

# DIN EN 1992-1-1:2025-09 (D)

## Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2023

---

| Inhalt  | Seite |
|---|-------|
| Europäisches Vorwort.....                                   | 13    |
| 0 Einleitung.....   | 15    |
| 0.1 Einleitung zu den Eurocodes .....                       | 15    |
| 0.2 Einleitung zu EN 1992 (alle Teile) .....                | 15    |
| 0.3 Einleitung zu EN 1992-1-1.....                          | 16    |
| 0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen.....             | 16    |
| 0.5 Nationaler Anhang für EN 1992-1-1.....                  | 16    |
| 1 Anwendungsbereich.....                                    | 18    |
| 1.1 Anwendungsbereich von EN 1992-1-1.....                  | 18    |
| 1.2 Voraussetzungen .....                                   | 18    |
| 2 Normative Verweisungen .....                              | 18    |
| 3 Begriffe und Symbole.....                                 | 19    |
| 3.1 Begriffe und Definitionen .....                         | 19    |
| 3.2 Symbole und Abkürzungen .....                           | 31    |
| 3.2.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 31    |
| 3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 37    |
| 3.2.3 Griechische Buchstaben.....                           | 48    |
| 3.3 Symbole in Anhang A.....                                | 56    |
| 3.3.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 56    |
| 3.3.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 56    |
| 3.3.3 Griechische Kleinbuchstaben.....                      | 57    |
| 3.4 Symbole in Anhang I.....                                | 57    |
| 3.4.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 57    |
| 3.4.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 57    |
| 3.4.3 Griechische Kleinbuchstaben.....                      | 58    |
| 3.5 Symbole in Anhang J.....                                | 59    |
| 3.5.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 59    |
| 3.5.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 59    |
| 3.5.3 Griechische Kleinbuchstaben.....                      | 61    |
| 3.6 Symbole in Anhang L.....                                | 62    |
| 3.6.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 62    |
| 3.6.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 62    |
| 3.6.3 Griechische Buchstaben.....                           | 63    |
| 3.7 Symbole in Anhang R.....                                | 63    |
| 3.7.1 Lateinische Großbuchstaben.....                       | 63    |
| 3.7.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....                     | 64    |
| 3.7.3 Griechische Buchstaben.....                           | 64    |
| 3.8 Abkürzungen .....                                       | 64    |
| 3.9 Einheiten .....   | 65    |
| 3.10 Vorzeichenregelungen.....                              | 65    |
| 4 Grundlagen der Tragwerksplanung.....                      | 66    |
| 4.1 Allgemeine Regeln .....                                 | 66    |
| 4.1.1 Grundlegende Anforderungen.....                       | 66    |
| 4.1.2 Tragwerkszuverlässigkeit und Qualitätsmanagement..... | 66    |
| 4.1.3 Geplante Nutzungsdauer .....                          | 66    |
| 4.2 Basisvariablen.....                                     | 66    |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.2.1 | Einwirkungen und zeitabhängige Auswirkungen.....   | 66  |
| 4.2.2 | Geometrische Angaben.....  | 68  |
| 4.3   | Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten.....  | 68  |
| 4.3.1 | Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkung aus Schwinden .....                                      | 68  |
| 4.3.2 | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkung aus Vorspannung .....                                   | 68  |
| 4.3.3 | Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe.....   | 69  |
| 4.4   | Anforderungen für das Verbinden von Bauelementen mit Betonbauteilen .....                      | 70  |
| 5     | Baustoffe .....  | 71  |
| 5.1   | Beton .....  | 71  |
| 5.1.1 | Allgemeines.....   | 71  |
| 5.1.2 | Eigenschaften und Randbedingungen .....  | 71  |
| 5.1.3 | Festigkeiten.....  | 72  |
| 5.1.4 | Elastische Verformung.....   | 73  |
| 5.1.5 | Kriechen und Schwinden .....   | 73  |
| 5.1.6 | Annahmen für die Bemessung .....   | 75  |
| 5.2   | Betonstahl.....  | 77  |
| 5.2.1 | Allgemeines.....   | 77  |
| 5.2.2 | Eigenschaften.....   | 77  |
| 5.2.3 | Schweißen von Bewehrungsstäben.....  | 78  |
| 5.2.4 | Annahmen für die Bemessung .....   | 78  |
| 5.2.5 | Mechanische Verbindungen von Bewehrungsstäben.....   | 79  |
| 5.2.6 | Bewehrungsstäbe mit Kopf.....  | 79  |
