

DIN EN 1992-1-1:2011-01 (D)

Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010

Inhalt	Seite
Vorwort	9
Hintergrund des Eurocode-Programms	9
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes	10
Nationale Fassungen der Eurocodes	11
Verbindung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (EN und ETA)	11
1 ALLGEMEINES	14
1.1 Anwendungsbereich	14
1.1.1 Anwendungsbereich des Eurocode 2	14
1.1.2 Anwendungsbereich des Eurocode 2 Teil 1-1	15
1.2 Normative Verweisungen	15
1.2.1 Allgemeine normative Verweisungen	15
1.2.2 Weitere normative Verweisungen	15
1.3 Annahmen	16
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	16
1.5 Begriffe	16
1.5.1 Allgemeines	16
1.5.2 Besondere Begriffe und Definitionen in dieser Norm	16
1.6 Formelzeichen	16
2 GRUNDLAGEN DER TRAGWERKSPLANUNG	20
2.1 Anforderungen	20
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	20
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	21
2.1.3 Nutzungsdauer, Dauerhaftigkeit und Qualitätssicherung	21
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	21
2.3 Basisvariablen	21
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	21
2.3.2 Eigenschaften von Baustoffen, Bauprodukten und Bauteilen	23
2.3.3 Verformungseigenschaften des Betons	23
2.3.4 Geometrische Angaben	23
2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	24
2.4.1 Allgemeines	24
2.4.2 Bemessungswerte	24
2.4.3 Kombinationsregeln für Einwirkungen	25
2.4.4 Nachweis der Lagesicherheit	26
2.5 Versuchsgestützte Bemessung	26
2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen	26
2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel	26
3 BAUSTOFFE	27
3.1 Beton	27
3.1.1 Allgemeines	27
3.1.2 Festigkeiten	27

3.1.3	Elastische Verformungseigenschaften	28
3.1.4	Kriechen und Schwinden	31
3.1.5	Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen	34
3.1.6	Bemessungswert der Betondruck- und Betonzugfestigkeit	35
3.1.7	Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	36
3.1.8	Biegezugfestigkeit	37
3.1.9	Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung	38
3.2	Betonstahl	38
3.2.1	Allgemeines	38
3.2.2	Eigenschaften	39
3.2.3	Festigkeiten	40
3.2.4	Duktilitätsmerkmale	40
3.2.5	Schweißen	40
3.2.6	Ermüdung	41
3.2.7	Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	41
3.3	Spannstahl	42
3.3.1	Allgemeines	42
3.3.2	Eigenschaften	43
3.3.3	Festigkeiten	44
3.3.4	Duktilitätseigenschaften	45
3.3.5	Ermüdung	45
3.3.6	Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	45
3.3.7	Spannstähle in Hüllrohren	47
3.4	Komponenten von Spannsystemen	47
3.4.1	Verankerungen und Spanngliedkopplungen	47
3.4.1.1	Allgemeines	47
3.4.2	Externe Spannglieder ohne Verbund	48
3.4.2.1	Allgemeines	48
4	DAUERHAFTIGKEIT UND BETONDECKUNG	48
4.1	Allgemeines	48
4.2	Umgebungsbedingungen	48
4.3	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	50
4.4	Nachweisverfahren	51
4.4.1	Betondeckung	51
5	ERMITTLUNG DER SCHNITTGRÖSSEN	56
5.1	Allgemeines	56
5.1.1	Grundlagen	56
5.1.2	Besondere Anforderungen an Gründungen	57
5.1.3	Lastfälle und Einwirkungskombinationen	57
5.1.4	Auswirkungen von Bauteilverformungen (Theorie II. Ordnung)	57
5.2	Imperfektionen	57
5.3	Idealisierungen und Vereinfachungen	60
5.3.1	Tragwerksmodelle für statische Berechnungen	60
5.3.2	Geometrische Angaben	61
5.4	Linear-elastische Berechnung	64
5.5	Linear-elastische Berechnung mit begrenzter Umlagerung	64
5.6	Verfahren nach der Plastizitätstheorie	65
5.6.1	Allgemeines	65
5.6.2	Balken, Rahmen und Platten	65
5.6.3	Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation	66
5.6.4	Stabwerkmodelle	67
5.7	Nichtlineare Verfahren	67
5.8	Berechnung von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung	68
5.8.1	Begriffe	68
5.8.2	Allgemeines	68
5.8.3	Vereinfachte Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung	69
5.8.4	Kriechen	72
5.8.5	Berechnungsverfahren	73
5.8.6	Allgemeines Verfahren	74

