

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A11.....	6
Vorwort zu A1.....	6
Einleitung.....	17
0 Grundlagen der Sicherheit.....	17
0.1 Allgemeine Grundlagen der Sicherheit.....	17
0.2 Gefahren.....	18
0.3 Werkstoffe und Bauelemente.....	22
1 Allgemeines.....	22
1.1 Anwendungsbereich.....	22
1.2 Begriffe.....	24
1.3 Allgemeine Anforderungen.....	42
1.4 Allgemeine Prüfbedingungen.....	44
1.5 Bauteile.....	48
1.6 Anschluss an den Versorgungsstromkreis.....	55
1.7 Aufschriften und Anleitungen.....	56
2 Schutz vor Gefahren.....	64
2.1 Schutz vor elektrischem Schlag (gefährlichen Körperströmen) und Energiegefahr.....	64
2.2 SELV-Stromkreise.....	72
2.3 TNV-Stromkreise.....	74
2.4 Stromkreise mit Strombegrenzung.....	78
2.5 Stromquellen begrenzter Leistung.....	80
2.6 Potenzialausgleich und Erdung.....	81
2.7 Überstrom- und Erdkurzschlusschutz in Primärstromkreisen.....	89
2.8 Verriegelungen.....	92
2.9 Elektrische Isolierung.....	95
2.10 Luft- und Kriechstrecken und Dicke der Isolierung.....	100
3 Leitungen, Verbindungen und Anschluss an den Versorgungsstromkreis.....	126
3.1 Allgemeines.....	126
3.2 Anschluss an einen Versorgungsstromkreis.....	129
3.3 Anschlussklemmen für äußere Leiter.....	135
3.4 Trennung vom Versorgungsstromkreis.....	138
3.5 Verbindung von Einrichtungen.....	140
4 Konstruktive Anforderungen.....	141
4.1 Standfestigkeit.....	141
4.2 Mechanische Festigkeit.....	142
4.3 Konstruktive Einzelheiten.....	148
4.4 Schutz vor Gefahr durch sich bewegende Teile.....	157

	Seite
4.5	Thermische Anforderungen..... 160
4.6	Öffnungen in Umhüllungen..... 163
4.7	Brandbeständigkeit..... 169
5	Elektrische Anforderungen und nachgebildeter bestimmungswidriger Betrieb..... 177
5.1	Berührungsstrom und Schutzleiterstrom 177
5.2	Spannungsfestigkeit 185
5.3	Bestimmungswidriger Betrieb und Fehlerbedingungen 190
6	Anschluss an Telekommunikationsnetze 194
6.1	Schutz der Instandhalter des Telekommunikationsnetzes und der Benutzer anderer damit verbundener Einrichtungen vor Gefahren in der Einrichtung 194
6.2	Schutz der Benutzer der Einrichtungen vor Überspannungen in Telekommunikationsnetzen..... 196
6.3	Schutz der Leitungen einer Telekommunikationsanlage vor Überhitzung..... 198
7	Anschluss an Kabelverteilsysteme 199
7.1	Allgemeines 199
7.2	Schutz der Instandhalter des Kabelverteilsystems und der Benutzer anderer damit verbundener Einrichtungen vor gefährlichen Spannungen in der Einrichtung..... 200
7.3	Schutz der Benutzer der Einrichtungen vor Überspannungen in Kabelverteilsystemen..... 200
7.4	Isolierung zwischen Primärstromkreisen und Kabelverteilsystemen 200
Anhang A (normativ) Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Brände 202	
A.1	Entflammbarkeitsprüfung für Brandschutzumhüllungen bewegbarer Einrichtungen mit einer Gesamtmasse über 18 kg und ortsfester Einrichtungen 202
A.1.1	Prüfmuster 202
A.1.2	Vorbehandeln der Muster 202
A.1.3	Befestigen der Muster 202
A.1.4	Prüfflamme 202
A.1.5	Prüfablauf 202