| 5.3   | Spannstahl .....   | 79  |
| 5.3.1 | Allgemeines.....   | 79  |
| 5.3.2 | Eigenschaften.....   | 80  |
| 5.3.3 | Annahmen für die Bemessung .....   | 81  |
| 5.4   | Vorspannsysteme.....   | 82  |
| 5.4.1 | Allgemeines.....   | 82  |
| 5.4.2 | Verankerungszonen .....  | 83  |
| 6     | Dauerhaftigkeit und Betondeckung.....  | 83  |
| 6.1   | Allgemeines.....   | 83  |
| 6.2   | Anforderungen an die Dauerhaftigkeit.....  | 84  |
| 6.3   | Exposition durch Umgebungsbedingungen .....  | 84  |
| 6.4   | Expositionswiderstandsklassen.....   | 88  |
| 6.5   | Betondeckung.....  | 89  |
| 6.5.1 | Nennmaß der Betondeckung.....  | 89  |
| 6.5.2 | Mindestbetondeckung .....  | 90  |
| 6.5.3 | Vorhaltemaß für die Betondeckung.....  | 94  |
| 7     | Tragwerksberechnung .....  | 95  |
| 7.1   | Allgemeines.....   | 95  |
| 7.2   | Tragwerksmodellierung .....  | 96  |
| 7.2.1 | Geometrische Imperfektionen.....   | 96  |
| 7.2.2 | Idealisierungen des Tragwerks .....  | 99  |
| 7.2.3 | Geometrische Angaben.....  | 99  |
| 7.3   | Berechnungsverfahren.....  | 101 |
| 7.3.1 | Linear-elastische Berechnung.....  | 101 |
| 7.3.2 | Linear-elastische Berechnung mit Umlagerung.....   | 102 |
| 7.3.3 | Verfahren nach der Plastizitätstheorie.....  | 104 |
| 7.3.4 | Nichtlineare Berechnung.....   | 105 |
| 7.4   | Statische Berechnung von Bauteilen und Systemen mit Normalkraft nach Theorie II. Ordnung ..... | 106 |
| 7.4.1 | Allgemeines.....   | 106 |
| 7.4.2 | Kriechen .....   | 106 |
| 7.4.3 | Berechnungsverfahren.....  | 107 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 7.4.4 | Druckglied mit zweiachsiger Biegung .....   | 109 |
| 7.5   | Kippen schlanker Balken.....  | 110 |
| 7.6   | Vorgespannte Bauteile und Tragwerke .....   | 110 |
| 7.6.1 | Allgemeines.....  | 110 |
| 7.6.2 | Vorspannkraft .....   | 111 |
| 7.6.3 | Sofortige Spannungsverluste.....  | 111 |
| 7.6.4 | Zeitabhängige Spannungsverluste .....   | 113 |
| 7.6.5 | Auswirkungen der Vorspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....                       | 114 |
| 8     | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) .....   | 114 |
| 8.1   | Biegung mit oder ohne Normalkraft .....   | 114 |
| 8.1.1 | Allgemeines.....  | 114 |
| 8.1.2 | Spannungsverteilung in Druckzonen .....   | 116 |
| 8.1.3 | Biegung in Platten.....   | 117 |
| 8.1.4 | Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung.....   | 117 |
| 8.2   | Querkraft .....   | 120 |
| 8.2.1 | Allgemeines Nachweisverfahren.....  | 120 |
| 8.2.2 | Genauerer Nachweis für Bauteile ohne Querkraftbewehrung.....                              | 123 |
| 8.2.3 | Bauteile mit Querkraftbewehrung .....   | 127 |
| 8.2.4 | Schubspannung in der Scheibenebene und Querbiegung.....                                   | 133 |
| 8.2.5 | Schub zwischen Steg und Gurten.....   | 133 |
| 8.2.6 | Schub in Verbundfugen .....   | 135 |
| 8.3   | Torsion und kombinierte Einwirkungen.....   | 140 |
| 8.3.1 | Allgemeine Annahmen zu Torsion.....   | 140 |
| 8.3.2 | Schnittgrößen infolge von Torsion in kompakten oder geschlossenen Querschnitten .....     | 140 |
| 8.3.3 | Schnittgrößen infolge von Torsion in offenen Querschnitten .....                          | 141 |
| 8.3.4 | Torsionsspannungswiderstand von kompakten oder geschlossenen Querschnitten.....           | 141 |
| 8.3.5 | Bemessungsverfahren für kombinierte Einwirkungen .....                                    | 143 |
| 8.3.6 | Interaktionsgleichung .....   | 143 |
| 8.4   | Durchstanzen.....   | 144 |
| 8.4.1 | Allgemeines.....  | 144 |
| 8.4.2 | Statische Nutzhöhe, Bemessungsrundschnitt und Schubspannung für Durchstanznachweise ..... | 144 |
| 8.4.3 | Durchstanzwiderstand für Platten ohne Durchstanzbewehrung .....                           | 149 |
| 8.4.4 | Durchstanzwiderstand von Platten mit Durchstanzbewehrung .....                            | 151 |
| 8.5   | Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern .....                                 | 155 |
| 8.5.1 | Allgemeines.....  | 155 |
| 8.5.2 | Druckstreben und Druckfelder .....  | 156 |
| 8.5.3 | Zugstreben.....   | 158 |
| 8.5.4 | Knoten.....   | 158 |
| 8.5.5 | Einleitung konzentrierter Kräfte in ein Bauteil .....                                     | 162 |
| 8.6   | Teilflächenbelastung.....   | 163 |
| 9     | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....                                       | 166 |
| 9.1   | Allgemeines.....  | 166 |
| 9.2   | Begrenzung der Spannungen und der Rissbreiten.....  | 167 |
| 9.2.1 | Allgemeine Betrachtungen.....   | 167 |
| 9.2.2 | Mindestbewehrung zur Verhinderung von Fließen.....  | 169 |
| 9.2.3 | Genauere Kontrolle der Rissbildung .....  | 171 |