5.8.7	Verfahren mit Nennsteifigkeiten	74
5.8.8	Verfahren mit Nennkrümmung	77
5.8.9	Druckglieder mit zweiachsiger Lastausmitte	79
5.9	Seitliches Ausweichen schlanker Träger	81
5.10	Spannbetontragwerke	81
5.10.1	Allgemeines	81
5.10.2	Vorspannkraft während des Spannvorgangs	82
5.10.3	Vorspannkraft nach dem Spannvorgang	83
5.10.4	Sofortige Spannkraftverluste bei sofortigem Verbund	84
5.10.5	Sofortige Spannkraftverluste bei nachträglichem Verbund	84
5.10.6	Zeitabhängige Spannkraftverluste bei sofortigem und nachträglichem Verbund	85
5.10.7	Berücksichtigung der Vorspannung in der Berechnung	87
5.10.8	Grenzzustand der Tragfähigkeit	87
5.10.9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung	87
5.11	Berechnung für ausgewählte Tragwerke	88
6	NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER TRAGFÄHIGKEIT (GZT)	88
6.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein	88
6.2	Querkraft	89
6.2.1	Nachweisverfahren	89
6.2.2	Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung	90
6.2.3	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung	93
6.2.4	Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten	96
6.2.5	Schubkraftübertragung in Fugen	98
6.3	Torsion	100
6.3.1	Allgemeines	100
6.3.2	Nachweisverfahren	101
6.3.3	Wölbkrafttorsion	102
6.4	Durchstanzen	103
6.4.1	Allgemeines	103
6.4.2	Lasteinleitung und Nachweisschnitte	104
6.4.3	Nachweisverfahren	108
6.4.4	Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente ohne Durchstanzbewehrung	111
6.4.5	Durchstanzwiderstand für Platten oder Fundamente mit Durchstanzbewehrung	112
6.5	Stabwerkmodelle	114
6.5.1	Allgemeines	114
6.5.2	Bemessung der Druckstreben	114
6.5.3	Bemessung der Zugstreben	115
6.5.4	Bemessung der Knoten	115
6.6	Verankerung der Längsbewehrung und Stöße	118
6.7	Teilflächenbelastung	119
6.8	Nachweis gegen Ermüdung	120
6.8.1	Allgemeines	120
6.8.2	Innere Kräfte und Spannungen beim Nachweis gegen Ermüdung	120
6.8.3	Einwirkungskombinationen	121
6.8.4	Nachweisverfahren für Betonstahl und Spannstahl	121
6.8.5	Nachweis gegen Ermüdung über schädigungsäquivalente Schwingbreiten	123
6.8.6	Vereinfachte Nachweise	124
6.8.7	Nachweis gegen Ermüdung des Betons unter Druck oder Querkraftbeanspruchung	124
7	NACHWEISE IN DEN GRENZZUSTÄNDEN DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG)	126
7.1	Allgemeines	126
7.2	Begrenzung der Spannungen	126
7.3	Begrenzung der Rissbreiten	127
7.3.1	Allgemeines	127
7.3.2	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite	128
7.3.3	Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung	131
7.3.4	Berechnung der Rissbreite	133
7.4	Begrenzung der Verformungen	135
7.4.1	Allgemeines	135
7.4.2	Nachweis der Begrenzung der Verformungen ohne direkte Berechnung	136
7.4.3	Nachweis der Begrenzung der Verformungen mit direkter Berechnung	138

