

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	12
4 Schutz gegen Gefährdungen	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Fehlerbedingungen und außergewöhnliche Bedingungen	21
4.3 Kurzschluss- und Überstromschutz	22
4.4 Schutz gegen elektrischen Schlag	24
4.5 Schutz gegen energetische Gefährdungen	58
4.6 Schutz gegen Brand und thermische Gefährdungen	59
4.7 Schutz gegen mechanische Gefährdungen	68
4.8 Betriebsmittel mit mehreren Versorgungsquellen	69
4.9 Schutz gegen Beanspruchungen durch die Umwelt	70
4.10 Schutz gegen Gefährdungen durch Schalldruck	71
4.11 Verdrahtung und Verbindungen	72
4.12 Schutzgehäuse	75
5 Anforderungen an Prüfungen	80
5.1 Allgemeines	80
5.2 Prüfbestimmungen	84
6 Anforderungen an Informationen und Aufschriften	116
6.1 Allgemeines	116
6.2 Informationen zur Auswahl	118
6.3 Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme	118
6.4 Informationen zum Einsatz	122
6.5 Informationen zur Instandhaltung	124
Anhang A (normativ) Ergänzende Informationen für den Schutz gegen elektrischen Schlag	126
Anhang B (informativ) Verringerung des Verschmutzungsgrades	142
Anhang C (informativ) Symbole, auf die in IEC 62477 verwiesen wird	143
Anhang D (normativ) Bewertung von Luft- und Kriechstrecken	144
Anhang E (informativ) Höhenkorrektur für Luftstrecken	151
Anhang F (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken für Frequenzen über 30 kHz	152
Anhang G (informativ) Querschnitte von runden Leitern	158
Anhang H (informativ) Richtlinien der RCD-Kompatibilität	159
Anhang I (informativ) Beispiele für die Herabsetzung der Überspannungskategorie	163
Anhang J (informativ) Schwellenwerte für Verbrennungen an heißen Oberflächen	169

	Seite
Anhang K (informativ) Tabelle der elektrochemischen Potentiale.....	172
Anhang L (informativ) Messgerät zur Messung des Berührungsstroms	173
Anhang M (informativ) Prüfsonden für die Bestimmung des Zugangs.....	174
Literaturhinweise.....	177
Anhang ZA.....	179

Bilder

Bild 1 – Berührungszeit – Bereiche der Gleichspannungsscheitelwerte für Herzkammerflimmern bei trockenem Zustand der Haut.....	28
Bild 2 – Berührungszeit – Bereiche der Gleichspannungsscheitelwerte für Herzkammerflimmern bei wassernassem Zustand der Haut.....	28
Bild 3 – Berührungszeit – Bereiche der Gleichspannungsscheitelwerte für Herzkammerflimmern bei salzwassernassem Zustand der Haut	29
Bild 4 – Beispiel für eine PECS-Baueinheit und deren zugehöriger Schutzpotentialausgleich.....	34
Bild 5 – Beispiel für eine PECS-Baueinheit und deren zugehöriger Schutzpotentialausgleich.....	35
Bild 6 – Öffnungen in der Unterseite eines Brandschutzgehäuses unter einem ungekapselten oder teilgekapselten brandgefährdeten Bauelement.....	62
Bild 7 – Bauweise der Ablenkbleche für Brandschutzumhüllungen	63
Bild 8 – Unterstützte und nicht unterstützte Gehäuseteile	77
Bild 9 – Schlagprüfung mit einer Stahlkugel.....	86
Bild 10 – Durchführung der Spannungsprüfung	94
Bild 11 – Prüfung der Impedanz des Schutzpotentialausgleichs für eine getrennte Einheit, deren Stromversorgung von der PECS gemeinsam mit dem Schutz über das Stromversorgungskabel erfolgt	100
Bild 12 – Prüfung der Impedanz des Schutzpotentialausgleichs für eine Teilbaugruppe mit berührbaren Teilen und mit Stromversorgung aus dem PECS.....	101
Bild 13 – Schaltung für die Hochstrom-Lichtbogenprüfung	108
Bild 14 – Prüfaufbau für die Entzündungsprüfung mit dem Heizdraht	109
Bild A.1 – Schutz durch DVC As, mit sicherer Trennung	126
Bild A.2 – Schutz durch Schutzimpedanz.....	126
Bild A.3 – Schutz durch Spannungsbegrenzung	127
Bild A.4 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	130
Bild A.5 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	130
Bild A.6 – Berührungszeit/Gleichspannung für salzwassernassen Zustand der Haut	131
Bild A.7 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	132
Bild A.8 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	132
Bild A.9 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für salzwassernassen Zustand der Haut.....	133
Bild A.10 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	133
Bild A.11 – Berührungszeit/Gleichspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	134
Bild A.12 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut.....	134
Bild A.13 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	135
Bild A.14 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für salzwassernassen Zustand der Haut	135

