

DIN EN 1993-2



ICS 91.010.30; 91.080.10; 93.040

Ersatz für
DIN EN 1993-2:2007-02 und
DIN EN 1993-2
Berichtigung 1:2009-12

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 2: Stahlbrücken;
Deutsche Fassung EN 1993-2:2006 + AC:2009**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 2: Steel Bridges;
German version EN 1993-2:2006 + AC:2009

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 2: Ponts métalliques;
Version allemande EN 1993-2:2006 + AC:2009

Gesamtumfang 127 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-2:2006 + AC:2009) 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 005-08-23 AA „Stahlbrücken“ begleitet.

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 09. Januar 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 1993-2:2001-02 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 1993-2:2007-02 und DIN EN 1993-2 Berichtigung 1:2009-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

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

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1993-2: 2001-02

DIN EN 1993-2: 2007-02

DIN EN 1993-2 Berichtigung 1: 2009-12

Deutsche Fassung

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken

Eurocode 3: Calcul des structures en acier —
Partie 2: Ponts métalliques

Eurocode 3: Design of steel structures —
Part 2: Steel Bridges

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. Januar 2006 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 22. Juli 2009 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.

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.....	7
Hintergrund des Eurocode-Programms	8
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes.....	9
Nationale Fassungen der Eurocodes.....	9
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).....	10
Besondere Hinweise zu EN 1993-2	10
Nationaler Anhang zu EN 1993-2.....	11
1 Einführung	12
1.1 Anwendungsbereich.....	12
1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 3.....	12
1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 3, Teil 2	12
1.2 Normative Verweisungen	12
1.3 Annahmen.....	13
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	13
1.5 Begriffe.....	13
1.6 Formelzeichen	14
1.7 Definition der Bauteilachsen	14
2 Grundlagen für die Tragwerksplanung.....	15
2.1 Anforderungen	15
2.1.1 Grundlegende Anforderungen.....	15
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	15
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit	15
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	16
2.3 Basisvariable	16
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	16
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften.....	16
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	16
2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen	16
3 Werkstoffe.....	17
3.1 Allgemeines	17
3.2 Baustahl	17
3.2.1 Werkstoffeigenschaften	17
3.2.2 Anforderungen an die Duktilität	17
3.2.3 Bruchzähigkeit	17
3.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung.....	18
3.2.5 Toleranzen	18
3.2.6 Bemessungswerte der Materialkonstanten.....	18
3.3 Verbindungsmittel	18
3.3.1 Schrauben, Bolzen und Niete	18
3.3.2 Schweißzusatzwerkstoffe	19
3.4 Stahlseile und andere Zugelemente	19
3.5 Lager	19
3.6 Andere Komponenten für Brücken	20
4 Dauerhaftigkeit.....	20

5	Tragwerksberechnung	21
5.1	Statische Systeme	21
5.1.1	Grundlegende Annahmen.....	21
5.1.2	Berechnungsmodelle für Anschlüsse.....	21
5.1.3	Bauwerk-Boden-Interaktion.....	21
5.2	Statische Berechnung von Brückentragwerken	21
5.2.1	Einflüsse der Tragwerksverformung	21
5.2.2	Stabilität des Brückentragwerks.....	22
5.3	Imperfektionen	22
5.3.1	Grundlagen.....	22
5.3.2	Imperfektionen für die Tragwerksberechnung	22
5.3.3	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme	22
5.3.4	Bauteilimperfektionen	22
5.4	Berechnungsmethoden	22
5.4.1	Allgemeines.....	22
5.4.2	Elastische Tragwerksberechnung	22
5.5	Klassifizierung von Querschnitten	23
5.5.1	Grundlagen.....	23
5.5.2	Klassifizierung	23
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	23
6.1	Allgemeines.....	23
6.2	Beanspruchbarkeit von Querschnitten	24
6.2.1	Allgemeines.....	24
6.2.2	Querschnittswerte	24
6.2.3	Zugbeanspruchung	24
6.2.4	Druckbeanspruchung	24
6.2.5	Biegebeanspruchung.....	25
6.2.6	Querkraftbeanspruchung	26
6.2.7	Torsionsbeanspruchung	26
6.2.8	Beanspruchung aus Biegung, Normalkraft, Querkraft und Querbeltung.....	26
6.2.9	Beanspruchung aus Biegung und Querkraft.....	26
6.2.10	Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft.....	26
6.2.11	Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft	27
6.3	Stabilitätsnachweise für Bauteile	27
6.3.1	Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck	27
6.3.2	Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse	27
6.3.3	Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile.....	28
6.3.4	Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile	28
6.4	Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile	31
6.5	Plattenbeulen	31
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	32
7.1	Allgemeines.....	32
7.2	Berechnungsmodelle	33
7.3	Spannungsbegrenzungen	33
7.4	Begrenzung des Blechatmens	34
7.5	Beschränkung des Lichtraumprofils.....	34
7.6	Beschränkungen für das optische Erscheinungsbild	34
7.7	Anforderungen für Eisenbahnbrücken	35
7.8	Anforderungen für Straßenbrücken	35
7.8.1	Allgemeines.....	35
7.8.2	Verformungsbegrenzungen zur Vermeidung übermäßiger Stoßbelastungen aus Verkehr	35
7.8.3	Resonanzeffekte aus Verkehr	36
7.9	Anforderungen an Fußgängerbrücken.....	36
7.10	Kriterien für das Verhalten bei Windbelastung	36
7.11	Zugänglichkeit von Anschlussdetails und Oberflächen	36
7.12	Entwässerung	36

8	Verbindungsmittel, Schweißnähte, Verbindungen und Anschlüsse	37
8.1	Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen	37
8.1.1	Kategorien von Schraubenverbindungen	37
8.1.2	Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete	37
8.1.3	Tragfähigkeiten einzelner Verbindungsmittel	37
8.1.4	Gruppen von Verbindungsmitteln	37
8.1.5	Lange Anschlüsse	37
8.1.6	Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben 8.8 und 10.9	38
8.1.7	Lochabminderungen	38
8.1.8	Abstützkräfte	38
8.1.9	Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit	38
8.1.10	Bolzenverbindungen	38
8.2	Schweißverbindungen	39
8.2.1	Geometrie und Maße	39
8.2.2	Schweißen mit Futterblechen	39
8.2.3	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	39
8.2.4	Tragfähigkeit von Schlitznähten	40
8.2.5	Tragfähigkeit von Stumpfnähten	40
8.2.6	Tragfähigkeit von Lochschweißungen	40
8.2.7	Verteilung der Kräfte	40
8.2.8	Steifenlose Anschlüsse an Flansche	40
8.2.9	Lange Anschlüsse	40
8.2.10	Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	40
8.2.11	Einschenkiger Anschluss von Winkelprofilen	40
8.2.12	Schweißen in kaltverformten Bereichen	40
8.2.13	Berechnung von Rahmenanschlüssen mit H- oder I-Querschnitten	40
8.2.14	Hohlprofilanschlüsse	41
9	Ermüdungsnachweise	41
9.1	Allgemeines	41
9.1.1	Anforderungen von Ermüdungsnachweisen	41
9.1.2	Ermüdungsnachweise für Straßenbrücken	41
9.1.3	Ermüdungsnachweise für Eisenbahnbrücken	41
9.2	Ermüdungsbelastung	42
9.2.1	Allgemeines	42
9.2.2	Vereinfachtes Ermüdungslastmodell für Straßenbrücken	42
9.2.3	Vereinfachtes Ermüdungslastmodell für Eisenbahnbrücken	43
9.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungsnachweise	43
9.4	Spannungsschwingbreite für die Ermüdung	43
9.4.1	Allgemeines	43
9.4.2	Tragwerksberechnung für Ermüdungsnachweise	44
9.5	Vorgehensweise beim Ermüdungsnachweis	46
9.5.1	Ermüdungsnachweis	46
9.5.2	Schadenäquivalenzfaktoren λ für Straßenbrücken	46
9.5.3	Schadenäquivalenzfaktoren λ für Eisenbahnbrücken	50
9.5.4	Kombination von Schädigungen aus lokalen und globalen Spannungsschwingbreiten	54
9.6	Ermüdungsfestigkeit	55
9.7	Schweißnahtnachbehandlung	55
10	Versuchsgestützte Bemessung	55
10.1	Allgemeines	55
10.2	Versuchsarten	56
10.3	Nachweis aerodynamischer Effekte auf Brücken infolge Wind durch Versuche	56