| 9.3   | Begrenzung der Durchbiegung .....   | 177 |
| 9.3.1 | Allgemeine Annahmen .....   | 177 |
| 9.3.2 | Vereinfachte Begrenzung der Durchbiegung mit Biegeschlankheit bei Hochbauten.....         | 177 |
| 9.3.3 | Vereinfachte Berechnung der Durchbiegungen bei Tragwerken in Stahlbetonhochbauten .....   | 179 |
| 9.3.4 | Allgemeines Verfahren für Durchbiegungsberechnungen .....                                 | 180 |
| 9.4   | Schwingungen .....  | 181 |
| 10    | Ermüdung .....  | 182 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 10.1   | Allgemeines.....   | 182 |
| 10.2   | Einwirkungskombination.....  | 182 |
| 10.3   | Schnittgrößen und Spannungen beim Ermüdungsnachweis.....   | 183 |
| 10.4   | Vereinfachter Nachweis für Betonstahl oder Spannstahl.....   | 184 |
| 10.5   | Vereinfachter Nachweis für Beton unter Druck.....  | 185 |
| 10.6   | Vereinfachter Nachweis für Beton unter Querkraft.....  | 185 |
| 10.7   | Vereinfachter Nachweis der Schubübertragung in Verbundfugen.....                                   | 186 |
| 11     | Bauliche Durchbildung der Bewehrung und der Spannglieder.....                                      | 186 |
| 11.1   | Allgemeines.....   | 186 |
| 11.2   | Stababstände.....  | 187 |
| 11.3   | Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Stäbe.....   | 187 |
| 11.4   | Verankerung von Betonstahl unter Zug und Druck.....  | 188 |
| 11.4.1 | Allgemeines.....   | 188 |
| 11.4.2 | Verankerung gerader Stäbe.....   | 190 |
| 11.4.3 | Verankerung von Stabbündeln.....   | 193 |
| 11.4.4 | Verankerung von Stäben mit Winkelhaken und Haken.....  | 194 |
| 11.4.5 | Verankerung von Stäben mit angeschweißter Querbewehrung.....                                       | 195 |
| 11.4.6 | Verankerung von Steckbügelschlaufen.....   | 195 |
| 11.4.7 | Verankerung von Kopfstäben unter Zug.....  | 195 |
| 11.4.8 | Verankerung von nachträglich eingemörtelten Betonstahlstäben.....                                  | 197 |
| 11.5   | Stöße von Betonstahl unter Zug und Druck und mechanische Verbindungen.....                         | 199 |
| 11.5.1 | Allgemeines.....   | 199 |
| 11.5.2 | Alle Arten von Stößen.....   | 199 |
| 11.5.3 | Stöße von Stabbündeln.....   | 202 |
| 11.5.4 | Stöße mit Steckbügelschlaufen.....   | 203 |
| 11.5.5 | Stöße mit Kopfstäben.....  | 205 |
| 11.5.6 | Mechanische Verbindungen.....  | 207 |
| 11.5.7 | Durchgeschweißte Stumpfnah- und Kehlnahstöße.....  | 207 |
| 11.6   | Spannglieder.....  | 208 |
| 11.6.1 | Allgemeines.....   | 208 |
| 11.6.2 | Mindestabstand von Hüllrohren.....   | 208 |
| 11.6.3 | Mindestkrümmungsradius und gerade Mindestlänge von Spanngliedern im Bereich von Verankerungen..... | 208 |
| 11.6.4 | Verankerungen, Kopplungen und Umlenkstellen von Spanngliedern.....                                 | 210 |
| 11.7   | Umlenkkräfte infolge von gekrümmten Zug- und Druckgurten.....                                      | 210 |
| 12     | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....                                      | 211 |
| 12.1   | Allgemeines.....   | 211 |
| 12.2   | Regeln für die Mindestbewehrung.....   | 211 |
| 12.3   | Balken.....  | 213 |
| 12.3.1 | Allgemeines.....   | 213 |
| 12.3.2 | Längsbewehrung.....  | 214 |
| 12.3.3 | Querkraft- und Torsionsbewehrung.....  | 216 |
| 12.3.4 | Aufhängebewehrung bei indirektem Auflager.....   | 218 |
| 12.4   | Platten.....   | 218 |
| 12.4.1 | Allgemeines.....   | 218 |
| 12.4.2 | Querkraftbewehrung.....  | 220 |
| 12.5   | Platten-Stützen-Verbindungen und Stützenfundamente.....  | 220 |
| 12.5.1 | Durchstanzbewehrung.....   | 220 |
| 12.5.2 | Integritätsbewehrung gegen das progressive Versagen von Flachdecken.....                           | 223 |
| 12.6   | Stützen.....   | 224 |
| 12.7   | Wände und wandartige Träger.....   | 225 |
| 12.8   | Gründungen.....  | 226 |
| 12.9   | Zugankersysteme für die Robustheit von Gebäuden.....   | 228 |
| 12.9.1 | Allgemeines.....   | 228 |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 12.9.2   | Bemessung von Zugankern .....   | 229        |
| 12.9.3   | Erforderliche Zugkräfte für Zuganker .....  | 229        |
| 12.10  | Auflager, Lager und Bewegungsfugen .....  | 230        |
| 13   | Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....          | 232        |
| 13.1   | Allgemeines.....  | 232        |
| 13.2   | Spezielle Anforderungen .....   | 232        |
| 13.3   | Beton .....   | 233        |
| 13.3.1   | Festigkeit bei Wärmebehandlung.....   | 233        |
| 13.3.2   | Kriechen und Schwinden .....  | 233        |
| 13.4   | Statische Berechnung.....   | 233        |
| 13.4.1   | Allgemeines.....  | 233        |
