

Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 7 |
| 1 Anwendungsbereich | 21 |
| 2 Gesetzliche und vertragliche Bedingungen | 23 |
| 2.1 Gesetzliche Bedingungen | 23 |
| 2.1.1 Maschinenrichtlinie | 23 |
| 2.1.2 EMV-Richtlinie | 26 |
| 2.1.3 Niederspannungsrichtlinie | 30 |
| 2.1.4 Verordnung für die umweltgerechte Gestaltung von Käfigläufer-Induktionsmotoren | 31 |
| 2.1.5 Verordnung für Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großtransformatoren | 33 |
| 2.1.6 Anerkannte Regeln der Technik | 35 |
| 2.2 Vertragliche Anforderungen | 37 |
| 3 Begriffe und Abkürzungen | 43 |
| 3.1 Abkürzungen | 46 |
| 4 Allgemeine Anforderungen | 47 |
| 4.1 Allgemeines | 47 |
| 4.2 Auswahl der elektrischen Ausrüstung | 52 |
| 4.2.1 Allgemeines | 52 |
| 4.2.2 Schaltschrankkombinationen | 53 |
| 4.3 Stromversorgung | 54 |
| 4.3.1 Allgemeines | 54 |
| 4.3.2 Wechselstromversorgung | 56 |
| 4.3.3 Gleichstromversorgung | 60 |
| 4.3.4 Besondere Stromversorgungssysteme | 61 |
| 4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen | 62 |
| 4.4.1 Allgemeines | 62 |
| 4.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) | 62 |
| 4.4.3 Umgebungstemperatur der Luft | 65 |
| 4.4.4 Luftfeuchte | 68 |
| 4.4.5 Höhenlage | 70 |
| 4.4.6 Verschmutzung | 72 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4.7 | Ionisierende und nicht ionisierende Strahlung | 72 |
| 4.4.8 | Vibration, Schock und Stoß | 73 |
| 4.5 | Transport und Lagerung | 74 |
| 4.6 | Handhabungsvorrichtungen | 74 |
| 5 | Netzanschlussklemmen und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten | 75 |
| 5.1 | Netzanschlussklemmen | 75 |
| 5.2 | Klemmen für den externen Schutzleiter | 89 |
| 5.3 | Netztrenneinrichtung | 90 |
| 5.3.1 | Arten von Schaltgeräten | 92 |
| 5.3.2 | Zusätzliche Anforderungen an die Netztrenneinrichtung | 93 |
| 5.3.3 | Bedienungsvorrichtung der Netztrenneinrichtung | 95 |
| 5.3.4 | Ausgenommene Stromkreise | 99 |
| 5.4 | Einrichtungen zur Unterbrechung der Energiezufuhr zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf | 102 |
| 5.5 | Einrichtungen zum Trennen der elektrischen Ausrüstung | 104 |
| 5.6 | Schutz vor unbefugten, unbeabsichtigten und/oder irrtümlichen Schließen | 106 |
| 6 | Schutz gegen elektrischen Schlag | 113 |
| 6.1 | Allgemeines | 114 |
| 6.2 | Basisschutz | 115 |
| 6.2.1 | Schutz durch Gehäuse | 117 |
| 6.2.2 | Schutz durch Isolierung aktiver Teile | 121 |
| 6.2.3 | Schutz gegen Restspannung | 122 |
| 6.2.4 | Schutz durch Abdeckungen | 126 |
| 6.2.5 | Schutz durch Abstand oder Hindernisse | 126 |
| 6.3 | Fehlerschutz | 127 |
| 6.3.1 | Allgemeines | 127 |
| 6.3.2 | Maßnahmen, die das Auftreten einer (gefährlichen) Berührungsspannung verhindern | 129 |
| 6.3.2.1 | Schutzklasse II | 130 |
| 6.3.2.2 | Schutztrennung | 131 |
| 6.3.3 | Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung | 135 |
| 6.4 | Schutz durch PELV | 143 |
| 6.4.1 | Allgemeine Anforderungen | 143 |
| 6.4.2 | Stromquellen für PELV | 146 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 7 | Schutz der Ausrüstung | 147 |
| 7.1 | Allgemeines | 147 |
| 7.2 | Überstromschutz | 148 |
| 7.2.1 | Allgemeines | 148 |
| 7.2.2 | Netzanschlussleitung | 149 |
| 7.2.3 | Hauptstromkreise | 150 |
| 7.2.4 | Steuerstromkreise | 152 |
| 7.2.5 | Steckdosenstromkreise und ihre zugehörigen Leiter | 155 |
| 7.2.6 | Beleuchtungsstromkreise | 155 |
| 7.2.7 | Transformatoren | 156 |
| 7.2.8 | Anordnung von Überstromschutzeinrichtungen | 156 |
