



---

**Hilfsmittel für die Arbeit mit Normen des Bauwesens**

---

**Stahlbeton und Spannbeton  
DIN V ENV 1992 Teil 1-1 (EC 2)  
– DIN 1045, DIN 4227 Teil 1 u. a.  
Gegenüberstellungen**

1. Auflage

Herausgegeben von Peter Funk

im Auftrag des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Bearbeitet von Norbert Bunke und Peter Funk

**Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich  
Ernst & Sohn · Berlin**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	10
1.1	Geltungsbereich .....	10
1.1.1	Eurocode 2 .....	10
1.1.2	Eurocode 2 Teil 1 .....	10
1.1.3	Weitere Teile von Eurocode 2 .....	10
1.2	Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln .....	11
1.3	Annahmen .....	11
1.4	Begriffe .....	12
1.4.1	Einheitliche Begriffe für alle Eurocodes .....	12
1.4.2	Besondere Begriffe in Eurocode 2 Teil 1 .....	12
1.5	SI-Einheiten .....	13
1.6	Einheitliche Formelzeichen und Kurzzeichen für alle Eurocodes .....	13
1.6.1	Große lateinische Buchstaben .....	13
1.6.2	Kleine lateinische Buchstaben .....	14
1.6.3	Kleine griechische Buchstaben .....	14
1.6.4	Indizes .....	14
1.7	Besondere Formelzeichen und Kurzzeichen im Eurocode 2 Teil 1 .....	15
1.7.1	Allgemeines .....	15
1.7.2	Große lateinische Buchstaben .....	15
1.7.3	Kleine lateinische Buchstaben .....	15
1.7.4	Griechische Buchstaben .....	16
2	Grundlagen für die Tragwerksplanung .....	17
2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen in den Abschnitt 2.1 bis 2.4 (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	17
2.1	Grundlegende Anforderungen .....	18
2.2	Begriffe und Klasseneinteilung (der Grenzzustände und Einwirkungen) .....	18
2.2.1	Grenzzustände und Bemessungssituationen .....	18
2.2.1.1	Grenzzustände .....	18
2.2.1.2	Bemessungssituationen .....	19
2.2.2	Einwirkungen .....	19
2.2.2.1	Begriffe und grundsätzliche Klasseneinteilung .....	19
2.2.2.2	Charakteristische Werte der Einwirkungen .....	19
2.2.2.3	Repräsentative Werte der veränderlichen Einwirkungen .....	20
2.2.2.4	Bemessungswerte der Einwirkungen .....	20
2.2.2.5	Bemessungswerte der Auswirkungen .....	21
2.2.3	Baustoffeigenschaften .....	21
2.2.3.1	Charakteristische Werte .....	21
2.2.3.2	Bemessungswerte .....	21
2.2.4	Geometrische Größen .....	22
2.2.5	Laststellungen und Lastfälle .....	22
2.3	Anforderungen an die Tragwerksplanung .....	22
2.3.1	Allgemeines .....	22
2.3.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	22
2.3.2.1	Nachweisbedingungen .....	22
2.3.2.2	Kombinationen von Einwirkungen .....	23
2.3.2.3	Bemessungswerte der ständigen Einwirkungen .....	24
2.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	24
2.3.3.1	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke .....	24
2.3.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe .....	25
2.3.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	26
2.4	Dauerhaftigkeit .....	27
2.5	Schnittgrößenermittlung .....	27
2.5.1	Allgemeine Grundlagen .....	27
2.5.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	27
2.5.1.1	Allgemeines .....	27
2.5.1.2	Lastfälle und Lastkombinationen .....	28
2.5.1.3	Imperfektionen .....	28
2.5.1.4	Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung .....	30
2.5.1.5	Zeitabhängige Wirkungen .....	30
2.5.1.6	Bemessung auf der Grundlage von Versuchen .....	30
2.5.2	Tragwerksidealisierung .....	30
2.5.2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	30
2.5.2.1	Modelle für die Schnittgrößenermittlung am Gesamttragwerk .....	30
2.5.2.2	Geometrische Größen .....	31
2.5.3	Berechnungsverfahren .....	33
2.5.3.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	33
2.5.3.1	Grundlagen .....	33
2.5.3.2	Verfahren der Schnittgrößenermittlung .....	33
2.5.3.3	Vereinfachungen .....	34
2.5.3.4	Schnittgrößenermittlung bei Balken und Rahmen .....	34
2.5.3.5	Schnittgrößenermittlung bei Platten .....	35
2.5.3.6	Schnittgrößenermittlung bei Wänden und in ihrer Ebene beanspruchten Scheiben .....	36
2.5.3.7	Konsolen, wandartige Träger und Verankerungsbereiche für Spannkkräfte bei nachträglichem Verbund .....	37

