

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung .....	12
0 Grundlagen der Sicherheit .....	12
0.1 Allgemeine Grundlagen der Sicherheit.....	12
0.2 Gefahren.....	13
0.3 Werkstoffe und Bauelemente .....	17
1 Allgemeines .....	17
1.1 Anwendungsbereich .....	17
1.2 Begriffe .....	19
1.3 Allgemeine Anforderungen .....	34
1.4 Allgemeine Prüfbedingungen .....	36
1.5 Bauteile.....	40
1.6 Anschluss an den Versorgungsstromkreis .....	46
1.7 Aufschriften und Anleitungen .....	47
2 Schutz vor Gefahren.....	55
2.1 Schutz vor elektrischem Schlag (gefährlichen Körperströmen) und Energiegefahr .....	55
2.2 SELV-Stromkreise .....	63
2.3 TNV-Stromkreise .....	65
2.4 Stromkreise mit Strombegrenzung.....	69
2.5 Stromquellen begrenzter Leistung .....	70
2.6 Potentialausgleich und Erdung.....	72
2.7 Überstrom- und Erdkurzschlusschutz in Primärstromkreisen .....	80
2.8 Verriegelungen .....	82
2.9 Elektrische Isolierung .....	85
2.10 Luft- und Kriechstrecken und Dicke der Isolierung .....	90
3 Leitungen, Verbindungen und Anschluss an den Versorgungsstromkreis .....	116
3.1 Allgemeines .....	116
3.2 Anschluss an einen Versorgungsstromkreis .....	119
3.3 Anschlussklemmen für äußere Leiter .....	125
3.4 Trennung vom Versorgungsstromkreis .....	128
3.5 Verbindung von Einrichtungen .....	130
4 Konstruktive Anforderungen .....	131
4.1 Standfestigkeit .....	131
4.2 Mechanische Festigkeit.....	132
4.3 Konstruktive Einzelheiten .....	136
4.4 Schutz vor Gefahr durch sich bewegende Teile .....	145
4.5 Thermische Anforderungen .....	146
4.6 Öffnungen in Umhüllungen.....	149
4.7 Brandbeständigkeit.....	155

	Seite
5	Elektrische Anforderungen und nachgebildeter bestimmungswidriger Betrieb ..... 163
5.1	Berührungsstrom und Schutzleiterstrom..... 163
5.2	Spannungsfestigkeit..... 171
5.3	Bestimmungswidriger Betrieb und Fehlerbedingungen ..... 175
6	Anschluss an Telekommunikationsnetze..... 179
6.1	Schutz der Instandhalter des Telekommunikationsnetzes und der Benutzer anderer damit verbundener Einrichtungen vor Gefahren in der Einrichtung..... 179
6.2	Schutz der Benutzer der Einrichtungen vor Überspannungen in Telekommunikationsnetzen..... 181
6.3	Schutz der Leitungen einer Telekommunikationsanlage vor Überhitzung..... 183
7	Anschluss an Kabelverteilsysteme..... 184
7.1	Allgemeines..... 184
7.2	Schutz der Instandhalter des Kabelverteilsystems und der Benutzer anderer damit verbundener Einrichtungen vor gefährlichen Spannungen in der Einrichtung ..... 185
7.3	Schutz der Benutzer der Einrichtungen vor Überspannungen in Kabelverteilsystemen ..... 185
7.4	Isolierung zwischen Primärstromkreisen und Kabelverteilsystemen ..... 185
	Anhang A (normativ) Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Brände ..... 187
A.1	Entflammbarkeitsprüfung für Brandschutzumhüllungen bewegbarer Einrichtungen mit einer Gesamtmasse über 18 kg und ortsfester Einrichtungen..... 187
A.1.1	Prüfmuster ..... 187
A.1.2	Vorbehandeln der Muster..... 187