| 7.2.9 | Überstromschutzeinrichtungen | 161 |
| 7.2.10 | Bemessungs- und Einstellwerte der Überstromschutzeinrichtungen | 163 |
| 7.3 | Schutz von Motoren gegen Überhitzung | 165 |
| 7.3.1 | Allgemeines | 167 |
| 7.3.2 | Überlastschutz | 169 |
| 7.3.3 | Übertemperaturschutz | 171 |
| 7.4 | Schutz gegen anormale Temperaturen | 172 |
| 7.5 | Schutz gegen Folgen bei Unterbrechung der Stromversorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr | 173 |
| 7.6 | Motorüberdrehzahlschutz | 175 |
| 7.7 | Zusätzlicher Erdschluss-/Fehlerstromschutz | 177 |
| 7.8 | Drehfeldüberwachung | 181 |
| 7.9 | Schutz gegen Überspannung durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen | 181 |
| 7.10 | Bemessungskurzschlussstrom | 184 |
| 8 | (Schutz-)Potentialausgleich | 187 |
| 8.1 | Allgemeines | 187 |
| 8.2 | Schutzleitersystem | 193 |
| 8.2.1 | Schutzleiter | 194 |
| 8.2.2 | Durchgängigkeit des Schutzleitersystems | 202 |
| 8.2.3 | Schutzleiteranschlusspunkte | 206 |
| 8.2.4 | Fahrbare Maschinen | 206 |
| 8.2.5 | Zusätzliche Anforderungen an die elektrische Ausrüstung mit Erdableitströmen größer 10 mA | 207 |
| 8.3 | Maßnahmen zur Reduzierung hoher Ableitströme | 213 |
| 8.4 | Funktionspotentialausgleich | 214 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9 | Steuerstromkreise und Steuerfunktionen | 219 |
| 9.1 | Steuerstromkreise | 219 |
| 9.1.1 | Stromversorgungen von Steuerstromkreisen | 219 |
| 9.1.2 | Steuerspannung | 221 |
| 9.1.3 | Schutz | 228 |
| 9.2 | Steuerfunktionen | 231 |
| 9.2.1 | Allgemeines | 231 |
| 9.2.2 | Kategorien der Stoppfunktionen | 231 |
| 9.2.3 | Betrieb | 235 |
| 9.2.3.1 | Allgemeines | 235 |
| 9.2.3.2 | Start | 235 |
| 9.2.3.3 | Stopp | 236 |
| 9.2.3.4 | Handlungen im Notfall (Not-Halt, Not-Aus) | 238 |
| 9.2.3.4.1 | Allgemeines | 239 |
| 9.2.3.4.2 | Not-Halt | 241 |
| 9.2.3.4.3 | Not-Aus | 242 |
| 9.2.3.5 | Betriebsarten | 245 |
| 9.2.3.6 | Überwachung von Befehlshandlungen | 247 |
| 9.2.3.7 | Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung | 247 |
| 9.2.3.8 | Zweihandschaltung | 248 |
| 9.2.3.9 | Zustimmungsfunktion | 249 |
| 9.2.3.10 | Kombinierte Start-Stopp-Steuerung | 250 |
| 9.2.4 | Kabellose Steuerungen (CCS) | 250 |
| 9.2.4.1 | Allgemeine Anforderungen | 250 |
| 9.2.4.2 | Überwachung der Wirksamkeit eines kabellosen Steuerungssystems zur Steuerung einer Maschine | 251 |
| 9.2.4.3 | Grenzen der Steuerung | 252 |
| 9.2.4.4 | Verwendung von mehreren kabellosen Steuerstellen | 252 |
| 9.2.4.5 | Tragbare kabellose Steuerstellen | 253 |
| 9.2.4.6 | Absichtliche Deaktivierung kabelloser Steuerstellen | 253 |
| 9.2.4.7 | Not-Halt-Geräte an tragbaren kabellosen Steuerstellen | 254 |
| 9.2.4.8 | Not-Halt: Rücksetzung | 255 |
| 9.3 | Schutzverriegelungen | 256 |
| 9.3.1 | Schließen oder Zurücksetzen einer verriegelten Schutzeinrichtung | 256 |
| 9.3.2 | Überschreiten von Betriebsgrenzen | 258 |
| 9.3.3 | Betrieb von Hilfsfunktionen | 260 |
| 9.3.4 | Verriegelung zwischen verschiedenen Funktionen und für gegenläufige Bewegungen | 261 |
| 9.3.5 | Gegenstrombremsung | 262 |
| 9.3.6 | Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen | 262 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.4 | Steuerfunktionen im Fehlerfall | 263 |
| 9.4.1 | Allgemeine Anforderungen | 263 |
| 9.4.2 | Maßnahmen zur Risikoverminderung im Fehlerfall | 265 |
| 9.4.2.1 | Allgemeines | 265 |
| 9.4.2.2 | Verwendung von erprobten Techniken und Bauteilen | 265 |