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

2.5.4	Auswirkungen einer Vorspannung .....	39
2.5.4.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	39
2.5.4.1	Allgemeines .....	39
2.5.4.2	Ermittlung der Vorspannkraft .....	39
2.5.4.3	Auswirkungen der Vorspannung unter Gebrauchsbedingungen .....	40
2.5.4.4	Auswirkungen der Vorspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	41
2.5.5	Auswirkungen des zeitabhängigen Betonverhaltens .....	41
2.5.5.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	41
2.5.5.1	Allgemeines .....	41
3	<b>Baustoffeigenschaften</b> .....	43
3.1	<b>Beton</b> .....	43
3.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	43
3.1.1	Allgemeines .....	43
3.1.2	Normalbeton .....	43
3.1.2.1	Begriffsbestimmung .....	43
3.1.2.2	Druckfestigkeit des Betons .....	43
3.1.2.3	Zugfestigkeit .....	44
3.1.2.4	Betonfestigkeitsklassen .....	44
3.1.2.5	Verformungseigenschaften .....	45
3.2	Betonstahl .....	47
3.2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	47
3.2.1	Allgemeines .....	47
3.2.2	Klasseneinteilung und Geometrie .....	48
3.2.3	Physikalische Eigenschaften .....	48
3.2.4	Mechanische Eigenschaften .....	48
3.2.4.1	Festigkeit .....	48
3.2.4.2	Duktilitätsmerkmale .....	48
3.2.4.3	Elastizitätsmodul .....	49
3.2.4.4	Ermüdung .....	49
3.2.5	Werkstoffeigenschaften .....	49
3.2.5.1	Verbund und Verankerung .....	49
3.2.5.2	Schweißbarkeit .....	50
3.3	Spannstahl .....	50
3.3.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	50
3.3.1	Allgemeines .....	50
3.3.2	Klasseneinteilung und Geometrie .....	50
3.3.3	Physikalische Eigenschaften .....	51
3.3.4	Mechanische Eigenschaften .....	51
3.3.4.1	Festigkeit .....	51
3.3.4.2	Spannungsdehnungslinie .....	51
3.3.4.3	Duktilitätsmerkmale .....	51
3.3.4.4	Elastizitätsmodul .....	52
3.3.4.5	Ermüdung .....	52
3.3.4.6	Mehrachsiges Spannungszustände .....	52
3.3.5	Werkstoffeigenschaften .....	52
3.3.5.1	Oberflächenbeschaffenheit .....	52
3.3.5.2	Relaxation .....	52
3.3.5.3	Empfindlichkeit gegen Spannungsrisskorrosion .....	52
3.4	Spannglieder .....	52
3.4.1	Verankerungen und Kopplungen .....	52
3.4.1.1	Allgemeines .....	52
3.4.1.2	Mechanische Eigenschaften .....	53
3.4.2	Spannkänie und Hüllrohre .....	53
3.4.2.1	Allgemeines .....	53
4	<b>Bemessung von Querschnitten und Bauteilen</b> .....	54
4.1	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit .....	54
4.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	54
4.1.1	Allgemeines .....	54
4.1.2	Einwirkungen .....	54
4.1.2.1	Allgemeines .....	54
4.1.2.2	Umweltbedingungen .....	54
4.1.2.3	Chemischer Angriff .....	54
4.1.2.4	Physikalische Angriffe .....	55
4.1.2.5	Indirekte Einwirkung .....	55
4.1.3	Bemessung .....	55
4.1.3.1	Allgemeines .....	55
4.1.3.2	Bemessungskriterien .....	56
4.1.3.3	Betondeckung .....	56
4.1.4	Baustoffe .....	59
4.1.5	Bauausführung .....	59
4.2	Bemessungswerte .....	60
4.2.1	Beton .....	60
4.2.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	60
4.2.1.1	Allgemeines .....	60

