

	Freileitungen über AC 45 kV Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen Deutsche Fassung EN 50341-1:2001	DIN EN 50341-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0210 Teil 1
ICS 29.240.20 Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV Part 1: General requirements – Common specifications; German version EN 50341-1:2001 Lignes électriques aériennes dépassant AC 45 kV Partie 1: Règles générales – Spécifications communes; Version allemande EN 50341-1:2001 Mit DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3):2002-03 teilweiser Ersatz für DIN VDE 0210 (VDE 0210):1985-12 DIN VDE 0141 (VDE 0141):2000-01 Siehe Beginn der Gültigkeit Die Europäische Norm EN 50341-1:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 50341-1 wurde am 2001-01-01 angenommen. Daneben dürfen DIN VDE 0210 (VDE 0210):1985-12 und DIN VDE 0141 (VDE 0141):2000-01 noch bis 2004-01-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 421 „Freileitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN VDE 0210-1 (VDE 0210 Teil 1):2000-03. Fortsetzung Seiten 2 bis 9 und 216 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

DIN EN 50341-1 (VDE 0210 Teil 1):2002-03

Diese Norm enthält die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 50341-1:2001 „Freileitungen über AC 45 kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen“, die vom TC 11 „Freileitungen mit Nennspannungen über AC 1 kV (DC 1,5 kV)“ des Europäischen Komitees für elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet wurde.

Die Europäische Norm EN 50341 ist in drei Teile gegliedert. Diese Struktur ist erforderlich, weil in den einzelnen CENELEC-Ländern unterschiedliche Errichtungsvorschriften für Freileitungen existieren und eine vollständige Harmonisierung nicht zu erreichen war. Hieraus resultiert auch, dass der Teil 1 im Vergleich zur bisherigen deutschen Norm **DIN VDE 0210 (VDE 0210):1985-12** wesentlich umfangreicher ist.

Teil 1 enthält allgemeine Bemessungs- und Konstruktionsanforderungen für Freileitungen über 45 kV und wird für alle CENELEC-Länder verbindlich.

Teil 2 enthält eine Übersicht über die in den einzelnen Ländern geltenden, im Teil 3 enthaltenen, nationalen normativen Festlegungen.

Teil 3 enthält nationale normative Festlegungen (NNA) mit Zahlenwerten, die für die Anwendung des Teils 1 notwendig sind und diesen ergänzen. Der Teil 3 dieser Norm wird für das jeweilige Land erstellt und ist nur hierfür verbindlich.

CENELEC hat die Teile 1 und 2 in englisch, französisch und deutsch, den Teil 3 in englisch veröffentlicht.

Hinweise zur Entstehung der vorliegenden Norm, den technischen Grundlagen und ihren Auswirkungen finden sich in den nachstehend genannten Veröffentlichungen:

Kießling, F.	Technisch-wissenschaftliche Grundlagen weltweiter Normung in IEC ETG-Fachbericht 61: „Stand und Trends in der Freileitungstechnik“ VDE-Verlag GmbH, Berlin, Offenbach.
Paschen, R.	Aktueller Stand der europäischen Normung bei CENELEC ETG-Fachbericht 61: „Stand und Trends in der Freileitungstechnik“ VDE-Verlag GmbH, Berlin, Offenbach.
Schmidt, B.	Aktueller Stand der Stahlbaunormung und ihr Einfluß auf Stahlgittermasten ETG-Fachbericht 61: „Stand und Trends in der Freileitungstechnik“ VDE-Verlag GmbH, Berlin, Offenbach.
Paschen, R., Kießling, F.	Stand der Arbeiten für eine europäische Freileitungsnorm Elektrizitätswirtschaft 96 (1997) Heft 23, Seite 1363 bis 1368.

ETG-Fachtagung

Die Normen **DIN EN 50341-1 (VDE 0210 Teil 1)** und **DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3)** werden auf der ETG-Fachtagung im Mai 2002 vorgestellt und deren Anwendung erläutert.

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0210 (VDE 0210):1985-12** und **DIN VDE 0141 (VDE 0141):2000-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- der Anwendungsbereich gilt für Freileitungen über AC 45 kV;
- die Norm wurde vollständig überarbeitet und neu strukturiert;
- die für Freileitungen in Deutschland spezifischen Festlegungen wurden in **DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210 Teil 3)** aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0210 (VDE 0210):1985-12

DIN VDE 0141 (VDE 0141):2000-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN ISO 1461:1999	ISO 1461:1999	DIN EN ISO 1461:1999-03	–
EN ISO 9001:2000	ISO 9001:2000	DIN EN ISO 9001:2000-12	–
EN ISO 9002 zurück Ers. EN ISO 9001	–	–	–
EN ISO 9002 zurück Ers. EN ISO 9001	–	–	–
EN ISO 14713:1999	ISO 14713:1999	DIN EN ISO 14713:1999-04	–
EN 10025:1993	–	DIN EN 10025:1994-03	–
Normen der Reihe EN 10149	–	Normen der Reihe DIN EN 10149	–
EN 10204:1991	–	DIN EN 10204:1995-08	–
prEN 12465:2001	–	–	–
prEN 12479:1996	–	E DIN EN 12479:1996-11	–
prEN 12509:2001	–	–	–
prEN 12510:1996	–	E DIN EN 12510:1996-11	–
prEN 12511:1996	–	E DIN EN 12511:1996-11	–
prEN 12843:1997	–	E DIN EN 12843:1997-07	–
EN 22063:1993	–	DIN EN 22063:1994-08	–
prEN 50182:2000	–	–	–
EN 50183:2000	–	DIN EN 50183:2000-12	–
EN 50189:2000	–	DIN EN 50189:2000-09	–
prEN 50326:1999	–	E DIN EN 50326:1999-09	–
prEN 50351:2000	–	E DIN EN 50351 (VDE 0845 Teil 6-1):2001-05	VDE 0845 Teil 6-1
prEN 50253:2000	–	E DIN EN 50352 (VDE 0845 Teil 6-2):2001-05	VDE 0845 Teil 6-2

DIN EN 50341-1 (VDE 0210 Teil 1):2002-03

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60071-1:1995	IEC 60071-1:1993	DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07	VDE 0111 Teil 1
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2:1996	DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2):1997-09	VDE 0111 Teil 2
EN 60305:1996	IEC 60305:1995	DIN EN 60305 (VDE 0446 Teil 6):1996-10	VDE 0446 Teil 6
EN 60383-1:1996	IEC 60383-1:1993	DIN EN 60383-1 (VDE 0446 Teil 1):1997-05 DIN EN 60383-1 Berichtigung 1 (VDE 0446 Teil 1 Berichtigung 1): 2001-08	VDE 0446 Teil 1 VDE 0446 Teil 1 Berichtigung 1
EN 60383-2:1995	IEC 60383-2:1993	DIN EN 60383-2 (VDE 0446 Teil 4):1995-08	VDE 0446 Teil 4
EN 60433:1998	IEC 60433:1998	DIN EN 60433 (VDE 0446 Teil 7):1999-04	VDE 0446 Teil 7
EN 60437:1997	IEC 60437:1997	DIN EN 60437 (VDE 0674 Teil 6):1998-06	VDE 0674 Teil 6
EN 60507:1993	IEC 60507:1991	DIN EN 60507 (VDE 0448 Teil 1):1994-04	VDE 0448 Teil 1
EN 60794-1-1:1999	IEC 60794-1-1:1999	DIN EN 60794-1-1 (VDE 0448 Teil 100-1):2000-08	VDE 0448 Teil 100-1
EN 60794-1-2:1999	IEC 60794-1-2:1999	DIN EN 60794-1-2 (VDE 0448 Teil 100-2):2000-08	VDE 0448 Teil 100-2
EN 60865-1:1993	IEC 60865-1:1993	DIN EN 60865-1 (VDE 0103):1994-11 DIN EN 60865-1 Beiblatt 1 (VDE 0103 Beiblatt 1):1996-06 DIN EN 60865-1 Berichtigung 1 (VDE 0103 Berichtigung 1): 1996-08	VDE 0103 VDE 0103 Beiblatt 1 VDE 0103 Berichtigung 1
EN 60889:1997	IEC 60889:1987	DIN EN 60889:1997-08	–
EN 61232:1995	IEC 61232:1993	DIN EN 61232:1995-11	–
EN 61284:1997	IEC 61284:1997	DIN EN 61284 (VDE 0212 Teil 1):1998-05	VDE 0212 Teil 1
EN 61325:1995	IEC 61325:1995	DIN EN 61325 (VDE 0446 Teil 5):1996-04	VDE 0446 Teil 5
EN 61395:1998	IEC 61395:1998	DIN EN 61395:1998-11	–
EN 61466-1:1997	IEC 61466-1:1997	DIN EN 61466-1 (VDE 0441 Teil 4):1997-10	VDE 0441 Teil 4
EN 61466-2:1998	IEC 61466-2:1998	DIN EN 61466-2 (VDE 0441 Teil 5):1999-05	VDE 0441 Teil 5
EN 61773:1996	IEC 61773:1996	DIN EN 61773 (VDE 0210 Teil 20):1997-08	VDE 0210 Teil 20
EN 61854:1998	IEC 61854:1998	DIN EN 61854 (VDE 0212 Teil 2):1999-08	VDE 0212 Teil 2

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61897:1998	IEC 61897:1998	DIN EN 61897 (VDE 0212 Teil 3):1999-08	VDE 0212 Teil 3
EN 187000:2001	–	–	–
ENV 1090-1:1996	–	DIN V ENV 1090-1:1998-07	–
Normen der Reihe ENV 1991	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1991	–
Normen der Reihe ENV 1992	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1992	–
Normen der Reihe ENV 1993	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1993	–
Normen der Reihe ENV 1995	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1995	–
Normen der Reihe ENV 1997	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1997	–
Normen der Reihe ENV 1998	–	Normen der Reihe DIN V ENV 1998	–
HD 474 S1:1986	IEC 60120:1984	DIN IEC 60120:1987-11	–
HD 637 S1:1999	–	DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01	VDE 0101
HD 472 S1:1989	IEC 60038:1983 A1:1994 A2:1997	DIN IEC 60038:1987-05	–
–	IEC 60050(441):1984 A1:2000	IEV Kapitel 441:1990	–
–	IEC 60050(466):1990	IEV Kapitel 466:1995	–
–	IEC 60050(471):1984	–	–
–	IEC 60050(601):1985 A1:1998	IEV Kapitel 601:1989	–
–	IEC 60050(604):1987 A1:1998	IEV Kapitel 604:1989	–
–	IEC 60287-3-1:1995 A1:1999	–	–
–	IEC 60372:1984 A1:1991	–	–
–	IEC 60471:1977 A1:1980	–	–
–	IEC/TR2 60479-1:1994	DIN V VDE V 0140-479 (VDE V 0140 Teil 479):1996-02	VDE 0140 Teil 479
–	IEC 60652:1979	–	–
–	IEC 60720:1981	–	–
–	IEC 60724:2000	–	–
–	IEC 60794-4-1:1999	–	–
–	IEC/TR 60797:1984	–	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/TR 60815:1985	–	–
–	IEC/TR 60826:1991	E DIN VDE 0210-100 (VDE 0210 Teil 100):1992-10	VDE 0210 Teil 100
HD 533 S1:1991	IEC 60909:1988	DIN VDE 0102 (VDE 0102):1990-01 DIN VDE 0102 Beiblatt 1 (VDE 0102 Beiblatt 1):1992-09 DIN VDE 0102 Beiblatt 2 (VDE 0102 Beiblatt 2):1992-09	VDE 0102 VDE 0102 Beiblatt 1 VDE 0102 Beiblatt 2
–	IEC 61109:1992 A1:1995	–	–
–	IEC/TR2 61211:1994	–	–
–	IEC/TR2 61467:1997	–	–
–	IEC/TR3 61597:1995	–	–
–	IEC/TR2 61774:1997	–	–
–	IEC 62219	–	–
–	CISPR 16-1:1999	–	–
–	CISPR 16-2:1996 A1:1999	–	–
–	CISPR 18-2:1986 A1:1993 A2:1996	DIN VDE 0873 Beiblatt 2 (VDE 0873 Beiblatt 2):1990-02	VDE 0873 Beiblatt 2
–	CISPR 18-3:1986 A1:1996	DIN VDE 0873 Beiblatt 3 (VDE 0873 Beiblatt 3):1991-01	VDE 0873 Beiblatt 3

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN V ENV 1090-1, *Ausführung von Tragwerken aus Stahl – Teil 1: Allgemeine Regeln und Regeln für Hochbauten*; Deutsche Fassung ENV 1090-1:1996.

DIN V ENV 1991, *EUROCODE 1 – Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke*.

DIN V ENV 1992, *EUROCODE 2 – Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*.

DIN V ENV 1993, *EUROCODE 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*.

DIN V ENV 1995, *EUROCODE 5 – Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken*.

DIN V ENV 1997, *EUROCODE 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*.

DIN V ENV 1998, *EUROCODE 8 – Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*.

DIN EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1:1993)*; Deutsche Fassung EN 10025:1990.

DIN EN 10149, *Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen*.

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen (enthält Änderung A1:1995); Deutsche Fassung EN 10204:1991 + A1:1995.*

E DIN EN 12479, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Größen; Deutsche Fassung prEN 12479:1996.*

E DIN EN 12510, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Anforderungen an Normen zur Festigkeitsklassifikation; Deutsche Fassung prEN 12510:1996.*

E DIN EN 12511, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Bestimmung von Kennwerten; Deutsche Fassung prEN 12511:1996.*

E DIN EN 12843, *Vorgefertigte Betonmaste; Deutsche Fassung prEN 12843:1997.*

DIN EN 22063, *Metallische und andere anorganische Schichten – Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen (ISO 2063:1991); Deutsche Fassung EN 22063:1993.*

DIN EN 50183, *Leiter für Freileitungen – Drähte aus Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung; Deutsche Fassung EN 50183:2000.*

DIN EN 50189, *Leiter für Freileitungen – Verzinkte Stahldrähte; Deutsche Fassung EN 50189:2000.*

E DIN EN 50326, *Eigenschaften von Fett für blanke Leiter für Freileitungen; Deutsche Fassung prEN 50326:1999.*

E DIN EN 50351 (VDE 0845 Teil 6-1), *Grundnorm für die Berechnungs- und Messverfahren, bezogen auf die Beeinflussung von Telekommunikationssystemen durch elektrische Energieversorgungs- und Bahnstromsysteme; Deutsche Fassung prEN 50351:2000.*

E DIN EN 50352 (VDE 0845 Teil 6-2), *Grenzwerte, bezogen auf die Beeinflussung von Telekommunikationssystemen durch elektrische Energieversorgungs- und Bahnstromsysteme; Deutsche Fassung prEN 50352:2000.*

DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1), *Isulationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995.*

DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2), *Isulationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997.*

DIN EN 60305 (VDE 0446 Teil 6), *Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Keramik- oder Glasisolatoren für Wechselspannungssysteme – Kenngrößen von Kappenisolatoren (IEC 60305:1995); Deutsche Fassung EN 60305:1996.*

DIN EN 60383-1 (VDE 0446 Teil 1), *Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 1: Keramik- oder Glas-Isolatoren für Wechselspannungssysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 60383-1:1993); Deutsche Fassung EN 60383-1:1996.*

DIN EN 60383-1 Berichtigung 1 (VDE 0446 Teil 1 Berichtigung 1), *Berichtigungen zu DIN EN 60383-1 (VDE 0446 Teil 1):1997-05; Deutsche Fassung EN 60383-1:1996/A11:1999.*

DIN EN 60383-2 (VDE 0446 Teil 4), *Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1000 V – Teil 2: Isolatorstränge und Isolatorketten für Wechselspannungssysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 60383-2:1993); Deutsche Fassung EN 60383-2:1995.*