	Seite
Bild A.15 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	136
Bild A.16 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	136
Bild A.17 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für salzwassernassen Zustand der Haut.....	137
Bild A.18 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	137
Bild A.19 – Berührungszeit/Wechselspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut	138
Bild A.20 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitswechselspannung.....	138
Bild A.21 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsgleichspannung	139
Bild A.22 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende Arbeitsspannung	139
Bild F.1 – Bemessung der Luftstrecken	153
Bild F.2 – Bemessung der Kriechstrecken	155
Bild F.3 – Zulässige Feldstärke für die Bemessung der festen Isolierung nach Gleichung (1)	157
Bild H.1 – Flussdiagramm für die Auswahl des RCD-Typs, wenn ein PECS nachgeschaltet wird	159
Bild H.2 – Kurvenverläufe von Fehlerströmen in Schaltungen mit Halbleiterbauelementen	161
Bild I.1 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die direkt am Einspeisepunkt des Versorgungsnetzes der Anlage angeschlossen sind.....	163
Bild I.2 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	163
Bild I.3 – Bewertung der Basisisolierung für Betriebsmittel, die an das Versorgungsnetz nicht fest angeschlossen sind.....	164
Bild I.4 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die am Einspeisepunkt des Versorgungsnetzes der Anlage angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	164
Bild I.5 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	164
Bild I.6 – Beispiel für die Bewertung der sicheren Trennung für Stromkreise, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden.....	165
Bild I.7 – Beispiel für die Bewertung der sicheren Trennung für Stromkreise, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden.....	165
Bild I.8 – Beispiel für die Bewertung der sicheren Trennung für Stromkreise, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden.....	165
Bild I.9 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die nicht direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	166
Bild I.10 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die nicht direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	166
Bild I.11 – Bewertung der Funktionsisolierung innerhalb von Stromkreisen, die durch äußere Transienten beeinflusst werden	166
Bild I.12 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen und die nicht direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	167
Bild I.13 – Bewertung der Isolierung für einen berührbaren Stromkreis mit DVC A	167
Bild I.14 – PEC mit Netzversorgung und Nicht-Netzstromkreis ohne galvanische Trennung	168
Bild I.15 – Transformatorisolierter (basisisolierter) PEC-Umrichter mit SPD und Transformator zur Verringerung der Stoßspannung für Funktionsisolierung und Basisisolierung.....	168
Bild J.1 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus blankem (unbeschichtetem) Metall berührt	169