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	Seite	
4.2.1.2	Physikalische Eigenschaften .....	60
4.2.1.3	Mechanische Eigenschaften .....	60
4.2.1.4	Zeitabhängiges Verhalten .....	63
4.2.2	Stahlbeton .....	63
4.2.2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen .....	63
4.2.2.1	Betonstahl, allgemein .....	64
4.2.2.2	Physikalische Eigenschaften des Betonstahls .....	64
4.2.2.3	Mechanische Eigenschaften des Betonstahls .....	64
4.2.2.4	Technologische Eigenschaften von Betonstahl .....	65
4.2.3	Spannbeton .....	65
4.2.3.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6, 1.7 und 2.5.4.0) .....	65
4.2.3.1	Spannstahl, allgemein .....	66
4.2.3.2	Physikalische Eigenschaften des Spannstahls .....	66
4.2.3.3	Mechanische Eigenschaften des Spannstahls .....	66
4.2.3.4	Technologische Eigenschaften des Spannstahls .....	68
4.2.3.5	Planung von Bauteilen aus vorgespanntem Beton .....	69
4.3	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	75
4.3.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit für Biegung mit Längskraft .....	75
4.3.1.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	75
4.3.1.1	Allgemeines .....	75
4.3.1.2	Bemessungswerte der aufnehmbaren Schnittgrößen von Balken unter Biegung mit Längskraft .....	75
4.3.1.3	Versagen ohne Vorankündigung und scheinbare Überfestigkeiten .....	76
4.3.2	Querkraft .....	76
4.3.2.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	76
4.3.2.1	Allgemeines .....	77
4.3.2.2	Bemessungsverfahren für Querkraft .....	78
4.3.2.3	Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Schubbewehrung ( $V_{Sd} \leq V_{Rd1}$ ) .....	79
4.3.2.4	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Schubbewehrung ( $V_{Sd} > V_{Rd1}$ ) .....	80
4.3.2.5	Schub zwischen Balkensteg und Gurt .....	84
4.3.3	Torsion .....	85
4.3.3.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	85
4.3.3.1	Reine Torsion .....	85
4.3.3.2	Kombinierte Beanspruchung aus Einwirkungen .....	87
4.3.3.3	Wölbkrafttorsion .....	89
4.3.4	Durchstanzen .....	89
4.3.4.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	89
4.3.4.1	Allgemeines .....	89
4.3.4.2	Anwendungsbereich und Begriffe .....	90
4.3.4.3	Verfahren für den Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen .....	92
4.3.4.4	Platten mit veränderlicher Dicke .....	93
4.3.4.5	Querkrafttragfähigkeit .....	95
4.3.5	Grenzzustände der Tragfähigkeit infolge Tragwerksverformungen (Knicksicherheitsnachweis) .....	97
4.3.5.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	97
4.3.5.1	Anwendungsbereich und Begriffe .....	98
4.3.5.2	Nachweisverfahren .....	98
4.3.5.3	Einteilung der Tragwerke und Tragwerksteile .....	99
4.3.5.4	Imperfektionen .....	100
4.3.5.5	Besondere Angaben für unterschiedliche Tragwerksarten .....	101
4.3.5.6	Vereinfachte Bemessungsverfahren für Einzeldruckglieder .....	103
4.3.5.7	Kippen schlanker Träger .....	106
4.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	107
4.4.0	Allgemeines .....	107
4.4.0.1	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	107
4.4.0.2	Anwendungsbereich .....	108
4.4.1	Begrenzung der Spannungen unter Gebrauchsbedingungen .....	108
4.4.1.1	Grundlagen .....	108
4.4.1.2	Nachweis der Spannung .....	108
4.4.2	Grenzzustände der Rißbildung .....	109
4.4.2.1	Allgemeines .....	109
4.4.2.2	Mindestbewehrung .....	110
4.4.2.3	Beschränkung der Rißbildung ohne direkte Berechnung .....	111
4.4.2.4	Berechnung der Rißbreite .....	113
4.4.3	Grenzzustände der Verformung .....	116
4.4.3.1	Grundlagen .....	116
4.4.3.2	Fälle, in denen auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden kann .....	117
4.4.3.3	Rechnerischer Nachweis der Durchbiegungen .....	118
5	Bauliche Durchbildung .....	119
5.0	Formelzeichen und Kurzzeichen (siehe auch Abschnitte 1.6 und 1.7) .....	119
5.1	Allgemeines .....	120
5.2	Betonstahl .....	120
5.2.1	Allgemeine Bewehrungsregeln .....	120
5.2.1.1	Stababstände .....	120
5.2.1.2	Zulässige Krümmungen .....	120

