

	DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 13.110; 31.080.01		
Einsprüche bis 2006-12-31		
<div>Entwurf</div>		
Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstungen von Maschinen – Teil 33: Anforderungen an Fertigungsausrüstungen für Halbleiter (IEC 44/519/CD:2006)		
Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment (IEC 44/519/CD:2006)		
Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 33: Prescriptions pour équipement de production des semiconducteurs (CEI 44/519/CD:2006)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
<ul style="list-style-type: none">– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 175 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 44/519/CD:2006 „Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 44 „Safety of machinery – Electrotechnical aspects“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 225 „Elektrotechnische Ausrüstung und Sicherheit von Maschinen und maschinellen Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60034-1:1998	IEC 60034-1:1996	DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1):1999-02	VDE 0530-1
EN 60034-5:2001	IEC 60034-5:2000	DIN EN 60034-5 (VDE 0530-5):2001-12	VDE 0530-5
—	IEC 60034-11:1978	—	—
—	IEC 60072-1:1991	—	—
—	IEC 60072-2:1990	DIN IEC 60072-2:2006-03	—
EN 60073:2002	IEC 60073:2002	DIN EN 60073 (VDE 0199):2003-05	VDE 0199
EN 60076-5:2000	IEC 60076:2000	DIN EN 60076-5 (VDE 0532-5):2001-11	VDE 0532-5
EN 60309-1:1999	IEC 60309-1:1999	DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2000-05	VDE 0623-1
—	IEC 60332-1:1993	—	—
—	IEC 60364-4-41:2001	—	—
—	IEC 60364-4-43:2001	—	—
—	IEC 60364-5-52:2001	—	—
—	IEC 60364-5-54:2002	—	—
—	IEC 60364-6-61:2001	—	—
—	IEC 60417-DB:2002 ¹⁾	—	—
EN 60439-1:1999	IEC 60439-1:1999	DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500):2000-08	VDE 0660-500
EN 60445:2000	IEC 60445:1999	DIN EN 60445 (VDE 0197):2000-08	VDE 0197
EN 60446:1999	IEC 60446:1999	DIN EN 60446 (VDE 0198):1999-10	VDE 0198
EN 60447:1993	IEC 60447:1993	DIN EN 60447:1994-04	—
—	IEC 60529:2001	—	—
—	IEC 60617 (alle Teile) [DB] ²⁾	—	—
—	IEC 60621-3:1979	—	—
HD 625.1 S1:1996	IEC 60664-1:1992	DIN VDE 0110-1 (VDE 0110-1):1997-04	VDE 0110-1
—	IEC 60947-1:2001	—	—
EN 60947-2:2003	IEC 60947-2:2003	DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2004-03	VDE 0660-101

¹⁾ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

²⁾ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60947-3:1999	IEC 60947-3:1999	DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107):2000-02	VDE 0660-107
EN 60947-5-1:2004	IEC 60947-5-1:2003	DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2005-02	VDE 0660-200
EN 60947-7-1:2002	IEC 60947-7-1:2002	DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2003-07	VDE 0611-1
EN 61082-1:1993	IEC 61082-1:1991	DIN EN 61082-1:1995-05	–
EN 61082-2:1994	IEC 61082-2:1993	DIN EN 61082-2:1995-05	–
EN 61082-3:1994	IEC 61082-3:1993	DIN EN 61082-3:1995-05	–
EN 61082-4:1996	IEC 61082-4:1996	DIN EN 61082-4:1996-10	–
EN 61140:2002	IEC 61140:2001	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2003-08	VDE 0140-1
EN 61310-1:1995	IEC 61310-1:1995	DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101):1996-09	VDE 0113-101
EN 61310-2:1995	IEC 61310-2:1995	DIN EN 61310-2 (VDE 0113-102):1996-09	VDE 0113-102
EN 61310-3:1999	IEC 61310-3:1999	DIN EN 61310-3 (VDE 0113-103):1999-12	VDE 0113-103
EN 61346-1:1996	IEC 61346-1:1996	DIN EN 61346-1:1997-01	–
EN 61557-3:1997	IEC 61557-3:1997	DIN EN 61557-3 (VDE 0413-3):1998-05	VDE 0413-3
EN 61558-1:1997/A1:1998	IEC 61558-1:1998	DIN EN 61558-1/A1 (VDE 0570-1/A1):1998-11	VDE 0570-1/A1
EN 61984:2001	IEC 61984: 2001	DIN EN 61984 (VDE 0627):2002-09	VDE 0627
EN 62023:2000	IEC 62023:2000	DIN EN 62023:2001-07	–
EN 62027:2000	IEC 62027:2000	DIN EN 62027:2001-07	–
EN 62061:2005	IEC 62061:2005	DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10	VDE 0113-50
EN 62079:2001	IEC 62079:2001	DIN EN 62079 (VDE 0039):2001-11	VDE 0039
–	ISO 3864-1:2002	–	–
–	ISO 7000:1989	–	–
EN ISO 12100-1:2003	ISO 12100-1:2003	DIN EN ISO 12100-1:2004-04	–
EN ISO 12100-2:2003	ISO 12100-2:2003	DIN EN ISO 12100-2:2004-04	–
–	ISO 13849-1:1999	–	–
–	ISO 13850:1996	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1):1999-02, *Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1:1996, modifiziert + A1:1997); Deutsche Fassung EN 60034-1:1998 + A1:1998.*

DIN EN 60034-5 (VDE 0530-5):2001-12, *Drehende elektrische Maschinen – Teil 5: Schutzarten aufgrund der Gesamtkonstruktion von drehenden elektrischen Maschinen (IP-Code) – Einteilung (IEC 60034-5:2000); Deutsche Fassung EN 60034-5:2001.*

DIN IEC 60072-2:2006-03, *Maße und Leistungsreihen für drehende elektrische Maschinen – Teil 2: Baugrößen 355 bis 1 000 und Flanschgrößen 1 180 bis 2 360 (IEC 60072-2:1990).*

DIN EN 60073 (VDE 0199):2003-05, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Codierungsgrundsätze für Anzeigengeräte und Bedienteile (IEC 60073:2002); Deutsche Fassung EN 60073:2002.*

DIN EN 60076-5 (VDE 0532-5):2001-11, *Leistungstransformatoren – Teil 5: Kurzschlussfestigkeit (IEC 60076-5:2000); Deutsche Fassung EN 60076-5:2000.*

DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1):2000-05, *Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60309-1:1999); Deutsche Fassung EN 60309-1:1999.*

DIN EN 60439-1 (VDE 0660-500):2000-08, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen (IEC 60439-1:1999); Deutsche Fassung EN 60439-1:1999.*

DIN EN 60445 (VDE 0197):2000-08, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle – Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel und einiger bestimmter Leiter einschließlich allgemeiner Regeln für ein alphanumerisches Kennzeichnungssystem (IEC 60445:1999); Deutsche Fassung EN 60445:2000.*

DIN EN 60446 (VDE 0198):1999-10, *Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung; Kennzeichnung von Leitern durch Farben oder numerische Zeichen (IEC 60446:1999); Deutsche Fassung EN 60446:1999.*

DIN EN 60447:1994-04, *Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI) – Bedienungsgrundsätze (IEC 60447:1993); Deutsche Fassung EN 60447:1993.*

DIN VDE 0110-1 (VDE 0110-1):1997-04, *Elektrisch-mechanische Bauelemente für elektronische Einrichtungen; Mess- und Prüfverfahren – Teil 16: Mechanische Prüfungen an Kontakten und Anschlüssen; Hauptabschnitt 20: Prüfung 16t – Zugfestigkeit (verdrahteter Anschluss bei lötfreien Verbindungen) (IEC 60512-16-20:1996); Deutsche Fassung EN 60512-16-20:1996*

DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2004-03, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter (IEC 60947-2:2003); Deutsche Fassung EN 60947-2:2003.*

DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107):2000-02, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten (IEC 60947-3:1999 + Corrigendum Juli 1999); Deutsche Fassung EN 60947-3:1999.*

DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200):2005-02, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte (IEC 60947-5-1:2003); Deutsche Fassung EN 60947-5-1:2004.*

DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2003-07, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-1: Hilfseinrichtungen – Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1:2002 + Corrigendum 1:2003); Deutsche Fassung EN 60947-7-1:2002.*

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

DIN EN 61082-1:1995-05, *Dokumente der Elektrotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 61082-1:1991 + Corr.11.93); Deutsche Fassung EN 61082-1:1993.*

DIN EN 61082-2:1995-05, *Dokumente der Elektrotechnik – Teil 2: Funktionsbezogene Schaltpläne (IEC 61082-2:1993); Deutsche Fassung EN 61082-2:1994.*

DIN EN 61082-3:1995-05, *Dokumente der Elektrotechnik – Teil 3: Verbindungspläne, Verbindungstabellen und Verbindungslisten (IEC 61082-3 :1993); Deutsche Fassung EN 61082-3:1994.*

DIN EN 61082-4:1996-10, *Dokumente der Elektrotechnik – Teil 4: Ortsbezogene- und Installationsdokumente (IEC 61082-4:1996); Deutsche Fassung EN 61082-4:1996.*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2003-08, *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001); Deutsche Fassung EN 61140:2002.*

DIN EN 61310-1 (VDE 0113-101):1996-09, *Sicherheit von Maschinen; Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (IEC 61310-1:1995 und Berichtigung 1995); Deutsche Fassung EN 61310-1:1995.*

DIN EN 61310-2 (VDE 0113-102):1996-09, *Sicherheit von Maschinen; Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung (IEC 61310-2:1995); Deutsche Fassung EN 61310-2:1995.*

DIN EN 61310-3 (VDE 0113-103):1999-12, *Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 3: Anforderungen an die Anordnung und den Betrieb von Bedienteilen (Stellteilen) (IEC 61310-3:1999); Deutsche Fassung EN 61310-3 :1999.*

DIN EN 61346-1:1997-01, *Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte; Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung – Teil 1: Allgemeine Regeln (IEC 61346-1:1996); Deutsche Fassung EN 61346-1:1996.*

DIN EN 61557-3 (VDE 0413-3):1998-05, *Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V; Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 3: Schleifenwiderstand (IEC 61557-3:1997); Deutsche Fassung EN 61557-3:1997.*

DIN EN 61558-1/A1 (VDE 0570-1/A1):1998-11, *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1:1997/A1:1998); Deutsche Fassung EN 61558-1/A1:1998.*

DIN EN 61984 (VDE 0627):2002-09, *Steckverbinder – Sicherheitsanforderungen und Prüfungen (IEC 61984:2001); Deutsche Fassung EN 61984:2001.*

DIN EN 62023:2001-07, *Strukturierung technischer Information und Dokumentation (IEC 62023:2000); Deutsche Fassung EN 62023:2000.*

DIN EN 62027:2001-07, *Erstellung von Teilelisten (IEC 62027:2000); Deutsche Fassung EN 62027:2000.*

DIN EN 62061 (VDE 0113-50):2005-10, *Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005); Deutsche Fassung EN 62061:2005.*

DIN EN 62079 (VDE 0039):2001-11, *Erstellen von Anleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung (IEC 62079:2001); Deutsche Fassung EN 62079:2001.*

DIN EN ISO 12100-1:2004-04, *Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 12100-1:2003.*

DIN EN ISO 12100-2:2004-04, *Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 12100-2:2003.*

**Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstungen von Maschinen –
Teil 33: Anforderungen an Fertigungs-ausrüstungen für Halbleiter**

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	11
Einleitung	13
1 Anwendungsbereich	13
2 Normative Verweisungen	14
3 Begriffe	16
4 Allgemeine Anforderung	25
4.1 Allgemeine Betrachtungen	25
4.2 Auswahl der Ausrüstung.....	25
4.3 Elektrische Versorgung	26
4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen	26
4.5 Transport und Lagerung	28
4.6 Handhabungsvorrichtungen	28
4.7 Errichtung	28
5 Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	28
5.1 Netzanschlüsse	28
5.2 Klemme für den Anschluss an das externe Schutzerdungs-System	29
5.3 Netz-Trenneinrichtung	29
5.4 Zusätzliche Trenneinrichtungen	31
5.5 Leitungs- und Steckerverbindungen.....	32
6 Schutz gegen elektrischen Schlag	32
6.1 Allgemeines	32
6.2 Schutz gegen direktes Berühren	32
6.3 Schutz bei indirektem Berühren	34
6.4 Schutz durch PELV	35
6.5 Schutz von Elektrofachkräften und unterwiesenen Personen gegen unbeabsichtigtes Berühren gefährlich aktiver Teile.....	36
7 Schutz der Ausrüstung	37
7.1 Allgemeines	37
7.2 Überstromschutz	37
7.3 Schutz von Motoren gegen Überhitzung	40
7.4 Schutz gegen anormale Temperaturen.....	41
7.5 Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr	41
7.6 Motor-Überdrehzahlschutz	41
7.7 Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz	42
7.8 Drehfeldüberwachung	42
7.9 Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen	42

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

	Seite
7.10 Elektrolytkondensatoren	42
8 Potentialausgleich	42
8.1 Allgemeines	42
8.2 Schutzleitersystem	44
8.3 Funktionspotentialausgleich	47
8.4 Maßnahmen um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen	47
9 Steuerstromkreise, NOT-AUS-Stromkreise und Schutzverriegelungskreise	47
9.1 Steuerstromkreise	47
9.2 NOT-AUS	48
9.3 Schutzverriegelungskreise	51
9.4 Mehrfach-Bedienstationen	52
10 Bedienerchnittstelle und an der Maschine montierte Steuergeräte	53
10.1 Allgemeines	53
10.2 Drucktaster	54
10.3 Anzeigeleuchten und Anzeigen	56
10.4 Leuchtdrucktaster	57
10.5 Drehbare Bedienelemente	57
10.6 Starteinrichtungen	57
10.7 Geräte für NOT-HALT	57
10.8 Geräte zur Freigabesteuerung	57
11 Schaltgeräte: Anordnung, Aufbau und Gehäuse	58
11.1 Allgemeine Anforderungen	58
11.2 Anordnung und Aufbau	58
11.3 Schutzgrad	59
11.4 Gehäuse, Türen und Öffnungen	59
12 Leiter, Kabel und Leitungen	61
12.1 Allgemeine Anforderungen	61
12.2 Leiter	61
12.3 Isolierung	61
12.4 Strombelastbarkeit im Normalbetrieb	62
12.5 Spannungsfall in Leitern, Kabeln und Leitungen	62
12.6 Flexible Leitungen	62
13 Verdrahtungstechnik	63
13.1 Anschlüsse und Leitungsverlauf	63
13.2 Kommerzielle Energieleisten	64
13.3 Steckdosenkanäle	64
13.4 Stecker/Steckdosen-Kombinationen	65
13.5 Identifizierung von Leitern	65
13.6 Verdrahtung außerhalb von Gehäusen	67