| 13.4.2   | Vorspannverluste infolge einer Wärmebehandlung .....                              | 234        |
| 13.5   | Bemessung und bauliche Durchbildung von Spanngliedern im sofortigen Verbund ..... | 234        |
| 13.5.1   | Anordnung von Spanngliedern.....  | 234        |
| 13.5.2   | Verankerungszonen .....   | 235        |
| 13.5.3   | Übertragung der Vorspannung.....  | 236        |
| 13.5.4   | Verankerung der Zugkraft im GZT .....   | 237        |
| 13.5.5   | Querkraftwiderstand von Betonfertigteilen ohne Querkraftbewehrung.....            | 238        |
| 13.6   | Deckensysteme für Gebäude .....   | 239        |
| 13.6.1   | Lastverteilung .....  | 239        |
| 13.6.2   | Scheibenwirkung.....  | 240        |
| 13.6.3   | Zugankersysteme für Gebäude .....   | 241        |
| 13.7   | Verbindungen und Auflager .....   | 241        |
| 13.7.1   | Verbindungen.....   | 241        |
| 13.7.2   | Auflager .....  | 243        |
| 13.8   | Köcherfundamente für Gebäude .....  | 243        |
| 13.8.1   | Allgemeines.....  | 243        |
| 13.8.2   | Köcherfundamente mit verzahnter Oberfläche .....                                  | 243        |
| 13.8.3   | Köcherfundamente mit glatten oder rauen Oberflächen.....                          | 244        |
| 14   | Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton .....                       | 245        |
| 14.1   | Allgemeines.....  | 245        |
| 14.2   | Beton .....   | 246        |
| 14.3   | Statische Berechnung.....   | 246        |
| 14.4   | Grenzzustände der Tragfähigkeit .....   | 246        |
| 14.4.1   | Allgemeines.....  | 246        |
| 14.4.2   | Bemessungstragfähigkeit für Biegung mit Normalkraft .....                         | 246        |
| 14.4.3   | Querkraft .....   | 247        |
| 14.4.4   | Torsion .....   | 248        |
| 14.4.5   | Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge der Tragwerksverformung (Knicken).....    | 248        |
| 14.5   | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....                                     | 250        |
| 14.6   | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....                     | 251        |
| 14.6.1   | Tragende Bauteile.....  | 251        |
| 14.6.2   | Arbeitsfugen .....  | 251        |
| 14.6.3   | Streifen- und Einzelfundamente.....   | 251        |
| <b>Anhang A (informativ) Anpassung von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe .....</b>  |   | <b>252</b> |
| A.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 252        |
| A.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....  | 252        |
| A.3  | Allgemeines.....  | 252        |
| <b>Anhang B (normativ) Zeitabhängiges Baustoffverhalten: Festigkeit, Kriechen, Schwinden und elastische Dehnung von Beton sowie Relaxation von Spannstahl.....</b> |   | <b>261</b> |
| B.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 261        |
| B.2  | Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....                                     | 261        |
| B.3  | Allgemeines.....  | 261        |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| B.4  | Zeitabhängige Entwicklung der Betonfestigkeit und der Steifigkeit.....    | 262        |
| B.5  | Grundgleichungen zur Ermittlung der Kriechzahl.....                       | 264        |
| B.6  | Grundgleichungen zur Ermittlung der Schwinddehnung.....                   | 267        |
| B.7  | Prüfungen zu elastischen Verformungen, Kriechen und Schwinden.....        | 269        |
| B.8  | Genauere Berechnung für Kriechen bei veränderlicher Belastung.....        | 270        |
| B.9  | Relaxation von Spannstahl.....  | 271        |
| <b>Anhang C (normativ) Anforderungen an Baustoffe .....</b>  |   | <b>273</b> |
| C.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 273        |
| C.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....                                  | 273        |
| C.3  | Beton .....   | 273        |
| C.3.1  | Normalbeton, Schwerbeton und Leichtbeton (LWAC) .....                     | 273        |
| C.4  | Betonstahl.....   | 273        |
| C.4.1  | Unlegierter Betonstahl.....   | 273        |
| C.4.2  | Nichtrostender Betonstahl.....  | 275        |
| C.5  | Spannstahl .....  | 276        |
| C.6  | Mechanische Verbindungen.....   | 279        |
| C.7  | Kopfstäbe .....   | 280        |
| C.8  | Nachträglich eingemörtelte Betonstahlstäbe.....                           | 280        |
| <b>Anhang D (informativ) Beurteilung der frühzeitigen und der langfristigen Rissbildung infolge von<br/>Zwang.....</b> |   | <b>282</b> |
| D.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 282        |
| D.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....                                  | 282        |
