

Inhalt

	Seite
Einleitung	19
1 Anwendungsbereich	21
2 Begriffe, Symbole und Verweisungen	22
2.1 Begriffe	22
2.2 Symbole	35
2.3 Normative Verweisungen	41
2.4 Stichwortverzeichnis	46
3 Grundlagen für Auslegung und Bemessung	51
3.1 Allgemeines	51
3.2 Anforderungen	51
3.3 Grenzzustände	51
3.4 Einwirkungen	51
3.5 Werkstoffeigenschaften	51
3.6 Modellbildung für Tragwerksberechnung und Tragwerksbeanspruchbarkeit	52
3.7 Bemessungswerte und Nachweismethode	52
4 Einwirkungen auf Freileitungen	52
4.1 Einführung	52
4.2 Einwirkungen, allgemeine Vorgehensweise	52
4.3 Einwirkungen, empirische Vorgehensweise	52
5 Elektrische Anforderungen	66
5.1 Einteilung nach Spannungen	66
5.2 Ströme	66
5.3 Isolationskoordination	67
5.4 Innere und äußere Abstände	75
5.5 Auswirkungen der Korona	94
5.6 Elektrische und magnetische Felder	96
6 Erdungsanlagen	97
6.1 Zweck	97
6.2 Auslegung von Erdungsanlagen bei Betriebsfrequenz	97
6.3 Erstellen von Erdungsanlagen	105
6.4 Erdungsmaßnahmen gegen Blitzauswirkungen	106
6.5 Messungen für und an Erdungsanlagen	106
6.6 Inspektion von Erdungsanlagen vor Ort und Dokumentation	106
7 Stützpunkte	107
7.1 Einführende Überlegungen zur Bemessung	107
7.2 Werkstoffe	107
7.3 Stahlgittermasten	108
7.4 Einstielige Stahlmasten	114

	Seite
7.5 Holzmasten	118
7.6 Betonmasten	120
7.7 Abgespannte Tragwerke.....	122
7.8 Andere Tragwerke	125
7.9 Korrosionsschutz und Endbehandlung	125
7.10 Instandhaltungseinrichtungen	126
7.11 Belastungsprüfungen	128
7.12 Zusammenbau und Errichtung	128
8 Gründungen	128
8.1 Einführung.....	128
8.2 Allgemeine Anforderungen	129
8.3 Baugrunderkundungen	130
8.4 Auf die Gründungen einwirkende Lasten	130
8.5 Geotechnische Bemessung	131
8.6 Belastungsprüfungen	142
8.7 Bautechnische Bemessung und Ausführung.....	143
8.8 Herstellung und Einbringung	144
9 Leiter und Erdseile mit oder ohne Telekommunikations-Komponenten.....	145
9.1 Einführung.....	145
9.2 Leiter mit Aluminium als Leitmaterial	149
9.3 Leiter aus Stahldrähten.....	151
9.4 Leiter aus Kupferdrähten	152
9.5 Leiter und Erdseile mit optischen Fasern für Telekommunikationskreise	152
9.6 Allgemeine Anforderungen	153
9.7 Prüfberichte und -zertifikate.....	153
9.8 Auswahl, Lieferung und Verlegung von Leitern.....	153
10 Isolatoren	154
10.1 Allgemeines	154
10.2 Genormte elektrische Anforderungen.....	154
10.3 Anforderungen an die Funkstörfestigkeit und Koronaaussetzspannung.....	155
10.4 Anforderungen an das Verhalten unter Verschmutzung	155
10.5 Anforderungen an das Leistungslichtbogenverhalten	155
10.6 Anforderungen an das Geräuschverhalten.....	155
10.7 Mechanische Anforderungen	155
10.8 Anforderungen an die Dauerhaftigkeit.....	157
10.9 Werkstoffwahl und -festlegung	158
10.10 Kennwerte und Maße von Isolatoren.....	158
10.11 Anforderungen an Typprüfungen.....	159
10.12 Anforderungen an die Stichprobenprüfung.....	159