	Seite
13.7 Leitungskanäle, Anschlusskästen und andere Kästen.....	69
14 Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung	70
14.1 Allgemeine Anforderungen	70
14.2 Abgesetzt installierte Motoren	70
14.3 Motorgehäuse	70
14.4 Motor-Abmessungen	70
14.5 Motoranordnung und -einbauträume	70
15 Zubehör und Beleuchtung	71
15.1 Zubehör	71
15.2 Arbeitsplatzbeleuchtung an Maschinen und Zubehör	71
16.1 Allgemeines	72
16.2 Warnschilder	72
16.3 Funktionskennzeichnung	73
16.4 Typenschild der Ausrüstung	73
16.5 Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen)	73
16.6 Kennzeichnung von Komponenten	73
17 Technische Dokumentation	74
17.1 Allgemeines	74
17.2 Erforderliche Angaben	74
17.3 Anforderungen an alle Unterlagen	75
17.4 Unterlagen für die Errichtung	75
17.5 Übersichtspläne und Funktionspläne	75
17.6 Stromlaufpläne	76
17.7 Betriebsdokumentation	76
17.8 Instandhaltungsdokumentation	76
17.9 Verfahren zur Bestimmung von Ersatzteilen	76
18 Bestätigungsprüfung	77
19 Prüfungen	77
19.1 Allgemeines	77
19.2 Prüfung des Ableitstromes an Ausrüstungen mit Anschlussleitungen und Steckern	78
19.3 Prüfung der Durchgängigkeit der Erdverbindungen und Prüfung der Durchgängigkeit des Schutzpotentialausgleichskreises	78
19.4 Isolationsprüfung	78
19.5 Zugentlastungsprüfung	78
19.6 Kurzschlussprüfung des Stromversorgungsausgangs	78
19.7 Funktionsprüfung des Schutzverriegelungskreises	79
19.8 Prüfung der in einem Kondensator gespeicherten Energie durch Entladung	79
19.9 Temperaturprüfung	79
19.10 Festigkeitsprüfung der elektrischen Umhüllung; Prüfung mit gleichmäßigem Druck von 30 N	80

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

	Seite
19.11 Festigkeitsprüfung der elektrischen Umhüllung; Prüfung mit gleichmäßigem Druck von 250 N	80
19.12 Prüfung mit der Fingersonde	80
19.13 Drahtbiegeprüfung	80
19.13 Prüfung des Isolationswiderstandes	81
19.14 NOT-AUS-Funktionssprüfung	81
19.15 Prüfung des Eingangsstromes	81
Anhang A (normativ)	82
A.1 Strombelastbarkeit eines Leiters – Kupfer, 0 bis 2 000 V, 30 °C Umgebungstemperatur	82
A.2 Strombelastbarkeit eines Leiters – Kupfer, 0 bis 2 000 V, 30 °C Umgebungstemperatur	83
A.3 Leistungsgeminderte Ströme (Beruhend auf der Tabelle zur Berechnung der Strombelastbarkeit von Leitern nach den Tabellen A.1 und A.2) Strombelastbarkeit eines Leiters – Kupfer, 0 bis 2 000 V	84
A.4 (Beruhend auf der Tabelle zur Berechnung der Strombelastbarkeit von Leitern nach den Tabellen A.1-1 und 2) Strombelastbarkeit eines Leiters – Kupfer, 0 bis 2 000 V	85
A.5 (Beruhend auf der Tabelle zur Berechnung der Strombelastbarkeit von Leitern nach den Tabellen A.1 -1 und 2) Strombelastbarkeit eines Leiters – Kupfer, 0 bis 2 000 V	86
A.6 Korrekturfaktoren für die Umgebungstemperaturen für die Tabellen A1-1 bis A1-5	87
A.7 Größen von nichtisolierten Sammelschienen	88
A.8 Kriech- und Luftstrecken in einem Reinraum Klasse 1 000 oder niedriger	89
A.9 Kriech- und Luftstrecken in einem Reinraum mit einer höheren Klasse als Klasse 1 000	90
Bilder	
Bild 1 – Beispiel des Potentialausgleichs für die elektrische Ausrüstung einer Maschine	43
Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters aus Kupfer	29
Tabelle 2 – Ausschaltvermögen der Netzüberstromschutzeinrichtung	37
Tabelle 3 – Farbkodierung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung	55
Tabelle 4 – Symbole für Drucktaster	55
Tabelle 5 – Farben von Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung in Bezug auf den Zustand der Maschine	56
Tabelle 6 – Annehmbare Erwärmungen für Teile der Ausrüstung	80

Vorwort

- 1) Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) ist eine weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees (Nationale Komitees der IEC) umfasst. Die IEC hat das Ziel, die internationale Zusammenarbeit in allen Fragen der Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik zu fördern. Zu diesem Zweck und neben anderen Aktivitäten veröffentlicht die IEC Internationale Normen, technische Spezifikationen, technische Berichte, öffentlich verfügbare Spezifikationen (PAS) und Leitfäden (im Folgenden als „Publikation(en) der IEC“ bezeichnet). Mit der Vorbereitung sind die Technischen Komitees beauftragt. Jedes Nationale Komitee der IEC, das an dem behandelten Thema interessiert ist, darf an dieser Vorbereitungsarbeit teilnehmen. Internationale, staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die mit der IEC in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an diesen Vorbereitungsarbeiten teil. Die IEC arbeitet eng mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) nach den in der Vereinbarung zwischen beiden Organisationen festgelegten Bedingungen zusammen.
- 2) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 3) Publikationen der IEC haben die Form von Empfehlungen zur internationalen Anwendung und werden von den Nationalen Komitees der IEC in diesem Sinne anerkannt. Obwohl alle möglichen Anstrengungen unternommen werden, um sicherzustellen, dass der fachliche Inhalt ihrer Publikationen korrekt ist, kann die IEC nicht für deren Art der Anwendung oder für eventuelle Fehlinterpretationen durch den Anwender verantwortlich gemacht werden.
- 4) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Publikationen der IEC möglichst unverändert in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der Publikation der IEC und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muss in dieser deutlich gekennzeichnet werden.
- 5) Die IEC hat kein Verfahren für die Kennzeichnung der Konformität festgelegt und übernimmt keine Verantwortung, wenn ein Gegenstand als konform mit einer ihrer Publikationen erklärt wird.
- 6) Alle Anwender sollten sicherstellen, dass sie über die neueste Ausgabe dieser Publikation verfügen.
- 7) Weder die IEC, deren Geschäftsführung, Angestellte oder sonstige Beteiligte oder Beauftragte der IEC noch einzelne Fachleute oder Mitglieder ihrer Technischen Komitees und Nationalen Komitees der IEC dürfen für Schäden an Personen, Sachen oder sonstige Schäden beliebiger Art, sei es direkt oder indirekt, oder für Kosten (einschließlich Gerichtskosten) oder Ausgaben, die sich aus der Veröffentlichung, Anwendung oder im Vertrauen auf diese oder jede andere Publikation der IEC ergeben, haftbar gemacht werden.
- 8) Zu beachten sind die in dieser Publikation zitierten normativen Verweisungen. Für die korrekte Anwendung dieser Publikation ist die Verwendung der zitierten Publikationen unerlässlich.
- 9) Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Internationale Norm IEC 60204-33 wurde vom Technischen Komitee 44 „Safety of machinery – Electrotechnical aspects“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Der Text dieser Norm basiert auf folgenden Schriftstücken:

FDIS	Abstimmungsbericht
XX/XX/FDIS	XX/XX/RVD

Vollständige Informationen über die Abstimmung zur Annahme dieser Norm können dem in vorstehender Tabelle angeführten Abstimmungsbericht entnommen werden.

