

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

### Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	18
Einleitung .....	20
0 Prinzipien, die dieser Produkt-Sicherheitsnorm zugrunde liegen.....	20
0.1 Zielsetzung .....	20
0.2 Personen .....	20
0.3 Modell zu Schmerzen und Verletzungen.....	21
0.4 Energiequellen.....	21
0.5 Schutzvorrichtungen.....	22
0.6 Elektrisch verursachte Schmerzen oder Verletzungen (elektrischer Schlag) .....	26
0.7 Elektrisch verursachter Brand .....	28
0.8 Verletzungen, verursacht durch gefährliche Substanzen.....	29
0.9 Mechanisch verursachte Verletzungen .....	30
0.10 Thermisch verursachte Verletzungen (Hautverbrennungen) .....	31
0.11 Verletzungen durch Strahlung.....	32
1 Anwendungsbereich .....	34
2 Normative Verweisungen .....	35
3 Begriffe und Abkürzungen .....	41
3.1 Abkürzungen, Energiequellen betreffend .....	41
3.2 Andere Abkürzungen.....	41
3.3 Begriffe .....	42
4 Allgemeine Anforderungen .....	63
4.1 Allgemeines .....	63
4.2 Klassifizierung der Energiequellen .....	67
4.3 Schutz gegen Energiequellen .....	67
4.4 Schutzvorrichtungen.....	71
4.5 Explosion .....	75
4.6 Befestigen von elektrischen Leitern .....	75
4.7 Einrichtungen zum direkten Einstecken in eine Steckdose des Versorgungsstromkreises.....	76
4.8 Einrichtungen, die Knopfzellen enthalten .....	76
4.9 Wahrscheinlichkeit von Feuer oder Stromschlag durch Eintritt von leitfähigen Gegenständen .....	79
4.10 Trennvorrichtungen.....	80
5 Elektrisch verursachte Verletzungen.....	80
5.1 Allgemeines .....	80
5.2 Klassifizierung und Grenzwerte von elektrischen Energiequellen .....	80
5.3 Schutz gegen elektrische Energiequellen .....	86

	Seite
5.4	Isolierstoffe und Anforderungen ..... 88
5.5	Bauteile als Schutzvorrichtungen ..... 127
5.6	Schutzleiter ..... 131
5.7	Erwartete Berührungsspannung, Berührungsstrom und Schutzleiterstrom ..... 139
5.8	Rückspeise Schutzvorrichtung in batteriegespeisten Versorgungen ..... 143
6	Elektrisch verursachter Brand ..... 143
6.1	Allgemeines ..... 143
6.2	Klassifizierung von Leistungsquellen (PS) und potenziellen Zündquellen (PIS) ..... 144
6.3	Brandschutzvorrichtungen bei bestimmungsgemäßigem Betrieb und bei abweichenden Betriebsbedingungen ..... 148
6.4	Brandschutzvorrichtungen bei Einzelfehlern ..... 149
6.5	Interne und externe Verdrahtung ..... 161
6.6	Schutzvorrichtungen gegen Brand aufgrund des Anschlusses sekundärer Einrichtungen ..... 162
7	Verletzungen durch gefährliche Stoffe ..... 163
7.1	Allgemeines ..... 163
7.2	Verringerung der Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen ..... 163
7.3	Ozon-Exposition ..... 163
7.4	Anwendung persönlicher Schutzausrüstung (PPE) ..... 163
7.5	Anwendung hinweisender Schutzvorrichtungen und Anweisungen ..... 163
7.6	Batterien und ihre Schutzschaltungen ..... 164
8	Mechanisch verursachte Verletzungen ..... 164
8.1	Allgemeines ..... 164
8.2	Klassifizierung mechanischer Energiequellen ..... 164
8.3	Schutzvorrichtungen gegen mechanische Energiequellen ..... 166
8.4	Schutzvorrichtungen gegen Teile mit scharfen Kanten und Ecken ..... 166
8.5	Schutzvorrichtungen gegen sich bewegende Teile ..... 167
8.6	Standfestigkeit der Einrichtung ..... 174
8.7	Einrichtungen für Wand-, Deckenmontage oder Montage an einem anderen Baukörper ..... 178
8.8	Festigkeit von Handgriffen ..... 180
8.9	Anforderungen an die Befestigung von Rädern und Schwenkrollen ..... 181
8.10	Fahrbare Untersätze, Ständer und ähnliche Träger ..... 181
8.11	Montagevorrichtungen für auf Gleitschienen montierte Einrichtungen (SRME) ..... 183
8.12	Teleskop- oder Stabantennen ..... 185
9	Verletzung durch Verbrennung ..... 186
9.1	Allgemeines ..... 186
9.2	Klassifizierung thermischer Energiequellen ..... 186
9.3	Grenzwerte für Berührungstemperaturen ..... 186
9.4	Schutz gegen thermische Energiequellen ..... 187
9.5	Anforderungen an Schutzvorrichtungen ..... 188