	Seite
10.13 Anforderungen an die Stückprüfung.....	160
10.14 Zusammenfassung der Prüfanforderungen.....	160
10.15 Prüfberichte und -zertifikate.....	160
10.16 Auswahl, Lieferung und Einbau von Isolatoren.....	160
11 Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen.....	160
11.1 Allgemeines	160
11.2 Elektrische Anforderungen	161
11.3 Anforderungen an Funkstörspannungen und Koronaaussetzspannungen.....	161
11.4 Magnetische Eigenschaften	161
11.5 Anforderungen hinsichtlich Kurzschluss- und Lichtbogenfestigkeit	162
11.6 Mechanische Anforderungen.....	162
11.7 Anforderungen an die Dauerbeständigkeit.....	164
11.8 Werkstoffauswahl und -spezifikation	164
11.9 Kennwerte und Maße von Armaturen	164
11.10 Anforderungen an Typprüfungen	164
11.11 Anforderungen an Stichprobenprüfungen	165
11.12 Anforderungen an Stückprüfungen	165
11.13 Prüfberichte und Zertifikate	165
11.14 Auswahl, Lieferung und Einbau von Armaturen.....	165
12 Qualitätssicherung, Prüfungen und Abnahmen.....	165
12.1 Qualitätssicherung.....	165
12.2 Prüfungen und Abnahmen.....	166
Anhang A (informativ) Abstimmung der Beanspruchbarkeit.....	167
Anhang B (informativ) Extreme Windgeschwindigkeiten und Eislasten	167
Anhang C (informativ) Sonderlasten.....	167
Anhang D (informativ) Statistische Daten für die Gumbel-Extremwertverteilungen.....	167
Anhang E (normativ) Elektrische Anforderungen	168
Anhang F (informativ) Elektrische Anforderungen.....	177
Anhang G (normativ) Erdungsanlagen	178
Anhang H (informativ) Erdungsanlagen.....	187
Anhang J (normativ) Stahlgittermasten	188
Anhang K (normativ) Einstielige Stahlmasten	210
Anhang L (informativ) Bemessungsanforderungen für Tragwerke und Gründungen	217
Anhang M (informativ) Typische Werte für geotechnische Parameter von Böden und Felsen.....	217
Anhang N (informativ) Leiter und Erdseile.....	217
Anhang P (informativ) Prüfungen an Freileitungsisolatoren und Isolatorketten aus Porzellan- und Glasisolierwerkstoffen	217
Anhang Q (informativ) Isolatoren.....	217
Anhang R (informativ) Freileitungszubehör – Freileitungsarmaturen.....	217

	Seite
Tabelle 4.3.2/DE.1 – Windwiderstandsbeiwerte	56
Tabelle 4.3.11/DE.3 – Material-Teilsicherheitsbeiwerte für Werkstoffe für Masten.....	65
Tabelle 5.1 – Nennspannungen und zugeordnete höchste Betriebsspannungen	66
Tabelle 5.2 – Abstände D_{el} und D_{pp} , die Blitzüberspannungen standhalten.....	72
Tabelle 5.3 – Abstände D_{el} und D_{pp} , die Schaltüberspannungen standhalten	73
Tabelle 5.4 – Elektrische Mindestabstände in Luft im Hinblick auf das Stehvermögen bei betriebsfrequenter Spannung (zu verwenden bei extremer Windeinwirkung).....	74
Tabelle 5.5 – Abstände D_{el} und D_{pp}	74
Tabelle 5.4.3 – Mindestabstände im Feld und am Mast	80
Tabelle 5.4.3/DE.2 – Werte für den Faktor k	82
Tabelle 5.4.4 – Mindestabstände zum Boden abseits von Gebäuden, Straßen, Eisenbahnen und schiffbaren Wasserstraßen.....	84
Tabelle 5.4.5.2 – Mindestabstände zu Wohn- und anderen Gebäuden	87
Tabelle 5.4.5.3.1 – Mindestabstände von Freileitungen zu Straßen, Eisenbahnen und schiffbaren Wasserwegen	89
Tabelle 5.4.5.3.2 – Mindestabstände bei Näherungen zu Straßen, Eisenbahnen und schiffbaren Wasserwegen	90
Tabelle 5.4.5.4 – Mindestabstände zu anderen Freileitungen oder Fernmeldeleitungen.....	91
Tabelle 5.4.5.5 – Mindestabstände zu Erholungsflächen	93
Tabelle 6.2.3.2/DE.1 – Maßgebende Ströme zur Bemessung der Erdungsanlage.....	100
Tabelle 6.4/DE.1 – Häufigkeit von Blitzströmen in Masten von Freileitungen mit Erdseil.....	106
Tabelle 7.3.6.2.1/DE.1 – Anschlussmaße und Endabstände von Verbindungselementen in mm	113
Tabelle 8.5.2/DE.1 – Bodenkennwerte für die Berechnung von Gründungen.....	133
Tabelle 8.7/DE.2.2 – Grenzverbund- und Grenzdruckspannungen bei Verankerung von Stahlteilen in Beton.....	144
Tabelle 9/DE.2 – Mechanische Festwerte, zulässige Mittelzugspannungen für genormte Leiter nach den Normen DIN 48201 und EN 50182.....	146
Tabelle 9/DE.3 – Zulässige Leitertemperatur bei Kurzschlussbeanspruchung	147
Tabelle 10.2 – Genormte elektrische Anforderungen	154
Tabelle 10.7/DE.1 – Material-Teilsicherheitsbeiwerte für Isolatoren (bezogen auf die mechanische Nennkraft)	156
Tabelle 11.6/DE.1 – Material-Teilsicherheitsbeiwerte für Zubehörteile für Isolator Ketten und sonstige Leiterbefestigungen	163
Tabelle E.1 – Abweichungsfaktoren	170
Tabelle E.2 – Funkenstreckenfaktoren	171
Tabelle E.3 – Repräsentative Überspannungen	174
Tabelle E.4 – Höhenfaktor K_a abhängig von der berücksichtigten Koordinationsstehspannung.....	175
Tabelle E.5 – Formeln für die Berechnung von D_{el} , D_{pp} , $D_{50\text{ Hz}_p_e}$, $D_{50\text{ Hz}_p_p}$	176
Tabelle G.1 – Mindestabmessungen von Erdern und Schutzüberzügen.....	179
Tabelle G.2 – Werkstoff-Konstanten	180
Tabelle G.3 – Faktoren für die Umrechnung von Dauerströmen für 300 °C Endtemperatur auf eine andere Endtemperatur	181

