

DIN EN 1993-1-11

ICS 91.010.30; 91.080.10

Mit DIN EN 1993-2:2007-02
Ersatz für
DIN V ENV 1993-2:2001-02

**Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten –
Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit
Zuggliedern aus Stahl;
Deutsche Fassung EN 1993-1-11:2006**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-11: Design of structures with tension components;
German version EN 1993-1-11:2006

Eurocode 3: Calcul des structures en acier –
Partie 1-11: Calcul des structures à câbles ou éléments tendus;
Version allemande EN 1993-1-11:2006

Gesamtumfang 43 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-11:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Spiegelausschusses NA 005-08-16 AA „Tragwerksbemessung“ begleitet.

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Januar 2006 angenommen.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

Ein Nationaler Anhang wird im Laufe der Übergangsfristen erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN V ENV 1993-2:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Anhang A der DIN V ENV 1993-2:2001-02 wurde als eigenständiges Dokument DIN EN 1993-1-11 herausgelöst;
- b) die Stellungnahmen der nationalen Normungsinstitute wurden eingearbeitet;
- c) der Vornormcharakter wurde aufgehoben;
- d) der Text wurde vollständig überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1993-2: 2001-02

Deutsche Fassung

**Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit
Zuggliedern aus Stahl**

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-11: Design
of structures with tension components

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-11:
Calcul des structures à câbles ou éléments tendus

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Januar 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort.....	4
Nationaler Anhang zu EN 1993-1-11	4
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich.....	5
1.2 Normative Verweisungen	6
1.3 Begriffe	7
1.4 Formelzeichen	9
2 Grundlagen für die Tragwerksplanung.....	9
2.1 Allgemeines	9
2.2 Anforderungen	9
2.3 Einwirkungen	10
2.3.1 Eigengewicht von Zuggliedern.....	10
2.3.2 Windeinwirkungen	11
2.3.3 Eislaster	11
2.3.4 Thermische Einwirkungen	11
2.3.5 Vorspannung	11
2.3.6 Kabelaustausch und Kabelausfall	12
2.3.7 Ermüdungsbelastung.....	12
2.4 Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte.....	12
2.4.1 Vorübergehende Bemessungssituationen während der Bauausführung	12
2.4.2 Ständige Bemessungssituationen unter Betriebsbedingungen.....	13
3 Werkstoffe	13
3.1 Stahlfestigkeiten und Drahtfestigkeiten	13
3.2 Elastizitätsmodul	13
3.2.1 Zugglieder der Gruppe A (Zugstabsysteme).....	13
3.2.2 Zugglieder der Gruppe B (Seile).....	13
3.2.3 Zugglieder der Gruppe C (Paralleldrahtbündel)	15
3.3 Wärmeausdehnungskoeffizient.....	16
3.4 Längenzuschnitt für Zugelemente der Gruppe B	16
3.5 Längen und Herstellungstoleranzen.....	16
3.6 Reibbeiwerte.....	16
4 Dauerhaftigkeit von Drähten, Seilen und Litzen.....	17
4.1 Allgemeines	17
4.2 Korrosionsschutz der Einzeldrähte	17
4.3 Korrosionsschutz in den Drahtzwischenräumen bei Zuggliedern der Gruppe B.....	17
4.4 Korrosionsschutz der Oberfläche von Zuggliedern der Gruppe B	18
4.5 Korrosionsschutz bei Zuggliedern der Gruppe C	18
4.6 Korrosionsschutzmaßnahmen im Bereich von Anschlüssen.....	18
5 Tragwerksberechnung	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Vorübergehende Bemessungssituationen während der Bauausführung	19
5.3 Ständige Bemessungssituationen unter Betriebsbedingungen.....	19
5.4 Nichtlineare Wirkungen infolge Verformungen	20
5.4.1 Allgemeines	20
5.4.2 Wirkung des Seildurchhangs	20
5.4.3 Wirkung der Tragwerksverformung.....	20
6 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	20
6.1 Zugstabsysteme.....	20

