

Inhalt

	Seite
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe	14
3.1 Allgemeine Begriffe	14
3.2 Begriffe bezüglich Anlagen	17
3.3 Begriffe bezüglich Anlagenarten	17
3.4 Begriffe bezüglich Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	18
3.5 Begriffe bezüglich Abständen	18
3.6 Begriffe bezüglich Steuerung und Schutz	20
3.7 Begriffe bezüglich Erdung	20
4 Grundlegende Anforderungen	23
4.1 Allgemeines	23
4.1.1 Allgemeine Anforderungen	23
4.1.2 Vereinbarungen zwischen Lieferant und Betreiber	24
4.2 Elektrische Anforderungen	25
4.2.1 Arten der Sternpunkterdung	25
4.2.2 Klassifizierung der Spannung	26
4.2.3 Betriebsstrom	26
4.2.4 Kurzschlussstrom	26
4.2.5 Bemessungsfrequenz	27
4.2.6 Korona	27
4.2.7 Elektrische und magnetische Felder	27
4.2.8 Überspannungen	27
4.2.9 Oberwellen	27
4.2.10 Elektromagnetische Verträglichkeit	27
4.3 Mechanische Anforderungen	28
4.3.1 Allgemeines	28
4.3.2 Zuglast	28
4.3.3 Montagelast	28
4.3.4 Eislast	28
4.3.5 Windlast	29
4.3.6 Schaltkräfte	29
4.3.7 Kurzschlusskräfte	29
4.3.8 Wegfall eines Leiterzugs	29
4.3.9 Erdbebenkräfte	29
4.3.10 Bemessung der Tragkonstruktionen	30

	Seite
4.4	Klima- und Umweltbedingungen 30
4.4.1	Allgemeines 30
4.4.2	Normale Bedingungen 30
4.4.3	Besondere Bedingungen 31
4.5	Spezielle Anforderungen 33
4.5.1	Auswirkungen von Kleinlebewesen und Mikroorganismen 33
4.5.2	Geräuschpegel 33
4.5.3	Transport 33
5	Isolation 33
5.1	Allgemeines 33
5.2	Wahl des Isolationspegels 33
5.2.1	Berücksichtigung der Art der Sternpunktbehandlung 33
5.2.2	Berücksichtigung der Bemessungsspannungen 34
5.3	Nachweis der Spannungsfestigkeit 34
5.4	Mindestabstände von aktiven Teilen 34
5.4.1	Allgemeines 34
5.4.2	Mindestabstände im Spannungsbereich I 34
5.4.3	Mindestabstände im Spannungsbereich II 34
5.5	Mindestabstände zwischen Teilen unter besonderen Bedingungen 37
5.6	Geprüfte Anschlusszonen 37
6	Betriebsmittel 37
6.1	Allgemeine Anforderungen 37
6.1.1	Auswahl 37
6.1.2	Betriebsmittelsicherheit 37
6.1.3	Personensicherheit 38
6.2	Spezielle Anforderungen 38
6.2.1	Schaltgeräte 38
6.2.2	Transformatoren und Drosselpulen 39
6.2.3	Fabrikfertige typgeprüfte Schaltanlagen 40
6.2.4	Messwandler 40
6.2.5	Überspannungsableiter 40
6.2.6	Kondensatoren 41
6.2.7	TFH-Sperren 41
6.2.8	Isolatoren 41
6.2.9	Kabel/Leitungen 41
6.2.10	Leiter und Zubehör 44
6.2.11	Drehende elektrische Maschinen 44
6.2.12	Generatoren 45
6.2.13	Generatorableitung 45