8	ALLGEMEINE BEWEHRUNGSREGELN	139
8.1	Allgemeines	139
8.2	Stababstände von Betonstählen	140
8.3	Biegen von Betonstählen	140
8.4	Verankerung der Längsbewehrung	141
8.4.1	Allgemeines	141
8.4.2	Bemessungswert der Verbundfestigkeit	142
8.4.3	Grundwert der Verankerungslänge	143
8.4.4	Bemessungswert der Verankerungslänge	144
8.5	Verankerung von Bügeln und Querkraftbewehrung	146
8.6	Verankerung mittels angeschweißter Stäbe	146
8.7	Stöße und mechanische Verbindungen	147
8.7.1	Allgemeines	147
8.7.2	Stöße	147
8.7.3	Übergreifungslänge	148
8.7.4	Querbewehrung im Bereich der Übergreifungsstöße	149
8.7.5	Stöße von Betonstahlmatten aus Rippenstahl	150
8.8	Zusätzliche Regeln bei großen Stabdurchmessern	152
8.9	Stabbündel	153
8.9.1	Allgemeines	153
8.9.2	Verankerung von Stabbündeln	153
8.9.3	Gestoßene Stabbündel	154
8.10	Spannglieder	154
8.10.1	Anordnung von Spanngliedern und Hüllrohren	154
8.10.2	Verankerung bei Spanngliedern im sofortigen Verbund	156
8.10.3	Verankerungsbereiche bei Spanngliedern im nachträglichen oder ohne Verbund	159
8.10.4	Verankerungen und Spanngliedkopplungen für Spannglieder	160
8.10.5	Umlenkstellen	160
9	KONSTRUKTIONSREGELN	161
9.1	Allgemeines	161
9.2	Balken	161
9.2.1	Längsbewehrung	161
9.2.2	Querkraftbewehrung	165
9.2.3	Torsionsbewehrung	166
9.2.4	Oberflächenbewehrung	166
9.2.5	Indirekte Auflager	166
9.3	Vollplatten	168
9.3.1	Biegebewehrung	168
9.3.2	Querkraftbewehrung	169
9.4	Flachdecken	169
9.4.1	Flachdecken im Bereich von Innenstützen	169
9.4.2	Flachdecken im Bereich von Randstützen	170
9.4.3	Durchstanzbewehrung	170
9.5	Stützen	171
9.5.1	Allgemeines	171
9.5.2	Längsbewehrung	171
9.5.3	Querbewehrung	172
9.6	Wände	172
9.6.1	Allgemeines	172
9.6.2	Vertikale Bewehrung	173
9.6.3	Horizontale Bewehrung	173
9.6.4	Querbewehrung	173
9.7	Wandartige Träger	173
9.8	Gründungen	174
9.8.1	Pfahlkopfplatten	174
9.8.2	Einzel- und Streifenfundamente	174
9.8.3	Zerrbalken	176
9.8.4	Einzelfundament auf Fels	176
9.8.5	Bohrpfähle	177

9.9	Bereiche mit geometrischen Diskontinuitäten oder konzentrierten Einwirkungen (D-Bereiche)	178
9.10	Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen	178
9.10.1	Allgemeines	178
9.10.2	Ausbildung von Zugankern	178
9.10.3	Durchlaufwirkung und Verankerung von Zugankern	181
10	ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS FERTIGTEILEN	181
10.1	Allgemeines	181
10.1.1	Besondere Begriffe dieses Kapitels	181
10.2	Grundlagen für die Tragwerksplanung, Grundlegende Anforderungen	182
10.3	Baustoffe	182
10.3.1	Beton	182
10.3.2	Spannstahl	183
10.5	Ermittlung der Schnittgrößen	183
10.5.1	Allgemeines	183
10.5.2	Spannkraftverluste	184
10.9	Bemessungs- und Konstruktionsregeln	184
10.9.1	Einspannmomente in Platten	184
10.9.2	Wand-Decken-Verbindungen	184
10.9.3	Deckensysteme	185
10.9.4	Verbindungen und Lager für Fertigteile	187
10.9.5	Lager	191
10.9.6	Köcherfundamente	194
10.9.7	Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Ereignissen	195
11	ZUSÄTZLICHE REGELN FÜR BAUTEILE UND TRAGWERKE AUS LEICHTBETON	195
11.1	Allgemeines	195
11.1.1	Geltungsbereich	195
11.1.2	Besondere Formelzeichen	195
11.2	Grundlagen für die Tragwerksplanung	195
11.3	Baustoffe	196
11.3.1	Beton	196
11.3.2	Elastische Verformungseigenschaften	196
11.3.3	Kriechen und Schwinden	198
11.3.4	Spannungs-Dehnungs-Linie für nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung und für Verformungsberechnungen	198
11.3.5	Bemessungswert für Druck- und Zugfestigkeiten	198
11.3.6	Spannungs-Dehnungs-Linie für die Querschnittsbemessung	198
11.3.7	Beton unter mehraxialer Druckbeanspruchung	199
11.4	Dauerhaftigkeit und Betondeckung	199
11.4.1	Umgebungseinflüsse	199
11.4.2	Betondeckung	199
11.5	Ermittlung der Schnittgrößen	199
11.5.1	Vereinfachter Nachweis der plastischen Rotation	199
11.6	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)	199
11.6.1	Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung	199
11.6.2	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung	200
11.6.3	Torsion	200
11.6.4	Durchstanzen	200
11.6.7	Teilflächenbelastung	201
11.6.8	Nachweis gegen Ermüdung	201
11.7	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	202
11.8	Allgemeine Bewehrungsregeln	202
11.8.1	Zulässige Biegerollendurchmesser für gebogene Betonstähle	202
11.8.2	Bemessungswert der Verbundfestigkeit	202
11.9	Konstruktionsregeln	202
11.10	Zusätzliche Regeln für Bauteile und Tragwerke aus Fertigteilen	202
11.12	Tragwerke aus unbewehrtem oder gering bewehrtem Beton	202
12	TRAGWERKE AUS UNBEWEHRTEM ODER GERING BEWEHRTEM BETON	202
12.1	Allgemeines	202