	Seite
9.6 Anforderungen für schnurlose Leistungssender .....	188
10 Strahlung .....	192
10.1 Allgemeines .....	192
10.2 Klassifizierungen von Strahlungsenergiequellen .....	192
10.3 Schutzvorrichtungen gegen Laserstrahlung.....	194
10.4 Schutzvorrichtungen gegen optische Strahlung von Lampen, Lampensystem (einschließlich LED Typen) .....	195
10.5 Schutzvorrichtungen gegen Röntgenstrahlung (X-Strahlung).....	198
10.6 Schutzvorrichtungen gegen akustische Energiequellen .....	199
Anhang A (informativ) Beispiele von Einrichtungen im Anwendungsbereich dieser Norm .....	204
Anhang B (normativ) Prüfungen bei bestimmungsgemäßigem Betrieb, bei abweichenden Betriebsbedingungen und bei einem Einzelfehler.....	205
B.1 Allgemeines .....	205
B.1.1 Einleitung.....	205
B.1.2 Anwendbarkeit der Prüfung.....	205
B.1.3 Art der Prüfung .....	205
B.1.4 Prüfmuster .....	205
B.1.5 Übereinstimmung durch Auswerten maßgebender Daten .....	205
B.1.6 Temperaturmessbedingungen .....	206
B.2 Bestimmungsgemäßer Betrieb.....	206
B.2.1 Allgemeines .....	206
B.2.2 Frequenz der Stromversorgung .....	206
B.2.3 Versorgungsspannung .....	206
B.2.4 Bestimmungsgemäße Betriebsspannungen .....	207
B.2.5 Prüfung der Eingangswerte .....	207
B.2.6 Temperaturmessbedingungen .....	208
B.2.7 Batterie-Ladung und -Entladung bei bestimmungsgemäßigem Betrieb .....	209
B.3 Nachbilden abweichender Betriebsbedingungen.....	209
B.3.1 Allgemeines .....	209
B.3.2 Bedecken von Belüftungsöffnungen.....	209
B.3.3 Polarität des DC-Versorgungsstromkreises .....	210
B.3.4 Einstellen eines Spannungswählers.....	210
B.3.5 Höchstlast an den Ausgangsklemmen .....	210
B.3.6 Umgekehrte Batterie-Polarität .....	210
B.3.7 Abweichende Betriebsbedingungen für Audioverstärker .....	210
B.3.8 Prüfen während und nach abweichenden Betriebsbedingungen.....	210
B.4 Nachgebildete Einzelfehler.....	211
B.4.1 Allgemeines .....	211
B.4.2 Temperaturüberwachungsvorrichtung.....	211
B.4.3 Motorprüfungen .....	211

	Seite
B.4.4 Funktionsisolierung .....	212
B.4.5 Kurzschließen und Unterbrechen von Elektroden in Röhren und Halbleitern .....	212
B.4.6 Kurzschließen oder Unterbrechen von passiven Bauteilen .....	212
B.4.7 Dauerbetrieb von Bauteilen.....	212
B.4.8 Prüfen auf Übereinstimmung während und nach Einzelfehlern.....	213
B.4.9 Batterie-Ladung und -Entladung bei Einzelfehlern .....	213
Anhang C (normativ) UV-Strahlung.....	214
C.1 Schutz der Materialien in Geräten vor UV-Strahlung.....	214
C.1.1 Allgemeines.....	214
C.1.2 Anforderungen.....	214
C.1.3 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	214
C.2 Vorbehandlung zur Prüfung mit UV-Licht .....	215
C.2.1 Prüfgerät.....	215
C.2.2 Befestigung der Prüfmuster .....	215
C.2.3 Gerät für die Bestrahlung mit dem Kohle-Lichtbogen.....	215
C.2.4 Gerät für die Bestrahlung mit dem Xenon-Lichtbogen.....	215
Anhang D (normativ) Prüfgeneratoren .....	216
D.1 Impuls-Prüfgeneratoren .....	216
D.2 Prüfgenerator für den Antennenanschluss .....	217
D.3 Elektronischer Stoßspannungsgenerator.....	217
Anhang E (normativ) Prüfbedingungen für Einrichtungen mit Audioverstärkern .....	218
E.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb für Audioverstärker.....	218
E.2 Abweichende Betriebsbedingungen für Audioverstärker.....	219
Anhang F (normativ) Aufschriften auf der Einrichtung, Anleitungen und hinweisende Schutzvorrichtungen .....	220
F.1 Allgemeines.....	220
F.2 Buchstaben-Symbole und graphische Symbole .....	220
F.2.1 Buchstaben-Symbole .....	220
F.2.2 Graphische Symbole.....	220
F.2.3 Prüfen auf Übereinstimmung .....	220
F.3 Aufschriften auf der Einrichtung.....	220
F.3.1 Ort der Aufschriften auf der Einrichtung.....	220
F.3.2 Aufschriften zur Identifikation der Einrichtung.....	221
F.3.3 Aufschriften mit Nennwerten .....	221
F.3.4 Spannungseinsteller.....	223
F.3.5 Aufschriften auf Anschlüssen und betriebliche Vorrichtungen.....	224
F.3.6 Kennzeichnung von Einrichtungen nach ihrer Klassifikation .....	225
F.3.7 Kennzeichnung der IP-Ausführung einer Einrichtung.....	226
F.3.8 Kennzeichnung von externen Stromversorgungsausgängen.....	226