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Die vorliegende Publikation wurde nach den ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2, erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 20XX unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

In einigen Ländern gibt es die folgenden Unterschiede:

- 4.3.1: Die Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen in Europa sind festgelegt in EN 50160:1999 *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*.
- 5.1: Die Ausnahme ist nicht erlaubt (USA).
- 5.1: TN-C-Systeme sind in Niederspannungsinstallationen von Gebäuden nicht erlaubt (Norwegen).
- 5.2: Klemmen für den Anschluss von Schutzleitern (Erdleitern) dürfen identifiziert werden durch die Farbe grün, die Buchstaben „G“ oder „GR“ oder „GRD“ oder „GND“, oder dem Wort „ground“ oder „grounding“, oder mit dem graphischen Symbol IEC 60417-5019 (DB:2002-10³) oder einer beliebigen Kombination (USA).
- 6.3.3 b),
13.4.5 b),
18.2.1: TT-Systeme für die Energieversorgung sind nicht erlaubt (USA).
- 7.2.3: In TN-S Netzen ist die Trennung des Neutralleiters vorgeschrieben (Frankreich und Norwegen).
- 7.2.3: Dritter Absatz: In IT-Systemen ist ein Neutralleiter nicht erlaubt (USA und Norwegen).
- 9.1.2 Die maximale Nenn-Wechselspannung für Steuerstromkreise ist 120 V (USA).
- 12.2: Auf Maschinen sind nur verseilte Leiter erlaubt, ausgenommen 0,2 mm² massive Leiter innerhalb von Gehäusen (USA).
- 12.2: Der kleinste Leiter, der für Hauptstromkreise auf Maschinen erlaubt ist, ist 0,82 mm² (AWG 18) in Mehrleiterkabeln oder in Gehäusen (USA).
- Tabelle 6: Die in ANSI/NFPA 79 festgelegten Querschnitte benutzen „American Wire Gauge“ (AWG) (USA). Siehe Anhang G.
- 13.2.2: Für den Schutzleiter wird die Farbkennzeichnung GRÜN (mit oder ohne GELBE Streifen) als gleichwertig zur Zweifarbenkombination GRÜN-GELB benutzt (USA und Kanada).
- 13.2.3: Für einen geerdeten Neutralleiter wird die Farbkennzeichnung WEISS oder GRAU anstelle der Farbkennzeichnung BLAU benutzt (USA und Kanada).
- 15.2.2: Erster Absatz: Maximaler Spannungswert zwischen den Leitern ist 150 V (USA).
- 15.2.2: Zweiter Absatz, 5. Gedankenstrich: Der Volllast-Bemessungsstrom für Lichtstromkreise übersteigt nicht 15 A (USA).
- 16.4: Typenschild Beschriftungen (USA).

³ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

Einleitung

Dieser Teil von IEC 60204 wurde erarbeitet, um die charakteristischen Erfordernisse der elektrischen Sicherheit in Fertigungsanlagen für Halbleiter zu reflektieren. Dies schließt die spezialisierte Reinraumumgebung, in denen die Halbleiter hergestellt werden, sowie die spezialisierten Ausrüstungen selbst ein. IEC 60204-33 sichert einen mit IEC 60204-1 vereinbaren Sicherheitsgrad und lässt trotzdem noch genügend Flexibilität zu, die für die Konstruktion und den Betrieb der Halbleiterfertigungseinrichtungen gebraucht werden. Er wurde erarbeitet, um dem elektrischen Sicherheitsbedarf der Halbleiterindustrie gerecht zu werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60204 gilt für die Anwendung von elektrischer und elektronischer Ausrüstung für die Halbleiterfertigung (Herstellung, Messung, Montage und Prüfung). Sie gilt nicht für elektrische Ausrüstungen von Maschinen, die während des Arbeitens von Hand getragen werden.

ANMERKUNG 1 In dieser Norm beinhaltet der Ausdruck „elektrisch“ die allgemeine Elektrotechnik, die Elektronik und die programmierbare Elektronik (d. h. elektrische Ausrüstung bedeutet elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Ausrüstung).

ANMERKUNG 2 Im Zusammenhang mit diesem Teil der IEC 60204 ist mit dem Begriff „Person“ jede Einzelperson gemeint, einschließlich solcher Personen, welche vom Betreiber oder seinem(n) Vertreter(n) für Benutzung und Betreuung der in Frage kommenden Maschine bestimmt und eingewiesen wurden.

Die Ausrüstung, die von diesem Teil der IEC 60204 abgedeckt wird, beginnt an der Netzanschluss-Stelle der elektrischen Ausrüstung der Maschine (siehe 5.1) und umfasst korrekte Anleitungen für deren sichere Installation.

ANMERKUNG 3 Die Anforderungen an die Errichtung der elektrischen Versorgung in Gebäuden sind in der Normenreihe IEC 60364 enthalten.

Dieser Teil der IEC 60204 gilt für die elektrische Ausrüstung oder Teile der elektrischen Ausrüstung, die mit Nennspannungen bis 1 000 V Wechselspannung oder bis 1 500 V Gleichspannung und mit Nennfrequenzen bis einschließlich 200 Hz betrieben werden. Für höhere Spannungen und Frequenzen können besondere Anforderungen erforderlich sein.

Enthalten sind Anforderungen an Verriegelungen, die vor elektrischen Sicherheitsgefährdungen schützen, sowie elektrische Verriegelungen, die vor nicht-elektrischen Gefährdungen schützen. Es sind jedoch nicht alle Anforderungen berücksichtigt, die notwendig sind oder durch andere Normen oder Vorschriften gefordert werden, um Personen vor anderen als elektrischen Gefährdungen zu schützen (z. B. chemische Gefährdungen, mechanische Gefährdungen, Gefährdungen durch Strahlung). Jede Maschinenart hat spezielle Anforderungen, die zu berücksichtigen sind, um für eine angemessene Sicherheit zu sorgen.

Zusätzliche und besondere Anforderungen können für elektrische Ausrüstungen von Maschinen gelten, die:

- unter Umständen explosive Stoffe verwenden, verarbeiten oder herstellen;
- in potentiell explosionsfähigen und/oder brennbaren Atmosphären zum Einsatz kommen;
- besondere Risiken haben, wenn bestimmte Stoffe hergestellt oder verwendet werden;
- Hebezeuge sind (die in IEC 60204-32 behandelt werden).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60034-1:1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*.

IEC 60034-5:2000, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*.

IEC 60034-11:1978, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection – Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines*.

IEC 60072-1:1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1 080*.

IEC 60072-2:1990, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1 180 to 2 360*.

IEC 60073: 2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators*.

IEC 60076:2000, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*.

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*.

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*.

IEC 60364-4-41:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*.

IEC 60364-4-43: 2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*.

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*.

IEC 60364-5-54:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*.

IEC 60364-6-61:2001, *Electrical installations of buildings – Part 6-61: Verification – Initial verification*.

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*.

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*.

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or numerals*.

IEC 60447:1993, *Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*.

IEC 60529:2001, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.

IEC 60617 (alle Teile) [DB]⁴⁾, *Graphical symbols for diagrams*.

IEC 60621-3:1979, *Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries) – Part 3: General requirements for equipment and ancillaries*.

IEC 60664-1:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*.

IEC 60947-1:2001, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*.

IEC 60947-2:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit breakers*.

IEC 60947-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*.

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements: Electromechanical control circuit devices*.

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*.

IEC 61082-1:1991, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: General requirements*.

IEC 61082-2:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 2: Function-oriented diagrams*.

IEC 61082-3:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 3: Connection diagrams, tables and lists*.

IEC 61082-4:1996, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 4: Location and installation documents*.

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*.

IEC 61310-1:1995, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, auditory and tactile signals*.

IEC 61310-2:1995, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 2: Requirements for marking*.

IEC 61310-3:1999, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 3: Requirements for the location and operation of actuators*.

IEC 61346-1:1996, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*.

IEC 61557-3:1997, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*.

IEC 61558-1:1998, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests*.

IEC 61984: 2001, *Connectors – Safety requirements and tests*.

IEC 62023:2000, *Structuring of technical information and documentation*.

IEC 62027:2000, *Preparation of parts lists*.

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*.

⁴⁾ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

IEC 62079:2001, *Preparation of instructions – Structuring, content and presentation.*

ISO 3864-1:2002, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas.*

ISO 7000:1989, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis.*

ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology.*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles.*

ISO 13849-1:1999, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design.*

ISO 13850:1996, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 60204 gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bedienteil

Teil eines Gerätes, auf das eine äußere manuelle Handlung einwirkt

ANMERKUNG 1 Das Bedienteil darf z. B. ein Handgriff, ein Knopf, eine Taste, eine Rolle, ein Stößel usw. sein.