Anhang A (informativ) Technische Anforderungen für Lager	58
A.1 Anwendungsbereich	58
A.2 Formelzeichen.....	59
A.3 Allgemeines.....	59
A.3.1 Lagerungssystem	59
A.3.2 Auswirkung der Kontinuität der Biegelinien	60
A.3.3 Verankerung der Lager	60
A.3.4 Einbaubedingungen	61
A.3.5 Lagerspiel.....	61
A.3.6 Roll- und Gleitwiderstände mehrerer Lager	62
A.4 Erstellung der Lagerliste	63
A.4.1 Allgemeines.....	63
A.4.2 Berechnung der Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Lager und der Lagerbewegungen	66
A.4.3 Bestimmung der Lagervoreinstellung bei der Bezugstemperatur T_0	74
A.5 Zusätzliche Regelungen für bestimmte Lagertypen	74
A.5.1 Gleitlager	74
A.5.2 Elastomerlager	74
A.5.3 Rollenlager	74
A.5.4 Topflager	74
A.5.5 Kipplager	75
A.5.6 Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE	75
A.5.7 Lagereinbau	75
Anhang B (informativ) Technische Anforderungen an Fahrbahnübergänge für Straßenbrücken	76
B.1 Anwendungsbereich	76
B.2 Technische Spezifizierung	78
B.2.1 Allgemeines.....	78
B.2.2 Erstellung einer Fahrbahnübergangsliste	78
B.2.3 Bemessungslasten für die Verankerung und die Anschlüsse	79
B.3 Eingeprägte Kräfte, Verformungen und Verdrehungen infolge Verformungen der Brücke	80
Anhang C (informativ) Empfehlungen für die bauliche Durchbildung von Stahlfahrbahnen	81
C.1 Straßenbrücken	81
C.1.1 Allgemeines.....	81
C.1.2 Fahrbahnblech	83
C.1.3 Fahrbahnlängsrippen	87
C.1.4 Querträger	93
C.2 Eisenbahnbrücken	94
C.2.1 Allgemeines.....	94
C.2.2 Blechdicke und Maße	95
C.2.3 Durchdringung Längsrippe/Querträger	96
C.2.4 Schweißnahtvorbereitung und Prüfungen.....	97
C.3 Toleranzen für Halbzeuge und für die Fertigung	98
C.3.1 Halbzeuggtoleranzen.....	98
C.3.2 Fertigungstoleranzen	98
C.3.3 Besondere Bedingungen für Schweißverbindungen.....	98
Anhang D (informativ) Knicklängen von Bauteilen und Annahmen für geometrische Imperfektionen	112
D.1 Allgemeines.....	112
D.2 Fachwerke	112
D.2.1 Vertikal- und Diagonalstäbe mit starr gestützten Enden.....	112
D.2.2 Vertikalstäbe als Teile eines Querrahmens (siehe Bild D.1 a) oder b)).....	112
D.2.3 Knicken von Füllstäben rechtwinklig zur Fachwerkebene	115
D.2.4 Druckgurte von Trogbrücken	116

	Seite
D.3 Bogenbrücken	118
D.3.1 Allgemeines	118
D.3.2 Knicklängenbeiwerte für Knicken in Bogenebene	118
D.3.3 Knicklängenbeiwerte für Knicken senkrecht zur Bogenebene	121
D.3.4 Knicken senkrecht zur Bogenebene von Bögen mit Windverband und Endportalen	122
D.3.5 Imperfektionen	122
Anhang E (informativ) Kombination der Wirkungen aus lokalen Radlasten und globalen Verkehrslasten bei Straßenbrücken	124
E.1 Kombination der Wirkungen lokaler und globaler Lasten	124
E.2 Kombinationsbeiwert	125

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-2:2006 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

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

Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-2:1997.

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, 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 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 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke*

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

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

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

EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*

EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

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

EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumkonstruktionen*

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

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.

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 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 EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

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

Nationale Fassungen der Eurocodes

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

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 für γ -Faktoren und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z. B. Schneekarten;
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere zur Wahl anbieten;
- Verweise zur Anwendung des Eurocodes, soweit diese ergänzen und nicht widersprechen.

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, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technische Grundlage für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) 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.

Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

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 den 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 1993-2

EN 1993-2 ist der zweite von insgesamt sechs Teilen der EN 1993 — *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*. In diesem zweiten Teil sind Grundregeln und Anwendungsregeln für die Sicherheit, die Gebrauchstauglichkeit sowie die Dauerhaftigkeit von Brückentragwerken aus Stahl enthalten.

EN 1993-2 enthält ergänzende Bemessungsregeln zu den mitgeltenden allgemeinen Grundregeln in EN 1993-1-1.

Die Anwendung von EN 1993-2 ist gemeinsam mit den Eurocodes EN 1990 — *Grundlagen der Tragwerksplanung* —, EN 1991 — *Einwirkungen auf Tragwerke* — sowie den Teilen 2 von EN 1992 bis EN 1998, wenn in diesen auf Stahlbrücken oder Komponenten von Stahlbrücken Bezug genommen wird, vorgesehen.

Die in diesen Dokumenten bereits behandelten Aspekte werden nicht wiederholt.

Die Anwendung von EN 1993-2 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.

Die Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte 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.

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

Nationaler Anhang zu EN 1993-2

Diese Norm enthält alternative Verfahren, Zahlenwerte und Empfehlungen für Klassen zusammen mit Hinweisen, wo nationale Festlegungen getroffen worden sein können. Deshalb kann die jeweilige nationale Ausgabe der EN 1993-2 einen Nationalen Anhang mit den national festzulegenden Parametern enthalten, mit dem die Tragwerksplanung von Stahlbauten, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, durchzuführen ist.

Nationale Festlegungen sind bei folgenden Regelungen vorgesehen:

— 2.1.3.2(1)	— 6.3.2.3(1)	— 9.5.2(2)
— 2.1.3.3(5)	— 6.3.4.2(1)	— 9.5.2(3)
— 2.1.3.4(1)	— 6.3.4.2(7)	— 9.5.2(5)
— 2.1.3.4(2)	— 7.1(3)	— 9.5.2(6)
— 2.3.1(1)	— 7.3(1)	— 9.5.2(7)
— 3.2.3(2)	— 7.4(1)	— 9.5.3(2) (zweimal)
— 3.2.3(3)	— 8.1.3.2.1(1)	— 9.6(1) (zweimal)
— 3.2.4(1)	— 8.1.6.3(1)	— 9.7(1)
— 3.4(1)	— 8.2.1.4(1)	— A.3.3(1)P
— 3.5(1)	— 8.2.1.5(1)	— A.3.6(2)
— 3.6(1)	— 8.2.1.6(1)	— A.4.2.1(2)
— 3.6(2)	— 8.2.10(1)	— A.4.2.1(3)
— 4(1)	— 8.2.13(1)	— A.4.2.1(4)
— 4(4)	— 8.2.14(1)	— A.4.2.4(2)
— 5.2.1(4)	— 9.1.2(1)	— C.1.1(2)
— 5.4.1(1)	— 9.1.3(1)	— C.1.2.2(1)
— 6.1(1)P	— 9.3(1)P	— C.1.2.2(2)
— 6.2.2.3(1)	— 9.3(2)P	— E.2(1)
— 6.2.2.5(1)	— 9.4.1(6)	

1 Einführung

1.1 Anwendungsbereich

1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 3

(1) Siehe EN 1993-1-1, 1.1.1(1), (2), (3), (4), (5) und (6).

1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 3, Teil 2

(1) EN 1993-2 liefert die Grundlagen für den Entwurf von Stahlbrücken und Stahlbauteilen von Verbundbrücken und enthält Regelungen, die die Regelungen in den verschiedenen Teilen von EN 1993-1 ergänzen, ändern oder ersetzen.

(2) Regelungen für Verbundbrücken sind in EN 1994-2 angegeben.

(3) Regelungen für Seile und Zugglieder befinden sich in EN 1993-1-11.

(4) Die Regelungen in EN 1993-2 beziehen sich nur auf die Tragsicherheit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerfestigkeit von Brückentragwerken. Andere Entwurfsaspekte werden nicht behandelt.

(5) In der Regel ist für die Ausführung von Stahlbrücken EN 1090 zu beachten.

ANMERKUNG Da EN 1090 noch nicht zur Verfügung steht, werden vorläufig Hinweise in Anhang C gegeben.

(6) Die Ausführung wird in EN 1993-2 nur in dem Umfang behandelt, der zur Beschreibung der Qualität der einsetzbaren Baustoffe und Bauprodukte sowie der Ausführungsqualität notwendig ist, damit die den Bemessungsregeln zugrunde liegenden Annahmen erfüllt sind.

(7) EN 1993-2 behandelt keine besonderen Anforderungen für Brücken in Erdbebengebieten; vielmehr wird auf EN 1998 verwiesen, die die Regelungen in EN 1993-2 in dieser Hinsicht ergänzt.

1.2 Normative Verweisungen

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

(2) Zusätzlich zu den normativen Verweisungen in EN 1990 und EN 1993-1 gelten für EN 1993-2 folgende Verweisungen:

EN 1090, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken*

EN 1337, *Lager im Bauwesen*

EN 10029, *Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an — Grenzabmaße, Formtoleranzen, zulässige Gewichtsabweichungen*

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

EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

EN ISO 12944-3, *Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung*

EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung*

EN ISO 15614-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen*

1.3 Annahmen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 1.3(1).

1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

(1) Siehe EN 1993-1-1, 1.4(1).

1.5 Begriffe

(1) Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990 und EN 1993-1 und die folgenden Begriffe.

1.5.1

Brücke

Ingenieurbauwerk, das natürliche Hindernisse oder Transportwege für Verkehr oder Fußgänger überbrückt

ANMERKUNG Die Regelungen gelten auch für Eisenbahnbrücken, Kanalbrücken, Brücken für Versorgungsleitungen oder Brücken für andere Verkehrsmittel (z. B. Flugzeuge).

1.5.2

Widerlager

Bauwerk für die Brückenendauflagerung

ANMERKUNG Es wird zwischen starren Widerlagern und nachgiebigen Widerlagern unterschieden.

