

E DIN EN 1994-1-1:2024-03 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-02-02

Eurocode 4 - Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche und Englische Fassung prEN 1994-1-1:2024

Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings; German and English version prEN 1994-1-1:2024

Inhalt

Seite

| | |
|---|----|
| Europäisches Vorwort..... | 8 |
| 0 Einleitung..... | 9 |
| 0.1 Einleitung zu den Eurocodes | 9 |
| 0.2 Einleitung zu EN 1994 (alle Teile) | 9 |
| 0.3 Einleitung zu EN 1994-1-1 | 10 |
| 0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen..... | 10 |
| 0.5 Nationaler Anhang zu EN 1994-1-1 | 10 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 11 |
| 1.1 Anwendungsbereich von EN 1994-1-1 | 11 |
| 1.2 Voraussetzungen | 11 |
| 2 Normative Verweisungen | 11 |
| 3 Begriffe und Symbole | 12 |
| 3.1 Begriffe | 12 |
| 3.2 Symbole | 16 |
| 3.2.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 16 |
| 3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 22 |
| 3.2.3 Griechische Großbuchstaben | 26 |
| 3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben..... | 27 |
| 3.3 In Anhang A verwendete zusätzliche Symbole | 29 |
| 3.3.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 29 |
| 3.3.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 30 |
| 3.3.3 Griechische Kleinbuchstaben..... | 30 |
| 3.4 In Anhang B verwendete zusätzliche Symbole | 30 |
| 3.4.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 30 |
| 3.4.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 31 |
| 3.4.3 Griechische Kleinbuchstaben..... | 31 |
| 3.5 In Anhang D und Anhang E verwendete zusätzliche Symbole | 31 |
| 3.5.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 31 |
| 3.5.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 33 |
| 3.5.3 Griechische Kleinbuchstaben..... | 34 |
| 3.6 In Anhang F verwendete zusätzliche Symbole..... | 34 |
| 3.6.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 34 |
| 3.6.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 35 |
| 3.6.3 Griechische Großbuchstaben | 35 |
| 3.6.4 Griechische Kleinbuchstaben..... | 35 |
| 3.7 In Anhang G verwendete zusätzliche Symbole | 36 |
| 3.7.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 36 |
| 3.7.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 36 |
| 3.8 In Anhang H verwendete zusätzliche Symbole | 36 |
| 3.8.1 Lateinische Großbuchstaben..... | 36 |
| 3.8.2 Lateinische Kleinbuchstaben | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.8.3 | Griechische Kleinbuchstaben..... | 37 |
| 3.9 | In Anhang I verwendete zusätzliche Symbole..... | 37 |
| 3.10 | In Anhang J verwendete zusätzliche Symbole..... | 37 |
| 3.10.1 | Lateinische Großbuchstaben..... | 37 |
| 3.10.2 | Lateinische Kleinbuchstaben | 38 |
| 3.10.3 | Griechische Kleinbuchstaben..... | 38 |
| 4 | Grundlagen der Tragwerksplanung..... | 38 |
| 4.1 | Allgemeine Regeln | 38 |
| 4.1.1 | Anforderungen..... | 38 |
| 4.1.2 | Robustheit | 39 |
| 4.1.3 | Zuverlässigkeit..... | 39 |
| 4.2 | Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen | 39 |
| 4.3 | Basisvariablen..... | 39 |
| 4.3.1 | Einwirkungen und Umgebungseinflüsse..... | 39 |
| 4.3.2 | Baustoff- und Produkteigenschaften | 39 |
| 4.3.3 | Klassifizierung von Einwirkungen | 39 |
| 4.4 | Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten | 40 |
| 4.4.1 | Bemessungswerte | 40 |
| 4.4.2 | Bemessungswerte der Tragfähigkeit..... | 41 |
| 4.4.3 | Kombination von Einwirkungen | 41 |
| 4.4.4 | Nachweise der Lagesicherheit | 41 |
| 5 | Baustoffe | 41 |
| 5.1 | Beton | 41 |
| 5.2 | Betonstahl..... | 42 |
| 5.3 | Baustahl..... | 42 |
| 5.4 | Verbindungs- und Verbundmittel..... | 43 |
| 5.4.1 | Verbindungsmittel..... | 43 |
| 5.4.2 | Schubverbinder | 43 |
| 5.5 | Profilbleche für Verbunddecken in Hochbauten | 45 |
| 6 | Dauerhaftigkeit..... | 46 |
| 6.1 | Allgemeines..... | 46 |
| 6.2 | Profilbleche für Verbunddecken in Hochbauten | 46 |
| 7 | Statische Berechnung..... | 46 |
| 7.1 | Tragwerksmodell für die Berechnung | 46 |
| 7.1.1 | Tragwerksmodell und grundlegende Annahmen..... | 46 |
| 7.1.2 | Anschlussmodelle | 47 |
| 7.1.3 | Baugrund-Tragwerks-Interaktion..... | 47 |
