

DIN EN 1993-1-11

ICS 91.010.30; 91.080.10

Ersatzvermerk
siehe unten

**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 + AC:2009**

Eurocode 3: Design of steel structures –
Part 1-11: Design of structures with tension components;
German version EN 1993-1-11:2006 + AC:2009

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 + AC:2009

Ersatzvermerk

Ersatz für DIN EN 1993-1-11:2007-02;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-3:2010-12,
DIN EN 1993-1-3/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-5:2010-12, DIN EN 1993-1-5/NA:2010-12,
DIN EN 1993-1-8:2010-12, DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-9:2010-12,
DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-10:2010-12, DIN EN 1993-1-10/NA:2010-12 und
DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12 Ersatz für DIN 18800-1:2008-11;
mit DIN EN 1993-1-1:2010-12, DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, DIN EN 1993-1-8:2010-12,
DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 und DIN EN 1993-1-11/NA:2010-12 Ersatz für DIN 18801:1983-09;
Ersatz für DIN EN 1993-1-11 Berichtigung 1:2009-11

Gesamtumfang 45 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1993-1-11:2006 + AC:2009) 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.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen **AC** **AC** angezeigt.

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.

Gegenüber DIN EN 1993-1-11:2007-02, DIN EN 1993-1-11 Berichtigung 1:2009-11, DIN 18800-1:2008-11 und DIN 18801:1983-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN 1050: 1934-08, 1937xxxx-07, 1946-10, 1957x-12, 1968-06

DIN 1073: 1928-04, 1931-09, 1941-01, 1974-07

DIN 1073 Beiblatt: 1974-07

DIN 1079: 1938-01, 1938-11, 1970-09

DIN 4100: 1931-05, 1933-07, 1934xxxx-08, 1956-12, 1968-12

DIN 4101: 1937xxx-07, 1974-07

DIN 18800-1: 1981-03, 1990-11, 2008-11

DIN 18800-1/A1: 1996-02

DIN 18801: 1983-09

DIN V ENV 1993-2: 2001-02

DIN EN 1993-1-11: 2007-02

DIN EN 1993-1-11 Berichtigung 1: 2009-11

— Leerseite —

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 Berichtigung tritt am 29. April 2009 in Kraft und wurde in EN 1993-1-11:2006 eingearbeitet.

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 des CEN 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, Bulgarien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 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 Eislasten	11
2.3.4 Thermische Einwirkungen	11
2.3.5 Vorspannung	11
2.3.6 Seilaustausch und Seilausfall	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	13
3.2.2 Zugglieder der Gruppe B	13
3.2.3 Zugglieder der Gruppe C	15
3.3 Wärmeausdehnungskoeffizient	16
3.4 Längenzuschnitt für Zugglieder 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	Querverpressung	25
6.3.4	Bemessung der Sättel	26
6.4	Klemmen	26
6.4.1	Rutschen der Klemmen	26
6.4.2	Querverpressung	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) Produkthanforderungen 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 Seile	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 + AC:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau verantwortlich.

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, Anhang A  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	Offenes Spiralseil
	Rund- und Z-Draht	Vollverschlossenes Spiralseil
	Rund- und Litzendraht	Rundlitzenseil
C	Runddraht	Paralleldrahtlitze
	Runddraht	Paralleldrahtbündel
	Sieben-Drähte-(Vorspann-)Litze	Litzenbündelseil

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 bestehen aus Drähten, 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.

Offene Spiralseile finden hauptsächlich Verwendung als

- 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 Spiralseile werden mit Durchmessern von 20 mm bis 180 mm hergestellt. Sie finden hauptsächlich Verwendung als

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

Rundlitzenseile 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 Litzenbündelseile, 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.

Litzenbündelseile 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

Rundlitzenseil

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

Offenes Spiralseil

Spiralseil nur aus Runddrähten

1.3.5

Vollverschlossenes Spiralseil

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 des Seils;

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:

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

Dabei ist

d der Nenndurchmesser in mm;

K der Bruchlastfaktor;

R_r die Seilfestigkeit in N/mm².

1.3.10

Seilfestigkeit

R_r

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

Seil

Hauptzugelement in einem Tragwerk (z. B. einer Schrägseilbrücke), das aus einem Spiralseil, einem Rundlitzenseil, einem Paralleldrahtbündel oder einem Litzenbündelseil 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) Die Anschlüsse von Zuggliedern an das Tragwerk sind in der Regel austauschbar und nachstellbar auszubilden.

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  offenen Spiralseilen, vollverschlossenen Spiralseilen und Rundlitzenseilen  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.