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	Seite	
5.2.2	Verbund .....	121
5.2.2.1	Verbundbedingungen .....	121
5.2.2.2	Verbundspannung im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	122
5.2.2.3	Grundmaß der Verankerungslänge .....	122
5.2.3	Verankerungen .....	122
5.2.3.1	Allgemeines .....	122
5.2.3.2	Verankerungsarten .....	123
5.2.3.3	Querbewehrung parallel zur Betonoberfläche .....	124
5.2.3.4	Erforderliche Verankerungslänge .....	124
5.2.3.5	Verankerung mit Ankerkörpern .....	124
5.2.4	Stöße .....	124
5.2.4.1	Übergreifungsstöße von Stäben oder Drähten .....	126
5.2.4.2	Stöße bei geschweißten Betonstahlmatten aus Rippenstäben .....	127
5.2.5	Verankerung von Bügeln und Schubbewehrung .....	128
5.2.6	Zusätzliche Regeln für Rippenstäbe mit Nenndurchmessern größer als <u>32</u> mm .....	128
5.2.6.1	Bauliche Durchbildung .....	128
5.2.6.2	Verbund .....	128
5.2.6.3	Verankerungen und Stöße .....	129
5.2.7	Stabbindel aus Rippenstäben .....	129
5.2.7.1	Allgemeines .....	130
5.2.7.2	Verankerungen und Stöße .....	130
5.3	Spannglieder .....	130
5.3.1	Anordnung der Spannglieder .....	130
5.3.2	Betondeckung .....	130
5.3.3	Waagerechter und lotrechter Abstand .....	130
5.3.3.1	Vorspannung mit sofortigem Verbund .....	130
5.3.3.2	Vorspannung mit nachträglichem Verbund .....	131
5.3.4	Verankerungen und Kopplungen von Spanngliedern .....	131
5.4	Bauteile .....	131
5.4.1	Stützen, Druckglieder .....	131
5.4.1.1	Mindestabmessungen .....	131
5.4.1.2	Längs- und Querbewehrung .....	132
5.4.2	Balken .....	132
5.4.2.1	Längsbewehrung .....	134
5.4.2.2	Schubbewehrung .....	136
5.4.2.3	Torsionsbewehrung .....	136
5.4.2.4	Hautbewehrung .....	137
5.4.3	Auf der Baustelle betonierete Vollplatten .....	137
5.4.3.1	Mindestdicke .....	137
5.4.3.2	Biegebewehrung .....	138
5.4.3.3	Schubbewehrung .....	139
5.4.4	Konsolen .....	139
5.4.5	Wandartige Träger .....	139
5.4.6	Verankerungsbereiche für Vorspannkkräfte bei nachträglichem Verbund .....	140
5.4.7	Stahlbetonwände .....	140
5.4.7.1	Allgemeines .....	140
5.4.7.2	Lotrechte Bewehrung .....	140
5.4.7.3	Waagerechte Bewehrung .....	140
5.4.7.4	Querbewehrung .....	140
5.4.8	Sonderfälle .....	140
5.4.8.1	Teilflächenbelastung .....	141
5.4.8.2	Umlenkkräfte .....	141
5.4.8.3	Indirekte Auflager .....	142
5.5	Schadensbegrenzung bei außergewöhnlichen Einwirkungen .....	142
5.5.1	Ringanker .....	142
5.5.2	Bemessung von Ringankern .....	142
5.5.3	Durchlaufwirkung und Verankerung .....	142
6	Bauausführung .....	143
6.1	Zweck .....	143
6.2	Maßabweichungen .....	143
6.2.1	Maßabweichungen - Allgemeines .....	143
6.2.2	Maßabweichungen in bezug auf die Tragsicherheit .....	143
6.2.3	Maßabweichungen für die Betondeckung .....	144
6.2.4	Maßabweichungen bei der Bauausführung .....	144
6.3	Ausführungsregeln .....	144
6.3.1	Beton .....	144
6.3.2	Schalung und Lehrgerüst .....	145
6.3.3	Betonstahl .....	144
6.3.2.1	Grundlegende Anforderungen .....	144
6.3.2.2	Oberflächenbeschaffenheit .....	144
6.3.2.3	Vorübergehende Hilfsvorrichtungen für die Bauausführung .....	145
6.3.2.4	Ausschalen und Ausrüsten .....	145
6.3.3.1	Grundlegende Anforderungen .....	145
6.3.3.2	Transport, Lagerung und Herstellung der Bewehrung .....	145
6.3.3.3	Schweißen .....	145
6.3.3.4	Stöße .....	146