| 7.2 | Tragfähigkeit | 47 |
| 7.2.1 | Auswirkungen verformter Tragwerksgeometrie | 47 |
| 7.2.2 | Berechnungsverfahren für Hochbauten | 48 |
| 7.3 | Imperfektionen | 49 |
| 7.3.1 | Grundlagen..... | 49 |
| 7.3.2 | Imperfektionen in Hochbauten | 49 |
| 7.4 | Berechnung der Auswirkungen von Einwirkungen..... | 50 |
| 7.4.1 | Verfahren der Gesamttragwerksberechnung | 50 |
| 7.4.2 | Linear-elastische Berechnung | 52 |
| 7.4.3 | Nichtlineare Gesamttragwerksberechnung | 55 |
| 7.4.4 | Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Schnittgrößenumlagerung bei Hochbauten.... | 56 |
| 7.4.5 | Starr-plastische Gesamttragwerksberechnung für Hochbauten..... | 57 |
| 7.5 | Klassifizierung von Querschnitten | 59 |
| 7.5.1 | Allgemeines..... | 59 |
| 7.5.2 | Klassifizierung von Verbundprofilen ohne Kammerbeton | 60 |
| 7.5.3 | Klassifizierung von einbetonierten Verbundprofilen für Hochbauten | 60 |
| 8 | Grenzzustände der Tragfähigkeit | 61 |
| 8.1 | Träger | 61 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 8.1.1 | Allgemeines..... | 61 |
| 8.1.2 | Mittragende Breite bei Querschnittsnachweisen | 63 |
| 8.2 | Tragfähigkeiten von Trägerquerschnitten | 63 |
| 8.2.1 | Biegetragfähigkeit..... | 63 |
| 8.2.2 | Tragfähigkeit bei vertikaler Schubbeanspruchung | 73 |
| 8.3 | Querschnittstragfähigkeit von teilweise einbetonierten Trägern für Hochbauten | 75 |
| 8.3.1 | Anwendungsbereich..... | 75 |
| 8.3.2 | Biegetragfähigkeit..... | 76 |
| 8.3.3 | Tragfähigkeit bei vertikaler Schubbeanspruchung | 77 |
| 8.3.4 | Biegung und vertikale Schubbeanspruchung | 78 |
| 8.4 | Biegedrillknicken von Verbundträgern..... | 78 |
| 8.4.1 | Allgemeines..... | 78 |
| 8.4.2 | Biegedrillknicknachweis für Durchlaufverbundträger mit Querschnitten der Klasse 1, Klasse 2 und Klasse 3 | 79 |
| 8.4.3 | Vereinfachter Biegedrillknicknachweis für Durchlaufverbundträger mit Querschnitten der Klasse 1, Klasse 2 und Klasse 3 ohne direkte Berechnung für Träger in Hochbauten..... | 81 |
| 8.5 | Stege mit Querbelastung..... | 82 |
| 8.5.1 | Allgemeines..... | 82 |
| 8.5.2 | Gurtinduziertes Stegblechbeulen | 82 |
| 8.6 | Verdübelung..... | 83 |
| 8.6.1 | Grundlagen der Tragwerksplanung..... | 83 |
| 8.6.2 | Allgemeines Verfahren mit nichtlinearer Berechnung..... | 84 |
| 8.6.3 | Träger in Hochbauten, deren Querschnittstragfähigkeit nach Plastizitätstheorie ermittelt wird | 84 |
| 8.6.4 | Sonstige Träger, deren Querschnittstragfähigkeit nach Plastizitätstheorie ermittelt wird..... | 87 |
| 8.6.5 | Träger, deren Querschnittstragfähigkeit nach Elastizitätstheorie ermittelt wird | 88 |
| 8.6.6 | Träger, deren Querschnittstragfähigkeit nach nichtlinearer Theorie ermittelt wird..... | 89 |
| 8.6.7 | Lokale Auswirkungen konzentrierter Längsschubkraft | 89 |
| 8.6.8 | Kopfbolzendübel in Vollbetonplatten und Kammerbeton | 91 |
| 8.6.9 | Bemessungstragfähigkeit von Kopfbolzen zur Verwendung mit Profilblechen in Hochbauten | 93 |
| 8.6.10 | Bauliche Durchbildung der Verdübelung und Einfluss der Bauausführung..... | 96 |
| 8.6.11 | Längsschubbeanspruchung in Betonplatten | 99 |
| 8.7 | Ermüdung | 102 |
| 8.7.1 | Ermüdung bei Hochbauten..... | 102 |
| 8.8 | Verbundstützen und druckbeanspruchte Verbundbauteile | 102 |
| 8.8.1 | Allgemeines..... | 102 |
| 8.8.2 | Allgemeines Bemessungsverfahren | 105 |
| 8.8.3 | Vereinfachtes Verfahren..... | 109 |
| 8.8.4 | Verdübelung und Lasteinleitung..... | 117 |
| 8.8.5 | Bestimmungen zur baulichen Durchbildung | 121 |
| 9 | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit..... | 122 |
| 9.1 | Allgemeines | 122 |
| 9.2 | Spannungen..... | 122 |
| 9.2.1 | Allgemeines..... | 122 |
| 9.2.2 | Begrenzung der Spannungen für Hochbauten | 123 |
| 9.3 | Verformungen in Hochbauten..... | 123 |
| 9.3.1 | Durchbiegungen | 123 |
| 9.3.2 | Schwingungen..... | 125 |
| 9.4 | Rissbildung im Beton | 125 |
| 9.4.1 | Allgemeines..... | 125 |
| 9.4.2 | Mindestbewehrung..... | 126 |
| 9.4.3 | Begrenzung der Rissbildung infolge direkter Belastung | 127 |
| 10 | Verbunddecken mit Profilblechen für Hochbauten..... | 129 |
| 10.1 | Allgemeines..... | 129 |
| 10.1.1 | Anwendungsbereich..... | 129 |
| 10.1.2 | Definitionen | 130 |