A.1.6	Prüfmerkmale 202
A.2	Entflammbarkeitsprüfung für Brandschutzumhüllungen von bewegbaren Einrichtungen mit einer Gesamtmasse bis 18 kg und für Werkstoffe und Bauteile innerhalb von Brandschutzumhüllungen..... 203
A.2.1	Prüfmuster 203
A.2.2	Vorbehandlung der Muster 203
A.2.3	Befestigen der Muster 203
A.2.4	Prüfflamme 203
A.2.5	Prüfablauf 203
A.2.6	Prüfmerkmale 203
A.2.7	Ersatzprüfung 204
A.3	Prüfung mit heißem, flammendem Öl..... 204
A.3.1	Befestigen der Muster 204
A.3.2	Prüfablauf 204
A.3.3	Prüfmerkmale 204

	Seite
Anhang B (normativ) Motorprüfungen bei bestimmungswidrigen Bedingungen	205
B.1 Allgemeine Anforderungen	205
B.2 Prüfbedingungen.....	205
B.3 Höchstzulässige Temperaturen	205
B.4 Überlastungsprüfung.....	207
B.5 Blockierprüfung	207
B.6 Überlastungsprüfung von Gleichstrommotoren in Sekundärstromkreisen	208
B.6.1 Allgemeines	208
B.6.2 Prüfablauf.....	208
B.6.3 Alternativer Prüfablauf	208
B.6.4 Prüfung der Spannungsfestigkeit.....	208
B.7 Blockierprüfung von Gleichstrommotoren in Sekundärstromkreisen	208
B.7.1 Allgemeines	208
B.7.2 Prüfablauf.....	209
B.7.3 Alternativer Prüfablauf	209
B.7.4 Prüfung der Spannungsfestigkeit.....	209
B.8 Prüfung von Motoren mit Kondensatoren	209
B.9 Prüfung von Drehstrommotoren	209
B.10 Prüfung von Reihenschlussmotoren.....	209
Anhang C (normativ) Transformatoren	210
C.1 Überlastungsprüfung.....	210
C.2 Isolierung	211
Anhang D (normativ) Messeinrichtung zur Prüfung des Berührungstroms	213
D.1 Messeinrichtung.....	213
D.2 Ersatz-Messeinrichtung	214
Anhang E (normativ) Prüfung des Temperaturanstiegs einer Wicklung.....	215
Anhang F (normativ) Messung der Luft- und Kriechstrecken	216
Anhang G (normativ) Alternatives Verfahren zur Bestimmung der Mindest-Luftstrecken.....	223
G.1 Luftstrecken	223
G.1.1 Allgemeines	223
G.1.2 Zusammenfassung des Vorgehens bei der Bestimmung der Mindest-Luftstrecken.....	223
G.2 Ermittlung der transienten Überspannung vom Versorgungsstromkreis.....	224
G.2.1 AC-Versorgungsstromkreis.....	224
G.2.2 DC-Versorgungsstromkreis mit Schutzerdung	224
G.2.3 DC-Versorgungsstromkreis ohne Schutzerdung	225
G.2.4 Batteriebetrieb.....	225
G.3 Ermittlung der transienten Überspannung vom Telekommunikationsnetz.....	225
G.4 Ermittlung der erforderlichen Stehspannung	225
G.4.1 Transiente Überspannungen aus dem Versorgungsstromkreis und interne, sich wiederholende Scheitelwerte	225

	Seite
G.4.2	Transiente Überspannungen aus dem TELEKOMMUNIKATIONSNETZ 226
G.4.3	Zusammenwirken transienter Überspannungen 226
G.4.4	Transiente Überspannungen aus KABELVERTEILSYSTEMEN 226
G.5	Messung von transienten Überspannungen..... 227
G.6	Bestimmung der Mindest-Luftstrecken..... 227
Anhang H (normativ) Prüfung auf ionisierende Strahlung 231	
Anhang J (normativ) Tabelle der elektrochemischen Spannungsreihe 232	
Anhang K (normativ) Temperaturabhängige Vorrichtungen..... 233	
K.1	Ein- und Ausschaltleistung 233
K.2	Zuverlässigkeitsprüfung für Temperaturregler 233
