

# E DIN EN 1992-1-1:2021-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2021-08-27

**Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Regeln - Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke; Deutsche und Englische Fassung prEN 1992-1-1:2021**

**Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules - Rules for buildings, bridges and civil engineering structures; German and English version prEN 1992-1-1:2021**

---

## Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	12
0 Einleitung.....	13
0.1 Einleitung zu den Eurocodes .....	13
0.2 Einleitung zu EN 1992 Eurocode 2 .....	13
0.3 Einleitung zu prEN 1992-1-1.....	14
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen.....	14
0.5 Nationaler Anhang für prEN 1992-1-1.....	14
1 Anwendungsbereich.....	17
1.1 Anwendungsbereich von EN 1992, Teil 1-1 .....	17
1.2 Annahmen.....	18
2 Normative Verweisungen .....	19
3 Begriffe und Symbole .....	20
3.1 Begriffe .....	20
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	31
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben.....	31
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	35
3.2.3 Griechische Buchstaben .....	43
3.3 Symbole in Anhang A.....	52
3.3.1 Lateinische Großbuchstaben.....	52
3.3.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	52
3.3.3 Griechische Kleinbuchstaben.....	52
3.4 Symbole in Anhang I.....	52
3.4.1 Lateinische Großbuchstaben.....	52
3.4.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	52
3.4.3 Griechische Kleinbuchstaben.....	53
3.5 Symbole in Anhang J.....	53
3.5.1 Lateinische Großbuchstaben.....	53
3.5.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	54
3.5.3 Griechische Kleinbuchstaben.....	55
3.6 Symbole in Anhang JA .....	56
3.6.1 Lateinische Großbuchstaben.....	56
3.6.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	56
3.6.3 Griechische Buchstaben .....	57
3.7 Symbole in Anhang L .....	57
3.7.1 Lateinische Großbuchstaben.....	57
3.7.2 Lateinische Kleinbuchstaben .....	57
3.7.3 Griechische Buchstaben .....	58
3.8 Abkürzungen .....	59
3.9 Einheiten .....	59

3.10	Vorzeichenregelungen.....	59
4	Grundlagen der Tragwerksplanung.....	60
4.1	Allgemeine Regeln .....	60
4.1.1	Grundlegende Anforderungen.....	60
4.1.2	Tragwerkszuverlässigkeit und Qualitätsmanagement.....	60
4.1.3	Geplante Nutzungsdauer .....	60
4.2	Basisvariablen.....	60
4.2.1	Einwirkungen und zeitabhängige Auswirkungen .....	60
4.2.2	Geometrische Angaben.....	62
4.3	Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten .....	63
4.3.1	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkung aus Schwinden .....	63
4.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkung aus Vorspannung .....	63
4.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe.....	63
4.4	Anforderungen an Befestigungsmittel und nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse .....	64
5	Baustoffe .....	65
5.1	Beton .....	65
5.1.1	Allgemeines.....	65
5.1.2	Eigenschaften und Randbedingungen .....	65
5.1.3	Festigkeit.....	66
5.1.4	Elastische Verformung .....	67
5.1.5	Kriechen und Schwinden.....	67
5.1.6	Annahmen für die Bemessung .....	69
5.2	Betonstahl.....	71
5.2.1	Allgemeines.....	71
5.2.2	Eigenschaften .....	71
5.2.3	Schweißen von Bewehrungsstäben.....	72
5.2.4	Annahmen für die Bemessung .....	73