1.5.3

fugenloses Widerlager

Widerlager, das ohne einen Fahrbahnübergang direkt mit der Fahrbahnplatte verbunden ist

1.5.4

Pfeiler

Zwischenunterstützung einer Brücke unterhalb des Überbaus

1.5.5

Lager

Tragelement, das sich zwischen dem Brückenüberbau und dem Widerlager oder Pfeiler befindet und Lasten vom Überbau überträgt

1.5.6

Schrägseil

Zugelement, das die Brückenhauptträger mit dem Pylon oder mehreren Pylonen verbindet

1.5.7

Vorspannung

durch kontrollierte Kräfte und/oder kontrollierte Verformungen eingepprägter innerer Spannungszustand eines Tragwerks

ANMERKUNG Es gibt unterschiedliche Arten der Vorspannung, z. B. durch Spannstähle oder durch nachträglich eingepprägte Stützenbewegungen.

1.5.8

Lichtraumhöhe

die dem Verkehr zur Verfügung stehende freie Durchfahrtshöhe

1.5.9

Blechatmen

durch zyklische Belastung in Blechebene erzwungene Verformung senkrecht zur Blechebene bei schlanken Beulfeldern

1.5.10

sekundäre Konstruktionselemente

Konstruktionselemente, die nicht zum eigentlichen Tragwerk der Brücken gehören

ANMERKUNG Sekundäre Konstruktionselemente sind für die Funktion erforderlich, z. B. Schutzplanken, Geländer, Leitern oder Schleppplatten.

1.6 Formelzeichen

(1) Es gelten die Formelzeichen in EN 1990 und EN 1993-1. Darüber hinaus gelten folgende Formelzeichen:

$\sigma_{Ed,ser}, \tau_{Ed,ser}$	Nennspannungen infolge der charakteristischen Lastkombination;
$\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_{max}, \lambda_{loc}, \lambda_{glo}$	Schädigungsäquivalenzfaktoren;
$\Phi_2, \Phi_{loc}, \Phi_{glo}$	schädigungsäquivalente Schwingbeiwerte;
$\Delta\sigma_p, \Delta\sigma_{loc}, \Delta\sigma_{glo}$	Spannungsschwingbreite infolge Last p ;
μ_k	charakteristischer Wert der Reibungszahl;
γ_μ	Teilsicherheitsbeiwert für Reibung;
α	Faktor abhängig vom Lagetyp und Anzahl der günstig und ungünstig wirkenden Lager;
T_{0max}, T_{0min}, T_0	Temperaturen;
$\Delta T_0, \Delta T_K, \Delta T_\gamma$	Temperaturdifferenzen;
γ_T	Teilsicherheitsbeiwert für die Temperatur;
$K, K_{foundation}, K_{pier}, K_{bearing}$	Federsteifigkeiten;
S_d, S_T	Lagerverschiebewege.

(2) Weitere Formelzeichen werden erklärt, wenn sie im Text zum ersten Mal erscheinen.

1.7 Definition der Bauteilachsen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 1.7(1), (2), (3) und (4).

2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

2.1 Anforderungen

2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.1.1(1), (2) und (3).

2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

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

2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Robustheit

2.1.3.1 Allgemeines

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

(2)P Brücken müssen für die spezifizierte Nutzungsdauer ermüdungssicher konstruiert werden.

2.1.3.2 Nutzungsdauer

(1) Als Nutzungsdauer ist in der Regel der Zeitraum festzulegen, in dem die Brücke mit normaler Wartung ohne größere Instandsetzungsarbeiten genutzt werden kann.

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang kann den Bemessungswert der Nutzungsdauer festlegen. Für eine permanente Brücke wird ein Bemessungswert der Nutzungsdauer von 100 Jahren empfohlen.

ANMERKUNG 2 Für temporäre Brücken kann der Bemessungswert der Nutzungsdauer anders festgelegt werden.

(2) Regelungen zu Konstruktionselementen, die nicht für die gesamte Nutzungsdauer der Brücke bemessen werden können, sind in 2.1.3.3 angegeben.

2.1.3.3 Dauerhaftigkeit

(1) Um die geforderte Dauerhaftigkeit zu erreichen, sind Brücken und zugehörige Bauteile in der Regel entweder gegen Schäden infolge von Tragwerksverformungen, Verschleiß, Ermüdung und außergewöhnlichen Einwirkungen zu bemessen oder durch konstruktive Maßnahmen zu schützen.

(2) Tragende Bauteile einer Brücke, an denen Schutzplanken oder Geländer befestigt sind, sind in der Regel so zu bemessen, dass plastische Verformungen der Schutzplanken oder Geländer ohne Beschädigung dieser tragenden Bauteile möglich sind.

(3) Enthält die Brücke Bauteile, die austauschbar sein sollen (siehe 4 (6)), so ist in der Regel die Austauschbarkeit dieser Teile als vorübergehende Bemessungssituation nachzuweisen.

(4) Um Schlupf zu vermeiden, sind in der Regel alle Verbindungen in Tragwerksteilen der Brücke als vorgespannten Schraubverbindungen der Kategorie B oder C auszuführen. Alternativ dürfen Passschrauben, Niet- oder Schweißverbindungen verwendet werden.

(5) Kontaktverbindungen sind nur zulässig, wenn dafür die Ermüdungsfestigkeit nachgewiesen werden kann.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf zusätzliche Empfehlungen zu dauerhafter Detailausbildungen geben.

2.1.3.4 Robustheit und Redundanz

(1) Bei der Bemessung ist in der Regel nachzuweisen, dass bei Beschädigung eines Bauteils durch außergewöhnliche Einwirkungen das restliche Tragwerk mindestens die außergewöhnliche Lastkombination übersteht.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Bauteile mit außergewöhnlichen Einwirkungen (z. B. Hänger, Seile, Lager usw.) sowie Spezifikationen für den Nachweis festlegen.

(2) Den Auswirkungen von Korrosion oder Ermüdung von Bauteilen und Werkstoffen ist in der Regel durch geeignete konstruktive Lösungen (siehe auch EN 1993-1-9 und EN 1993-1-10) Rechnung zu tragen.

ANMERKUNG 1 EN 1993-1-9, Abschnitt 3 liefert Nachweismöglichkeiten für das Bemessungskonzept der Schadens-toleranz oder das Bemessungskonzept ausreichender Sicherheit gegen Ermüdungsversagen ohne Vorankündigung.

ANMERKUNG 2 Das Bemessungskonzept für den Ermüdungsnachweis darf im Nationalen Anhang festgelegt werden.

ANMERKUNG 3 Abschnitt 4 gibt Hinweise zur Zugänglichkeit, Wartung und Prüfung.

2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.2(1) und (2).

(3) Aus Gründen der Schadensbegrenzung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist bei der Tragwerks-berechnung für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen in der Regel von elastischem Tragwerksverhalten auszugehen, siehe 5.4.

(4) Die erforderliche Nutzungsdauer ist in der Regel durch Ermüdungsnachweise und/oder eine ermüdungs-gerechte konstruktive Durchbildung (siehe Anhang C) sowie durch entsprechende Gebrauchstauglichkeits-nachweise nachzuweisen.

2.3 Basisvariable

2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

(1) Die Einwirkungen für die Bemessung von Brücken sind in der Regel EN 1991 zu entnehmen. EN 1990, Anhang A.2 enthält Regeln zur Kombination der Einwirkungen und Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen.

ANMERKUNG 1 Anhang E enthält ergänzende Regelungen für Verkehrslasten auf Fahrbahnplatten aus Stahl bei Straßenbrücken.

ANMERKUNG 2 In EN 1991 nicht spezifizierte Einwirkungen regelt der Nationale Anhang.

(2) Siehe EN 1993-1-1, 2.3(2), (3), (4) und (5).

ANMERKUNG Anhang A enthält Regelungen für die Bestimmung der Einwirkungen auf Lager.

2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften

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

2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.4.1(1), 2.4.2(1) und (2), 2.4.3(1) und 2.4.4(1).

2.5 Bemessung mit Hilfe von Versuchen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 2.5(1), (2) und (3).

3 Werkstoffe

3.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.1(1) und (2).

3.2 Baustahl

3.2.1 Werkstoffeigenschaften

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

3.2.2 Anforderungen an die Duktilität

(1) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.2(1) und (2).

3.2.3 Bruchzähigkeit

(1) Die Werkstoffe sollten die erforderliche Zähigkeit aufweisen, um während der Lebensdauer des Tragwerks Sprödbbruch auszuschließen.

(2) Weitergehende Sprödbbruchnachweise können entfallen, wenn die Anforderungen in EN 1993-1-10 für die niedrigste Bauwerkstemperatur erfüllt werden.

ANMERKUNG 1 Die niedrigste Bauwerkstemperatur darf EN 1991-1-5 entnommen werden.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf zusätzliche Anforderungen in Abhängigkeit der Blechdicke definieren; Tabelle 3.1 enthält ein Beispiel.

Tabelle 3.1 — Beispiel für zusätzliche Anforderungen an die Zähigkeit des Grundmaterials

Beispiel	Nennstärke	Zusätzliche Anforderung
1	$t \leq 30 \text{ mm}$	$T_{27J} = -20 \text{ °C}$ entsprechend EN 10025
	$30 < t \leq 80 \text{ mm}$	Feinkornbaustahl nach EN 10025, z. B. S355N/M
	$t > 80 \text{ mm}$	Feinkornbaustahl nach EN 10025, z. B. S355NL/ML

(3) Für Brückenbauteile unter Druckbeanspruchung ist in der Regel eine angemessene Mindestzähigkeit ausreichend.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf für Brückenbauteile unter Druckbeanspruchung Hinweise zur Auswahl angemessener Mindestzähigkeiten geben. Es wird die Verwendung von EN 1993-1-10, Tabelle 2.1 mit $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ empfohlen.

