

## Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	3
Anhang ZZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EU [2006 ABI. L 157] .....	6
Anhang ZZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Sicherheitszielen der abzudeckenden Richtlinie 2014/35/EU [2014 ABI. L96].....	8
Einleitung .....	20
1 Anwendungsbereich .....	22
2 Normative Verweisungen .....	23
3 Begriffe und Abkürzungen .....	24
3.1 Begriffe .....	24
3.2 Abkürzungen .....	33
4 Allgemeine Anforderungen .....	34
4.1 Allgemeines .....	34
4.2 Auswahl der Ausrüstung.....	35
4.2.1 Allgemeines .....	35
4.2.2 Schaltgerätekombination.....	35
4.3 Stromversorgung .....	35
4.3.1 Allgemeines .....	35
4.3.2 Wechselstromversorgungen.....	35
4.3.3 Gleichstromversorgungen .....	36
4.3.4 Besondere Stromversorgungssysteme .....	36
4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen.....	36
4.4.1 Allgemeines .....	36
4.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	36
4.4.3 Umgebungstemperatur der Luft .....	37
4.4.4 Luftfeuchte.....	37
4.4.5 Höhenlage .....	37
4.4.6 Verschmutzungen .....	38
4.4.7 Ionisierende und nichtionisierende Strahlung .....	38
4.4.8 Vibration, Schock und Stoß.....	38
4.5 Transport und Lagerung .....	38
4.6 Handhabungsvorrichtungen .....	38
5 Netzanschlussstellen und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten .....	38
5.1 Netzanschlussstellen.....	38
5.2 Klemme für den Anschluss des externen Schutzleiters .....	39
5.3 Netztrenneinrichtung .....	39

	Seite
5.3.1	Allgemeines..... 39
5.3.2	Arten..... 40
5.3.3	Anforderungen ..... 40
5.3.4	Bedienvorrichtung der Netztrenneinrichtung..... 41
5.3.5	Ausgenommene Stromkreise..... 41
5.4	Einrichtungen zur Unterbrechung der Energiezufuhr zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf ..... 42
5.5	Einrichtungen zum Trennen der elektrischen Ausrüstung ..... 43
5.6	Schutz vor unbefugtem, unbeabsichtigtem und/oder irrtümlichem Schließen..... 43
6	Schutz gegen elektrischen Schlag..... 43
6.1	Allgemeines..... 43
6.2	Basisschutz ..... 44
6.2.1	Allgemeines..... 44
6.2.2	Schutz durch Gehäuse..... 44
6.2.3	Schutz durch Isolierung aktiver Teile ..... 45
6.2.4	Schutz bei Restspannungen ..... 45
6.2.5	Schutz durch Abdeckungen ..... 46
6.2.6	Schutz durch Abstand oder durch Hindernisse..... 46
6.3	Fehlerschutz..... 46
6.3.1	Allgemeines..... 46
6.3.2	Maßnahmen, die das Auftreten einer Berührungsspannung verhindern..... 46
6.3.3	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung..... 47
6.4	Schutz durch PELV ..... 48
6.4.1	Allgemeine Anforderungen..... 48
6.4.2	Stromquellen für PELV..... 48
7	Schutz der Ausrüstung..... 49
7.1	Allgemeines..... 49
7.2	Überstromschutz ..... 49
7.2.1	Allgemeines..... 49
7.2.2	Netzanschlussleitung ..... 49
7.2.3	Hauptstromkreise ..... 49
7.2.4	Steuerstromkreise ..... 50
7.2.5	Steckdosenstromkreise und ihre zugehörigen Leiter..... 50
7.2.6	Beleuchtungsstromkreise..... 50
7.2.7	Transformatoren..... 50
7.2.8	Anordnung von Überstromschutzeinrichtungen..... 50
7.2.9	Überstromschutzeinrichtungen ..... 51
7.2.10	Bemessungs- und Einstellwerte der Überstromschutzeinrichtungen ..... 51
7.3	Schutz von Motoren gegen Überhitzung..... 51

