E DIN EN 1994-1-2:2024-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-03-01

Eurocode 4 - Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche und Englische Fassung prEN 1994-1-2:2024

Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures - Part 1-2: Structural fire design; German and English version prEN 1994-1-2:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 6

0 Einleitung 7
0.1 Einleitung zu den Eurocodes 7
0.2 Einleitung zu EN 1994 (alle Teile) 7
0.3 Einleitung zu prEN 1994-1-2 8
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen 8
0.5 Nationaler Anhang zu prEN 1994-1-2 9

1 Anwendungsbereich 10
1.1 Anwendungsbereich von prEN 1994-1-2 10
1.2 Voraussetzungen 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen 10
3.1 Begriffe 10
3.2 Symbole und Abkürzungen 12
3.2.1 Formelzeichen 12
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben 13
3.2.3 In prEN 1994-1-2, Anhang A, verwendete zusätzliche Symbole 18
3.2.4 In prEN 1994-1-2, Anhang B, verwendete zusätzliche Symbole 18
3.2.5 In prEN 1994-1-2, Anhang C, verwendete zusätzliche Symbole 19
3.2.6 In prEN 1994-1-2, Anhang D, verwendete zusätzliche Symbole 19
3.2.7 In prEN 1994-1-2, Anhang E, verwendete zusätzliche Symbole 20
3.2.8 In prEN 1994-1-2, Anhang F, verwendete zusätzliche Symbole 21
3.2.9 In prEN 1994-1-2, Anhang G, verwendete zusätzliche Symbole 22
3.2.10 In prEN 1994-1-2, Anhang H, verwendete zusätzliche Symbole 23
3.2.11 In prEN 1994-1-2, Anhang I, verwendete zusätzliche Symbole 24

4 Grundlagen der Tragwerksplanung 24
4.1 Allgemeines 24
4.2 Nominelle Brandbeanspruchung 25
4.3 Physikalisch basierte Brandbeanspruchung 25
4.4 Einwirkungen 25
4.5 Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften 26
4.6 Nachweisverfahren 26
4.7 Bauteilberechnung 27
4.8 Teiltragwerksberechnung 27
4.9 Berechnung des gesamten Tragwerks 28

5 Baustoffeigenschaften 28
5.1 Allgemeines 28
5.2 Thermische Eigenschaften 29
5.2.1 Kohlenstoffstahl 29
5.2.2 Beton 30

5.2.3 Brandschutzmaterialien ... 33
5.3 Mechanische Eigenschaften ... 33
5.3.1 Kohlenstoffstahl ... 33
5.3.2 Beton ... 38

6 Tabellierte Bemessungswerte ... 40
6.1 Allgemeines ... 40
6.2 Träger ... 41
6.3 Stützen ... 43
6.3.1 Allgemeines ... 43
6.3.2 Verbundstützen aus vollständig einbetonierten Stahlprofilen ... 44
6.3.3 Verbundstützen aus teilweise einbetonierten Stahlprofilen ... 45
6.3.4 Verbundstützen mit ausbetonierten Hohlprofilen ... 46

7 Vereinfachte Bemessungsverfahren ... 47
7.1 Allgemeines ... 47
7.2 Allgemeine Regeln für Verbunddecken und Verbundträger ... 48
7.3 Verbunddecken ... 48
7.3.1 Ungeschützte Verbunddecken ... 48
7.3.2 Geschützte Verbunddecken ... 49
7.4 Verbundträger ... 50
7.4.1 Thermische Berechnung ... 50
7.4.2 Mechanische Berechnung ... 53
7.5 Verbundstützen ... 63
7.5.1 Allgemeines ... 63
7.5.2 Teilweise einbetonierte Stahlprofile ... 65
7.5.3 Ungeschützte ausbetonierte Hohlprofile aus Stahl ... 65
7.5.4 Geschützte ausbetonierte Hohlprofile aus Stahl ... 65

8 Erweiterte Bemessungsverfahren ... 66
8.1 Allgemeines ... 66
8.2 Thermische Berechnung ... 66
8.3 Mechanische Berechnung ... 67
8.4 Validierung ... 67

9 Bauliche Durchbildung ... 67
9.1 Allgemeines ... 67
9.2 Verbundträger ... 68
9.2.1 Verbundträger mit teilweise einbetonierten Stahlträgern ... 68
9.2.2 Flache Verbunddeckenträger ... 69
9.3 Verbundstützen ... 70
9.3.1 Verbundstützen mit teilweise einbetonierten Stahlprofilen ... 70
9.3.2 Verbundstützen mit ausbetonierten Hohlprofilen ... 71
9.4 Anschlüsse zwischen Verbundträgern und Verbundstützen ... 72
9.4.1 Allgemeines ... 72
9.4.2 Anschlüsse zwischen Verbundträgern und Verbundstützen mit einbetonierten Stahlprofilen ... 73
9.4.3 Anschlüsse zwischen Verbundträgern und Verbundstützen mit teilweise einbetonierten Stahlprofilen ... 73
9.4.4 Anschlüsse zwischen Verbundträgern und Verbundstützen mit ausbetonierten Hohlprofilen ... 74

