissbreite infolge von direkten Einwirkungen	80
7.5	Verbundbrücken mit teilweise einbetonierten Stahlträgern	82
7.5.1	Allgemeines	82
7.5.2	Rissbildung im Beton	82
7.5.3	Mindestbewehrung	82
7.5.4	Begrenzung der Rissbreite infolge direkter Einwirkungen	82
8	Fahrbahnplatten mit Betonfertigteilen	82
8.1	Allgemeines	82
8.2	Einwirkungen	83
8.3	Bemessung, Nachweisverfahren und konstruktive Ausbildung	83
8.4	Verbundfuge zwischen Stahlträger und Betongurt	83
8.4.1	Auflagerung der Fertigteile und Toleranzen	83
8.4.2	Korrosionsschutz	83
8.4.3	Verdübelung und Querbewehrung	83
9	Fahrbahnplatten in Verbundbauweise	84
9.1	Allgemeines	84
9.2	Bemessung für lokale Beanspruchungen	84
9.3	Bemessung für Beanspruchungen aus Haupttragwerkswirkung	84
9.4	Nachweis der Verbundmittel	85
Anhang C (informativ) Randnah angeordnete Kopfbolzendübel, die Spaltzugkräfte in		
	Gurtdickenrichtung erzeugen	87
C.1	Tragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit und Konstruktionsregeln	87
C.2	Ermüdungsfestigkeit	89

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1994-2:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1994-2:1994.

Dieses Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des Konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

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

Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 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 diese 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: Grundlagen der Tragwerksplanung

EN 1991 Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke

EN 1992 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken

EN 1993 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

EN 1994 Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton

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.

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 Mitglieds-ländern 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 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 Stabilität 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 EFTA, 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.

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 Europäischen Zulassungen selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) die Methoden 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.

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.

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 Nachweisverfahren zur Wahl anbieten.

Es können außerdem enthalten sein:

- Vorschriften zur Verwendung der informativen 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 ETA)

Es besteht die Notwendigkeit, dass die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung⁴⁾ konsistent sind. Insbesondere sollten die Hinweise, die mit dem CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

Besondere Hinweise zu EN 1994-2

EN 1994-2 beschreibt die Prinzipien und Anforderungen hinsichtlich der Tragsicherheit, der Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton sowie spezielle Regelungen für Verbundbrücken. Der Norm liegt ein Sicherheitskonzept basierend auf Grenzzuständen und Teilsicherheitsbeiwerten zugrunde.

Die Anwendung von EN 1994-2 ist gedacht für:

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

EN 1994-2 enthält die Allgemeinen Bemessungsregeln von EN 1994-1-1 sowie spezielle Regelungen für Verbundbrücken und Verbundbauteile in Brückentragwerken.

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.

EN 1994-2 ist zusammen mit EN 1990:2002, den maßgebenden Teilen von EN 1991 sowie EN 1993, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, und EN 1992 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken“ zu verwenden.

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

Wird EN 1994-2 von anderen CEN/TCs als Grundlage benutzt, müssen die gleichen Werte benutzt werden.

Nationaler Anhang zur EN 1994-2

Diese Norm enthält alternative Verfahren und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen, nationale Festlegungen getroffen werden müssen. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe der EN 1994-2 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern enthalten, mit dem die Tragwerksplanung von Verbundbrücken, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Nationale Festlegungen aus EN 1994-1-1 sind bei folgenden Regelungen vorgesehen:

- 2.4.1.1(1)
- AC 2.4.1.2(5)P AC
- 6.6.3.1(1)

Spezielle nationale Festlegungen für Verbundbrücken sind bei folgenden Regelungen im Teil 2 vorgesehen:

- 1.1.3(3)
- AC 2.4.1.2(6)P AC
- 5.4.4(1)
- 6.2.1.5(9)
- 6.2.2.5(3)
- 6.3.1(1)
- 6.6.1.1(13)
- 6.8.1(3)
- 6.8.2(1)
- 7.4.1(4)
- 7.4.1(6)
- 8.4.3(3)

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 4

(1) Der Eurocode 4 gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Verbundtragwerken und Verbundbauteilen. Der Eurocode 4 entspricht den Grundsätzen und Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken sowie den in EN 1990:2002 — *Grundlagen der Tragwerksplanung* — angegebenen Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken.

(2) Der Eurocode 4 behandelt ausschließlich Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Verbundtragwerken. Andere Anforderungen, wie z. B. Wärme- oder Schallschutz, werden nicht behandelt.

(3) Die Anwendung des Eurocode 4 ist in Verbindung mit folgenden Regelwerken beabsichtigt:

- EN 1990: *Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991: *Einwirkungen auf Tragwerke*
- ENs, ETAGs und ETAs für Bauprodukte, die für Verbundtragwerke Verwendung finden
- EN 1090: *Herstellung und Errichtung von Stahlbauten und Aluminiumbauten*
- EN 13670: *Herstellung und Errichtung von Massivbauten*
- EN1992: *Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*
- EN 1993: *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*
- EN 1997: *Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*
- EN 1998: *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

(4) Der Eurocode 4 ist in die folgenden Teile gegliedert:

- Teil 1-1: *Allgemeine Bemessungsregeln und Regelungen für den Hochbau*
- Teil 1-2: *Baulicher Brandschutz*
- Teil 2: *Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für Brücken*

1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 1-1

(1) Der Teil 1-1 des Eurocode 4 enthält grundsätzliche Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Verbundtragwerken und zusätzlich spezielle Regelungen für Tragwerke des Hochbaus.

(2) Der Teil 1-1 enthält die folgenden Abschnitte:

- 1 Allgemeines
- 2 Grundlagen der Tragwerksplanung
- 3 Werkstoffe
- 4 Dauerhaftigkeit
- 5 Tragwerksberechnung

- 6 Grenzzustände der Tragfähigkeit
- 7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
- 8 Verbundanschlüsse in Tragwerken des Hochbaus
- 9 Verbunddecken in Tragwerken des Hochbaus

1.1.3 Anwendungsbereich des Eurocode 4 Teil 2

(1) Der Teil 2 des Eurocode 4 enthält zusätzlich zu den in EN 1994-1-1 angegebenen allgemeinen Bemessungsregeln ergänzende Bemessungsregeln für Verbundbrücken und Verbundbauteile in Brückentragwerken. Schrägseilbrücken werden nicht vollständig behandelt.

(2) Der Teil 2 enthält die folgenden Abschnitte:

- 1 Allgemeines
- 2 Grundlagen der Tragwerksplanung
- 3 Werkstoffe
- 4 Dauerhaftigkeit
- 5 Tragwerksberechnung
- 6 Grenzzustände der Tragfähigkeit
- 7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
- 8 Fahrbahnplatten aus Fertigteilen
- 9 Fahrbahnplatten in Verbundbauweise

(3) Für die Verbundsicherung werden ausschließlich Regelungen für Kopfbolzendübel angegeben.