| D.3  | Allgemeines.....  | 282        |
| D.4  | Beurteilung des Temperaturverlaufs.....                                   | 283        |
| D.4.1  | Allgemeines.....  | 283        |
| D.4.2  | Baustoffeigenschaften in Bezug auf die Temperaturentwicklung.....         | 284        |
| D.5  | Spannungsberechnungen .....   | 285        |
| D.6  | Rissbreitenberechnungen .....   | 286        |
| <b>Anhang E (normativ) Zusätzliche Regeln für den Ermüdungsnachweis.....</b>   |   | <b>287</b> |
| E.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 287        |
| E.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....                                  | 287        |
| E.3  | Allgemeines.....  | 287        |
| E.4  | Nachweis anhand schadensäquivalenter Spannungsschwingbreite.....          | 287        |
| E.4.1  | Allgemeines.....  | 287        |
| E.4.2  | Nachweis für Bewehrung.....   | 287        |
| E.4.3  | Nachweis für Beton.....   | 289        |
| E.5  | Explizite Nachweise unter Anwendung der <i>Palmgren-Miner</i> -Regel..... | 289        |
| E.5.1  | Nachweisbedingungen.....  | 289        |
| E.5.2  | Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl .....                     | 290        |
| E.5.3  | Nachweisverfahren für Beton unter Druck.....                              | 290        |
| <b>Anhang F (informativ) Sicherheitsformate für nichtlineare Berechnung.....</b>                                       |   | <b>292</b> |
| F.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 292        |
| F.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....                                  | 292        |
| F.3  | Allgemeines.....  | 292        |
| F.4  | Verfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten (PFM).....                         | 293        |
| F.5  | Verfahren mit Gesamtsicherheitsbeiwerten (GFM).....                       | 294        |
| F.5.1  | Allgemeines.....  | 294        |
| F.5.2  | Bestimmung des Gesamtwiderstandsbeiwertes .....                           | 294        |
| F.5.3  | Zusätzliche Baustoffparameter.....  | 295        |
| F.6  | Vollständig probabilistisches Verfahren .....                             | 295        |
| F.7  | Modellunsicherheit.....   | 296        |
| <b>Anhang G (normativ) Bemessung von Membran-, Schalen- und Plattenelementen .....</b>                                 |   | <b>298</b> |
| G.1  | Anwendung dieses Anhangs .....  | 298        |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| G.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....  | 298 |
| G.3   | Bemessung von Membranbauelementen im GZT .....  | 298 |
| G.4   | Bemessung von Schalen- und Plattenelementen im GZT .....  | 300 |
| G.5   | Genauere Kontrolle der Rissbildung in Membranbauteilen im GZG .....                             | 303 |
| <b>Anhang H (informativ) Angaben zur Bemessung von Betontragwerken für die</b>          |   |     |
|   | Wasserundurchlässigkeit.....  | 305 |
| H.1   | Anwendung dieses Anhangs .....  | 305 |
| H.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....  | 305 |
| H.3   | Allgemeines.....  | 305 |
| H.4   | Dichtheitsklassen.....  | 305 |
| H.4.1   | Klassifizierung .....   | 305 |
| H.4.2   | Dichtheitsanforderungen .....   | 306 |
| <b>Anhang I (informativ) Bewertung von bestehenden Tragwerken.....</b>                  |   |     |
| I.1   | Anwendung dieses Anhangs .....  | 308 |
| I.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....  | 308 |
| I.3   | Allgemeines.....  | 308 |
| I.4   | Bewertungsgrundlagen.....   | 309 |
| I.4.1   | Allgemeine Regeln .....   | 309 |
| I.4.2   | Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten .....  | 310 |
| I.5   | Baustoffe .....   | 311 |
| I.5.1   | Allgemeines.....  | 311 |
| I.5.2   | Beton .....   | 311 |
| I.5.3   | Betonstahl.....   | 312 |
| I.5.4   | Spannstahl .....  | 314 |
| I.6   | Dauerhaftigkeit - Mindestbetondeckung für Verbund.....  | 314 |
| I.7   | Statische Berechnung.....   | 314 |
| I.7.1   | Berechnungsverfahren.....   | 314 |
| I.7.2   | Vorgespannte Bauteile und Tragwerke .....   | 314 |
| I.8   | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT).....  | 315 |
| I.8.1   | Allgemeines.....  | 315 |
| I.8.2   | Biegung mit oder ohne Normalkraft.....  | 316 |
| I.8.3   | Querkraft .....   | 316 |
| I.8.4   | Torsion und kombinierte Einwirkungen.....   | 319 |
| I.8.5   | Genauerer Durchstanznachweis .....  | 319 |
| I.8.6   | Teilflächenbelastung.....   | 321 |
| I.9   | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....   | 322 |
| I.9.1   | Allgemeines.....  | 322 |
| I.9.2   | Begrenzung der Rissbreiten .....  | 322 |
| I.10  | Ermüdung .....  | 323 |
