E DIN EN 1993-2:2024-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-01-19

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 2: Brücken; Deutsche und Englische Fassung prEN 1993-2:2024

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 2: Bridges; German and English version prEN 1993-2:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 7

Einleitung ... 8
0.1 Einleitung zu den Eurocodes ... 8
0.2 Einleitung zu EN 1993 (alle Teile) ... 8
0.3 Einleitung zu EN 1993-2 ... 10
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen ... 10
0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1993-2 ... 11

1 Anwendungsbereich ... 12
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-2 ... 12
1.2 Annahmen ... 12

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe und Symbole ... 13
3.1 Begriffe ... 13
3.2 Formelzeichen ... 13
3.2.1 Allgemeines ... 13
3.2.2 Lateinische Großbuchstaben ... 13
3.2.3 Lateinische Kleinbuchstaben ... 15
3.2.4 Griechische Großbuchstaben ... 17
3.2.5 Griechische Kleinbuchstaben ... 18

4 Grundlagen der Tragwerksplanung ... 21
4.1 Allgemeine Regeln ... 21
4.1.1 Grundlegende Anforderungen ... 21
4.1.2 Tragwerkszuverlässigkeit ... 21
4.1.3 Robustheit ... 21
4.1.4 Geplante Nutzungsdauer von Brücken ... 21
4.1.5 Dauerhaftigkeit ... 21
4.2 Basisvariablen ... 22
4.2.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse ... 22
4.2.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften ... 22
4.3 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten ... 22
4.4 Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungsnachweise ... 23
4.5 Versuchsgestützte Bemessung ... 24

5 Werkstoffe ... 24
5.1 Allgemeines ... 24
5.2 Baustahl ... 24
5.2.1 Werkstoffeigenschaften ... 24
5.2.2 Anforderungen an die Duktilität ... 24
5.2.3 Bruchzähigkeit ... 24
5.2.4 Eigenschaften in Dickenrichtung ... 25
5.2.5 Werte von anderen Werkstoffeigenschaften ... 25
5.3 Teile von Verbindungen ... 25
5.3.1 Verbindungsmittel ... 25
5.3.2 Schweißzusätze ... 25
5.4 Stahlseile und andere Zugglieder ... 26
5.5 Lager ... 26

5.6 Dämpfer und Sperrvorrichtungen ... 26
5.7 Sonstige Komponenten von Brücken ... 26

6 Dauerhaftigkeit ... 26

7 Tragwerksberechnung ... 27
7.1 Statische Systeme ... 27
7.1.1 Grundannahmen ... 27
7.1.2 Berechnungsmodelle für Anschlüsse ... 27
7.2 Untersuchung von Gesamttragwerken ... 28
7.2.1 Berücksichtigung der Einflüsse nach Theorie II. Ordnung ... 28
7.2.2 Art der Tragwerksberechnung in Abhängigkeit von der Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ... 28
7.3 Imperfektionen ... 28
7.3.1 Grundlagen ... 28
7.3.2 Schiefstellungen ... 28
7.3.3 Äquivalente Vorkrümmung für die Tragwerks- und Bauteilberechnung ... 28
7.3.4 Überlagerung von Anfangsschiefstellung und äquivalenter Vorkrümmung ... 29
7.3.5 Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme ... 29
7.3.6 Imperfektionen auf der Grundlage von Knickbiegelinien nach der Elastizitätstheorie ... 29
7.4 Berechnungsverfahren ... 29
7.4.1 Allgemeines ... 29
7.4.2 Tragwerksberechnung nach der Elastizitätstheorie ... 29
7.5 Klassifizierung von Querschnitten ... 29