DIN EN 60433 (VDE 0446 Teil 7), *Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Keramik-Isolatoren für Wechselspannungssysteme – Kenngrößen von Kettenisolatoren in Langstabausführung (IEC 60433:1998); Deutsche Fassung EN 60433:1998.*

DIN EN 60437 (VDE 0674 Teil 6), *Funkstörprüfungen an Hochspannungsisolatoren (IEC 60437:1997); Deutsche Fassung EN 60437:1997.*

DIN EN 50341-1 (VDE 0210 Teil 1):2002-03

DIN EN 60507 (VDE 0448 Teil 1), *Fremdschichtprüfungen an Hochspannungs-Isolatoren zur Anwendung in Wechselspannungssystemen (IEC 60507:1991); Deutsche Fassung EN 60507:1993.*

DIN EN 60794-1-1 (VDE 0448 Teil 100-1), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines (IEC 60794-1-1:1999); Deutsche Fassung EN 60794-1-1:1999.*

DIN EN 60794-1-2 (VDE 0448 Teil 100-2), *Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation – Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel (IEC 60794-1-2:1999); Deutsche Fassung EN 60794-1-2:1999.*

DIN EN 60865-1 (VDE 0103), *Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung – Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren (IEC 60865-1:1993); Deutsche Fassung EN 60865-1:1993.*

DIN EN 60865-1 Beiblatt 1 (VDE 0103 Beiblatt 1), *Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung – Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren – Beispiele für die Berechnung.*

DIN EN 60865-1 Berichtigung 1 (VDE 0103 Berichtigung 1), *Berichtigungen zu DIN EN 60865-1 (VDE 0103):1994-11 (EN 60865-1:1993).*

DIN EN 60889, *Hartgezogene Aluminiumdrähte für Leiter von Freileitungen (IEC 60889:1987); Deutsche Fassung EN 60889:1997.*

DIN EN 61232, *Aluminium-ummantelte Stahldrähte für die Elektronik (IEC 61232:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61232:1995.*

DIN EN 61284 (VDE 0212 Teil 1), *Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Armaturen (IEC 61284:1997); Deutsche Fassung EN 61284:1997.*

DIN EN 61325 (VDE 0446 Teil 5), *Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1000 V – Keramik- oder Glasisolatoren für Gleichspannungssysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 61325:1995); Deutsche Fassung EN 61325:1995.*

DIN EN 61395, *Leiter für elektrische Freileitungen – Kriechprüfungen für verseilte Leiter (IEC 61395:1998); Deutsche Fassung EN 61395:1998.*

DIN EN 61466-1 (VDE 0441 Teil 4), *Verbund-Kettenisolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 1: Genormte Festigkeitsklassen und Endarmaturen (IEC 61466-1:1997); Deutsche Fassung EN 61466-1:1997.*

DIN EN 61466-2 (VDE 0441 Teil 5), *Verbund-Kettenisolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 2: Maße und elektrische Kenngrößen (IEC 61466-2:1998); Deutsche Fassung EN 61466-2:1998.*

DIN EN 61773 (VDE 0210 Teil 20), *Freileitungen – Prüfung von Tragwerksgründungen (IEC 61773:1996); Deutsche Fassung EN 61773:1996.*

DIN EN 61854 (VDE 0212 Teil 2), *Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Feldabstandhalter (IEC 61854:1998); Deutsche Fassung EN 61854:1998.*

DIN EN 61897 (VDE 0212 Teil 3), *Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Schwingungsdämpfer Typ Stockbridge (IEC 61897:1998); Deutsche Fassung EN 61897:1998.*

DIN EN ISO 1461, *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461:1999); Deutsche Fassung EN ISO 1461:1999.*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2000); Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2000.*

DIN EN ISO 14713, *Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Zink- und Aluminiumüberzüge – Leitfäden (ISO 14713:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14713:1999.*

DIN IEC 60038, *IEC-Normspannungen; Identisch mit IEC 60038, Ausgabe 1983.*

DIN IEC 60120, *Maße von Klöppel- und Pfannen-Verbindungen von Kettenisolatoren; Identisch mit IEC 60120, Ausgabe 1984.*

IEV-Kapitel 441, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 441: Schaltanlagen, Schaltgeräte und Sicherungen; Identisch mit IEC 60050-441:1984.*

IEV-Kapitel 466, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 466: Freileitungen; Identisch mit IEC 60050-466:1990.*

IEV-Kapitel 601, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 601: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Allgemeines.*

IEV-Kapitel 604, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 604: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Betrieb.*

DIN VDE 0101 (VDE 0101), *Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV; Deutsche Fassung HD 637 S1:1999.*

VDE 0102 (VDE 0102), *Berechnung von Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen.*

VDE 0102 Beiblatt 1 (VDE 0102 Beiblatt 1), *Berechnung von Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen – Beispiele.*

VDE 0102 Beiblatt 2 (VDE 0102 Beiblatt 2), *Berechnung von Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen – Anwendungsleitfaden für die Berechnung von Kurzschlussströmen in Niederspannungsstrahlennetzen.*

DIN V VDE V 0140-479 (VDE V 0140 Teil 479), *Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Allgemeine Aspekte; Identisch mit IEC-Report 60479-1:1994.*

E DIN VDE 0210-100 (VDE 0210 Teil 100), *Belastung und Tragfähigkeit von Freileitungen; Identisch mit IEC 60826:1991.*

DIN VDE 0873 Beiblatt 2 (VDE 0873 Beiblatt 2), *Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen – Teil 2: Messverfahren und Methoden zur Bestimmung von Grenzwerten; Identisch mit CISPR 18-2:1986.*

DIN VDE 0873 Beiblatt 3 (VDE 0873 Beiblatt 3), *Die spezifischen Eigenschaften der von Hochspannungsfreileitungen und -anlagen verursachten Funkstörungen – Teil 3: Leitfaden zur Minimierung von Funkstörungen; Identisch mit CISPR 18-3:1986.*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Freileitungen über AC 45 kV
Teil 1: Allgemeine Anforderungen –
Gemeinsame Festlegungen

Overhead electrical lines
exceeding AC 45 kV
Part 1: General requirements –
Common specifications

Lignes électriques aériennes
dépassant AC 45 kV
Partie 1: Règles générales –
Spécifications communes

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-01-01 angenommen. Die CENELEC-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 Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CENELEC/TC 11 „Freileitungen über AC 1 kV (DC 1,5 kV)“ erarbeitet.

Der Text des Norm-Entwurfs wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2001-01-01 als EN 50341-1 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-01-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge E, G, J und K normativ und sind die Anhänge A, B, C, D, F, H, L, M, N, P, Q und R informativ.

In Bezug auf Freileitungsmasten darf der Konstrukteur gegebenenfalls auf prEN 1993-7-1, zur Zeit ENV 1993-7-1, erarbeitet von CEN/TC 250, verweisen

Inhalt

	Seite
Einführung	14
1 Anwendungsbereich	16
2 Begriffe, Symbole und Verweisungen	16
2.1 Begriffe	16
2.2 Symbole	26
2.3 Normative Verweisungen	31
3 Grundlagen für Auslegung und Bemessung	34
3.1 Allgemeines	34
3.2 Anforderungen	35
3.2.1 Grundlegende Anforderungen	35
3.2.2 Zuverlässigkeit von Freileitungen	36
3.2.3 Anforderungen an die Betriebssicherheit	37
3.2.4 Anforderungen an die Personensicherheit während der Errichtung und Instandhaltung	37
3.2.5 Abstimmung der Beanspruchbarkeit	37
3.2.6 Zusätzliche Betrachtungen	37
3.2.7 Geplante Lebensdauer	37
3.2.8 Dauerhaftigkeit	38
3.2.9 Qualitätssicherung	38
3.3 Grenzzustände	38
3.3.1 Allgemeines	38
3.3.2 Grenzlastzustände	38
3.3.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	38
3.3.4 Auslegung im Hinblick auf Grenzzustände	39
3.4 Einwirkungen	39
3.4.1 Einteilung in Hauptklassen	39
3.4.2 Charakteristische Werte der Einwirkungen	40
3.4.3 Kombinationswerte für veränderliche Einwirkungen	40
3.5 Werkstoffeigenschaften	41
3.6 Modellbildung für Tragwerksberechnung und Tragwerksbeanspruchbarkeit	41
3.6.1 Allgemeines	41
3.6.2 Zusammenwirken zwischen Tragwerksgründungen und Boden	41
3.7 Bemessungswerte und Nachweismethode	41
3.7.1 Allgemeines	41
3.7.2 Bemessungswerte	42
3.7.3 Grundlegende Bemessungsgleichung	42
3.7.4 Kombination von Einwirkungen	43
4 Einwirkungen auf Freileitungen	44
4.1 Einführung	44

	Seite
4.2 Einwirkungen, allgemeine Vorgehensweise	44
4.2.1 Ständige Lasten	44
4.2.2 Windlasten	44
4.2.3 Eislasten	53
4.2.4 Gleichzeitige Wind- und Eislasten	54
4.2.5 Temperatureinwirkungen	56
4.2.6 Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	56
4.2.7 Lasten im Hinblick auf die Betriebssicherheit	57
4.2.8 Kurzschlusslasten	58
4.2.9 Andere Sonderlasten	58
4.2.10 Lastfälle	58
4.2.11 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	61
4.3 Einwirkungen, empirische Vorgehensweise	62
4.3.1 Ständige Lasten	62
4.3.2 Windlasten	62
4.3.3 Eislasten	63
4.3.4 Gleichzeitige Wind- und Eislasten	63
4.3.5 Temperatureinwirkungen	64
4.3.6 Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	64
4.3.7 Lasten im Hinblick auf die Betriebssicherheit	64
4.3.8 Kurzschlusslasten	64
4.3.9 Andere Sonderlasten	64
4.3.10 Lastfälle	64
4.3.11 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	65
5 Elektrische Anforderungen	66
5.1 Einteilung nach Spannungen	66
5.2 Ströme	67
5.2.1 Betriebsstrom	67
5.2.2 Kurzschlussstrom	67
5.3 Isolationskoordination	68
5.3.1 Allgemeines	68
5.3.2 Ursprung und Einteilung der Spannungsbeanspruchung von Freileitungen und Ermittlung der repräsentativen Überspannungen	68
5.3.3 Bestimmung der Koordinationsstehspannung (U_{CW})	69
5.3.4 Bestimmung der erforderlichen Stehspannung (U_{FW})	70
5.3.5 Elektrische Abstände zum Vermeiden von Überschlügen	71
5.4 Innere und äußere Abstände	76
5.4.1 Einführung	76
5.4.2 Allgemeine Überlegungen und Lastfälle	76

5.4.3	Abstände im Feld und am Mast	79
5.4.4	Abstände zum Boden in Gebieten außerhalb von Gebäuden, Straßen, Eisenbahnen und schiffbaren Wasserwegen	80
5.4.5	Abstände zu Gebäuden, Verkehrswegen, anderen Freileitungen und Erholungsflächen.....	81
5.5	Auswirkungen der Korona.....	87
5.5.1	Funkstörungen	87
5.5.2	Koronageräusche	88
5.5.3	Koronaverluste.....	88
5.6	Elektrische und magnetische Felder.....	89
5.6.1	Elektrische und magnetische Felder unter einer Freileitung	89
5.6.2	Induktion infolge elektrischer und magnetischer Felder	89
5.6.3	Beeinflussung von Fernmeldestromkreisen	90
6	Erdungsanlagen	90
6.1	Zweck.....	90
6.2	Auslegung von Erdungsanlagen bei Betriebsfrequenz.....	90
6.2.1	Allgemeines	90
6.2.2	Auslegung bezüglich Korrosion und mechanischer Festigkeit	91
6.2.3	Auslegung bezüglich thermischer Festigkeit	91
6.2.4	Auslegung bezüglich Personensicherheit.....	92
6.3	Erstellen von Erdungsanlagen	95
6.3.1	Einbau von Erdern und Erdungsleitungen	95
6.3.2	Potentialverschleppungen	96
6.4	Erdungsmaßnahmen gegen Blitzauswirkungen	96
6.5	Messungen für und an Erdungsanlagen.....	96
6.6	Inspektion von Erdungsanlagen vor Ort und Dokumentation	96
7	Stützpunkte	96
7.1	Einführende Überlegungen zur Bemessung.....	96
7.2	Werkstoffe	97
7.2.1	Stahlwerkstoffe, Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben, Schweißwerkstoffe.....	97
7.2.2	Kaltverformter Stahl	97
7.2.3	Anforderungen an zum Verzinken geeignete Stahlgüten.....	97
7.2.4	Ankerschrauben.....	97
7.2.5	Beton und Bewehrungsstahl.....	97
7.2.6	Holz.....	97
7.2.7	Werkstoffe für Abspannungen	97
7.2.8	Andere Werkstoffe	97
7.3	Stahlgittermasten	98
7.3.1	Allgemeines	98
7.3.2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion (Abschnitt 2)	98
7.3.3	Werkstoffe (Abschnitt 3)	98

	Seite
7.3.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Abschnitt 4) (siehe auch NNA).....	98
7.3.5 Grenzzustände der Tragfähigkeit (Abschnitt 5).....	98
7.3.6 Verbindungen (Abschnitt 6)	99
7.3.7 Fertigung und Montage (Abschnitt 7).....	101
7.3.8 Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	101
7.4 Einstielige Stahlmasten	101
7.4.1 Allgemeines.....	101
7.4.2 Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion (Abschnitt 2).....	101
7.4.3 Werkstoffe (Abschnitt 3).....	101
7.4.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Abschnitt 4) (siehe auch NNA).....	101
7.4.5 Grenzzustände der Beanspruchbarkeit (Abschnitt 5)	102
7.4.6 Verbindungen (Abschnitt 6)	102
7.4.7 Fertigung und Montage (Abschnitt 7).....	104
7.4.8 Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	104
7.5 Holzmasten	104
7.5.1 Allgemeines.....	104
7.5.2 Grundlagen für Auslegung und Berechnung	105
7.5.3 Werkstoffe	105
7.5.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (siehe auch NNA)	105
7.5.5 Grenzzustand der Beanspruchbarkeit	105
7.5.6 Beanspruchbarkeit von Verbindungen.....	106
7.5.7 Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	106
7.6 Betonmasten	106
7.6.1 Allgemeines.....	106
7.6.2 Grundlagen für Berechnung und Konstruktion	106
7.6.3 Werkstoffe	107
7.6.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (siehe auch NNA)	107
7.6.5 Grenzzustände	107
7.6.6 Versuchsgestützte Bemessung	107
7.7 Abgespannte Tragwerke	108
7.7.1 Allgemeines.....	108
7.7.2 Grundlagen der Bemessung und Konstruktion	108
7.7.3 Werkstoffe	108
7.7.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	108
7.7.5 Grenzzustände	108
7.7.6 Einzelheiten der Anker Ausführung.....	109
7.8 Andere Tragwerke.....	110
7.9 Korrosionsschutz und Endbehandlung	110
7.9.1 Allgemeines.....	110