	Seite
F.3.9 Haltbarkeit, Lesbarkeit und Beständigkeit der geforderten Kennzeichnung .....	226
F.3.10 Prüfen der Beständigkeit von Kennzeichnungen .....	227
F.4 Anleitungen.....	227
F.5 Hinweisende Schutzvorrichtungen .....	228
Anhang G (normativ) Bauteile .....	231
G.1 Schalter.....	231
G.1.1 Allgemeines .....	231
G.1.2 Anforderungen .....	231
G.1.3 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung.....	232
G.2 Relais.....	232
G.2.1 Anforderungen .....	232
G.2.2 Überlastprüfung .....	233
G.2.3 Relaiskontakte zur Steuerung von Steckern zur Versorgung anderer Einrichtungen.....	233
G.2.4 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung.....	233
G.3 Schutzeinrichtungen .....	233
G.3.1 Schutz-Temperaturbegrenzer .....	233
G.3.2 Temperaturabhängige Verbindungselemente .....	235
G.3.3 PTC-Thermistoren .....	236
G.3.4 Überstromschutzvorrichtungen .....	236
G.3.5 Bauteile als Schutzvorrichtungen, die nicht in G.3.1 bis G.3.4 erwähnt sind.....	236
G.4 Steckverbinder.....	237
G.4.1 Anforderungen an Luftstrecken und Kriechstrecken .....	237
G.4.2 Versorgungsstromkreis-Steckverbinder .....	237
G.4.3 Steckverbinder, die keine Versorgungsstromkreis-Steckverbinder sind.....	237
G.5 Wickelgüter .....	237
G.5.1 Drahtisolierung in Wickelgütern.....	237
G.5.2 Dauerprüfung.....	238
G.5.3 Transformatoren .....	240
G.5.4 Motoren.....	249
G.6 Drahtisolierung .....	254
G.6.1 Allgemeines .....	254
G.6.2 Lackisolierte Wicklungsdrähte.....	254
G.7 Anschlussleitungen zum Versorgungsstromkreis .....	255
G.7.1 Allgemeines .....	255
G.7.2 Querschnitt .....	256
G.7.3 Kabelbefestigungen und Zugentlastung bei nicht abnehmbaren Anschlussleitungen zum Versorgungsstromkreis.....	257
G.7.4 Einführung der Anschlussleitung.....	258
G.7.5 Biegeschutz für nicht abnehmbare Anschlussleitungen.....	258

	Seite
G.7.6 Raum für die Anschlussleitung.....	259
G.8 Varistoren.....	260
G.8.1 Allgemeines.....	260
G.9 Integrierte Schaltung (IC) als Strombegrenzer .....	263
G.9.1 Anforderungen.....	263
G.9.2 Prüfprogramm .....	263
G.9.3 Prüfen auf Übereinstimmung .....	265
G.10 Widerstände .....	265
G.10.1 Allgemeines.....	265
G.10.2 Konditionierung .....	265
G.10.3 Widerstandsprüfung .....	265
G.10.4 Stoßspannungsprüfung.....	265
G.10.5 Impulsprüfung.....	265
G.10.6 Überlastprüfung.....	265
G.11 Kondensatoren und RC-Glieder.....	266
G.11.1 Allgemeines.....	266
G.11.2 Vorbehandlung von Kondensatoren und RC-Gliedern .....	266
G.11.3 Regeln für die Auswahl von Kondensatoren.....	266
G.11.4 Anwendungsbeispiele für Kondensatoren .....	267
G.12 Optokoppler.....	270
G.13 Leiterplatten.....	270
G.13.1 Allgemeines.....	270
G.13.2 Leiterplatten ohne Schutzbelag.....	270
G.13.3 Leiterplatten mit Schutzbelag.....	270
G.13.4 Isolierung zwischen Leiterbahnen auf derselben Innenfläche .....	272
G.13.5 Isolierung zwischen Leiterbahnen auf unterschiedlichen Flächen.....	272
G.13.6 Prüfungen an Leiterplatten.....	272
G.14 Schutzbeläge auf Bauteilanschlüssen .....	274
G.14.1 Anforderungen.....	274
G.14.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	274
G.15 Unter Druck stehende flüssigkeitsgefüllte Bauteile.....	275
G.15.1 Allgemeines.....	275
G.15.2 Anforderungen.....	275
G.15.3 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	275
G.15.4 Prüfen auf Übereinstimmung .....	276
G.16 IC mit einer Kondensatorentladefunktion (ICX) .....	277
G.16.1 Anforderungen.....	277
G.16.2 Prüfungen.....	277
G.16.3 Prüfen auf Übereinstimmung .....	277

	Seite
Anhang H (normativ) Merkmale für Telefonrufsignale .....	278
H.1 Einleitung .....	278
H.2 Verfahren A .....	278
H.3 Verfahren B .....	280
H.3.1 Rufsignal .....	280
H.3.2 Vorrichtung zur Rufabschaltung und Überwachungsspannung .....	281
Anhang I (informativ) Überspannungskategorien (siehe IEC 60364-4-44) .....	283
Anhang J (normativ) Isolierte Wickeldrähte zur Verwendung ohne isolierende Zwischenlage .....	284
J.1 Allgemeines .....	284
J.2 Typprüfungen .....	284
J.2.1 Allgemeines .....	284
J.2.2 Elektrische Spannungsfestigkeit .....	284
J.2.3 Biegsamkeit und Haftung .....	285
J.2.4 Hitzeschock .....	285
J.2.5 Erhaltung der elektrischen Spannungsfestigkeit nach der Biegeprüfung .....	286
J.3 Prüfungen während der Herstellung .....	286
J.3.1 Allgemeines .....	286
J.3.2 Funkenprüfung .....	286
J.3.3 Stichprobenprüfung .....	287
Anhang K (normativ) Sicherheitsverriegelungen .....	288
K.1 Allgemeines .....	288
K.1.1 Allgemeine Anforderungen .....	288
K.1.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	288
K.2 Bauteile des Sicherungsmechanismus der Sicherheitsverriegelung .....	289
K.3 Unabsichtliche Änderung der Betriebsart .....	289
K.4 Umgehung der Sicherheitsverriegelung .....	289
K.5 Ausfallsicherheit .....	289
K.5.1 Anforderung .....	289
K.5.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	289
K.6 Mechanisch betätigte Sicherheitsverriegelungen .....	290
K.6.1 Dauerhaltbarkeitsanforderung .....	290
K.6.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	290
K.7 Isolierung des Verriegelungsstromkreises .....	290
K.7.1 Trennabstände für Kontaktabstände und Verriegelungsstromkreiselemente .....	290
K.7.2 Überlastprüfung .....	291
K.7.3 Dauerprüfung .....	291
K.7.4 Prüfung der elektrischen Spannungsfestigkeit .....	291
Anhang L (normativ) Trennvorrichtungen .....	292
L.1 Allgemeine Anforderungen .....	292