	Seite
Tabelle G.6 – Zulässiger Körperstrom I_B abhängig von der Fehlerdauer t_F	183
Tabelle G.7 – Gesamte Körperimpedanz Z_B abhängig von der Berührungsspannung U_T für einen Strompfad Hand zu Hand oder Hand zum Fuß.....	183
Tabelle G.8 – Zusammenhang zwischen Fehlerdauer t_F und zulässiger Berührungsspannung U_{Tp}	184
Tabelle G.10 – Werte für die Berechnung	185
Tabelle J.1 – Knickfälle	208
Tabelle J.2 – Bemessungsbeanspruchbarkeit für Schrauben an einem Winkelprofil.....	209
Tabelle K.1 – Einstufung von Rohrquerschnitten unter Biegung.....	211
Tabelle K.2 – Bemessung von Ankerschrauben.....	216
Bild 4.3.2/DE.1 – Windzonen in Deutschland nach DIN 4131:1991-11	57
Bild 4.3.2/DE.2 – Windwirkung auf Leiter und resultierende Windbelastung bei beliebiger Windrichtung.....	58
Bild 4.3.2/DE.3 – Windwirkung auf Masten	58
Bild 5.4.3/DE.2 – Lage des Leiters „2“ zur Vertikalen durch den Leiter „1“	82
Bild 6.1 – Auslegung von Erdungsanlagen hinsichtlich zulässiger Berührungsspannungen	102
Bild 6.2 – Beispiele für die Grenzen der Berührungsspannung (Spannungsdifferenz U_D) in Abhängigkeit von der Wirkungsdauer t_F des Fehlerstroms	104
Bild 7.3.5.2.1/DE.1 – Aufteilung eines um die Mastschaftachse drehenden Torsionsmomentes M auf die Mastwände	111
Bild 8.5.2/DE.3.2 – Zulässiger Bereich für die Lage e_x, e_y der aus der Gesamtlast resultierenden Kraft N in der Rechtecksohle	135
Bild 8.5.2/DE.6.1 – Berechnungsansätze für Stufen-, Bohr- und Schacht- sowie Schwellen-Einzelfundamente	138
Bild G.4 – Kurzschlussstromdichte G für Erdungsleitungen und Erder abhängig von der Fehlerstromdauer t_F	181
Bild G.5 – Dauerstrom I_d für Erdungsleiter mit kreisrundem und rechteckigem Querschnitt.....	182
Bild G.9 – Ersatzschaltbild zur Berechnung der Berührungsspannungen und Körperströme	184
Bild J.1 – Versetzte Bohrungen	191
Bild J.2 – Winkel mit einem angeschlossenen Schenkel.....	192
Bild J.6.2/DE.1 – Schlankheitsgrad λ der Eckstiele.....	195
Bild J.3 – Symmetrische und versetzte Ausfachung für Eckstiele.....	197
Bild J.4 – Übliche Diagonalausfachungen	198
Bild J.5 – Verwendung von sekundären und räumlichen Ausfachungssystemen.....	199
Bild J.6 – Unterbrochene, gekreuzte Diagonalen	200
Bild J.7 – Stäbe aus Schenkel an Schenkel liegenden Winkelstählen.....	202
Bild J.8 – Kreuzförmige Mehrfachstäbe.....	203
Bild J.9 – Typischer Querverband	204
Bild J.10 – Waagerechter Randstab über einem K-Fachwerk, k = effektiver Längenbeiwert nach J.7.2 2).....	205
Bild J.11 – Geknicktes K-Fachwerk	205

	Seite
Bild J.12 – Portalrahmen.....	205
Bild J.13 – Lage von Schrauben in einem Winkelstab mit einem angeschlossenen Schenkel.....	209
Bild K.1 – Wirksame Querschnittscharakteristiken für Querschnitte der Klasse 4	211
Bild K.2 – Abminderungsfaktor ρ	212
Bild K.3 – Polygonale Querschnitte der Klasse 4 – Wirksames Widerstandsmoment W_{eff}	214
Bild K.4 – Polygonale Querschnitte der Klasse 4 – Wirksame Fläche A_{eff}	215