| 9.4.2.3 | Teilweise oder vollständige Ausführung | 266 |
| 9.4.2.4 | Diversitäre Ausführung | 267 |
| 9.4.2.5 | Vorkehrungen für Funktionsprüfungen | 268 |
| 9.4.3 | Schutz gegen Fehlfunktionen von Steuerstromkreisen | 269 |
| 9.4.3.1 | Isolationsfehler | 269 |
| 9.4.3.1.1 | Allgemeines | 269 |
| 9.4.3.1.2 | Methode a) Geerdete Stromkreise, die über einen Transformator versorgt werden | 271 |
| 9.4.3.1.3 | Methode b) Ungeerdete Stromkreise, die über einen Transformator versorgt werden | 272 |
| 9.4.3.1.4 | Methode c) Stromkreise, die über einen Transformator mit einer geerdeten Mittelanzapfung versorgt werden | 275 |
| 9.4.3.1.5 | Methode d) Stromkreise, die nicht über einen Transformator versorgt werden | 276 |
| 9.4.3.2 | Spannungsunterbrechungen | 280 |
| 9.4.3.3 | Verlust der Durchgängigkeit eines Stromkreises | 280 |
| 10 | Bedienerschnittstellen und an der Maschine befestigte | |
| | Steuergeräte | 281 |
| 10.1 | Allgemeines | 281 |
| 10.1.1 | Allgemeine Anforderungen | 281 |
| 10.1.2 | Anordnung und Montage | 282 |
| 10.1.3 | Schutzart | 284 |
| 10.1.4 | Positionssensoren | 284 |
| 10.1.5 | Tragbare und herabhängende Bedienstationen | 286 |
| 10.2 | Bedienteile | 286 |
| 10.2.1 | Farben | 287 |
| 10.2.2 | Kennzeichnung | 288 |
| 10.3 | Anzeigeleuchten und Anzeigen | 290 |
| 10.3.1 | Allgemeines | 290 |
| 10.3.2 | Farben | 292 |
| 10.3.3 | Blinkende Leuchten und Anzeigen | 293 |
| 10.4 | Leuchtdrucktaster | 294 |
| 10.5 | Drehbare Bedienelemente | 295 |
| 10.6 | Starteinrichtungen | 295 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 10.7 | Geräte für Not-Halt | 296 |
| 10.7.1 | Anordnung der Geräte für Not-Halt. | 296 |
| 10.7.2 | Arten von Not-Halt-Geräten | 297 |
| 10.7.3 | Betätigung der Netztrenneinrichtung, um Not-Halt zu bewirken. | 299 |
| 10.8 | Geräte für Not-Aus. | 300 |
| 10.8.1 | Anordnung der Geräte für Not-Aus | 300 |
| 10.8.2 | Arten von Not-Aus-Befehlsgeräten | 302 |
| 10.8.3 | Betätigung der Netztrenneinrichtung vor Ort, um Not-Aus zu bewirken. | 302 |
| 10.9 | Zustimmeinrichtungen | 303 |
| 11 | Schaltgeräte: Anordnung, Befestigung und Gehäuse | 305 |
| 11.1 | Allgemeine Anforderungen | 306 |
| 11.2 | Anordnung und Befestigung | 307 |
| 11.2.1 | Zugänglichkeit und Instandhaltung | 307 |
| 11.2.2 | Räumliche Trennung oder Gruppierung | 312 |
| 11.2.3 | Wärmeentwicklung | 316 |
| 11.3 | Schutzart. | 318 |
| 11.4 | Gehäuse, Türen und Öffnungen | 322 |
| 11.5 | Zugang zur elektrischen Ausrüstung | 324 |
| 12 | Leiter, Kabel und Leitungen | 335 |
| 12.1 | Allgemeine Anforderungen | 336 |
| 12.2 | Leiter | 338 |
| 12.3 | Isolierung | 340 |
| 12.4 | Strombelastbarkeit im Normalbetrieb | 341 |
| 12.5 | Spannungsfall bei Leitern und Leitungen | 343 |
| 12.6 | Flexible Leitungen | 346 |
| 12.6.1 | Allgemeines | 346 |
| 12.6.2 | Mechanische Bemessung | 348 |
| 12.6.3 | Strombelastbarkeit von aufgetrommelten Leitungen. | 348 |
| 12.7 | Schleifleitungen, Stromschienen und Schleifringkörper | 351 |
| 12.7.1 | Basisschutz. | 353 |
| 12.7.2 | Schutzleiter. | 354 |
| 12.7.3 | Schutzleiterstromabnehmer | 355 |
| 12.7.4 | Abklappbare Stromabnehmer mit Trennfunktion | 355 |
| 12.7.5 | Luftstrecken | 356 |
| 12.7.6 | Kriechstrecken | 356 |
| 12.7.7 | Schleifleitungsabschnitte | 357 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 12.7.8 | Konstruktion und Errichtung von Schleifleitungen, Stromschiensystemen und Schleifringanlagen. | 359 |
