



Freileitungen über AC 1 kV

Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV

Lignes électriques aériennes dépassant AC 1 kV

Vorwort

Für eine bessere Handhabung und Lesbarkeit der mittlerweile umfangreichen normativen Grundlagen im Bereich der Freileitungsserrichtung hat das zuständige Technische Komitee TK L „Starkstromfreileitungen und Verlegung von Energiekabeln“ im Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE) beschlossen, die verschiedenen Dokumente und Fachinformationen in einer OVE-Richtlinie zusammenzufassen. Das Projekt wurde vom OEK-Aktionskomitee mit Beschluss OEK-AK/2008/C01 vom 8. Februar 2008 genehmigt.

Diese Richtlinie beinhaltet die Zusammenfassung folgender Dokumente:

- ÖVE/ÖNORM EN 50341:2002-09-01 „Freileitungen über AC 45 kV – Teil 1 bis Teil 3
- ÖVE/ÖNORM EN 50341/AC1:2007-01-01 „Freileitungen über AC 45 kV – Teil 1 bis Teil 3
- EN 50341-1:2001/A1:2009 „Freileitungen über AC 45 kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen“
- ÖVE/ÖNORM EN 50423:2005-09-01 „Freileitungen über AC 1 kV bis einschließlich AC 45 kV – Teil 1 bis Teil 3-1“
- aktualisierte National Normative Aspects NNA (BT Beschlüsse D133/C093 und D133/C094)
- Fachmeinungen und Klarstellungen des TK L, Fassung vom 20. April 2010

Diese Richtlinie wurde von einer Arbeitsgruppe des TK L erstellt und vom TK L im Rundlaufbeschluss am 10. Dezember 2010 zur Veröffentlichung freigegeben.

Die in den konsolidierten Fassungen der Europäischen Norm durchgestrichenen und in Österreich nicht anzuwendenden Textpassagen wurden in der vorliegenden Richtlinie nicht aufgenommen. Die ursprüngliche Nummerierung wurde beibehalten, um die Zuordnung zu den oben genannten Normen zu ermöglichen. Daraus ergeben sich in dieser Richtlinie Sprünge in der Nummerierung.

Diese Richtlinie ersetzt nicht die oben angeführten Normen und hat auch keine Verbindlichkeit. In diesem Sinne bezieht sich der in der Richtlinie verwendete Ausdruck „Norm“ auf die oben angeführten Originalnormen.

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

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

In Bezug auf Freileitungsmasten darf der Konstrukteur gegebenenfalls auf die EN 1993-3-1 verweisen.

Jede erforderliche Klärung betreffend die Anwendung dieser Richtlinie muss an den OVE adressiert werden.

Der OVE hat die folgende Adresse:

Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE)
Eschenbachgasse 9, A-1010 Wien
Tel. +43.1 587 63 73
Fax +43.1 586 74 08
Name des zuständigen Technischen Komitees: TK L

Das Österreichische Nationalkomitee von CENELEC erklärt in Übereinstimmung mit Abschnitt 3.1 des Teiles 1, dass Teil 3-1 den „Einwirkungen, empirische Vorgangsweise“ (Abschnitt 4.3) folgt, und dass konsequenterweise der Abschnitt 4.2 „Allgemeine Vorgangsweise“ in Österreich nicht angewendet werden darf.

Die nationalen Österreichischen Bestimmungen mit Bezug auf Freileitungen über 1kV (AC) sind im Abschnitt 2.3 angeführt.

ANMERKUNG: Alle nationalen Normen, auf die in diesem Dokument Bezug genommen wird, werden durch relevante europäische Normen ersetzt, sobald diese verfügbar sind, durch das Österreichische NC angenommen wurden und dies dem Sekretär von CENELEC/TC 11 mitgeteilt wurde.