5.2.5	Mechanische Verbindungen von Bewehrungsstäben.....	73
5.2.6	Bewehrungsstäbe mit Kopf.....	74
5.3	Spannstahl.....	74
5.3.1	Allgemeines.....	74
5.3.2	Eigenschaften .....	74
5.3.3	Annahmen für die Bemessung .....	75
5.4	Spannverfahren .....	76
5.4.1	Allgemeines.....	76
5.4.2	Verankerungsbereiche .....	77
6	Dauerhaftigkeit.....	78
6.1	Allgemeines.....	78
6.2	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit.....	78
6.3	Exposition durch Umgebungsbedingungen.....	79
6.4	Expositionswiderstandsklassen.....	83
6.5	Betondeckung.....	84
6.5.1	Nennmaß der Betondeckung.....	84
6.5.2	Mindestbetondeckung.....	85
6.5.3	Vorhaltemaß.....	89
7	Statische Berechnung.....	90
7.1	Allgemeines.....	90
7.2	Tragwerksmodellierung.....	91
7.2.1	Geometrische Imperfektionen.....	91
7.2.2	Idealisierungen des Tragwerks.....	94
7.2.3	Geometrische Angaben.....	95
7.3	Berechnungsverfahren.....	96
7.3.1	Linear-elastische Berechnung .....	96
7.3.2	Linear-elastische Berechnung mit Umlagerung.....	98
7.3.3	Verfahren nach der Plastizitätstheorie.....	100

7.3.4	Nichtlineare Berechnung.....	100
7.4	Statische Berechnung von Bauteilen und Systemen mit Normalkraft nach Theorie II. Ordnung.....	101
7.4.1	Allgemeines.....	101
7.4.2	Kriechen.....	102
7.4.3	Berechnungsverfahren.....	103
7.4.4	Druckglied mit zweiachsiger Biegung.....	104
7.5	Kippen schlanker Balken.....	105
7.6	Vorgespannte Bauteile und Tragwerke.....	106
7.6.1	Allgemeines.....	106
7.6.2	Vorspannkraft.....	106
7.6.3	Sofortige Spannungsverluste.....	107
7.6.4	Zeitabhängige Spannungsverluste.....	109
7.6.5	Auswirkungen der Vorspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	110
8	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS).....	111
8.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft.....	111
8.1.1	Allgemeines.....	111
8.1.2	Spannungsverteilung in Druckzonen.....	113
8.1.3	Biegung in Platten.....	113
8.1.4	Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung.....	114
8.2	Querkraft.....	116
8.2.1	Allgemeines Nachweisverfahren.....	116
8.2.2	Genauerer Nachweis für Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung.....	120
8.2.3	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung.....	123
8.2.4	Schub in der Scheibenebene und Querbiegung.....	129
8.2.5	Schub zwischen Steg und Gurten.....	129
8.2.6	Schub in Verbundfugen.....	131
8.3	Torsion und kombinierte Einwirkungen.....	135
8.3.1	Allgemeine Betrachtungen zu Torsion.....	135
8.3.2	Schnittkräfte infolge von Torsion in kompakten oder geschlossenen Querschnitten.....	135
8.3.3	Schnittkräfte infolge von Torsion in offenen Querschnitten.....	137
8.3.4	Torsionswiderstand von kompakten oder geschlossenen Querschnitten.....	137
8.3.5	Bemessungsverfahren für kombinierte Einwirkungen.....	138
8.3.6	Interaktionsgleichung.....	138
8.4	Durchstanzen.....	139
8.4.1	Allgemeines.....	139
8.4.2	Statische Nutzhöhe, Bemessungsgrundriss und Schubspannung für Durchstanznachweise.....	139
8.4.3	Durchstanzwiderstand von Platten ohne Durchstanzbewehrung.....	144
8.4.4	Durchstanzwiderstand von Platten mit Durchstanzbewehrung.....	146
8.5	Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern.....	148
8.5.1	Allgemeines.....	148
8.5.2	Druckstreben und Druckfelder.....	150
8.5.3	Zugstreben.....	151
8.5.4	Knoten.....	152
8.5.5	Ausbreitung der Druckstreben.....	155