A.1.3	Befestigen der Muster ..... 187
A.1.4	Prüfflamme ..... 187
A.1.5	Prüfablauf ..... 187
A.1.6	Prüfmerkmale ..... 187
A.2	Entflammbarkeitsprüfung für Brandschutzumhüllungen von bewegbaren Einrichtungen mit einer Gesamtmasse bis 18 kg und für Werkstoffe und Bauteile innerhalb von Brandschutzumhüllungen..... 188
A.2.1	Prüfmuster ..... 188
A.2.2	Vorbehandlung der Muster..... 188
A.2.3	Befestigen der Muster ..... 188
A.2.4	Prüfflamme ..... 188
A.2.5	Prüfablauf ..... 188
A.2.6	Prüfmerkmale ..... 188
A.2.7	Ersatzprüfung ..... 189
A.3	Prüfung mit heißem, flammendem Öl ..... 189
A.3.1	Befestigen der Muster ..... 189
A.3.2	Prüfablauf ..... 189
A.3.3	Prüfmerkmale ..... 189
	Anhang B (normativ) Motorprüfungen bei bestimmungswidrigen Bedingungen..... 190
B.1	Allgemeine Anforderungen..... 190
B.2	Prüfbedingungen..... 190

	Seite
B.3	Höchstzulässige Temperaturen..... 190
B.4	Überlastungsprüfung ..... 191
B.5	Blockierprüfung..... 192
B.6	Überlastungsprüfung von Gleichstrommotoren in Sekundärstromkreisen..... 193
B.6.1	Allgemeines ..... 193
B.6.2	Prüfablauf ..... 193
B.6.3	Alternativer Prüfablauf ..... 193
B.6.4	Prüfung der Spannungsfestigkeit ..... 193
B.7	Blockierprüfung von Gleichstrommotoren in Sekundärstromkreisen ..... 193
B.7.1	Allgemeines ..... 193
B.7.2	Prüfablauf ..... 194
B.7.3	Alternativer Prüfablauf ..... 194
B.7.4	Prüfung der Spannungsfestigkeit ..... 194
B.8	Prüfung von Motoren mit Kondensatoren..... 194
B.9	Prüfung von Drehstrommotoren ..... 194
B.10	Prüfung von Reihenschlussmotoren ..... 194
Anhang C (normativ)	Transformatoren ..... 195
C.1	Überlastungsprüfung ..... 195
C.2	Isolierung ..... 196
Anhang D (normativ)	Messeinrichtung zur Prüfung des Berührungstroms ..... 198
D.1	Messeinrichtung ..... 198
D.2	Ersatz-Messeinrichtung ..... 199
Anhang E (normativ)	Prüfung des Temperaturanstiegs einer Wicklung ..... 200
Anhang F (normativ)	Messung der Luft- und Kriechstrecken ..... 201
Anhang G (normativ)	Alternatives Verfahren zur Bestimmung der Mindest-Luftstrecken..... 209
G.1	Luftstrecken ..... 209
G.1.1	Allgemeines ..... 209
G.1.2	Zusammenfassung des Vorgehens bei der Bestimmung der Mindest-Luftstrecken ..... 209
G.2	Ermittlung der transienten Überspannung vom Versorgungsstromkreis ..... 210
G.2.1	AC-Versorgungsstromkreis ..... 210
G.2.2	DC-Versorgungsstromkreis mit Schutzerdung ..... 210
G.2.3	DC-Versorgungsstromkreis ohne Schutzerdung..... 211
G.2.4	Batteriebetrieb ..... 211
G.3	Ermittlung der transienten Überspannung vom Telekommunikationsnetz..... 211
G.4	Ermittlung der erforderlichen Stehspannung..... 211
G.4.1	Transiente Überspannungen aus dem Versorgungsstromkreis und interne, sich wiederholende Scheitelwerte ..... 211
G.4.2	Transiente Überspannungen aus dem TELEKOMMUNIKATIONSNETZ ..... 212
G.4.3	Zusammenwirken transienter Überspannungen ..... 212
G.4.4	Transiente Überspannungen aus KABELVERTEILSYSTEMEN ..... 212

	Seite
G.5	Messung von transienten Überspannungen ..... 212