ANMERKUNG Regelungen für andere Verbundmittel dürfen einem Nationalen Anhang entnommen werden.

1.2 Normative Verweisungen

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

1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen

EN 1090-2⁵⁾, *Herstellung und Errichtung von Stahlbauten und Aluminiumbauten — Teil 2: Technische Anforderung für Stahlbauten*

EN 1990:2002, *Grundlagen der Tragwerksplanung*

1.2.2 Weitere normative Verweisungen

EN 1992-1-1:2004, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau*

EN 1993-1-1:2005, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

⌈AC⌋ EN 1993-1-3:2006 ⌈AC⌋, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-3: Kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche*

5) Wird veröffentlicht.

■(AC) EN 1993-1-5:2006 (AC), Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-5: Bauteile aus ebenen Blechen mit Beanspruchungen in der Blechebene

EN 1993-1-8:2005, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung und Konstruktion von Anschlüssen und Verbindungen

EN 1993-1-9:2005, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdungsfestigkeiten von Stahlbauteilen

■(AC) EN 1993-1-11:2006 (AC), Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 11: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten mit Zuggliedern

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 Feinkornbaustähle

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

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

EN 10025-6:2004, Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 6: Technische Lieferbedingungen für Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand

EN 10326:2004, Schmelztauchveredeltes Band und Blech aus Baustählen — Technische Lieferbedingungen

EN 10149-2:1995, Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen — Teil 2: Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle

EN 10149-3:1995, Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen — Teil 3: Lieferbedingungen für normalgeglühte oder normalisierend gewalzte Stähle

EN ISO 13918:1998, Bolzen und Keramikringe zum Lichtbogenbolzenschweißen

EN ISO 14555:1998, Lichtbogenschweißen von metallischen Werkstoffen

1.2.3 Zusätzliche normative Verweisungen für Verbundbrücken

■(AC) EN 1990:2002: Anhang 2 (AC), Grundlagen der Tragwerksplanung: Anwendung für Brückentragwerke

EN 1991-1-5:2003, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1.5: Allgemeine Einwirkungen — Temperatureinwirkungen

EN 1991-1-6:2005, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1.6: Allgemeine Einwirkungen — Einwirkungen während der Bauausführung

EN 1991-2:2003, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken

■(AC) EN 1992-2:2005 (AC), Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 2: Brücken

■(AC) EN 1993-2:2006 (AC), Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken

1.3 Annahmen

(1) Zusätzlich zu den allgemein gültigen Annahmen in EN 1990:2002 gelten die Regelungen in den Abschnitten 1.3 von EN 1992-1-1:2004 und EN 1993-1-1:2005.

1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

(1) Es gelten die Regelungen der EN 1990:2002, 1.4.

1.5 Begriffe

1.5.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Begriffe und Definitionen nach EN 1990:2002, 1.5, EN 1992-1-1:2004, 1.5 und EN 1993-1-1:2005, 1.5.

1.5.2 Zusätzliche Begriffe und Definitionen in dieser Norm

1.5.2.1

Verbundbauteil

tragendes Bauteil, dessen Elemente aus Beton und warmgewalztem oder kaltverformtem Baustahl bestehen und bei dem Verbundmittel den Schlupf und die Trennung der Einzelelemente Stahl und Beton begrenzen

1.5.2.2

Verdübelung

Verbindung zur Übertragung der Längsschubkräfte zwischen Beton und Stahl eines Verbundbauteils mit ausreichender Tragfähigkeit und Steifigkeit, die es erlaubt, die beiden Komponenten als ein tragendes Bauteil zu bemessen

1.5.2.3

Verbundwirkung

Tragverhalten, wenn die Verdübelung nach dem Erhärten des Betons wirksam wird

1.5.2.4

Verbundträger

überwiegend auf Biegung beanspruchtes Verbundbauteil

1.5.2.5

Verbundstütze

überwiegend auf Druck oder Druck und Biegung beanspruchtes Verbundbauteil

1.5.2.6

Verbunddecke

überwiegend auf Biegung beanspruchte Platte, bei der ein profiliertes Blech zunächst als Schalung dient und im Endzustand mit dem erhärteten Beton zusammenwirkt und als Zugbewehrung wirkt

1.5.2.7

Tragwerk in Verbundbauweise

Tragwerk, bei dem alle Bauteile als Verbundbauteile ausgebildet sind oder bei dem Verbundbauteile in Kombination mit Stahlbauteilen verwendet werden

1.5.2.8

Verbundanschluss

Verbindungen zwischen Verbundbauteilen oder zwischen Verbund- und Stahlbeton- oder Stahlbauteilen, bei denen die Bewehrung bei der Ermittlung der Tragfähigkeit und Steifigkeit des Anschlusses berücksichtigt wird

1.5.2.9

Tragwerk mit Eigengewichtsverbund

Tragwerk oder Verbundbauteil, bei dem die Einwirkungen aus dem Betongewicht durch eine Unterstützung des Stahltragwerks oder durch andere unabhängige Bauteile bis zu dem Zeitpunkt aufgenommen wird, bei dem der Beton planmäßige Beanspruchungen übertragen kann

1.5.2.10

Tragwerk ohne Eigengewichtsverbund

Tragwerk oder Verbundbauteil, bei dem die Einwirkungen aus dem Betongewicht vom nicht unterstützten Stahltragwerk aufgenommen werden

1.5.2.11

Biegesteifigkeit ohne Berücksichtigung der Rissbildung

Biegesteifigkeit $E_a I_1$ des Verbundquerschnitts, bei der das Flächenmoment zweiten Grades des mittragenden Querschnitts I_1 unter der Annahme berechnet wird, dass der Betonquerschnitt nicht gerissen ist

1.5.2.12

Biegesteifigkeit mit Berücksichtigung der Rissbildung

Biegesteifigkeit $E_a I_2$ des Verbundquerschnitts, bei der das Flächenmoment zweiten Grades I_2 des mittragenden Querschnitts mit dem Gesamtstahlquerschnitt (Baustahl und Betonstahl) ohne Berücksichtigung von zugbeanspruchten Betonquerschnittsteilen berechnet wird

1.5.2.13

Vorspannung

Verfahren, mit dem im Betonquerschnitt eines Verbundquerschnitts durch Spannglieder oder planmäßig eingeprägte Deformationen planmäßig Druckbeanspruchungen erzeugt werden