	Seite
6.2.14	Stromrichter..... 45
6.2.15	Sicherungen 46
6.2.16	Elektrische und mechanische Verriegelungen..... 46
7	Anlagen 47
7.1	Allgemeine Anforderungen 47
7.1.1	Schaltung..... 47
7.1.2	Dokumentation 48
7.1.3	Transportwege..... 48
7.1.4	Wege und Zugangsbereiche 48
7.1.5	Beleuchtung..... 49
7.1.6	Betriebssicherheit..... 49
7.1.7	Bezeichnungen..... 49
7.2	Freiluftanlagen in offener Bauweise 49
7.2.1	Schutzvorrichtungsabstände für Abdeckungen..... 50
7.2.2	Schutzvorrichtungsabstände für Hindernisse..... 50
7.2.3	Schutzvorrichtungsabstände an der äußeren Umzäunung..... 50
7.2.4	Mindesthöhe über begehbaren Flächen 50
7.2.5	Abstände zu Gebäuden..... 50
7.2.6	Äußere Umzäunungen oder feste Wände und Zugangstüren 51
7.3	Innenraumanlagen in offener Bauweise..... 51
7.4	Aufstellen von fabrikgefertigten typgeprüften Schaltanlagen 52
7.4.1	Allgemeines 52
7.4.2	Zusätzliche Anforderungen an gasisolierte metallgekapselte Schaltanlagen..... 52
7.5	Anforderungen an Gebäude 54
7.5.1	Einführung 54
7.5.2	Baubestimmungen 54
7.5.3	Schaltanlagenräume 55
7.5.4	Betriebs- und Instandhaltungsbereiche..... 55
7.5.5	Türen 56
7.5.6	Ableitung von Isolierflüssigkeiten 56
7.5.7	Heizung, Lüftung und Klimatisierung (HVAC)..... 56
7.5.8	Gebäude, die besondere Überlegungen erfordern 57
7.6	Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung 57
7.7	Mast- und Turmstationen..... 57
8	Schutzmaßnahmen 63
8.1	Allgemeines 63
8.2	Schutz gegen direktes Berühren 63
8.2.1	Maßnahmen zum Schutz gegen direktes Berühren..... 63
8.2.2	Schutzanforderungen 64

	Seite
8.3	Schutz bei indirektem Berühren 65
8.4	Schutz bei Arbeiten an elektrischen Anlagen 65
8.4.1	Einrichtungen zum Freischalten von Anlagen oder Geräten 65
8.4.2	Einrichtungen zum Sichern gegen Wiedereinschalten 66
8.4.3	Einrichtungen zum Feststellen der Spannungsfreiheit 66
8.4.4	Einrichtungen zum Erden und Kurzschließen 66
8.4.5	Einrichtungen zum Abdecken benachbarter unter Spannung stehender Teile 67
8.4.6	Aufbewahrung von Ausrüstungen zum Personenschutz 68
8.5	Schutz vor Gefährdung durch Störlichtbögen 68
8.6	Schutz gegen direkte Blitzeinschläge 68
8.7	Brandschutz 69
8.7.1	Allgemeines 69
8.7.2	Transformatoren, Drosselpulen 69
8.7.3	Kabel und Leitungen 73
8.7.4	Sonstige Betriebsmittel mit brennbarer Flüssigkeit 73
8.8	Schutz gegen Leckverlust an Isolierflüssigkeit und SF ₆ 74
8.8.1	Verlust von Isolierflüssigkeit und Grundwasserschutz 74
8.8.2	SF ₆ -Leckverlust 75
8.8.3	Betriebsstörung mit SF ₆ -Verlust und dessen Zersetzungsprodukte 75
8.9	Kennzeichnung und Beschriftung 76
8.9.1	Allgemeines 76
8.9.2	Hinweis- und Warnschilder 76
8.9.3	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung 76
8.9.4	Anlagen mit eingebauten Kondensatoren 76
8.9.5	Rettungszeichen für Fluchtwege 76
8.9.6	Kennzeichnung der Kabeleinführungen 76
9	Schutzsysteme, Automation und Hilfseinrichtungen 82
9.1	Schutzsysteme 83
9.2	Überwachungs- und Steuersysteme 83
9.3	Hilfseinrichtungen 84
9.3.1	Gleich- und Wechselstrom-Hilfsversorgung 84
9.3.2	Druckluftanlagen 85
9.3.3	SF ₆ -Gas-Wartungsgeräte 86
9.3.4	Wasserstoff-Wartungsgeräte 86
9.4	Grundregeln zur elektromagnetischen Verträglichkeit von Steuerungssystemen 87
9.4.1	Allgemeines 87
9.4.2	Störquellen in Hochspannungsanlagen 87
9.4.3	Maßnahmen zum Vermindern von hochfrequenten Störbeeinflussungen 87