6.2	Vorspannstäbe und Zugglieder der Gruppen B und C	21
6.3	Sättel	23
6.3.1	Geometrische Bedingungen	23
6.3.2	Rutschen der Seile auf dem Sattel	24
6.3.3	Querpressung	25
6.3.4	Bemessung der Sättel	26
6.4	Klemmen	26
6.4.1	Rutschen der Klemmen	26
6.4.2	Querpressung	26
6.4.3	Bemessung der Klemmen	27
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	27
7.1	Gebrauchstauglichkeitskriterien	27
7.2	Spannungsbegrenzungen	28
8	Seilschwingungen	29
8.1	Allgemeines	29
8.2	Maßnahmen zur Reduzierung von Seilschwingungen	30
8.3	Abschätzung der Gefährdung	30
9	Ermüdung	30
9.1	Allgemeines	30
9.2	Veränderliche Seilkräfte	31
Anhang A (informativ) Produktanforderungen an Zugglieder aus Stahl		32
A.1	Anwendungsbereich	32
A.2	Grundlegende Anforderungen	32
A.3	Werkstoffe	33
A.4	Versuchsanforderungen	33
A.4.1	Allgemeines	33
A.4.2	Hauptzugelemente	34
A.4.3	Litzen und komplette Kabel	34
A.4.4	Reibbeiwert	35
A.4.5	Korrosionsschutz	35
Anhang B (informativ) Transport, Lagerung und Handhabung		36
Anhang C (informativ) Glossar		37
C.1	Produkte der Gruppe A	37
C.2	Produkte der Gruppe B	37
C.3	Drahtseilendstücke	39
C.4	Produkte der Gruppe C	40

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-11:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Euro-codes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2007, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1993-2 teilweise.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Nationaler Anhang zu EN 1993-1-11

Diese Norm enthält alternative Vorgehensweisen, Zahlenwerte sowie Empfehlungen. Durch besonderen Hinweis (Anmerkungen) sind die Stellen gekennzeichnet, bei denen eine nationale Auswahl getroffen werden darf. EN 1993-1-11 enthält bei der nationalen Einführung einen Nationalen Anhang. Dieser Anhang legt die nationalen Parameter fest, die für die Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl verwendet werden müssen.

Eine nationale Wahl darf für folgende Abschnitte erfolgen:

2.3.6(1)	6.2(2)
2.3.6(2)	6.3.2(1)
2.4.1(1)	6.3.4(1)
3.1(1)	6.4.1(1)P
4.4(2)	7.2(2)
4.5(4)	A.4.5.1(1)
5.2(3)	A.4.5.2(1)
5.3(2)	B(6)

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1993-1-11 regelt die Bemessung und die Konstruktion von Zuggliedern aus Stahl, die aufgrund ihrer Anschlussausbildung nachstellbar und austauschbar sind, siehe Tabelle 1.1.

ANMERKUNG Aufgrund der Anforderung, dass die Zugglieder nachstellbar und austauschbar sind, handelt es sich bei Zuggliedern im Allgemeinen um vorgefertigte Produkte, die in dem Tragwerk installiert werden. Nicht nachstellbare oder austauschbare Zugglieder, z. B. luftgesponnene Hauptkabel von Hängebrücken oder externe Spannglieder im Spannbetonbau, befinden sich, obwohl ein Teil der hier angegebenen Regeln anwendbar wäre, außerhalb des Anwendungsbereiches von EN 1993-1-11.

(2) Die Regeln ermöglichen, technische Anforderungen an vorgefertigte Zugglieder festzulegen und ihre Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit nachzuweisen.