1.5.2.14

Tragwerke mit teilweise einbetonierten Stahlträgern

Brückentragwerk, das aus einer bewehrten Stahlbetonplatte mit zusätzlichen teilweise einbetonierten gewalzten oder geschweißten Stahlträgern besteht. Die Stahlträger sind so angeordnet, dass die Stahlträgeruntergurte mit dem Betonquerschnitt die Unterseite des Verbundquerschnitts bilden

1.5.2.15

Verbundplatte

überwiegend auf Biegung beanspruchtes Verbundbauteil, welches aus einem mit einer Betonplatte und mit Kopfbolzendübeln verdübelten und auf der Unterseite angeordneten Blech besteht und bei dem die Stützweiten deutlich größer als die Bauteilhöhe sind

1.6 Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Formelzeichen:

Große lateinische Buchstaben

A	Querschnittsfläche des wirksamen Verbundquerschnitts unter Vernachlässigung von Betonquerschnittsflächen unter Zugbeanspruchung
A_a	Querschnittsfläche des Baustahlquerschnitts
A_b	Querschnittsfläche der unteren Querbewehrung des Betongurtes
A_{bh}	Querschnittsfläche der unteren Querbewehrung in der Voute des Betongurtes
A_c	Betonquerschnittsfläche
A_{ct}	Querschnittsfläche der Betonzugzone
A_{fc}	Querschnittsfläche des Betondruckgurtes
A_p	Querschnittsfläche des Spannstahls

A_s	Querschnittsfläche des Betonstahls
A_{sf}	Querschnittsfläche der Querbewehrung des Betongurtes
A_t	Querschnittsfläche der oberen Querbewehrung des Betongurtes
A_v	anrechenbare Fläche des Baustahlquerschnitts bei Querkraftbeanspruchung
A_1	Lasteinleitungsfläche unterhalb einer Kopfplatte bei Teilflächenpressung
E_a	Elastizitätsmodul des Baustahls
$E_{c,eff}$	Effektiver Elastizitätsmodul des Betons
E_{cm}	Elastizitätsmodul (mittlerer Sekantenmodul) des Betons
E_s	Rechenwert des Elastizitätsmoduls für Betonstahl
$(EA)_{eff}$	Effektive Dehnsteifigkeit eines gerissenen Betonquerschnitts
$(EI)_{eff}$	Effektive Biegesteifigkeit zur Berechnung der bezogenen Schlankheit
$(EI)_{eff,II}$	Effektive Biegesteifigkeit für Tragwerksberechnungen nach Theorie II. Ordnung
$(EI)_2$	Biegesteifigkeit je Längeneinheit der Stahlbetonplatte im Zustand II
F_d	in Trägerlängsrichtung wirkende Kraftkomponente infolge Spanngliedvorspannung (Spannglieder mit oder ohne Verbund) nach Herstellung des Verbundes
F_ℓ	Bemessungswert der Längsschubkraft je Dübel
F_t	Bemessungswert einer quergerichteten Längsschubkraft je Dübel
F_{ten}	Bemessungswert je Dübel bei Zugbeanspruchung
G_a	Schubmodul des Baustahls
G_c	Schubmodul des Betons
I	Flächenmoment zweiten Grades des wirksamen Verbundquerschnittes unter Vernachlässigung von zugbeanspruchten Betonquerschnittsteilen
I_a	Flächenmoment zweiten Grades des Baustahlquerschnittes
I_{at}	Torsionsflächenmoment zweiten Grades des Baustahlquerschnitts (St. Venant'scher Torsionswiderstand)
I_c	Flächenmoment zweiten Grades des ungerissenen Betonquerschnitts
I_{eff}	Effektives Flächenmoment zweiten Grades bei teilweise einbetonierten Trägern
I_s	Flächenmoment zweiten Grades des Betonstahlquerschnitts
I_1	ideelles Flächenmoment zweites Grades des Verbundquerschnitts unter der Annahme, dass Betonquerschnittsteile nicht gerissen sind
I_2	Flächenmoment zweiten Grades des wirksamen Gesamtstahlquerschnittes (Baustahl und Bewehrung)
$K_e, K_{e,II}$	Anpassungsbeiwerte zur Ermittlung der wirksamen Biegesteifigkeit für Verbundstützen
K_0	Anpassungsbeiwerte zur Ermittlung der wirksamen Biegesteifigkeit für Verbundstützen
L	Länge, Stützweite, wirksame Stützweite
L_e	äquivalente Stützweite
L_i	Stützweite
L_{A-B}	Länge des durch die Biegemomente $M_{el,Rd}$ und $M_{Ed, max}$ begrenzten Trägerbereichs mit nicht elastischem Materialverhalten
L_v	Einleitungslänge für Längsschubkräfte

M	Biegemoment
M_a	Beitrag des Baustahlquerschnitts am vollplastischen Moment des Verbundquerschnitts
$M_{a,Ed}$	Bemessungswert des auf den Stahlträger einwirkenden Anteils des Momentes
$M_{c,Ed}$	Bemessungswert des auf den Verbundquerschnitt einwirkenden Biegemomentes
$M_{b,Rd}$	Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung des Biegedrillknickens
M_{cr}	ideales Biegedrillknickmoment eines Verbundträgers
M_{Ed}	Bemessungswert des einwirkenden Momentes
$M_{Ed,max}$	Bemessungswert des auf den Verbund- und den Stahlquerschnitt einwirkenden Momentes
$M_{Ed,max,f}$	maximales Moment bzw. maximale Schnittgrößen infolge der Ermüdungsbelastung
$M_{Ed,min,f}$	minimales Moment bzw. minimale Schnittgrößen infolge der Ermüdungsbelastung
$M_{el,Rd}$	Bemessungswert der elastischen Momententragfähigkeit des Verbundquerschnitts
$M_{f,Rd}$	Bemessungswert der Momententragfähigkeit nach EN 1993-1-5, 5.2.6.1
$M_{max,Rd}$	maximaler Bemessungswert der Momententragfähigkeit bei gleichzeitiger Wirkung einer Normalkraft
M_{perm}	maßgebendes Biegemoment für die charakteristische Einwirkungskombination
$M_{pl,a,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Momententragfähigkeit des Baustahlquerschnitts
$M_{pl,N,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Momententragfähigkeit des Verbundquerschnitts unter Berücksichtigung von Normalkräften
$M_{pl,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Momententragfähigkeit des Verbundquerschnitts bei vollständiger Verdübelung
$M_{pl,y,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Momententragfähigkeit des Verbundquerschnitts um die y -Achse bei vollständiger Verdübelung
$M_{pl,z,Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Momententragfähigkeit des Verbundquerschnitts um die z -Achse bei vollständiger Verdübelung
M_{Rd}	Bemessungswert der Momententragfähigkeit eines Verbundanschlusses
M_{Rk}	charakteristischer Wert der Momententragfähigkeit eines Verbundquerschnitts oder eines Verbundanschlusses
$M_{y,Ed}$	Bemessungswert eines einwirkenden Biegemomentes bei Biegung um die y -Achse
$M_{z,Ed}$	Bemessungswert eines einwirkenden Biegemomentes bei Biegung um die z -Achse
N	Normalkraft, Anzahl der Spannungsspiele, Anzahl der Verbundmittel
N_a	Bemessungswert der Normalkraft des Baustahlquerschnitts bei Verbundträgern
N_c	Bemessungswert der Drucknormalkraft des Betongurtes
$N_{c,f}$	Bemessungswert der Drucknormalkraft des Betongurtes bei vollständiger Verdübelung
$N_{c,d}$	Bemessungswert der Drucknormalkraft des Betongurtes infolge $M_{Ed,max}$
$N_{c,el}$	Drucknormalkraft des Betongurtes infolge $M_{el,Rd}$
$N_{cr,eff}$	ideale Verzweigungslast einer Verbundstütze unter Berücksichtigung der wirksamen Biegesteifigkeit
N_{cr}	ideale Verzweigungslast
N_{c1}	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft beim Nachweis der Lasteinleitung
N_{Ed}	Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft

$N_{Ed, serv}$	einwirkende Normalkraft auf ein zugbeanspruchtes Bauteil im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$N_{Ed, ult}$	einwirkende Normalkraft auf zugbeanspruchtes Bauteil im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$N_{G, Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft infolge ständiger Einwirkungen
$N_{pl, a}$	Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des Baustahlquerschnittes
$N_{pl, Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit eines Verbundquerschnitts bei Druckbeanspruchung
$N_{pl, Rk}$	charakteristischer Wert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit des Verbundquerschnitts bei Druckbeanspruchung
$N_{pm, Rd}$	Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit des Betonquerschnitts bei Druckbeanspruchung
N_R	Anzahl von Spannungsspielen
N_s	Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit der Bewehrung
N_{sd}	Bemessungswert der vollplastischen Normalkrafttragfähigkeit der Bewehrung bei Zugbeanspruchung
$N_{s, el}$	Zugkraft in der Gurtbewehrung eines Trägers infolge $M_{el, Rd}$ unter Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen
P_{Ed}	auf einen Dübel im Abstand x vom Steg einwirkende Längsschubkraft
$P_{\ell, Rd}$	Bemessungswert der Längsschubtragfähigkeit eines Dübels, zugehörig zu F_{ℓ}
P_{Rd}	Bemessungswert der Längsschubtragfähigkeit eines Dübels
P_{Rk}	charakteristischer Wert der Längsschubtragfähigkeit eines Dübels
$P_{t, Rd}$	Bemessungswert der Längsschubtragfähigkeit eines Dübels, zugehörig zu F_t
$V_{a, Ed}$	Bemessungswert der auf den Baustahlquerschnitt einwirkenden anteiligen Querkraft
$V_{b, Rd}$	Bemessungswert der Schubbeultragfähigkeit des Steges des Stahlquerschnitts
$V_{c, Ed}$	Bemessungswert des auf den Betonquerschnitt einwirkenden Querkraftanteils bei teilweise einbetonierten Trägern
V_{Ed}	Bemessungswert der auf den Verbundquerschnitt einwirkenden Querkraft
V_L	Längsschubkraft in der Verbundfuge
$V_{L, Ed}$	Bemessungswert der Längsschubkraft im Trägerbereich L_{A-B} mit nichtelastischem Verhalten
$V_{pl, Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Querkrafttragfähigkeit des Verbundquerschnitts
$V_{pl, a, Rd}$	Bemessungswert der vollplastischen Querkrafttragfähigkeit des Baustahlquerschnitts
$V_{p, Rd}$	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit einer Verbunddecke bei Durchstanzen
V_{Rd}	Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit des Verbundquerschnitts

Kleine lateinische Buchstaben

a	Trägerabstand, Durchmesser, Breite, Abstand
a_w	Überstand des Flansches über dem Steg
b	Flanschbreite eines Stahlquerschnitts, Breite eines Gurtcs
b_b	untere Breite einer Betonrippe bei Profilblechdecken
b_{eff}	gesamte mittragende Breite
$b_{eff, 1}$	mittragende Breite in Feldmitte für einen beidseitig gestützten Träger

$b_{\text{eff},2}$	mittragende Breite an Innenauflägern
b_{ei}	mittragende Breite eines Teilgurtcs
b_{f}	Gurtbreite eines Stahlprofils
b_{i}	geometrische Teilgurtbreite
b_0	Abstand zwischen den äußeren Dübelreihen, mittlere Breite einer Betonrippe (minimale Breite bei hinterschnittener Profilblechgeometrie), Voutenbreite
c	Breite eines einseitig gestützten Flansches, wirksamer Umfang bei Betonstählen
c_{st}	Betondeckung oberhalb des Stahlprofils bei teilweise einbetonierten Trägern
$c_{\text{y}}, c_{\text{z}}$	Betondeckung
d	Steghöhe, Schaftdurchmesser eines Dübels, Außendurchmesser von Rohren, minimale Breite bei Stützen
d_{do}	Schweißwulstdurchmesser von Kopfbolendübeln
d_{s}	Abstand zwischen der auf Zug beanspruchten Bewehrung und der Randfaser der Betondruckzone, Abstand zwischen der auf Zug beanspruchten Bewehrung und der Schwerachse des Stahlquerschnitts
e_{D}	Randabstand
e_{d}	Exzentrizität der Last bei Einleitung von Längskräften
e_{g}	Abstand zwischen der Bewehrung und der Endkopfplatte bei Verbundstützen
e_{h}	horizontaler Abstand zwischen einer in den Betongurt eingeleiteten Längskraft und der Stegachse des Stahlquerschnitts
e_{u}	vertikaler Abstand zwischen dem Angriffspunkt einer eingeleiteten Längskraft und der Verbundfuge, wenn die Einleitung der Längskraft über den Stahlträger erfolgt
f_{cd}	Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons (siehe 2.4.1.2)
f_{ck}	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons im Alter von 28 Tagen
f_{cm}	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons
$f_{\text{ct,eff}}$	Mittelwert der wirksamen Zugfestigkeit des Betons
f_{ctm}	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit des Betons
$f_{\text{ct},0}$	Bezugswert für die Betonzugfestigkeit
f_{lctm}	Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit für Leichtbeton
f_{pd}	Bemessungswert der Beanspruchbarkeit von Spannstahl nach EN 1992-1-1:2004, 3.3.3
f_{pk}	charakteristischer Wert der Streckgrenze des Spannstahls
f_{sk}	charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls
f_{u}	Nennwert der Zugfestigkeit
f_{y}	Nennwert der Streckgrenze des Baustahls
f_{yd}	Bemessungswert der Streckgrenze des Baustahls
h	Gesamthöhe, Dicke
h_{a}	Stahlprofilhöhe
h_{c}	Kammerbetonhöhe, Aufbetonhöhe bei Profilblechdecken
h_{n}	Lage der plastischen Nulllinie bei Verbundstützen
h_{s}	Achsabstand der Flansche eines Stahlprofils