3.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung

(1) Falls nach EN 1993-1-10 erforderlich, sind in der Regel Stähle mit besonderen Eigenschaften in Dickenrichtung nach EN 10164 einzusetzen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf bei rechnerischen Anforderungen Z_{Ed} nach EN 1993-1-10 die erforderlichen Z-Güten nach EN 10164 festlegen. Es werden die erforderlichen Z-Güten nach Tabelle 3.2 empfohlen.

Tabelle 3.2 — Empfehlung für die Wahl der Z-Güte nach EN 10164

Rechnerische Anforderung Z_{Ed}	Z-Güte
$Z_{Ed} \leq 10$	–
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z25
$Z_{Ed} > 30$	Z35

3.2.5 Toleranzen

(1) Die geometrischen Toleranzen und die Gewichtstoleranzen von Walzprofilen, Hohlprofilen und Flacherzeugnissen haben in der Regel den gültigen Vorschriften in Liefornormen, ETAGs oder ETAs zu entsprechen, es sei denn, schärfere Toleranzen werden festgelegt.

(2) Für geschweißte Bauteile sind die Toleranzen in der Regel EN 1090 zu entnehmen.

(3) Siehe EN 1993-1-1, 3.2.5(3).

3.2.6 Bemessungswerte der Materialkonstanten

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

3.3 Verbindungsmittel

3.3.1 Schrauben, Bolzen und Niete

3.3.1.1 Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben

(1) Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben haben in der Regel der $\boxed{AC}$ Bezugsnormengruppe 4 nach EN 1993-1-8, 1.2.4 $\boxed{AC}$ zu entsprechen.

(2) Für Brücken gelten die Schraubengüten nach Tabelle 3.3.

(3) Die Nennwerte der Streckgrenze f_{yb} und der Zugfestigkeit f_{ub} in Tabelle 3.3 sind in der Regel als charakteristische Werte in der Berechnung zu berücksichtigen.

Tabelle 3.3 — Nennwerte für die Streckgrenze f_{yb} und die Zugfestigkeit f_{ub} für Schrauben

Schraubengüte	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	500	600	800	1 000

3.3.1.2 Vorgespannte Schrauben

(1) Hochfeste Schrauben der Güte 8.8 und 10.9, die den dafür geltenden Anforderungen der  Bezugsnormengruppe 4 nach EN 1993-1-8, 1.2.4  entsprechen, dürfen als vorgespannte Schrauben eingesetzt werden, wenn die Vorspannung entsprechend den maßgebenden Anforderungen der  Bezugsnormengruppe 7 nach EN 1993-1-8, 1.2.7  aufgebracht wird.

3.3.1.3 Niete

(1) Werkstoffeigenschaften, Maße und Toleranzen von Nieten haben in der Regel der  Bezugsnormengruppe 6 in EN 1993-1-8, 1.2.6  zu entsprechen.

3.3.1.4 Ankerschrauben

(1) Die folgenden Werkstoffe dürfen für Ankerschrauben eingesetzt werden:

- Stahlsorten der  Bezugsnormengruppe 1 nach EN 1993-1-8, 1.2.1 ,
- Stahlsorten der  Bezugsnormengruppe 4 nach EN 1993-1-8, 1.2.4 ,
- Betonstähle nach EN 10080.

Der Nennwert der Streckgrenze ist in der Regel auf 640 N/mm² zu begrenzen.

3.3.2 Schweißzusatzwerkstoffe

(1) Alle Schweißzusatzwerkstoffe haben in der Regel der  Bezugsnormengruppe 5 nach EN 1993-1-8, 1.2.5  zu entsprechen.

(2) Das Verhalten der Schweißnaht darf in der Regel dem Verhalten des Grundwerkstoffes nicht nachstehen; in der Regel sind folgende Werte zu berücksichtigen:

- Streckgrenze;
- Zugfestigkeit;
- Bruchdehnung;
- Mindestkerbschlagarbeit an der Charpy-V-Kerben-Probe der Elektrodenwerkstoffe.

3.4 Stahlseile und andere Zugelemente

(1) Regelungen zu Stahlseilen und anderen Zugelementen können EN 1993-1-11 entnommen werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die für verschiedene Brückenarten verwendbaren Seiltypen festlegen.

3.5 Lager

(1) Lager haben in der Regel EN 1337 zu entsprechen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die für Brücken verwendbaren Lagertypen festlegen.

3.6 Andere Komponenten für Brücken

(1) Fahrbahnübergänge, Schutzplanken, Geländer und andere Brückenausrüstungen haben in der Regel den maßgebenden technischen Spezifikationen zu entsprechen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die für Brücken verwendbaren Systeme von Fahrbahnübergängen, Schutzplanken, Geländern und anderen Brückenausrüstungen festlegen.

(2) Das System des Fahrbahnbelags sowie die dafür verwendbaren Produkte und Verarbeitungsverfahren haben in der Regel den maßgebenden technischen Spezifikationen zu entsprechen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die für Brücken verwendbaren Systeme des Fahrbahnbelags und die dafür verwendbaren Produkte und Verarbeitungsverfahren festlegen.

4 Dauerhaftigkeit

(1) Siehe EN 1993-1-1, 4(1), (2) und (3).

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Hinweise zu Anforderungen an die Zugänglichkeit zu Inspektions- und Instandhaltungsarbeiten geben.

(4) Bei im Rahmen von Bauwerksprüfungen nicht prüfbar Bauteilen sind in der Regel die Ermüdungsnachweise nach EN 1993-1-9 und die Korrosionsschutzmaßnahmen auf diesen Umstand abzustellen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Hinweise zur Versiegelung zur Vermeidung von Korrosion, Maßnahmen zur Sicherstellung der Luftdichtheit bei Hohlkästen oder zu Dickenzuschlägen bei unzugänglichen Oberflächen geben.

(5) Die geforderte Nutzungsdauer des Tragwerks und seiner Bauteile im Hinblick auf Ermüdung ist in der Regel durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

- ermüdungsgerechte Gestaltung entsprechend (1) und (4) und EN 1993-1-9 sowie Einhaltung der Gebrauchstauglichkeitskriterien in Abschnitt 7;
- geeignete konstruktive Gestaltung der Fahrbahnplatte;
- Stahlsortenwahl entsprechend Abschnitt 3;
- Herstellung entsprechend EN 1090.

(6) Elemente und Bauteile, die nicht zuverlässig für die gesamte Nutzungsdauer der Brücke bemessen werden können, haben in der Regel austauschbar zu sein. Zu solchen Elementen gehören:

- Schrägseile, Spannkabel, Hänger;
- Lager;
- Fahrbahnübergänge;
- Entwässerungseinrichtungen;
- Schutzplanken, Geländer;
- Fahrbahnbelag und andere Oberflächenbeschichtungen;
- Windabweiser;
- Schallschutzwände.

5 Tragwerksberechnung

5.1 Statische Systeme

5.1.1 Grundlegende Annahmen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.1.1(1), (2) und (3).

(4) EN 1993-1-1 gibt Hinweise zu statischen Berechnungsmodellen und zu grundlegenden Berechnungsannahmen, die auch für Brückenbauteile gelten.

ANMERKUNG EN 1993-1-5 und EN 1993-1-11 liefern Regelungen zu Entwurf, Bemessung und Berechnung von aus Blechen zusammengesetzten Bauteilen und Seilen.

5.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse

(1) Siehe EN 1993-1-8 und EN 1993-1-1, 5.1.2(1), (2), (3) und (4).

(5) Bei Brücken sind in der Regel die Anschlüsse und auch deren Bemessungsmodelle so zu wählen, dass die für die Nutzungsdauer erforderliche Ermüdungsfestigkeit nachgewiesen werden kann.

ANMERKUNG Für biegesteife Verbindungen zwischen Brückenbauteilen (ausgenommen Lager, Augenstabverbindungen oder Kabelanschlüsse) können die Kerbfallkategorien EN 1993-1-9 entnommen werden.

5.1.3 Bauwerk-Boden-Interaktion

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

ANMERKUNG Die Verschiebungssteifigkeiten der Brückenlagerungen dürfen aus den Verformungscharakteristiken der Lager, der Pfeiler und der Gründung abgeleitet werden.

5.2 Statische Berechnung von Brückentragwerken

5.2.1 Einflüsse der Tragwerksverformung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.1(1), (2) und (3).

(4)  Brücken dürfen nach Theorie I. Ordnung berechnet werden, wenn das folgende Kriterium erfüllt wird: 

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

Hierbei ist α_{cr} in EN 1993-1-1, 5.2.1(3) definiert.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Hinweise zur Definition und zur Berechnung von α_{cr} geben.

(5) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.1(5) und (6).

5.2.2 Stabilität des Brückentragwerks

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.2(1), (2), (3) und (4).

(5) Bei Brückentragwerken oder Brückenbauteilen, deren Verformungsverhalten im Wesentlichen durch die zur niedrigsten Verzweigungslast gehörende Eigenform beeinflusst wird (Systeme mit nur einem Freiheitsgrad), dürfen die Momente M_{II} nach Theorie II. Ordnung aus den Biegemomenten M_I nach Theorie I. Ordnung wie folgt berechnet werden:

$$M_{II} = M_I \frac{1}{1 - \frac{1}{\alpha_{cr}}} \quad (5.2)$$

Es gilt: $\alpha_{cr} > 3$.

(6) Siehe EN 1993-1-1, 5.2.2(7) und (8).