7.9.2	Verzinkung	110
7.9.3	Metallspritzverzinkung	110
7.9.4	Beschichtung verzinkter Teile in der Werkstatt (Duplex-System)	111
7.9.5	Farbliche Endbehandlung	111
7.9.6	Verwendung von wetterfesten Stählen	111
7.9.7	Schutz von Holzmasten	111
7.10	Instandhaltungseinrichtungen	112
7.10.1	Besteigen	112
7.10.2	Instandhaltbarkeit	112
7.10.3	Anforderungen an die Personensicherheit	112
7.11	Belastungsprüfungen	112
7.12	Zusammenbau und Errichtung	112
8	Gründungen	112
8.1	Einführung	112
8.2	Allgemeine Anforderungen	113
8.3	Baugrunderkundungen	113
8.4	Auf die Gründungen einwirkende Lasten	114
8.5	Geotechnische Bemessung	114
8.5.1	Allgemeines	114
8.5.2	Geotechnische Bemessung durch Berechnung	114
8.5.3	Geotechnische Bemessung mit praktisch bewährten Methoden	115
8.6	Belastungsprüfungen	115
8.7	Bautechnische Bemessung und Ausführung	116
8.8	Herstellung und Einbringung	116
9	Leiter und Erdseile mit oder ohne Telekommunikations-Komponenten	117
9.1	Einführung	117
9.2	Leiter mit Aluminium als Leitmaterial	117
9.2.1	Kennwerte und Maße	117
9.2.2	Elektrische Anforderungen	118
9.2.3	Leiterbetriebstemperaturen und Eigenschaften des Fetts	118
9.2.4	Mechanische Anforderungen	118
9.2.5	Korrosionsschutz	118
9.2.6	Prüfungsanforderungen	119
9.3	Leiter aus Stahldrähten	119
9.3.1	Kennwerte und Maße	119
9.3.2	Elektrische Anforderungen	119
9.3.3	Leiterbetriebstemperaturen und Kennwerte des Fetts	119
9.3.4	Mechanische Anforderungen	119
9.3.5	Korrosionsschutz	120

	Seite
9.3.6 Prüfanforderungen	120
9.4 Leiter aus Kupferdrähten.....	120
9.5 Leiter und Erdseile mit optischen Fasern für Telekommunikationskreise.....	120
9.5.1 Kennwerte und Maße.....	120
9.5.2 Elektrische Anforderungen.....	120
9.5.3 Leiterbetriebstemperatur	121
9.5.4 Mechanische Anforderungen	121
9.5.5 Korrosionsschutz.....	121
9.5.6 Prüfanforderungen	121
9.6 Allgemeine Anforderungen.....	121
9.6.1 Vermeiden von Beschädigungen	121
9.6.2 Teilsicherheitsbeiwert für Leiter	121
9.7 Prüfberichte und -zertifikate	121
9.8 Auswahl, Lieferung und Verlegung von Leitern	122
10 Isolatoren.....	122
10.1 Allgemeines.....	122
10.2 Genormte elektrische Anforderungen	122
10.3 Anforderungen an die Funkstörfestigkeit und Koronaaussetzspannung	123
10.4 Anforderungen an das Verhalten unter Verschmutzung.....	123
10.5 Anforderungen an das Leistungslichtbogenverhalten.....	124
10.6 Anforderungen an das Geräuschverhalten	124
10.7 Mechanische Anforderungen	124
10.8 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	124
10.8.1 Allgemeine Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Isolatoren	124
10.8.2 Schutz gegen Vandalismus	124
10.8.3 Schutz der Eisenwerkstoffe	125
10.8.4 Zusätzlicher Korrosionsschutz	125
10.9 Werkstoffwahl und -festlegung.....	125
10.10 Kennwerte und Maße von Isolatoren	125
10.11 Anforderungen an Typprüfungen	126
10.11.1 Genormte Typprüfungen.....	126
10.11.2 Wahlfreie Typprüfungen.....	126
10.12 Anforderungen an die Stichprobenprüfung	126
10.13 Anforderungen an die Stückprüfung	127
10.14 Zusammenfassung der Prüfanforderungen	127
10.15 Prüfberichte und -zertifikate	127
10.16 Auswahl, Lieferung und Einbau von Isolatoren.....	127
11 Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen	127
11.1 Allgemeines.....	127

11.2 Elektrische Anforderungen.....	128
11.2.1 Für alle Armaturen geltende Anforderungen	128
11.2.2 Für stromfeste Armaturen geltende Anforderungen	128
11.3 Anforderungen an Funkstörspannungen und Koronaaussetzspannungen	128
11.4 Magnetische Eigenschaften	128
11.5 Anforderungen hinsichtlich Kurzschluss- und Lichtbogenfestigkeit.....	128
11.6 Mechanische Anforderungen	128
11.7 Anforderungen an die Dauerbeständigkeit	129
11.8 Werkstoffauswahl und -spezifikation	129
11.9 Kennwerte und Maße von Armaturen	129
11.10 Anforderungen an Typprüfungen	129
11.10.1 Genormte Typprüfungen.....	129
11.10.2 Wahlfreie Typprüfungen	130
11.11 Anforderungen an Stichprobenprüfungen.....	130
11.12 Anforderungen an Stückprüfungen.....	130
11.13 Prüfberichte und Zertifikate.....	130
11.14 Auswahl, Lieferung und Einbau von Armaturen	130
12 Qualitätssicherung, Prüfungen und Abnahmen	130
12.1 Qualitätssicherung	130
12.2 Prüfungen und Abnahmen	131
Anhang A (informativ) Abstimmung der Beanspruchbarkeit.....	132
A.1 Empfohlene Auslegungskriterien	132
A.2 Vorschlag für Abstimmung der Beanspruchbarkeit	132
Anhang B (informativ) Extreme Windgeschwindigkeiten und Eislasten	134
B.1 Definition von im Anhang B verwendeten Symbolen.....	134
B.2 Auswertung von extremen Windgeschwindigkeiten	134
B.3 Definition der extremen Eislast	135
B.4 Statistische Eisparameter	136
B.4.1 Grundeislast.....	136
B.4.2 Größte jährliche Eislast I_m	136
B.4.3 Größte Eislast während mehrerer Jahre I_{max}	136
B.4.4 Mittelwert I_{mm} der größten jährlichen Eislasten.....	136
B.4.5 Variationskoeffizient v_I für größte jährliche Eislasten	136
B.5 Auswertung der größten Eislasten, die aus unterschiedlichen Datenquellen stammen.....	136
B.5.1 Datenquellen für die statistische Auswertung.....	136
B.5.2 Jährliche Größtwerte der Eislasten während einer Periode von wenigstens 10 Jahren sind verfügbar	137
B.5.3 Nur die größte Eislast I_{max} ist für eine bestimmte Anzahl von Jahren bekannt	137
B.5.4 Ermittlung der größten jährlichen Eislast durch Auswertung von meteorologischen Daten.....	137

	Seite
B.6 Gleichzeitige Wind- und Eisbelastung.....	138
B.6.1 Größte Eislast I_L gleichzeitig mit einer mäßigen Windgeschwindigkeit V_{IH}	138
B.6.2 Hohe Windgeschwindigkeit V_{IL} gleichzeitig mit mäßiger Eislast I_H	138
Anhang C (informativ) Sonderlasten	139
C.1 Definition von im Anhang C verwendeten Symbole.....	139
C.2 Lasten infolge von Kurzschlüssen.....	139
C.3 Lawinen, rutschender Schnee.....	140
C.4 Erdbeben.....	140
Anhang D (informativ) Statistische Daten für die Gumbel-Extremwertverteilungen	141
D.1 Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	141
D.2 Gumbel-Verteilung	141
D.3 Beispiel für die Verwendung von C_1 und C_2	145
D.4 Berechnung von C_1 und C_2	145
Anhang E (normativ) Elektrische Anforderungen	149
E.1 Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	149
E.2 Isolationskoordination.....	150
E.2.1 Entwicklung theoretischer Formeln für die Berechnung elektrischer Abstände	150
E.2.2 Erforderliche Stehspannung in Luft U_{TW}	150
E.2.3 Zu berücksichtigende Überspannungen	153
E.2.4 Berechnungsformeln	154
E.2.5 Höhenfaktor.....	155
Anhang F (informativ) Elektrische Anforderungen	157
F.1 Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	157
F.2 Isolationskoordination – Beispiele für die Berechnung von D_{el} , D_{pp} und $D_{50\text{ Hz}}$ für unterschiedliche Netzspannungen	157
F.2.1 Bereich I: 90-kV-Stromkreis ausgerüstet mit Isolator Ketten aus 6 Kappenisolatoren.....	157
F.2.2 Bereich I: 90-kV-Stromkreis ausgerüstet mit Isolator Ketten aus 9 Kappenisolatoren.....	159
F.2.3 Bereich II: 400-kV-Stromkreis	159
Anhang G (normativ) Erdungsanlagen.....	162
G.1 Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	162
G.2 Mindestmaße von Erden und Schutzüberzügen, um mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen	163
G.3 Berechnung der Stromtragfähigkeit	163
G.4 Berührungsspannung und Körperstrom.....	166
G.4.1 Zusammenhang zwischen Berührungsspannung und Körperstrom.....	166
G.4.2 Berechnung mit Berücksichtigung zusätzlicher Widerstände	168
G.5 Messung von Berührungsspannungen	169
G.6 Reduktionsfaktor durch Erdseile auf Freileitungen	169
G.6.1 Allgemeines.....	169

G.6.2 Werte für den Reduktionsfaktor von Freileitungen	170
Anhang H (informativ) Erdungsanlagen	171
H.1 Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	171
H.2 Grundlagen für den Nachweis	171
H.2.1 Spezifischer Erdwiderstand	171
H.2.2 Erdausbreitungswiderstand	172
H.3 Einbau von Erdern und Erdungsleitern	174
H.3.1 Einbau von Erdern	174
H.3.2 Einbau von Erdungsleitern	175
H.4 Messungen für und an Erdungsanlagen	175
H.4.1 Messung der spezifischen Erdwiderstände	175
H.4.2 Messung von Ausbreitungswiderständen und Erdungsimpedanzen	176
H.4.3 Bestimmung der Erdungsspannung	177
Anhang J (normativ) Stahlgittermasten	178
J.1 Definition von im Anhang J verwendeten Symbolen	178
J.2 Einstufung in Querschnittsklassen (Abschnitt 5.3)	179
J.2.1 Grundlagen	179
J.2.2 Einstufung (Abschnitt 5.3.2)	179
J.2.3 Wirksame Querschnittswerte für druckbeanspruchte Stäbe (Abschnitt 5.3.5)	179
J.3 Querschnitt (Abschnitt 5.4.2)	180
J.3.1 Bruttoquerschnitt (Abschnitt 5.4.2.1)	180
J.3.2 Nettofläche (Abschnitt 5.4.2.2)	180
J.4 Nachweis der Querschnittsbeanspruchbarkeit	181
J.4.1 Zugbelastung	181
J.4.2 Druckbelastung (Abschnitt 5.4.4)	181
J.4.3 Biegemoment (Abschnitt 5.4.5)	181
J.4.4 Biegung und axiale Kräfte (Abschnitt 5.4.8.3)	182
J.5 Nachweis der Knickbeanspruchbarkeit von Stäben (Abschnitt 5.5)	182
J.5.1 Druckbeanspruchte Stäbe (Abschnitt 5.5.1)	182
J.5.2 Biegedrillknicken von Biegeträgern (5.5.2)	183
J.5.3 Biegung und axiale Zugkraft (5.5.2)	183
J.5.4 Biegung und axiale Druckkraft (5.5.4)	183
J.6 Knicklänge von Stäben	183
J.6.1 Allgemeines	183
J.6.2 Eckstiele und Gurte	183
J.6.3 Ausfachungsarten	184
J.6.4 Zusammengesetzte Stäbe	188
J.7 Zusätzliche Empfehlungen für Ausfachungsformen	189
J.7.1 Waagerechte Randstäbe mit waagerechten Querverbänden (Bild J.9)	189

	Seite
J.7.2 Waagerechte Randstäbe ohne waagerechten Querverband.....	190
J.7.3 Geknicktes K-Fachwerk	191
J.7.4 Portalrahmen.....	191
J.8 Berechnung der wirksamen Schlankheit $\bar{\lambda}_{\text{eff}}$ (durch Belastungsprüfungen unterstützte Tragwerksbemessung).....	191
J.9 Wahl des Knickfalls für Winkelprofile (durch Belastungsprüfungen gestützte Tragwerksberechnung)	192
J.9.1 Einfachwinkel	192
J.9.2 Mehrteilige Stäbe/Gitterstäbe.....	193
J.10 Sekundärstäbe (Null-Stäbe).....	193
J.11 Schraubverbindungen	194
Anhang K (normativ) Einstielige Stahlmasten	196
K.1 Definitionen von im Anhang K verwendeten Symbolen	196
K.2 Einstufung in Querschnittsklassen (Abschnitt 5.3).....	197
K.3 Wirksame Querschnittswerte für Querschnitte der Klasse 4 (Abschnitt 5.3.5)	197
K.4 Beanspruchbarkeit von kreisförmigen Querschnitten ohne Öffnungen mit überwiegendem Biegemoment	198
K.5 Beanspruchbarkeit von polygonalen Querschnitten ohne Öffnungen mit überwiegendem Biegemoment	198
K.5.1 Querschnitte der Klasse 3 (Abschnitt 5.4.8.2)	198
K.5.2 Querschnitte der Klasse 4 (Abschnitt 5.4.8.3)	199
K.6 Bemessung von Ankerschrauben	199
Anhang L (informativ) Bemessungsanforderungen für Tragwerke und Gründungen	203
L.1 Das Tragwerk betreffende Anforderungen.....	203
L.2 Anforderungen an die Anordnung: Arten der Stützpunkte und ihr Verwendungszweck.....	203
L.3 Befestigung für Leiter und Erdseile	205
L.4 Stahlkonstruktion in der Gründung.....	205
L.5 Einrichtungen für Errichtung und Instandhaltung	205
L.6 Einschränkungen bezüglich Massen und Maße	205
Anhang M (informativ) Typische Werte für geotechnische Parameter von Böden und Felsen	206
M.1 Allgemeines	206
M.2 Definitionen	206
M.3 Einheiten	206
Anhang N (informativ) Leiter und Erdseile	209
N.1 Festlegungen für Leiter und Erdseile	209
N.1.1 Bedingungen, die die Leiter- und Erdseilwahl und -bemessung beeinflussen	209
N.1.2 Betriebliche Einflüsse	209
N.1.3 Anforderungen hinsichtlich Instandhaltung.....	209
N.1.4 Umweltparameter	209
N.2 Leiter- und Erdseilauswahl.....	209
N.3 Verpackung und Lieferung von Leitern und Erdseilen	210

N.4	Vorkehrungen während des Verlegens von Leitern und Erdseilen	210
Anhang P (informativ)	Prüfungen an Freileitungsisolatoren und Isolator Ketten aus Porzellan- und Glasisolierwerkstoffen	211
Anhang Q (informativ)	Isolatoren	213
Q.1	Spezifikation von Isolatoren	213
Q.1.1	Bedingungen, die die Isolatorspezifikation beeinflussen	213
Q.1.2	Betriebliche Faktoren	213
Q.1.3	Anforderungen hinsichtlich Instandhaltung	213
Q.1.4	Umweltparameter	213
Q.2	Isolatorauswahl	213
Q.3	Verpackung und Lieferung	214
Q.4	Vorsichtsmaßnahmen während des Einbaus	214
Anhang R (informativ)	Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen	215
R.1	Festlegung und Auswahl von Armaturen	215
R.1.1	Einflussfaktoren, die die Armaturenauslegung und -auswahl beeinflussen	215
R.1.2	Betriebliche Einflussfaktoren	215
R.1.3	Anforderungen hinsichtlich der Instandhaltung	215
R.1.4	Umwelteinflüsse	215
R.2	Verpackung und Lieferung von Armaturen	215
R.3	Vorsichtsmaßnahmen während des Einbaus von Armaturen	216

Einführung

Detaillierter Aufbau der Norm

Die Norm umfasst drei Teile:

Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen

Dieser Teil, der auch als Hauptteil bezeichnet wird, umfasst die für alle Länder gemeinsamen Abschnitte. Diese Abschnitte wurden von Arbeitsgruppen erstellt und von CLC/TC 11 angenommen.

Der Hauptteil ist in englischer, französischer und deutscher Sprache verfügbar.

Teil 2: Index der NNA (Nationale Normative Festlegungen)

Dieser Index umfasst die Liste aller Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) – siehe Bezeichnung und Inhalt der NNA nachfolgend unter „Teil 3: Nationale Normative Festlegungen“.