| I.11  | Bauliche Durchbildung der Bewehrung und Spannglieder .....                                      | 323 |
| I.11.1  | Allgemeines.....  | 323 |
| I.11.2  | Stababstände .....  | 323 |
| I.11.3  | Zulässiger Biegerollendurchmesser für gebogene Stäbe.....                                       | 324 |
| I.11.4  | Verankerung von Betonstahl unter Zug und Druck.....   | 324 |
| I.11.5  | Stöße von Betonstahl unter Zug und Druck und mechanische Verbindungen .....                     | 327 |
| I.12  | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln - Regeln für die Mindestbewehrung..... | 327 |
| <b>Anhang J (informativ) Verstärkung von bestehenden Betontragwerken mit CFRP .....</b> |   |     |
| J.1   | Anwendung dieses Anhangs .....  | 328 |
| J.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....  | 328 |
| J.3   | Allgemeines.....  | 328 |
| J.4   | Bemessungsgrundlage.....  | 328 |
| J.5   | Baustoffe .....   | 329 |
| J.5.1   | Allgemeines.....  | 329 |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| J.5.2   | Eigenschaften.....   | 329        |
| J.5.3   | Annahmen für die Bemessung .....   | 330        |
| J.6   | Dauerhaftigkeit.....   | 331        |
| J.7   | Statische Berechnung.....  | 331        |
| J.8   | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT).....   | 331        |
| J.8.1   | Biegung mit oder ohne Normalkraft .....  | 331        |
| J.8.2   | Querkraft.....   | 334        |
| J.8.3   | Torsion und kombinierte Einwirkungen.....  | 337        |
| J.8.4   | Durchstanzen.....  | 337        |
| J.8.5   | Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern .....                          | 337        |
| J.9   | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....                                | 337        |
| J.10  | Ermüdung .....   | 337        |
| J.10.1  | Grundlegender Ermüdungsnachweis für EBR-Verstärkung .....                          | 337        |
| J.10.2  | Genauere Ermüdungsberechnung für EBR-Verstärkung .....                             | 338        |
| J.10.3  | Oberflächennah eingeklebte CFRP-Lamellen.....                                      | 338        |
| J.11  | Verbund und Verankerung von CFRP-Systemen.....                                     | 339        |
| J.11.1  | Verankerung von ABR-Verstärkungssystemen .....                                     | 339        |
| J.12  | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln .....                     | 345        |
| J.12.1  | Biegeverstärkung mit EBR-CFRP .....  | 345        |
| J.12.2  | Biegeverstärkung mit NSM-CFRP .....  | 345        |
| J.12.3  | Zulässiger Biegeradius von CFRP .....  | 346        |
| J.12.4  | Zulässige Lagen von CF-Gelegen und CFRP-Lamellen.....                              | 346        |
| J.12.5  | Übergreifungsstöße von geschlossen umwickelten Verstärkungssystemen .....          | 346        |
| J.13  | Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....           | 346        |
| J.14  | Tragwerke aus gering bewehrtem Beton .....   | 346        |
| J.15  | Baustoffanforderungen für ABR-Verstärkungssysteme.....                             | 346        |
| <b>Anhang K (normativ) Brücken.....</b>                         |  | <b>347</b> |
| K.1   | Anwendung dieses Anhangs .....   | 347        |
| K.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....   | 347        |
| K.3   | Begriffe und Symbole .....   | 347        |
| K.4   | Bemessungsgrundlage.....   | 347        |
| K.5   | Baustoffe .....  | 347        |
| K.6   | Dauerhaftigkeit und Betondeckung .....   | 347        |
| K.7   | Statische Berechnung.....  | 349        |
| K.8   | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) .....  | 349        |
| K.9   | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....                                | 349        |
| K.10  | Ermüdungsnachweis .....  | 350        |
| K.10.1  | Allgemeines.....   | 350        |
| K.10.2  | Allgemeine Regeln zur Verwendung der schadensäquivalenten Spannungsschwingbreite.. | 350        |
| K.10.3  | Nachweis von Bewehrung anhand schadensäquivalenter Spannungsschwingbreite .....    | 351        |
| K.10.4  | Nachweis für Beton anhand schadensäquivalenter Spannungsschwingbreite .....        | 356        |
| K.11  | Bauliche Durchbildung der Bewehrung und Spannglieder .....                         | 359        |
| K.12  | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln .....                     | 360        |
| K.12.1  | Allgemeines.....   | 360        |
| K.12.2  | Regeln für die Mindestbewehrung.....   | 360        |
| K.12.3  | Brücken mit externen Spanngliedern oder internen Spanngliedern ohne Verbund.....   | 361        |
