

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Allgemeine Begriffe	8
3.2 Begriffe bezüglich Anlagen	8
3.3 Begriffe bezüglich Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	9
3.4 Begriffe bezüglich Erdung	9
4 Grundlegende Anforderungen	18
4.1 <i>Allgemeine Anforderungen</i>	18
4.2 <i>Elektrische Anforderungen</i>	18
4.3 <i>Sicherheitskriterien</i>	19
4.4 <i>Funktionale Anforderungen</i>	20
5 <i>Auslegung von Erdungsanlagen</i>	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Bemessung im Hinblick auf Korrosion und mechanische Beanspruchung	21
5.3 Bemessung im Hinblick auf thermische Beanspruchung	21
5.4 Bemessung im Hinblick auf Berührungsspannungen	23
6 Maßnahmen zur Vermeidung von Potentialverschleppung	27
6.1 <i>Potentialverschleppung von Hochspannungsanlagen zu Niederspannungsanlagen</i>	27
6.2 Potentialverschleppung zu Telekommunikationsanlagen und anderen Systemen	28
7 Errichtung von Erdungsanlagen	29
7.1 Ausführung von Erdern und Erdungsleitern	29
7.2 Blitz und transiente Beanspruchungen	29
7.3 Maßnahmen zur Erdung an Betriebsmitteln und Anlagen	30
8 <i>Messungen</i>	30
9 <i>Instandhaltbarkeit</i>	30
9.1 <i>Inspektion</i>	30
9.2 <i>Messungen</i>	30
Anhang A (normativ) <i>Berechnungsverfahren für zulässige Berührungsspannungen</i>	31
Anhang B (normativ) Berührungsspannung und Körperstrom	32
Anhang C (normativ) Werkstoffe und Mindestmaße für Erderwerkstoffe, die die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit sicherstellen	37
Anhang D (normativ) Bestimmung der Strombelastbarkeit von Erdungsleitern oder Erdern	38
Anhang E (normativ) Beschreibung der anerkannten festgelegten Maßnahmen M	42
Anhang F (normativ) Maßnahmen an Erdungsanlagen zur Reduzierung der Auswirkungen von Hochfrequenzstörungen	45
Anhang G (normativ) Spezielle Maßnahmen zur Erdung von Betriebsmitteln und Anlagen	46

	Seite
Anhang H (normativ) Messung von Berührungsspannungen	48
Anhang I (informativ) Reduktionsfaktoren von Erdseilen bei Freileitungen und metallenen Schirmen bei Kabeln.....	49
Anhang J (informativ) Grundlagen für die Ausführung von Erdungsanlagen.....	51
Anhang K (informativ) Ausführung von Erdern und Erdungsleitern	55
Anhang L (informativ) Messungen für und an Erdungsanlagen	57
Anhang M (normativ) Einzelheiten zur Bauüberwachung und Dokumentation von Erdungsanlagen.....	62
Anhang N (informativ) Die Verwendung von Bewehrungsstählen in Beton für Erdungszwecke	63
Anhang O (informativ) Globales Erdungssystem	64
Anhang P (normativ) Besondere Nationale Bedingungen.....	65
Anhang Q (informativ) A-Abweichungen	66

Bilder

Bild 1 – Beispiel für den Verlauf des Erdoberflächenpotentials und für die Spannungen bei stromdurchflossenem Erder	14
Bild 2 – Beispiel für Ströme, Spannungen und Widerstände bei einem Erdfehler in einer Umspannanlage mit niederohmiger Sternpunktterdung.....	15
Bild 3 – Die wesentlichen Komponenten der Erdfehlerströme in Hochspannungsnetzen	17
Bild 4 – Zulässige Berührungsspannung.....	25
Bild 5 – Auslegung von Erdungsanlagen, die nicht Teil eines Globalen Erdungssystems (C1 von 5.4.2) sind, im Hinblick auf zulässige Berührungsspannung U_{Tp} durch Überprüfung der Erdungsspannung U_E oder der Berührungsspannung U_T	26
Bild B.1 – Ersatzschaltbild des Berührungstromkreises	35
Bild B.2 – Beispiele für Kurven $U_{vTp} = f(t_f)$ bei verschiedenen Zusatzwiderständen $R_F = R_{F1} + R_{F2}$	36
Bild D.1 – Kurzschlussstromdichte G für Erdungsleiter und Erder in Abhängigkeit von der Fehlerstromdauer t_f	39
Bild D.2 – Dauerstrom I_D für Erdungsleiter.....	41
Bild J.1 – Ausbreitungswiderstand von Oberflächenerdern (aus Band, Rundmaterial oder Seil) bei gestreckter Verlegung oder als Ring in homogenem Erdreich.....	52
Bild J.2 – Ausbreitungswiderstand von senkrecht in homogenem Erdreich eingebrachten Tiefenerdern	53
Bild J.3 – Typische Werte für den Ausbreitungswiderstand eines Kabels mit Erderwirkung, abhängig von der Kabellänge und dem spezifischen Erdwiderstand	54
Bild L.1 – Beispiel für die Ermittlung der Erdungsimpedanz nach der Strom-Spannungs-Methode.....	61

Tabellen

Tabelle 1 – Maßgebende Ströme für die Bemessung von Erdungsanlagen.....	22
<i>Tabelle 2 – Minimalanforderungen für den Zusammenschluss von Niederspannungs- und Hochspannungs-Erdungsanlagen basierend auf der Erdungsspannung (EPR).....</i>	<i>28</i>
Tabelle B.1 – Höchster zulässiger Körperstrom I_B in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f	32
Tabelle B.2 – Gesamtkörperimpedanz Z_T in Abhängigkeit von der Berührungsspannung U_T für einen Stromweg Hand zu Hand	33

	Seite
Tabelle B.3 – Berechnete Werte der zulässigen Berührungsspannung U_{Tp} in Abhängigkeit von der Fehlerdauer t_f	33
Tabelle B.4 – Annahmen für die Rechnungen mit zusätzlichen Widerständen	34
Tabelle D.1 – Werkstoff-Konstanten	38
Tabelle D.2 – Faktoren zur Umrechnung des Dauerstromes von 300 °C Endtemperatur auf eine andere Endtemperatur	39
Tabelle E.1 – Bedingungen für die Anwendung der Ersatzmaßnahmen M, um die zulässigen Berührungsspannungen U_{Tp} sicherzustellen (siehe Bild 4).....	42
Tabelle J.1 – Spezifische Erdwiderstände für Frequenzen technischer Wechselströme (Bereich von Werten, die häufiger gemessen wurden).....	51