| | | |
|-----------------------|--|-----|
| 10.2 | Bestimmungen zur baulichen Durchbildung | 131 |
| 10.2.1 | Plattendicke und Bewehrung | 131 |
| 10.2.2 | Zuschlagstoffe | 132 |
| 10.2.3 | Auflagerungsanforderungen | 132 |
| 10.3 | Einwirkungen und deren Auswirkungen | 133 |
| 10.3.1 | Bemessungssituationen | 133 |
| 10.3.2 | Einwirkungen für Profilbleche als Schalung | 133 |
| 10.3.3 | Einwirkungen für die Verbunddecke | 134 |
| 10.4 | Schnittgrößenberechnung | 134 |
| 10.4.1 | Profilbleche als Schalung | 134 |
| 10.4.2 | Berechnung für die Verbunddecke | 134 |
| 10.4.3 | Mittragende Breite bei Verbunddecken mit konzentrierten Einzel- und Linienlasten | 134 |
| 10.5 | Nachweise von Profilblechen als Schalung für Grenzzustände der Tragfähigkeit | 137 |
| 10.6 | Nachweise von Profilblechen als Schalung für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit | 137 |
| 10.7 | Nachweise von Verbunddecken für Grenzzustände der Tragfähigkeit | 138 |
| 10.7.1 | Bemessungskriterium | 138 |
| 10.7.2 | Biegung | 138 |
| 10.7.3 | Längsschubbeanspruchung bei Decken ohne Endverankerung | 141 |
| 10.7.4 | Längsschubbeanspruchung bei Decken mit Endverankerung | 142 |
| 10.7.5 | Vertikale Schubbeanspruchung | 142 |
| 10.7.6 | Durchstanzen | 146 |
| 10.8 | Nachweis für Verbunddecken in Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit | 148 |
| 10.8.1 | Rissbreitenbegrenzung | 148 |
| 10.8.2 | Durchbiegung | 148 |
| 11 | Verbundanschlüsse in Rahmentragwerken für Hochbauten | 149 |
| 11.1 | Anwendungsbereich | 149 |
| 11.2 | Berechnung, Modellbildung und Klassifizierung | 150 |
| 11.2.1 | Allgemeines | 150 |
| 11.2.2 | Elastische Gesamttragwerksberechnung | 150 |
| 11.2.3 | Klassifizierung von Anschlüssen | 150 |
| 11.3 | Bemessungsverfahren | 151 |
| 11.3.1 | Grundlagen und Anwendungsbereich | 151 |
| 11.3.2 | Tragfähigkeit | 151 |
| 11.3.3 | Rotationssteifigkeit | 151 |
| 11.3.4 | Rotationskapazität | 151 |
| 11.4 | Tragfähigkeit von Bauteilen | 152 |
| 11.4.1 | Anwendungsbereich | 152 |
| 11.4.2 | Grundbauteile von Anschlüssen | 152 |
| 11.4.3 | Stützensteg unter Querdruckbeanspruchung | 153 |
| 11.4.4 | Bauteile mit Bewehrung | 153 |
| Anhang A (informativ) | Steifigkeit von Anschlussbauteilen in Hochbauten | 155 |
| A.1 | Anwendungsbereich | 155 |
| A.2 | Steifigkeitskoeffizienten | 155 |
| A.2.1 | Grundbauteile von Anschlüssen | 155 |
| A.2.2 | Weitere Grundbauteile von Verbundanschlüssen | 157 |
| A.2.3 | Bauteile mit Bewehrung | 157 |
| A.3 | Verformung der Verdübelung | 158 |
| Anhang B (normativ) | Standardversuche | 160 |
| B.1 | Allgemeines | 160 |
| B.2 | Versuche an Schubverbindern | 160 |
| B.2.1 | Allgemeines | 160 |
| B.2.2 | Versuchsanordnung | 160 |
| B.2.3 | Herstellung der Probekörper | 163 |
| B.2.4 | Versuchsdurchführung | 164 |
| B.2.5 | Versuchsauswertung | 164 |
| B.3 | Versuche für Verbunddecken | 166 |