ANMERKUNG 2 Es gibt einige Betätigungsmittel, die keine äußere Betätigungskraft benötigen, sondern nur eine Handlung.

ANMERKUNG 3 Siehe auch 3.34.

3.2

Umgebungstemperatur

Temperatur der Luft oder eines anderen Mediums, in dem das Betriebsmittel verwendet wird

[IEV 826-01-04]

3.3

Abdeckung

Teil durch das Schutz gegen direktes Berühren in allen üblichen Zugangs- oder Zugriffsrichtungen gewährt wird

[IEV 826-03-13]

3.4

Basisisolierung

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen als Basisschutz

[IEV 195-06-06]

3.5

Kabelwanne

Kabelhalterung, die aus einer durchgehenden Tragplatte mit hochgezogenen Rändern besteht und keine Abdeckung hat

ANMERKUNG Eine Kabelwanne kann perforiert oder nichtperforiert sein.

[IEV 826-06-07]

3.6

zu öffnender Elektroinstallationskanal

System mit verschlossenen Umhüllungen, das aus einem Unterteil mit einem abnehmbaren Deckel besteht und das zur Aufnahme von isolierten Leitern, Kabeln und Leitungen, Anschlussleitungen und zur Aufnahme von anderen elektrischen Betriebsmitteln bestimmt ist

[IEV 826-06-04]

3.7

gleichzeitig

zusammen betätigen; angewendet zur Beschreibung einer Situation, in der zwei oder mehrere Steuergeräte zur gleichen Zeit in betätigtem Zustand sind (aber nicht notwendigerweise synchron)

3.8

Elektroinstallationsrohr

Teil einer geschlossenen Kabel- und Leitungsanlage von rundem oder nicht rundem Querschnitt für isolierte Leiter und/oder Kabel und Leitungen in elektrischen Anlagen, das es ermöglicht, diese einzuziehen und/oder auszuwechseln

ANMERKUNG Elektroinstallationsrohre sollten miteinander ausreichend so verbunden sein, dass die isolierten Leiter und/oder Kabel nur eingezogen, nicht aber von der Längsseite her eingebracht werden können.

[IEV 826-06-03]

3.9

Steuerstromkreis (einer Maschine)

Stromkreis, der für die Steuerung, einschließlich Überwachung der Maschine und der elektrischen Ausrüstung benutzt wird

3.10

Steuergerät

Gerät, welches mit dem Steuerstromkreis verbunden ist um den Betrieb der Maschine zu steuern (z. B. Stellungsmelder, Handsteuerschalter, Relais, Schütz, magnetisch betätigtes Ventil)

3.11

Schaltanlagen und/oder Schaltgeräte für Energieverbrauch

Schaltgeräte und deren Kombinationen mit zugehörigen Steuer-, Mess-, Schutz- und Regeleinrichtungen sowie Baugruppen aus derartigen Geräten und Einrichtungen mit den dazugehörigen Verbindungen, Zubehörschaltern, Gehäusen und tragenden Gerüsten, die hauptsächlich zur Steuerung von elektrischen Energieverbrauchsgeräten bestimmt sind

[IEV 441-11-03 modifiziert]

3.12

gesteuertes Stillsetzen

Stillsetzen einer Maschinenbewegung mit elektrischer Energie zu den Maschinen-Antriebselementen, die während des Stillsetzvorganges erhalten bleibt

3.13

Betriebsmittel der Schutzklasse II

Betriebsmittel mit

- Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz und
 - zusätzliche Isolierung als Vorkehrung für den Fehlerschutz
- oder bei denen
- der Basis- und Fehlerschutz durch verstärkte Isolierung bewirkt werden

[IEC 61140]

3.14

Komfortsteckdose

Steckdose, die an der Außenseite des Betriebsmittels zugänglich ist und keine zugewiesene Last hat

3.12

direktes Berühren

Berühren aktiver Teile durch Personen oder Nutztiere (Haustiere)

[IEV 826-03-05]

3.15

Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes)

Sicherstellung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht elastische Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder)

[IEC 60947-5-1, K.2.2]

3.16

doppelte Isolierung

Isolierung, die aus Basisisolierung und verstärkter Isolierung besteht

3.17

Leitungskanal (Kabelkanal)

geschlossener Kanal, der speziell zur Unterbringung und zum Schutz elektrischer Leiter, Kabel und Leitungen und Sammelschienen ausgelegt ist

ANMERKUNG Elektroinstallationsrohre (siehe 3.7), zu öffnende Elektroinstallationskanäle (siehe 3.5) und Unterflurkanäle sind Arten von Leitungskanälen.

3.19

elektrische Betriebsstätte

Raum oder Bereich für elektrische Ausrüstung, zu welchem der Zugang bestimmungsgemäß auf Fachkräfte oder unterwiesene Personen eingeschränkt ist, durch das Öffnen einer Tür oder das Entfernen einer Abdeckung ohne die Benutzung eines Schlüssels oder Werkzeuges und der mit geeigneten Warnschildern eindeutig gekennzeichnet ist

3.20

elektronische Ausrüstung

Teil der elektrischen Ausrüstung, der Schaltungen enthält, deren Betrieb von elektronischen Geräten und Bauelementen abhängt

3.21

NOT-HALT-Gerät

manuell betätigtes Steuergerät, das zur Auslösung einer NOT-HALT-Funktion verwendet wird

[ISO 13850]

3.22

NOT-AUS-Gerät

manuell betätigtes Steuergerät, das die Abschaltung der elektrischen Energieversorgung zu einer ganzen oder einem Teil einer Installation bewirkt, wo ein Risiko für elektrischen Schlag oder ein anderes Risiko elektrischen Ursprungs besteht

3.23

abgeschlossene elektrische Betriebsstätte

Raum oder Bereich für elektrische Ausrüstung, zu welchem der Zugang bestimmungsgemäß auf Fachkräfte oder unterwiesene Personen eingeschränkt ist, durch das Öffnen einer Tür oder dem Entfernen einer Abdeckung, unter Benutzung eines Schlüssels oder Werkzeuges und der mit geeigneten Warnschildern eindeutig gekennzeichnet ist

3.24

Umhüllung

Teil, das ein Betriebsmittel gegen bestimmte äußere Einflüsse schützt und durch das Schutz gegen direktes Berühren in allen Richtungen gewährt wird

[IEV 826-03-12]

ANMERKUNG Der Begriff, dem derzeit gültigen IEV entnommen, bedarf innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm der folgenden Erläuterungen:

- a) Umhüllungen bieten Personen oder Nutztieren (Haustieren) Schutz gegen das Erreichen von gefahrbringenden Teilen.
- b) Abdeckungen, Gestaltung der Öffnungen oder beliebige andere Mittel, die geeignet sind, das Eindringen der festgelegten Prüfsonden zu verhindern oder zu begrenzen, unabhängig ob sie an dem Gehäuse angebracht sind oder durch die umschlossene Ausrüstung gebildet werden, gelten als ein Teil der Umhüllung, außer wo sie ohne Anwendung eines Schlüssels oder Werkzeuges entfernt werden können.
- c) Eine Umhüllung kann sein:
 - ein Schrank oder ein Kasten, entweder an der Maschine oder getrennt von der Maschine angebracht;
 - ein Einbauraum, bestehend aus einem umschlossenen Raum innerhalb des Maschinenkörpers.