12.3	Baustoffe	203
12.3.1	Beton	203
12.5	Ermittlung der Schnittgrößen	203
12.6	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT)	203
12.6.1	Biegung mit oder ohne Normalkraft und Normalkraft allein	203
12.6.2	Örtliches Versagen	204
12.6.3	Querkraft	204
12.6.4	Torsion	205
12.6.5	Auswirkungen von Verformungen von Bauteilen unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung	205
12.7	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	208
12.9	Konstruktionsregeln	208
12.9.1	Tragende Bauteile	208
12.9.2	Arbeitsfugen	208
12.9.3	Streifen- und Einzelfundamente	208
Anhang A (informativ) Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe		210
A.1	Allgemeines	210
A.2	Tragwerke aus Ortbeton	210
A.2.1	Reduktion auf Grundlage von Qualitätskontrollen und verminderten Abweichungen	210
A.2.2	Reduktion auf Grundlage der Verwendung von verminderten oder gemessenen geometrischen Daten bei der Bemessung	211
A.2.3	Reduktion auf Grundlage der Bestimmung der Betonfestigkeit im fertigen Tragwerk	211
A.3	Fertigteilprodukte	212
A.3.1	Allgemeines	212
A.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte von Baustoffen	212
A.4	Fertigteile	212
Anhang B (informativ) Kriechen und Schwinden		213
B.1	Grundgleichungen zur Ermittlung der Kriechzahl	213
B.2	Grundgleichungen zur Ermittlung der Trocknungsschwinddehnung	215
Anhang C (normativ) Eigenschaften des Betonstahls		216
C.1	Allgemeines	216
C.2	Festigkeiten	218
C.3	Biegebarkeit	218
Anhang D (informativ) Genauere Methode zur Berechnung von Spannkraftverlusten aus Relaxation		219
D.1	Allgemeines	219
Anhang E (informativ) Indikative Mindestfestigkeitsklassen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit		221
E.1	Allgemeines	221
Anhang F (informativ) Gleichungen für Zugbewehrung für den ebenen Spannungszustand		222
F.1	Allgemeines	222
Anhang G (informativ) Boden-Bauwerk- Interaktion		224
G.1	Flachgründungen	224
G.1.1	Allgemeines	224
G.1.2	Genauigkeitsgrade des Nachweisverfahrens	225
G.2	Pfahlgründungen	225
Anhang H (informativ) Nachweise am Gesamttragwerk nach Theorie II. Ordnung		226

H.1	Kriterien zur Vernachlässigung der Nachweise nach Theorie II. Ordnung	226
H.1.1	Allgemeines	226
H.1.2	Aussteifungssystem ohne wesentliche Schubverformungen	226
H.1.3	Aussteifungssystem mit wesentlichen globalen Schubverformungen	228
H.2	Berechnungsverfahren für globale Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung	228
Anhang I (informativ) Ermittlung der Schnittgrößen bei Flachdecken und Wandscheiben		230
I.1	Flachdecken	230
I.1.1	Allgemeines	230
I.1.2	Modellierung und Berechnung als Rahmen	230
I.1.3	Ungleiche Stützweiten	231
I.2	Wandscheiben	231
Anhang J (informativ) Konstruktionsregeln für ausgewählte Beispiele		233
J.1	Oberflächenbewehrung	233
J.2	Rahmenecken	234
J.2.1	Allgemeines	234
J.2.2	Rahmenecken mit schließendem Moment	234
J.2.3	Rahmenecken mit öffnendem Moment	235
J.3	Konsolen	236