| | | |
|--|---|-----|
| B.3.1 | Allgemeines | 166 |
| B.3.2 | Versuchsanordnung | 167 |
| B.3.3 | Herstellung der Probekörper | 168 |
| B.3.4 | Aufbringen der Versuchsbelastung | 168 |
| B.3.5 | Bestimmung der Bemessungswerte für τ_u, R_d | 169 |
| Anhang C (informativ) Schwinden des Betons bei Verbundtragwerken für den Hochbau | | 171 |
| Anhang D (normativ) Verbundträger mit Stegöffnungen | | 172 |
| D.1 | Anwendungsbereich | 172 |
| D.1.1 | Allgemeines | 172 |
| D.1.2 | Maßgrenzen von Öffnungen | 172 |
| D.2 | Bemessungsverfahren | 173 |
| D.2.1 | Allgemeines | 173 |
| D.2.2 | Äquivalente Länge und Höhe von Öffnungen | 174 |
| D.2.3 | Mitragende Breite der Betonplatte an einer Öffnung | 174 |
| D.3 | Berechnung | 175 |
| D.3.1 | Allgemeines | 175 |
| D.3.2 | Normalkräfte am Öffnungsmittelpunkt | 175 |
| D.3.3 | Verteilung der Schubkräfte | 177 |
| D.3.4 | Schnittkräfte in Stegpfosten zwischen in geringen Abständen angeordneten Öffnungen | 178 |
| D.3.5 | Klassifizierung für globale Biegebeanspruchung | 179 |
| D.3.6 | Klassifizierung für <i>Vierendeel</i> -Biegung | 179 |
| D.4 | Grenzzustände der Tragfähigkeit | 179 |
| D.4.1 | Bemessungsregeln | 179 |
| D.4.2 | Regeln für in geringen Abständen angeordnete Öffnungen | 184 |
| D.5 | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit | 185 |
| Anhang E (informativ) Verbundträger mit Stegöffnungen und ausgesteiften Platten | | 187 |
| E.1 | Anwendungsbereich | 187 |
| E.2 | Berechnung | 187 |
| E.3 | Zusätzliche Nachweise in Grenzzuständen der Tragfähigkeit für in großen Abständen angeordnete Öffnungen mit lokal ausgesteiften Platten | 190 |
| E.3.1 | Allgemeines | 190 |
| E.3.2 | Globale Biegetragfähigkeit | 190 |
| E.3.3 | Globale Schubtragfähigkeit | 190 |
| E.3.4 | Tragfähigkeit bei <i>Vierendeel</i> -Biegung | 191 |
| E.3.5 | Tragfähigkeit der Verdübelung an Öffnungsrändern | 192 |
| E.3.6 | Tragfähigkeit bei Stegknicken | 192 |
| E.3.7 | Tragfähigkeit der Querbewehrung bei lokalen Lasten | 192 |
| Anhang F (normativ) Kopfbolzen, die Spaltkräfte in Dickenrichtung der Platte verursachen | | 193 |
| F.1 | Bemessungstragfähigkeit und bauliche Durchbildung | 193 |
| F.2 | Ermüdungsfestigkeit | 196 |
| Anhang G (informativ) Bemessungstragfähigkeit von Kopfbolzen mit offenen Rinnenprofilen mit Rippen quer zu den Stützträgerachsen in Hochbauten | | 198 |
| G.1 | Anwendungsbereich | 198 |
| G.2 | Schubtragfähigkeit | 198 |
| Anhang H (normativ) Bemessungswert der Zugtragfähigkeit von Kopfbolzen | | 201 |
| H.1 | Anwendungsbereich | 201 |
| H.2 | Bemessungswert der Zugtragfähigkeit von Kopfbolzen | 201 |
| Anhang I (normativ) Zusätzliche Regeln für flache Deckenträger | | 206 |
| I.1 | Allgemeines | 206 |
| I.2 | Statische Berechnung | 208 |
| I.2.1 | Gesamttragwerksberechnung für Hochbauten | 208 |
| I.2.2 | Klassifizierung der Querschnitte flacher Deckenträger | 209 |
| I.3 | Grenzzustände der Tragfähigkeit | 211 |
| I.3.1 | Biegetragfähigkeit | 211 |