| 13 | Verdrahtungstechnik | 361 |
| 13.1 | Anschlüsse und Verlauf | 361 |
| 13.1.1 | Allgemeine Anforderungen | 361 |
| 13.1.2 | Trassen für Leiter und Leitungen | 365 |
| 13.1.3 | Leiter von verschiedenen Stromkreisen | 366 |
| 13.1.4 | Wechselstromkreise – elektromagnetischer Effekt (Vermeidung von Wirbelströmen) | 367 |
| 13.1.5 | Verbindungen zwischen dem Aufnehmer und dem Umrichter des Aufnehmers eines induktiven Energieübertragungssystems | 367 |
| 13.2 | Identifizierung von Leitern | 369 |
| 13.2.1 | Allgemeine Anforderungen | 369 |
| 13.2.2 | Identifizierung des Schutzleiters | 371 |
| 13.2.3 | Identifizierung des Neutralleiters | 372 |
| 13.2.4 | Identifizierung durch Farbe | 374 |
| 13.3 | Verdrahtung innerhalb von Gehäusen | 375 |
| 13.4 | Verdrahtung außerhalb von Gehäusen | 377 |
| 13.4.1 | Allgemeine Anforderungen | 377 |
| 13.4.2 | Äußere Leitungskanäle | 378 |
| 13.4.3 | Verbindungen zu beweglichen Maschinenteilen | 379 |
| 13.4.4 | Verbindung zwischen Betriebsmitteln an der Maschine | 383 |
| 13.4.5 | Stecker-/Steckdosenkombinationen | 383 |
| 13.4.6 | Demontage für den Versand | 386 |
| 13.4.7 | Zusätzliche Leiter | 386 |
| 13.5 | Elektroinstallationskanäle, Klemmenkästen und andere Gehäuse. | 387 |
| 13.5.1 | Allgemeine Anforderungen | 387 |
| 13.5.2 | Starre metallene Elektroinstallationsrohre und deren Befestigung | 389 |
| 13.5.3 | Flexible metallene Elektroinstallationsrohre und deren Befestigungen. | 390 |
| 13.5.4 | Zu öffnende Elektroinstallationskanäle | 390 |
| 13.5.5 | Einbauräume in Maschinen und zu öffnenden Elektroinstallationskanälen | 392 |
| 13.5.6 | Klemmenkästen und andere Gehäuse | 392 |
| 13.5.7 | Motoranschlusskästen | 392 |
| 14 | Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung | 395 |
| 14.1 | Allgemeine Anforderungen | 395 |
| 14.2 | Motorgehäuse. | 396 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 14.3 | Motorabmessungen | 397 |
| 14.4 | Motorenanordnung und -einbauträume | 397 |
| 14.5 | Kriterien für die Motorauswahl | 399 |
| 14.6 | Schutzgeräte für mechanische Bremsen | 400 |
| 15 | Steckdosen und Beleuchtung | 401 |
| 15.1 | Steckdosen für Zubehör | 401 |
| 15.2 | Arbeitsplatzbeleuchtung an der Maschine und deren Ausrüstung | 404 |
| 15.2.1 | Allgemeines | 404 |
| 15.2.2 | Stromversorgung | 405 |
| 15.2.3 | Fehlerschutz | 409 |
| 15.2.4 | Befestigungen | 409 |
| 16 | Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen | 411 |
| 16.1 | Allgemeines | 411 |
| 16.2 | Warnschilder | 412 |
| 16.2.1 | Gefährdung durch elektrischen Schlag | 412 |
| 16.2.2 | Gefährdung durch heiße Oberflächen | 414 |
| 16.3 | Funktionskennzeichen | 416 |
| 16.4 | Kennzeichnung von Gehäusen der elektrischen Ausrüstung | 417 |
| 16.5 | Referenzkennzeichen | 419 |
| 17 | Technische Dokumentation | 429 |
| 18 | Prüfungen | 435 |
| 18.1 | Allgemeines | 439 |
| 18.2 | Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung | 440 |
| 18.2.1 | Allgemeines | 440 |
| 18.2.2 | Prüfung 1 – Überprüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiterstromkreise | 441 |
| 18.2.3 | Prüfung 2 – Überprüfung der Fehlerschleifenimpedanz und der Eignung der zugeordneten Überstromschutzeinrichtung | 443 |
| 18.2.4 | Anwendung der Prüfmethode für TN-Systeme | 448 |
| 18.3 | Isolationswiderstandsprüfung | 452 |
| 18.4 | Spannungsprüfung | 453 |
| 18.5 | Schutz gegen Restspannung | 455 |
| 18.6 | Funktionsprüfung | 456 |
| 18.7 | Nachprüfungen | 457 |