G.6	Bestimmung der Mindest-Luftstrecken ..... 213
Anhang H (normativ)	Prüfung auf ionisierende Strahlung..... 217
Anhang J (normativ)	Tabelle der elektrochemischen Spannungsreihe..... 218
Anhang K (normativ)	Temperaturabhängige Vorrichtungen ..... 219
K.1	Ein- und Ausschaltleistung..... 219
K.2	Zuverlässigkeitsprüfung für Temperaturregler ..... 219
K.3	Dauerprüfung für Temperaturregler ..... 219
K.4	Dauerprüfung für Temperaturwächter..... 219
K.5	Zuverlässigkeit von Schutz-Temperaturbegrenzern ..... 219
K.6	Stabilität der Betriebswerte ..... 220
Anhang L (normativ)	Normallastbedingungen für einige Typen elektrischer Büromaschinen ..... 221
L.1	Schreibmaschinen..... 221
L.2	Addiermaschinen und Registrierkassen ..... 221
L.3	Radiermaschinen ..... 221
L.4	Bleistiftspitzer ..... 221
L.5	Vervielfältigungsmaschinen und Kopierer..... 221
L.6	Motorisch angetriebene Aktenschränke..... 221
L.7	Andere Büromaschinen..... 222
Anhang M (normativ)	Prüfung der Merkmale für Telefon-Rufsignale ..... 223
M.1	Einleitung..... 223
M.2	Verfahren A ..... 223
M.3	Verfahren B ..... 225
M.3.1	Rufsignal ..... 226
M.3.2	Vorkehrung zur Rufabschaltung [en: tripping device] und Überwachungsspannung ..... 226
Anhang N (normativ)	Stoßspannungsgeneratoren ..... 228
N.1	Stoßspannungsgeneratoren nach ITU-T ..... 228
N.2	Stoßspannungsgenerator nach IEC 60065..... 228
Anhang P (normativ)	Normative Verweisungen ..... 230
Anhang Q (normativ)	Spannungsabhängige Widerstände (VDR)..... 230
Anhang R (informativ)	Beispiele für Anforderungen an Programme zur Qualitätssicherung..... 231
R.1	Mindestabstände auf unbestückten Leiterplatten mit Schutzbelag..... 231
R.2	Verminderte Luftstrecken ..... 232
Anhang S (informativ)	Vorgehen bei Stoßspannungsprüfungen..... 234
S.1	Prüfvorrichtung ..... 234
S.2	Prüfverfahren..... 234
S.3	Beispiele des Kurvenverlaufs bei Stoßspannungsprüfungen ..... 234
Anhang T (informativ)	Anleitung zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser..... 236
Anhang U (normativ)	Isolierte Wickeldrähte zur Verwendung ohne isolierende Zwischenlage..... 238

	Seite
U.1 Drahtaufbau.....	238
U.2 Typprüfungen .....	238
U.2.1 Spannungsfestigkeit .....	238
U.2.2 Biegsamkeit und Haftung .....	238
U.2.3 Hitzeschock .....	239
U.2.4 Erhaltung der Spannungsfestigkeit nach der Biegeprüfung.....	240
U.3 Prüfungen während der Herstellung.....	240
U.3.1 Stückprüfung .....	240
U.3.2 Stichprobenprüfung .....	240
Anhang V (normativ) Systeme der Wechselstromversorgung .....	241
V.1 Einführung .....	241
V.2 TN-Systeme.....	242
V.3 TT-Systeme .....	245
V.4 IT-Systeme .....	246
Anhang W (informativ) Summierung von Berührungsströmen.....	248
W.1 Berührungsstrom von elektronischen Schaltkreisen .....	248
W.1.1 Potentialfreie Stromkreise .....	248
W.1.2 Geerdete Stromkreise .....	248
W.2 Verbindung mehrerer Einrichtungen .....	249
W.2.1 Trennung .....	250
W.2.2 Gemeinsame Rückleitung, von der Erdung getrennt .....	250