Inhalt

Einführung	14
1 Anwendungsbereich	15
2 Begriffe, Symbole und Verweisungen	16
2.1 Begriffe	16
2.2 Symbole	30
2.3 Normative Verweisungen	35
3 Grundlagen für Auslegung und Bemessung	41
3.1 Allgemeines	41
3.2 Anforderungen	42
3.2.1 Grundlegende Anforderungen	42
3.2.2 Zuverlässigkeit von Freileitungen	42
3.2.3 Anforderungen an die Betriebssicherheit	43
3.2.4 Anforderungen an die Personensicherheit während der Errichtung und Instandhaltung	43
3.2.5 Abstimmung der Beanspruchbarkeit	43
3.2.6 Zusätzliche Betrachtungen	43
3.2.7 Geplante Lebensdauer	44
3.2.8 Dauerhaftigkeit	44
3.2.9 Qualitätssicherung	44
3.3 Grenzzustände	44
3.3.1 Allgemeines	44
3.3.2 Grenzlastzustände	44
3.3.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	44
3.3.4 Auslegung im Hinblick auf Grenzzustände	45
3.4 Einwirkungen	45
3.4.1 Einteilung in Hauptklassen	45
3.4.2 Charakteristische Werte der Einwirkungen	46
3.4.3 Kombinationswerte für veränderliche Einwirkungen	46
3.5 Werkstoffeigenschaften	47
3.6 Modellbildung für Tragwerksberechnung und Tragwerksbeanspruchbarkeit	47
3.6.1 Allgemeines	47
3.6.2 Zusammenwirken zwischen Tragwerksgründungen und Boden	47
3.7 Bemessungswerte und Nachweismethode	48
3.7.1 Allgemeines	48
3.7.2 Bemessungswerte	48
3.7.3 Grundlegende Bemessungsgleichung	49
3.7.4 Kombination von Einwirkungen	49
4 Einwirkungen auf Freileitungen	50
4.1 Einführung	50

4.2	Einwirkungen, allgemeine Vorgehensweise	50
4.2.1	Ständige Lasten	50
4.2.6	Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	50
4.2.9	Andere Sonderlasten	51
4.2.10	Lastfälle	51
4.3	Einwirkungen, empirische Vorgehensweise	52
4.3.1	Ständige Lasten	52
4.3.2	Windlasten	52
4.3.3	Eislasten	55
4.3.4	Gleichzeitige Wind- und Eislasten	56
4.3.5	Temperatureinwirkungen	56
4.3.6	Lasten aus Errichtung und Instandhaltung	56
4.3.7	Lasten im Hinblick auf die Betriebssicherheit	57
4.3.8	Kurzschlusslasten	57
4.3.9	Andere Sonderlasten	57
4.3.10	Lastfälle	57
4.3.11	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	67
5	Elektrische Anforderungen	70
5.1	Einteilung nach Spannungen	70
5.2	Ströme	71
5.2.1	Betriebsstrom	71
5.2.2	Kurzschlussstrom	71
5.3	Isolationskoordination	72
5.3.1	Allgemeines	72
5.3.2	Ursprung und Einteilung der Spannungsbeanspruchung von Freileitungen und Ermittlung der repräsentativen Überspannungen	72
5.3.3	Bestimmung der Koordinationsstehspannung (U_{cw})	73
5.3.4	Bestimmung der erforderlichen Stehspannung (U_{rw})	74
5.3.5	Elektrische Abstände zum Vermeiden von Überschlägen	75
5.4	Innere und äußere Abstände	80
5.4.1	Einführung	80
5.4.2	Allgemeine Überlegungen und Lastfälle	81
5.4.3	Abstände im Spannungsfeld und am Mast	85
5.4.4	Abstände zum Boden in Gebieten außerhalb von Gebäuden, Straßen, Eisenbahnen und schiffbaren Wasserwegen	89
5.4.5	Abstände zu Gebäuden, Verkehrswegen, anderen Freileitungen und Erholungsflächen	90
5.5	Auswirkungen der Korona	113
5.5.1	Funkstörungen	113
5.5.2	Koronageräusche	114
5.5.3	Koronaverluste	115
5.6	Elektrische und magnetische Felder	115