8 Grenzzustände der Tragfähigkeit ... 29
8.1 Teilsicherheitsbeiwerte ... 29
8.2 Beanspruchbarkeit von Querschnitten ... 29
8.2.1 Allgemeines ... 29
8.2.2 Querschnittswerte ... 30
8.2.3 Zugbeanspruchung ... 30
8.2.4 Druckbeanspruchung ... 31
8.2.5 Biegebeanspruchung ... 31
8.2.6 Querkraftbeanspruchung ... 31
8.2.7 Torsion ... 31
8.2.8 Beanspruchung aus Biegung und Querkraft ... 32
8.2.9 Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft ... 32
8.2.10 Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft ... 32
8.2.11 Beanspruchung aus Biegung, Querkraft, Normalkraft und Querbelastung (patch loading) ... 32
8.3 Stabilitätsnachweise für Bauteile ... 33
8.3.1 Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck ... 33
8.3.2 Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse ... 33
8.3.3 Auf Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile ... 33
8.3.4 Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile ... 33
8.3.5 Vereinfachtes Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile ... 33
8.3.6 Im Grundriss gekrümmte Hauptträger ... 36
8.4 Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile ... 36
8.5 Plattenbeulen ... 37

9 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit ... 37
9.1 Allgemeines ... 37
9.2 Berechnungsmodelle ... 38
9.3 Spannungsbegrenzungen ... 39
9.4 Begrenzung des Stegatmens ... 39
9.5 Grenzen für Lichtraumprofile ... 40
9.6 Grenzen für das optische Erscheinungsbild ... 40
9.7 Anforderungen für Eisenbahnbrücken ... 41

9.8 Anforderungen für Straßenbrücken 41
9.8.1 Allgemeines 41
9.8.2 Durchbiegungsgrenzen zur Vermeidung übermäßiger Anregung aus Verkehr 41
9.8.3 Auswirkungen infolge Resonanz 41
9.9 Anforderungen an Fußgängerbrücken 41
9.10 Kriterien für die Auswirkung von Wind 42
9.11 Zugänglichkeit von Anschlussdetails und Oberflächen 42
9.12 Entwässerung 42

10 Ermüdung 42
10.1 Allgemeines 42
10.1.1 Anforderungen für Ermüdungsnachweis 42
10.1.2 Bemessung von Straßenbrücken für Ermüdung 43
10.1.3 Bemessung von Eisenbahnbrücken für Ermüdung 43
10.2 Ermüdungsbelastung 44
10.2.1 Allgemeines 44
10.2.2 Vereinfachtes Ermüdungslastmodell für Straßenbrücken 44
10.2.3 Vereinfachtes Ermüdungslastmodell für Eisenbahnbrücken 44
10.3 Spannungsschwingbreite für die Ermüdung 44
10.3.1 Allgemeines 44
10.3.2 Ermüdungsberechnung 45
10.4 Durchführung des Ermüdungsnachweises 47
10.4.1 Ermüdungsnachweis 47
10.4.2 Schadensäquivalenzbeiwerte λ für Straßenbrücken 48
10.4.3 Schadensäquivalenzbeiwerte λ für Eisenbahnbrücken 48
10.4.4 Kombination von Schädigungen aus lokalen und globalen Spannungsschwingbreiten 52
10.5 Ermüdungswiderstand 52
10.6 Schweißnahtnachbehandlung 53

11 Verbindungsmittel, Schweißnähte, Verbindungen und Anschlüsse 53
11.1 Verbindungen mit Schrauben, Nieten oder Bolzen 53
11.1.1 Allgemeines 53
11.1.2 Injektionsschrauben 53
11.1.3 Hybridverbindungen 54
11.1.4 Verbindungen mit Anschlusswinkeln für indirekten Anschluss 54
11.1.5 Schrauben in Löchern mit Gewinde 54
11.1.6 An einem Schenkel angeschlossene Winkel 54
11.1.7 Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit 54
11.2 Schweißverbindungen 54
11.2.1 Allgemeines 54
11.2.2 Unterbrochene Kehlnähte 54
11.2.3 Lochschweißungen 54
11.2.4 Hohlkehlnähte 54
11.2.5 Verteilung der Kräfte 55
11.2.6 Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte 55
11.3 Anschlüsse mit H- oder I-Querschnitten 55
11.4 Hohlprofilanschlüsse 55

Anhang A (normativ) Bemessung von Hängern für Stabbogenbrücken 56
A.1 Anwendung dieses Anhangs 56
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 56
A.3 Bemessungsgrundsätze 57
A.3.1 Werkstoffe und Querschnitte von Zuggliedern 57
A.3.2 Empfehlungen für die Bemessung von Schweißverbindungen von Rundstahlhängern 57
A.3.3 Bemessungsempfehlungen für geschmiedete Hänger 60
A.3.4 Empfehlungen für die Bemessung von Flachstahlhängern 62