| | | |
|---|---|-----|
| I.3.2 | Tragfähigkeit unter vertikaler Schubbeanspruchung | 212 |
| I.3.3 | Verdübelung | 213 |
| I.4 | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit | 215 |
| Anhang J (informativ) Sonstige Arten von Decken mit vorgefertigten Betonplatten in | | |
| | Hochbauten | 218 |
| J.1 | Anwendungsbereich..... | 218 |
| J.2 | Baustoffe | 219 |
| J.2.1 | Vorgefertigte Betonplatten in Hochbauten | 219 |
| J.3 | Statische Berechnung..... | 219 |
| J.3.1 | Mittragende Breite von Gurten mit vorgefertigten Betonplatten | 219 |
| J.4 | Grenzzustände der Tragfähigkeit | 220 |
| J.5 | Bemessungstragfähigkeit von Schubverbindern in vorgefertigten Deckenplatten in Hochbauten | 220 |
| J.5.1 | Allgemeines..... | 220 |
| J.5.2 | Kopfbolzen in Vollplatten-Verbunddecken | 221 |
| J.5.3 | Kopfbolzen in vorgefertigten Hohlplatten..... | 222 |
| J.5.4 | Nicht vorgespannte Schrauben..... | 223 |
| J.6 | Längsschubbeanspruchung in vorgefertigten Betonplatten..... | 225 |
| J.7 | Bauliche Durchbildung der vorgefertigten Platten..... | 225 |
| J.7.1 | Auflageranordnungen..... | 225 |
| J.7.2 | Randträger | 225 |
| J.8 | Versuche an Schubverbindern..... | 226 |
| J.8.1 | Spezifische Abscherversuche für Kopfbolzen in Hohlplatten oder Hohlplatten- Verbunddecken mit konstanter Dicke | 226 |
| | Literaturhinweise | 227 |