5.6.1	Elektrische und magnetische Felder unter einer Freileitung	115
5.6.2	Induktion infolge elektrischer und magnetischer Felder	116
5.6.3	Beeinflussung von Fernmeldestromkreisen.....	116
6	Erdungsanlagen	116
6.1	Zweck	116
6.2	Auslegung von Erdungsanlagen bei Betriebsfrequenz.....	117
6.2.1	Allgemeines.....	117
6.2.2	Auslegung bezüglich Korrosion und mechanischer Festigkeit	117
6.2.3	Auslegung bezüglich thermischer Festigkeit	118
6.2.4	Auslegung bezüglich Personensicherheit.....	118
6.3	Erstellen von Erdungsanlagen	123
6.3.1	Einbau von Erdern und Erdungsleitungen	123
6.3.2	Potentialverschleppungen.....	124
6.4	Erdungsmaßnahmen gegen Blitzauswirkungen	124
6.5	Messungen für und an Erdungsanlagen	124
6.6	Inspektion von Erdungsanlagen vor Ort und Dokumentation	124
7	Stützpunkte.....	125
7.1	Einführende Überlegungen zur Bemessung.....	125
7.1.1	Beanspruchbarkeit eines einstielligen Mastes (gilt nur für Leitungen der Leitungsgruppe I).....	125
7.1.2	Knickbeanspruchbarkeit (gilt nur für Leitungen der Leitungsgruppe I).....	125
7.2	Werkstoffe	125
7.2.1	Stahlwerkstoffe, Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben, Schweißwerkstoffe.....	125
7.2.2	Kaltverformter Stahl.....	125
7.2.3	Anforderungen an zum Verzinken geeignete Stahlgüten	126
7.2.4	Ankerschrauben	126
7.2.5	Beton und Bewehrungsstahl	126
7.2.6	Holz	126
7.2.7	Werkstoffe für Abspannungen	126
7.2.8	Andere Werkstoffe	126
7.3	Stahlgittermaste	126
7.3.1	Allgemeines.....	126
7.3.2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion (Kapitel 2)	127
7.3.3	Werkstoffe (Abschnitt 3).....	127
7.3.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Abschnitt 4) (siehe auch NNA).....	127
7.3.5	Grenzlastzustände der Tragfähigkeit (Abschnitt 5).....	128
7.3.6	Verbindungen (Abschnitt 6).....	129
7.3.7	Fertigung und Montage (Abschnitt 7).....	130
7.3.8	Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	130
7.4	Einstiellige Stahlmaste	130
7.4.1	Allgemeines.....	130

7.4.2	Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion (Kapitel 2)	131
7.4.3	Werkstoffe (Abschnitt 3).....	131
7.4.4	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Abschnitt 4) (siehe auch NNA).....	131
7.4.5	Grenzzustände der Beanspruchbarkeit (Abschnitt 5).....	131
7.4.6	Verbindungen (Abschnitt 6).....	132
7.4.7	Fertigung und Montage (Abschnitt 7).....	134
7.4.8	Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	134
7.5	Holzmaсте.....	134
7.5.1	Allgemeines.....	134
7.5.2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion.....	134
7.5.3	Werkstoffe	139
7.5.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (siehe auch NNA).....	141
7.5.5	Grenzzustand der Beanspruchbarkeit	141
7.5.6	Beanspruchbarkeit von Verbindungen.....	142
7.5.7	Versuchsgestützte Bemessung (Abschnitt 8)	142
7.6	Betonmaсте	142
7.6.1	Allgemeines.....	142
7.6.2	Grundlagen für Berechnung und Konstruktion	143
7.6.3	Werkstoffe	143
7.6.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (siehe auch NNA).....	143
7.6.5	Grenzlastzustände	143
7.6.6	Versuchsgestützte Bemessung	144
7.7	Abgespannte Tragwerke	144
7.7.1	Allgemeines.....	144
7.7.2	Grundlagen für Auslegung und Berechnung	144
7.7.3	Werkstoffe	144
7.7.4	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	144
7.7.5	Grenzlastzustände.....	144
7.7.6	Einzelheiten der Anker Ausführung.....	145
7.8	Andere Tragwerke.....	146
7.9	Korrosionsschutz und Endbehandlung	147
7.9.1	Allgemeines.....	147
7.9.2	Verzinkung	147
7.9.3	Metallspritzverzinkung.....	147
7.9.4	Beschichtung verzinkter Teile in der Werkstatt (Duplex-System).....	147
7.9.5	Farbliche Endbehandlung	148
7.9.6	Verwendung von wetterfesten Stählen	148
7.9.7	Schutz von Holzmaсте	148
7.10	Instandhaltungseinrichtungen	148
7.10.1	Besteigen	148