	Seite
Bild J.2 – Anstieg der Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen aus Bild J.1 für Metalle, die mit Schichtdicken von 50 µm, 100 µm und 150 µm lackiert sind	170
Bild J.3 – Anstieg der Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen aus Bild J.1 für Metalle, die mit speziellen Materialien beschichtet sind	170
Bild J.4 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus Keramik-, Glas- und Steinwerkstoffen berührt.....	171
Bild J.5 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus Kunststoffen berührt.....	171
Bild K.1 – Elektrochemische Potentiale (V)	172
Bild L.1 – Messgerät	173
Bild M.1 – 50-mm-Kugelsonde (IPXXA)	174
Bild M.2 – Gegliederter Prüffinger (IPXXB)	175
Bild M.3 – 2,5-mm-Prüfstab (IP3X).....	176
 Tabellen	
Tabelle 1 – Alphabetische Aufstellung der Begriffe.....	12
Tabelle 2 – Auswahl der DVC für die Berührungsspannung zum Schutz gegen Herzkammerflimmern	26
Tabelle 3 – Auswahl der Körperkontaktfläche	26
Tabelle 4 – Auswahl des Feuchtigkeitszustandes der Haut.....	26
Tabelle 5 – Spannungsgrenzwerte für die Klassen der maßgeblichen Spannung	27
Tabelle 6 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis.....	30
Tabelle 7 – Querschnitte der Schutzleiter	36
Tabelle 8 – Definitionen der Verschmutzungsgrade.....	42
Tabelle 9 – Stehstoßspannung und zeitweilige Überspannung in Abhängigkeit von der Systemspannung.....	44
Tabelle 10 – Luftstrecken für Funktions-, Basis- oder zusätzliche Isolierung	49
Tabelle 11 – Kriechstrecken (in Millimeter)	51
Tabelle 12 – Grundwerkstoffe für die direkte Unterlage von nicht isolierten aktiven Teilen.....	53
Tabelle 13 – Zulässige Öffnungen in den Unterseiten von Brandschutzgehäusen	63
Tabelle 14 – Höchste gemessene Temperaturen für im Innern verwendete Werkstoffe und Bauelemente	64
Tabelle 15 – Höchste gemessene Temperaturen von berührbaren Teilen des PECS	66
Tabelle 16 – Grenzwerte für Stromquellen ohne Überstrom-Schutzeinrichtung.....	67
Tabelle 17 – Grenzwerte für Stromquellen mit Überstrom-Schutzeinrichtung	67
Tabelle 18 – Umweltbetriebsbedingungen	71
Tabelle 19 – Mindestbiegeraum von den Anschlussklemmen zum Schutzgehäuse	75
Tabelle 20 – Dicke des Metallbleches für Schutzgehäuse: Kohlenstoffstahl oder nichtrostender Stahl.....	78
Tabelle 21 – Dicke des Metallbleches für Schutzgehäuse: Aluminium, Kupfer oder Messing.....	79
Tabelle 22 – Übersicht über die Prüfungen	82
Tabelle 23 – Werte der Zugkraft für die Prüfung der Sicherung von Griffen und handbetätigten Einstellelementen	88

	Seite
Tabelle 24 – Stoßspannungsprüfung	89
Tabelle 25 – Prüfstoßspannung	90
Tabelle 26 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt an das Versorgungsnetz angeschlossen sind	91
Tabelle 27 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die an ein Fremdversorgungsnetz angeschlossen sind, ohne zeitweilige Überspannungen	92
Tabelle 28 – Teilentladungsprüfung	95
Tabelle 29 – Prüfdauer für die Prüfung des Schutzpotentialausgleichs	102
Tabelle 30 – Umweltprüfungen	112
Tabelle 31 – Prüfung mit trockener Wärme (konstant)	113
Tabelle 32 – Prüfung mit feuchter Wärme (konstant)	113
Tabelle 33 – Schwingprüfung	114
Tabelle 34 – Prüfung mit Salzsprühnebel	115
Tabelle 35 – Prüfung mit Staub und Sand	115
Tabelle 36 – Anforderungen an Informationen	116
Tabelle A.1 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen zum Schutz gegen Herzkammerflimmern	128
Tabelle A.2 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen zum Schutz gegen Muskelreaktion	128
Tabelle A.3 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen zum Schutz gegen Schreckreaktion	129
Tabelle A.4 – Beispiele für den Schutz gegen elektrischen Schlag	141
Tabelle C.1 – Verwendete Symbole	143
Tabelle D.1 – Nutenbreiten für Verschmutzungsgrade	144
Tabelle E.1 – Korrekturfaktor für Luftstrecken in Höhenlagen zwischen 2 000 m und 20 000 m	151
Tabelle E.2 – Prüfspannungen für die Überprüfung von Luftstrecken in unterschiedlichen Höhenlagen	151
Tabelle F.1 – Mindestwerte der Luftstrecken in Luft bei atmosphärischem Druck für inhomogene Feldbedingungen (IEC 60664-4, Tabelle 1)	154
Tabelle F.2 – Multiplikationsfaktoren für Luftstrecken in Luft bei atmosphärischem Druck für nahezu homogene Feldbedingungen	154
Tabelle F.3 – Mindestwerte der Kriechstrecken für verschiedene Frequenzbereiche (Tabelle 2 in IEC 60664-4:2005)	156
Tabelle G.1 – Genormte Querschnitte von runden Leitern	158