

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	8
1 Anwendungsbereich.....	9
1.1 Allgemeines.....	9
1.2 Anwendungsgebiet.....	9
2 Normative Verweisungen, Begriffe und Symbole.....	9
2.1 Normative Verweisungen.....	9
2.2 Begriffe.....	14
2.3 Symbole.....	18
3 Grundlagen für Auslegung und Bemessung.....	22
3.2 Anforderungen an Freileitungen.....	22
3.2.1 Grundlegende Anforderungen.....	22
3.2.2 Anforderungen an die Zuverlässigkeit.....	22
3.2.5 Abstimmung der Beanspruchbarkeit.....	23
3.2.6 Zusätzliche Betrachtungen.....	23
3.4 Einwirkungen.....	23
3.4.3 Einteilung der Einwirkungen nach ihrer Art und/oder der Reaktion des Tragwerks.....	23
3.6 Bemessungswerte.....	23
3.6.3 Bemessungswert einer Werkstoffeigenschaft.....	23
3.6.4 Kombinationswert für eine veränderliche Einwirkung.....	24
4 Einwirkungen auf Freileitungen.....	24
4.1 Einführung.....	24
4.3 Windlasten.....	24
4.4 Windlasten auf Freileitungskomponenten.....	27
4.4.1 Windlasten auf Leiter.....	27
4.4.2 Windlasten auf Isolatorketten.....	29
4.4.3 Windlasten auf Gittermasten.....	30
4.4.4 Windlasten auf einstielige Masten.....	32
4.5 Eislasten.....	32
4.5.2 Eislast an Leitern.....	32
4.6 Gleichzeitige Wind- und Eislasten.....	34
4.6.4 Äquivalenter Durchmesser D der Leiter mit Eisansatz.....	34
4.6.6 Gleichzeitiges Wirken von Windgeschwindigkeiten und Eislasten.....	34
4.8 Betriebssicherheitslasten.....	34
4.8.1 Allgemeines.....	34
4.9 Personensicherheitslasten.....	34
4.9.1 Lasten aus Errichtung und Instandhaltung.....	34
4.9.2 Lasten aus dem Gewicht von Monteuren.....	35

	Seite
4.10 Kurzschlusslasten	35
4.11 Andere Sonderlasten	35
4.12 Lastfälle	35
4.12.1 Allgemeines	35
4.12.2 Standardlastfälle	36
4.13 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen	39
5 Elektrische Anforderungen	40
5.2 Ströme	40
5.2.1 Betriebsstrom	40
5.4 Einteilung der Spannungen und Überspannungen	40
5.4.2 Repräsentative betriebsfrequente Spannungen	40
5.5 Mindestabstände in Luft zur Vermeidung von Überschlägen	40
5.5.3 Empirische Methode auf Grundlage von Erfahrungen in Europa	40
5.6 Lastfälle für die Berechnung von Abständen	41
5.6.3 Windlasten für die Festlegung von elektrischen Abständen	41
5.6.4 Eislasten für die Festlegung von elektrischen Abständen	41
5.6.5 Gleichzeitige Wind- und Eislasten	42
5.8 Innere Abstände im Feld und am Stützpunkt	42
5.9 Äußere Abstände	43
5.9.1 Allgemeines	43
5.9.2 Äußere Abstände zum Boden in Gebieten abseits von Gebäuden, Straßen usw.	45
5.9.3 Äußere Abstände zu Wohn- und andere Gebäuden	46
5.9.4 Äußere Abstände zu gekreuzten Verkehrswegen	48
5.9.5 Äußere Abstände zu angrenzenden Verkehrswegen	48
5.9.6 Äußere Abstände zu anderen Freileitungen oder Fernmeldeleitungen	48
5.11 Elektrische und magnetische Felder	49
5.11.1 Elektrische und magnetische Felder unter einer Freileitung	49
5.11.2 Induktion infolge elektrischer und magnetischer Felder	49
5.11.3 Beeinflussung von Fernmeldestromkreisen	49
6 Erdungsanlagen	49
6.1 Einleitung	49
6.1.2 Anforderungen an die Bemessung von Erdungsanlagen	49
6.1.3 Erdungsmaßnahmen gegen Blitzeinwirkungen	51
6.3 Auslegung im Hinblick auf thermische Festigkeit	51
6.3.2 Auslegung im Hinblick auf den Strom	51
6.4 Auslegung bezüglich Personensicherheit	52
6.4.2 Grenzwerte der Berührungsspannungen an unterschiedlichen Standorten	52
6.4.3 Grundlegende Auslegung der Erdungsanlage bezüglich zulässiger Berührungsspannungen	52