7.10.2	Instandhaltbarkeit	149
7.10.3	Anforderungen an die Personensicherheit	149
7.11	Belastungsprüfungen	149
7.12	Zusammenbau und Errichtung	149
8	Gründungen	149
8.1	Einführung	149
8.2	Allgemeine Anforderungen	150
8.3	Baugrunderkundungen	151
8.4	Auf die Gründungen einwirkende Lasten	151
8.5	Geotechnische Bemessung	152
8.5.1	Allgemeines	152
8.5.2	Geotechnische Bemessung durch Berechnung	152
8.5.3	Geotechnische Bemessung mit praktisch bewährten Methoden	156
8.6	Belastungsprüfungen	157
8.7	Bautechnische Bemessung und Ausführung	157
8.8	Herstellung und Einbringung	161
9	Leiter und Erdseile mit oder ohne Telekommunikations-Komponenten	161
9.1	Einführung	161
9.2	Leiter mit Aluminium als Leitmaterial	161
9.2.1	Kennwerte und Maße	162
9.2.2	Elektrische Anforderungen	162
9.2.3	Leiterbetriebstemperaturen und Eigenschaften des Fettes	162
9.2.4	Mechanische Anforderungen	163
9.2.5	Korrosionsschutz	163
9.2.6	Prüfungsanforderungen	163
9.3	Leiter aus Stahldrähten	163
9.3.1	Kennwerte und Maße	164
9.3.2	Elektrische Anforderungen	164
9.3.3	Leiterbetriebstemperaturen und Kennwerte des Fettes	164
9.3.4	Mechanische Anforderungen	164
9.3.5	Korrosionsschutz	164
9.3.6	Prüfanforderungen	165
9.4	Leiter aus Kupferdrähten	165
9.5	Leiter und Erdseile mit optischen Fasern für Telekommunikationskreise	165
9.5.1	Kennwerte und Maße	165
9.5.2	Elektrische Anforderungen	165
9.5.3	Leiterbetriebstemperatur	165
9.5.4	Mechanische Anforderungen	165
9.5.5	Korrosionsschutz	166
9.5.6	Prüfanforderungen	166

9.6	Allgemeine Anforderungen	168
9.6.1	Vermeiden von Beschädigungen	169
9.6.2	Teilsicherheitsbeiwert für Leiter	169
9.6.3	Durchhangs-Spannungsberechnungen	169
9.6.4	Kleinste Querschnitte	170
9.7	Prüfberichte und -zertifikate	170
9.8	Auswahl, Lieferung und Verlegung von Leitern	170
10	Isolatoren	170
10.1	Allgemeines	170
10.2	Genormte elektrische Anforderungen	171
10.3	Anforderungen an die Funkstörfestigkeit und Koronaaussetzspannung	172
10.4	Anforderungen an das Verhalten unter Verschmutzung	172
10.5	Anforderungen an das Leistungslichtbogenverhalten	172
10.6	Anforderungen an das Geräuschverhalten	173
10.7	Mechanische Anforderungen	173
10.8	Anforderungen an die Dauerhaftigkeit	174
10.8.1	Allgemeine Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Isolatoren	174
10.8.2	Schutz gegen Vandalismus	174
10.8.3	Schutz der Eisenwerkstoffe	174
10.8.4	Zusätzlicher Korrosionsschutz	174
10.9	Werkstoffwahl und -festlegung	174
10.10	Kennwerte und Maße von Isolatoren	175
10.11	Anforderungen an Typprüfungen	175
10.11.1	Genormte Typprüfungen	175
10.11.2	Wahlfreie Typprüfungen	176
10.12	Anforderungen an die Stichprobenprüfung	176
10.13	Anforderungen an die Stückprüfung	177
10.14	Zusammenfassung der Prüfanforderungen	177
10.15	Prüfberichte und -zertifikate	177
10.16	Auswahl, Lieferung und Einbau von Isolatoren	177
11	Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen	177
11.1	Allgemeines	177
11.2	Elektrische Anforderungen	178
11.2.1	Für alle Armaturen geltende Anforderungen	178
11.2.2	Für stromfeste Armaturen geltende Anforderungen	178
11.3	Anforderungen an Funkstörspannungen und Koronaaussetzspannungen	178
11.4	Magnetische Eigenschaften	178
11.5	Anforderungen hinsichtlich Kurzschluss- und Lichtbogenfestigkeit	178
11.6	Mechanische Anforderungen	179
11.7	Anforderungen an die Dauerbeständigkeit	180