W.2.3 Gemeinsame Rückleitung, mit dem Schutzleiter verbunden .....	250
Anhang X (informativ) Höchste Erwärmung bei der Prüfung von Transformatoren.....	251
X.1 Ermittlung des höchsten Eingangsstroms.....	251
X.2 Überlastungsprüfung .....	252
Anhang Y (normativ) Vorbehandlung zur Prüfung mit ultraviolettem Licht.....	253
Y.1 Prüfgerät.....	253
Y.2 Befestigung der Prüfmuster.....	253
Y.3 Gerät für die Bestrahlung mit dem Kohle-Lichtbogen .....	253
Y.4 Gerät für die Bestrahlung mit dem Xenon-Lichtbogen .....	253
Anhang Z (informativ) Überspannungskategorien.....	254
Anhang AA (normativ) Spindelprüfung [mandrel test] .....	255
Anhang BB (informativ) Änderungen in der zweiten Ausgabe .....	257
BB.1 Tabelle der Änderungen der Nummerierung.....	257
BB.2 Änderungen mit dieser Ausgabe .....	258
Literaturhinweise .....	260
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	263
Anhang ZB (normativ) Besondere nationale Bedingungen .....	267
Anhang ZC (informativ) A-Abweichungen .....	271

Bilder:

Bild 2A – Prüffinger.....	57
Bild 2B – Prüfstift.....	58
Bild 2C – Prüfsonde.....	58
Bild 2D – Berührbarkeit innerer leitfähiger Teile.....	58
Bild 2E – Spannungen in SELV-Stromkreisen bei einem einzelnen Fehler.....	64
Bild 2F – Höchste erlaubte Spannung nach einem einzelnen Fehler.....	65
Bild 2G – Prüfgenerator.....	69
Bild 2H – Beispiele für die Anwendung der Isolierung.....	89
Bild 2J – Temperaturabhängigkeit der Wärmealterung.....	113
Bild 2K – Ritzprüfung für Schutzbeläge.....	114
Bild 4A – Kugelstoßprüfung.....	134
Bild 4B – Beispiele für Öffnungen, die lotrechten Zugang verhindern, im Querschnitt.....	150
Bild 4C – Beispiele für Lüftungsschlitze.....	150
Bild 4D – Öffnungen in einer Umhüllung.....	151
Bild 4E – Prinzipielle Darstellung des Bodens einer BRANDSCHUTZUMHÜLLUNG für teilweise umhüllte(s) Bauteil(e) oder Baugruppe(n).....	152
Bild 4F – Anordnung von Umlenkblechen.....	153
Bild 5A – Prüfeinrichtung zur Messung des Berührungsstroms bei Einphaseneinrichtungen zum Anschluss an ein TN- oder TT-Sternnetz.....	165
Bild 5B – Prüfeinrichtungen zur Messung des Berührungsstroms bei Drehstromeinrichtungen zum Anschluss an ein TN- oder TT-Sternnetz.....	166
Bild 6A – Prüfung der Trennung zwischen Telekommunikationsnetz und Erdpotential.....	181
Bild 6B – Anlegen der Prüfspannung.....	182
Bild B.1 – Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts der Temperatur.....	191
Bild C.1 – Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts der Temperatur.....	196
Bild D.1 – Messeinrichtung.....	198
Bild D.2 – Alternative Messeinrichtung.....	199
Bild F.1 – Schmale Nut.....	202
Bild F.2 – Breite Nut.....	202
Bild F.3 – V-förmige Nut.....	202
Bild F.4 – Rippe.....	202
Bild F.5 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler Nut.....	203
Bild F.6 – Nicht verklebte Stoßstelle mit breiter Nut.....	203
Bild F.7 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler und breiter Nut.....	203
Bild F.8 – Schmale Einsenkung.....	204