h_{sc}	Nennwert der Höhe eines Dübels
k	Erhöhungsfaktor zur Erfassung von Einflüssen aus Theorie II. Ordnung, Beiwert, aus Versuchen hergeleiteter Beiwert zur Ermittlung des Bemessungswertes der Querkrafttragfähigkeit
k_c	Beiwert
k_s	Beiwert zur Bestimmung der Dübeltragfähigkeit
k_φ	Beiwert
k_1	Drehsteifigkeit der elastischen Bettung des gerissenen Betongurtes
k_2	Drehfedersteifigkeit zur Berücksichtigung der Profilverformung
ℓ_o	Lasteinleitungslänge
m	Neigung der Ermüdungsfestigkeitskurve
n	Reduktionszahl für den Betonquerschnitt; Anzahl von Verbundmitteln
n_L	von der Beanspruchungsart und der Kriechzahl abhängige Reduktionszahl für den Beton
n_0	Reduktionszahl bei kurzzeitiger Beanspruchung
n_{0G}	Reduktionszahl zur Ermittlung der Schubsteifigkeit bei Kurzzeitbelastung
n_{tot}	Siehe 9.4
n_{LG}	Reduktionszahl zur Ermittlung der Schubsteifigkeit unter Berücksichtigung des Kriechens
n_w	Siehe 9.4
r	Randmomentenverhältnis
s	Achsabstand der Dübel in Längsrichtung
s_t	Achsabstand der Dübel in Querrichtung
s_f	lichter horizontaler Abstand der Außenkanten der Flansche bei teilweise einbetonierten Trägern
s_w	Achsabstand der Stahlprofile bei teilweise einbetonierten Trägern
t	Alter, Dicke
t_e	Kopfplattendicke
t_f	Flanschdicke bei Stahlprofilen
t_w	Stegdicke bei Stahlprofilen
t_0	Alter bei Belastungsbeginn
v_{Ed}	Bemessungswert der Längsschubspannung
$v_{L,Ed}$	Bemessungswert der einwirkenden Längsschubkraft in der Verbundfuge pro Längeneinheit
$v_{L,Ed,max}$	Maximalwert des Bemessungswerts der einwirkenden Längsschubkraft in der Verbundfuge pro Längeneinheit
w_k	charakteristische Rissbreite
x	Abstand eines Verbundmittels vom benachbarten Steg
x_{pl}	Abstand zwischen der plastischen Nulllinie und der Randfaser der Betondruckzone
y	Querschnittsachse parallel zu den Flanschen
z	Querschnittsachse senkrecht zu den Flanschen; innerer Hebelarm
z_0	vertikaler Abstand

Große griechische Buchstaben

$\Delta\sigma$	Spannungsschwingbreite
$\Delta\sigma_c$	Bezugswert für die Ermüdungsfestigkeit bei $N_c = 2$ Mio. Lastwechseln
$\Delta\sigma_E$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite
$\Delta\sigma_{E, glob}$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite infolge von Haupttragwerksbeanspruchungen
$\Delta\sigma_{E, loc}$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite infolge von lokalen Beanspruchungen
$\Delta\sigma_{E, 2}$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite bezogen auf zwei Millionen Lastwechsel
$\Delta\sigma_s$	Vergrößerung der Betonstahlspannung infolge der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen
$\Delta\sigma_{s, equ}$	schadensäquivalente konstante Spannungsschwingbreite für Betonstahl
$\Delta\tau$	Schubspannungsschwingbreite
$\Delta\tau_c$	Bezugswert für die Ermüdungsfestigkeit bei $N_c = 2$ Mio. Lastwechseln
$\Delta\tau_E$	schadensäquivalente konstante Schubspannungsschwingbreite
$\Delta\tau_{E, 2}$	schadensäquivalente konstante Schubspannungsschwingbreite bezogen auf zwei Millionen Lastwechsel
$\Delta\tau_R$	Ermüdungsfestigkeit für Schubspannungen
ψ	Beiwert

Kleine griechische Buchstaben

α	Faktor, Beiwert
α_{cr}	Verzweigungslastfaktor
α_M	Beiwert zur Ermittlung der Momententragfähigkeit von Verbundstützen
$\alpha_{M, y}, \alpha_{M, z}$	Beiwert zur Ermittlung der Momententragfähigkeit von Verbundstützen für die Querschnittsachsen y - y und z - z
α_{st}	Verhältnis
β	Faktor, Anpassungsbeiwert
β_c, β_1	Beiwerte
γ_C	Teilsicherheitsbeiwert für Beton
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Abweichungen von den nominellen Abmessungen
γ_{Ff}	Teilsicherheitsbeiwert für schädigungsäquivalente Spannungsschwingbreiten
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Abweichungen von den nominellen Abmessungen
γ_{M0}	Teilsicherheitsbeiwert für Baustahl nach EN 1993-1-1:2005, 6.1(1)
γ_{M1}	Teilsicherheitsbeiwert für Baustahl bei stabilitätsgefährdeten Bauteilen nach EN 1993-1-1:2005, 6.1(1)
γ_{Mf}	Teilsicherheitsbeiwert für die Ermüdungsfestigkeit
$\gamma_{Mf, s}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Ermüdungsfestigkeit von schubbeanspruchten Kopfbolzendübeln

γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Spannstahl
γ_S	Teilsicherheitsbeiwert für Betonstahl
γ_V	Teilsicherheitsbeiwert für Kopfbolzendübel
γ_{VS}	Teilsicherheitsbeiwert für die Längsschubkrafttragfähigkeit von Verbunddecken
δ	Faktor, bezogener Stahlanteil bei Verbundstützen, Mittendurchbiegung
δ_{uk}	charakteristischer Wert des Verformungsvermögens von Dübeln
ε	$\sqrt{235 / f_y}$, mit f_y in N/mm ²
η	Verdübelungsgrad; Beiwert
η_a, η_{ao}	Faktoren zur Berücksichtigung der Umschnürungswirkung bei betongefüllten Rohren
$\eta_c, \eta_{co}, \eta_{cl}$	Faktoren zur Berücksichtigung der Umschnürungswirkung bei betongefüllten Rohren
θ	Winkel
λ, λ_v	Schadensäquivalenzfaktoren
$\lambda_{glob}, \lambda_{loc}$	Schadensäquivalenzfaktoren für Beanspruchungen aus Haupttragwerkswirkung bzw. lokaler Wirkung
$\bar{\lambda}$	Schlankheitsgrad
$\bar{\lambda}_{LT}$	Schlankheitsgrad für Biegedrillknicken
μ	Reibungsbeiwert, Faktor
μ_d	Faktor für die Bemessung von Verbundstützen bei Druck und einachsiger Biegung
μ_{dy}, μ_{dz}	Faktor μ_d bezogen auf die Biegeachse
ν_a	Querkontraktionszahl für Baustahl
ρ	Beiwert zur Berücksichtigung des Querkrafteinflusses auf die Momententragfähigkeit
ρ_s	Beiwert, Bewehrungsgrad
$\sigma_{c,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit des Betons bei Teilflächenpressung
σ_{ct}	maximale Betonrandzugspannung
$\sigma_{max,f}$	maximale Spannung infolge Ermüdungsbelastung
$\sigma_{min,f}$	minimale Spannung infolge Ermüdungsbelastung
$\sigma_{s,max,f}$	Betonstahlspannung infolge des Momentes $M_{Ed,max,f}$
$\sigma_{s,min,f}$	Betonstahlspannung infolge des Momentes $M_{Ed,min,f}$
σ_s	Betonstahlspannung (Zug)
$\sigma_{s,max}$	Betonstahlspannung infolge des Momentes M_{max}
$\sigma_{s,max,0}$	Betonstahlspannung infolge des Momentes M_{max} ohne Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen
$\sigma_{s,0}$	Betonstahlspannung ohne Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen
τ_{Rd}	Bemessungswert der Schubtragfähigkeit
ϕ	Stabdurchmesser von Betonstahl; schädigungsäquivalenter Schwingbeiwert
ϕ^*	Stabdurchmesser von Betonstahl
φ_t	Kriechzahl
$\varphi(t, t_0)$	Kriechzahl, die die Kriechverformung zwischen den Zeitpunkten t und t_0 beschreibt und auf die elastische Verformung im Alter von 28 Tagen bezogen ist

χ	Abminderungsfaktor für Biegeknicken
χ_{LT}	Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken
ψ_L	Kriechbeiwert

2 Grundlagen der Tragwerksplanung

2.1 Anforderungen

(1)P Für die Tragwerksplanung von Verbundtragwerken gelten die Grundlagen der EN 1990:2002.

(2)P Zusätzlich gelten für Verbundtragwerke die Grundlagen dieses Kapitels.

(3) Die grundlegenden Anforderungen der EN 1990:2002, Kapitel 2 gelten für Verbundtragwerke als erfüllt, wenn:

- die Bemessung mit Grenzzuständen und Teilsicherheitsbeiwerten nach EN 1990:2002,
- die Einwirkungen nach EN 1991,
- die Lastkombinationen nach EN 1990:2002 und
- die Widerstände und die Regelungen zur Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit entsprechend dieser Norm beachtet werden.

2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

(1)P Für Verbundtragwerke sind maßgebende Beanspruchungszustände infolge der Belastungsgeschichte zu berücksichtigen.

2.3 Basisvariablen

2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

(1) Die bei der Bemessung zu verwendenden Einwirkungen dürfen den maßgebenden Teilen der EN 1991 entnommen werden.

(2)P Beim Nachweis von als Schalung wirkenden Profilblechen muss der Einfluss aus dem zusätzlichen Eigengewicht durch Vergrößerung der Betondicke infolge der Durchbiegung des Bleches berücksichtigt werden.

2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften

(1) Einwirkungen, die aus dem zeitabhängigen Verhalten des Betons resultieren, sind in der Regel nach EN 1992-1-1:2004 zu ermitteln, wenn Eurocode 4 keine abweichenden Regelungen enthält.

2.3.3 Klassifizierung von Einwirkungen

(1)P Aus dem Schwinden des Betons und aus nichtlinearen Temperaturverteilungen resultieren bei Verbundtragwerken Eigenspannungen im Querschnitt sowie Krümmungen und Längsdehnungen in Bauteilen. Diese Beanspruchungen, die in statisch bestimmten Tragwerken und bei Vernachlässigung der Verträglichkeitsbedingungen auch in statisch unbestimmten Tragwerken auftreten, werden als primäre Beanspruchungen bezeichnet.

(2)P Die primären Beanspruchungen aus Schwinden und Temperatur rufen in statisch unbestimmten Tragwerken aufgrund der Verträglichkeitsbedingungen zusätzliche Zwangsbeanspruchungen hervor. Diese werden als sekundäre Beanspruchungen bezeichnet.

2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

2.4.1 Bemessungswerte

2.4.1.1 Bemessungswerte für Einwirkungen

(1) Bei Vorspannung mittels planmäßig eingepprägter und kontrollierter Deformationen, z. B. Absenken von Auflagern, ist in der Regel im Grenzzustand der Tragfähigkeit ein Teilsicherheitsbeiwert γ_p festzulegen, der ungünstige und günstige Auswirkungen berücksichtigt.

ANMERKUNG Der Wert für γ_p darf einem Nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert für ungünstige und günstige Auswirkungen ist 1,0.

2.4.1.2 Bemessungswerte für Werkstoffe und Produkteigenschaften

(1)P Sofern keine oberen Grenzwerte der Festigkeit beachtet werden müssen, sind die Teilsicherheitsbeiwerte auf die unteren charakteristischen Werte oder die Nennwerte der Festigkeit zu beziehen.

(2)P Für Beton ist der Teilsicherheitsbeiwert γ_c zu verwenden. Der Bemessungswert der Betondruckfestigkeit ergibt sich zu

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \quad (2.1)$$

wobei der charakteristische Wert f_{ck} für Normalbeton EN 1992-1-1:2004, 3.1 und für Leichtbeton EN 1992-1-1:2004, 11.3 zu entnehmen ist.

ANMERKUNG Es ist der Wert für γ_c nach EN 1992-1-1:2004 zu verwenden.

(3)P Für Betonstahl ist der Teilsicherheitsbeiwert γ_s zu verwenden.

ANMERKUNG Es ist der Wert für γ_s nach EN 1992-1-1:2004 zu verwenden.