Tabelle 1.1 — Gruppen von Zuggliedern

Gruppe	Hauptsächlicher Bestandteil bzw. Grundelement	Zugglied
A	Zugstab	Zugstabsystem, Vorspannstab
B	Runddraht	Spiralseil
	Rund- und Z-Draht	Vollverschlossenes Seil
	Rund- und Litzendraht	Litzenseil
C	Runddraht	Paralleldrahtlitze
	Runddraht	Paralleldrahtbündel
	Sieben-Drähte-(Vorspann-)Litze	Parallellitzenbündel

ANMERKUNG 1 Produkte der Gruppe A sind Zugstäbe und Zugstabsysteme, die im Allgemeinen aus runden Vollstäben bestehen, mit Gewinden an den Enden. Die Anwendung erfolgt im Wesentlichen bei

- Verbänden für Dächer, Wände und Träger;
- Abspannungen für Dachelemente und Pylone;
- Zugstabsystemen in Stahl-Holz-Fachwerken und Stahltragwerken sowie Raumfachwerken.

ANMERKUNG 2 Produkte der Gruppe B umfassen Spirallitzen, vollverschlossene Seile und Drahtseile, die in Seilköpfen oder anderen Endstücken verankert sind. Sie werden hauptsächlich mit Durchmessern im Bereich von 5 mm bis 160 mm hergestellt, siehe EN 12385-2. Die Anwendung besteht im Wesentlichen in

- Abspannungen: für Antennen, Kamine, Maste und Brücken;
- Tragseilen und Randseilen: für Leichtbautragwerke;
- Hängern und Kabeln: für Hängebrücken;
- Stabilisierungsseilen: für Seilnetzwerke und Holz- und Stahlfachwerke;
- Handlaufseilen: für Geländer, Balkone, Brückengeländer und Leiteinrichtungen.

Vollverschlossene Seile werden mit Durchmessern von 20 mm bis 180 mm hergestellt. Sie werden hauptsächlich eingebaut als

- Schrägseile, Hängeseile und Hänger: für Brückenbauwerke;
- Tragseile und Abspannseile: für Seiltragwerke;
- Randseile: für Seilnetze;
- Abspannseile: für Pylone, Maste und Antennen.

Drahtseile finden hauptsächlich Verwendung als

- Abspannseile: für Maste und Antennen;
- Hänger: von Hängebrücken;
- Dämpfer, Verbindungsseile: zwischen Schrägseilen;
- Randseile: für Membrankonstruktionen;
- Geländerseile: für Geländer, Balkone, Brücken und Leiteinrichtungen.

ANMERKUNG 3 Produkte der Gruppe C umfassen Paralleldrahtbündel und Parallellitzenbündel, die entweder einzeln oder im Bündel verankert und gegen Korrosion geschützt sind.

Paralleldrahtbündel werden im Wesentlichen bei Schrägseilen, Hauptkabeln von Hängebrücken und als externe Vorspannglieder verwendet.

Parallellitzenbündel finden hauptsächlich als Schrägseile für Verbund- oder Stahlbrücken Verwendung.

(4) Folgende Endverankerungen werden in EN 1993-1-11 für Produkte der Gruppe B oder C behandelt:

- Seilköpfe mit Metall- oder Kunstharzverguss, siehe EN 13411-4;
- Seilköpfe mit Zementmörtelverguss;
- verpresste Seilschlaufen, siehe EN 13411-3;
- angepresste Seilköpfe und Anschlussstücke;
- Reibverankerungen mit U-förmigem Klemmbügel, siehe EN 13411-5;
- Bündelverankerungen mit Keilen, kaltgeformten Drahtköpfen oder Muttern für Zugstäbe.

ANMERKUNG Anhang C gibt Hinweise zur Terminologie.