	Seite
7.3.1 Allgemeines .....	51
7.3.2 Überlastungsschutz .....	52
7.3.3 Übertemperaturschutz .....	52
7.4 Schutz gegen anormale Temperaturen .....	52
7.5 Schutz gegen Folgen bei Unterbrechung der Stromversorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr .....	52
7.6 Motor-Überdrehzahlschutz .....	53
7.7 Zusätzlicher Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz .....	53
7.8 Drehfeldüberwachung .....	53
7.9 Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen .....	53
7.10 Bemessungskurzschlussstrom .....	53
8 Potentialausgleich .....	54
8.1 Allgemeines .....	54
8.2 Schutzleitersystem .....	56
8.2.1 Allgemeines .....	56
8.2.2 Schutzleiter .....	56
8.2.3 Durchgängigkeit des Schutzleitersystems .....	57
8.2.4 Schutzleiter-Anschlusspunkte .....	58
8.2.5 Fahrbare Maschinen .....	58
8.2.6 Zusätzliche Anforderungen an die elektrische Ausrüstung mit Erdableitströmen größer als 10 mA .....	58
8.3 Maßnahmen zur Reduzierung hoher Ableitströme .....	59
8.4 Funktionspotentialausgleich .....	59
9 Steuerstromkreise und Steuerfunktionen .....	59
9.1 Steuerstromkreise .....	59
9.1.1 Stromversorgung von Steuerstromkreisen .....	59
9.1.2 Steuerspannungen .....	60
9.1.3 Schutz .....	60
9.2 Steuerfunktionen .....	60
9.2.1 Allgemeines .....	60
9.2.2 Kategorien der Stopp-Funktionen .....	60
9.2.3 Betrieb .....	61
9.2.4 Kabelloses Steuerungssystem (CCS) .....	64
9.3 Schutzverriegelungen .....	66
9.3.1 Schließen oder Zurücksetzen einer verriegelten Schutzeinrichtung .....	66
9.3.2 Überschreiten von Betriebsgrenzen .....	66
9.3.3 Betrieb von Hilfsfunktionen .....	67
9.3.4 Verriegelung zwischen verschiedenen Funktionen und für gegenläufige Bewegungen .....	67
9.3.5 Gegenstrombremsung .....	67

	Seite
9.3.6	Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen..... 67
9.4	Steuerfunktionen im Fehlerfall ..... 68
9.4.1	Allgemeine Anforderungen..... 68
9.4.2	Maßnahmen zur Risikoverminderung im Fehlerfall ..... 68
9.4.3	Schutz gegen Fehlfunktionen von Steuerstromkreisen ..... 69
10	Bedienerschnittstelle und an der Maschine befestigte Steuergeräte..... 76
10.1	Allgemeines..... 76
10.1.1	Allgemeine Anforderungen..... 76
10.1.2	Anordnung und Montage..... 76
10.1.3	Schutzart ..... 76
10.1.4	Positionssensoren..... 76
10.1.5	Tragbare und herabhängende Bedienstationen ..... 77
10.2	Bedienteile..... 77
10.2.1	Farben ..... 77
10.2.2	Kennzeichnung ..... 77
10.3	Anzeigeleuchten und Anzeigen..... 78
10.3.1	Allgemeines..... 78
10.3.2	Farben ..... 78
10.3.3	Blinkende Leuchten und Anzeigen ..... 79
10.4	Leuchtdrucktaster..... 79
10.5	Drehbare Bedienelemente ..... 79
10.6	Starteinrichtungen ..... 79
10.7	Geräte für Not-Halt..... 80
10.7.1	Anordnung der Geräte für Not-Halt..... 80
10.7.2	Arten von Not-Halt-Geräten ..... 80
10.7.3	Betätigung der Netztrenneinrichtung, um Not-Halt zu bewirken..... 80
10.8	Geräte für Not-Aus ..... 80
10.8.1	Anordnung der Geräte für Not-Aus ..... 80
10.8.2	Arten von Not-Aus-Geräten..... 80
10.8.3	Betätigung der Netztrenneinrichtung vor Ort um Not-Aus zu bewirken..... 81
10.9	Zustimmeinrichtungen ..... 81
11	Schaltgeräte: Anordnung, Befestigung und Gehäuse..... 81
11.1	Allgemeine Anforderungen..... 81
11.2	Anordnung und Befestigung..... 81
11.2.1	Zugänglichkeit und Instandhaltung ..... 81
11.2.2	Räumliche Trennung oder Gruppierung ..... 82
11.2.3	Wärmeeinwirkungen ..... 82
11.3	Schutzart ..... 83
11.4	Gehäuse, Türen und Öffnungen ..... 83