A.3.5 Empfehlungen für die Bemessung von Seilhängern ... 62
A.3.6 Maßnahmen zur Verringerung von Zwängungsbeanspruchungen aus dem Haupttragwerk ... 64
A.4 Bemessungsregeln für Rundstahlhänger ... 64
A.4.1 Anwendungsgrenzen ... 64
A.4.2 Wirbelerregte Querschwingungen ... 64
A.4.3 Regen-Wind-induzierte Schwingungen ... 66
A.4.4 Verkehrsinduzierte Spannungen ... 67
A.4.5 Nachweisphilosophien ... 67
A.5 Bemessung von Flachstahlhängern ... 69
A.5.1 Wirbelerregte Querschwingungen ... 69
A.5.2 Galloping ... 70
A.5.3 Verkehrsinduzierte Spannungen ... 72
A.5.4 Nachweisphilosophie ... 72
A.6 Bemessungsregeln für Seilhänger ... 72

Anhang B (normativ) Ergänzende Regeln für die Bemessung von im Grundriss gekrümmten Hauptträgern mit steifer Lagerung des Druckflansches ... 73
B.1 Anwendung dieses Anhangs ... 73
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 73
B.3 Biegebeanspruchbarkeit ... 73
B.4 Schubbeanspruchbarkeit ... 74
B.5 Interaktion zwischen Querkraft und Biegemoment ... 76
B.6 Bemessung der Lagerungen am Druckflansch ... 76

Anhang C (informativ) Empfehlungen für die bauliche Durchbildung von Stahlfahrbahnen ... 77
C.1 Anwendung dieses Anhangs ... 77
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 77
C.3 Straßenbrücken ... 77
C.3.1 Allgemeines ... 77
C.3.2 Deckblech ... 79
C.3.3 Fahrbahnlängssteifen ... 83
C.3.4 Querträger ... 88
C.4 Eisenbahnbrücken ... 90
C.4.1 Allgemeines ... 90
C.4.2 Blechdicke und Maße ... 90
C.4.3 Ausbildung der Durchdringung zwischen Längssteifen und Querträgern ... 91
C.4.4 Schweißnahtvorbereitung und Prüfungen ... 92
C.4.5 Berechnungen ... 93
C.4.6 Brennschnittflächen ... 94
C.5 Toleranzen für Halbzeuge und Fertigung ... 94
C.5.1 Halbzeugtoleranzen ... 94
C.5.2 Fertigungstoleranzen ... 95
C.5.3 Besondere Anforderungen für Schweißverbindungen ... 95

Anhang D (normativ) Geometrische Ersatzimperfektionen für Bogenbrücken ... 109
D.1 Anwendung dieses Anhangs ... 109
D.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 109
D.3 Festlegung der geometrischen Ersatzimperfektionen ... 109

Anhang E (normativ) Kombination der Wirkungen infolge lokaler Radlasten und globaler Verkehrslasten auf Straßenbrücken ... 111
E.1 Anwendung dieses Anhangs ... 111
E.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 111
E.3 Kombinationsregel für Beanspruchungen infolge globaler und lokaler Lasten ... 111
E.4 Kombinationsbeiwert ... 112

Anhang F (informativ) Schadensäquivalenzbeiwerte λ für den Ermüdungsnachweis für Fahrbahnkonstruktionen von Straßenbrücken ... **113**
F.1 Anwendung dieses Anhangs ... **113**
F.2 Satz 1 der Schadensäquivalenzbeiwerte λ ... **113**
F.2.1 F2.1 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... **113**
F.2.2 F2.2 Vereinfachtes Ermüdungslastmodell ... **113**
F.2.3 F2.3 Schadensäquivalenzbeiwerte λ ... **113**
F.3 Satz 2 von Schadensäquivalenzbeiwerten λ ... **117**
F.3.1 F3.1 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... **117**
F.3.2 Vereinfachtes Ermüdungslastmodell für Straßenbrücken ... **117**
F.3.3 Schadensäquivalenzbeiwerte λ ... **117**

Literaturhinweise ... **127**