	Seite
L.2	Einrichtungen mit Festanschluss ..... 292
L.3	Dauerhaft unter Spannung stehende Teile ..... 292
L.4	Einphasen-Einrichtungen ..... 292
L.5	Dreiphasen-Einrichtungen ..... 293
L.6	Schalter als Trennvorrichtungen ..... 293
L.7	Stecker als Trennvorrichtungen ..... 293
L.8	Mehrere Stromquellen ..... 293
L.9	Prüfen auf Übereinstimmung ..... 294
Anhang M (normativ) Einrichtungen, die Batterien und ihre Schutzschaltungen enthalten ..... 295	
M.1	Allgemeine Anforderungen ..... 295
M.2	Sicherheit von Batteriezellen und Batterien ..... 295
M.2.1	Anforderungen ..... 295
M.2.2	Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung ..... 295
M.3	Schutz in Batteriestromkreisen innerhalb der Einrichtung ..... 295
M.3.1	Anforderungen ..... 295
M.3.2	Prüfverfahren ..... 296
M.3.3	Prüfen auf Übereinstimmung ..... 297
M.4	Zusätzliche Schutzvorrichtungen für Einrichtungen, die tragbare sekundäre Lithiumbatterien enthalten ..... 297
M.4.1	Allgemeines ..... 297
M.4.2	Ladeschutzvorrichtung ..... 297
M.4.3	Brandschutzumhüllung ..... 298
M.4.4	Fallprüfung von Einrichtungen, die sekundäre Lithiumbatterien enthalten ..... 298
M.5	Verbrennungsgefahr durch Kurzschluss beim Tragen ..... 299
M.5.1	Anforderungen ..... 299
M.5.2	Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung ..... 300
M.6	Schutzvorrichtungen gegen Kurzschlüsse ..... 300
M.6.1	Anforderungen ..... 300
M.6.2	Prüfen auf Übereinstimmung ..... 300
M.7	Explosionsgefahr durch Bleibatterien und NiCd-Batterien ..... 300
M.7.1	Belüftung zur Vermeidung übermäßiger Konzentration von explosionsfähigen Gasen ..... 300
M.7.2	Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung ..... 301
M.7.3	Prüfung der Belüftung ..... 304
M.7.3.2	Prüfung der Belüftung – Alternative 2 ..... 304
M.7.3.3	Prüfung der Belüftung – Alternative 3 (Verfallprüfung) ..... 305
M.7.4	Überladung unter Fehlerbedingungen ..... 305
M.7.5	Kennzeichnungspflicht ..... 306
M.8	Schutz vor interner Zündung durch externe Funkenquellen von Bleibatterien mit wässrigem Elektrolyt ..... 306
M.8.1	Allgemeines ..... 306



	Seite
M.8.2 Prüfverfahren.....	306
M.9 Verhinderung von Elektrolytaustritt .....	309
M.9.1 Schutz gegen Elektrolytaustritt.....	309
M.9.2 Wanne zur Verhinderung von Elektrolytaustritt.....	309
M.10 Anweisungen zur Vermeidung von vernünftigerweise vorhersehbarem Missbrauch .....	309
Anhang N (normativ) Elektrochemische Spannungsreihe (V).....	311
Anhang O (normativ) Messung der Luftstrecken und Kriechstrecken.....	312
Anhang P (normativ) Schutzvorrichtungen gegen leitfähige Gegenstände.....	318
P.1 Allgemeines .....	318
P.2 Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen oder die Folgen des Eindringens von Fremdkörpern .....	318
P.2.1 Allgemeines .....	318
P.2.2 Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Fremdkörpern.....	318
P.2.3 Schutzvorrichtungen gegen die Folgen des Eindringens von Fremdkörpern .....	319
P.3 Schutzvorrichtungen gegen das Austreten von internen Flüssigkeiten .....	321
P.3.1 Allgemeines .....	321
P.3.2 Ermittlung der Folgen des Austretens dieser Flüssigkeiten .....	321
P.3.3 Schutzvorrichtungen gegen das Austreten von Flüssigkeiten .....	321
P.3.4 Prüfen auf Übereinstimmung.....	322
P.4 Metallisierte Beschichtungen und Haftung von Befestigungsteilen .....	322
P.4.1 Allgemeines .....	322
P.4.2 Prüfungen .....	323
Anhang Q (normativ) Stromkreise, die zur Verbindung mit der Kabelanlage des Gebäudes vorgesehen sind .....	325
Q.1 Stromquelle mit begrenzter Leistung.....	325
Q.1.1 Anforderungen.....	325
Q.1.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung.....	325
Q.2 Prüfung in Bezug auf externe Stromkreise – paarverseiltes Leiterkabel .....	326
Anhang R (normativ) Prüfung mit begrenztem Kurzschluss .....	328
R.1 Allgemeines .....	328
R.2 Prüfanordnung.....	328
R.3 Prüfverfahren.....	328
R.4 Prüfen auf Übereinstimmung.....	329
Anhang S (normativ) Prüfungen auf Wärme- und Feuerbeständigkeit .....	330
S.1 Entflammbarkeitsprüfung für die Materialien von Brandschutzumhüllungen und Brandsperrern für Einrichtungen, deren Leistung im Dauerbetrieb 4 000 W nicht überschreitet.....	330
S.2 Entflammbarkeitsprüfung zum Nachweis der Integrität von Brandschutzumhüllungen und Brandsperrern.....	331
S.3 Entflammbarkeitsprüfungen für den Boden einer Brandschutzumhüllung.....	332
S.3.1 Befestigung der Prüfmuster.....	332