	Seite
11.5 Zugang zur elektrischen Ausrüstung.....	84
12 Leiter und Leitungen.....	84
12.1 Allgemeine Anforderungen.....	84
12.2 Leiter.....	85
12.3 Isolierung.....	85
12.4 Strombelastbarkeit im Normalbetrieb.....	86
12.5 Spannungsfall bei Leitern und Leitungen.....	87
12.6 Flexible Leitungen.....	88
12.6.1 Allgemeines.....	88
12.6.2 Mechanische Bemessung.....	88
12.6.3 Strombelastbarkeit von aufgetrommelten Leitungen.....	88
12.7 Schleifleitungen, Stromschienen und Schleifringkörper.....	89
12.7.1 Basisschutz.....	89
12.7.2 Schutzleiter.....	89
12.7.3 Schutzleiterstromabnehmer.....	90
12.7.4 Abklappbare Stromabnehmer mit Trennfunktion.....	90
12.7.5 Luftstrecken.....	90
12.7.6 Kriechstrecken.....	90
12.7.7 Schleifleitungsabschnitte.....	90
12.7.8 Konstruktion und Errichtung von Schleifleitungen, Stromschienensysteme und Schleifringanlagen.....	90
13 Verdrahtungstechnik.....	91
13.1 Anschlüsse und Leitungsverlauf.....	91
13.1.1 Allgemeine Anforderungen.....	91
13.1.2 Trassen für Leiter und Leitungen.....	91
13.1.3 Leiter von verschiedenen Stromkreisen.....	92
13.1.4 Wechselstromkreise – Elektromagnetische Effekte (Vermeidung von Wirbelströmen).....	92
13.1.5 Verbindung zwischen dem Aufnehmer und dem Umrichter des Aufnehmers eines induktiven Energieübertragungssystems.....	92
13.2 Identifizierung von Leitern.....	92
13.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	92
13.2.2 Identifizierung des Schutzleiters/Schutzpotentialausgleichsleiters.....	93
13.2.3 Identifizierung des Neutralleiters.....	93
13.2.4 Identifizierung durch Farbe.....	94
13.3 Verdrahtung innerhalb von Gehäusen.....	94
13.4 Verdrahtung außerhalb von Gehäusen.....	95
13.4.1 Allgemeine Anforderungen.....	95
13.4.2 Äußere Leitungskanäle.....	95
13.4.3 Verbindung zu beweglichen Maschinenteilen.....	95

	Seite
13.4.4	Verbindung zwischen Betriebsmitteln an der Maschine ..... 96
13.4.5	Stecker/Steckdosen-Kombinationen ..... 96
13.4.6	Demontage für den Versand ..... 97
13.4.7	Zusätzliche Leiter ..... 98
13.5	Leitungskanäle, Klemmenkästen und andere Gehäuse ..... 98
13.5.1	Allgemeine Anforderungen ..... 98
13.5.2	Starre metallene Elektroinstallationsrohre und deren Befestigungen ..... 98
13.5.3	Flexible metallene Elektroinstallationsrohre und deren Befestigungen ..... 98
13.5.4	Flexible nichtmetallene Elektro-Installationsrohre und deren Befestigungen ..... 99
13.5.5	Zu öffnende Elektroinstallationskanäle ..... 99
13.5.6	Einbauräume in Maschinen und zu öffnende Elektroinstallationskanäle ..... 99
13.5.7	Klemmenkästen und andere Gehäuse ..... 99
13.5.8	Motoranschlusskästen ..... 99
14	Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung ..... 100
14.1	Allgemeine Anforderungen ..... 100
14.2	Motorgehäuse ..... 100
14.3	Motor-Abmessungen ..... 100
14.4	Motoranordnung und -einbauräume ..... 100
14.5	Kriterien für die Motorauswahl ..... 100
14.6	Schutzgeräte für mechanische Bremsen ..... 101
15	Steckdosen und Beleuchtung ..... 101
15.1	Steckdosen für Zubehör ..... 101
15.2	Arbeitsplatzbeleuchtung an der Maschine und ihrer Ausrüstung ..... 101
15.2.1	Allgemeines ..... 101
15.2.2	Stromversorgung ..... 102
15.2.3	Schutz ..... 102
15.2.4	Befestigungen ..... 102
16	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen ..... 102
16.1	Allgemeines ..... 102
16.2	Warnschilder ..... 103
16.2.1	Gefährdung durch elektrischen Schlag ..... 103
16.2.2	Gefährdung durch heiße Oberflächen ..... 103
16.3	Funktionskennzeichnung ..... 103
16.4	Kennzeichnung von Gehäusen der elektrischen Ausrüstung ..... 104
16.5	Referenzkennzeichen ..... 104
17	Technische Dokumentation ..... 104
17.1	Allgemeines ..... 104
17.2	Informationen in Bezug zur elektrischen Ausrüstung ..... 104
18	Prüfungen ..... 106