Anhang A (normativ) Kaltverfestigung von Baustahl bei erhöhten Temperaturen ... 76
A.1 Anwendung dieses Anhangs ... 76
A.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 76
A.3 Spannungs-Dehnungs-Beziehungen von Baustahl bei erhöhten Temperaturen ... 76

Anhang B (informativ) Modell zur Berechnung der Feuerwiderstandsfähigkeit ungeschützter Verbunddecken ... 79
B.1 Anwendung dieses Anhangs ... 79
B.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 79

B.3 Feuerwiderstandsfähigkeit bezüglich Wärmedämmung ... 79
B.4 Berechnung der positiven Momententragfähigkeit $M_{fi,Rd}^{+}$ ... 81
B.5 Berechnung der negativen Momententragfähigkeit $M_{Rd,fi}^{-}$ ... 84
B.6 Effektive Dicke einer Verbunddecke ... 87

Anhang C (normativ) Modell zur Berechnung der positiven und der negativen Momententragfähigkeiten eines mit einer Betonplatte verbundenen Stahlträgers unter Brandbeanspruchung von unten ... 88
C.1 Anwendung dieses Anhangs ... 88
C.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 88
C.3 Berechnung der positiven Momententragfähigkeit $M_{fi,Rd}^{+}$ ... 88
C.4 Berechnungen der negativen Momententragfähigkeit $M_{Rd,fi}^{-}$ ... 90
C.5 Lokale Tragfähigkeit an Auflagern ... 91
C.6 Vertikale Schubtragfähigkeit ... 92

Anhang D (normativ) Modell zur Berechnung der Biegemomententragfähigkeiten von mit Betonplatten verbundenen, teilweise einbetonierten Stahlträgern unter Brandbeanspruchung ... 93
D.1 Anwendung dieses Anhangs ... 93
D.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 93
D.3 Reduzierter Querschnitt für die positive Momententragfähigkeit $M_{Rd,fi}^{+}$ ... 94
D.4 Reduzierter Querschnitt für die negative Momententragfähigkeit $M_{Rd,fi}^{-}$ ... 98

Anhang E (normativ) Modell zur Berechnung der Knicktragfähigkeit in Axialrichtung um die schwache Achse einer teilweise einbetonierten Verbundstütze unter Brandbeanspruchung ... 100
E.1 Anwendung dieses Anhangs ... 100
E.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 100
E.3 Allgemeines ... 101
E.4 Gurte des Stahlprofils ... 101
E.5 Steg des Stahlprofils ... 102
E.6 Beton ... 103
E.7 Bewehrungsstäbe ... 104
E.8 Berechnung der Knicklast in Axialrichtung bei erhöhten Temperaturen ... 105
E.9 Exzentrizität der Lasteinleitung ... 106

Anhang F (normativ) Vereinfachtes Berechnungsmodell für ausbetonierte Hohlprofile unter Beanspruchung entsprechend Einheits-Temperaturzeitkurve ... 107
F.1 Anwendung dieses Anhangs ... 107
F.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 107
F.3 Schritte ... 108
F.4 Temperaturverteilung ... 109
F.5 Bemessungswert der Knicklast in Axialrichtung bei erhöhter Temperatur ... 110
F.6 Exzentrizität der Lasteinleitung ... 112

Anhang G (normativ) Vereinfachtes Berechnungsverfahren für die Feuerwiderstandsfähigkeit von Stahl/Beton-Verbunddecken unter Membranzugwirkung ... 114
G.1 Anwendung dieses Anhangs ... 114
G.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich ... 114
G.3 Allgemeine Regeln ... 115
G.4 Temperaturverteilung ... 116
G.5 Berechnung der Tragfähigkeit einer Deckenplatte unter Membranzugwirkung ... 116
G.5.1 Allgemeines ... 116
G.5.2 Berechnung der Tragfähigkeit einer Verbunddecke ... 117
G.5.3 Berechnung der Tragfähigkeit ungeschützter Sekundärträger innerhalb der Deckenbemessungszone ... 120
G.5.4 Berechnung der Gesamttragfähigkeit der Deckenbemessungszone ... 121

G.6 Bauliche Durchbildung 122
G.6.1 Betonstahlmatten 122
G.6.2 Rand der Verbunddecke 122
G.6.3 Brandschutz 123

Anhang H (normativ) Berechnung der positiven Momententragfähigkeit $M_{fi,Rd}^{+}$ eines flachen Deckenträgers unter Brandbeanspruchung 125
H.1 Anwendung dieses Anhangs 125
H.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 125
H.3 Berechnung der positiven Momententragfähigkeit $M_{Rd,fi}^{+}$ 127
H.4 Geschützte flache Deckenträger 130

Anhang I (normativ) Träger mit großen Stegöffnungen unter Brandbeanspruchung 132
I.1 Anwendung dieses Anhangs 132
I.2 Anwendungs- und Gültigkeitsbereich 132
I.3 Thermisches Verhalten 132
I.4 Mechanisches Verhalten 132

Literaturhinweise 134