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

	Seite	
6.3.3.5	Herstellung, Zusammenbau und Einbau der Bewehrung .....	146
6.3.4	Spannstahl .....	146
6.3.4.1	Grundlegende Anforderungen .....	146
6.3.4.2	Transport und Lagerung der Spannglieder .....	146
6.3.4.3	Herstellung der Spannglieder .....	147
6.3.4.4	Einbau der Spannglieder .....	147
6.3.4.5	Spannvorgang .....	148
6.3.4.6	Verpressen und andere Schutzmaßnahmen .....	148
7	Güteüberwachung .....	150
7.1	Geltungsbereich und Ziel .....	150
7.2	Einteilung der Überwachungsmaßnahmen .....	150
7.2.1	Allgemeines .....	150
7.2.2	Eigenüberwachung .....	150
7.2.3	Fremdüberwachung .....	150
7.2.4	Konformitätskontrolle .....	150
7.3	Nachweissysteme .....	150
7.4	Überwachung von Planung und Ausführung .....	151
7.5	Überwachung der Tragwerksplanung .....	151
7.6	Überwachung von Herstellung und Ausführung .....	151
7.6.1	Überwachungsziel .....	151
7.6.2	Ziel der Kontrollen während der Herstellung und Ausführung .....	151
7.6.3	Überwachungsschritte bei Herstellung und Ausführung .....	151
7.6.4	Eignungsprüfungen .....	151
7.6.5	Prüfungen während der Bauausführung .....	151
7.6.5.1	Allgemeine Forderungen .....	151
7.6.5.2	Abnahmekontrollen für Baustellenzulieferungen .....	153
7.6.5.3	Kontrollen vor dem Betonieren und während des Spanns .....	153
7.6.6	Konformitätskontrolle .....	153
7.7	Überwachung und Unterhaltung des fertiggestellten Bauwerks .....	154
Anhang 1	Zusätzliche Hinweise zur Ermittlung der Auswirkung zeitabhängiger Betonverformungen .....	155
Anhang 2	Nichtlineare Verfahren der Schnittgrößenermittlung .....	159
Anhang 3	Ergänzende Hinweise zu den durch Tragwerksverformungen hervorgerufenen Grenzzuständen der Tragfähigkeit .....	164
Anhang 4	Rechnerische Ermittlung von Tragwerksverformungen .....	171