Der Index ist in englischer, französischer und deutscher Sprache verfügbar.

Teil 3: Nationale Normative Festlegungen

Die Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) geben die nationalen Verfahrensweisen wieder. Sie enthalten im Allgemeinen A-Abweichungen, Besondere Nationale Bedingungen und Nationale Ergänzungen.

A-Abweichungen (A-dev):

A-Abweichungen werden aufgrund bestehender nationaler Gesetze oder Vorschriften notwendig, die zum Zeitpunkt der Normerstellung nicht geändert werden können.

Es wird auf die internen CENELEC-Regeln Teil 2, Festlegung 3.1.9 verwiesen.

Besondere Nationale Bedingungen (snc):

Besondere Nationale Bedingungen sind nationale Charakteristiken oder Vorgehensweisen, die auch langfristig nicht geändert werden können, z. B. solche infolge der klimatischen Bedingungen, des Bodenwiderstands usw.

Es wird auf die internen CENELEC-Regeln Teil 2, Festlegung 3.1.7/3.1.9 verwiesen.

Nationale Ergänzungen (NCPT):

Nationale Ergänzungen geben nationale Vorgehensweisen wieder, die weder A-Abweichungen noch Besondere Nationale Bedingungen darstellen. Im CLC/TC 11 wurde vereinbart, dass NCPT schrittweise an den Hauptteil angepasst werden sollten mit dem Ziel der üblichen Struktur von europäischen Normen, die nur einen Hauptteil, A-Abweichungen und Besondere Nationale Bedingungen umfassen.

Regeln für die Nummerierung für die NNA

Die NNA werden wie folgt nummeriert:

AT	Österreich	EN 50341-3-1
BE	Belgien	EN 50341-3-2
CH	Schweiz	EN 50341-3-3
DE	Deutschland	EN 50341-3-4
DK	Dänemark	EN 50341-3-5
ES	Spanien	EN 50341-3-6

FI	Finnland	EN 50341-3-7
FR	Frankreich	EN 50341-3-8
GB	Großbritannien	EN 50341-3-9
GR	Griechenland	EN 50341-3-10
IE	Irland	EN 50341-3-11
IS	Island	EN 50341-3-12
IT	Italien	EN 50341-3-13
LU	Luxemburg	EN 50341-3-14
NL	Niederlande	EN 50341-3-15
NO	Norwegen	EN 50341-3-16
PT	Portugal	EN 50341-3-17
SE	Schweden	EN 50341-3-18
CZ	Tschechische Republik	EN 50341-3-19
x	xxx	EN 50341-3-20 usw.

Sprache

Die NNA werden in Englisch und in der/den Landessprache(n) des entsprechenden Landes veröffentlicht.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für elektrische Freileitungen mit Nennspannungen über AC 45 kV und Nennfrequenzen unter 100 Hz.

Diese Norm legt die allgemeinen Anforderungen fest, die bei der Planung und Errichtung neuer Freileitungen erfüllt werden müssen, um sicherzustellen, dass die Freileitung ihren Zweck in Bezug auf Personensicherheit, Instandhaltung, Betrieb und Umweltfragen erfüllt.

ANMERKUNG 1 Die Anwendung dieser Norm auf bestehende Freileitungen ist in jedem Land entsprechend den dort geltenden Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) zu regeln.

ANMERKUNG 2 Planung und Errichtung von Freileitungen mit kunststoff-ummantelten Leitern, für die die inneren und äußeren Abstände kleiner als die in dieser Norm festgelegten sein können, sind nicht inbegriffen. Alle anderen Anforderungen können auf Freileitungen mit kunststoff-ummantelten Leitern angewandt werden. Falls erforderlich können die NNA Anforderungen für Abstände vorgeben.

ANMERKUNG 3 Dieser Teil der Norm gilt für Erdseile und Leiter mit Lichtwellenleitern; er gilt jedoch nicht für Einrichtungen der Telekommunikation, die an Freileitungen entweder angefügt an das Leiter-/Erdseilsystem (z. B. um Leiter gewickelte Kabel...) oder als eigene, auf den Freileitungsstützpunkten verlegte Kabel, z. B. voll-dielektrische, selbsttragende Kabel (ADSS), geführt oder an einzelnen Freileitungsstützpunkten angebracht werden. Die NNA können gegebenenfalls Anforderungen vorgeben.

Diese Norm gilt nicht für:

- Freileitungen innerhalb abgeschlossener Gelände mit elektrischen Anlagen, wie in **HD 637** festgelegt;
- Oberleitungen elektrischer Bahnen.

2 Begriffe, Symbole und Verweisungen

2.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die im Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuch IEC 60050-441, -466, -471, -601 und -604 enthaltenen Begriffe und Definitionen sowie die nachfolgenden.

Um ein besseres Verständnis der Definition bestimmter in dieser Norm verwendeter Begriffe zu erreichen, werden einige Wörter in den Definitionen *kursiv* gedruckt. Definitionen dieser Begriffe sind ebenfalls in diesem Abschnitt enthalten.

2.1.1

Einwirkung

- a) Kraft (Last), die auf ein (*mechanisches*) System wirkt (direkte Einwirkung)

ANMERKUNG Eine Einwirkung kann ständig, veränderlich oder ausnahmsweise auftreten.

- b) eine aufgezwungene oder verhinderte Deformation oder eine aufgezwungene Beschleunigung, beispielsweise verursacht durch Temperaturänderungen, durch Veränderung der Feuchtigkeit, durch ungleichförmige Setzung oder durch Erdbeben (indirekte Einwirkung)

2.1.2

Ausnahmeeinwirkung

eine *Einwirkung* von gewöhnlicherweise kurzer Dauer, deren Auftreten während der *Auslegungslbensdauer* im hohen Maß unwahrscheinlich ist

ANMERKUNG Es kann erwartet werden, dass eine Ausnahmeeinwirkung in vielen Fällen schwere Konsequenzen nach sich zieht, wenn nicht besondere Maßnahmen ergriffen werden.

2.1.3

Potentialausgleichsleiter

Leiter, der den Potentialausgleich herstellt

2.1.4**eingerahmte Werte**

mit ☐ als eingerahmter Wert gekennzeichnete Größen dienen als Anhalt. Andere Werte können durch die NC in den **NNA** festgelegt werden.

2.1.5**charakteristische Beanspruchbarkeit**

Wert der *mechanischen Beanspruchbarkeit*, der unter Benutzung charakteristischer Werte der Werkstoffeigenschaften berechnet wird. Diese Werte können aus ENV 1992-1-1, ENV 1993-1-1 oder ENV 1995-1-1 entnommen werden.

2.1.6**Wert einer mechanischen Werkstoffeigenschaft**

Wert einer Werkstoffeigenschaft, der eine vorgeschriebene Wahrscheinlichkeit dafür besitzt, dass er in einer hypothetischen, unbegrenzten Prüfreihe nicht erreicht wird. Dieser Wert entspricht im Allgemeinen einer festgelegten Fraktile der angenommenen statistischen Verteilung der betreffenden Werkstoffeigenschaft. Ein Nennwert wird in einigen Fällen als charakteristischer Wert verwendet.

2.1.7**charakteristischer Wert einer Einwirkung**

repräsentativer Hauptwert einer Einwirkung. Wenn dieser charakteristische Wert auf statistischer Basis festgelegt werden kann, wird er so gewählt, dass er mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit während einer „*Bezugsperiode*“ nicht nach der ungünstigen Seite überschritten wird, wobei die geplante *Lebensdauer der Anlage* und die Dauer der *Auslegungssituation* berücksichtigt werden.

2.1.8**Schlagweite, Luftstrecke**

Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen längs eines Fadens, der auf dem kürzesten Weg zwischen diesen Teilen gespannt ist [IEV 441-17-31]

2.1.9**Variationskoeffizient**

Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert

2.1.10**Kombination von Einwirkungen**

Satz von *Bemessungswerten* für Einwirkungen, der zum Nachweis der *Tragwerkszuverlässigkeit* für einen *Grenzzustand* in einem *Lastfall* benutzt wird

2.1.11**Kombinationsbeiwert für eine Einwirkung**

Beiwert, der für die Bestimmung des *Kombinationswerts einer Einwirkung* verwendet wird

2.1.12**Kombinationswert für eine Einwirkung**

Wert, der der Verwendung von *Kombinationen von Einwirkungen* zugeordnet ist und der verminderten Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens der ungünstigsten Werte mehrerer unabhängiger *Einwirkungen* Rechnung trägt. Werte werden durch Multiplikation des *charakteristischen Werts einer Einwirkung* mit dem *Kombinationsbeiwert für eine Einwirkung* oder in besonderen Fällen durch direkte Bestimmung erhalten.

2.1.13**Komponente**

eines der unterschiedlichen *Teile* in dem System einer elektrischen Freileitung mit einem festgelegten *Anwendungszweck*. Typische Komponenten sind *Stützpunkte*, *Gründungen*, *Leiter*, *Isolatorketten* und *Armaturen*.

2.1.14**Leiter**

einer oder mehrere Drähte aus Aluminium, Aluminiumlegierung, Kupfer, verzinktem oder aluminiumummanteltem Stahl oder Kombinationen hiervon, die miteinander verseilt sind und gemeinsam dem Leiten

EN 50341-1:2001

des elektrischen Stroms dienen [IEV 466-01-15: zum Führen des elektrischen Stroms geeigneter Draht oder eine Kombination nicht gegeneinander isolierter Drähte]

2.1.15

Korona

leuchtende Entladung infolge der Ionisation der eine Elektrode umgebenden Luft, die durch die einen bestimmten kritischen Wert überschreitende Randfeldstärke verursacht wird

ANMERKUNG Elektroden können Leiter, Armaturen, Zubehörteile oder Isolatoren sein.

2.1.16

Erdungsstrom

Strom, der über die *Erdimpedanz* zur Erde fließt

2.1.17

Bemessungsbeanspruchbarkeit

Beanspruchbarkeit eines Tragwerks, die alle Tragfähigkeitseigenschaften den entsprechenden *Bemessungswerten der Werkstoffeigenschaften* zuordnet

2.1.18

Auslegungssituation

Gruppe physikalischer Bedingungen, die einen bestimmten Zeitraum wiedergeben, währenddessen die Auslegung nachweist, dass die einschlägigen *Grenzzustände* nicht überschritten werden

2.1.19

Bemessungswert (einer Werkstoffeigenschaft)

Wert, der durch Teilen des *charakteristischen Werts einer Werkstoffeigenschaft* mit einem Teilsicherheitsbeiwert für die Werkstoffeigenschaft oder, unter besonderen Bedingungen, durch unmittelbare Bestimmung erhalten wird

2.1.20

Bemessungswert einer Einwirkung

Wert, der durch Multiplizieren des charakteristischen Werts einer Einwirkung mit dem Teilsicherheitsbeiwert für eine Einwirkung erhalten wird

2.1.21

Bemessungslebensdauer

angenommene Zeitdauer, während der ein *Tragwerk* für den geplanten *Zweck* mit der vorgesehenen *Instandhaltung*, aber ohne die Notwendigkeit einer wesentlichen Reparatur verwendet werden kann

2.1.22

dynamische Einwirkung

Einwirkung, die wesentliche Beschleunigungen des *Tragwerks* oder von *Tragwerkselementen* hervorruft

2.1.23

Erde

Begriff für die Erde sowohl als Ort als auch für Erde als leitende Masse. Bodenarten sind z. B. Humus, Lehm, Sand, Kies und Steine.

2.1.24

Erder

Leiter, der in Erde eingebettet und leitend mit der Erde verbunden ist, oder ein Leiter, der in Beton eingebettet ist, der über eine große Oberfläche in Kontakt mit der *Erde* steht (z. B. *Fundamenterder*)

2.1.25

Erdfehler

leitende Verbindung, die durch einen Fehler zwischen einem *Außenleiter* eines Hauptstromkreises und der *Erde* oder einem geerdeten Teil verursacht wird. Die leitende Verbindung kann auch durch einen Lichtbogen entstehen. Erdfehler von zwei oder mehreren *Außenleitern* des gleichen *Stromkreises* an unterschiedlichen Orten werden als Doppel- oder Vielfacherdfehler bezeichnet.

2.1.26**Erdfehlerstrom**

Strom, der von einem Hauptstromkreis zur *Erde* oder einem geerdeten Teil fließt, wenn nur ein *Erdfehlerpunkt* am Fehlerort (*Erdfehlerort*) vorhanden ist

2.1.27**Erdungsspannung**

Spannung zwischen einer *Erdungsanlage* und der *Bezugserde*

2.1.28**Tiefenerder**

Erder, der im Allgemeinen lotrecht in größere Tiefe eingegraben oder eingetrieben wird. Dieser kann aus einem Rohr, einem runden Stab oder einem anderen Profilmaterial bestehen.

2.1.29**Erdoberflächenpotential**

Spannung zwischen einem Punkt auf der Erdoberfläche und der *Bezugserde*

2.1.30**Erdung**

Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen für eine ausreichend leitende Verbindung zur *Erde*

2.1.31**Erdungsleiter**

Leiter, der die zu erdenden Anlagenteile mit einem *Erder* verbindet, soweit dieser außerhalb des Bodens verlegt (*Erdseil*) oder im Boden eingegraben ist

2.1.32**Erdungsanlage**

örtlich begrenzte *Anlage* von leitfähig verbundenen *Erdern*, *Erdungsleitern* oder *Potentialausgleichsleitern* oder in gleicher Weise wirkender Metallteile, z. B. Mastfüße, Bewehrungen, metallene Kabelmäntel

2.1.33**Erdseil**

Leiter, der an einigen oder allen Stützpunkten mit Erde verbunden ist und gewöhnlich, aber nicht unbedingt, oberhalb der Außenleiter aufgehängt ist, um einen gewissen Schutz gegen Blitzeinschlag zu erreichen [IEV 466-10-25]

ANMERKUNG Ein Erdseil kann auch metallene Drähte für Telekommunikationszwecke enthalten.

2.1.34**effektive Feldstärke**

Wurzel aus der Summe der Quadrate der drei Effektivwerte gegeneinander orthogonaler Komponenten des Feldes

2.1.35**Auswirkung einer Einwirkung**

Auswirkung von *Einwirkungen* auf *Tragwerkselemente*, z. B. Schnittgrößen, Spannungen und Dehnungen. Der *Bemessungswert* ist die gesamte Auswirkung der entsprechenden *Bemessungswerte* der Einwirkungen.

2.1.36**elektrisches Feld**

elektrisches Feld, das in der Nähe eines aufgeladenen *Leiters* entsteht, ist der Vektor, gemessen mit der elektrischen Feldstärke *E*. Dieser Vektor stellt die Kraft dar, die ein elektrisches Feld auf eine Einheitsladung ausübt, und wird in Volt je Meter (V/m) gemessen.

2.1.37**Element**

eines der unterschiedliche Teilen einer *Komponente*. Zum Beispiel sind die Elemente eines Stahlgittermastes Stahlwinkel, Bleche und Schrauben.

2.1.38

Potentialausgleichsleiter

leitende Verbindung zwischen leitenden Teilen zur Verminderung der Potentialdifferenzen zwischen diesen Teilen

2.1.39

Wahrscheinlichkeit der Ausschlussgrenze einer Veränderlichen

Wert einer Veränderlichen, der aus der Verteilungsfunktion entnommen wird und einer zugeordneten Wahrscheinlichkeit dafür entspricht, dass der Wert nicht überschritten wird

2.1.40

äußere Abstände

alle *Abstände*, die nicht „*innere Abstände*“ sind. Sie umfassen die Abstände zum Gelände, zu Straßen, Gebäuden und Anlagen (wenn sie durch nationale Regeln zugelassen sind) und zu Objekten, die sich auf diesen befinden können.