5.3 Imperfektionen

5.3.1 Grundlagen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.1(1), (2) und (3).

5.3.2 Imperfektionen für die Tragwerksberechnung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.2(1), (2) und (3).

ANMERKUNG 1 Bei Stützenreihen wird α_m wirksam, wenn sich Effekte mehrerer Stützen überlagern (z. B. bei Rahmenbrücken).

ANMERKUNG 2 Anhang D gibt zusätzliche Hinweise zu Imperfektionsannahmen für Brückenbauteile.

(4) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.2(6), (7), (8), (10) und (11).

5.3.3 Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.3(1), (2), (3), (4) und (5).

5.3.4 Bauteilimperfektionen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.3.4(1), (2) und (3).

5.4 Berechnungsmethoden

5.4.1 Allgemeines

(1) Schnittgrößen sind in der Regel für alle ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen mit elastischen Berechnungsverfahren zu ermitteln.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang kann Hinweise geben, für welche außergewöhnlichen Bemessungssituationen eine plastische Berechnung durchgeführt werden darf, siehe auch EN 1993-1-1, 5.4 und 5.5.

5.4.2 Elastische Tragwerksberechnung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.4.2(1), (2) und (3).

(4) Sind alle Querschnitte der Querschnittsklasse 1 zuzuordnen, dürfen Effekte aus Temperaturunterschieden über die Querschnittshöhe, Schwinden und Setzungen, die im Grenzzustand der Tragfähigkeit durch plastische Verformungen ausgeglichen werden, vernachlässigt werden.

5.5 Klassifizierung von Querschnitten

5.5.1 Grundlagen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.5.1(1).

5.5.2 Klassifizierung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 5.5.2(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9) und (10).

6 Grenzzustände der Tragfähigkeit

6.1 Allgemeines

(1)P Auf die in diesem Abschnitt behandelten charakteristischen Werte der Beanspruchbarkeit müssen die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M nach EN 1993-1-1, 2.4.3 entsprechend Tabelle 6.1 angewendet werden.

Tabelle 6.1 — Teilsicherheitsbeiwerte

a) Beanspruchbarkeit von Bauteilen und Querschnitten bei:	
— Fließen im Querschnitt, auch mit lokalem Beulen	γ_{M0}
— Stabilitätsverlust des Bauteils, nachgewiesen mit Bauteilnachweisen	γ_{M1}
— Bruch des Querschnitts bei Zugbeanspruchung	γ_{M2}
b) Beanspruchbarkeit von Verbindungen und Anschlüssen bei:	
— Bruch von Schrauben — Bruch von Nieten — Bruch von Bolzen — Bruch von Schweißnähten — Lochleibung von Blechen	γ_{M2}
— Gleiten reibfester Verbindungen — im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C) — im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	γ_{M3} $\gamma_{M3,ser}$
— Lochleibung von Injektionsschrauben	γ_{M4}
— Bruch geschweißter Hohlprofilfachwerksknoten	γ_{M5}
— Bolzen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	γ_{M6ser}
— Vorspannung hochfester Schrauben	γ_{M7}

ANMERKUNG 1 Der Teilsicherheitsbeiwert γ_C für die Beanspruchbarkeit von Beton ist in EN 1992 angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} dürfen im Nationalen Anhang festgelegt sein. Die folgenden Werte werden empfohlen:

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

6.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitten

6.2.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.1(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9) und (10).

6.2.2 Querschnittswerte

6.2.2.1 Bruttoquerschnitte

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.1.1(1).

6.2.2.2 Nettofläche

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.2.2(1), (2), (3), (4) und (5).

6.2.2.3 Mittragende Breite

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.2.3(1) und (2) sowie EN 1993-1-5, 3.2 und 3.3.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Hinweise zur Behandlung der mittragenden Breiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit geben.

6.2.2.4 Wirksame Querschnittswerte für Querschnitte mit Stegen der Klasse 3 und Gurten der Klasse 1 oder 2

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.2.4(1).

6.2.2.5 Auswirkung von Plattenbeulen bei Querschnitten der Querschnittsklasse 4

(1) Das Plattenbeulen ist in der Regel nach einem der beiden folgenden Verfahren nachzuweisen:

1. mit wirksamen Querschnittsflächen für Klasse 4 — Querschnitte nach EN 1993-1-5, Abschnitt 4;
2. mit Begrenzung der Spannungen, um die Bedingungen nach EN 1993-1-5, Abschnitt 10 einzuhalten.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die Wahl des Verfahrens treffen. Bei Wahl des 2. Verfahrens dürfen im Nationalen Anhang weitere Hinweise enthalten sein.

6.2.2.6 Wirksame Querschnittswerte für Querschnitte der Klasse 4

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.2.5(1), (2), (3), (4) und (5).

(2) EN 1993-1-6 gibt Hinweise zur Spannungsbegrenzung entsprechend den Eigenschaften der Querschnittsklasse AC 4 AC für kreisförmige Hohlprofile.

6.2.3 Zugbeanspruchung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.3(1), (2), (3), (4) und (5).

6.2.4 Druckbeanspruchung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.4(1).

(2) Der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit $N_{c,Rd}$ unter Druckbeanspruchung ist in der Regel wie folgt zu ermitteln:

a) wenn das Plattenbeulen nicht maßgebend ist:

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnittsklassen 1, 2 und 3} \quad (6.1)$$

b) wenn das Plattenbeulen zu beachten ist:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnittsklasse 4, oder} \quad (6.2)$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \sigma_{limit}}{\gamma_{M0}} \quad \text{mit Spannungsbegrenzung} \quad (6.3)$$

Dabei ist

$\sigma_{limit} = \rho_x f_y$ die Grenzbeanspruchung, die sich aus dem schwächsten Plattenteil der unter Druck stehenden Plattenteile ergibt (siehe EN 1993-1-5, 10(5)).

(3) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.4(3) und (4).

6.2.5 Biegebeanspruchung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.5(1).

(2) Der Bemessungswert der Biegebeanspruchbarkeit um eine Hauptachse des Querschnitts ist in der Regel wie folgt zu ermitteln:

a) wenn Plattenbeulen nicht maßgebend ist:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnittsklassen 1 und 2} \quad (6.4)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnittsklasse 3} \quad (6.5)$$

b) wenn Plattenbeulen zu beachten ist:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{für Querschnittsklasse 4, oder} \quad (6.6)$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} \sigma_{limit}}{\gamma_{M0}} \quad \text{mit Spannungsbegrenzung} \quad (6.7)$$

Dabei ist

$W_{el,min}$ und $W_{eff,min}$ Elastizitätsmodule, die auf die höchstbeanspruchte Querschnittsfaser bezogen sind, und

σ_{limit} die Grenzbeanspruchung, die sich aus dem schwächsten Plattenteil der unter Druck stehenden Plattenteile des Querschnitts ergibt (siehe EN 1993-1-5, 2.4).

(3) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.5(3), (4), (5) und (6).

6.2.6 Querkraftbeanspruchung

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.6(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) und (8) sowie EN 1993-1-5, Abschnitt 5.

6.2.7 Torsionsbeanspruchung

6.2.7.1 Allgemeines

(1) Bauteile mit Torsionsbelastung sind in der Regel sowohl hinsichtlich der Torsion als auch hinsichtlich der Querschnittsverformung nachzuweisen.

(2) Die Wirkungen von Querrahmen $\boxed{\text{AC}}$ und/oder $\langle \text{AC} \rangle$ Schotten, die zur Beschränkung der Querschnittsverformungen vorgesehen werden, darf mit einem geeigneten elastischen Modell (z. B. Trägerrostmodell) unter Ansatz der gemeinsamen Wirkung von Biegung, Torsion und Querschnittsverformung berechnet werden.

(3) Die Auswirkungen der Querschnittsverformung auf ein Bauteil dürfen vernachlässigt werden, wenn diese infolge der Querrahmensteifigkeit oder durch Querschotte auf 10 % der Biegewirkung des Bauteils reduziert werden.

(4) Querrahmen und Schotte sind in der Regel unter Berücksichtigung der Schnittgrößen aus ihrer lastverteilenden Funktion zu bemessen.

6.2.7.2 Torsion mit vernachlässigbaren Querschnittsverformungen

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.7(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8) und (9).

6.2.8 Beanspruchung aus Biegung, Normalkraft, Querkraft und Querbelastrung

(1) Zur Erfassung der Interaktion von Biegung, Normalkraft, Querkraft und Querbelastrung darf eines der beiden folgenden Verfahren angewendet werden:

1. Interaktion entsprechend 6.2.8 bis 6.2.10;

ANMERKUNG Regelungen zur Berücksichtigung des Plattenbeulens sind in EN 1993-1-5, Abschnitte 4 bis 7 angegeben.

2. Interaktion der Spannungen nach dem zugrunde liegenden Fließkriterium, siehe 6.2.1.

ANMERKUNG Regelungen zur Berücksichtigung des Plattenbeulens sind in EN 1993-1-5, Abschnitt 10 angegeben.

6.2.9 Beanspruchung aus Biegung und Querkraft

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.8(1), (2), (3), (4), (5) und (6).

6.2.10 Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft

6.2.10.1 Querschnitte der Klassen 1 und 2

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.9.1(1), (2), (3), (4), (5) und (6).

6.2.10.2 Querschnitte der Klasse 3

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.9.2(1).

(2) Wenn zur Berücksichtigung des Plattenbeulens das Verfahren mit Spannungsbegrenzung angewendet werden soll, so lautet das Kriterium:

$$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{\sigma_{limit}}{\gamma_{M0}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.8)$$

wobei σ_{limit} in der Regel nach EN 1993-1-5, Abschnitt 10 ermittelt wird.

