

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