	Seite
18.1 Allgemeines .....	106
18.2 Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung .....	106
18.2.1 Allgemeines .....	106
18.2.2 Prüfung 1 – Überprüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiterstromkreise .....	107
18.2.3 Prüfung 2 – Überprüfung der Fehlerschleifenimpedanz und der Eignung der zugeordneten Überstromschutzeinrichtung.....	107
18.2.4 Anwendung der Prüfverfahren für TN-Systeme .....	107
18.3 Isolationswiderstandsprüfungen.....	110
18.4 Spannungsprüfungen .....	110
18.5 Schutz gegen Restspannungen .....	110
18.6 Funktionsprüfungen.....	110
18.7 Nachprüfungen .....	110
Anhang A (normativ) Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung.....	111
A.1 Fehlerschutz für Maschinen, die von einem TN-System versorgt werden.....	111
A.1.1 Allgemeines .....	111
A.1.2 Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit Überstromschutzeinrichtungen.....	111
A.1.3 Bedingungen für den Schutz durch Reduzierung der Berührungsspannung unter 50 V.....	112
A.1.4 Überprüfung der Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung .....	113
A.2 Fehlerschutz in TT-Systemen .....	115
A.2.1 Verbindung mit Erde.....	115
A.2.2 Fehlerschutz für TT-Systeme .....	115
A.2.3 Überprüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung mit einer Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD).....	117
A.2.4 Messung der Fehlerschleifenimpedanz ( $Z_S$ ) .....	117
Anhang B (informativ) Fragebogen für die elektrische Ausrüstung von Maschinen .....	119
Anhang C (informativ) Beispiele von Maschinen, die durch diesen Teil der IEC 60204 abgedeckt sind .....	123
Anhang D (informativ) Strombelastbarkeit und Überstromschutz für Leiter und Leitungen in der elektrischen Ausrüstung von Maschinen.....	125
D.1 Allgemeines .....	125
D.2 Allgemeine Betriebsbedingungen.....	125
D.2.1 Umgebungstemperatur der Luft .....	125
D.2.2 Verlegearten .....	125
D.2.3 Häufung von Leitungen .....	126
D.2.4 Einstufung der Leiter .....	128
D.3 Koordination zwischen Leitern und Überstromschutzeinrichtungen .....	128
D.4 Überstromschutz für Leiter .....	129
D.5 Einfluss von Oberschwingungen in Drei-Phasensystemen.....	130

	Seite
Anhang E (informativ) Erläuterung der Funktionen für Handlungen im Notfall .....	131
Anhang F (informativ) Anleitung für die Anwendung dieses Teils der IEC 60204 .....	132
Anhang G (informativ) Vergleich typischer Leiterquerschnitte .....	134
Anhang H (informativ) Maßnahmen zur Reduzierung der elektromagnetische Einflüsse .....	136
H.1 Begriffe .....	136
H.2 Allgemeines .....	136
H.3 Reduzierung elektromagnetischer Einflüsse (EMI) .....	136
H.3.1 Allgemeines .....	136
H.3.2 Maßnahmen zur Reduzierung elektromagnetischer Einflüsse (EMI) .....	137
H.4 Trennung und Abschirmung von Leitungen .....	137
H.5 Stromversorgung einer Maschine bei Mehrfacheinspeisung .....	141
H.6 Impedanz der Stromversorgung bei Verwendung eines Leistungsantriebssystems (PDS) .....	141
Anhang I (informativ) Dokumentation/Informationen .....	142
Literaturhinweise .....	144
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Blockdiagramm einer typischen Maschine .....	21
Bild 2 – Trennschalter .....	41
Bild 3 – Leistungsschalter mit Trenneigenschaften .....	41
Bild 4 – Beispiel des Potentialausgleichs für die elektrische Ausrüstung einer Maschine .....	55
Bild 5 – Symbol IEC 60417-5019: Schutzerdung .....	58
Bild 6 – Symbol IEC 60417-5020: Gestell oder Rahmen .....	59
Bild 7 – Methode a) Geerdeter Steuerstromkreis, der über einen Transformator versorgt wird .....	70
Bild 8 – Methode b1) Ungeerdeter Steuerstromkreis, der über einen Transformator versorgt wird .....	71
Bild 9 – Methode b2) Ungeerdeter Steuerstromkreis, der über einen Transformator versorgt wird .....	71
Bild 10 – Methode b3) Ungeerdeter Steuerstromkreis, der über einen Transformator versorgt wird .....	72
Bild 11 – Methode c) Steuerstromkreis, der über einen Transformator mit geerdeter Mittelanzapfung versorgt wird .....	73
Bild 12 – Methode d1a) Steuerstromkreis, der ohne einen Transformator direkt von einem Außenleiter und dem Neutralleiter von einem geerdeten System versorgt wird .....	74
Bild 13 – Methode d1b) Steuerstromkreis, der ohne einen Transformator direkt von zwei Außenleitern von einem geerdeten System versorgt wird .....	74
Bild 14 – Methode d2a) Steuerstromkreis, der ohne einen Transformator direkt von einem Außenleiter und dem Neutralleiter von einem ungeerdeten System versorgt wird .....	75
Bild 15 – Methode d2b) Steuerstromkreis, der ohne einen Transformator direkt von zwei Außenleitern von einem ungeerdeten System versorgt wird .....	75
Bild 16 – Symbol IEC 60417-5019 .....	93
Bild 17 – Symbol IEC 60417-5021 .....	93
Bild 18 – Symbol ISO 7010-W012 .....	103
Bild 19 – Symbol ISO 7010-W017 .....	103
Bild A.1 – Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz ( $Z_s$ ) in TN-Systemen .....	114