1.2 Normative Verweisungen

(1) Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 10138, *Spannstähle*

Teil 1: *Allgemeine Anforderungen*

Teil 2: *Draht*

Teil 3: *Litze*

Teil 4: *Stäbe*

EN 10244, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Überzüge aus Nichteisenmetall auf Stahldraht*

Teil 1: *Allgemeine Regeln*

Teil 2: *Überzüge aus Zink und Zinklegierungen*

Teil 3: *Überzüge aus Aluminium*

EN 10264, *Stahldraht und Drahterzeugnisse — Stahldraht für Seile*

Teil 1: *Allgemeine Anforderungen*

Teil 2: *Kaltgezogener Draht aus unlegiertem Stahl für Seile für allgemeine Verwendungszwecke*

Teil 3: *Runder und profilierter Draht aus unlegiertem Stahl für hohe Beanspruchungen*

Teil 4: *Draht aus nicht rostendem Stahl*

EN 12385, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit*

Teil 1: *Allgemeine Anforderungen*

Teil 2: *Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung*

Teil 3: *Information über Gebrauch und Instandhaltung*

Teil 4: *Litzenseile für allgemeine Hebezwecke*

Teil 10: *Spiralseile für den allgemeinen Baubereich*

EN 13411, *Endverbindungen für Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit*

Teil 3: *Verpresste Seilschlaufen*

Teil 4: *Vergießen mit Metall oder Kunstharz*

Teil 5: *Drahtseilklemmen mit U-förmigem Klemmbügel*

1.3 Begriffe

(1) Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

1.3.1

Litze

ein Seilelement, üblicherweise bestehend aus einer Anordnung von Drähten mit geeignetem Querschnitt und Abmessungen, die spiralförmig lagenweise gleichgerichtet oder gegengerichtet um ein Zentralstück gelegt sind

1.3.2

Litzenseil

eine Anordnung von mehreren Litzen, die spiralförmig einlagig oder lagenweise um einen Kern (Seil mit einer Lage) oder ein Zentralstück (drillfreies oder parallel geschlossenes Seil) gelegt sind

1.3.3

Spiralseil

eine Anordnung von mindestens zwei Drahtlagen, die spiralförmig um ein Zentralstück (üblicherweise einen Draht) gelegt sind

1.3.4

Spirallitzenseil

Spiralseil nur aus Runddrähten

1.3.5

vollverschlossenes Seil

Spiralseil mit einer äußeren Lage von vollverschlossenen (Z-)Drähten

1.3.6

Füllfaktor f

Verhältnis der Summe der Nennquerschnittsflächen A der Drähte in einem Seil und der umschriebenen Fläche A_u des Seiles mit dem Nenndurchmesser d

1.3.7

Seilverlustfaktor k

im Bruchlastfaktor K enthaltener Abminderungsbeiwert infolge Verseilung

1.3.8

Bruchlastfaktor K

ein empirischer Faktor für die Bestimmung der Mindestbruchlast eines Seiles:

$$K = \frac{\pi f k}{4}$$

Dabei ist

f der Füllfaktor;

k der Abminderungsfaktor für Verdrillung.

ANMERKUNG K -Faktoren werden für die häufigsten Seilklassen und Bauarten in den entsprechenden Teilen von EN 12385 angegeben.

1.3.9

Mindestbruchlast $F_{\min}$

die Mindestbruchlast ist in der Regel folgendermaßen anzusetzen:

$$F_{\min} = \frac{d^2 R_f K}{1\,000} \text{ in kN}$$

Dabei ist

d der Nenndurchmesser in mm;

K der Bruchlastfaktor;

R_f die Seilfestigkeit in N/mm².

1.3.10

Seilfestigkeit R_f

ein Niveau für die Anforderung an die Bruchlast, die durch einen Wert (z. B. 1 770 N/mm² oder 1 960 N/mm²) bezeichnet wird

ANMERKUNG Die Einzeldrahtfestigkeit für das Seil entspricht nicht notwendigerweise diesen Werten.

1.3.11

Einheitsgewicht w

Seileigengewicht bezogen auf den metallischen Querschnitt A_m und die Einheitslänge unter Berücksichtigung der Wichten des Stahls und des Korrosionsschutzsystems

1.3.12

Kabel

Hauptzugelement in einem Tragwerk (z. B. einer Schrägseilbrücke), das aus einem Seil, einer Litze, einem Paralleldrahtbündel oder einem Parallellitzenbündel bestehen kann

1.4 Formelzeichen

- (1) Es gelten die Formelzeichen in EN 1993-1-1, 1.6 und EN 1993-1-9, 1.6.
- (2) Weitere Formelzeichen werden erklärt, wenn sie im Text zum ersten Mal erscheinen.