(4)P Für Baustahl, Profilbleche und Verbindungsmittel ist der Teilsicherheitsbeiwert γ_m zu verwenden. Wenn keine abweichenden Angaben gemacht werden, ist für Baustahl der Teilsicherheitsbeiwert γ_{m0} zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Für γ_m sind die Werte nach EN 1993 zu verwenden.

(5)P Für Verbundmittel ist der Teilsicherheitsbeiwert γ_v zu verwenden.

ANMERKUNG Der Wert für γ_v darf einem Nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert ist 1,25.

(6)P Für den Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung von Kopfbolzendübeln sind bei Brückentragwerken die Teilsicherheitsbeiwerte γ_{mf} und $\gamma_{mf,s}$ zu verwenden.

ANMERKUNG Für γ_{mf} sind die Werte nach den maßgebenden Teilen von EN 1993 zu verwenden. Der Wert für $\gamma_{mf,s}$ darf einem Nationalen Anhang entnommen werden. Der empfohlene Wert ist 1,00.

2.4.1.3 Bemessungswerte für geometrische Größen

(1) Querschnitts- und Systemabmessungen dürfen Produktnormen oder Ausführungszeichnungen entnommen werden und als nominelle Werte verwendet werden.

2.4.1.4 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit

(1)P Für Verbundtragwerke sind die Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit nach EN 1990:2002, Gleichung (6.6a) oder Gleichung (6.6c) zu ermitteln.

2.4.2 Kombinationsregeln für Einwirkungen

- (1) Die allgemeinen Kombinationsregeln für Einwirkungen finden sich in EN 1990:2002, Abschnitt 6.
- (2) Für die Kombination von Einwirkungen gilt für Brückentragwerke EN 1990:2002, A.2.

2.4.3 Nachweis der Lagesicherheit (EQU)

(1) Das Nachweisformat beim Nachweis der Lagesicherheit nach EN 1990:2002, Tabelle 2.4 (A) für Brückentragwerke gilt auch für Bemessungszustände mit vergleichbaren Voraussetzungen wie beim (EQU), z. B. für die Bemessung von Verankerungen oder beim Nachweis gegen das Abheben von Lagern bei Durchlaufträgern.

3 Werkstoffe

3.1 Beton

- (1) Sofern im Eurocode 4 keine anderen Festlegungen getroffen werden, gelten in der Regel für die Materialeigenschaften von Beton für Normalbeton die Angaben nach EN 1992-1-1:2004, 3.1 und für Leichtbeton die Angaben nach EN 1992-1-1:2004, 11.3.
- (2) Betonfestigkeitsklassen kleiner als C20/25 bzw. LC20/22 und höher als C60/75 bzw. LC60/66 liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieses Teils des Eurocode 4.
- (3) Schwinddehnungen des Betons sind in der Regel unter Berücksichtigung der Umgebungsfeuchte, der Abmessungen des Betonquerschnittsteils und der Zusammensetzung des Betons zu bestimmen.

3.2 Betonstahl für Brückentragwerke

- (1) Es sind in der Regel die Werkstoffeigenschaften nach EN 1992-1-1:2004, 3.2 zu verwenden. Ausgenommen sind die Regelungen in 3.2.4, für die EN 1992-2 gilt.
- (2) Für Verbundtragwerke darf anstelle des Rechenwertes des Elastizitätsmoduls E_s der Wert für Baustahl nach EN 1993-1-1:2005, 3.2.6 verwendet werden.
- (3) Für die Duktilitätsanforderungen gilt EN 1992-2, 3.2.4.

3.3 Baustahl für Brückentragwerke

- (1) Es sind in der Regel die Werkstoffeigenschaften nach EN 1993-2 zu verwenden.
- (2) Die Bemessungsregeln in diesem Teil von EN 1994 gelten nur für Baustähle, bei denen der Nennwert der Streckgrenze 460 N/mm² nicht überschreitet.

3.4 Verbindungs- und Verbundmittel

3.4.1 Allgemeines

- (1) Für Verbindungsmittel und Schweißzusatzwerkstoffe gilt EN 1993-1-8:2005.

3.4.2 Kopfbolzendübel

- (1) Es gilt EN 13918.

3.5 Spannstahl

- (1) Es gilt EN 1992-1-1:2004, 3.3 und 3.4.

3.6 Zugglieder

- (1) Es gilt EN 1993-1-1:2005.

4 Dauerhaftigkeit

4.1 Allgemeines

- (1) Es gelten die Regelungen nach EN 1990, EN 1992 und EN 1993.
- (2) Für die konstruktive Ausbildung der Verdübelung gelten die Regelungen nach 6.6.5.

4.2 Korrosionsschutzanforderungen für die Verbundfuge

- (1) Der Korrosionsschutz des Stahlobergurtes muss in der Kontaktfläche zwischen Stahl und Beton mindestens 50 mm in die Berührungsfläche hineingehend ausgeführt werden. Bei Verwendung von Fertigteilen ist zusätzlich Kapitel 8 zu beachten.

5 Tragwerksberechnung

5.1 Statisches System für die Berechnung

5.1.1 Statisches System und grundlegende Annahmen

- (1)P Das statische Modell und die grundlegenden Annahmen müssen den Anforderungen nach EN 1990:2002, 5.1.1 entsprechen. Das Modell muss das Verhalten von Querschnitten, Bauteilen, Verbindungen und Lagern ausreichend genau abbilden.

- (2) Das Kapitel 5 gilt für Brückentragwerke, bei denen die überwiegende Anzahl der Einzelbauteile und Verbindungen entweder Verbund- oder Stahlbauteile sind. Wenn das Tragverhalten im Wesentlichen dem eines Stahlbeton- oder Spannbetontragwerks entspricht und nur wenige Einzelelemente als Verbundbauteile ausgebildet sind, sind die Schnittgrößen in der Regel nach EN 1992-2 zu ermitteln.

- (3) Für Verbundplatten gilt Kapitel 9.

5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse

- (1) Im Allgemeinen dürfen die Einflüsse aus dem Last-Verformungsverhalten der Anschlüsse auf die Schnittgrößen und das Verformungsverhalten des Tragwerks vernachlässigt werden. Wenn sie, wie z. B. bei verformbaren Anschlüssen, einen maßgebenden Einfluss haben, sollten sie in der Regel bei der Schnittgrößenermittlung berücksichtigt werden. Siehe hierzu Kapitel 8 und EN 1993-1-8:2005.