11.8	Werkstoffauswahl und -spezifikation	181
11.9	Kennwerte und Maße von Armaturen	181
11.10	Anforderungen an Typprüfungen	181
11.10.1	Genormte Typprüfungen	181
11.10.2	Wahlfreie Typprüfungen	181
11.11	Anforderungen an Stichprobenprüfungen	181
11.12	Anforderungen an Stückprüfungen	182
11.13	Prüfberichte und Zertifikate	182
11.14	Auswahl, Lieferung und Einbau von Armaturen	182
12	Qualitätssicherung, Prüfungen und Abnahmen	182
12.1	Qualitätssicherung	182
12.2	Prüfungen und Abnahmen	183
	Mitführung von Fernmeldeleitungen an Tragwerken von Hochspannungsfreileitungen der Leitungsgruppe I	184
	Mitführung von Fernmeldeleitungen an Tragwerken von Hochspannungsfreileitungen der Leitungsgruppe II bis IV	185
Anhang A (informativ)	Abstimmung der Beanspruchbarkeit	187
A.1	Empfohlene Auslegungskriterien	187
A.2	Vorschlag für Abstimmung der Beanspruchbarkeit	187
Anhang B (informativ)	Extreme Windgeschwindigkeiten und Eislasten	189
B.1	Definition von im Anhang B verwendeten Symbolen	189
B.2	Auswertung von extremen Windgeschwindigkeiten	189
B.3	Definition der extremen Eislast	190
B.4	Statistische Eisparameter	191
B.4.1	Grundeislast	191
B.4.2	Größte jährliche Eislast I_m	191
B.4.3	Größte Eislast während mehrerer Jahre I_{max}	191
B.4.4	Mittelwert I_{mm} der größten jährlichen Eislasten	191
B.4.5	Variationskoeffizient v_1 für größte jährliche Eislasten	191
B.5	Auswertung der größten Eislasten, die aus unterschiedlichen Datenquellen stammen	191
B.5.1	Datenquellen für die statistische Auswertung	191
B.5.2	Jährliche Größtwerte der Eislasten während einer Periode von wenigstens 10 Jahren sind verfügbar	191
B.5.3	Nur die größte Eislast I_{max} ist für eine bestimmte Anzahl von Jahren bekannt	192
B.5.4	Ermittlung der größten jährlichen Eislast durch Auswertung von meteorologischen Daten	192
B.6	Gleichzeitige Wind- und Eisbelastung	192
B.6.1	Größte Eislast I_L gleichzeitig mit einer mäßigen Windgeschwindigkeit V_{IH}	192
B.6.2	Hohe Windgeschwindigkeit V_{IL} gleichzeitig mit mäßiger Eislast I_H	192
Anhang C (informativ)	Sonderlasten	194
C.1	Definition von im Anhang C verwendeten Symbole	194
C.2	Lasten infolge von Kurzschlüssen	194

C.3	Lawinen, rutschender Schnee.....	195
C.4	Erdbeben.....	195
Anhang D (informativ) Statistische Daten für die Gumbel-Extremwertverteilungen		196
D.1	Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	196
D.2	Gumbelverteilung	196
D.3	Beispiel für die Verwendung von C_1 und C_2	200
D.4	Berechnung von C_1 und C_2	200
Anhang E (normativ) Gilt nur für Leitungen der Leitungsgruppe II bis IV Elektrische Anforderungen.....		204
E.1	Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	204
E.2	Isolationskoordination.....	205
E.2.1	Entwicklung theoretischer Formeln für die Berechnung elektrischer Abstände	205
E.2.2	Erforderliche Stehspannung in Luft U_{rw}	205
E.2.3	Zu berücksichtigende Überspannungen	208
E.2.4	Berechnungsformeln	209
E.2.5	Höhenfaktor.....	210
Anhang F (informativ) Gilt nur für Leitungen der Leitungsgruppe II bis IV Elektrische Anforderungen		212
F.1	Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	212
F.2	Isolationskoordination. Beispiele für die Berechnung von D_{cl} , D_{pp} und D_{50Hz} für unterschiedliche Netzspannungen	212
F.2.1	Bereich I: 90-kV-Stromkreis ausgerüstet mit Isolator Ketten aus 6 Kappenisolatoren	212
F.2.2	Bereich I: 90-kV-Stromkreis ausgerüstet mit Isolator Ketten aus 9 Kappenisolatoren	214
F.2.3	Bereich II: 400-kV-Stromkreis	215
Anhang G (normativ) Erdungsanlagen.....		217
G.1	Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	217
G.2	Mindestmaße von Erdern und Schutzüberzügen, um mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherzustellen.....	218
G.3	Berechnung der Stromtragfähigkeit	219
G.4	Berührungsspannung und Körperstrom.....	222
G.4.1	Zusammenhang zwischen Berührungsspannung und Körperstrom.....	222
G.4.2	Berechnung mit Berücksichtigung zusätzlicher Widerstände	223
G.5	Messung von Berührungsspannungen	224
G.6	Reduktionsfaktor durch Erdseile auf Freileitungen	225
G.6.1	Allgemeines.....	225
G.6.2	Werte für den Reduktionsfaktor von Freileitungen.....	225
Anhang H (informativ) Erdungsanlagen		226
H.1	Definition der in diesem Anhang verwendeten Symbole	226
H.2	Grundlagen für den Nachweis.....	226
H.2.1	Spezifischer Erdwiderstand.....	226
H.2.2	Erdausbreitungswiderstand.....	227
H.3	Einbau von Erdern und Erdungsleitern	229
H.3.1	Einbau von Erdern.....	229