8.6	Teilflächenbelastung.....	157
9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS).....	160
9.1	Allgemeines.....	160
9.2	Begrenzung der Rissbreiten.....	161
9.2.1	Allgemeine Betrachtungen.....	161
9.2.2	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten.....	165
9.2.3	Vereinfachte Begrenzung der Rissbreiten.....	168
9.2.4	Genauere Begrenzung der Rissbreiten.....	169
9.3	Begrenzung der Durchbiegungen.....	173
9.3.1	Allgemeine Betrachtung.....	173
9.3.2	Vereinfachte Begrenzung der Durchbiegung mit Biegeschlankheiten.....	173

9.3.3	<b>Vereinfachte Berechnung der Langzeitdurchbiegungen bei Tragwerken in Stahlbetonhochbauten</b> .....	175
9.3.4	<b>Allgemeines Verfahren für Durchbiegungsberechnungen</b> .....	176
9.4	<b>Schwingungen</b> .....	177
10	<b>Nachweis gegen Ermüdung</b> .....	178
10.1	<b>Allgemeines</b> .....	178
10.2	<b>Einwirkungskombination</b> .....	179
10.3	<b>Schnittkräfte und Spannungen beim Ermüdungsnachweis</b> .....	179
10.4	<b>Vereinfachter Nachweis für Betonstahl oder Spannstahl</b> .....	180
10.5	<b>Vereinfachter Nachweis für Beton unter Druck oder Druck-Zug</b> .....	181
10.6	<b>Vereinfachter Nachweis für Beton unter Querkraft</b> .....	182
10.7	<b>Vereinfachter Nachweis der Schubübertragung in Verbundfugen</b> .....	182
11	<b>Bauliche Durchbildung von Bewehrung und Spanngliedern im nachträglichen Verbund</b> ....	183
11.1	<b>Allgemeines</b> .....	183
11.2	<b>Stababstände</b> .....	183
11.3	<b>Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Stäbe</b> .....	184
11.4	<b>Verankerung von Betonstahl unter Zug und Druck</b> .....	185
11.4.1	<b>Allgemeines</b> .....	185
11.4.2	<b>Verankerung gerader Stäbe</b> .....	187
11.4.3	<b>Verankerung von Stabbündeln</b> .....	190
11.4.4	<b>Verankerung von Stäben mit Winkelhaken und Haken</b> .....	190
11.4.5	<b>Verankerung von Stäben mit angeschweißter Querbewehrung</b> .....	191
11.4.6	<b>Verankerung von Steckbügelschlaufen</b> .....	191
11.4.7	<b>Verankerung von Kopfstäben</b> .....	192
11.4.8	<b>Verankerung von nachträglich eingemörteltem Betonstahl</b> .....	193
11.5	<b>Stöße von Betonstahl unter Zug und Druck und mechanische Verbindungen</b> .....	195
11.5.1	<b>Allgemeines</b> .....	195
11.5.2	<b>Alle Arten von Stößen</b> .....	195
11.5.3	<b>Stöße von Stabündeln</b> .....	198
11.5.4	<b>Stöße mit Steckbügelschlaufen</b> .....	199
11.5.5	<b>Stöße mit Kopfstäben</b> .....	201
11.5.6	<b>Mechanische Verbindungen</b> .....	203
11.5.7	<b>Durchgeschweißte Stumpfnaht- und Kehlnahtstöße</b> .....	204
11.6	<b>Spannglieder im nachträglichen Verbund</b> .....	204
11.6.1	<b>Allgemeines</b> .....	204
11.6.2	<b>Mindestabstand von Hüllrohren</b> .....	204
11.6.3	<b>Mindestkrümmungsradius und gerade Mindestlänge von Spanngliedern im Bereich von Verankerungen</b> .....	205
11.6.4	<b>Verankerungen, Kopplungen und Umlenkstellen von Spanngliedern im nachträglichen Verbund</b> .....	206
11.7	<b>Umlenkkräfte infolge von gekrümmten Zug- und Druckgurten</b> .....	206
12	<b>Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Konstruktionsregeln</b> .....	207
12.1	<b>Allgemeines</b> .....	207
12.2	<b>Regeln für die Mindestbewehrung</b> .....	208
12.3	<b>Balken</b> .....	210
12.3.1	<b>Allgemeines</b> .....	210
12.3.2	<b>Längsbewehrung</b> .....	211
