



## **Freileitungen über AC 1 kV**

Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV

Lignes électriques aériennes dépassant AC 1 kV

Copyright OVE

---

**Medieninhaber und Hersteller:**  
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik

ICS 29.240.20

**Copyright © OVE – 2011.**  
**Alle Rechte vorbehalten!** Nachdruck oder  
Vervielfältigung, Aufnahme auf oder in sonstige Medien  
oder Datenträger nur mit Zustimmung gestattet!

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik  
Eschenbachgasse 9, 1010 Wien  
E-Mail: [verkauf@ove.at](mailto:verkauf@ove.at)  
Webshop: [www.ove.at/webshop](http://www.ove.at/webshop)  
Internet: <http://www.ove.at>  
Telefax: (+43 1) 586 74 08  
Telefon: (+43 1) 587 63 73

## Vorwort

Für eine bessere Handhabung und Lesbarkeit der mittlerweile umfangreichen normativen Grundlagen im Bereich der Freileitungserrichtung 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	Grenzlazustände 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	Einstielige 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	Holzmaße	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	Betonmaße	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 Ankerführung	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 Holzmasten	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 waagrechteten Querverbänden (Bild J.9) .....	245
J.7.2	Waagrechte Randstäbe ohne waagrechteten 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 Bodenwiderstands 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 Freileitungsstützpunkten verlegte Kabel, z.B. vollandelektische, selbsttragende Kabel (ADSS), geführt oder an einzelnen Freileitungsstützpunkten 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.