	Seite
S.3.2 Prüfverfahren und Prüfen auf Übereinstimmung .....	332
S.4 Entflammbarkeitsklassifizierung von Werkstoffen.....	332
S.5 Entflammbarkeitsprüfung für Werkstoffe für Brandschutzumhüllungen von Einrichtungen mit einer Leistung von mehr als 4 000 W im Beharrungszustand .....	333
Anhang T (normativ) Mechanische Festigkeitsprüfungen.....	335
T.1 Allgemeines.....	335
T.2 Dauerkraftprüfung, 10 N.....	335
T.3 Dauerkraftprüfung, 30 N.....	335
T.4 Dauerkraftprüfung, 100 N.....	335
T.5 Dauerkraftprüfung, 250 N.....	335
T.6 Schlagprüfung für Umhüllungen.....	335
T.7 Fallprüfung .....	336
T.8 Spannungsentlastungsprüfung .....	336
T.9 Schlagprüfung auf Glas.....	337
T.10 Zersplitterungsprüfung .....	337
T.11 Prüfung von Teleskop- oder Stabantennen .....	338
Anhang U (normativ) Mechanische Festigkeit von Bildröhren (CRTs) und Schutz vor den Auswirkungen von Implosion .....	339
U.1 Allgemeines.....	339
U.2 Prüfverfahren und Prüfung auf Übereinstimmung für nicht eigensichere Bildröhren (CRTs).....	340
U.3 Schutzschirm.....	340
Anhang V (normativ) Bestimmung der berührbaren Teile.....	341
V.1 Berührbare Teile der Einrichtung .....	341
V.1.1 Allgemeines.....	341
V.1.2 Prüfverfahren 1 – Prüfen von Oberflächen und Öffnungen mit gelenkigen Prüfsonden .....	341
V.1.3 Prüfverfahren 2 – Prüfen von Öffnungen mit geraden, nicht gelenkigen Prüfsonden .....	342
V.1.4 Prüfverfahren 3 – Stecker, Klinken, Kabelverbinder .....	344
V.1.5 Prüfverfahren 4 – Schlitzöffnungen.....	344
V.1.6 Prüfverfahren 5 – Anschlussklemmen, die für die Handhabung durch Laien vorgesehen sind .....	345
V.2 Kriterium für berührbare Teile .....	345
Anhang W (informativ) Vergleich der in dieser Norm eingeführten Begriffe .....	346
W.1 Allgemeines.....	346
W.2 Begriffsvergleich.....	346
Anhang X (normativ) Alternatives Verfahren zur Bestimmung der Luftstrecken zur Isolierung in Stromkreisen, die an einen Versorgungsstromkreis von nicht mehr als 420 V Scheitel (300V effektiv) angeschlossen werden.....	361
Anhang Y (normativ) Konstruktive Anforderungen an Umhüllungen für den Außenbereich .....	363
Y.1 Allgemeines.....	363
Y.2 Widerstandsfähigkeit gegen ultraviolette (UV-)Strahlung .....	363
Y.3 Prüfung mit ultraviolettem Licht.....	364

	Seite
Y.4 Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion.....	364
Y.5 Dichtungen .....	366
Y.6 Schutz von Einrichtungen innerhalb einer Umhüllung für den Außenbereich.....	368
Y.7 Mechanische Festigkeit von Umhüllungen.....	373
Literaturhinweise.....	375