3.25

Ausrüstung

Werkstoffe, Armaturen, Geräte, Komponenten, Vorrichtungen, Halterungen, Betriebsmittel und Ähnliches, verwendet als Teil von oder in Verbindung mit der elektrischen Ausrüstung von Maschinen. Der Begriff „Ausrüstung“ gilt nicht für jedes Produkt (z. B. Substrate, Halbleiter)

[IEC 60204-1]

3.26

Potentialausgleich

Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, um Potentialgleichheit zu erzielen

[IEV 195-1-10]

3.27

Körper (eines elektrischen Betriebsmittels)

berührbares, leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen nicht unter Spannung steht, aber im Fehlerfall unter Spannung stehen kann

[IEV 826-03-02, modifiziert]

3.28

fremdes leitfähiges Teil

leitfähiges Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch ein elektrisches Potential, im Allgemeinen das Erdpotential, einführen kann

[IEV 826-03-03, modifiziert]

3.29

Ausfall

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen

ANMERKUNG 1 Nach dem Ausfall befindet sich die Einheit in einem Fehlzustand.

ANMERKUNG 2 „Ausfall“ ist ein Ereignis, im Gegensatz zum „Fehler“, der ein Zustand ist.

ANMERKUNG 3 Das so definierte Konzept ist auf Elemente, die nur aus Software bestehen, nicht anwendbar.

[IEV 191-04-01]

ANMERKUNG 4 In der Praxis werden die Benennungen Fehler und Ausfall häufig synonym verwendet.

3.30

Fehler (Fehlzustand)

Zustand einer Einheit, gekennzeichnet durch die Unfähigkeit eine geforderte Funktion zu erfüllen, wobei die durch Wartung oder andere geplante Handlungen bzw. durch das Fehlen äußerer Mittel verursachte Funktionsunfähigkeit ausgeschlossen ist

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

ANMERKUNG 1 Ein Fehler (Fehlzustand) ist oft das Ergebnis eines Ausfalls der Einheit selbst, er kann aber auch ohne vorherigen Ausfall vorhanden sein.

ANMERKUNG 2 Im Englischen sind die Benennungen „fault“ und seine Definition identisch mit der in IEC 191-05-01 enthaltenen. Im Bereich der Maschinen werden die französische Benennung „défaut“ und die deutsche Benennung „Fehler“ eher benutzt als die Benennungen „Panne“ und „Fehlzustand“, die in IEC 191-05-01 für diese Definition benutzt werden.

3.31

Funktionspotentialausgleich

Potentialausgleich, notwendig für das ordnungsgemäße funktionieren der elektrischen Ausrüstung

3.33

Gefährdung

potentielle Quelle einer physischen Verletzung oder Schädigung der Gesundheit

ANMERKUNG 1 Der Begriff „Gefährdung“ kann spezifiziert werden, um den Ursprung (z. B. mechanische Gefährdung, elektrische Gefährdung) oder die Art des erwarteten Schadens (z. B. Gefährdung durch elektrischen Schlag, Gefährdung durch Schneiden, Gefährdung durch Vergiftung, Gefährdung durch Feuer) näher zu bezeichnen.

ANMERKUNG 2 Die Gefährdung im Sinne dieser Definition:

- ist entweder bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine dauerhaft vorhanden (z. B. Bewegung von gefährdenden beweglichen Teilen, Lichtbogen beim Schweißen, ungesunde Körperhaltung, Geräuschemission, hohe Temperatur);
- oder kann unerwartet auftreten (z. B. Explosion, Gefährdung durch Quetschen als Folge eines unbeabsichtigten/unerwarteten Anlaufs, Herausschleudern als Folge eines Bruches, Stürzen als Folge von Beschleunigung/Abbremsen).

[ISO 12100-1, 3.6, modifiziert]

3.34

gefährliche elektrische Leistung

Leistungspegel von 240 VA oder mehr

3.35

gefährliches aktives Teil

aktives Teil, von dem unter bestimmten Bedingungen ein schädlicher elektrischer Schlag ausgehen kann

[IEC 195-06-05]

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Norm wird angenommen, dass Spannungen mit einem Effektivwert von 30 V, einem Scheitelwert von 42,4 V oder eine Gleichspannung von 60 V möglicherweise einen schädlichen elektrischen Schlag verursachen.

3.36

gefährliche Spannung

eine höhere Spannung als 30 V Effektivwert, 42,2 V Scheitelwert oder 60 V Gleichspannung

3.37

indirektes Berühren

Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel, die infolge eines Fehlers unter Spannung stehen, durch Personen oder Nutztiere (Haustiere)

[IEC 826-03-06]

3.38

induktives Energieversorgungssystem

System zur induktiven Energieübertragung, bestehend aus einem Fahrwegumformer und einem Fahrwegleiter, entlang dem sich einer oder mehrere Aufnehmer und diesen zugeordnete Umformer bewegen können, ohne irgendeinen galvanischen oder mechanischen Kontakt, um elektrische Energie z. B. auf eine fahrbare Maschine zu übertragen

ANMERKUNG Der Fahrwegleiter und der Aufnehmer entsprechen der Primär- und Sekundärseite eines Transformators.

3.39

(elektrotechnisch) unterwiesene Person

Person, die durch eine Elektrofachkraft ausreichend informiert oder beaufsichtigt ist und damit befähigt ist, Risiken zu erkennen und Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden

[IEV 826-09-02, modifiziert]

3.40

Verriegelung (als technische Schutzmaßnahme)

Anordnung, die trennende Schutzeinrichtung(en) oder Gerät(e) mit dem Steuerungssystem und/oder ganz oder teilweise mit der elektrischen Energieversorgung der Ausrüstung verbindet

3.41

aktives Teil

Leiter oder leitfähiges Teil, der/das dazu bestimmt ist, bei ungestörtem Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich des Neutralleiters, aber vereinbarungsgemäß nicht der PEN-Leiter

ANMERKUNG Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass die Gefahr eines elektrischen Schlages besteht.

[IEV 826-03-01]

3.42

Maschinen-Antriebselement

kraftbetriebener Mechanismus, der die Bewegung der Maschine bewirkt

3.43

Maschine

Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Baugruppen, von denen mindestens eine beweglich ist, sowie mit den entsprechenden Maschinen-Antriebselementen, Steuer- und Energiekreisen, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind, insbesondere für die Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials.

Die Benennung „Maschine“ deckt auch eine Zusammenstellung von Maschinen ab, die so angeordnet und gesteuert werden, dass sie, um das gleiche Ziel zu erreichen, als einheitliches Ganzes funktionieren.

[ISO/TR 12100-1, 3.1, modifiziert]

ANMERKUNG Die Benennung „Baugruppe“ wird hier in einer allgemeinen Bedeutung benutzt und bezieht sich nicht nur auf elektrische Baugruppen.

3.44

Instandhaltung

geplante Aktivitäten, um die Ausrüstung im ordnungsgemäßen Betriebszustand zu halten (siehe Instandsetzung)

3.45

Kennzeichnung

Kennzeichen oder Beschriftungen vorzugsweise zum Zweck der Identifizierung von Ausrüstungen, Baugruppen und/oder Geräten, was bestimmte Merkmale hiervon einschließen kann

3.46

Neutralleiter

N

mit dem Mittelpunkt bzw. Sternpunkt des Netzes verbundener Leiter, der geeignet ist, zur Übertragung elektrischer Energie beizutragen

[IEV 826-01-03]

ANMERKUNG Der Mittelpunkt bzw. Sternpunkt ist nur für Wechselstromnetze definiert.

3.47

Hindernis

Teil, das ein unbeabsichtigtes direktes Berühren verhindert, nicht aber eine absichtliche Handlung

[IEV 826-03-14]

3.48

Bediener

Person, die mit der Ausrüstung in einem Grad in Interaktion tritt, wie er zur Ausführung der vorgesehenen Funktion der Ausrüstung erforderlich ist

3.49

Überstrom

Strom, der den Bemessungswert überschreitet. Der Bemessungswert für Leiter ist die zulässige Strombelastbarkeit

[IEV 826-05-06, modifiziert]

3.50

Überlast (eines Stromkreises)

Zeit-/Stromverhältnis in einem Stromkreise, das über der Bemessungs-Volllast des fehlerfreien Stromkreises liegt

ANMERKUNG Überlast sollte nicht als ein Synonym für Überstrom benutzt werden.