K.3	Dauerprüfung für Temperaturregler 233
K.4	Dauerprüfung für Temperaturwächter 233
K.5	Zuverlässigkeit von Schutz-Temperaturbegrenzern 234
K.6	Stabilität der Betriebswerte..... 234
Anhang L (normativ) Normallastbedingungen für einige Typen elektrischer Büromaschinen 235	
L.1	Schreibmaschinen 235
L.2	Addiermaschinen und Registrierkassen..... 235
L.3	Radiermaschinen..... 235
L.4	Bleistiftspitzer 235
L.5	Vervielfältigungsmaschinen und Kopierer 235
L.6	Motorisch angetriebene Aktenschränke 235
L.7	Andere Büromaschinen 236
Anhang M (normativ) Prüfung der Merkmale für Telefon-Rufsignale 237	
M.1	Einleitung 237
M.2	Verfahren A..... 237
M.3	Verfahren B..... 239
M.3.1	Rufsignal..... 240
M.3.2	Vorkehrung zur Rufabschaltung (en: tripping device) und Überwachungsspannung 240
Anhang N (normativ) Stoßspannungsgeneratoren 242	
N.1	Stoßspannungsgeneratoren nach ITU-T 242
N.2	Stoßspannungsgenerator nach IEC 60065 242
Anhang P (normativ) Normative Verweisungen 244	
Anhang Q (normativ) Spannungsabhängige Widerstände (VDR) 244	
Anhang R (informativ) Beispiele für Anforderungen an Programme zur Qualitätssicherung 245	
R.1	Mindestabstände auf unbestückten Leiterplatten mit Schutzbelag 245
R.2	Verminderte Luftstrecken 246
Anhang S (informativ) Vorgehen bei Stoßspannungsprüfungen 248	
S.1	Prüfvorrichtung 248
S.2	Prüfverfahren..... 248

	Seite
S.3 Beispiele des Kurvenverlaufs bei Stoßspannungsprüfungen	248
Anhang T (informativ) Anleitung zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser	250
Anhang U (normativ) Isolierte Wickeldrähte zur Verwendung ohne isolierende Zwischenlage	252
U.1 Drahtaufbau	252
U.2 Typprüfungen.....	252
U.2.1 Spannungsfestigkeit.....	252
U.2.2 Biegsamkeit und Haftung.....	252
U.2.3 Hitzeschock.....	253
U.2.4 Erhaltung der Spannungsfestigkeit nach der Biegeprüfung	254
U.3 Prüfungen während der Herstellung	254
U.3.1 Stückprüfung.....	254
U.3.2 Stichprobenprüfung.....	254
Anhang V (normativ) Systeme der Wechselstromversorgung.....	255
V.1 Einführung.....	255
V.2 TN-Systeme	256
V.3 TT-Systeme	258
V.4 IT-Systeme.....	259
Anhang W (informativ) Summierung von Berührungsströmen	261
W.1 Berührungsstrom von elektronischen Schaltkreisen	261
W.1.1 Potenzialfreie Stromkreise.....	261
W.1.2 Geerdete Stromkreise.....	261
W.2 Verbindung mehrerer Einrichtungen.....	262
W.2.1 Trennung.....	263
W.2.2 Gemeinsame Rückleitung, von der Erdung getrennt.....	263
W.2.3 Gemeinsame Rückleitung, mit dem Schutzleiter verbunden.....	263
Anhang X (informativ) Höchste Erwärmung bei der Prüfung von Transformatoren	264
X.1 Ermittlung des höchsten Eingangsstroms	264
X.2 Überlastungsprüfung.....	265
Anhang Y (normativ) Vorbehandlung zur Prüfung mit ultraviolettem Licht.....	266
Y.1 Prüfgerät	266
Y.2 Befestigung der Prüfmuster	266
Y.3 Gerät für die Bestrahlung mit dem Kohle-Lichtbogen.....	266
Y.4 Gerät für die Bestrahlung mit dem Xenon-Lichtbogen	266
Anhang Z (informativ) Überspannungskategorien	267
Anhang AA (normativ) Spindelprüfung (mandrel test)	268