| K.12.4  | Schrägseil-, Extradosed- und Hängebrücken .....                                    | 361        |
| K.13  | Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....           | 362        |
| K.14  | Tragwerke aus unbewehrtem und gering bewehrtem Beton.....                          | 363        |
| K.15  | Ergänzungen zu Anhang G .....  | 363        |
| <b>Anhang L (informativ) Tragwerke aus Stahlfaserbeton.....</b> |  | <b>364</b> |
| L.1   | Anwendung dieses Anhangs .....   | 364        |
| L.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....   | 364        |
| L.3   | Allgemeines.....   | 364        |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| L.4  | Bemessungsgrundlage - Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe .....  | 364        |
| L.5  | Baustoffe .....  | 365        |
| L.5.1  | Eigenschaften .....  | 365        |
| L.5.2  | Festigkeit.....  | 365        |
| L.5.3  | Elastische Verformung .....  | 365        |
| L.5.4  | Kriechen und Schwinden .....   | 366        |
| L.5.5  | Annahmen für die Bemessung .....   | 366        |
| L.6  | Dauerhaftigkeit - Mindestbetondeckung.....   | 368        |
| L.7  | Statische Berechnung - Verfahren nach der Plastizitätstheorie .....  | 369        |
| L.8  | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT).....   | 370        |
| L.8.1  | Biegung mit oder ohne Normalkraft.....   | 370        |
| L.8.2  | Querkraft .....  | 371        |
| L.8.3  | Torsion - Torsionswiderstand von kompakten oder geschlossenen Querschnitten .....  | 371        |
| L.8.4  | Durchstanzen.....  | 372        |
| L.8.5  | Bemessung mit Stabwerkmodellen - Zugstreben .....  | 373        |
| L.8.6  | Teilflächenbelastung.....  | 373        |
| L.9  | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) — Begrenzung der Rissbreiten .....   | 373        |
| L.9.1  | Allgemeine Betrachtungen.....  | 373        |
| L.9.2  | Mindestbewehrungsflächen zur Verhinderung von Fließen .....  | 373        |
| L.9.3  | Genauere Begrenzung der Rissbildung.....   | 373        |
| L.10   | Ermüdung .....   | 374        |
| L.11   | Bauliche Durchbildung der Bewehrung und Spannglieder .....   | 374        |
| L.11.1   | Allgemeines.....   | 374        |
| L.11.2   | Stababstände .....   | 374        |
| L.12   | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....  | 375        |
| L.12.1   | Regeln für die Mindestbewehrung .....  | 375        |
| L.12.2   | Balken .....   | 375        |
| L.12.3   | Platten.....   | 376        |
| L.12.4   | Wände und wandartige Balken .....  | 376        |
| L.12.5   | Zugankersysteme für die Robustheit von Gebäuden.....   | 376        |
| L.13   | Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....   | 376        |
| L.13.1   | Beton - Festigkeit von SFRC.....   | 376        |
| L.13.2   | Verbindungen und Lager .....   | 376        |
| L.14   | Gering bewehrte SFRC-Tragwerke .....   | 377        |
| L.14.1   | Allgemeines.....   | 377        |
| L.14.2   | Beton .....  | 377        |
| L.14.3   | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) - Querkraftwiderstand von gering bewehrten SFRC-<br>Bauteilen ohne Längsbewehrung..... | 377        |
| L.14.4   | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....  | 377        |
| L.14.5   | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....  | 378        |
| L.15   | Anforderungen an Baustoffe: SFRC .....   | 378        |
| <b>Anhang M (normativ) Tragwerke aus Leichtbeton.....</b>                                      |  | <b>379</b> |
| M.1  | Anwendung dieses Anhangs .....   | 379        |
| M.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....   | 379        |
| M.3  | Allgemeines.....   | 379        |
| <b>Anhang N (informativ) Tragwerke aus Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung.....</b>         |  | <b>382</b> |
| N.1  | Anwendung dieses Anhangs .....   | 382        |
| N.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....   | 382        |
| N.3  | Allgemeines.....   | 382        |
| <b>Anhang O (informativ) Näherungsverfahren für Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung.....</b> |  | <b>385</b> |
| O.1  | Anwendung dieses Anhangs .....   | 385        |
| O.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....   | 385        |
| O.3  | Kritische Last von Gebäudeträgwerken.....  | 385        |
| O.4  | Knicklast von Einzelbauteilen.....   | 387        |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 0.5  | Schlankheitsgrad und Knicklänge von Einzelbauteilen.....                        | 387 |
| 0.6  | Grenzwert der Schlankheit für Einzelbauteile.....                               | 388 |