6.2.10.3 Querschnitte der Klasse 4

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.9.3(1) und (2).

6.2.11 Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.2.10(1), (2) und (3).

6.3 Stabilitätsnachweise für Bauteile

6.3.1 Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck

6.3.1.1 Biegeknicken

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.1.1(1), (2), (3) und (4).

6.3.1.2 Knicklinien

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.1.2(1), (2), (3) und (4).

6.3.1.3 Schlankheitsgrad für Biegeknicken

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.1.3(1) und (2).

6.3.1.4 Schlankheitsgrad für Drillknicken oder Biegedrillknicken

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.1.4(1), (2) und (3).

6.3.1.5 Verwendung von Querschnittsklasse 3 mit Spannungsbegrenzungen

(1) Alternativ zur Berücksichtigung des lokalen Plattenbeulens durch die Querschnittseigenschaften der Querschnittsklasse 4 (siehe EN 1993-1-1, Gleichungen (6.48), (6.49), (6.51) und (6.53)) dürfen auch die Eigenschaften der Querschnittsklasse 3 benutzt werden (siehe EN 1993-1-1, Gleichungen (6.47), (6.49), (6.50) und (6.52)), wenn die Streckgrenze f_y in den Gleichungen für die Querschnittsklasse 3 durch die maßgebende Grenzspannung σ_{limit} nach EN 1993-1-5, Abschnitt 10 ersetzt wird, siehe 6.2.2.5.

6.3.2 Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse

6.3.2.1 Biegedrillknicken

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.2.1(1), (2), (3) und (4).

6.3.2.2 Knicklinien für das Biegedrillknicken – Allgemeiner Fall

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.2.2(1), (2) und (3).

(4) Bei Schlankheitsgraden $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0,2$ oder bei $\frac{M_{Ed}}{M_{crit}} \leq 0,04$ darf Biegedrillknicken vernachlässigt werden.

6.3.2.3 Biegedrillknicklinien gewalzter oder gleichartiger geschweißter Querschnitte

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.2.3 (1) und (2).

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf weitere Informationen geben.

6.3.3 Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile

(1) Soweit keine weitergehende Berechnung nach Theorie II. Ordnung mit Imperfektionen nach 5.3.2 durchgeführt wird, sind die Stabilitätsnachweise gleichförmiger Bauteile mit Beanspruchung durch Druckkraft und einachsige Biegung in der Ebene des Ausknickens in der Regel nach EN 1993-1-1, 6.3.3 oder 6.3.4 zu führen.

ANMERKUNG Als Vereinfachung der Gleichung (6.61) in 6.3.3 der EN 1993-1-1 darf folgende Gleichung verwendet werden:

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + \frac{C_{mi,0} (M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed})}{\frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 0,9 \quad (6.9)$$

Dabei ist

N_{Ed}	der Bemessungswert der einwirkenden Druckkraft;
$M_{y,Ed}$	der Bemessungswert des größten einwirkenden Momentes um die y-y-Achse des Bauteils (bestimmt nach Theorie I. Ordnung und ohne Ansatz von Imperfektionen);
$\Delta M_{y,Ed}$	das Zusatzmoment infolge Verschiebung der Schwerlinie entsprechend 6.2.10.3;
$C_{mi,0}$	der Äquivalenzbeiwert für den Momentenverlauf, siehe EN 1993-1-1, Tabelle A.2;
χ_y	der Reduktionsbeiwert für Biegeknicken nach 6.3.1.

6.3.4 Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile

6.3.4.1 Allgemeines Verfahren

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.4(1), (2), (3) und (4).

6.3.4.2 Vereinfachtes Verfahren

(1) Siehe EN 1993-1-1, 6.3.2.4(1).

ANMERKUNG Die Anwendung darf im Nationalen Anhang einschränkt werden. Es werden die Werte $\bar{\lambda}_{c,0} = 0,2$ und $k_{\Pi} = 1,0$ empfohlen, siehe EN 1993-1-1, 6.3.2.4(2).

(2) Bei druckbeanspruchten Fachwerkgurten oder Gurten offener Brücken darf das Knicken aus der Tragwerksebene mit einem Ersatzstab mit kontinuierlicher oder diskreter elastischer Federung nachgewiesen werden.

ANMERKUNG 1 D.2.4 gibt Hinweise zur Bestimmung der Federsteifigkeit von Querrahmen.

ANMERKUNG 2 Bei der Aussteifung von $\boxed{\text{AC}}$ Gurten offener Brücken und/oder Fachwerkgurten $\boxed{\text{AC}}$ durch Querrahmen werden sowohl durch die Aussteifung selbst als auch durch die Wechselwirkung der Querrahmen mit den Fachwerkgurten $\boxed{\text{AC}}$ und/oder $\boxed{\text{AC}}$ Gurten offener Brücken zusätzliche Lasten in die Querrahmen eingeleitet.

(3) Die Eigenform und die elastische kritische Knicklast N_{cr} dürfen durch eine Eigenwertanalyse bestimmt werden. Enthält das Modell diskrete Federn, darf die kritische Knicklast in der Regel nicht größer sein als die Knicklast mit Festhaltungen an den Punkten, an denen sich die Federn befinden.

(4) Der Nachweis darf nach 6.3.2 mit folgendem Schlankheitsgrad geführt werden:

$$\bar{\lambda}_{\text{LT}} = \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} f_y}{N_{\text{cr}}}} \quad (6.10)$$

Dabei ist

A_{eff} die wirksame Querschnittsfläche des Gurtes;

N_{cr} die mit dem Bruttoquerschnitt A_{gross} ermittelte kritische Knicklast.

(5) Bei Druckgurten oder gedrückten Untergurten von Durchlaufträgern mit starren Endabstützungen können die Auswirkungen der Imperfektionen und der Theorie II. Ordnung auf die Zwischenfeder durch eine zusätzliche Seitenkraft F_{Ed} berücksichtigt werden, die am Anschlusspunkt der Feder in Richtung der Federn angreift:

$$F_{\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{100} \quad \text{für} \quad \ell_k \leq 1,2 \ell$$

$$F_{\text{Ed}} = \frac{\ell}{\ell_k} \frac{N_{\text{Ed}}}{80} \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{cr}}}} \quad \text{für} \quad \ell_k > 1,2 \ell \quad (6.11)$$

mit

$$\ell_k = \pi \sqrt{\frac{EI}{N_{\text{cr}}}} \quad \text{und}$$

ℓ als Abstand der Federn.

(6) $\boxed{\text{AC}}$ Ist der Bemessungswert der Druckkraft N_{Ed} $\boxed{\text{AC}}$ über die Länge des Gurtes konstant, darf die kritische Knicklast N_{cr} wie folgt abgeschätzt werden:

$$N_{\text{cr}} = m N_{\text{E}} \quad (6.12)$$

mit

$$N_{\text{E}} = \pi^2 \frac{EI}{L^2}$$

$$m = \frac{2}{\pi^2} \sqrt{\gamma} > 1,0$$

$$\gamma = \frac{c L^4}{E I}$$

$$c = \frac{C_{\text{d}}}{\ell}$$

Dabei ist

- L die Spannweite zwischen starren Endabstützungen;
- ℓ der Abstand zwischen den Federn;
- C_d die Federsteifigkeit, siehe (2), ANMERKUNG 1.

Eine Endabstützung des Druckgurtes darf als starr angenommen werden, wenn für die Steifigkeit C_d gilt:

$$C_d > \frac{4N_E}{L} \quad (6.13)$$

☐AC☐ wobei die kritische Knicklast N_E ☐AC☐ mit der Annahme beidseitiger gelenkiger Lagerung ermittelt wurde.

(7) Das in (2) bis (6) dargestellte Verfahren darf auch auf Druckflansche von Trägern angewendet werden, wenn A_{eff} in (4) durch

$$A_{\text{eff}} + \frac{A_{\text{wc}}}{3}$$

ersetzt wird, wobei A_{wc} die druckbeanspruchte Fläche des Steges ist. Im Falle von Klasse 4-Querschnitten sind die Flächen in der Regel durch wirksame Flächen zu ersetzen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf weitere Hinweise für den Fall, dass der Bemessungswert der Druckkraft N_{Ed} über die Gurtlänge nicht konstant ist, angeben. Das nachfolgend beschriebene Vorgehen wird empfohlen:

Für Untergurte von Drucklaufträgern mit starren seitlichen Abstützungen (Gabellagerungen) im Abstand L (siehe Bild 6.1) darf der in Gleichung (6.12) angegebene Beiwert m als kleinster der beiden folgenden Werte bestimmt werden:

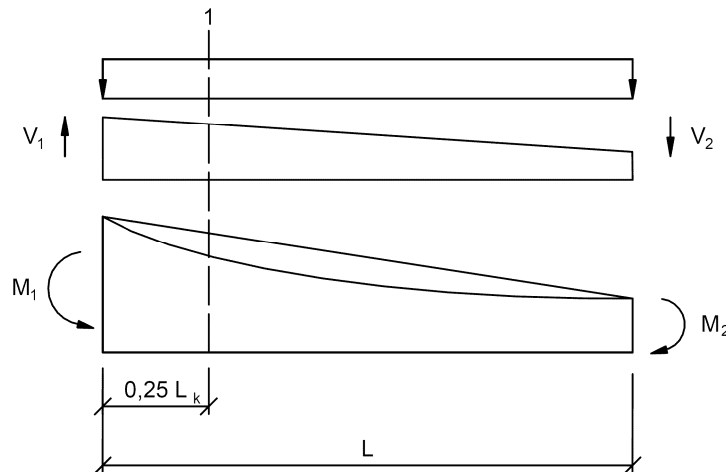
$$\begin{aligned} m &= 1 + 0,44 (1 + \mu) \Phi^{1,5} + (3 + 2 \Phi) \gamma / (350 - 50\mu) \\ m &= 1 + 0,44 (1 + \mu) \Phi^{1,5} + (0,195 + (0,05 + \mu / 100) \Phi) \gamma^{0,5} \end{aligned} \quad (6.14)$$

Dabei ist

$$\mu = V_2 / V_1, \text{ siehe Bild 6.1;}$$

$$\Phi = 2 (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) \quad \text{für } M_2 > 0.$$

Ändert sich das Vorzeichen des Biegemomentes über die Länge L , so darf Gleichung (6.14) auf der sicheren Seite mit $M_2 = 0$ bedient werden.