H.3.1.1	Oberflächenerder	229
H.3.1.2	Lotrecht oder schräg eingetriebene Tiefenerder	229
H.3.1.3	Verbindung der Erder	229
H.3.2	Einbau von Erdungsleitern	229
H.3.2.1	Verlegen von Erdungsleitern	229
H.3.2.2	Verbinden von Erdungsleiter	230
H.4	Messungen für und an Erdungsanlagen	230
H.4.1	Messung der spezifischen Erdwiderstände	230
H.4.2	Messung von Ausbreitungswiderständen und Erdungsimpedanzen	230
H.4.3	Bestimmung der Erdungsspannung	231
Anhang J (normativ)	Stahlgittermaste	232
J.1	Definition von im Anhang J verwendeten Symbolen	232
J.2	Einstufung in Querschnittsklassen (Abschnitt 5.5)	233
J.2.1	Grundlagen	233
J.2.2	Einstufung	233
J.2.3	Wirksame Querschnittswerte für druckbeanspruchte Stäbe (Abschnitt 6.2.2.5, und EN 1993-1-5, 5.2.2)	233
J.3	Querschnitt (Abschnitt 6.2.2)	234
J.3.1	Bruttoquerschnitt (Abschnitt 6.2.2.1)	234
J.3.2	Nettofläche (Abschnitt 6.2.2.2)	234
J.4	Nachweis der Querschnittsbeanspruchbarkeit	235
J.4.1	Zugbelastung	235
J.4.2	Druckbelastung (Abschnitt 6.2.4)	235
J.4.3	Biegemoment (Abschnitt 6.2.5)	236
J.4.4	Biegung und axiale Kräfte (Abschnitt 6.2.9.3)	236
J.5	Nachweis der Knickbeanspruchbarkeit von Stäben (Abschnitt 6.3)	236
J.5.1	Druckbeanspruchte Stäbe (Abschnitt 6.3.1)	236
J.5.1.1	Biegeknicken	236
J.5.1.2	Biegedrillknicken	237
J.5.2	Biegedrillknicken von Biegeträgern (Abschnitt 6.3.2)	238
J.5.3	Biegung und axiale Zugkraft (Abschnitt 6.3.2)	238
J.5.4	Biegung und axiale Druckkraft (Abschnitt 6.3.3)	238
J.6	Knicklänge von Stäben	238
J.6.1	Allgemeines	238
J.6.2	Eckstiele und Gurte	238
J.6.2.1	Allgemeines	238
J.6.2.2	Einfache Stäbe	238
J.6.3	Ausfachungsarten	239
J.6.3.1	Allgemeines	239
J.6.3.2	Einfache Diagonalen	239