2.1.41

Versagen (eines Tragwerks)

Zustand eines *Tragwerks*, dessen Funktion nicht mehr gewährleistet ist, z. B. nach dem Versagen einer Komponente durch überhöhte Verformung, durch Verlust der Stabilität, durch Umkippen, durch Bruch, durch Knicken usw.

2.1.42

feste Einwirkung

Einwirkung, die eine feste Verteilung über das *Tragwerk* hat, so dass Größe und Richtung der *Einwirkung* eindeutig für das gesamte *Tragwerk* festgelegt sind, wenn Größe und Richtung an einem Punkt des *Tragwerks* gegeben sind

2.1.43

Fundamenterder

Leiter, der in Beton eingebettet ist und mit der *Erde* über eine große Oberfläche in Verbindung steht

2.1.44

freie Einwirkung

Einwirkung, die innerhalb gegebener Grenzen irgendeine räumliche Verteilung über das *Tragwerk* haben kann

2.1.45

häufig frequentierter Bereich

Bereich, der von Personen so häufig benutzt wird, dass die Gefahr des gleichzeitigen *Erdfehlers* in Betracht gezogen werden muss (Beispiele: Spielplätze, Gehwege öffentlicher Straßen, große Nähe zu Wohngebäuden usw.)

ANMERKUNG Energieversorgungsunternehmen sollten diese Bereiche festlegen.

2.1.46

höchste Betriebsspannung

höchster effektiver Betriebswert der Spannung, der zu irgendeiner Zeit an irgendeinem Punkt der Leitung unter normalen Betriebsbedingungen auftreten kann und für den die elektrische Freileitung auszulegen ist

2.1.47

Oberflächenerder

Erder, der üblicherweise in geringer Tiefe eingegraben ist. Beispielsweise kann er aus einem Flachband, einem runden Stab oder einem Seil bestehen und als radialer, als Ring- oder Maschenerder oder als eine Kombination hiervon ausgeführt werden.

2.1.48

Erdungsimpedanz

Impedanz zwischen der *Erdungsanlage* und der *Bezugserde*

2.1.49**innerer Abstand**

Abstände zwischen den Außenleitern und geerdeten Teilen, z. B. *Tragwerkselementen aus Stahl* und *Erdseilen*, und auch solche zwischen den Außenleitern. Auch *Abstände* zu anderen Stromkreisen auf dem gleichen *Stützpunkt* sind eingeschlossen.

2.1.50**Grenzzustand (eines Tragwerks)**

Zustand, bei dessen Überschreiten das *Tragwerk* nicht länger den Auslegungsanforderungen genügt

2.1.51**Lastanordnung**

Beschreibung der Lage, der Größe und der Richtung einer *freien Einwirkung*

2.1.52**Lastfall**

verträgliche *Lastanordnungen*, Verformungsansätze und Imperfektionen, die gleichzeitig mit festgelegten *veränderlichen Einwirkungen* und *ständigen Einwirkungen* für einen bestimmten Nachweis betrachtet werden

2.1.53**magnetisches Feld**

Das magnetische Feld ist eine Vektorgröße. Die magnetische Feldstärke H wird in Ampere je Meter (A/m) ausgedrückt.

2.1.54**magnetische Flussdichte**

magnetische Flussdichte, die auch als magnetische Induktion bezeichnet wird, ist die Kraft, die auf eine sich im Feld bewegende Ladung ausgeübt wird, und hat die Einheit Tesla (T). Ein Tesla ist gleich 1 Vs/m^2 oder 1 Weber je Quadratmeter (Wb/m^2).

2.1.55**Instandhaltung**

alle Aktivitäten, die während der *geplanten Lebensdauer* der Anlage ausgeführt werden, um deren *Verwendungszweck* aufrechtzuerhalten

2.1.56**Nennspannung**

Spannung, mit der die elektrische Freileitung bezeichnet wird und auf die bestimmte Betriebseigenschaften bezogen werden

2.1.57**Lichtwellenleiter-Leiterseil (OPCON)**

Leiter, der optische Fasern für die Telekommunikation enthält

2.1.58**Lichtwellenleiter-Erdseil (OPGW)**

Lichtwellenleiterseil, das nur als *Erdseil* verwendet wird. Die Telekommunikationskomponente kann verseilt, röhrenförmig oder eine Kombination von beiden sein.

2.1.59**Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen**

Beiwert, der von der gewählten *Zuverlässigkeitsstufe* abhängt, wobei die Möglichkeit von ungünstigen Abweichungen vom *charakteristischen Wert von Einwirkungen*, von ungenauer Modellbildung und von Unsicherheiten in der Beurteilung der *Auswirkungen von Einwirkungen* berücksichtigt werden

2.1.60**Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffeigenschaft**

Beiwert, der ungünstige Abweichungen vom *charakteristischen Wert einer Werkstoffeigenschaft*, Ungenauigkeiten in den verwendeten Umrechnungsfaktoren und Unsicherheiten in den geometrischen Eigenschaften und dem Modell der *Beanspruchbarkeit* berücksichtigt

2.1.61

ständige Einwirkung

Einwirkung, für die es wahrscheinlich ist, dass sie während einer gegebenen *Auslegungssituation* dauernd wirkt, und bei der die Änderung der Größe mit der Zeit im Vergleich zum Mittelwert vernachlässigbar ist oder für die die Änderung immer in die gleiche Richtung verläuft (monoton), bis die *Einwirkung* einen bestimmten Grenzwert erreicht

2.1.62

gestörtes/ungestörtes elektrisches Feld

elektrisches Feld in der Nähe eines leitenden Gegenstands, das durch das Vorhandensein eines solchen Gegenstands „gestört“ wird. In diesem Fall wird für praktische Zwecke Bezug auf das „ungestörte *elektrische Feld*“ genommen (d. h., jenes Feld, das bei Abwesenheit des Gegenstands vorhanden sein würde).

2.1.63

Potentialsteuerung

Beeinflussung des *Erdpotentials*, insbesondere des Erdoberflächenpotentials, durch *Erder*

2.1.64

Potentialsteuerungserder

Leiter, der wegen seiner Form und seiner Anordnung eher für die *Potentialsteuerung* als für das Erreichen eines bestimmten Widerstands zur *Erde* verwendet wird

2.1.65

Projektspezifikation

Schriftstück, das der Auftraggeber dem Auftragnehmer zur Verfügung stellt und das in angemessener Form Einzelheiten aller Anforderungen für Werkstoffe, Bemessung und Konstruktion, Herstellung und Errichtung einer bestimmten *Anlage* oder einer *Komponente* einer Freileitung enthält. Die Projektspezifikation kann die Anforderungen dieser Norm ergänzen, aber sie darf die technischen Anforderungen nicht ermäßigen und die minimalen Anforderungen, wie sie in dieser Norm vorgegeben sind, nicht ersetzen. Sie sollte für jedes Projekt auf ein Kleinstmaß, d. h. auf etwaige Besonderheiten oder spezifische Einzelheiten, beschränkt werden.

2.1.66

Zweck

Funktion *der Anlage* (elektrische Freileitung), d. h., elektrische Energie zwischen ihren beiden Enden oder Teilen des Netzes zu übertragen

2.1.67

quasi-statische Einwirkung

dynamische Einwirkung, die durch statische Modelle beschrieben werden kann, wobei dynamische Auswirkungen eingeschlossen sind

2.1.68

Funkstörungen

alle Auswirkungen auf den Empfang eines erforderlichen Funksignals infolge von unerwünschten Störungen mit dem Funkfrequenzspektrum. Funkstörungen sind vor allem für amplituden-modulierte Systeme (AM-Radio- und Fernsehsignale) von Belang, da andere Formen der Modulation (wie Frequenzmodulation (FM), die für VHF-, Radio- und Fernsehsignale verwendet wird) im Allgemeinen weit weniger durch von Freileitungen ausgehenden Störungen beeinflusst werden.

2.1.69

Reduktionsfaktor einer Drehstromleitung

Verhältnis r des *Erdfehlerstroms* (oder des Erdrückstroms) zur Summe der Nullströme in den *Außenleitern* des Hauptstromkreises

2.1.70

Bezugserde (ferne Erde)

jener Teil der *Erde* außerhalb des Einflussbereichs eines *Erders* oder einer *Erdungsanlage*, für den zwischen zwei beliebigen Punkten keine wahrnehmbaren Spannungen infolge von Erdströmen auftreten

2.1.71**Bezugszeitraum**

Zeitraum, der die *geplante Lebenszeit* der *Anlage* oder eines ihrer *Elemente* und/oder die Wirkungsdauer des *charakteristischen Werts* einer *Einwirkung* berücksichtigt

2.1.72**Zuverlässigkeit (elektrische)**

Fähigkeit einer *Anlage*, ihre Versorgungsaufgabe unter festgelegten Bedingungen während eines vorgegebenen Zeitintervalls zu erfüllen

2.1.73**Zuverlässigkeit (des Tragwerks)**

Wahrscheinlichkeit, dass eine *Anlage* einen gegebenen *Zweck* unter vorgegebenen Bedingungen während einer festgesetzten Zeit erfüllt. Zuverlässigkeit ist daher ein Maß für den Erfolg einer *Anlage* hinsichtlich des Erreichens seines *Zweckes*.

2.1.74**Beanspruchbarkeit (eines Tragwerks)**

mechanische Eigenschaft einer *Komponente*, eines Querschnitts oder eines *Elements* eines *Tragwerks*, z. B. Biegebeanspruchbarkeit, Knickbeanspruchbarkeit. Beanspruchbarkeit ist die Fähigkeit, dem Zusammenbruch oder irgendeiner anderen Form eines *Tragwerksversagens* standzuhalten, der die *Personensicherheit* gefährden würde oder schädliche Auswirkungen auf die Funktion der *Anlage* hätte.

ANMERKUNG Beanspruchbarkeit in Bezug auf folgende Auswirkungen kann in Betracht gezogen werden:

- Verlust des Gleichgewichtszustands des Tragwerks oder irgendeines Teils hiervon, wenn dieses als starrer Körper betrachtet wird;
- Versagen durch übergroße Verformung, durch Bruch oder Verlust der Stabilität des Tragwerks oder eines Teils hiervon einschließlich Masten und Gründungen.

2.1.75**Ausbreitungswiderstand eines Erders**

Widerstand der *Erde* zwischen dem *Erder* und der *Bezugserde*. In der Praxis ist das ein ohmscher Widerstand.

2.1.76**Wiederkehrperiode**

mittleres Intervall zwischen der aufeinanderfolgenden Wiederkehr einer klimatischen *Einwirkung* einer definierten Größe. Die Inverse der Wiederkehrperiode gibt die Wahrscheinlichkeit für das Überschreiten der *Einwirkung* während eines Jahres wieder.

2.1.77**Personensicherheit**

Fähigkeit einer *Anlage*, keine Verletzungen von Personen oder tödlichen Unfälle während der Errichtung, des Betriebs und der Instandhaltung zu verursachen

2.1.78**Sicherheit (eines Tragwerks)**

Fähigkeit einer *Anlage*, vor größeren Zusammenbrüchen mit kaskadenartigen Auswirkungen geschützt zu sein, wenn ein *Versagen* einer bestimmten *Komponente* ausgelöst wird. Dieses Versagen kann elektrische und mechanische Ursachen haben.

2.1.79**Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**

Zustand, bei dessen Überschreiten festgelegte Betriebsanforderungen für ein *Tragwerk* oder ein *Tragwerkelement* nicht länger erfüllt werden

2.1.80**Erdwiderstand, spezifischer**

spezifischer elektrischer Widerstand der *Erde*

EN 50341-1:2001

2.1.81

Überschlag

Durchschlagsentladung

2.1.82

statische Einwirkung

Einwirkung, die keine wesentliche Beschleunigung des *Tragwerks* oder von *Tragwerkselementen* hervorruft

2.1.83

Schrittspannung

der Teil der Erdungsspannung, die von einer Person mit einer Schrittweite von 1 m abgegriffen werden kann, d. h. der Strom fließt von Fuß zu Fuß durch den menschlichen Körper

2.1.84

Festigkeit

mechanische Eigenschaft eines Werkstoffs, üblicherweise angegeben in Einheiten für mechanische Spannungen

2.1.85

Tragwerk

geordnete Kombination von zusammengesetzten *Elementen*, die dem Zweck dient, ein bestimmtes Maß an Steifigkeit sicherzustellen

2.1.86

Stützpunkt (Mast)

allgemeiner Begriff der unterschiedlichen Arten von *Tragwerken*, die die *Leiter* einer elektrischen Freileitung tragen

2.1.87

Winkelstützpunkt

Trag- oder Abspannstützpunkt, der an einem Winkelpunkt einer Leitung verwendet wird

2.1.88

Festpunkt-Stützpunkt

Stützpunkt mit oder ohne Leitungswinkel, der zusätzlich als Festpunkt in einer Leitung dient, um kaskadenförmige Schäden zu begrenzen

2.1.89

Tragstützpunkt

Stützpunkt, der mit Tragisolatorketten ausgerüstet ist

2.1.90

Stützpunkt in gerader Leitungsrichtung

Stützpunkt mit *Trag-* oder *Abspannisolatorketten*, der in gerader Leitungsrichtung verwendet wird

2.1.91

Stützpunkt mit Abspannketten

Stützpunkt, der mit Abspannisolatorketten ausgerüstet ist

2.1.92

Endstützpunkt

Stützpunkt mit *Abspannisolatorketten*, der die gesamten, in einer Leitungsrichtung wirkenden Leiterzugkräfte aufnehmen kann

2.1.93

System (mechanisches)

Anordnung von miteinander verbundenen *Komponenten*, die zusammen eine elektrische Freileitung bilden

2.1.94**Netz (elektrisches)**

alle Ausrüstungsgegenstände, die zusammenwirkend für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung der elektrischen Energie verwendet werden

2.1.95**Netz mit isoliertem Sternpunkt**

Netz, in welchem die Sternpunkte der Transformatoren, Generatoren und Erdschleifen nicht absichtlich mit Erde verbunden sind, ausgenommen Verbindungen mit hoher Impedanz für Zwecke der Signalübertragung, der Messung oder des Schutzes

2.1.96**Netz mit niederohmiger Sternpunktterdung**

Netz, in welchem mindestens ein Sternpunkt eines Transformators, einer Erdschleife oder eines Generators direkt oder über eine Impedanz so geerdet ist, dass der Fehlerstrom infolge eines *Erdfehlers* an irgendeinem Ort zu einer zuverlässigen automatischen Abschaltung führt

2.1.97**Netz mit niederohmiger Sternpunkt- oder Leiterterdung**

Netz mit isoliertem Sternpunkt oder mit Erdschlusskompensation, in welchem im Falle von nicht selbstlöschenden *Erdfehlern* ein Sternpunkt- oder ein *Außenleiter* des Hauptstromkreises direkt oder niederohmig wenige Sekunden nach dem Auftreten eines *Erdfehlers* geerdet wird

2.1.98**Netz mit Erdschlusskompensation**

Netz (elektrisches), in welchem mindestens ein Sternpunkt eines Transformators oder einer Erdschleife über eine Lichtbogenlöschschleife geerdet wird und die Summe der Induktivitäten aller Löschschleifen wesentlich auf die Erdkapazität des Netzes und die Betriebsfrequenz abgestimmt ist

2.1.99**Fernsehinterferenz**

Sonderfall der *Funkstörungen*, die sich auf den Frequenzbereich auswirken, der für Fernsehübertragungen verwendet wird

2.1.100**Berührungsspannung**

der Teil der *Erdungsspannung*, der längs des menschlichen Körpers von der Hand zum Fuß (angenommen mit 1 m waagrechttem Abstand vom ausgesetzten Teil der Anlage) abgegriffen werden kann

2.1.101**Potentialverschleppung**

durch einen *Erdstrom* verursachte Potentialerhöhung einer *Erdungsanlage*, die durch einen *Leiter* (z. B. metallener Kabelmantel, Rohrleitung, Schiene) in Abschnitte verschleppt wird, die nur geringe oder keine Potentialerhöhung zur *Bezugserde* aufweisen

2.1.102**Grenzzustand der Beanspruchbarkeit**

Zustand, der mit dem Zusammenbruch oder mit anderen Formen des Tragwerksversagens verbunden ist

ANMERKUNG Dieser Zustand entspricht allgemein der größten Lastbeanspruchbarkeit eines Tragwerks oder eines Tragwerkelements.