Legende

1 rechnerischer Nachweisort

Bild 6.1 — Brückensegment zwischen seitlichen Abstützungen mit parabelförmigem Verlauf des Biegemomentes

Der rechnerische Biegedrillknicknachweis nach 6.3.2.2 darf mit den Schnittgrößen und dem Querschnitt im Abstand von $0,25 L_k$ (mit $L_k = L/\sqrt{m}$) von dem Segmentende mit dem größeren Biegemoment (siehe Bild 6.1) erfolgen, wenn auch für das Segmentende mit dem größten Biegemoment ein Querschnittsnachweis durchgeführt wird.

6.4 Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile

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

6.5 Plattenbeulen

(1) Plattenbeulnachweise sind in der Regel nach EN 1993-1-5 zu führen.

(2) Plattenbeulnachweise im Grenzzustand der Tragsicherheit sind in der Regel mit einem der beiden folgenden Verfahren zu führen:

- die Beanspruchbarkeit für Längsspannungen wird nach EN 1993-1-5, Abschnitt 4 mit wirksamen Flächen, die Beanspruchbarkeit für Schubspannungen nach EN 1993-1-5, Abschnitt 5, die Beanspruchbarkeit für Querbelaugung auf den Längsrändern nach EN 1993-1-5, Abschnitt 6 und die Interaktion zwischen den Beanspruchbarkeiten nach EN 1993-1-5, Abschnitt 7 ermittelt;
- die Beanspruchbarkeit wird mit der Methode der Spannungsbegrenzung nach EN 1993-1-5, Abschnitt 10 ermittelt.

ANMERKUNG Siehe auch 6.2.2.5.

(3) Druckbeanspruchte Beulfeldsteifen oder Rippen von stählernen Fahrbahnplatten, die zusätzlich zu der Druckbeanspruchung Biegemomente aus Lasten quer zur Blechebene erhalten, dürfen hinsichtlich ihrer Stabilität nach 6.3.3 nachgewiesen werden.

7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

7.1 Allgemeines

- (1) Siehe EN 1993-1-1, 7.1(1), (2) und (3).
- (2) Folgende Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit sind in der Regel zu erfüllen:
- a) Begrenzung auf elastische Dehnungen zur Beschränkung von:
- übermäßigen plastischen Fließerscheinungen, siehe 7.3(1);
 - Abweichungen von der Sollform durch bleibende Verformungen, siehe 7.3(1);
 - übermäßigen Verformungen, siehe 7.3(4).
- b) Begrenzung von Verformungen und Krümmungen zur Vermeidung von:
- unerwünschten dynamischen Stößen aus Verkehrsbelastungen (Kombinationen von Begrenzung der Verformung und der Eigenfrequenz), siehe 7.7 und 7.8;
 - Einengung des Lichtraumprofils, siehe 7.5 oder 7.6;
 - Rissbildung im Fahrbahnbelag, siehe 7.8;
 - Beschädigungen der Entwässerungseinrichtungen, siehe 7.12.
- c) Begrenzung der Eigenfrequenzen (siehe 7.8 und 7.9) zur Vermeidung von:
- Schwingungen infolge Verkehr oder Wind, die für Fußgänger oder Fahrzeuginsassen nicht akzeptabel sind;
 - Ermüdungsschäden infolge Resonanz;
 - unerwünschter Geräuschemission.
- d) Beschränkung des Blechschlankheitsgrades (siehe 7.4) zur Vermeidung von:
- übermäßiger Wellenbildung in Blechen;
 - Blechatmen;
 - Reduktion der Steifigkeiten infolge Plattenbeulens, die zur Erhöhung der Verformungen führen könnten, siehe EN 1993-1-5.
- e) verbesserte Dauerhaftigkeit durch geeignete konstruktive Gestaltung zur Reduzierung von Korrosion und Verschleiß, siehe 7.11.
- f) Erleichterung von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, siehe 7.11, durch Ermöglichung:
- der Zugänglichkeit von tragenden Bauteilen für Instandhaltung, Prüfung und die Erneuerung von Korrosionsschutz und Fahrbahnbelag;
 - des Austauschs von Lagern, Ankern, Seilen, Fahrbahnübergängen mit einem Minimum an Betriebsstörung.

(3) In den meisten Fällen sind in der Regel Aspekte der Gebrauchstauglichkeit durch das Entwurfskonzept oder eine geeignete konstruktive Durchbildung zu berücksichtigen. In manchen Fällen dürfen Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit auch numerisch nachgewiesen werden, z. B. bei Durchbiegungen oder Eigenfrequenzen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf abhängig vom Brückentyp Hinweise zu Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit geben.

7.2 Berechnungsmodelle

(1) Spannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind in der Regel mit elastischen Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung der entsprechenden Querschnittseigenschaften (siehe EN 1993-1-5) zu ermitteln.

(2) Bei der Tragwerksberechnung ist in der Regel die ungleichmäßige Verteilung der Lasten und Steifigkeit infolge veränderlicher Blechdicken, Aussteifungen usw. zu berücksichtigen.

(3) Verformungen sind in der Regel mit elastischen Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung der entsprechenden Querschnittseigenschaften (siehe EN 1993-1-5) zu berechnen.

ANMERKUNG Für die Spannungsberechnungen dürfen vereinfachte Berechnungsverfahren verwendet werden, wenn diese auf der sicheren Seite liegen.

7.3 Spannungsbegrenzungen

(1) In der Regel sind die Nennspannungen $\sigma_{Ed,ser}$ und $\tau_{Ed,ser}$ infolge der charakteristischen Lastkombinationen und unter Berücksichtigung von mittragenden Breiten und sekundären Effekten aus Verformungen (z. B. infolge sekundärer Biegemomente in Fachwerkträgern) zu berechnen und wie folgt zu begrenzen:

$$\sigma_{Ed,ser} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M,ser}} \quad (7.1)$$

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

$$\sqrt{\sigma_{Ed,ser}^2 + 3 \tau_{Ed,ser}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M,ser}} \quad (7.3)$$

ANMERKUNG 1 Gegebenenfalls sind bei den Nachweisen auch die Spannungen σ_z aus Querlasten zu berücksichtigen, siehe EN 1993-1-5.

ANMERKUNG 2 Der Wert $\gamma_{M,ser}$ darf im Nationalen Anhang festgelegt werden. Der Wert $\gamma_{M,ser} = 1,00$ wird empfohlen.

ANMERKUNG 3 Bei Einhaltung der Bedingung in EN 1993-1-5, 2.2(5) darf die Auswirkung des Plattenbeulens bei der statischen Tragwerksberechnung vernachlässigt werden.

(2) Die Spannungsschwingbreiten $\Delta\sigma_{fre}$ für Nennspannungen infolge der häufigen Lastkombination sind in der Regel auf $1,5 f_y / \gamma_{M,ser}$ zu begrenzen, siehe EN 1993-1-9.

(3) Bei auf Lochleibung beanspruchten, nicht vorgespannten Schraubverbindungen sind die Schraubenkräfte infolge der charakteristischen Lastkombinationen in der Regel auf:

$$F_{b,Rd,ser} \leq 0,7 F_{b,Rd} \quad (7.4)$$

zu begrenzen, wobei $F_{b,Rd}$ die Lochleibungsfestigkeit für Tragsicherheitsnachweise ist.

(4) Bei gleitfest vorgespannten Schraubverbindungen der Kategorie B (gleitfest im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, siehe EN 1993-1-8) ist der Gebrauchstauglichkeitsnachweis in der Regel mit der charakteristischen Lastkombination zu führen.

7.4 Begrenzung des Blechatmens

(1) In der Regel ist die Schlankheit ausgesteifter und nicht ausgesteifter Stegbleche zu begrenzen, damit übermäßiges Blechatmen, das zu Ermüdungsproblemen an den Steg-Flansch-Verbindungen führen könnte, vermieden wird.

ANMERKUNG Fälle, bei denen auf einen Nachweis gegen Blechatmen verzichtet werden darf, dürfen im Nationalen Anhang festgelegt werden.

(2) Blechatmen darf für Stegblechfelder ohne Längssteifen oder für Einzelfelder ausgesteifter Blechfelder vernachlässigt werden, wenn das Kriterium

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300 \quad \text{für Straßenbrücken} \quad (7.5)$$

$$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250 \quad \text{für Eisenbahnbrücken} \quad (7.6)$$

erfüllt ist.

Dabei ist

L die Brückenspannweite in m, aber mindestens $L = 20$ m.