12.3.3	<b>Querkraft- und Torsionsbewehrung</b> .....	212
12.3.4	<b>Aufhängebewehrung bei indirektem Auflager</b> .....	214
12.4	<b>Platten</b> .....	215
12.4.1	<b>Allgemeines</b> .....	215
12.4.2	<b>Querkraftbewehrung</b> .....	216
12.5	<b>Platten-Stützen-Verbindungen und Stützenfundamente</b> .....	217
12.5.1	<b>Durchstanzbewehrung</b> .....	217
12.5.2	<b>Robustheitsbewehrung gegen das fortschreitende Versagen von Flachdecken</b> .....	219
12.6	<b>Stützen</b> .....	220

12.7	Wände und wandartige Träger.....	221
12.8	Gründungen .....	222
12.9	Zugankersysteme für die Robustheit von Gebäuden.....	223
12.9.1	Allgemeines.....	223
12.9.2	Auslegung von Zugankern .....	224
12.9.3	Erforderliche Widerstände für Zuganker.....	225
12.10	Auflager, Lager und Bewegungsfugen .....	225
12.11	Oberflächenbewehrung bei großen Stabdurchmessern .....	227
13	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....	228
13.1	Allgemeines.....	228
13.2	Spezielle Anforderungen .....	228
13.3	Beton .....	228
13.3.1	Festigkeit bei Wärmebehandlung.....	228
13.3.2	Kriechen und Schwinden .....	229
13.4	Statische Berechnung.....	229
13.4.1	Allgemeines.....	229
13.4.2	Vorspannverluste infolge einer Wärmebehandlung .....	229
13.5	Bemessung und bauliche Durchbildung von Spanngliedern im sofortigen Verbund .....	230
13.5.1	Anordnung von Spanngliedern .....	230
13.5.2	Verankerungszonen .....	231
13.5.3	Übertragung der Vorspannung.....	232
13.5.4	Verankerung der Zugkraft im ULS.....	233
13.5.5	Querkraftwiderstand von Betonfertigteilen ohne Querkraftbewehrung.....	233
13.6	Deckensysteme für Gebäude .....	234
13.6.1	Querverteilung von Lasten.....	234
13.6.2	Scheibenwirkung.....	236
13.7	Verbindungen und Auflager.....	236
13.7.1	Allgemeines.....	236
13.7.2	Auflager .....	238
13.7.3	Köcherfundamente für Gebäude .....	239
13.7.4	Zugankersysteme für Gebäude .....	241
14	Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton .....	241
14.1	Allgemeines.....	241
14.2	Beton .....	242
14.3	Statische Berechnung.....	242
14.4	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	242
14.4.1	Allgemeines.....	242
14.4.2	Bemessungswiderstand für Biegung mit Normalkraft.....	243
14.4.3	Querkraft.....	243
14.4.4	Torsion.....	244
14.4.5	Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge der Tragwerksverformung (Knicken).....	244
14.5	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) .....	247
14.6	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Konstruktionsregeln.....	247
14.6.1	Tragende Bauteile.....	247
14.6.2	Arbeitsfugen.....	247
14.6.3	Streifen- und Einzelfundamente.....	247
Anhang A (normativ) Anpassung von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe.....		249
A.1	Anwendung dieses Anhangs .....	249
A.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	249
A.3	Allgemeines.....	249
Anhang B (normativ) Zeitabhängiges Baustoffverhalten: Kriechen, Schwinden und elastische Dehnung von Beton und Relaxation von Spannstahl.....		257
B.1	Anwendung dieses Anhangs .....	257
B.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	257
B.3	Allgemeines.....	257
B.4	Zeitabhängige Entwicklung der Betonfestigkeit und der Steifigkeit.....	258

B.5	Grundgleichungen zur Ermittlung der Kriechzahl.....	260
B.6	Grundgleichungen zur Ermittlung der Schwinddehnung.....	263