2.1.103**Nichtverfügbarkeit**

Unfähigkeit einer *Anlage*, ihren *Zweck* zu erfüllen. Nichtverfügbarkeit einer elektrischen Freileitung ergibt sich sowohl aus dem *Versagen* der Tragwerke oder ungenügender *elektrischer Zuverlässigkeit* als auch infolge des Versagens wegen anderer unvorhergesehener Ereignisse wie Erdrutsche, Auftreffen von Gegenständen, Sabotage, Werkstofffehlern usw.

2.2.104

Unzuverlässigkeit (eines Tragwerks)

komplementäre Eigenschaft zur *Tragwerkszuverlässigkeit* und zur *Fehlerwahrscheinlichkeit*

2.1.105

veränderliche Einwirkung

Einwirkung, für die es unwahrscheinlich ist, dass sie während einer gegebenen *Auslegungssituation* dauernd wirkt oder für die die Änderung ihrer Größe im Verhältnis zum Mittelwert mit der Zeit weder vernachlässigbar noch monoton ist

2.1.106

Potentialdifferenz

Potentialunterschied, der als Spannungsquelle in einem Berührungsstromkreis wirkt und einen Grenzwert aufweist, der die Personensicherheit gewährleistet, wenn zusätzlich bekannte Widerstände (z. B. Schuhwerk, Stand auf oberflächenisolierenden Werkstoffen) einbezogen werden

2.2 Symbole

Symbol	Bezeichnung	Bezug
A	Ausnahmeeinwirkung	3.4.1
A	dem Wind ausgesetzte Fläche	4.2.2.3
A_K	Ausnahmeeinwirkung, charakteristischer Wert	3.4.2
A_K	Leiterrestzugkraft, charakteristischer Wert	4.2.7
A_{ins}	projizierte Fläche einer Isolatorkette	4.2.2.4.2
A_{pol}	projizierte Fläche eines Einstielmastes	4.2.2.4.4
A_t	wirksame Fläche eines Mastschaftabschnitts	4.2.2.4.3
A_{tc}	wirksame Fläche einer Gitterquerträgerwand	4.2.2.4.3
A_{tm}	wirksame Fläche der Wand des Gittermastschusses n	4.2.2.4.3
a_{so}	kleinster Abstand zwischen spannungsführenden und geerdeten Teilen an einem Mast	5.3.5.1
a_{som}	kleinster Wert von a_{so}	5.3.5.1
b_1, b_2	Mastschussbreite	4.2.2.4.3
C_c	Windwiderstandsbeiwert für Leiter	4.2.2.4.1
C_{cl}	Windwiderstandsbeiwert für Leiter mit Eisansatz	4.2.4.2
C_{ins}	Windwiderstandsbeiwert für Isolatorketten	4.2.2.4.2
C_{pol}	Windwiderstandsbeiwert für Einstielmasten	4.2.2.4.4
C_{tc}	Windwiderstandsbeiwert für einen Gitterquerträger bei Wind rechtwinklig zum Querträger	4.2.2.4.3
C_{tm}	Windwiderstandsbeiwert für die Wand m eines Gittermastschusses	4.2.2.4.3
C_x	Windwiderstandsbeiwert einer Komponente	4.2.2.3
D	äquivalenter Durchmesser für Leiter mit Eisansatz	4.2.4.4

Symbol	Bezeichnung	Bezug
D_{el}	Mindestabstand in Luft, der erforderlich ist, um einen Durchschlag zwischen Außenleitern und Gegenständen auf Erdpotential während schnell oder langsam ansteigenden Überspannungen zu verhindern. D_{el} kann entweder ein innerer Abstand sein, wenn die Abstände zwischen Außenleiter und den Mastteilen betrachtet werden, oder ein äußerer, wenn die Abstände zwischen Außenleiter und einem Hindernis betrachtet werden.	5.3.5.1
D_{pp}	Mindestabstand in Luft, der erforderlich ist, um einen Durchschlag zwischen den Außenleitern während schnell oder langsam ansteigender Überspannungen zu verhindern. D_{pp} ist ein innerer Abstand.	5.3.5.1
$D_{50\text{ Hz_p_e}}$	Mindestabstand in Luft, der erforderlich ist, um bei betriebsfrequenter Spannung einen Durchschlag zwischen Außenleitern und Gegenständen mit Erdpotential zu verhindern. $D_{50\text{ Hz_p_e}}$ ist ein innerer Abstand.	5.3.5.1
$D_{50\text{ Hz_p_p}}$	Mindestabstand in Luft, der erforderlich ist, um bei betriebsfrequenter Spannung einen Durchschlag zwischen den Außenleitern zu verhindern. $D_{50\text{ Hz_p_p}}$ ist ein innerer Abstand.	5.3.5.1
d	Durchmesser eines Leiters	4.2.2.4.1
d	Abstand von der Mastspitze	7.6.2.2
E	elektrische Feldstärke	2.1.36
E	Gesamtwert der Auswirkung von Einwirkungen	—
E_d	Gesamtbemessungswert der Auswirkung von Einwirkungen	3.7.3
F	Einwirkung (Kraft oder erzwungene Verformung)	3.4.1
F_d	Auslegungswert einer Einwirkung	3.7.2
F_K	charakteristischer Wert einer Einwirkung	3.4.2
$F_{R, d}$	Auslegungswert einer Einwirkung im Grenzlastzustand	7.3.8
$F_{\text{test, R}}$	kleinste Prüflast	7.3.8
F_T	charakteristischer Wert einer Einwirkung mit der Wiederkehrdauer T	3.7.2
G	ständige Einwirkung	3.4.1
G_K	charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung	3.4.2
G_K	charakteristischer Wert des Eigengewichtes von Leitern, Isolatoren und Stützpunkten	4.3.11
G_c	Reaktionsbeiwert oder Spannweitenbeiwert für Leiter	4.2.2.4.1
G_{ins}	Reaktionsbeiwert für Isolatoren	4.2.2.4.2
G_{pol}	Tragwerksreaktionsbeiwert für einstielige Masten	4.2.2.4.4
G_q	Böenfaktor	4.2.2.3
G_t	Tragwerksreaktionsbeiwert für Gittermasten	4.2.2.4.3
G_x	Tragwerksreaktionsbeiwert einer Komponente	4.2.2.3
g	Spitzenbeiwert für Wind	4.2.2.3
H	Bezugs-NN-Höhe für die Bestimmung der Luftdichte	4.2.2.2
H	magnetische Feldstärke	2.1.53
H	Gesamtlänge eines Betonmastes	7.6.4

Symbol	Bezeichnung	Bezug
h	Höhe über Boden	4.2.2.1.4
h	Länge eines Schusses eines Gittermastes	4.2.2.4.3
I	längebezogene Eislant an den Leitern	4.2.3.3
I_K	charakteristischer Wert der längenbezogenen Eislant an den Leitern	4.2.3.2
I_R	Bezugswert der längenbezogenen Eislant an den Leitern	4.2.3.2
K_a	Höhenfaktor	5.3.4
K_g	Funkenstreckenfaktor	5.3.5.2
K_{g_sf}	Funkenstreckenfaktor für die Funkenstrecke bei Schaltstoßspannung	5.3.5.2
k_T	Geländefaktor	4.2.2.1.5
k_g	Böenfaktor für die Windgeschwindigkeiten	4.2.2.1.4
k_1	Abminderungsfaktor für die Mindestabstände	5.4.3
L	Spannweite	4.2.2.4.1
L	Länge eines Mastfußes	7.7.5.3
L_R	Regelspannweite	4.2.10.1
L_W	Beitrag zur Gewichtsspannweite	4.2.3.3
L_n	Spannweite des Feldes n	4.2.2.4.1
N	Laufvariable der Einwirkungen	3.7.4
Q	variable Einwirkung	3.4.1
Q_{cK}	charakteristischer Wert der von Leiterzugkräften herrührenden Einwirkungen	4.3.11
Q_I	Leiterbelastung aus Eisansatz	4.2.3.3
Q_{IK}	charakteristischer Wert der Eislant auf Leiter	4.2.4.1
Q_K	charakteristischer Wert einer veränderlichen Einwirkung	3.4.2
Q_p	Last aus Errichtung und Instandhaltung	4.2.6.1
Q_{pK}	charakteristischer Wert der Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	4.3.11
Q_{WK}	charakteristischer Wert der Windeinwirkung	4.2.4.1
Q_{Wc}	resultierende Windlast auf einen Stützpunkt in gerader Strecke	4.2.2.4.1
Q_{Wins}	Windlast auf eine Isolatorreihe	4.2.2.4.2
Q_{Wpol}	Windlast auf einen einstuigen Mast	4.2.2.4.4
Q_{Wt}	Windlast auf einen Gittermastschuss	4.2.2.4.3
Q_{Wtc}	Windlast auf einen Gitterquerträger	4.2.2.4.3
Q_{Wx}	Windlast auf irgendein Element der Leitung	4.2.2.3
Q_n	Veränderliche Einwirkung n	3.7.4
Q_{nK}	charakteristischer Wert der veränderlichen Einwirkung n	3.7.4
Q_0	Hintergrundreaktionsanteil	4.2.2.3
Q_I	überwiegende veränderliche Einwirkung	3.7.4

Symbol	Bezeichnung	Bezug
q	Staudruck	4.3.2
q_c	Staudruck auf Leiter in der Höhe h über Boden	4.3.2
q_h	Staudruck in der Höhe h über Boden	4.2.2.2
q_x	Staudruck auf ein Element eines Stützpunkts oder einer Isolator-kette	4.3.2
R	Tragwerksbeanspruchbarkeit	—
R_a	zusätzlicher elektrischer Widerstand	6.2.4.3
R_b	Rate für rückwärtige Überschläge	5.3.3.5
R_d	Bemessungswert der Tragwerksbeanspruchbarkeit	3.7.3
R_K	charakteristischer Wert der Gründungsbeanspruchbarkeit	8.5.2.1
R_{sf}	Rate für Überschläge infolge Versagens der Abschirmung	5.3.3.5
R_x	Resonanzreaktionsanteil	4.2.2.3
r	Reduktionsfaktor einer Drehstromleitung	2.1.69
T	Wiederkehrdauer eines klimatischen Ereignisses	3.2.2
T_n	Wiederkehrdauer einer variablen Einwirkung n	3.7.4
T_0	anfängliche Horizontalzugkraft in einem Leiter	4.2.7
T_1	Wiederkehrdauer für eine dominante Einwirkung	3.7.4
T'	absolute Temperatur in der Höhe H	4.2.2.2
t_F	Fehlerdauer (des Fehlerstroms)	6.2.4.3
U_D	Potentialdifferenz wirkend als Spannungsquelle in einem Berührungsstromkreis mit einem Grenzwert, der die Personensicherheit sicherstellt, wenn zusätzliche bekannte Widerstände (z. B. Schuhwerk, Standfläche mit isolierendem Material) einbezogen werden.	6.2.4.2
U_E	Erdungsspannung	6.2.4.2
U_T	Berührungsspannung	6.2.4.2
U_{Tp}	zulässige Berührungsspannung, d. h. die Spannung längs des menschlichen Körpers	6.2.4.2
U_{cw}	Koordinationsstehspannung	5.3.1
U_{rp}	repräsentative Überspannung	5.3.1
U_{rw}	erforderliche Stehspannung	5.3.1
U_s	höchste Betriebsspannung	5.3.2.2
$U_{90 \%_{ff_is}}$	90 %-Blitzstehspannung der in der Leitung verwendeten Isolator-ketten	5.3.3.3
V	Windgeschwindigkeit	4.2.2.1.1
V_{lh}	Windgeschwindigkeit in einer Höhe h über Grund verbunden mit Eisansatz	4.2.4.3
V_R	Bezugswindgeschwindigkeit	4.2.2.1.5
$V_{R(II)}$	Bezugswindgeschwindigkeit an einer nahe gelegenen Messstelle der Geländeart II	4.2.2.1.5
V_g	Böenwindgeschwindigkeit	4.2.2.1.3
V_h	Bezugswindgeschwindigkeit in einer Höhe h über Grund	4.2.2.1.6

Symbol	Bezeichnung	Bezug
V_{mean}	Mittelwert der Windgeschwindigkeit	4.2.2.1.1
X_K	charakteristischer Wert einer Werkstoffeigenschaft	3.7.2
X_d	Bemessungswert einer Werkstoffeigenschaft	3.7.2
X_{nK}	charakteristischer Wert der Werkstoffeigenschaft n	3.7.3
X_{nd}	Bemessungswert der Werkstoffeigenschaft n	3.7.3
z_0	Bodenrauigkeitslänge	4.2.2.1.4
α	Exponent für die Änderungen der Windgeschwindigkeit abhängig von der Höhe über Grund	4.2.2.1.6
α	Abminderungsbeiwert für Eislasten	4.2.10.2
β	Abminderungsbeiwert für die Leiterzugkraft	4.2.7
γ	Teilsicherheitsbeiwert	4.2.11
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für Ausnahmeeinwirkung	3.7.2
γ_C	Teilsicherheitsbeiwert für Lasten aus Leiterzugkräften	4.3.11
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen	3.7.2
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkung	3.7.2
γ_I	Teilsicherheitsbeiwert für Eiseinwirkung	4.2.4.1
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für eine Werkstoffeigenschaft	3.7.2
γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	4.2.11
γ_{Pt}	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen durch Vorspannkräfte	7.6.4
γ_Q	Teilsicherheitsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung	3.7.2
γ_{Qn}	Teilsicherheitsbeiwert für die veränderliche Einwirkung n	3.7.4
γ_W	Teilsicherheitsbeiwert für eine Windeinwirkung	4.2.11
ρ	Luftdichte	4.2.2.2
ρ_E	spezifischer Erdwiderstand nahe der Oberfläche (Ωm)	6.2.4.3
ρ_I	Eisdichte	4.2.4.2
ρ'	Luftdichte bei der absoluten Temperatur T' und in der Bezugs-NN-Höhe H	4.2.2.2
ϕ	Windeinwirkungswinkel der maßgebenden Windrichtung	4.2.2.4.1
ϕ	Winkel zwischen Windrichtung und der Längsachse eines Gitterquerträgers	4.2.2.4.3
χ	Völligkeit eines Mastschusses	4.2.2.4.3
Ψ	Kombinationsbeiwert für eine Einwirkung	4.2.11
Ψ_I	Kombinationsbeiwert für eine Eiseinwirkung	4.2.4.1
Ψ_Q	Kombinationsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung	3.4.3
Ψ_{Qn}	Kombinationsbeiwert für die veränderliche Einwirkung n	3.7.4
Ψ_W	Kombinationsbeiwert für eine Windeinwirkung	4.2.4.1

2.3 Normative Verweisungen

Diese europäische Norm enthält Verweisungen entweder normativer oder informativer Art auf Vorgaben in anderen Veröffentlichungen. Diese Verweisungen werden an den geeigneten Stellen im Text zusammen mit einer Angabe zitiert, die angibt, ob die Verweisung in dieser Norm normativ oder informativ ist. Alle Verweisungen sind undatiert; die neueste Ausgabe der angezogenen Veröffentlichungen gilt.

Diese Veröffentlichungen sind nachstehend aufgelistet. Diese Verweisungen stimmen mit den CEN- und CENELEC-Katalogen und dem Katalog der IEC-Veröffentlichungen aus dem Jahr 2001 überein.