**Bilder**

Bild 1 – Drei-Block-Modell zu Schmerzen und Verletzungen.....	21
Bild 2 – Drei-Block-Modell für Sicherheit .....	22
Bild 3 – Schema und Modell für elektrisch verursachte Schmerzen und Verletzungen.....	27
Bild 4 – Modell für den Schutz gegen elektrisch verursachte Schmerzen oder Verletzungen.....	27
Bild 5 – Modell für elektrisch verursachten Brand .....	28
Bild 6 – Modelle für den Schutz gegen Brand .....	29
Bild 7 – Schema und Modell für thermisch verursachte Verletzungen.....	31
Bild 8 – Modell für den Schutz gegen thermisch verursachte Verletzungen.....	32
Bild 9 – Modell für den Schutz eines Laien gegen eine Energiequelle der Klasse 1 .....	68
Bild 10 – Modell für den Schutz eines Laien gegen eine Energiequelle der Klasse 2 .....	68
Bild 11 – Modell für den Schutz eines Laien gegen eine Energiequelle der Klasse 2 bei Wartungsarbeiten durch einen Laien .....	69
Bild 12 – Modell für den Schutz eines Laien gegen eine Energiequelle der Klasse 3 .....	69
Bild 13 – Modell für den Schutz einer unterwiesenen Person gegen eine Energiequelle der Klasse 1.....	69
Bild 14 – Modell für den Schutz einer unterwiesenen Person gegen eine Energiequelle der Klasse 2.....	70
Bild 15 – Modell für den Schutz einer unterwiesenen Person gegen eine Energiequelle der Klasse 3.....	70
Bild 16 – Modell für den Schutz einer Fachkraft gegen eine Energiequelle der Klasse 1.....	70
Bild 17 – Modell für den Schutz einer Fachkraft gegen eine Energiequelle der Klasse 2.....	70
Bild 18 – Modell für den Schutz einer Fachkraft gegen eine Energiequelle der Klasse 3.....	71
Bild 19 – Modell für den Schutz einer Fachkraft gegen eine Energiequelle der Klasse 3 bei Wartungsarbeiten .....	71
Bild 20 – Prüfhaken .....	79
Bild 21 – Darstellung zeigt ES-Grenzwerte für Spannung und Strom.....	81
Bild 22 – Höchstwerte bei kombiniertem AC- und DC-Strom.....	83
Bild 23 – Höchstwerte bei kombinierter AC- und DC-Spannung.....	83
Bild 24 – Berührungsanforderungen blanker innerer leitfähiger Teile.....	87
Bild 25 – Spindel.....	111
Bild 26 – Anfangsstellung der Spindel.....	112
Bild 27 – Endstellung der Spindel.....	112
Bild 28 – Lage der Metallfolie auf dem Isolierstoff.....	113
Bild 29 – Beispiel einer Prüfvorrichtung für feste Isolierung.....	122
Bild 30 – Anlegepunkte für die Prüfspannung .....	123
Bild 31 – Prüfen der Trennung zwischen einem externen Stromkreis und Erde.....	126

	Seite
Bild 32 – Prüfstromkreis für Berührungsstrom von einphasigen Einrichtungen.....	141
Bild 33 – Prüfstromkreis für Berührungsstrom von dreiphasigen Einrichtungen.....	141
Bild 34 – Leistungsmessung beim schlimmsten Fehler im Lastkreis.....	145
Bild 35 – Leistungsmessung beim schlimmsten Fehler in der Leistungsquelle.....	146
Bild 36 – Darstellung der Klassifizierung von Leistungsquellen.....	147
Bild 37 – Mindestanforderungen an die Trennung von einer -PIS.....	153
Bild 38 – Erweiterte Anforderungen an die Trennung von einer PIS.....	154
Bild 39 – Abgelenkte Abstandforderungen von einer PIS bei Anwendung einer Brandsperre.....	155
Bild 40 – Bestimmung der oberen, unteren und seitlichen Öffnungen.....	157
Bild 41 – Oben liegende Öffnungen.....	158
Bild 42 – Bodenöffnungen.....	158
Bild 43 – PIS Projektion nach unten.....	160
Bild 44 – MS-Grenzwerte für sich bewegende Lüfterflügel, die nicht aus Kunststoff sind.....	165
Bild 45 – MS-Grenzwerte für sich bewegende Lüfterflügel, die aus Kunststoff sind.....	165
Bild 46 – Stahlscheibe.....	189
Bild 47 – Aluminiumring.....	190
Bild 48 – Aluminiumfolie.....	191
Bild 48 – Beispiel eines Warnhinweis für eine Lampe mit mehreren Gefahren-Spektralbereichen.....	198
Bild D.1 – 1,2/50- $\mu$ s- und 10/700- $\mu$ s-Stoßspannungsgenerator.....	216
Bild D.2 – Schaltung des Prüfgenerators für Antennenanschluss.....	217
Bild D.3 – Beispiel eines elektronischen Impulsgenerators.....	217
Bild E.1 – Bandpassfilter für Breitband-Rauschmessung.....	219
Bild F.1 – Beispiel für eine hinweisende Schutzvorrichtung.....	229
Bild G.1 – Bestimmung des arithmetischen Mittelwerts der Temperatur.....	243
BildG.2– Prüfspannungen.....	249
Bild G.3 – Dauer der thermischen Alterung.....	273
Bild G.4 – Ritzprüfung für Schutzbeläge.....	274
Bild H.1 – Definition der aktiven Phasen und der Periode von Rufsignalen.....	279
Bild H.2 – $I_{TS1}$ -Grenzwertkurve für periodische Rufsignale.....	280
Bild H.3 – Spitzenströme und Spitze-Spitze-Ströme.....	280
Bild H.4 – Kennwerte für das Wegschalten der Rufspannung.....	282
Bild M.1 – Abstand $d$ als Funktion der Bemessungskapazität für unterschiedliche Ladeströme $I$ (mA/Ah).....	308
Bild O.1 – Enge Nut.....	312
Bild O.2 – Breite Nut.....	312
Bild O.3 – V-förmige Nut.....	313
Bild O.4 – Dazwischenliegendes, nicht angeschlossenes leitfähiges Teil.....	313
Bild O.5 – Rippe.....	313
Bild O.6 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler Nut.....	313

