

## Inhalt

|   | Seite |
|---|-------|
| Europäisches Vorwort.....   | 2     |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 3     |
| Einleitung .....  | 10    |
| 1 Anwendungsbereich .....   | 11    |
| 2 Normative Verweisungen .....  | 12    |
| 3 Begriffe .....  | 12    |
| 4 Schutz gegen Gefährdungen .....   | 13    |
| 4.1 Allgemeines .....   | 13    |
| 4.2 Fehlerbedingungen und außergewöhnliche Bedingungen.....   | 13    |
| 4.3 Kurzschluss- und Überstromschutz.....   | 14    |
| 4.3.1 Allgemeines .....   | 14    |
| 4.3.2 Festlegungen für die Eingangskurzschlussfestigkeit und die<br>Ausgangskurzschlussstrombelastbarkeit .....                           | 15    |
| 4.3.3 Kurzschlusskoordination (Back-up-Schutz) .....  | 15    |
| 4.3.4 Schutz durch mehrere Einrichtungen .....  | 15    |
| 4.3.5 Kurzzeitstromfestigkeit für Eingangsports, $I_{CW}$ .....   | 15    |
| 4.4 Schutz gegen elektrischen Schlag .....  | 15    |
| 4.4.1 Allgemeines .....   | 15    |
| 4.4.2 Klasse der maßgeblichen Spannung .....  | 15    |
| 4.4.3 Maßnahmen für den Basisschutz.....  | 17    |
| 4.4.4 Maßnahmen für den Fehlerschutz .....  | 18    |
| 4.4.5 Erhöhter Schutz.....  | 19    |
| 4.4.6 Schutzmaßnahmen .....   | 19    |
| 4.4.7 Isolierung .....  | 20    |
| 4.4.8 RCD-Kompatibilität .....  | 25    |
| 4.4.9 Kondensatorentladung .....  | 25    |
| 4.4.101 Berührungsbedingungen für HV-PEC oder -PECS.....  | 26    |
| 4.5 Schutz gegen energetische Gefährdungen.....   | 27    |
| 4.5.1 Benutzerbereich .....   | 27    |
| 4.5.2 Instandhaltebereich .....   | 29    |
| 4.6 Schutz gegen Brand und thermische Gefährdungen .....  | 30    |
| 4.6.1 Stromkreise, die eine Brandgefahr darstellen .....  | 30    |
| 4.6.2 Bauelemente, die eine Brandgefahr darstellen .....  | 30    |
| 4.6.3 Brandschutzgehäuse.....   | 30    |
| 4.6.4 Temperaturgrenzwerte .....  | 30    |
| 4.6.5 Begrenzte Stromquellen.....   | 31    |
| 4.7 Schutz gegen mechanische Gefährdungen .....   | 31    |

|   | Seite |
|---|-------|
| 4.7.1 Allgemeines.....  | 31    |
| 4.7.2 Besondere Anforderungen an flüssigkeitsgekühlte PECS.....             | 31    |
| 4.8 Betriebsmittel mit mehreren Versorgungsquellen.....                     | 32    |
| 4.9 Schutz gegen Beanspruchung durch die Umwelt.....                        | 32    |
| 4.10 Schutz gegen Gefährdung durch Schalldruck.....                         | 32    |
| 4.10.1 Allgemeines.....   | 32    |
| 4.10.2 Schalldruck und Schallpegel.....                                     | 32    |
| 4.11 Verdrahtung und Verbindungen.....                                      | 32    |
| 4.11.1 Allgemeines.....   | 32    |
| 4.11.2 Verlegung.....   | 32    |
| 4.11.3 Farbcodierung.....   | 32    |
| 4.11.4 Spleiße und Verbindungen.....  | 32    |
| 4.11.5 Berührbare Verbindungen.....   | 32    |
| 4.11.6 Verbindungen zwischen Teilen des PECS.....                           | 32    |
| 4.11.7 Stromversorgungsanschlüsse.....                                      | 32    |
| 4.11.8 Anschlussklemmen.....  | 33    |
| 4.12 Schutzgehäuse.....   | 33    |
| 4.12.1 Allgemeines.....   | 33    |
| 4.12.2 Griffe und manuelle Bedienelemente.....                              | 33    |
| 4.12.3 Metallgussgehäuse.....   | 33    |
| 4.12.4 Metallblechgehäuse.....  | 33    |
| 4.12.5 Prüfung der Standfestigkeit von Schutzgehäusen.....                  | 33    |
| 5 Anforderungen an Prüfungen.....   | 34    |
| 5.1 Allgemeines.....  | 34    |
| 5.1.1 Ziele und Einteilung der Prüfungen.....                               | 34    |
| 5.1.2 Auswahl der Prüflinge.....  | 34    |
| 5.1.3 Reihenfolge der Prüfungen.....  | 34    |
| 5.1.4 Erdungsbedingungen.....   | 34    |
| 5.1.5 Allgemeine Bedingungen für die Prüfungen.....                         | 34    |
| 5.1.6 Übereinstimmung.....  | 34    |
| 5.1.7 Übersicht über die Prüfungen.....                                     | 35    |
| 5.2 Prüfbestimmungen.....   | 35    |
| 5.2.1 Sichtprüfungen (Typprüfung, Stückprüfung und Stichprobenprüfung)..... | 35    |
| 5.2.2 Mechanische Prüfungen.....  | 35    |
| 5.2.3 Elektrische Prüfungen.....  | 37    |
| 5.2.4 Prüfung des unsachgemäßen Betriebs und simulierte Ausfälle.....       | 40    |
| 5.2.5 Werkstoffprüfungen.....   | 43    |
| 5.2.6 Umweltprüfungen (Typprüfungen).....                                   | 44    |
| 5.2.7 Hydrostatischer Druck (Typprüfung und Stückprüfung).....              | 44    |