EN ISO 1461, *Feuerverzinkung von Einzelteilen (Stückverzinken) – Spezifikationen und Prüfverfahren*.

EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design/Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung*.

EN ISO 9002, *Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion, Montage und Wartung*.

EN ISO 9003, *Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung bei der Endprüfung*.

EN ISO 14713, *Korrosionsschutz bei Eisen und Stahl – Zink- und Aluminiumbeschichtungen – Richtlinien*.

EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Technische Lieferbedingungen*.

EN 10149, *Warmgewalzte Flachstäbe mit hoher Festigkeit für die Kaltverformung*.

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen*.

EN 12465, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Dauerfestigkeitsanforderungen*.¹⁾

EN 12479, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Größen*.

EN 12509, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Prüfverfahren – Bestimmung des Elastizitätsmoduls, der Biegefestigkeit, der Dichte und des Feuchtigkeitsgehalts*.¹⁾

EN 12510, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Anforderungen an Normen zur Festigkeitsklassifikation*.¹⁾

EN 12511, *Einstielige Holzmaste für Freileitungen – Bestimmung von Kennwerten*.¹⁾

EN 12843, *Vorgefertigte Betonmaste*.¹⁾

EN 22063, *Metallische und andere anorganische Schichten – Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen*.

EN 50182, *Verseilte Leiter für Freileitungen mit konzentrischen Lagen aus Runddrähten*

EN 50183, *Aluminium-Magnesium-Silizium-Drähte für Leiter von Freileitungen*

EN 50189, *Zinkummantelte Stahldrähte für Leiter von Freileitungen*.

EN 50326, *Eigenschaften von Fett für blanke Leiter für Freileitungen*.

EN 50351, *Grundnorm für die Berechnungs- und Messverfahren bezogen auf die Beeinflussung von Telekommunikationssystemen durch elektrische Energieversorgungs- und Bahnstromsysteme*.

EN 50352, *Grenzwerte bezogen auf die Beeinflussung von Telekommunikationssystemen durch elektrische Energieversorgungs- und Bahnstromsysteme*.

¹⁾ In Vorbereitung.

EN 50341-1:2001

EN 60071-1, Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Definitionen, Grundsätze und Regeln (IEC 60071-1).

EN 60071-2, Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungshinweisblatt (IEC 60071-2).

EN 60305, Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Keramik- oder Glasisolatoren für Wechselspannungssysteme – Kenngrößen von Kappenisolatoren (IEC 60305).

EN 60383-1, Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 1: Keramik- oder Glasisolatoren für Wechselstromsysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 60383-1).

EN 60383-2, Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 2: Isolatorstränge und Isolatorketten für Wechselstromsysteme: Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 60383-2).

EN 60433, Isolatoren für Freileitungen mit Nennspannung über 1 000 V: Keramische Isolatoren für AC-Netze Kenngrößen von Langstabkettenisolatoren (IEC 60433).

EN 60437, Funkstörprüfung an Hochspannungsisolatoren (IEC 60437)

EN 60507, Fremdschichtprüfungen an Hochspannungs-Isolatoren zur Anwendung in Wechselspannungssystemen (IEC 60507).

EN 60794-1-1, Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-1: Fachgrundspezifikation – Allgemeines.

EN 60794-1-2, Lichtwellenleiterkabel – Teil 1-2: Fachgrundspezifikation; Grundlegende Prüfverfahren für Lichtwellenleiterkabel.

EN 60865-1, Kurzschlussströme, Berechnung der Wirkung – Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren (IEC 60865-1).

EN 60889, Hartgezogene Aluminiumdrähte für Leiter von Freileitungen (IEC 60889).

EN 61232, Aluminium-ummantelte Stahldrähte für die Elektrotechnik (IEC 61232).

EN 61284, Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Armaturen (IEC 61284).

EN 61325, Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 000 V – Keramik- oder Glasisolatoren für Gleichspannungssysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien (IEC 61325).

EN 61395, Freileitungsseile – Prüfverfahren für das Kriechen verseilter Leiter (IEC 61395).

EN 61466-1, Verbund-Kettenisolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 1: Genormte Festigkeitsklassen und Endarmaturen (IEC 61466-1).

EN 61466-2, Verbund-Kettenisolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 kV – Teil 2: Maße und elektrische Kenngrößen (IEC 61466-2).

EN 61773, Freileitungen – Prüfung von Tragwerksgründungen (IEC 61773).

EN 61854, Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Feldabstandhalter (IEC 61854).

EN 61897, Freileitungen – Anforderungen und Prüfungen für Schwingungsdämpfer – Typ Stockbridge (IEC 61897).

EN 187200, Rahmenspezifikation: Lichtwellenleiterkabel-Starkstromleitungen (OCEPL).

ENV 1090-1, Ausführung von Tragwerken aus Stahl – Teil 1: Allgemeine Regeln und Regeln für Hochbauten.

EUROCODE 1, ENV 1991: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke;
ENV 1991-1: Grundlagen der Tragwerksplanung; ENV 1991-2-1: Einwirkungen auf Tragwerke;
ENV 1991-2-4: Einwirkungen auf Bauwerke. Windlasten.

EUROCODE 2, ENV 1992: *Planung von Stahlbeton- und Stahltragwerken; ENV 1992-1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau; ENV 1992-1-3: Grundlagen. Vorgefertigte Betonelemente und Tragwerke; ENV 1992-3: Planung von Stahlbetontragwerken. Betongründungen.*

EUROCODE 3, ENV 1993: *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; ENV 1993-1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau; ENV 1993-1-3: Ergänzende Regeln für kaltverformte, dünnwandige Stäbe und Platten; ENV 1993-5: Pfahlgründungen.*

EUROCODE 5, ENV 1995: *Planung von Holzbauten; ENV 1995-1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau.*

EUROCODE 7, ENV 1997: *Grundbau; ENV 1997-1: Grundlagen.*

EUROCODE 8, ENV 1998: *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben; ENV 1998-5: Gründungen, Stützbauwerke und bodenmechanische Aspekte.*

HD 474 S1, *Maße von Klöppel- und Pfannenverbindungen von Kettenisolatoren (IEC 60120).*

HD 637, *Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV.*

IEC 60038, *IEC standard voltages.*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.*

IEC 60050-466, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 466: Overhead lines.*

IEC 60050-471, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 471: Insulators.*

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General.*

IEC 60050-604, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation.*

IEC 60287-3-1, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses.*

IEC 60372, *Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units – Dimensions and tests.*

IEC 60471, *Dimensions of clevis and tongue couplings of strings insulator units.*

IEC/TR 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.*

IEC/TR 60575, *Thermal-mechanical performance test and mechanical performance test on string insulator units [IEC 60591 deleted].*

IEC 60652, *Loading tests on overhead line towers.*

IEC 60720, *Characteristics of line post insulators.*

IEC 60724, *Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).*

IEC 60794-4-1, *Optical fibre cables – Part 4-1: Aerial optical cables for high-voltage power lines.*

IEC 60797, *Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric.*

EN 50341-1:2001

IEC/TR 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.*

IEC/TR 60826, *Loading and strength of overhead transmission lines.*

IEC 60909, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents.*

IEC 61109, *Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria.*

IEC/TR 61211, *Insulators of ceramic material or class for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Puncture testing.*

IEC/TR 61467, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – AC power arc tests on insulator sets.*

IEC/TR 61597, *Overhead electrical conductors – Calculation methods for stranded bare conductors.*

IEC/TR 61774, *Overhead lines – Meteorological data for assessing climatic loads.*

IEC 62219, *Formed wire concentric lay overhead electrical stranded conductors* ¹⁾.

CISPR 16-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus.*

CISPR 16-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbance and immunity.*

CISPR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits.*

CISPR 18-3, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high voltage equipment – Part 3: Code of practice for minimising the penetration of radio interferences.*

3 Grundlagen für Auslegung und Bemessung

3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt der Norm enthält die Grundlagen und allgemeinen Prinzipien für die bautechnische, bodenmechanische und mechanische Auslegung von Freileitungen mit Nennspannungen über AC 45 kV.

Dieser Abschnitt sollte im Zusammenhang mit den EUROCODEs 1, 2, 3, 5, 7 und 8 gelesen werden. Die in dieser Norm enthaltenen Vorgaben treten anstelle der entsprechenden Abschnitte in den angesprochenen EUROCODEs.

Die allgemeinen Prinzipien haben das Grenzzustandskonzept zur Grundlage, das in Verbindung mit der Methode der Teilsicherheitsbeiwerte, wie in 3.7 beschrieben, verwendet wird.

Die Werte der Teilsicherheitsbeiwerte bezüglich Lasten und Beanspruchbarkeiten hängen ab vom Grad der Unsicherheit der Einwirkungen, der Beanspruchbarkeiten, der geometrischen Größen und der Modelle sowie von der Art des Tragwerks und der Art des Grenzzustands. Teilsicherheitsbeiwerte können auch von der für die Freileitung angestrebten Abstimmung der Beanspruchbarkeit abhängen.

Es gibt im Prinzip zwei Arten, um numerische Werte für Einwirkungen und für Teilsicherheitsbeiwerte zu bestimmen. Der eine Weg hat die statistische Auswertung von meteorologischen Daten, Versuchsdaten und Beobachtungen an Standorten zur Grundlage. Diese Auswertung sollte im Rahmen einer probabilistischen Zuverlässigkeitstheorie, wie in IEC 60826 beschrieben, vorgenommen werden. Ein zweiter Weg hat das Ka-

¹⁾ In Vorbereitung.

librieren entsprechend einer langjährigen und erfolgreichen Errichtung von Hochspannungsfreileitungen zur Grundlage. Diese Leitlinie gilt für die meisten der in den erwähnten EUROCODEs vorgeschlagenen Beiwerte.

In der Praxis werden die beiden Vorgehensweisen wie in Bild 3.1 dargestellt verwendet. Eine statistische Methode erfordert insbesondere eine ausreichende Datengrundlage. In vielen Fällen sind zusätzliche Anstrengungen notwendig, um solche Daten zu erhalten. Vergleiche mit herkömmlichen Auslegungsmethoden mit langer Erfahrung hinsichtlich Auslegung und Betrieb von Freileitungen können, wie oben erwähnt, durchgeführt werden. Aus dieser Sicht kann die statistische Vorgehensweise zusätzliche Grundlagen zur eher traditionellen empirischen Vorgehensweise beitragen und umgekehrt.

Die in 4.3 beschriebene empirische Vorgehensweise stellt eine Alternative zur in 4.2 angegebenen allgemeinen Vorgehensweise hinsichtlich der Einwirkungen dar. Die empirische Vorgehensweise beinhaltet die oben erwähnte Erfahrung mit vorhandenen nationalen Hochspannungs-Freileitungsnormen, die in einigen Ländern seit etwa 1900 vorhanden sind. Daher können diese Normen eine gute Grundlage für das Kalibrieren der empirischen Methode bilden. Eine vergleichende Prüfung bestimmter Werte mit den Ergebnissen statistischer Auswertungen sollte zur Bestätigung und Kalibrierung der Auslegungskriterien durchgeführt werden.

Jedes einzelne nationale Komitee der CENELEC entscheidet, welche besonderen nationalen und/oder regionalen Anforderungen bei der Auslegung von Freileitungen zu beachten sind, und bestimmt gegebenenfalls deren einschlägigen Teilsicherheitsbeiwerte, siehe gegebenenfalls 4.2.11 und 4.3.11. Das nationale Komitee kann weiterhin entscheiden, die empirische Vorgehensweise nach 4.3 zu verwenden. Teilsicherheitsbeiwerte sind zusammen mit den dazugehörigen Anforderungen in den Nationalen Normativen Festlegungen zu dieser Norm enthalten und werden so bindend. Sie können auch in einer Projektspezifikation festgelegt werden.

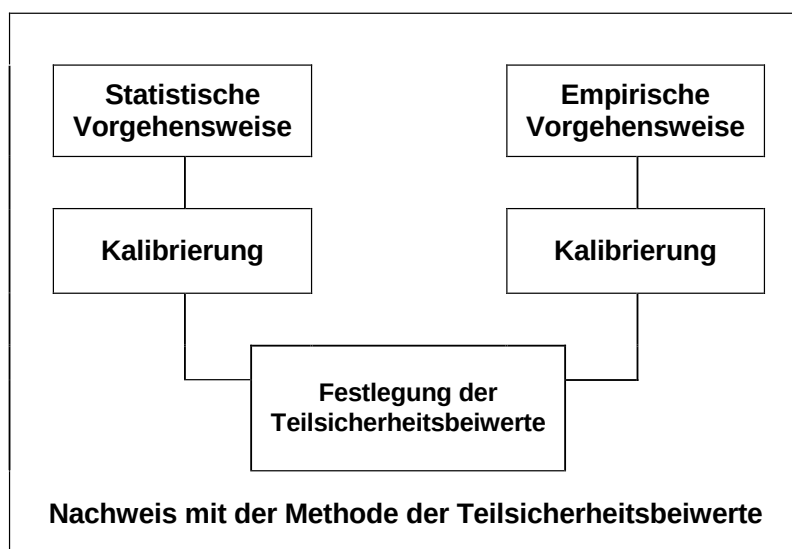


Bild 3.1 – Übersicht über die Bestimmung von Teilsicherheitsbeiwerten

3.2 Anforderungen

3.2.1 Grundlegende Anforderungen

Eine Freileitung muss so bemessen, konstruiert und errichtet werden, dass sie während der vorgesehenen Lebensdauer

- ihre Übertragungsaufgabe unter gegebenen Bedingungen mit einem angemessenen Maß an Zuverlässigkeit wirtschaftlich erfüllt. Dies bezieht sich auf die Gesichtspunkte der Zuverlässigkeitsanforderungen;
- gegen kaskadenartige Schäden geschützt ist, wenn eine bestimmte Komponente beschädigt wird. Dies bezieht sich auf die Gesichtspunkte der Betriebssicherheitsanforderungen;

EN 50341-1:2001

- keine Verletzungen oder den Tod von Personen während der Errichtung und Instandhaltung verursacht. Dies bezieht sich auf die Gesichtspunkte der Anforderungen an die Personensicherheit.

Eine Freileitung muss auch so ausgelegt und errichtet werden, dass die öffentliche Sicherheit, die Dauerhaftigkeit, die Robustheit, die Instandhaltungsfähigkeit sowie Gesichtspunkte der Umweltverträglichkeit und der Ästhetik berücksichtigt sind.

Die angeführten Anforderungen werden erfüllt durch die Wahl geeigneter Werkstoffe, durch angemessene Bemessung und Ausführung und durch Vorgabe von Qualitätssicherungsverfahren für die Bemessung, die Herstellung, die Errichtung und den Betrieb für das jeweilige Projekt.

Die ausgewählten Bemessungsbedingungen müssen, dargestellt durch repräsentative Lastfälle, ausreichend streng und vielfältig sein, damit sie alle Bedingungen umfassen, für die vernünftigerweise angenommen werden kann, dass sie während der Errichtung und der geplanten Lebensdauer der Freileitung auftreten werden.

3.2.2 Zuverlässigkeit von Freileitungen

Die für Freileitungen einschließlich aller Elemente und Komponenten erforderliche Zuverlässigkeit wird durch Auslegung entsprechend dieser Norm und den EUROCODEs 1, 2, 3, 5, 7 und 8 sowie durch angemessene Qualitätssicherungsmaßnahmen erreicht.

Es gilt dabei a) oder b):

- Übereinstimmend mit ihren nationalen Erfahrungen und vorgenommenen Kalibrierungen können die nationalen Komitees von CENELEC entscheiden, eine Zuverlässigkeitsstufe, im Allgemeinen mindestens der unten erwähnten Zuverlässigkeitsstufe 1 entsprechend, anzusetzen. Ausnahmen hiervon müssen in den Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) angegeben werden.
- Wenn die statistische Vorgehensweise verwendet wird, können im Allgemeinen drei unterschiedliche Zuverlässigkeitsstufen für Freileitungen entsprechend einer vorgegebenen Wiederkehrdauer der klimatischen Einwirkungen, wie in Tabelle 3.1 festgelegt, in Betracht gezogen werden.