J.6.3.3	Gekreuzte Diagonalen	240
J.6.3.4	Gekreuzte Diagonalen mit Aussteifungsstäben	241
J.6.3.5	Unterbrochene, gekreuzte Diagonalen mit durchgehendem Horizontalstab am Schnittpunkt (siehe Bild J.6)	242
J.6.3.6	Mehrfache Gitterdiagonalen	242
J.6.3.7	Gekreuzte Diagonalen mit diagonalen Eckverbindungen	242
J.6.3.8	K-Ausfachung (siehe Bild J.5 (h und i))	243
J.6.4	Zusammengesetzte Stäbe	243
J.6.4.1	Allgemeines	243
J.6.4.2	Einzelheiten	243
J.6.4.3	Bemessung	244
J.7	Zusätzliche Empfehlungen für Ausfachungsformen	245
J.7.1	Waagrechte Randstäbe mit waagrechten Querverbänden (Bild J.9)	245
J.7.2	Waagrechte Randstäbe ohne waagrechten Querverband	246
J.7.3	Geknicktes K-Fachwerk	247
J.7.4	Portalrahmen	247
J.8	Berechnung der wirksamen Schlankheit $\bar{\lambda}_{\text{eff}}$ (durch Belastungsprüfungen unterstützte Tragwerksbemessung)	248
J.9	Wahl des Knickfalles für Winkelprofile (durch Belastungsprüfungen gestützte Tragwerksberechnung)	248
J.9.1	Einfachwinkel	248
J.9.2	Mehrteilige Stäbe/Gitterstäbe	249
J.10	Sekundärstäbe (Null-Stäbe)	250
J.11	Schraubverbindungen	250
Anhang K (normativ)	Einstielige Stahlmaste	252
K.1	Definitionen von im Anhang K verwendeten Symbolen	252
K.2	Einstufung in Querschnittsklassen (Abschnitt 5.5)	253
K.3	Wirksame Querschnittswerte für Querschnitte der Klasse 4 (Abschnitt 6.2.2.5, und EN 1993-1- 5, 5.2.2)	254
K.4	Beanspruchbarkeit von kreisförmigen Querschnitten ohne Öffnungen mit überwiegendem Biegemoment	254
K.5	Beanspruchbarkeit von polygonalen Querschnitten ohne Öffnungen mit überwiegendem Biegemoment	255
K.5.1	Querschnitte der Klasse 3 (Abschnitt 6.2.9.2)	255
K.5.2	Querschnitte der Klasse 4 (Abschnitt 6.2.9.3)	255
K.6	Bemessung von Ankerschrauben	256
Anhang L (informativ)	Bemessungsanforderungen für Tragwerke und Gründungen	260
L.1	Das Tragwerk betreffende Anforderungen:	260
L.2	Anforderungen an die Anordnung: Arten der Stützpunkte und ihr Verwendungszweck	260
L.3	Befestigung für Leiter und Erdseile	262
L.4	Stahlkonstruktion in der Gründung	262
L.5	Einrichtungen für Errichtung und Instandhaltung	262

L.6	Einschränkungen bezüglich Massen und Maße	262
Anhang M (informativ) Typische Werte für geotechnische Parameter von Böden und Felsen		263
M.1	Allgemeines	263
M.2	Definitionen	263
M.3	Einheiten	263
Anhang N (informativ) Leiter und Erdseile		266
N.1	Festlegungen für Leiter und Erdseile	266
N.1.1	Bedingungen, die die Leiter- und Erdseilwahl und -bemessung beeinflussen	266
N.1.2	Betriebliche Einflüsse	266
N.1.3	Anforderungen hinsichtlich Instandhaltung	266
N.1.4	Umweltparameter	266
N.2	Leiter- und Erdseilauswahl	266
N.3	Verpackung und Lieferung von Leitern und Erdseilen	267
N.4	Vorkehrungen während des Verlegens von Leitern und Erdseilen	267
Anhang P (informativ) Prüfungen an Freileitungsisolatoren und Isolator Ketten aus Porzellan- und Glasisolierwerkstoffen		268
Anhang Q (informativ) Isolatoren		272
Q.1	Spezifikation von Isolatoren	272
Q.1.1	Bedingungen, die die Isolatorspezifikation beeinflussen	272
Q.1.2	Betriebliche Faktoren	272
Q.1.3	Anforderungen hinsichtlich Instandhaltung	272
Q.1.4	Umweltparameter	272
Q.2	Isolatorauswahl	273
Q.3	Verpackung und Lieferung	273
Q.4	Vorsichtsmaßnahmen während des Einbaus	273
Anhang R (informativ) Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen		274
R.1	Festlegung und Auswahl von Armaturen	274
R.1.1	Einflussfaktoren, die die Armaturenauslegung und -auswahl beeinflussen	274
R.1.2	Betriebliche Einflussfaktoren	274
R.1.3	Anforderungen hinsichtlich der Instandhaltung	274
R.1.4	Umwelteinflüsse	274
R.2	Verpackung und Lieferung von Armaturen	275
R.3	Vorsichtsmaßnahmen während des Einbaus von Armaturen	275

Einführung

Detaillierter Aufbau der Norm

Die Norm umfasst zwei Teile, Teil 1 und Teil 3.