	Seite
Bild O.7 – Nicht verklebte Stoßstelle mit breiter Nut .....	314
Bild O.8 – Nicht verklebte Stoßstelle mit schmaler und breiter Nut.....	314
Bild O.9 – Schmale Einsenkung .....	314
Bild O.10 – Breite Einsenkung.....	315
Bild O.11 – Schutzbelag um Anschlussstifte .....	315
Bild O.12 – Schutzbelag auf Leiterplatten .....	316
Bild O.13 – Beispiel für Messungen durch Öffnungen einer Umhüllung aus Isolierstoff.....	316
Bild O.14 – Verklebte Stoßstellen in mehrlagigen Leiterplatten .....	317
Bild O.15 – Mit Vergussmasse gefüllte Baugruppe .....	317
Bild O.16 – Geteilter Spulenkörper .....	317
Bild P.1 – Beispiele für Querschnitte von Öffnungen an der Oberseite, die so ausgelegt sind, dass das lotrechte Eindringen verhindert wird .....	319
Bild P.2 – Beispiele von Querschnitten für die Konstruktion von Abdeckungen, die so ausgelegt sind, dass das lotrechte Eindringen in seitliche Öffnungen verhindern wird.....	319
Bild P.3 – Innere Volumenbereiche für das Eindringen von Fremdkörpern .....	320
Bild T.1 – Schlagprüfung mit der Kugel .....	336
Bild V.1 – Gelenkige Prüfsonde für Einrichtungen, die wahrscheinlich für Kinder zugänglich sind .....	342
Bild V.2 – Gelenkige Prüfsonde für Einrichtungen, die wahrscheinlich nicht für Kinder zugänglich sind .....	343
Bild V.3 – Stumpfe Sonde.....	344
Bild V.4 – Keilsonde.....	344
Bild V.5 – Sonde für Anschlussklemmen.....	345
Bild Y.1 – Dichtungsprüfung .....	367
Bild Y.2 – Spritzwasserprüfung – Anschlussrohre für die Zerstäuber .....	371
Bild Y.3 – Spritzwasserprüfung – Zerstäuber .....	372
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Reaktionen auf die Energieklassen .....	21
Tabelle 2 – Beispiele von Energiequellen und damit verbundene Körperreaktionen oder Sachschäden.....	22
Tabelle 3 – Beispiele von Schutzvorrichtungseigenschaften.....	26
Tabelle 4 – Grenzwerte elektrischer Energiequellen für Dauer ES1 und ES2.....	82
Tabelle 5 – Grenzwerte elektrischer Energiequellen eines geladenen Kondensators.....	84
Tabelle 6 – Spannungsgrenzwerte für Einzelimpulse .....	85
Tabelle 7 – Stromgrenzwerte für Einzelimpulse .....	85
Tabelle 8 – Mindestabstand im Luftspalt .....	87
Tabelle 9 – Grenztemperaturen für Isolierstoffe, Bauteile und Systeme.....	90
Tabelle 10 – Mindest-Luftstrecken für Spannungen mit Frequenzen bis zu 30 kHz.....	95
Tabelle 11 – Mindest-Luftstrecken für Spannungen mit Frequenzen über 30 kHz .....	96
Tabelle 12 – Transiente Spannungen aus dem Versorgungsstromkreis .....	97

	Seite
Tabelle 13 – Transiente Spannungen aus externen Stromkreisen .....	99
Tabelle 14 – Mindest-Luftstrecken unter Anwendung der erforderlichen Stehspannung .....	101
Tabelle 15 – Spannungen zum Prüfen der elektrischen Spannungsfestigkeit.....	102
Tabelle 16 – Multiplikationsfaktoren für Luftstrecken und Prüfspannungen .....	103
Tabelle 17 – Mindest-Kriechstrecken in mm für Basisisolierung und zusätzliche Isolierung .....	106
Tabelle 18 – Mindest-Kriechstrecken in mm für Frequenzen über 30 kHz und bis zu 400 kHz .....	107
Tabelle 19 – Prüfungen der Isolierung in nicht trennbaren Lagen .....	110
Tabelle 20 – Elektrische Feldstärke $E_P$ für einige üblicherweise verwendete Werkstoffe .....	115
Tabelle 21 – Reduktionsfaktoren für die elektrische Durchbruchfeldstärke $E_P$ bei höheren Frequenzen .....	116
Tabelle 22 – Reduktionsfaktoren für die elektrische Durchbruchfeldstärke $E_P$ für dünne Folien bei höheren Frequenzen .....	116
Tabelle 23 – Werte für Isolationswiderstand .....	117
Tabelle 24 – Dicke der Isolierung bei interner Verdrahtung .....	118
Tabelle 25 – Prüfspannungen für Prüfungen zur elektrischen Spannungsfestigkeit, die auf transienten Spannungen beruhen.....	120
Tabelle 26 – Prüfspannungen für Prüfungen zur elektrischen Spannungsfestigkeit, die auf den Scheitel der Betriebsspannungen beruhen.....	121
Tabelle 27 – Prüfspannungen für Prüfungen zur elektrischen Spannungsfestigkeit, die auf kurzzeitigen Überspannungen beruhen .....	121
Tabelle 28 – Prüfwerte für Prüfungen zur elektrischen Spannungsfestigkeit .....	124
Tabelle 29 – Übersicht der Prüfungen für Widerstandsanwendungen .....	129
Tabelle 30 – Querschnitt eines Schutzerdungsleiters für verstärkte Schutzvorrichtung einer Einrichtung mit Festanschluss .....	133
Tabelle 31 – Mindestquerschnitt von Schutzpotentialausgleichsleitern aus Kupfer .....	134
Tabelle 32 – Abmessungen der Anschlüsse für Schutzleiter.....	136
Tabelle 33 – Prüfdauer für Einrichtungen mit Anschluss an einen Versorgungsstromkreis .....	137
Tabelle 34 – Liste der geltenden IEC-Normen in Bezug auf Isolierflüssigkeiten .....	161
Tabelle 35 – Klassifizierung verschiedener Kategorien mechanischer Energiequellen .....	164
Tabelle 36 – Anforderungen und Prüfungen – Überblick .....	175
Tabelle 37 – Drehmoment zur Anwendung an Schrauben .....	180
Tabelle 38 – Grenzwerte für Berührungstemperaturen für berührbare Teile.....	187
Tabelle 39 – Klassifizierung von Strahlungsenergiequellen.....	193
Table 40 – Zulässiger Strahlungsenergiepegel für jeden Gefahrentyp.....	195
Table 41 – Hazard bezogene Risikogruppe der Einrichtungs-Kennzeichnung.....	197
Table 42 – Erklärung der Kennzeichnungsinformationen und Leitfaden für die Kontrollmaßnahmen.....	197
Tabelle C.1 – Mindestgrenzwerte der Werkstoffeigenschaften nach einer UV-Bestrahlung .....	214
Tabelle D.1 – Werte der Bauelemente für Bild D.1 und Bild D.2 .....	217
Tabelle E.1 – Klasse der elektrischen Energiequelle bei Audiosignalen und Schutzvorrichtungen .....	219
Tabelle F.1 – Beschreibung der Elemente einer hinweisenden Schutzvorrichtung und Beispiele .....	229
Tabelle F.2 – Beispiele zu Kennzeichnungen, Anleitungen und hinweisenden Schutzvorrichtungen.....	230