Bild F.9 – Breite Einsenkung.....	204
Bild F.10 – Schutzbelag um Anschlussstifte.....	205
Bild F.11 – Schutzbelag auf einer Leiterplatte.....	205
Bild F.12 – Messungen durch Öffnungen einer Umhüllung.....	206
Bild F.13 – Dazwischen liegendes, nicht angeschlossenes leitfähiges Teil.....	206
Bild M.1 – Zur Definition der aktiven Phasen und der Periode von Rufsignalen.....	224
Bild M.2 – Grenzwerte für $I_{TS1}$ bei periodisch wiederkehrendem Rufsignal.....	225

	Seite
Bild M.3 – Ströme $I_p$ und $I_{pp}$ .....	225
Bild M.4 – Kenngrößen für das Wegschalten der Rufspannung .....	227
Bild N.1 – Schaltung der Stoßspannungs-Prüfgeneratoren nach ITU-T .....	228
Bild N.2 – Schaltung des Stoßspannungs-Prüfgenerators nach IEC 60065 .....	229
Bild S.1 – Kurvenverlauf an einer Isolierung ohne Überspannungsableiter und ohne Durchschlag .....	234
Bild S.2 – Kurvenverlauf an einer Isolierung bei Durchschlag ohne Überspannungsableiter .....	235
Bild S.3 – Kurvenverlauf an einer Isolierung mit Überspannungsableitern, die auslösen .....	235
Bild S.4 – Kurvenverlauf an kurzgeschlossenem Überspannungsableiter und Isolierung .....	235
Bild V.1 – Beispiele eines TN-S-Systems .....	243
Bild V.2 – Beispiel eines TN-C-S-Systems .....	244
Bild V.3 – Beispiel eines TN-C-Systems .....	244
Bild V.4 – Beispiel eines TN-C-Systems mit Einphasen-Dreileiteranschluss .....	245
Bild V.5 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern und Neutralleiter .....	245
Bild V.6 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern .....	246
Bild V.7 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems (mit Neutralleiter) .....	246
Bild V.8 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems .....	247
Bild W.1 – Berührungsstrom aus einem Stromkreis ohne Bezugspotential .....	248
Bild W.2 – Berührungsstrom aus einem geerdeten Stromkreis .....	249
Bild W.3 – Summierung von Berührungsströmen in einer Nebenstellenanlage (PABX) .....	249
Bild AA.1 – Spindel [en: mandrel] .....	255
Bild AA.2 – Anfangsstellung der Spindel .....	255
Bild AA.3 – Endstellung der Spindel .....	256
Bild AA.4 – Anordnung der Metallfolie auf der Isolierfolie .....	256
Tabellen:	
Tabelle 1A – Spannungsbereiche von SELV- und TNV-Stromkreisen .....	27
Tabelle 1B – Vergleich der Entflammbarkeitsklassen .....	31
Tabelle 1C – Bemessung eines Kondensators nach IEC 60384-14 .....	42
Tabelle 1D – Einige Anwendungsbeispiele für Kondensatoren zur Information .....	43
Tabelle 2A – Dicke der Isolierung innerer Leitungen .....	59
Tabelle 2B – Grenzwerte für Stromquellen ohne Überstrom-Schutzeinrichtung .....	71
Tabelle 2C – Grenzwerte für Stromquellen mit Überstrom-Schutzeinrichtung .....	72
Tabelle 2D – Mindestquerschnitt von Schutz-Potentialausgleichsleitern .....	75
Tabelle 2E – Prüfdauer – AC-Versorgungsstromkreis .....	76
Tabelle 2F – Beispiele für Schutzeinrichtungen in Einrichtungen oder Baugruppen mit Einphasenstromanschluss .....	81