B.7	Prüfungen zu elastischen Verformungen, Kriechen und Schwinden.....	264
B.8	Genauere Berechnung für Kriechen bei veränderlicher Belastung.....	266
B.9	Relaxation von Spannstahl.....	267
<b>Anhang C (normativ) Anforderungen an Baustoffe.....</b>		<b>269</b>
C.1	Anwendung dieses Anhangs.....	269
C.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	269
C.3	Beton.....	269
C.3.1	Normalbeton (C) und Leichtbeton (LWAC).....	269
C.3.2	Stahlfaserbeton (SFRC).....	269
C.4	Betonstahl.....	270
C.4.1	Kohlenstoffbetonstahl.....	270
C.4.2	Nichtrostender Betonstahl.....	272
C.5	Spannstahl.....	273
C.6	Mechanische Verbindungen.....	276
C.7	Kopfstäbe.....	276
C.8	Nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse.....	276
C.9	Carbonfaserverstärkte Polymerbewehrung.....	278
C.9.1	CFRP-Bewehrung für Verstärkungen.....	278
C.9.2	Eingebettete FRP-Bewehrung.....	278
<b>Anhang D (informativ) Beurteilung der frühzeitigen und der langfristigen Rissbildung infolge von Zwang.....</b>		<b>279</b>
D.1	Anwendung dieses Anhangs.....	279
D.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	279
D.3	Allgemeines.....	279
D.4	Beurteilung des Temperaturverlaufs.....	280
D.4.1	Allgemeines.....	280
D.4.2	Baustoffeigenschaften in Bezug auf die Temperaturentwicklung.....	281
D.5	Spannungsberechnungen.....	282
D.6	Rissbreitenberechnungen.....	283
<b>Anhang E (normativ) Zusätzliche Regeln für den Ermüdungsnachweis.....</b>		<b>284</b>
E.1	Anwendung dieses Anhangs.....	284
E.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	284
E.3	Allgemeines.....	284
E.4	Nachweis anhand schadensäquivalenter Spannungsschwingbreite.....	284
E.4.1	Allgemeines.....	284
E.4.2	Nachweis für Bewehrung.....	284
E.4.3	Nachweis für Beton.....	286
E.5	Explizite Nachweise unter Anwendung der <i>Palmgren-Miner-Regel</i> .....	286
E.5.1	Nachweisbedingungen.....	286
E.5.2	Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl.....	287
E.5.3	Nachweisverfahren für Beton unter Druck oder Druck-Zug.....	287
<b>Anhang F (informativ) Nichtlineare Berechnungsverfahren.....</b>		<b>289</b>
F.1	Anwendung dieses Anhangs.....	289
F.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	289
F.3	Allgemeines.....	289
F.4	Verfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten (PFM).....	290
F.5	Verfahren mit Globalsicherheitsbeiwerten (GFM).....	291
F.5.1	Allgemeines.....	291
F.5.2	Bestimmung des Globalsicherheitsbeiwerts.....	291
F.5.3	Zusätzliche Baustoffparameter.....	292
F.6	Vollständig probabilistisches Verfahren.....	293
F.7	Modellunsicherheit.....	293
<b>Anhang G (normativ) Bemessung von Membran-, Schalen- und Plattenelementen.....</b>		<b>295</b>

G.1	Anwendung dieses Anhangs .....	295
G.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	295
G.3	Bemessung von Membranbauelementen im ULS.....	295
G.4	Bemessung von Schalen- und Plattenelementen im ULS.....	297
G.5	Genauere Kontrolle der Rissbildung in Membranbauteilen im SLS .....	300
<b>Anhang H (informativ) Angaben zur Bemessung und baulichen Durchbildung von</b>		
	Betontragwerken für die Wasserundurchlässigkeit .....	301
H.1	Anwendung dieses Anhangs .....	301
H.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	301
H.3	Allgemeines.....	301
H.4	Dichtheitsklassen.....	301
H.4.1	Klassifizierung.....	301
H.4.2	Dichtheitsanforderungen .....	302