Anhang BB (informativ) Änderungen in der zweiten Ausgabe.....	270
BB.1 Tabelle der Änderungen der Nummerierung	270
BB.2 Änderungen mit dieser Ausgabe	271
Anhang CC (normativ) Beurteilung von integrierten Schaltungen (IC) zur Strombegrenzung (IC-Strombegrenzer).....	273

	Seite
CC.1 Integrierte Schaltungen (IC) zur Strombegrenzung (IC-Strombegrenzer)	273
CC.2 Prüfprogramm 1	273
CC.3 Prüfprogramm 2.....	274
Anhang DD (normativ) Anforderungen an Montagevorrichtungen für Einrichtungen in Gestellen.....	275
DD.1 Allgemeines	275
DD.2 Mechanische Festigkeitsprüfung, veränderliches N.....	275
DD.3 Mechanische Festigkeitsprüfung, 250 N, einschließlich Endanschläge	276
DD.4 Prüfung	276
Anhang EE (normativ) Reißwölfe für Dokumente und Medien in Haushalt und Büro	277
EE.1 Allgemeines	277
EE.2 Aufschriften und Hinweise	277
EE.3 Versehentliche Inbetriebnahme.....	277
EE.4 Trennung der Stromversorgung zu sich gefährlich bewegende Teile.....	277
EE.5 Schutz gegen sich gefährlich bewegende Teile	278
Literaturhinweise.....	281
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	284
Anhang ZB (normativ) Besondere nationale Bedingungen	288
Anhang ZC (informativ) A-Abweichungen	293
Bilder	
Bild 2A – Prüffinger	66
Bild 2B – Prüfstift	67
Bild 2C – Prüfsonde.....	67
Bild 2D – Berührbarkeit innerer leitfähiger Teile.....	67
Bild 2E – Spannungen in SELV-Stromkreisen bei einem einzelnen Fehler	73
Bild 2F – Höchste erlaubte Spannung nach einem einzelnen Fehler	74
Bild 2G – Prüfgenerator	78
Bild 2H – Beispiele für die Anwendung der Isolierung.....	99
Bild 2J – Temperaturabhängigkeit der Wärmealterung.....	123
Bild 2K – Ritzprüfung für Schutzbeläge	124
Bild 4A – Kugelstoßprüfung	144
Bild 4G – Beispiel zur Bestimmung der Öffnung „X“ ohne Prallwand	147
Bild 4H – Beispiel zur Bestimmung der Öffnung „X“ mit Prallwand.....	148
Bild 4B – Beispiele für Öffnungen, die lotrechten Zugang verhindern, im Querschnitt	164
Bild 4C – Beispiele für Lüftungsschlitze.....	164
Bild 4D – Öffnungen in einer Umhüllung	165
Bild 4E – Prinzipielle Darstellung des Bodens einer BRANDSCHUTZUMHÜLLUNG für teilweise umhüllte(s) Bauteil(e) oder Baugruppe(n)	166
Bild 4F – Anordnung von Umlenkblechen	167

	Seite
Bild 5A – Prüfeinrichtung zur Messung des Berührungsstroms bei Einphaseneinrichtungen zum Anschluss an ein TN- oder TT-Sternnetz	179
Bild 5B – Prüfeinrichtungen zur Messung des Berührungsstroms bei Drehstromeinrichtungen zum Anschluss an ein TN- oder TT-Sternnetz	180
Bild 6A – Prüfung der Trennung zwischen Telekommunikationsnetz und Erdpotenzial	196
Bild 6B – Anlegen der Prüfspannung	197
Bild B.1 – Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts der Temperatur	206
Bild C.1 – Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts der Temperatur	211
Bild D.1 – Messeinrichtung	213
Bild D.2 – Alternative Messeinrichtung	214
Bild F.1 – Schmale Nut	216
Bild F.2 – Breite Nut	217
Bild F.3 – V-förmige Nut	217
Bild F.4 – Rippe	217