Tabelle 3.1 – Zuverlässigkeitsstufen

Zuverlässigkeitsstufe	Wiederkehrdauer T von klimatischen Einwirkungen
	Jahre
1	50
2	150
3	500

Abweichungen von diesen Stufen können in Abstimmung mit den besonderen Anforderungen für ein bestimmtes Projekt vorgenommen werden. Jedoch muss die gewählte Stufe mindestens der Zuverlässigkeitsstufe 1 entsprechen, ausgenommen zeitlich begrenzte Bauwerke oder zeitlich begrenzt eingesetzte Komponenten.

ANMERKUNG Die jährliche Zuverlässigkeit einer Freileitung steht näherungsweise in Bezug zur Wiederkehrdauer T der klimatischen Einwirkungen und liegt zwischen $1-1/T$ und $1-1/2T$, was als Minimalwert angesehen werden kann. Weitere Angaben finden sich in IEC 60826.

Eine absolute Zuverlässigkeit ist im Allgemeinen für eine Freileitung schwierig zu bestimmen. Daher kann die Zuverlässigkeitsstufe 1 als Bezugsgröße betrachtet werden, wobei höhere Zuverlässigkeitsstufen relativ zur Referenzstufe zu verstehen sind.

Falls Zuverlässigkeitsstufen festgelegt werden, werden diese in den NNA angegeben.

3.2.3 Anforderungen an die Betriebssicherheit

Den Anforderungen an die Betriebssicherheit wird durch besondere Lastvorgaben und/oder Maßnahmen Rechnung getragen, die dazu dienen sollen, sich unkontrolliert ausbreitende oder kaskadenartige Schäden zu verhindern.

Sollte eine Leitung entweder infolge von Werkstofffehlern, unvorhergesehenen Ereignissen (z. B. Auftreffen eines Objektes, Erdbeben usw.) oder eines ungewöhnlichen klimatischen Ereignisses versagen, ist es wesentlich, dass ein Schaden auf jenen Bereich und seine Umgebung begrenzt wird, wo Überlasten aufgetreten sind, die die Beanspruchbarkeit von Komponenten überstiegen.

Um kaskadenartige Schäden zu verhindern, werden in dieser Norm einige simulierte Einwirkungen und Belastungsbedingungen vorgesehen, die im [Abschnitt 4](#) angegeben sind.

Eine höhere Betriebssicherheit kann für einige Freileitungen, entweder wegen ihrer Wichtigkeit im Netz oder weil sie schweren klimatischen Lasten ausgesetzt sind, gerechtfertigt sein. In solchen Fällen können zusätzliche Maßnahmen angewandt werden, um die Betriebssicherheit entsprechend der Erfahrung oder der Art der auszulegenden Leitung zu erhöhen. Abspannmasten können in vorgegebenen Abständen eingefügt werden, um die Ausbreitung des Versagens zu begrenzen.

3.2.4 Anforderungen an die Personensicherheit während der Errichtung und Instandhaltung

Anforderungen an die Personensicherheit zielen darauf ab, sicherzustellen, dass Errichtungs- und Instandhaltungsarbeiten keine Gefahren für Personen hervorrufen. Die Anforderungen an die Personensicherheit umfassen in dieser Norm insbesondere Lasten wie in [4.2.6](#) und [4.3.6](#) festgelegt, für die die Leitungskomponenten (meist Stützpunkte) ausgelegt werden müssen.

3.2.5 Abstimmung der Beanspruchbarkeit

Die Behandlung einer Freileitung als System verlangt die Abstimmung der Beanspruchbarkeit der Komponenten, die die Leitung bilden. In dieser Norm wird auf besondere Anforderungen an die Abstimmung der Beanspruchbarkeiten in den [NNA](#) verwiesen.

ANMERKUNG Die Abstimmung der Beanspruchbarkeiten wird in der Praxis im Allgemeinen durch die Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte und/oder der Lastfälle erreicht.

[Anhang A](#) enthält Einzelheiten bezüglich des Konzepts der Beanspruchbarkeitsabstimmung auf der Grundlage von IEC 60826.

3.2.6 Zusätzliche Betrachtungen

Die Betrachtung einer Freileitung als ein Bauwerk in der Umwelt muss auf die in der jeweiligen Region oder in einem Land bestehende Umweltgesetzgebung Rücksicht nehmen.

Die Sicherheit von Personen und der Schutz von Wild- und Nutztieren, z. B. Vögel, Vieh usw., müssen in geeigneter Weise berücksichtigt werden. Besondere Anforderungen können in den [NNA](#) angegeben werden.

3.2.7 Geplante Lebensdauer

Die geplante Lebensdauer ist der angenommene Zeitabschnitt, für den eine Freileitung entsprechend ihres vorgesehenen Zweckes mit der vorgesehenen Instandhaltung, aber ohne dass wesentliche Reparaturen notwendig werden, in Gebrauch sein soll.

Die geplante Lebensdauer von Freileitungen wird im Allgemeinen mit 50 Jahren angesetzt, wenn nicht in einer Projektspezifikation anders festgelegt.

ANMERKUNG Die Betriebsdauer liegt üblicherweise im Bereich von 30 bis 80 Jahren.

3.2.8 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit eines Tragwerks oder eines Teils hiervon muss unter Beachtung der Umwelt ausreichen, damit bei angemessener Instandhaltung die Gebrauchstüchtigkeit während der geplanten Lebensdauer gegeben ist.

Die Umweltbedingungen müssen zum Zeitpunkt der Auslegung abgeschätzt werden, um ihre Bedeutung in Bezug auf die Dauerhaftigkeit zu beurteilen und um angemessene Vorkehrungen für den Schutz der Werkstoffe zu ermöglichen.

3.2.9 Qualitätssicherung

Um eine Freileitung entsprechend den Anforderungen und den während der Auslegung getroffenen Annahmen zu erstellen, müssen angemessene Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Auslegung und der Errichtung angewandt werden.

ANMERKUNG Qualitätssicherungsmaßnahmen sind in EN 9001 beschrieben.

3.3 Grenzzustände

3.3.1 Allgemeines

Grenzzustände sind Zustände, bei deren Überschreiten die Freileitung nicht mehr den an sie gestellten Auslegungsanforderungen genügt.

Allgemein wird zwischen „Grenzlastzuständen“ und „Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit“ unterschieden.

3.3.2 Grenzlastzustände

Grenzlastzustände sind diejenigen, die mit einem Zusammenbruch oder mit ähnlichen Formen von Tragwerksschäden durch übermäßige Verformung, Verlust der Stabilität, Umkippen, Riss, Knicken usw. verbunden sind.

Schadenzustände, die einem Zusammenbruch des Tragwerks vorhergehen und der Einfachheit halber anstelle des Zusammenbruchs selbst in Betracht gezogen werden, werden auch als Grenzlastzustände behandelt.

Grenzlastzustände betreffen:

- die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit von Stützpunkten, Gründungen, Leitern und Ausrüstung;
- die Personensicherheit.

3.3.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit entsprechen bestimmten festgelegten Bedingungen, bei deren Überschreiten für eine Freileitung festgelegte Betriebsanforderungen nicht mehr erfüllt werden.

Die Anforderungen an die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit betreffen:

- die mechanische Funktionsfähigkeit der Stützpunkte, Gründungen, Leiter und Ausrüstung;
- die elektrischen Abstände.

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, die gegebenenfalls zu berücksichtigen sind, schließen ein:

- Verformungen und Verschiebungen, die das Erscheinungsbild und den wirksamen Gebrauch des Stützpunkts beeinträchtigen und elektrische Abstände vermindern;
- Schwingungen, die Schäden an Leitern, Stützpunkten und der Ausrüstung verursachen und deren Funktionalität begrenzen;

- Schäden (einschließlich Risse), die möglicherweise das Erscheinungsbild, die Dauerhaftigkeit oder die Funktion eines Stützpunkts ungünstig beeinträchtigen.

Hinsichtlich Empfehlungen für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit und Kriterien für die Leistungsfähigkeit wird auf **NNA** und Projektspezifikationen verwiesen.

3.3.4 Auslegung im Hinblick auf Grenzzustände

Die Auslegung im Hinblick auf Grenzzustände muss durchgeführt werden durch:

- Erstellen von Tragwerks- und Lastmodellen für die einschlägigen Grenzzustände der Lasten und der Gebrauchstauglichkeiten, die bei unterschiedlichen Auslegungssituationen und Lastfällen zu berücksichtigen sind;
- Nachweis, dass die Grenzzustände nicht überschritten werden, wenn die Bemessungswerte für Einwirkungen, Werkstoffeigenschaften und geometrische Daten in den Modellen verwendet werden.

Bemessungswerte werden im Allgemeinen durch Verwenden der charakteristischen Werte oder Kombinationswerte (wie in dieser Norm festgelegt) in Verbindung mit Teilsicherheitsbeiwerten, wie in dieser Norm und in den EUROCODEs 2, 3, 5, 7 und 8 festgelegt, erhalten.

In einigen Fällen kann es angemessen sein, Bemessungswerte direkt zu bestimmen. Die Werte müssen mit Bedacht gewählt werden und sollten mindestens dem gleichen Zuverlässigkeitsgrad für die unterschiedlichen Grenzzustände entsprechen, wie in den Teilsicherheitsbeiwerten dieser Norm enthalten.

3.4 Einwirkungen

3.4.1 Einteilung in Hauptklassen

Eine Einwirkung F ist:

- direkt, wenn eine Last auf die Tragwerke einschließlich ihrer Gründungen, auf die Leiter usw. einwirkt;
- indirekt, wenn eine aufgezwungene oder verhinderte Verformung, verursacht durch Temperaturänderungen, Grundwasserbewegungen oder ungleiche Setzungen, zu Belastungen führt.

Einwirkungen werden eingeteilt:

a) gemäß ihrer zeitlichen Änderung:

- 1) *Ständige Einwirkungen (G)*, d. h. das Eigengewicht der Tragwerke einschließlich Gründungen, Armaturen und fester Zubehörteile.

Das Eigengewicht der Leiter und die Einwirkungen der zugehörigen Leiterzugkräfte bei Bezugstemperatur, siehe [Abschnitt 4](#), und auch die ungleichen Setzungen von Tragwerken werden als ständige Einwirkungen behandelt.

- 2) *Veränderliche Einwirkungen (Q)*, d. h. Windlasten, Eislasten oder andere äußere Lasten.

Windlasten und Eislasten mit den zugehörigen Temperaturen sind klimatische Lasten, die durch probabilistische Methoden (Zuverlässigkeitskonzept) oder auf deterministischer Grundlage abgeschätzt werden können.

Änderungen der Leiterzugkräfte infolge von Wind und Eis und von Temperaturänderungen gegenüber der Bezugstemperatur sind ebenfalls veränderliche Einwirkungen.

ANMERKUNG Die lotrechte Einwirkung des Leitereigengewichtes am Stützpunkt (in anderen Worten die Gewichtsspannweite) wird durch die Änderungen gegenüber dem Bezugszustand der Leiterzugkraft infolge von Leiterkriechen und Temperaturänderungen beeinflusst. Wie erwähnt, ist diese Abweichung gegenüber dem Bezugszustand eine veränderliche Einwirkung. Soweit dies für die Bemessung entscheidend ist, insbesondere wenn keine anderen klimatischen Lasten vorhanden sind, sollte die Unsicherheit einer solchen Änderung – in ungünstiger oder günstiger Richtung – durch Verwendung eines auf das Eigengewicht (oder die Gewichtsspannweite) bezogenen Teilsicherheitsbeiwerts berücksichtigt werden.

Einwirkende Lasten infolge der Leiterverlegung, des Besteigens des Tragwerks usw. werden auf einer deterministischen Grundlage abgeschätzt und sind dem Gesichtspunkt der Personensicherheit zuzuordnen.

- 3) *Ausnahmelasten (A)*, d. h. Lastannahmen zur Schadensbegrenzung, Lawinenlasten usw. Diese beziehen sich auf den Gesichtspunkt der Betriebssicherheit.

Außergewöhnliche Eislasten einschließlich ungleicher Eislast können als Ausnahmeeinwirkung behandelt werden, wenn die empirische Vorgehensweise angewandt wird.

b) durch ihre Art und/oder die Reaktion des Tragwerks:

- 1) *statische Einwirkungen*, die keine wesentliche Beschleunigung der Komponenten oder Elemente hervorrufen;
- 2) *dynamische Einwirkungen*, die wesentliche Beschleunigungen von Komponenten oder Elementen hervorrufen.

Es ist im Allgemeinen ausreichend, die äquivalenten statischen Wirkungen von quasi-statischen Einwirkungen, wie Windlasten, bei der Auslegung von Freileitungstützpunkten (einschließlich Gründungen) zu betrachten. Besondere Aufmerksamkeit ist außergewöhnlich hohen und/oder schlanken Stützpunkten zu widmen.

3.4.2 Charakteristische Werte der Einwirkungen

Der charakteristische Wert einer Einwirkung (F_K) ist ihr repräsentativer Hauptwert, der für den Nachweis des Grenzzustands verwendet wird.

Ständige Einwirkungen (G)

Der charakteristische Wert der ständigen Einwirkungen kann bei der Bemessung von Freileitungen üblicherweise als ein Wert G_K bestimmt werden, da die Streuung von G sehr klein ist.

Veränderliche Einwirkungen (Q)

Für veränderliche Einwirkungen entspricht der charakteristische Wert Q_K entweder

- einem Nennwert, der für deterministische Einwirkungen und in der empirischen Vorgehensweise verwendet wird, oder
- einem oberen Wert mit einer angestrebten Wahrscheinlichkeit, während einer Bezugszeitdauer von einem Jahr nicht überschritten zu werden (Wind und Eis), oder einem unteren Wert mit einer angestrebten Wahrscheinlichkeit, nicht unterschritten zu werden (Temperatur). In dieser Norm wird eine jährliche Wahrscheinlichkeit von 0,02 angenommen (d. h. die Wiederkehrdauer ist 50 Jahre).

Ausnahmeeinwirkung (A)

Für Ausnahmeeinwirkungen ist der repräsentative Wert im Allgemeinen ein charakteristischer Wert A_K entsprechend einem festgelegten Wert.

3.4.3 Kombinationswerte für veränderliche Einwirkungen

Kombinationswerte sind der Verwendung von Kombinationen von Einwirkungen zugeordnet, um der verminderten Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Eintretens der ungünstigsten Werte mehrerer unabhängiger Einwirkungen Rechnung zu tragen.

Der Kombinationswert einer veränderlichen Einwirkung Q wird im Allgemeinen als Produkt eines Kombinationswerts und eines charakteristischen Werts $\Psi_Q \times Q_K$ oder durch eine Last mit einer verminderten Wiederkehrdauer oder unmittelbar, wie im [Abschnitt 4](#) festgelegt, dargestellt. Der Kombinationswert ($\Psi_Q \times Q_K$) wird als Bemessungswert verwendet. Soweit das Auftreten von unterschiedlichen Einwirkungen in gegenseitiger Wechselbeziehung steht, wirkt sich dies im Kombinationswert aus.

ANMERKUNG In dieser Norm wird der Kombinationsbeiwert für eine veränderliche Einwirkung Ψ_Q prinzipiell auf der Basis einer verminderten Wiederkehrdauer abgeleitet und beinhaltet daher sowohl den Teilsicherheitsbeiwert, wie er in der Darstellung der EUROCODEs verwendet wird, als auch alle anderen Ermäßigungsbeiwerte.