|   | Seite |
|---|-------|
| 6 Anforderungen an Informationen und Aufschriften .....   | 44    |
| 6.1 Allgemeines .....   | 44    |
| 6.2 Informationen zur Auswahl .....   | 44    |
| 6.3 Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme .....   | 44    |
| 6.3.1 Allgemeines .....   | 44    |
| 6.3.2 Mechanische Überlegungen .....  | 45    |
| 6.3.3 Umgebung .....  | 45    |
| 6.3.4 Handhabung und Montage .....  | 45    |
| 6.3.5 Temperatur des Schutzgehäuses .....   | 45    |
| 6.3.6 Anschlüsse .....  | 45    |
| 6.3.7 Schutzanforderungen .....   | 45    |
| 6.3.8 Inbetriebnahme .....  | 46    |
| 6.4 Informationen zum Einsatz .....   | 46    |
| 6.4.1 Allgemeines .....   | 46    |
| 6.4.2 Einstellung .....   | 46    |
| 6.4.3 Schilder, Zeichen und Signale .....   | 46    |
| 6.5 Informationen zur Instandhaltung .....  | 47    |
| 6.5.1 Allgemeines .....   | 47    |
| 6.5.2 Kondensatorentladung .....  | 47    |
| 6.5.3 Anschluss für Wiederanlauf/Nebenschluss .....   | 47    |
| 6.5.4 Weitere Gefährdungen .....  | 47    |
| 6.5.5 Betriebsmittel mit mehreren Energiequellen .....  | 47    |
| 6.5.101 Zugangsbedingungen für Hochspannungs-PEC oder -PECS .....   | 47    |
| 101 Anforderungen zur Störlichtbogenklassifikation .....  | 47    |
| Anhang A (normativ) Ergänzende Informationen für den Schutz gegen elektrischen Schlag .....   | 49    |
| A.1 Allgemeines .....   | 49    |
| A.2 Schutz durch DVC As .....   | 49    |
| A.3 Schutz durch Schutzimpedanz .....   | 49    |
| A.4 Schutz durch Spannungsbegrenzung .....  | 49    |
| A.5 Bewertung der Arbeitsspannung und Auswahl der Klasse der maßgeblichen Spannung für Berührungsspannung, PELV- und SELV-Stromkreise ..... | 49    |
| A.6 Bewertung der Arbeitsspannung von Stromkreisen .....  | 49    |
| A.7 Beispiele für die Anwendung der Elemente von Schutzmaßnahmen .....  | 49    |
| Anhang B (informativ) Verringerung des Verschmutzungsgrades .....   | 51    |
| Anhang C (informativ) Symbole, auf die in IEC 62477-1 verwiesen wird .....  | 52    |
| Anhang D (normativ) Bewertung von Luft- und Kriechstrecken .....  | 53    |
| Anhang E (informativ) Höhenkorrektur für Luftstrecken .....   | 54    |
| Anhang F (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken für Frequenzen über 30 kHz .....  | 55    |
| Anhang G (informativ) Querschnitte von runden Leitern .....   | 56    |