Bild F.5 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler Nut	217
Bild F.6 – Nicht verklebte Stoßstelle mit breiter Nut	218
Bild F.7 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler und breiter Nut	218
Bild F.8 – Schmale Einsenkung	218
Bild F.9 – Breite Einsenkung	219
Bild F.10 – Schutzbelag um Anschlussstifte	219
Bild F.11 – Schutzbelag auf einer Leiterplatte	219
Bild F.12 – Messungen durch Öffnungen einer Umhüllung	220
Bild F.13 – Dazwischen liegendes, nicht angeschlossenes leitfähiges Teil	220
Bild M.1 – Zur Definition der aktiven Phasen und der Periode von Rufsignalen	238
Bild M.2 – Grenzwerte für I_{TS1} bei periodisch wiederkehrendem Rufsignal	239
Bild M.3 – Ströme I_p und I_{pp}	239
Bild M.4 – Kenngrößen für das Wegschalten der Rufspannung	241
Bild N.1 – Schaltung der Stoßspannungs-Prüfgeneratoren nach ITU-T	242
Bild N.2 – Schaltung des Stoßspannungs-Prüfgenerators nach IEC 60065	243
Bild S.1 – Kurvenverlauf an einer Isolierung ohne Überspannungsableiter und ohne Durchschlag	248
Bild S.2 – Kurvenverlauf an einer Isolierung bei Durchschlag ohne Überspannungsableiter	249
Bild S.3 – Kurvenverlauf an einer Isolierung mit Überspannungsableitern, die auslösen	249
Bild S.4 – Kurvenverlauf an kurzgeschlossenem Überspannungsableiter und Isolierung	249
Bild V.1 – Beispiele eines TN-S-Systems	256
Bild V.2 – Beispiel eines TN-C-S-Systems	257
Bild V.3 – Beispiel eines TN-C-Systems	257
Bild V.4 – Beispiel eines TN-C-Systems mit Einphasen-Dreileiteranschluss	258
Bild V.5 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern und Neutralleiter	258
Bild V.6 – Beispiel eines TT-Systems mit drei Außenleitern	259

	Seite
Bild V.7 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems (mit Neutralleiter)	259
Bild V.8 – Beispiel eines Dreileiter-IT-Systems	260
Bild W.1 – Berührungsstrom aus einem Stromkreis ohne Bezugspotenzial	261
Bild W.2 – Berührungsstrom aus einem geerdeten Stromkreis	262
Bild W.3 – Summierung von Berührungsströmen in einer Nebenstellenanlage (PABX)	262
Bild AA.1 – Spindel (en: mandrel).....	268
Bild AA.2 – Anfangsstellung der Spindel	268
Bild AA.3 – Endstellung der Spindel	268
Bild AA.4 – Anordnung der Metallfolie auf der Isolierfolie	269
Bild EE.1 – Keilsonde (Gesamtansicht).....	279
Bild EE.2 – Keilsonde (Detail Spitze).....	280
Tabellen	
Tabelle 1A – Spannungsbereiche von SELV- und TNV-Stromkreisen	33
Tabelle 1B – Vergleich der Entflammbarkeitsklassen	38
Tabelle 1C – Bemessung eines Kondensators nach IEC 60384-14	50
Tabelle 1D – Einige Anwendungsbeispiele für Kondensatoren zur Information	51
Tabelle 2A – Dicke der Isolierung innerer Leitungen.....	68
Tabelle 2B – Grenzwerte für Stromquellen ohne Überstrom-Schutzeinrichtung.....	80
Tabelle 2C – Grenzwerte für Stromquellen mit Überstrom-Schutzeinrichtung.....	81
Tabelle 2D – Mindestquerschnitt von Schutz-Potenzialausgleichsleitern	84
Tabelle 2E – Prüfdauer – AC-Versorgungsstromkreis	85
Tabelle 2F – Beispiele für Schutzeinrichtungen in Einrichtungen oder Baugruppen mit Einphasenstromanschluss.....	91