| 0.7  | Vereinfachte Berechnung von Einzelbauteilen auf Grundlage der Nennkrümmung..... | 388 |
| 0.7.1  | Allgemeines.....  | 388 |
| 0.7.2  | Bemessungsmomente.....  | 389 |
| 0.7.3  | Nennkrümmung.....   | 390 |
| 0.8  | Elastisches Verfahren nach Theorie II. Ordnung.....                             | 391 |
| 0.8.1  | Allgemeines.....  | 391 |
| 0.8.2  | Verfahren zur Momenten-Vergrößerung.....  | 392 |
| Anhang P (informativ) Alternative Festlegung der Betondeckung für die Dauerhaftigkeit..... |   | 394 |
| P.1  | Anwendung dieses Anhangs.....   | 394 |
| P.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich.....   | 394 |
| P.3  | Mindestbetondeckung.....  | 394 |
| P.4  | Dauerhaftigkeitsbezogene, indikative Festigkeitsklassen.....                    | 396 |
| Anhang Q (normativ) Nichtrostender Betonstahl.....   |   | 397 |
| Q.1  | Anwendung dieses Anhangs.....   | 397 |
| Q.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich.....   | 397 |
| Q.3  | Allgemeines.....  | 397 |
| Q.4  | Mindestbetondeckung für die Dauerhaftigkeit.....                                | 398 |
| Q.5  | Ermüdungsnachweis.....  | 399 |
| Anhang R (informativ) Eingebettete FRP-Bewehrung.....                                      |   | 400 |
| R.1  | Anwendung dieses Anhangs.....   | 400 |
| R.2  | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich.....   | 400 |
| R.3  | Allgemeines.....  | 400 |
| R.4  | Nachweis - Teilsicherheitsbeiwerte für FRP-Bewehrung.....                       | 400 |
| R.5  | Baustoffe.....  | 401 |
| R.5.1  | Allgemeines.....  | 401 |
| R.5.2  | Eigenschaften.....  | 401 |
| R.5.3  | Annahmen für die Bemessung.....   | 402 |
| R.6  | Dauerhaftigkeit - Betondeckung.....   | 403 |
| R.7  | Statische Berechnung.....   | 403 |
| R.8  | Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT).....                                      | 404 |
| R.8.1  | Biegung mit oder ohne Normalkräfte.....   | 404 |
| R.8.2  | Querkraft.....  | 404 |
| R.8.3  | Torsion.....  | 405 |
| R.8.4  | Durchstanzen.....   | 405 |
| R.8.5  | Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern.....                        | 405 |
| R.9  | Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG).....                              | 405 |
| R.9.1  | Allgemeines.....  | 405 |
| R.9.2  | Begrenzung der Spannungen und der Rissbreiten.....                              | 405 |
| R.9.3  | Begrenzung der Durchbiegung.....  | 406 |
| R.10   | Ermüdung.....   | 407 |
| R.11   | Bauliche Durchbildung von FRP-Bewehrung.....                                    | 407 |
| R.11.1   | Allgemeines.....  | 407 |
| R.11.2   | Stababstände.....   | 407 |
| R.11.3   | Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Stäbe.....                        | 407 |
| R.11.4   | Verankerung von FRP-Bewehrung unter Zug und Druck.....                          | 408 |
| R.11.5   | Stöße von FRP-Bewehrung unter Zug.....  | 408 |
| R.11.6   | Spannglieder.....   | 409 |
| R.11.7   | Umlenkkräfte infolge von gekrümmten Zug- und Druckgurten.....                   | 409 |
| R.12   | Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....                   | 409 |
| R.12.1   | Allgemeines.....  | 409 |
| R.12.2   | Regeln für die Mindestbewehrung.....  | 409 |
| R.12.3   | Balken.....   | 410 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| R.12.4  | Platten.....   | 410 |
| R.12.5  | Platten-Stützen-Verbindungen und Stützenfundamente.....                  | 410 |
| R.12.6  | Stützen .....  | 410 |
| R.12.7  | Wände und wandartige Balken .....  | 411 |
| R.12.8  | Gründungen .....   | 411 |
| R.12.9  | Zugankersysteme für die Robustheit von Gebäuden.....                     | 411 |
| R.12.10   | Auflager, Lager und Bewegungsfugen.....                                  | 411 |
| R.13  | Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen..... | 411 |
| R.14  | Tragwerke aus gering bewehrtem Beton.....                                | 411 |
| R.15  | Anforderungen an Baustoffe von FRP-Bewehrungen.....                      | 411 |
| R.16  | Oberflächenbewehrung bei großen Stabdurchmessern .....                   | 412 |
| <b>Anhang S (informativ) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten und vereinfachte</b> |  |     |
|   | Rissnachweise .....  | 413 |
| S.1   | Anwendung dieses Anhangs .....   | 413 |
| S.2   | Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....                                 | 413 |
| S.3   | Mindestbewehrungsflächen zur Begrenzung der Rissbreiten .....            | 413 |
| S.4   | Vereinfachte Begrenzung der Rissbreiten .....                            | 415 |
| S.5   | Oberflächenbewehrung bei großen Stabdurchmessern .....                   | 416 |
|   | Literaturhinweise.....   | 417 |