- (2) Um festzustellen, ob die Einflüsse aus dem Verformungsverhalten der Anschlüsse bei der Schnittgrößenermittlung berücksichtigt werden müssen, darf nach 8.2 und EN 1993-1-8:2005, 5.1.1 zwischen den nachfolgend angegebenen drei Anschlussmodellen unterschieden werden:

- gelenkige Anschlüsse, bei denen angenommen werden darf, dass der Anschluss keine Biegemomente überträgt;
- steife Anschlüsse, bei denen die Steifigkeit und die Tragfähigkeit des Anschlusses bei der Berechnung die Annahme durchgehender Bauteile erlaubt;
- verformbare Anschlüsse, bei denen das Anschlussverhalten bei der Berechnung berücksichtigt werden muss.

(3) Für Brückentragwerke sind verformbare Anschlüsse in der Regel nicht zulässig.

5.1.3 Boden-Bauwerks-Interaktion

(1)P Falls erforderlich, sind die Verformungseigenschaften der Gründung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Regelungen zur Berücksichtigung der Boden-Bauwerks-Interaktion sind in EN 1997-1:2004 enthalten.

(2) Wenn Baugrundbewegungen zu berücksichtigen sind und Bemessungswerte nicht spezifiziert sind, sind in der Regel die Werte der wahrscheinlichen Baugrundbewegung zu verwenden.

(3) Einflüsse aus Baugrundbewegungen dürfen bei Nachweisen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (ausgenommen Ermüdung) für Verbundträger vernachlässigt werden, wenn alle Querschnitte die Bedingungen der Klasse 1 oder 2 erfüllen und wenn kein Nachweis des Biegedrillknickens erforderlich ist.

5.2 Globale Tragwerksberechnung

5.2.1 Einflüsse aus der Tragwerksverformung

(1) Die Schnittgrößen dürfen im Allgemeinen entweder nach

- Theorie I. Ordnung unter Ansatz der Ausgangsgeometrie oder nach
- Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung der Einflüsse aus der Tragwerksverformung

berechnet werden.

(2)P Die Einflüsse aus der Tragwerksverformung (Theorie II. Ordnung) müssen immer berücksichtigt werden, wenn die aus den Verformungen resultierende Vergrößerung der Schnittgrößen nicht mehr vernachlässigt werden kann oder wenn das Tragwerksverhalten maßgeblich verändert wird.

(3) Die Berechnung darf nach Theorie I. Ordnung erfolgen, wenn der aus den Verformungen nach Theorie I. Ordnung resultierende Zuwachs der maßgebenden Schnittgrößen kleiner als 10 % ist. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die nachfolgende Bedingung eingehalten ist.

$$\alpha_{cr} \geq 10 \quad (5.1)$$

Dabei ist

α_{cr} der Verzweigungslastfaktor, mit dem die Bemessungswerte der Einwirkungen bis zum Erreichen der nach der Elastizitätstheorie ermittelten globalen idealen Verzweigungslast erhöht werden müssen.

(4)P Bei der Bestimmung der Steifigkeiten des Tragwerks müssen die Einflüsse aus der Rissbildung und dem Kriechen des Betons sowie aus dem Verformungsverhalten der Anschlüsse berücksichtigt werden.

5.2.2 Berechnungsverfahren für Brückentragwerke

(1) Für Brückentragwerke gilt EN 1993-2, 5.2.2.

5.3 Imperfektionen

5.3.1 Grundlagen

(1)P Bei der Tragwerksberechnung sind die Einflüsse aus Imperfektionen zu erfassen. Die Imperfektionsansätze müssen Einflüsse aus Eigenspannungen, geometrische Imperfektionen wie Schiefstellungen, Abweichungen von der ideal geraden Stabachse, Unebenheiten und Passungenauigkeiten sowie unvermeidbare Exzentrizitäten aus Montagetoleranzen in Verbindungen erfassen.

(2)P Die Imperfektionen sind so anzunehmen, dass sie der zum niedrigsten Verzweigungslastfaktor zugehörigen Verformungsfigur der jeweils betrachteten Ebene entsprechen. Sie sind in ungünstigster Richtung anzusetzen.

5.3.2 Imperfektionsannahmen für Brückentragwerke

(1) Der Berechnung sind realistische Annahmen für geometrische Ersatzimperfektionen zugrunde zu legen, die sowohl globale Imperfektionen als auch lokale Imperfektionen erfassen. Lokale Imperfektionen dürfen vernachlässigt werden, wenn der Einfluss lokaler Imperfektionen bereits im Nachweisverfahren für die Bauteiltragfähigkeit berücksichtigt ist.

(2) Für die geometrischen Ersatzimperfektionen und die bei Querrahmen anzusetzenden Stabilisierungskräfte gilt EN 1993-2, 5.3 und 6.3.4.2.

(3) Für Verbundstützen und Druckglieder in Verbundbauweise sind beim Nachweis der Gesamtstabilität nach 6.7.3.6 oder 6.7.3.7 Vorkrümmungen zu berücksichtigen. Die geometrischen Ersatzimperfektionen (maximaler Stich der Vorkrümmung) sind in Tabelle 6.5 angegeben.

(4) Für die zu berücksichtigenden Imperfektionen bei Druckgliedern in Stahlbauweise gilt EN 1993-2, 5.3.

5.4 Schnittgrößenermittlung

5.4.1 Verfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen

5.4.1.1 Allgemeines

(1) Die Schnittgrößen dürfen auch dann nach der Elastizitätstheorie berechnet werden, wenn die Beanspruchbarkeit der Querschnitte vollplastisch oder nichtlinear ermittelt wird.

(2) Für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind die Schnittgrößen in der Regel nach der Elastizitätstheorie zu berechnen, wobei Einflüsse aus nichtlinearem Verhalten, wie z. B. die Rissbildung des Betons, zu berücksichtigen sind.

(3) Für den Nachweis des Grenzzustandes der Ermüdung sind die Schnittgrößen in der Regel nach der Elastizitätstheorie zu bestimmen.

(4)P Bei der Berechnung müssen die Einflüsse aus der Schubweichheit breiter Gurte (mittragende Breite) und aus dem lokalen Beulen von Stahlquerschnittsteilen berücksichtigt werden, wenn sie die Schnittgrößenverteilung nennenswert beeinflussen.

(5) Der Einfluss des lokalen Beulens von Stahlquerschnittsteilen auf die zu wählende Methode der Schnittgrößenermittlung darf mit der Querschnittsklassifizierung nach 5.5 beurteilt werden.

(6) Der Einfluss des lokalen Beulens von Stahlquerschnittsteilen auf die Steifigkeit von Verbundquerschnitten darf im Allgemeinen vernachlässigt werden. Für Verbundquerschnitte der Klasse 4 gilt EN 1993-1-5, 2.2.

(7) Einflüsse aus dem Schlupf in geschraubten Verbindungen oder vergleichbare Verformungen von Verbindungsmitteln sollten bei der Schnittgrößenermittlung beachtet werden.