|  | Seite |
|--|-------|
| Anhang H (informativ) Richtlinien der RCD-Kompatibilität.....                        | 57    |
| H.1 Auswahl des RCD-Typs.....  | 57    |
| Anhang I (informativ) Beispiele für die Herabsetzung der Überspannungskategorie..... | 58    |
| Anhang J (informativ) Schwellenwerte für Verbrennungen an heißen Oberflächen.....    | 59    |
| Anhang K (informativ) Tabelle der elektrochemischen Potentiale.....                  | 60    |
| Anhang L (informativ) Messgerät zur Messung des Berührungstroms.....                 | 61    |
| L.1 Messgerät.....   | 61    |
| Anhang M (informativ) Prüfsonden für die Bestimmung des Zugangs.....                 | 62    |
| Anhang N (informativ) Leitfaden bezüglich Kurzschlussstrom.....                      | 63    |
| Anhang AA (normativ) Störlichtbogenprüfung und Kennzeichnungsanforderungen.....      | 64    |
| AA.1 Übersicht.....  | 64    |
| AA.2 Normative Verweisungen.....   | 64    |
| AA.3 Begriffe.....   | 64    |
| AA.4 Bemessungswerte.....  | 67    |
| AA.4.1 Allgemeines.....  | 67    |
| AA.4.2 Störlichtbogenklassifikation.....   | 68    |
| AA.4.2.1 Allgemeines.....  | 68    |
| AA.4.2.2 Zugänglichkeitsgrad.....  | 68    |
| AA.4.2.3 Klassifizierte Seiten.....  | 70    |
| AA.4.2.4 Bemessungs-Störlichtbogenstrom.....   | 71    |
| AA.4.2.5 Bemessungs-Lichtbogendauer.....   | 71    |
| AA.4.2.6 Schutz.....   | 72    |
| AA.4.2.7 Spezielle Bedingungen.....  | 72    |
| AA.5 Prüfungen.....  | 72    |
| AA.5.1 Allgemeines.....  | 72    |
| AA.5.2 Prüfvorbereitung.....   | 73    |
| AA.5.2.1 Simulation der Installation für das PEC.....                                | 73    |
| AA.5.2.2 Indikatoren.....  | 74    |
| AA.5.2.3 Anordnung des Betriebsmittels.....  | 80    |
| AA.5.3 Prüfbedingungen.....  | 80    |
| AA.5.3.1 Allgemeines.....  | 80    |
| AA.5.3.2 Prüfbedingungen bei mehreren Leistungsanschlüssen.....                      | 83    |
| AA.5.3.3 Spannung.....   | 85    |
| AA.5.3.4 Strom.....  | 86    |
| AA.5.3.5 Frequenz.....   | 87    |
| AA.5.3.6 Zündung des Lichtbogens.....  | 87    |
| AA.5.3.7 Prüfung von Unterbaugruppen von PECS.....                                   | 88    |
| AA.5.4 Beurteilung.....  | 89    |
| AA.5.4.1 Prüfkriterien.....  | 89    |

|  | Seite |
|--|-------|
| AA.5.4.2 Prüfbericht .....   | 90    |
| AA.5.4.3 Übertragbarkeit von Prüfergebnissen .....                                       | 91    |
| AA.6 Lichtbogen-verhindernde Ausführung .....  | 93    |
| AA.6.1 Allgemeines .....   | 93    |
| AA.6.2 Anforderungen .....   | 93    |
| AA.6.3 Prüfung .....   | 94    |
| AA.7 Anforderungen an Informationen und Kennzeichnung .....                              | 95    |
| AA.7.1 Allgemeines .....   | 95    |
| AA.7.2 IAC-Kennzeichnungs-Schild .....   | 96    |
| AA.7.3 Informationen in Handbüchern .....  | 97    |
| AA.7.3.1 Allgemeines .....   | 97    |
| AA.7.3.2 Störlichtbogenklassifikation .....  | 98    |
| AA.7.3.3 Zugänglichkeitsgrad .....   | 98    |
| AA.7.3.4 Zugängliche Seiten .....  | 98    |
| AA.7.3.5 Nicht-zugängliche Seiten .....  | 98    |
| AA.7.3.6 Erfordernis von zugehörigem Schutz (APR) .....                                  | 98    |
| AA.7.3.7 Spezielle Bedingungen .....   | 98    |
| AA.7.3.8 Anforderungen an die Installation .....   | 99    |
| AA.7.3.9 Strombeitrag bei mehreren Leistungsanschlüssen .....                            | 99    |
| AA.7.3.10 IAC-Konzept .....  | 99    |
| AA.7.3.11 Anforderungen bei Konzept 1 .....  | 99    |
| AA.7.3.12 Schutz .....   | 99    |
| AA.7.3.13 Intern gespeicherte Energie .....  | 99    |
| AA.7.4 Produktkennzeichnung – interner Schutz .....                                      | 99    |
| AA.8 Konzepte zur Störlichtbogenklassifikation .....                                     | 100   |
| AA.8.1 Allgemeines .....   | 100   |
| AA.8.2 Beschreibung des Risikos und Auswahl der Betriebsmittel .....                     | 101   |
| AA.8.3 Ursachen und vorbeugende Maßnahmen .....  | 101   |
| AA.8.4 Schutz .....  | 103   |
| AA.8.5 Betrachtungen zu Auswahl und Aufstellung .....                                    | 104   |
| AA.8.6 Anforderungen bei Konzepten 5 und 6 .....   | 104   |
| AA.8.7 Installation von PECS mit allgemein öffentlichem Zugang .....                     | 104   |
| Literaturhinweise .....  | 106   |
| <b>Bilder</b>  |       |
| Bild AA.1 – Einspannrahmen für vertikale Indikatoren .....                               | 75    |
| Bild AA.2 – Horizontaler Indikator .....   | 75    |
| Bild AA.3 – Anordnung der Indikatoren für verschiedene Höhen des Betriebsmittels .....   | 78    |
| Bild AA.4 – Beispiel für zwei angrenzende zugängliche Seiten .....                       | 79    |
| Bild AA.5 – Beispiele für eine zugängliche Seite zu einer nicht zugänglichen Seite ..... | 79    |