	Seite
9.4.4 Maßnahmen zum Vermindern von niederfrequenten Störbeeinflussungen	88
9.4.5 Maßnahmen zur Auswahl der Betriebsmittel	88
9.4.6 Andere mögliche Maßnahmen zur Verminderung der Störbeeinflussung	89
10 Erdungsanlagen	89
10.1 Allgemeines	89
10.2 Grundlegende Anforderungen	89
10.2.1 Sicherheitskriterien	89
10.2.2 Funktionale Anforderungen	90
10.2.3 Erdungsanlagen für Hoch- und Niederspannung	90
10.3 Auslegung von Erdungsanlagen	92
10.3.1 Allgemeines	92
10.3.2 Fehlerströme	93
10.3.3 Blitz und transiente Beanspruchungen	93
10.4 Errichtung von Erdungsanlagen	94
10.5 Messungen	94
10.6 Instandhaltbarkeit	94
10.6.1 Inspektion	94
10.6.2 Messungen	94
11 Inspektion und Prüfung	95
11.1 Allgemeines	95
11.2 Überprüfung der spezifizierten Leistungsmerkmale	95
11.3 Prüfungen während der Errichtung und Inbetriebnahme	95
11.4 Probebetrieb	96
12 Betriebs- und Wartungsanleitungen	96
Anhang A (normativ) Bemessungsisolationspegel und Mindestabstände, die zurzeit in einigen Ländern angewendet werden	97
Anhang B (normativ) Berechnungsverfahren für zulässige Berührungsspannungen	100
Anhang C (informativ) Zulässige Berührungsspannung nach IEEE 80	101
Anhang D (informativ) Auslegung von Erdungsanlagen (Flussdiagramm)	102
Anhang E (informativ) Schutzmethoden gegen direkten Blitzeinschlag	104
E.1 Allgemeines	104
E.2 Blitzschutzseile	104
E.3 Blitzschutzstangen	105
Anhang F (informativ) Abstände für sicheres Arbeiten	107
F.1 Allgemeines	107
F.2 Arbeiten im spannungsfreien Zustand	108
F.2 Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	109
F.4 Arbeiten unter Spannung	110
Literaturhinweise	111

Bilder

Bild 1 – Schutz gegen direktes Berühren durch Abdeckungen/Hindernisse in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten	58
Bild 2 – Schutzvorrichtungsabstände und Mindesthöhen an der äußeren Umzäunung	59
Bild 3 – Mindesthöhen in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten	60
Bild 4 – Annäherungen an Gebäude (in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten)	61
Bild 5 – Transportabstand	62
Bild 6 – Trennwände zwischen Transformatoren	77
Bild 7 – Brandschutz zwischen Transformatoren und Gebäuden	80
Bild 8 – Auffangwanne mit integriertem Sammelbehälter	80
Bild 9 – Auffangwanne mit getrenntem Sammelbehälter	81
Bild 10 – Auffangwanne mit integriertem, gemeinsamem Sammelbehälter	82
Bild 11 – Beispiel für kleine Transformatoren ohne Kiesschicht und Sammelbehälter	82
Bild 12 – Zulässige Berührungsspannung U_{TP}	94
Bild C.1 – Zulässige Berührungsspannung U_{TP} nach IEEE 80	101
Bild E.1 – Einzelnes Blitzschutzseil	105
Bild E.2 – Zwei Blitzschutzseile	105
Bild E.3 – Einzelne Blitzschutzstange	106
Bild E.4 – Zwei Blitzschutzstangen	106
Bild F.1 – Abstände für sicheres Arbeiten	108
Bild F.2 – Beispiel für Umriss und Zugang eines Arbeitsbereiches	109
Bild F.3 – Beispiel für Arbeitssicherheitsabstand	110

Tabellen

Tabelle 1 – Mindestabstand in Luft, Spannungsbereich I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)	35
Tabelle 2 – Mindestabstand in Luft, Spannungsbereich II ($U_m > 245 \text{ kV}$)	36
Tabelle 3 – Richtwerte für Transformatorabstände in Freiluft	71
Tabelle 4 – Mindestanforderungen für die Aufstellung von Innenraumtransformatoren	72
Tabelle 5 – Minimalanforderungen für den Zusammenschluss von Niederspannungs- und Hochspannungs-Erdungsanlagen basierend auf der Erdungsspannung (EPR)	92
Tabelle A.1 – Bemessungsisolationspegel und Mindestabstände in Luft mit $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ als höchste Spannung der Anlage U_m , die nicht von IEC genormt, aber in einigen Ländern eingeführt sind	97
Tabelle A.2 – Bemessungsisolationspegel und Mindestabstände in Luft mit $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ als höchste Spannung der Anlage U_m , die nicht von IEC genormt, aber in einigen Ländern eingeführt sind	98
Tabelle A.3 – Bemessungsisolationspegel und Mindestabstände in Luft mit $U_m > 245 \text{ kV}$ als höchste Spannung der Anlage U_m , die nicht von IEC genormt, aber in einigen Ländern eingeführt sind	99