<b>Anhang I (informativ) Bewertung von bestehenden Tragwerken.....</b>		
I.1	Anwendung dieses Anhangs .....	304
I.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	304
I.3	Allgemeines.....	304
I.4	Bewertungsgrundlagen.....	305
I.4.1	Allgemeine Regeln.....	305
I.4.2	Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten.....	306
I.5	Baustoffe .....	306
I.5.1	Allgemeines.....	306
I.5.2	Beton .....	307
I.5.3	Betonstahl.....	308
I.5.4	Spannstahl .....	309
I.6	Dauerhaftigkeit - Mindestbetondeckung für Verbund .....	309
I.7	Statische Berechnung.....	310
I.7.1	Berechnungsverfahren.....	310
I.7.2	Vorgespannte Bauteile und Tragwerke .....	310
I.8	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) .....	311
I.8.1	Allgemeines.....	311
I.8.2	Biegung mit oder ohne Normalkraft .....	311
I.8.3	Querkraft.....	312
I.8.4	Torsion und kombinierte Einwirkungen.....	315
I.8.5	Genauerer Durchstanznachweis .....	315
I.9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) .....	317
I.9.1	Allgemeines.....	317
I.9.2	Begrenzung der Rissbreiten .....	317
I.10	Ermüdung .....	317
I.11	Bauliche Durchbildung von Bewehrung und Spanngliedern.....	318
I.11.1	Allgemeines.....	318
I.11.2	Stababstände .....	318
I.11.3	Zulässiger Stabdurchmesser für gebogene Stäbe .....	318
I.11.4	Verankerung von Betonstahl unter Zug und Druck.....	318
I.11.5	Stöße von Betonstahl unter Zug und Druck und mechanische Verbindungen.....	322
I.12	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln - Regeln für die Mindestbewehrung.....	322
<b>Anhang J (informativ) Verstärkung von bestehenden Betontragwerken mit CFRP .....</b>		
J.1	Anwendung dieses Anhangs .....	323
J.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	323
J.3	Allgemeines.....	323
J.4	Grundlagen der Tragwerksplanung - Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe.....	323
J.5	Baustoffe - Eigenschaften und zugehörige Bedingungen.....	324
J.6	Dauerhaftigkeit - Exposition gegenüber Umgebungsbedingungen.....	325
J.7	Statische Berechnung.....	326
J.8	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) .....	326

J.8.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft .....	326
J.8.2	Querkraft .....	328
J.8.3	Durchstanzen.....	330
J.8.4	Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern .....	330
J.9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) .....	330
J.10	Ermüdung .....	330
J.10.1	Grundlegende Ermüdungsberechnung für CFRP-Systeme in externem Verbund .....	330
J.10.2	Genauere Ermüdungsberechnung für CFRP-Systeme in externem Verbund .....	331
J.10.3	Oberflächennah verklebte CFRP-Lamellen.....	332
J.11	Verbund und Verankerung von CFRP-Systemen.....	332
J.11.1	Verankerung von ABR-CFRP-Verstärkungssystemen .....	332
J.12	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Konstruktionsregeln mit CFRP.....	338
J.12.1	Biegeverstärkung mit extern geklebtem CFRP.....	338
J.12.2	Biegeverstärkung mit NSM-Bewehrungsstäben .....	338
J.12.3	Zulässige Biegerollendurchmesser für die Biegung von FRP .....	339
J.12.4	Zulässige Lagen für geklebte CFRP-Gelege und -Lamellen .....	339
Anhang JA (informativ) Eingebettete FRP-Bewehrung .....		340
JA.1	Anwendung dieses Anhangs .....	340
JA.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	340
JA.3	Allgemeines.....	340
JA.4	Nachweis - Teilsicherheitsbeiwerte für FRP-Bewehrung.....	340