	Seite
Bild A.2 – Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz ( $Z_s$ ) bei Leistungsantrieben in TN-Systemen .....	114
Bild A.3 – Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz ( $Z_s$ ) in TT-Systemen .....	118
Bild A.4 – Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz ( $Z_s$ ) Stromkreise mit einem Leistungsantriebssystem (PDS) in TT-Systemen .....	118
Bild D.1 – Methoden der Leiter- und Leitungsverlegung in Abhängigkeit der Anzahl der Leiter/Leitungen.....	126
Bild D.2 – Kennwerte der Leiter und Schutzeinrichtungen.....	128
Bild H.1 – Paralleler Leiter zur Verstärkung des Schirmes .....	137
Bild H.2 – Beispiele für vertikale Trennung und Abschirmung .....	139
Bild H.3 – Beispiele für horizontale Trennung und Abschirmung .....	139
Bild H.4 – Leitungsanordnung in metallenen Kabelwannen.....	140
Bild H.5 – Verbindungen zwischen metallenen Kabelwannen oder zu öffnenden Elektroinstallationskanälen.....	140
Bild H.6 – Unterbrechung von metallenen Kabelwannen an der Brandschutzwand.....	141
<b>Tabellen</b>	
Tabelle ZZA.1 – Übereinstimmungen zwischen dieser Norm und dem Anhang 1 der EU-Richtlinie 2006/42/EU [2006 ABL. L 157] .....	6
Tabelle ZZB.1 – Übereinstimmungen zwischen dieser Europäischen Norm und dem Anhang 1 der EU-Richtlinie 2014/35/EU [2014 ABI. L 96].....	8
Tabelle 1 – Mindestquerschnitt des Schutzleiters aus Kupfer.....	39
Tabelle 2 – Symbole für Bedienteile (Leistung).....	78
Tabelle 3 – Symbole für Bedienteile (Maschinenbedienung).....	78
Tabelle 4 – Farben für Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung im Bezug zum Zustand der Maschine .....	79
Tabelle 5 – Mindestquerschnitte für Kupferleiter .....	85
Tabelle 6 – Beispiel für die Strombelastbarkeit ( $I_z$ ) von PVC-isolierten Kupferleitern oder Leitungen im Beharrungszustand in einer Umgebungstemperatur der Luft von +40 °C für verschiedene Verlegarten .....	87
Tabelle 7 – Reduktionsfaktoren für Trommelleitungen.....	89
Tabelle 8 – Minimal zulässige Biegeradien für die Zwangsführung von flexiblen Leitungen .....	96
Tabelle 9 – Anwendung der Prüfmethode bei TN-Systemen .....	108
Tabelle 10 – Beispiele von maximalen Leitungslängen zwischen der Schutzeinrichtung und ihrer Last im TN-System.....	109
Tabelle A.1 – Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen.....	111
Tabelle A.2 – Maximale Abschaltzeiten in TT-Systemen .....	116
Tabelle D.1 – Korrekturfaktoren.....	125
Tabelle D.2 – Reduktionsfaktoren von $I_z$ bei Häufung .....	127
Tabelle D.3 – Reduktionsfaktoren von $I_z$ für mehradrige Leitungen bis zu 10 mm <sup>2</sup> .....	127
Tabelle D.4 – Einstufung der Leiter .....	128
Tabelle D.5 – Maximal zulässige Leitertemperaturen unter Normal- und Kurzschlussbedingungen.....	129

	Seite
Tabelle F.1 – Anwendungsoptionen .....	133
Tabelle G.1 – Vergleich von Leitergrößen.....	134
Tabelle H.1 – Mindestabstand der Trennung bei Verwendung von metallenen Umhüllungen entsprechend Bild H.2.....	138
Tabelle I.1 – Dokumentationen/Informationen, die anwendbar sein können .....	142