Tabelle 2G – Beispiele von Schutzeinrichtungen in Drehstromeinrichtungen.....	91
Tabelle 2H – Beispiele für die Anwendung der Isolierung.....	97
Tabelle 2J – Transiente Überspannungen aus dem AC-Versorgungsstromkreis	105
Tabelle 2K – Mindest-Luftstrecken zur Isolierung von Primärstromkreisen und zwischen Primär- und Sekundärstromkreisen.....	106
Tabelle 2L – Zusatz-Luftstrecken in Primärstromkreisen	107
Tabelle 2M – Mindest-Luftstrecken in Sekundärstromkreisen	108
Tabelle 2N – Mindest-Kriechstrecken.....	113
Tabelle 2P – Prüfung der Isolierung nicht trennbarer Lagen dünner Folien.....	117
Tabelle 2Q – Mindestabstände auf Leiterplatten mit Schutzbelag	121
Tabelle 2R – Isolierung in Leiterplatten	122
Tabelle 3A – Maße von Leitungen und Leitungsrohren bei Einrichtungen mit Nennströmen bis 16 A.....	130
Tabelle 3B – Leiterquerschnitte	132
Tabelle 3C – Mechanische Prüfung von Anschlussleitungen zum Versorgungsstromkreis	133
Tabelle 3D – Bereiche der von den Anschlussklemmen aufzunehmenden Leiterquerschnitte	136
Tabelle 3E – Maße von Anschlussklemmen für Anschlussleiter zum Versorgungsstromkreis und Schutzleiter	136

	Seite
Tabelle 4A – Mindestgrenzwerte der Werkstoffeigenschaften nach einer UV-Bestrahlung	154
Tabelle 4B – Temperaturgrenzwerte für Werkstoffe und Bauteile	161
Tabelle 4C – Temperaturgrenzwerte für Berührung	162
Tabelle 4D – Größe und Abstände der Löcher in Metallböden von Brandschutzumhüllungen.....	167
Tabelle 4E – Zusammenstellung der Anforderungen für die Entflammbarkeit von Werkstoffen.....	177
Tabelle 5A – Höchstzulässiger Strom	182
Tabelle 5B – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Teil 1: Bestimmung nach der BETRIEBS-SCHEITELSPANNUNG	188
Tabelle 5B – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Teil 2: Bestimmung nach der BETRIEBS-SCHEITELSPANNUNG	189
Tabelle 5C – Prüfspannungen für die Prüfung der Spannungsfestigkeit, Bestimmung nach der erforderlichen Stehspannung.....	190
Tabelle 5D – Temperaturgrenzwerte bei Überlastbedingungen	193
Tabelle B.1 – Temperaturgrenzwerte für Motorwicklungen (nicht bei Überlastungsprüfung)	206
Tabelle B.2 – Zulässige Temperaturgrenzwerte für die Überlastungsprüfung	207
Tabelle C.1 – Temperaturgrenzwerte für Transformatorwicklungen	211
Tabelle F.1 – Werte für X	216
Tabelle G.1 – TRANSIENTE ÜBERSPANNUNG VOM AC-VERSORGUNGSSTROMKREIS	224
Tabelle G.2 – Mindest-Luftstrecken bis 2 000 m über N.N.	229
Tabelle J.1 – Elektrochemische Spannungsreihe (V)	232
Tabelle N.1 – Werte der Bauelemente für Bilder N.1 und N.2.....	243
Tabelle R.1 – Regeln für Stichproben und Beurteilung – Leiterplatten mit Schutzbelag.....	246
Tabelle R.2 – Regeln für Stichproben und Beurteilung – verminderte Luftstrecken.....	247
Tabelle T.1 – Auszug aus IEC 60529	251
Tabelle U.1 – Spindeldurchmesser	253
Tabelle U.2 – Ofentemperatur.....	253
Tabelle X.1 – Prüfschritte.....	264
Tabelle Z.1 – Überspannungskategorien.....	267