JA.5	Baustoffe - FRP-Bewehrung .....	341
JA.5.1	Allgemeines.....	341
JA.5.2	Eigenschaften .....	341
JA.5.3	Annahmen für die Bemessung .....	341
JA.6	Dauerhaftigkeit - Betondeckung - Sonderregeln für FRP-Bewehrung .....	343
JA.7	Statische Berechnung - Sonderregeln für FRP-Bewehrung .....	343
JA.8	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) - Sonderregeln für FRP-Bewehrung .....	343
JA.8.1	Biegung mit oder ohne Normalkräfte.....	343
JA.8.2	Querkraft .....	343
JA.8.3	Torsion .....	344
JA.8.4	Durchstanzen.....	344
JA.8.5	Bemessung mit Stabwerkmodellen und Spannungsfeldern .....	344
JA.9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) - Sonderregeln für FRP-Bewehrung .....	345
JA.9.1	Begrenzung der Rissbreiten .....	345
JA.9.2	Begrenzung der Durchbiegungen .....	345
JA.10	Ermüdung .....	345
JA.11	Bauliche Durchbildung von FRP-Bewehrung.....	345
JA.11.1	Stababstände .....	345
JA.11.2	Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Stäbe.....	345
JA.11.3	Verankerung von FRP-Bewehrung unter Zug und Druck .....	346
JA.12	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....	347
JA.13	Tragwerke aus gering bewehrtem Beton.....	347
Anhang K (normativ) Brücken .....		348
K.1	Anwendung dieses Anhangs .....	348
K.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	348
K.3	Normative Verweisungen .....	348
K.4	Begriffe und Symbole.....	348
K.5	Grundlagen für die Tragwerksplanung.....	348
K.6	Baustoffe .....	348
K.7	Dauerhaftigkeit.....	348
K.8	Statische Berechnung.....	350
K.9	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) .....	350
K.10	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) .....	350
K.11	Ermüdungsnachweis über schadensäquivalente Spannungsschwingbreiten .....	350
K.11.1	Allgemeines.....	350
K.11.2	Nachweis für Bewehrung.....	350

K.11.3	Nachweis für Beton.....	355
K.12	Bauliche Durchbildung von Bewehrung und Spanngliedern.....	358
K.13	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Konstruktionsregeln.....	358
K.13.1	Allgemeines.....	358
K.13.2	Regeln für die Mindestbewehrung.....	358
K.13.3	Brücken mit externen Spanngliedern oder internen Spanngliedern ohne Verbund.....	359
K.13.4	Schrägseil-, Extradosed- und Hängebrücken.....	359
K.14	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....	360
K.15	Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton.....	361
K.16	Anhang A bis Anhang O.....	361
<b>Anhang L (informativ) Tragwerke aus Stahlfaserbeton.....</b>		<b>362</b>
L.1	Anwendung dieses Anhangs.....	362
L.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	362
L.3	Allgemeines.....	362
L.4	Grundlagen der Tragwerksplanung – Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten – Teilsicherheitsbeiwerte von Baustoffen.....	362
L.5	Baustoffe – Stahlfaserbeton.....	363
L.5.1	Eigenschaften.....	363
L.5.2	Festigkeiten.....	363
L.5.3	Elastische Verformung.....	364
L.5.4	Kriechen und Schwinden.....	364
L.5.5	Annahmen für die Bemessung.....	365
L.6	Dauerhaftigkeit – Betondeckung – Mindestbetondeckung.....	366
L.7	Statische Berechnung – Verfahren nach der Plastizitätstheorie – Sonderregeln für SFRC- Tragwerke.....	367
L.8	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS).....	367
L.8.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft – Spannungsverteilung bei SFRC unter Zug.....	367