	Seite
Tabelle G.1 – Spitzenstromstoß .....	232
Tabelle G.2 – Prüftemperatur und Prüfdauer (Tage) je Durchlauf .....	239
Tabelle G.3 – Temperaturgrenzwerte für Transformatorwicklungen und Motorwicklungen (ausgenommen Überlastungsprüfung laufender Motoren) .....	242
Tabelle G.2 – Werte von FiW Drähten mit maximalen Gesamtdurchmesser und minimaler Prüfspannungen entsprechend der Zunahme der Lackierung .....	247
Tabelle G.6 – Temperaturgrenzwerte bei Überlastungsprüfungen mit laufendem Motor .....	250
Tabelle G.7 – Querschnitte von Leitungen .....	256
Tabelle G.8 – Prüfung der Zugentlastung .....	257
Tabelle G.9 – Varistorprüfungen: Überlast- und temporärer Überlast-Test .....	262
Tabelle G.10 – Leistungs-Prüfprogramm für Integrierte Schaltungen (IC) als Strombegrenzer .....	264
Tabelle G.11 – Kondensatorbemessungen nach IEC 60384-14 .....	267
Tabelle G.12 – Anwendungsbeispiele für Y-Kondensatoren, basierend auf der Prüfspannung von Tabelle 25 .....	268
Tabelle G.13 – Anwendungsbeispiele für Y-Kondensatoren, basierend auf der Prüfspannung von Tabelle 26 .....	269
Tabelle G.14 – Anwendungsbeispiele für Y-Kondensatoren, basierend auf der Prüfspannung von Tabelle 27 .....	269
Tabelle G.15 – Anwendungsbeispiele für X-Kondensatoren, Außenleiter zu Außenleiter oder Außenleiter zu Neutralleiter .....	270
Tabelle G.16 – Mindestabstände bei Leiterplatten mit Schutzbelag .....	271
Tabelle G.17 – Isolierung in Leiterplatten .....	272
Tabelle I.1 – Überspannungskategorien .....	283
Tabelle J.1 – Spindeldurchmesser .....	285
Tabelle J.2 – Ofentemperatur .....	286
Tabelle M.1 – Werte für Strom $I_{float}$ und $I_{boost}$ , Faktoren $f_g$ und $f_s$ , und Spannungen $U_{float}$ und $U_{boost}$ .....	303
Tabelle O.1 – Werte für $X$ .....	312
Tabelle Q.1 – Grenzwerte für Stromquellen mit eingebauter Strombegrenzung .....	326
Tabelle Q.2 – Grenzwerte für Stromquellen mit nicht eingebauter Strombegrenzung (Überstromschutzvorrichtung erforderlich) .....	326
Tabelle S.1 – Schaumstoffe .....	333
Tabelle S.2 – Starre Werkstoffe .....	333
Tabelle S.3 – Sehr dünne Werkstoffe .....	333
Tabelle T.1 – Aufschlagkraft .....	337
Tabelle T.2 – Drehmomentwerte für die Prüfung von Endstücken .....	338
Tabelle W.1 – Vergleich von Begriffen in IEC 60664-1:2007 und IEC 62368-1 .....	346
Tabelle W.2 – Vergleich von Begriffen in IEC 61140:2001 und IEC 62368-1 .....	348
Tabelle W.3 – Vergleich von Begriffen in IEC 60950-1:2005 und IEC 62368-1 .....	351
Tabelle W.4 – Vergleich von Begriffen in IEC 60728-11:2005 und IEC 62368-1 .....	356
Tabelle W.5 – Vergleich von Begriffen in IEC 62151:2000 und IEC 62368-1 .....	357
Tabelle W.6 – Vergleich von Begriffen in IEC 60065:2001 und IEC 62368-1 .....	358
Tabelle X.1 – Alternative Mindestluftstrecken für die Isolierung in Stromkreisen, die an	

	Seite
Wechselstrom Versorgungsstromkreisen mit nicht mehr als 420 V-Scheitel (300 V effektiv) angeschlossen sind.....	361
Tabelle X.2 – Zusätzliche Luftstrecken für die Isolierung in Stromkreisen, die an Wechselstrom Versorgungsstromkreisen mit nicht mehr als 420 V-Scheitel (300 V effektiv) angeschlossen sind.....	362
Tabelle 1 – Beispiele für Vorkehrungen bei Umgebungen mit (erhöhtem) Verschmutzungsgrad.....	369