	Seite
6.4.4 Maßnahmen in Anlagen mit isoliertem Sternpunkt oder mit Erdschlusskompensation	53
6.5 Inspektion von Erdungsanlagen vor Ort und Dokumentation.....	53
7 Stützpunkte.....	53
7.1 Einführende Überlegungen zur Bemessung	53
7.2 Werkstoffe	53
7.2.1 Stahlwerkstoffe, Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben, Schweißwerkstoffe	53
7.2.6 Holz	54
7.2.8 Andere Werkstoffe.....	54
7.3 Stahlgittermasten.....	54
7.3.1 Allgemeines	54
7.3.5 Tragwerksberechnung.....	54
7.3.6 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	55
7.3.8 Beanspruchbarkeit der Verbindungen.....	55
7.4 Einstielige Stahlmasten	56
7.4.1 Allgemeines	56
7.4.5 Tragwerksberechnung.....	57
7.4.6 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	57
7.4.7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	57
7.4.8 Beanspruchbarkeit der Verbindungen.....	58
7.5 Holzmasten.....	58
7.5.2 Grundlagen für Auslegung und Bemessung	58
7.5.3 Werkstoffe	58
7.5.5 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	58
7.5.6 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	59
7.5.7 Beanspruchbarkeit von Verbindungen	59
7.6 Betonmasten	59
7.6.2 Grundlagen für Berechnung und Konstruktion.....	59
7.6.4 Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	59
7.6.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	59
7.7 Abgespannte Tragwerke	60
7.7.1 Allgemeines	60
7.7.3 Werkstoffe	60
7.8 Andere Tragwerke	60
7.9 Korrosionsschutz und Endbehandlung.....	61
7.9.1 Allgemeines	61
7.9.2 Verzinkung.....	61
7.9.4 Beschichtung verzinkter Teile in der Werkstatt (Duplex-System)	61
7.9.7 Schutz von Holzmasten.....	61
7.10 Instandhaltungseinrichtungen	61

	Seite
7.10.1	Besteigen 61
7.10.2	Instandhaltbarkeit..... 63
7.10.3	Anforderungen an die Personensicherheit..... 63
8	Gründungen 63
8.2	Grundlagen der geotechnischen Bemessung..... 63
8.2.2	Geotechnische Bemessung durch Berechnung 63
8.2.3	Bemessung mit praktisch bewährten Methoden 64
8.2.4	Belastungsprüfungen und Prüfungen an experimentellen Modellen 64
8.6	Zusammenwirken zwischen Tragwerksgründungen und Boden 64
9	Leiter und Erdseile 64
9.2	Leiter mit Aluminium als Leitmaterial 64
9.2.1	Kennwerte und Maße 64
9.2.3	Leiterbetriebstemperaturen und Eigenschaften des Fetts 66
9.3	Leiter aus Stahldrähten 66
9.3.1	Kennwerte und Maße 66
9.3.3	Leiterbetriebstemperaturen und Kennwerte des Fetts..... 67
9.3.4	Mechanische Anforderungen 67
9.4	Leiter aus Kupferdrähten..... 68
9.6	Allgemeine Anforderungen..... 69
9.6.2	Teilsicherheitsbeiwert für Leiter 69
9.6.3	Kleinste Querschnitte 70
9.6.4	Spannungs-Durchhangsberechnungen 70
10	Isolatoren..... 71
10.1	Einführung 71
10.7	Mechanische Anforderungen 71
10.9	Werkstoffwahl und -festlegung..... 73
10.10	Kennwerte und Maße von Isolatoren 73
11	Armaturen..... 73
11.1	Einführung 73
11.2	Elektrische Anforderungen..... 73
11.2.1	Für alle Armaturen geltende Anforderungen..... 73
11.2.2	Für stromfeste Armaturen geltende Anforderungen 74
11.6	Mechanische Anforderungen 74
12	Qualitätssicherung, Prüfung und Abnahmen 76
Anhang G (normativ)	Berechnungsmethoden für Erdungsanlagen 77
G.4	Berührungsspannung und Körperstrom..... 77
G.4.1	Zusammenhang zwischen Berührungsspannung und Körperstrom..... 77
Anhang J (normativ)	Winkelprofile in Stahlgittermasten 78
J.2	Allgemeines..... 78