L.8.2	Querkraft.....	368
L.8.3	Torsion – Torsionswiderstand von kompakten oder geschlossenen Querschnitten.....	369
L.8.4	Durchstanzen.....	370
L.8.5	Bemessung mit Stabwerkmodellen – Zugstreben.....	370
L.8.6	Teilflächenbelastung.....	370
L.9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS) — Begrenzung der Rissbreiten.....	370
L.9.1	Allgemeine Betrachtungen.....	370
L.9.2	Mindestbewehrungsflächen zur Begrenzung der Rissbreiten.....	371
L.9.3	Genauere Begrenzung der Rissbildung.....	371
L.10	Ermüdung.....	371
L.11	Bauliche Durchbildung der Bewehrung und Spannglieder.....	371
L.11.1	Allgemeines.....	371
L.11.2	Stababstände.....	371
L.12	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....	371
L.12.1	Regeln für die Mindestbewehrung.....	371
L.12.2	Balken.....	372
L.12.3	Platten.....	372
L.12.4	Wände und wandartige Balken.....	373
L.12.5	Zugankersysteme für die Robustheit von Gebäuden.....	373
L.13	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Betonfertigteilen.....	373
L.13.1	Beton – Festigkeit von SFRC.....	373
L.13.2	Verbindungen und Lager.....	373
L.14	Gering bewehrte SFRC-Tragwerke.....	373
L.14.1	Allgemeines.....	373
L.14.2	Beton.....	373
L.14.3	Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) – Querkraftwiderstand von SFRC-Bauteilen ohne Längsbewehrung.....	374
L.14.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS).....	374
L.14.5	Bauliche Durchbildung von Bauteilen und besondere Regeln.....	374
<b>Anhang M (normativ) Tragwerke aus Leichtbeton.....</b>		<b>375</b>

M.1	Anwendung dieses Anhangs .....	375
M.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	375
M.3	Allgemeines.....	375
Anhang N (informativ) Tragwerke aus Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung.....		378
N.1	Anwendung dieses Anhangs .....	378
N.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	378
N.3	Allgemeines.....	378
Anhang O (informativ) Näherungsverfahren zu Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung .....		382
O.1	Anwendung dieses informativen Anhangs .....	382
O.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	382
O.3	Kritische Last von Gebäudeträgwerken.....	382
O.4	Knicklast von Einzelbauteilen.....	384
O.5	Schlankheitsgrad und Knicklänge von Einzelbauteilen .....	384
O.6	Grenzwert der Schlankheit für Einzelbauteile .....	385
O.7	Vereinfachte Berechnung von Einzelbauteilen auf Grundlage der Nennkrümmung.....	385
O.7.1	Allgemeines.....	385
O.7.2	Bemessungsmomente .....	385
O.7.3	Nennkrümmung.....	387
O.8	Elastisches Verfahren nach Theorie II. Ordnung .....	388
O.8.1	Allgemeines.....	388
O.8.2	Verfahren zur Momenten-Vergrößerung.....	389
Anhang P (informativ) Alternative Festlegung der Betondeckung für die Dauerhaftigkeit .....		391
P.1	Anwendung dieses informativen Anhangs .....	391
P.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	391
P.3	Mindestbetondeckung für die Dauerhaftigkeit.....	391
P.4	Dauerhaftigkeitsbezogene, indikative Festigkeitsklassen .....	393
Anhang Q (normativ) Nichtrostender Betonstahl .....		394
Q.1	Anwendung dieses Anhangs .....	394
Q.2	Anwendungsbereich und Gültigkeitsbereich.....	394
Q.3	Allgemeines.....	394
Q.4	Mindestbetondeckung für die Dauerhaftigkeit.....	395
Q.5	Ermüdungsnachweis.....	396
Literaturhinweise .....		397