3.51

Stecker/Steckdosen-Kombination

Bauteil und ein passendes Gegenstück, geeignet zum Anschließen von Leitern, bestimmt für das Verbinden oder Trennen von zwei oder mehr Leitern

ANMERKUNG Stecker/Steckdosen-Kombinationen schließen ein:

- Steckverbinder, welche die Anforderungen von IEC 61984 erfüllen;
- ein Stecker und eine Steckdose, eine Leitungskupplung, oder ein Gerätestecker nach IEC 60309-1;
- ein Stecker und eine Steckdose, nach IEC 60884-1 oder ein Gerätestecker nach IEC 60320-1.

3.52

Hauptstromkreis

Stromkreis, der die Betriebsmittel, die dem Produktionsablauf dienen und die Steuertransformatoren mit Energie aus dem Netz versorgt

3.53

Schutzpotentialausgleich

Potentialausgleich zum Schutz gegen elektrischen Schlag

ANMERKUNG Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag können ebenso das Risiko von Verbrennungen oder Feuer reduzieren.

3.54

Schutzleitersystem

Schutzleiter und leitfähigen Teile, die zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Isolationsfehlers miteinander verbunden sind

3.55

Schutzleiter

Leiter, erforderlich für den Schutzpotentialausgleich einiger Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag, um die elektrische Verbindung zu einem der nachstehenden Teile herzustellen:

- Körper;
- fremde leitfähige Teile;
- Haupterdungsklemme (PE).

[IEV 826-04-05, modifiziert]

3.56

Schutzverriegelungskreis

kombinierte Teile eines Sicherheitskreises, der an dem Punkt beginnt, an dem die sicherheitsrelevanten Signale erzeugt werden und an den Komponenten endet, die zur Beseitigung der Gefährdung oder zur Verringerung des Risikos angewendet werden

3.57

Redundanz

Anwendung von mehr als einem Gerät oder System oder Teil eines Gerätes oder Systems, um sicherzustellen, dass bei Ausfall der Funktion eines Gerätes oder Systems ein anderes verfügbar ist, diese Funktion zu erfüllen

3.58

Referenzkennzeichen

Unterscheidungscode, der dazu dient, ein Teil in der Dokumentation und in der Ausrüstung zu identifizieren

3.59

verstärkte Isolierung

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen, die im gleichen Maße Schutz gegen elektrischen Schlag bietet wie die doppelte Isolierung

ANMERKUNG Die verstärkte Isolierung kann aus mehreren Schichten bestehen, die nicht einzeln als Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung geprüft werden können.

[IEV 195-06-09]

3.60

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens (d. h. physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit) und seines Schadensausmaßes

[ISO 12100-1, 3.11 modifiziert]

3.61

Schutzeinrichtung

trennende Schutzeinrichtung oder Schutzgerät, bereitgestellt als Mittel um Personen vor einer Gefährdung zu schützen

3.62

technische Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen, bei denen Schutzeinrichtungen zur Anwendung kommen, um Personen vor Gefährdungen zu schützen, die durch inhärent sichere Konstruktion nicht in angemessener Weise beseitigt werden können, oder vor Risiken zu schützen, die dadurch nicht ausreichend vermindert werden können

[ISO 12100-1, 3.20]

3.63

Sicherheitskreis

Stromkreis, der eine Sicherheitsfunktion erfüllt, die zur Erhaltung des sicheren Zustandes der Ausrüstung dient oder der eine direkte Zunahme der Risiken unter Einzelfehlerbedingungen verhindert

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

ANMERKUNG Sicherheitskreise umfassen Schutzverriegelungskreise und NOT-AUS-Kreise.

3.64

Instandsetzung

ungeplante Aktivitäten, um den ordnungsgemäßen Arbeitszustand einer ausgefallenen Ausrüstung wiederherzustellen (siehe auch Instandhaltung)

3.65

Zugangsebene (Bedienebene)

Ebene, auf der Personen während der Bedienung oder den Instandhaltungsarbeiten an der elektrischen Ausrüstung stehen

3.66

Kurzschlussstrom

Überstrom, der bei einem Kurzschluss infolge eines Fehlers oder einer falschen Verbindung in einem elektrischen Stromkreis fließt

[IEV 441-11-07]

3.67

Elektrofachkraft

Person mit geeignetem Training, geeigneter Ausbildung und Erfahrung, die sie in die Lage versetzt, Risiken zu erkennen und Gefährdungen zu vermeiden, die von der Elektrizität ausgehen können

[IEV 826-09-01, modifiziert]

3.68

zusätzliche Isolierung

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Basisisolierung als Fehlerschutz angewendet wird

[IEV 195-06-07]

3.69

Lieferant

juristische Person (z. B. Hersteller, Auftragnehmer, Errichter, Ausrüster), die Ausrüstung oder Dienstleistungen in Verbindung mit der Maschine zur Verfügung stellt

ANMERKUNG Die Betreiberorganisation kann ebenso in der Eigenschaft als Lieferant für sich selbst handeln.

3.70

Schaltgerät

Gerät zum Einschalten und/oder Ausschalten des Stromes in einem oder mehreren Stromkreisen

[IEV 441-14-01, modifiziert]

ANMERKUNG Ein Schaltgerät darf eine oder beide dieser Schalthandlungen verrichten.

3.71

ungesteuertes Stillsetzen

Stillsetzen einer Maschinenbewegung durch Unterbrechen der Energiezufuhr zu den Maschinen-Antriebs-elementen

ANMERKUNG Diese Definition schließt irgendeinen besonderen Zustand anderer Stillsetzgeräte, wie z. B. von mechanischen oder hydraulischen Bremsen, nicht ein.

3.72

unterbrechungsfreie Stromversorgung

USV

Stromquelle, die die Ausrüstung mit Spannungen von mehr als 30 V Effektivwert, 42,4 V Scheitelwert, 60 V Gleichspannung oder einer Leistung von mehr als 240 VA sogar dann versorgen kann, nachdem die Stromversorgung der Anlage unterbrochen worden ist

3.73

Betreiber

juristische Person, die die Maschine und ihre zugehörige elektrische Ausrüstung verwendet

4 Allgemeine Anforderung

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die Risiken, die mit Gefährdungen durch die elektrische Ausrüstung verbunden sind, müssen als Teil der Gesamtanforderungen im Rahmen der Risikobeurteilung der Maschine bewertet werden. Dies bestimmt die angemessene Risikominderung und die notwendigen Schutzmaßnahmen für Personen, die solchen Gefährdungen ausgesetzt sein können, während noch eine annehmbare Leistungsfähigkeit der Maschine und ihrer Ausrüstung aufrechterhalten wird.

Gefahrbringende Situationen können u. a. aus folgenden Ursachen entstehen:

- Ausfälle oder Fehler in der elektrischen Ausrüstung, mit daraus folgender Möglichkeit eines elektrischen Schlags oder eines Brandes aus elektrischer Ursache;
- Ausfälle oder Fehler in Steuerstromkreisen (oder Bauteilen oder Geräten, die zu diesen Stromkreisen gehören), mit daraus folgender Fehlfunktion der Maschine;
- Störungen oder Unterbrechungen in Energieversorgungen wie auch Ausfälle oder Fehler in den Hauptstromkreisen, mit daraus folgender Fehlfunktion der Maschine;
- Verlust der durchgehenden Verbindung von Stromkreisen, die von Schleifkontakten oder rollenden Kontakten abhängig sind, mit daraus folgendem Ausfall einer Sicherheitsfunktion;
- elektrische Störungen, z. B. elektromagnetische, elektrostatische entweder von außerhalb der elektrischen Ausrüstung oder intern erzeugt, die zu einer Fehlfunktion der Maschine führen;
- Freiwerden von gespeicherter Energie (entweder elektrische oder mechanische), die z. B. zu einem elektrischen Schlag oder einer unerwarteten Bewegung führen, die eine Verletzung verursachen können;
- heiße Oberflächen, die Verletzungen verursachen können.