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 3: Nationale Normative Festlegungen

Dieser Index umfasst die Liste aller Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) und ordnet ihnen die verschiedenen Länder zu.

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 2.17 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 Bodens widerstands usw.

Es wird auf die internen CENELEC-Regeln Teil 2, Festlegung 2.15 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.

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 1 kV und Nennfrequenzen unter 100 Hz. Nur für den Bereich bis einschließlich AC 45 kV gilt sie auch für Leitungen die mit blanken Leitern, kunststoffisolierten Leitern oder Freileitungskabelsystemen ausgerüstet sind.

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: Für den Bereich über AC 45 kV gilt: Planung und Errichtung von Freileitungen mit isolierten Leitern, für die die inneren und äußeren Abstände kleiner als die in dieser Norm festgelegten sein können, sind nicht inbegriffen. Andere Anforderungen dieser Norm können angewandt werden, wobei die NNA herangezogen werden müssen, falls erforderlich.

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 Freileitungspunkten verlegte Kabel, z.B. vollandelektische, selbsttragende Kabel (ADSS), geführt oder an einzelnen Freileitungspunkten angebracht werden. Die NNA können gegebenenfalls Anforderungen vorgeben.

ANMERKUNG 4: Eine Begriffsbestimmung für Bedeutung und Ausmaß einer „neuen Freileitung“ muss durch jedes NC in ihren eigenen NNA gegeben werden. In jedem Fall muss darunter eine vollständig neue Leitung zwischen den zwei Punkten A und B verstanden werden.

Diese Norm gilt nicht für:

- Freileitungen innerhalb abgeschlossener Gelände mit elektrischen Anlagen, wie in HD 637 festgelegt,
- Oberleitungen elektrischer Bahnen soweit nicht ausdrücklich in einer anderen Norm gefordert.

(A-dev) AT.1: Die Anmerkungen 1, 2, 3 und 4 sind normativ in Österreich.

Zur ANMERKUNG 1: Der Anwendungsumfang dieser Normen ist in der österreichischen „Elektrotechnikverordnung – ETV“ festgelegt.

Zur ANMERKUNG 2: Für den Bereich über AC 45 kV gilt: Kunststoffumhüllte Freileitungen (KUF) oder Freileitungen mit isolierten Kabeln mit verringerten internen oder externen Abständen dürfen nicht verwendet werden. Für KUF-Leitungen gelten ebenfalls die Anforderungen an Schutzabstände gemäß 5.4.2.1 der NNA. Für den Bereich von 1 kV bis einschließlich AC 45 kV gilt: Freileitungen mit kunststoffumhüllten Leitern und Freileitungen mit isolierten Kabeln dürfen verwendet werden. Jene Anforderungen dieser Richtlinie, die für Freileitungen mit isolierten Kabeln nicht anwendbar oder nicht zutreffend sind, sind unter Beibehaltung der Schutzziele und Grundsätze der gegenständlichen Richtlinie in Projektspezifikationen (siehe 2.1.65) zu definieren (z. B. erhöhte Sicherheit)

Zur ANMERKUNG 3: Zusätzlich zum Text des Teiles 1 gilt:

Diese Bestimmungen gelten auch für Fernmeldeleitungen, die auf Tragwerken von Hochspannungsfreileitungen mitgeführt werden. Sie gelten nicht für Seil- oder Kabelkonstruktionen mit integrierten Lichtwellenleitern, unbeschadet ihrer Verwendung, die keine Funktion als Erd- oder Leiterseil erfüllen. Für diese Seil- oder Kabelkonstruktionen ist jedoch eine Regelzusatzlast gemäß 4.3.3 und eine Mindestausnahmszusatzlast von 12 N/m anzunehmen.

Bei derartigen Seil- oder Kabelkonstruktionen mit metallischem Aufbau sind die internen Abstände nach 5.4.2.1 einzuhalten.

Zur ANMERKUNG 4: Begriffsbestimmung für Bedeutung und Ausmaß einer „neuen Freileitung“

Als neue Freileitung ist die Neuerrichtung der Gesamtheit aller frei gespannten Leiter, ihrer Tragwerke samt Fundamenten, Erdungen, Isolatoren, Zubehörteilen und Armaturen, die der oberirdischen Fortleitung elektrischer Energie dienen, zwischen zwei Punkten A und B zu sehen.