| | |
|----------------------|-----|
| Anhänge | 459 |
|----------------------|-----|

Anhang A (normativ)

| | |
|---|-----|
| Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung | 460 |
| A.1.1 Allgemeines | 461 |
| A.1.2 Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit Überstromschutzeinrichtung. | 462 |
| A.1.3 Bedingungen für den Schutz durch Reduzierung der Berührungsspannung unter AC 50 V | 465 |
| A.1.4 Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung. | 466 |
| A.1.4.1 Allgemeines | 466 |
| A.1.5 Messung der Fehlerschleifenimpedanz | 469 |
| A.2 Fehlerschutz in TT-Systemen. | 470 |
| A.2.1 Verbindung mit Erde | 470 |
| A.2.2 Fehlerschutz für TT-Systeme | 471 |
| A.2.2.1 Allgemeines | 471 |
| A.2.2.2 Schutz durch Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) | 472 |
| A.2.2.3 Schutz durch Überstromschutzeinrichtungen | 474 |
| A.2.3 Überprüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) . . . | 474 |
| A.2.4 Messung der Fehlerschleifenimpedanz Z_S | 474 |

Anhang B (informativ)

| | |
|--|-----|
| Fragebogen für die elektrische Ausrüstung von Maschinen | 475 |
|--|-----|

Anhang C (informativ)

| | |
|--|-----|
| Beispiele von Maschinen, die durch diesen Teil der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) abgedeckt sind | 479 |
|--|-----|

Anhang D (informativ)

| | |
|---|-----|
| Strombelastbarkeit und Überstromschutz für Leiter und Leitungen in der elektrischen Ausrüstung von Maschinen | 480 |
| D.1 Allgemeines | 480 |
| D.2 Allgemeine Betriebsbedingungen | 480 |
| D.2.1 Umgebungsbedingungen der Luft | 480 |
| D.2.2 Verlegearten | 481 |
| D.2.3 Häufung von Leitungen | 482 |
| D.2.4 Einstufung der Leiter | 483 |
| D.3 Koordinierung zwischen Leitern und Überstromschutzeinrichtungen | 484 |

| | | |
|---|---|------------|
| D.4 | Überstromschutz für Leiter | 485 |
| D.5 | Einfluss von Oberschwingungen in 3-Phasen-Systemen..... | 486 |
| Anhang E (informativ) | | |
| Erläuterungen der Funktionen für Handlungen im Notfall | | 488 |
| Anhang F (informativ) | | |
| Anleitung zur Anwendung dieses Teils der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) | | 489 |
| Anhang G (informativ) | | |
| Vergleich typischer Leiterquerschnitte | | 493 |
| Anhang H (informativ) | | |
| Maßnahmen zur Reduzierung der elektromagnetischen Einflüsse..... | | 494 |
| H.3 | Reduzierung elektromagnetischer Einflüsse (EMI)..... | 495 |
| H.3.1 | Allgemeines | 495 |
| H.3.2 | Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Einflüsse (EMI) | 495 |
| H.4 | Trennung und Abschirmung von Leitungen | 496 |
| Anhang I (informativ) | | |
| Dokumentation/Informationen..... | | 502 |
| Anhang ZZA (informativ) | | |
| Zusammenhang mit den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG | | 516 |
| Anhang ZZB (informativ) | | |
| Zusammenhang mit den grundlegenden Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU..... | | 520 |
| Literatur | | 525 |
| Stichwortverzeichnis | | 537 |