(3) Wenn die Bedingung (2) nicht erfüllt werden kann, darf folgender Nachweis gegen Blechatmen geführt werden:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1 \quad (7.7)$$

Dabei ist

$\sigma_{x,Ed,ser}, \tau_{x,Ed,ser}$ die Spannungen infolge der häufigen Lastkombination; bei über der Beulfeldlänge veränderlichen Spannungen siehe EN 1993-1-5, 4.6(3);

k_{σ}, k_{τ} elastische Beulwerte, ermittelt unter Annahme gelenkiger Beulfeldränder siehe EN 1993-1-5;

$$\sigma_E = 190\,000 \left(\frac{t}{b_p}\right)^2 \quad \text{AC, in N/mm}^2;$$

b_p der kleinere Wert von a und b .

ANMERKUNG EN 1993-1-5, 4.6(3) gibt Hinweise für über die Beulfeldlänge veränderliche Spannungen. Zu Bezeichnungen siehe auch EN 1993-1-5.

7.5 Beschränkung des Lichtraumprofils

(1) Das vorgesehene Lichtraumprofil ist in der Regel unter der charakteristischen Lastkombination einzuhalten.

7.6 Beschränkungen für das optische Erscheinungsbild

(1) Für ein zufrieden stellendes äußeres Erscheinungsbild der Brücke sind in der Regel Überhöhungen vorzusehen.

(2) Bei der Berechnung der erforderlichen Überhöhung sind in der Regel Schubverformungen und Schlupf aus Niet- oder Schraubenanschlüssen zu berücksichtigen.

(3) Bei Verbindungen mit Nieten und Passschrauben ist in der Regel ein Schlupf von 0,2 mm anzunehmen. Bei gleitfest vorgespannten Schrauben braucht Schlupf nicht berücksichtigt zu werden.

7.7 Anforderungen für Eisenbahnbrücken

(1) Spezielle Kriterien für Verformungen und Schwingungen von Eisenbahnbrücken sind in der Regel EN 1991-2 zu entnehmen.

(2) Anforderungen für die Begrenzung von Lärmemissionen dürfen projektweise spezifiziert werden.

7.8 Anforderungen für Straßenbrücken

7.8.1 Allgemeines

(1) Übermäßige Verformungen sind in der Regel zu vermeiden, wenn diese

- bei Eisglätte den Verkehr gefährden;
- die dynamische Belastung durch Stoßwirkung der Räder vergrößern;
- das dynamische Verhalten derart beeinflussen, dass der Nutzer Unbehagen verspürt;
- zu Rissen in der Asphaltdecke führen;
- die Entwässerung der Fahrbahn ungünstig beeinflussen.

ANMERKUNG Anhang C gibt Hinweise zu Dauerhaftigkeitsanforderungen.

(2) Die Berechnung der Verformungen ist in der Regel mit der häufigen Lastkombination durchzuführen.

(3) Die Eigenfrequenzen und die Verformungen der Brücke sind in der Regel zu begrenzen, um Unbehagen der Nutzer zu vermeiden.

7.8.2 Verformungsbegrenzungen zur Vermeidung übermäßiger Stoßbelastungen aus Verkehr

(1) Die Fahrbahn ist in der Regel so zu konstruieren, dass sich über die gesamte Länge gleichförmige Verformungen ohne abrupte Sprünge in der Steifigkeit und Ebenheit einstellen, die Stöße erzeugen könnten. Abrupte Neigungsänderungen der Fahrbahnoberfläche und Höhenversätze an Fahrbahnübergängen sind in der Regel auszuschließen. Endquerträger sind in der Regel so zu entwerfen, dass folgende Verformungen nicht überschritten werden:

- die Verformungsgrenzen, die nach der technischen Spezifikation für die Funktionstüchtigkeit des Fahrbahnübergangs einzuhalten sind;
- 5 mm unter häufiger Belastung, es sei denn, geringere Werte werden in der technischen Spezifikation des Fahrbahnübergangs angegeben.

ANMERKUNG Anhang B enthält Hinweise zu Verformungsbegrenzungen von Fahrbahnübergängen.

(2) Wird die Fahrbahnplatte unregelmäßig unterstützt (z. B. durch zusätzliche Verbände an Zwischenpfeilern), ist die Fahrbahn im Bereich dieser Stützung in der Regel mit dem vergrößerten Stoßbeiwert zu bemessen, der in EN 1991-2 für den Bereich hinter Fahrbahnübergängen spezifiziert ist.

7.8.3 Resonanzeffekte aus Verkehr

(1) Resonanzeffekte sind in der Regel zu berücksichtigen. Liegen die Eigenfrequenzen von leichten aussteifenden Bauteilen, Schrägseilen oder ähnliche Tragelementen nahe an den Erregerfrequenzen (z. B. durch regelmäßige Fahrzeugüberfahrten über Fugen), ist in der Regel entweder eine Vergrößerung der Steifigkeit oder eine künstliche Dämpfung dieser Bauteile (z. B. durch Schwingungsdämpfer) in Erwägung zu ziehen.

ANMERKUNG Anhang B enthält Hinweise zu Auflagerkonstruktionen für Fahrbahnübergänge.

7.9 Anforderungen an Fußgängerbrücken

(1) Bei Fußgänger- und Radwegbrücken sind übermäßige Schwingungen, die den Nutzungskomfort einschränken, in der Regel durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren. Dies kann entweder durch einen geeigneten Entwurf mit einer entsprechenden Eigenfrequenz oder durch geeignete Dämpfungsmaßnahmen geschehen.

7.10 Kriterien für das Verhalten bei Windbelastung

(1) Wirbelerregte Schwingungen schlanker Bauteile sind in der Regel so zu reduzieren, dass die Spannungsschwingbreiten hinsichtlich ihrer Ermüdungswirkung unkritisch sind.

ANMERKUNG EN 1991-1-4 enthält Hinweise zur Bestimmung der Ermüdungslasten aus Wirbelerregung.

7.11 Zugänglichkeit von Anschlussdetails und Oberflächen

(1) Jedes Bauwerk aus Stahl ist in der Regel so zu entwerfen und zu konstruieren, dass Korrosion minimiert wird und Prüfungs- und Wartungsarbeiten durchgeführt werden können, siehe ISO 12944-3.

(2) Alle Teile sind üblicherweise so zu konstruieren, dass sie für Prüfungen, Reinigungen und Beschichtungsarbeiten zugänglich sind. Ist dies nicht möglich, sind in der Regel entweder alle unzugänglichen Teile zu versiegeln (z. B. der Innenraum von Hohlkästen) oder Stahlsorten mit erhöhtem Korrosionswiderstand zu verwenden. Sind bedingt durch Umgebungseinflüsse oder ungenügende Zugänglichkeit Korrosionserscheinungen während der Nutzungsdauer nicht auszuschließen, ist dieser Umstand in der Regel bei der Dimensionierung der Bauteile zu berücksichtigen, siehe Abschnitt 4(4).

7.12 Entwässerung

(1) In der Regel sind die Oberflächen von Fahrbahnen und Fußwegen zu versiegeln, um das Eindringen von Oberflächenwasser zu verhindern.

(2) Bei der Anordnung von Entwässerungen sind in der Regel die Fahrbahnneigung sowie die Lage, der Durchmesser und das Gefälle der Abwasserrohre zu beachten.

(3) Freifallrohre haben in der Regel das Schmutzwasser zu einem Punkt weit unterhalb des Tragwerks weiterzuleiten, damit keine tragenden Elemente oder Auflagerkonstruktionen mit dem Wasser in Berührung kommen.

(4) Abwasserrohre sind in der Regel so zu entwerfen, dass sie einfach gereinigt werden können. Der Abstand der Reinigungsöffnungen ist in der Regel projektweise festzulegen.

(5) Werden Abwasserrohre in Hohlkästen von Brücken eingesetzt, sind in der Regel Vorkehrungen zu treffen, um ein Ansammeln von Wasser auf dem Boden des Hohlkastens im Falle eines Lecks des Abwasserrohrs zu vermeiden.

(6) Bei Straßenbrücken sind in der Regel für die Fahrbahnübergänge Abläufe, falls notwendig an beiden Seiten, vorzusehen.

(7) Bei Eisenbahnbrücken mit Schotterfahrbahn bis zu einer Länge von 40 m kann der Oberbau als selbstentwässernd angesehen werden. Es brauchen keine weiteren Entwässerungsmaßnahmen in der Fahrbahn vorgesehen zu werden.

(8) Für alle geschlossenen Querschnitte sind in der Regel Entwässerungsmaßnahmen vorzusehen, es sei denn, diese sind rundum dicht verschweißt.

8 Verbindungsmittel, Schweißnähte, Verbindungen und Anschlüsse

8.1 Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen

8.1.1 Kategorien von Schraubenverbindungen

8.1.1.1 Scherverbindungen

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.4.1(1).

8.1.1.2 Zugverbindungen

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.4.2(1).

8.1.2 Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.5(1) und (2).

8.1.3 Tragfähigkeiten einzelner Verbindungsmittel

8.1.3.1 Schrauben und Niete

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.6.1(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15) und (16).

8.1.3.2 Injektionsschrauben

8.1.3.2.1 Allgemeines

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.6.2.1(1) und (2).

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf Hinweise zur Anwendung von Injektionsschrauben geben.

8.1.3.2.2 Beanspruchbarkeiten

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.6.2.2(1), (2), (3), (4), (5) und (6).

8.1.4 Gruppen von Verbindungsmitteln

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.7(1).

8.1.5 Lange Anschlüsse

(1) Siehe EN 1993-1-8, 3.8(1) und (2).