ANMERKUNG Formelzeichen dürfen verschiedene Bedeutungen haben.

2 Grundlagen für die Tragwerksplanung

2.1 Allgemeines

- (1)P Für den Entwurf, die Bemessung und die Berechnung von Tragwerken mit Zuggliedern gelten die Anforderungen der EN 1990.
- (2) Zusätzlich gelten die in dieser Norm angegebenen Anforderungen an Zugglieder.
- (3) In Bezug auf die Dauerhaftigkeit darf nach den folgenden Anforderungsklassen unterschieden werden:

Tabelle 2.1 — Anforderungsklassen

Ermüdungsbeanspruchung	Korrosionsbeanspruchung	
	äußeren Umwelteinflüssen nicht ausgesetzt	äußeren Umwelteinflüssen ausgesetzt
keine signifikante Ermüdungsbeanspruchung	Klasse 1	Klasse 2
Ermüdungsbeanspruchung im Wesentlichen durch Längskräfte	Klasse 3	Klasse 4
Ermüdungsbeanspruchung durch Längskräfte und Biegung (Wind und Regen)	—	Klasse 5

- (4) Es wird vorausgesetzt, dass die Anschlüsse von Zuggliedern an das Tragwerk austauschbar und nachstellbar ausgebildet sind.

2.2 Anforderungen

- (1)P Bei Entwurf, Bemessung und Berechnung von Zuggliedern müssen folgende Grenzzustände beachtet werden:

- 1) Tragfähigkeit: Nachweis, dass der Bemessungswert der Längskräfte unter dem Bemessungswert der Zugtragfähigkeit liegt, siehe Abschnitt 6.
- 2) Gebrauchstauglichkeit: Begrenzung der Höhe der Spannungen und Dehnungen im Bauteil, siehe Abschnitt 7.

ANMERKUNG Wegen der vorherrschenden Dauerhaftigkeitsaspekte können die Gebrauchstauglichkeitsnachweise maßgebend sein und besondere Tragfähigkeitsnachweise überflüssig machen.

- 3) Ermüdung: Begrenzung der Spannungsschwingbreiten aus veränderlichen Längskräften und aus Schwingungen infolge Wind- oder Regen-Wind-Erregung, siehe Abschnitt 8 und Abschnitt 9.

ANMERKUNG Aufgrund der Modellunsicherheit bei der Beschreibung des Erregungsmechanismus von Zuggliedern sind in der Regel ergänzend zu den Ermüdungsnachweisen zusätzliche Gebrauchstauglichkeitsnachweise zu führen.

(2) Zur Vermeidung einer möglichen Entlastung von Zuggliedern (d. h. Spannungsabfall unter null, der zu unkontrollierten Verformungen, Ermüdungsbeanspruchungen oder Beschädigungen von tragenden oder nicht tragenden Bauteilen führen kann) sowie bei bestimmten Arten von Seiltragwerken werden Zugelemente durch eingeprägte Verformungen (Vorspannungsmaßnahmen) vorgespannt.

Infolgedessen bestehen die ständigen Einwirkungen aus Schwerkraftwirkungen „G“ und der Vorspannung „P“, die in der Regel als eine einzige einheitliche Einwirkung „G + P“ anzusetzen und auf die der maßgebende Teilsicherheitsbeiwert γ_{Gi} anzuwenden ist, siehe Abschnitt 5.

ANMERKUNG Für andere Werkstoffe und Bauweisen können andere Regeln für die Kombination von „G“ und „P“ gelten.

(3) Anschlüsse an vorgefertigte Zugglieder, wie Sättel oder Klemmen, sind in der Regel für ausreichende Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit mit Einwirkungen zu bemessen, die der Bruchlast oder Prüflast des Seiles entsprechen, siehe Abschnitt 6. EN 1993-1-9 gibt Hinweise zur Ermüdungsfestigkeit.