|  | Seite |
|--|-------|
| Bild AA.6 – Allgemeiner Prüfaufbau – Details .....   | 81    |
| Bild AA.7 – Allgemeiner Aufbau der Kalibrierung.....   | 81    |
| Bild AA.8 – Allgemeiner Aufbau der Prüfung .....   | 81    |
| Bild AA.9 – Allgemeiner Aufbau der Nutzerinstallation .....  | 82    |
| Bild AA.10 – Antriebsumrichtersystem mit 12-pulsigem Diodengleichrichter, gespeist von einem externen Transformator und einem Motor am Ausgang .....                       | 83    |
| Bild AA.11 – Antriebsumrichtersystem mit integriertem Transformator und einem Motor am Ausgang.....  | 84    |
| Bild AA.12 – Netzkupplung zwischen 50-Hz- und 60-Hz-Netzen.....  | 85    |
| Bild AA.13 – Beispiel für die Prüfung von Unterbaugruppen eines PECS.....  | 89    |
| Bild AA.14 – Installationsbeispiel für verschiedene Zugänglichkeitsgrade einschließlich 4a oder 4b .....   | 105   |
| <b>Tabellen</b>  |       |
| Tabelle 5 – Spannungsgrenzwerte für die Klassen der maßgeblichen Spannung .....  | 16    |
| Tabelle 6 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis .....  | 17    |
| Tabelle 101 – Stehstoßspannung und zeitweilige Überspannung in Abhängigkeit von der Systemspannung von 1 000 V a.c. oder 1 500 V d.c. bis zu 36 kV a.c oder 54 kV d.c..... | 21    |
| Tabelle 102 – Luftstrecken für Funktions-, Basis- oder zusätzliche Isolierung .....  | 23    |
| Tabelle 103 – Kriechstrecken (in Millimeter) .....   | 24    |
| Tabelle 104 – Grenzwerte für Stromquellen ohne Überstrom-Schutzeinrichtung.....  | 29    |
| Tabelle 105 – Grenzwerte für Stromquellen mit Überstrom-Schutzeinrichtung.....   | 29    |
| Tabelle 22 – Prüfübersicht.....  | 35    |
| Tabelle 23 – Werte der Zugkraft für die Prüfung der Sicherung von Griffen und handbetätigten Einstellelementen .....   | 36    |
| Tabelle 106 – Prüfstoßspannung .....   | 37    |
| Tabelle 107 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt an das Hochspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind .....                                  | 38    |
| Tabelle A.4 – Beispiele für den Schutz gegen elektrischen Schlag .....   | 50    |
| Tabelle C.1 – Verwendete Symbole.....  | 52    |
| Tabelle AA.1 – Definition vor Zugänglichkeitsgraden .....  | 69    |
| Tabelle AA.2 – Störlichtbogenstrom eines Leiters gegen Erde in Abhängigkeit der Sternpunktterdung im Netz .....  | 71    |
| Tabelle AA.3 – Kenngrößen für Störlichtbogenprüfungen entsprechend der Konstruktion des Abteils .....  | 88    |
| Tabelle AA.4 – Anforderungen an Informationen.....   | 95    |
| Tabelle AA.5 – Beispiel für Konzepte 2 und 3 (siehe Abschnitt AA.8).....   | 97    |
| Tabelle AA.6 – Beispiel für Konzept 4 (siehe Abschnitt AA.8).....  | 97    |
| Tabelle AA.7 – Beispiel für nicht geprüft oder nicht bestanden für Konzepte 5 und 6 (siehe Abschnitt AA.8) .....   | 97    |
| Tabelle AA.8 – Beispiel für Konzept 1 (siehe Abschnitt AA.8).....  | 97    |
| Tabelle AA.9 – Beispiel für Zugänglichkeitsgrad 0+ für Konzepte 5 und 6 (siehe Abschnitt AA.8).....  | 97    |
| Tabelle AA.10 – Konzepte für Sicherheit bei Störlichtbogen .....   | 100   |
| Tabelle AA.11 – Fehlerorte, Ursachen und Beispiele für Maßnahmen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Störlichtbögen .....  | 102   |