	Seite
J.3 Zugbeanspruchbarkeit von Winkelprofilen, die mit einem Schenkel angeschlossen sind	78
J.4 Knickbeanspruchbarkeit von Winkelprofilen unter Druckbelastung	79
J.4.1 Biegeknickbeanspruchbarkeit	79
J.4.3 Schlankheit von Stäben	80
J.4.3.2 Eckstiele und Gurte	80
J.4.3.3 Anordnungen von Diagonalstäben	81
J.4.3.4 Mehrteilige Gitterstäbe	85
J.4.4 Sekundäre (oder redundante) Füllstäbe	85
J.5 Bemessungsbeanspruchbarkeit für Schraubverbindungen	85
J.5.1 Allgemeines	85
Anhang M (informativ) Geotechnische und bautechnische Planung von Tragwerksgründungen	86
M.3 Beispiel eines halbempirischen Verfahrens zur Ermittlung der Beanspruchbarkeit	86
M.3.1 Geotechnische Bemessung aufgrund von Berechnungen	86
M.3.1.1 Allgemeines	86
M.3.1.2 Einblockgründungen	86
M.3.1.3 Plattengründungen	86
M.3.1.4 Schwellen-Plattengründungen	86
M.3.1.5 Einpfahlgründungen	87
M.3.1.6 Aufgeteilte Stufengründungen, Pilzgründungen	87
M.3.1.9 Pfahlgründungen	87
M.3.2 Bautechnische Bemessung und Ausführung von Betongründungen	87
Anhang AA (informativ) Annahmen für Eislasten	88
Literaturhinweise	90

Bilder

Bild 4/DE.1 – Windzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nach DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12	26
Bild 4/DE.2 – Windwirkung auf Leiter und resultierende Windbelastung bei beliebiger Windrichtung	28
Bild 4/DE.3 – Windwirkung auf Masten	32
Bild 5/DE.1 – Beschreibung der Windnachlaufströmung hinter einer Windenergieanlage, wobei $\tan\beta = 0,1$ anzunehmen ist	47
Bild 6/DE.1 – Getrennte Erdungsanlagen mit Verbindung durch eine Freileitung	50
Bild 6/DE.2 – Getrennte Erdungsanlagen mit Kabelverbindung	51
Bild J.4/DE.1 – Schlankheitsgrad λ der Eckstiele	80
Bild J.4/DE.2 – Übliche Diagonalausfachungen	81
Bild J.4/DE.3 – Verwendung von sekundären und räumlichen Ausfachungssystemen	82
Bild AA.1 – Eislastzonenkarte für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland (informativ)	89

Tabellen

Tabelle 3/DE.1 – Material-Teilsicherheitsbeiwerte für Werkstoffe für Masten	23
Tabelle 4/DE.1 – Windwiderstandsbeiwert C_x	29
Tabelle 5/DE.1 – Nennspannungen im Netz und zugeordnete höchste Betriebsspannungen und höchste Spannung für Betriebsmittel	40
Tabelle 5/DE.2 – Nennspannungen im Netz und spannungsabhängige Mindestabstände.....	46
Tabelle 6/DE.1 – Häufigkeit von Blitzströmen in Masten von Freileitungen mit Erdseil	51
Tabelle 6/DE.2 – Maßgebende Ströme zur Bemessung der Erdungsanlage	52
Tabelle 7/DE.1 – Anschlussmaße und Endabstände von Verbindungselementen.....	56
Tabelle 9/DE.1 – Mechanische Festwerte, zulässige Mittelzugspannungen für genormte Leiter nach DIN EN 50182	65
Tabelle 9/DE.2 – Zulässige Leitertemperatur bei Kurzschlussbeanspruchung für Leiter mit Aluminium als Leitermaterial	66
Tabelle 9/DE.3 – Zulässige Leitertemperatur bei Kurzschlussbeanspruchung für Leiter aus Stahl	67
Tabelle 9/DE.4 – Mechanische Festwerte, zulässige Mittelzugspannungen für genormte Leiter nach DIN VDE 0212-399 (VDE 0212-399) und DIN EN 50182	67
Tabelle 9/DE.5 – Mechanische Festwerte, zulässige Mittelzugspannungen für genormte Leiter nach DIN 48201-1 und DIN 48201-2	68
Tabelle 9/DE.6 – Zulässige Leitertemperatur bei Kurzschlussbeanspruchung für Leiter aus Kupfer.....	69
Tabelle 9/DE.7 – Mindestquerschnitte	70
Tabelle 10/DE.1 – Material-Teilsicherheitsbeiwerte für Isolatoren (bezogen auf die mechanische Nennkraft).....	72