Tabelle 2G – Beispiele von Schutzeinrichtungen in Drehstromeinrichtungen .....	82
Tabelle 2H – Beispiele für die Anwendung der Isolierung .....	87
Tabelle 2J – Transiente Überspannungen aus dem AC-Versorgungsstromkreis .....	95
Tabelle 2K – Mindest-Luftstrecken zur Isolierung von Primärstromkreisen und zwischen Primär- und Sekundärstromkreisen .....	96
Tabelle 2L – Zusatz-Luftstrecken in Primärstromkreisen .....	97
Tabelle 2M – Mindest-Luftstrecken in Sekundärstromkreisen .....	98

	Seite
Tabelle 2N – Mindest-Kriechstrecken .....	103
Tabelle 2P – Prüfung der Isolierung nicht trennbarer Lagen dünner Folien .....	107
Tabelle 2Q – Mindestabstände auf Leiterplatten mit Schutzbelag .....	111
Tabelle 2R – Isolierung in Leiterplatten .....	112
Tabelle 3A – Maße von Leitungen und Leitungsrohren bei Einrichtungen mit Nennströmen bis 16 A .....	120
Tabelle 3B – Leiterquerschnitte .....	122
Tabelle 3C – Mechanische Prüfung von Anschlussleitungen zum Versorgungsstromkreis .....	123
Tabelle 3D – Bereiche der von den Anschlussklemmen aufzunehmenden Leiterquerschnitte .....	126
Tabelle 3E – Maße von Anschlussklemmen für Anschlussleiter zum Versorgungsstromkreis und Schutzleiter .....	126
Tabelle 4A – Mindestgrenzwerte der Werkstoffeigenschaften nach einer UV-Bestrahlung .....	142
Tabelle 4B – Temperaturgrenzwerte für Werkstoffe und Bauteile .....	147
Tabelle 4C – Temperaturgrenzwerte für Berührung .....	148
Tabelle 4D – Größe und Abstände der Löcher in Metallböden von Brandschutzumhüllungen .....	153
Tabelle 4E – Zusammenstellung der Anforderungen für die Entflammbarkeit von Werkstoffen .....	163
Tabelle 5A – Höchstzulässiger Strom .....	168
Tabelle 5B – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Teil 1: Bestimmung nach der Betriebs-Scheitelspannung .....	173
Tabelle 5B – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Teil 2: Bestimmung nach der BETRIEBS-SCHEITELSPANNUNG .....	174
Tabelle 5C – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Bestimmung nach der erforderlichen Stehspannung .....	175
Tabelle 5D – Temperaturgrenzwerte bei Überlastbedingungen .....	178
Tabelle B.1 – Temperaturgrenzwerte für Motorwicklungen (nicht bei Überlastungsprüfung) .....	191
Tabelle B.2 – Zulässige Temperaturgrenzwerte für die Überlastungsprüfung .....	192
Tabelle C.1 – Temperaturgrenzwerte für Transformatorwicklungen .....	196
Tabelle F.1 – Werte für $X$ .....	201
Tabelle G.1 – TRANSIENTE ÜBERSPANNUNG VOM AC-VERSORGUNGSSTROMKREIS .....	210
Tabelle G.2 – Mindest-Luftstrecken bis 2000 m über N.N. ....	215
Tabelle J.1 – Elektrochemische Spannungsreihe (V) .....	218
Tabelle N.1 – Werte der Bauelemente für Bilder N.1 und N.2 .....	229
Tabelle R.2 – Regeln für Stichproben und Beurteilung – verminderte Luftstrecken .....	233
Tabelle T.1 – Auszug aus IEC 60529 .....	237
Tabelle U.1 – Spindeldurchmesser .....	239
Tabelle U.2 – Ofentemperatur .....	239
Tabelle X.1 – Prüfschritte .....	251
Tabelle Z.1 – Überspannungskategorien .....	254