ANMERKUNG Die Ermüdungsbelastung der Seile ist von dem kleinsten Radius (siehe Bild 6.1) am Sattel oder an der Verankerung abhängig.

2.3 Einwirkungen

2.3.1 Eigengewicht von Zuggliedern

(1) Der charakteristische Wert des Eigengewichts von Zuggliedern und ihren Anschlüssen ist in der Regel aus der Querschnittsfläche und den Wichten der verwendeten Werkstoffe zu ermitteln, wenn nicht auf Angaben in EN 12385 zurückgegriffen werden kann.

(2) Bei Spirallitzen, verschlossenen Seilen und Drahtseilen darf der Nennwert des Eigengewichts g_k wie folgt bestimmt werden:

$$g_k = w A_m \quad (2.1)$$

Dabei ist

A_m die metallische Querschnittsfläche in mm²;

w das Einheitsgewicht, das die Wichten des Stahls und des Korrosionsschutzes berücksichtigt, in N/mm³, siehe Tabelle 2.2.

(3) A_m darf wie folgt ermittelt werden:

$$A_m = \frac{\pi d^2}{4} f \quad (2.2)$$

Dabei ist

d der Außendurchmesser des Seiles oder der Litze (einschließlich Hüllrohr, falls vorhanden) in mm;

f der Füllfaktor, siehe Tabelle 2.2.

Tabelle 2.2 — Einheitsgewicht w und Füllfaktor f

		Füllfaktor f							Einheits- Gewicht
		Kerndrähte + 1 Lage Z-Drähte	Kerndrähte + 2 Lagen Z-Drähte	Kerndrähte + > 2 Lagen Z-Drähte	Anzahl der Drahtlagen um Kerndraht				$w \times 10^{-7}$
					1	2	3–6	> 6	$\frac{N}{\text{mm}^3}$
1	Spirallitzen-seile				0,77	0,76	0,75	0,73	830
2	Vollverschlos-sene Seile	0,81	0,84	0,88					830
3	Spiraldraht-seile				0,56				930

(4) Bei Paralleldrahtseilen oder Parallellitenseilen darf der metallische Querschnitt wie folgt bestimmt werden:

$$A_m = n a_m \quad (2.3)$$

Dabei ist

n die Anzahl identischer Drähte oder Litzen im Seil;

a_m die Querschnittsfläche eines Drahtes (auf der Basis des Durchmessers) oder einer (Vorspann-)Litze (entsprechend der jeweiligen Produktnorm).

(5) Bei Zuggliedern der Gruppe C ist das Eigengewicht in der Regel aus dem Gewicht der einzelnen Drähte oder Litzen und dem Gewicht des Korrosionsschutzes (HDPE, Wachs usw.) zu ermitteln.

2.3.2 Windeinwirkungen

(1) Folgende Windeffekte sind in der Regel zu berücksichtigen:

- die statischen Auswirkungen der Windkräfte auf die Seile, siehe EN 1991-1-4, einschließlich der Durchbiegungen und Biegemomente an den Seilenden,
- aerodynamische und andere Erregungen, die zu Schwingungen führen können, siehe Abschnitt 8.

2.3.3 Eislasten

(1) EN 1993-3-1, Anhang B enthält Hinweise zu Eislasten.

2.3.4 Thermische Einwirkungen

(1) Bei thermischen Einwirkungen ist in der Regel auch die Wirkung von Temperaturunterschieden zwischen den Seilen und dem restlichen Tragwerk zu berücksichtigen.

(2) Bei äußeren Umwelteinflüssen ausgesetzten Seilen ist in der Regel die Wirkung von Temperaturunterschieden nach EN 1991-1-5 zu berücksichtigen.

2.3.5 Vorspannung

(1) Die erforderlichen Vorspannungen sind in der Regel so einzustellen, dass das Tragwerk nach Aufbringung aller ständigen Einwirkungen die geforderte geometrische Form und Spannungsverteilung erreicht.