Sicherheitsmaßnahmen sind eine Kombination aus Maßnahmen, die im Konstruktionsstadium zu berücksichtigen sind, und solchen Maßnahmen, deren Durchführung vom Betreiber verlangt wird.

Bei der Konstruktion und Entwicklung müssen die Gefährdungen und die daraus resultierenden Risiken identifiziert werden. Wo die Gefährdungen nicht beseitigt und/oder die Risiken nicht ausreichend durch inhärent sichere Konstruktionsmaßnahmen reduziert werden können, müssen Schutzmaßnahmen (z. B. technische Schutzmaßnahmen) vorgesehen werden um das Risiko zu reduzieren. Ergänzende Mittel (z. B. Mittel zum bewusst machen) müssen vorgesehen werden wo eine weitere Risikominderung erforderlich ist. Zusätzlich können Risiko mindernde Arbeitsverfahren notwendig sein.

4.2 Auswahl der Ausrüstung

Elektrische Komponenten und Betriebsmittel, deren Ausfall zu einem ansteigenden Risiko führen könnte, müssen:

- für ihren vorgesehenen Einsatz geeignet sein und
- den für sie zutreffenden IEC Normen entsprechen, soweit solche existieren;
- wo keine derartigen Normen existieren, der zutreffenden Norm entsprechen, die von einer nationalen Normungsorganisation erarbeitet worden ist und/oder die Bau- und Prüfanforderungen dieser Norm erfüllen, soweit sie für die Anwendung zutreffend sind und
- entsprechend den Herstelleranweisungen verwendet werden.

Zu den Komponenten, deren Ausfall zu einem ansteigenden Risiko führen könnte, gehören diejenigen, die gefährliche Spannung oder gefährliche Leistung führen oder die als Teil eines sicherheitsgerichteten Systems angewendet werden.

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Ausrüstungen, die in den Anwendungsbereich von IEC 61010 gehören und ihren Anforderungen entsprechen werden als geeignet zum Einsatz mit Fertigungsanlagen für Halbleiter innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm betrachtet.

4.3 Elektrische Versorgung

4.3.1 Allgemeines

Die Ausrüstung muss korrekt arbeiten, wenn sie an ihre festgelegte elektrische Versorgung angeschlossen ist. Die schriftlichen Spezifikationen des Herstellers für die Versorgung müssen, soweit zutreffend, Folgendes enthalten:

- Versorgungswechselspannung mit den zugehörigen Grenzwerten;
- Versorgungsgleichspannung mit den zugehörigen Grenzwerten.

Unterbrechungen in den Anlagen der elektrischen Versorgung dürfen keine gefährdenden Bedingungen verursachen.

4.3.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Der Ausgang der USV muss mit einer Trenneinrichtung ausgerüstet sein, welche die Anforderungen an Netz-Trenneinrichtungen in Abschnitt 5 erfüllt. Die Kabel/Leitungen und die Anschlussklemmen am Ausgang der USV müssen an jedem Verbindungspunkt, an dem die Kabel/Leitungen getrennt werden können, mit „USV-Versorgungsausgang“ oder einem gleichwertigen Wortlaut gekennzeichnet sein.

Der gesamte von der USV gelieferte Strom muss bei Betätigung des NOT-AUS-Bedienteils unterbrochen werden.

AUSNAHME: Stromversorgungen von der USV zu sicherheitsrelevanten Geräten und Computersystemen sind von dieser Anforderung ausgenommen.

4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen

4.4.1 Allgemeines

Die elektrische Ausrüstung muss für die Anwendung in der physikalischen Umgebung und für die Betriebsbedingungen geeignet sein, die der Hersteller festlegt, einschließlich der folgenden Umweltfaktoren:

- Temperaturbereich der Umgebungsluft;
- Einschränkungen hinsichtlich der Höhenlage der Anlage;
- Luftfeuchte der Betriebsanlage.

4.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Die Ausrüstung darf keine elektromagnetischen Störungen oberhalb des für die vorgesehene betriebliche Umgebung zulässigen Niveaus erzeugen. Zusätzlich muss die Ausrüstung eine ausreichende Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen haben, so dass sie in ihrer vorgesehenen Umgebung einwandfrei arbeitet.

ANMERKUNG 1 Die EMV-Gruppennormen IEC 61000-6-1 oder IEC 61000-6-2 und CISPR 61000-6-3 oder IEC 61000-6-4 legen allgemeine Grenzwerte für Störaussendung und Störfestigkeit fest.

ANMERKUNG 2 IEC/TR 61000-5-2 enthält Richtlinien für die Erdung und Verkabelung elektrischer und elektronischer Systeme mit dem Ziel die EMV sicherzustellen. Falls spezielle Produktnormen vorhanden sind (z. B. IEC 61496-1, IEC 61800-3, IEC 60947-5-2), haben diese Vorrang vor den Gruppennormen.

Maßnahmen, um die Erzeugung von elektromagnetischen Störungen, d. h. leitungsgeführte und abgestrahlte Emissionen, zu begrenzen, schließen ein:

- Filtern der Energiezuführung;
- Abschirmung der Kabel und Leitungen;
- Gehäuse die konzipiert sind hochfrequente Abstrahlung zu minimieren;
- Funkentstörtechniken.

Maßnahmen, um die Störfestigkeit der Ausrüstung gegen leitungsgeführte und eingestrahlte Hochfrequenzstörungen zu verbessern, schließen ein:

- Auslegung des Systems für den Funktionspotentialausgleich unter Berücksichtigung der folgenden Punkte:

- Verbindung empfindlicher Stromkreise an Masse. Solche Anschlüsse sollten mit dem Symbol IEC 60417-5020 (DB:2002-10⁵) bezeichnet oder beschriftet sein:



- Verbindung der Masse zur Erde (PE) mit einem Leiter niedriger Hochfrequenzimpedanz und so kurz wie praktisch möglich;
- Verbindung empfindlicher elektrischer Ausrüstung oder Stromkreise direkt mit dem Schutzleiterkreis (PE) oder an einen Leiter der Funktionserdung (FE) (siehe Bild 2), um Gleichtaktstörungen zu minimieren. Letzterer Anschluss sollte mit dem Symbol IEC 60417-5018 (DB:2002-10⁶) bezeichnet oder beschriftet sein:



- räumliche Trennung empfindlicher Stromkreise von Störquellen;
- Gehäuse die konzipiert sind hochfrequente Abstrahlung zu minimieren;
- EMV-gerechte Verdrahtungspraxis:
 - Anwendung von verdrehten Leitern, um die Auswirkung von Gegentaktstörungen zu vermindern;
 - Einhalten eines ausreichenden Abstandes zwischen Störungen aussendenden Leitern und Leitern empfindlicher Stromkreise;
 - Ausrichtung der Kabel und Leitungen so gut wie möglich auf 90° bei Kreuzungen;
 - Leiterführungen so dicht wie möglich an der Masseebene;
 - Benutzung von elektrostatischen und/oder elektromagnetischen Abschirmungen mit Anschlüssen niedriger Hochfrequenzimpedanz.

4.4.3 Verschmutzungen

Die elektrische Ausrüstung muss ausreichend gegen das Eindringen von Festkörpern und Flüssigkeiten (siehe 11.3) geschützt sein. Die elektrische Ausrüstung muss gegen Funktionsminderung durch vorhersehbare Beanspruchung durch Chemikalien geschützt werden oder gegen die Chemikalien beständig sein.

4.4.4 Ionisierende und nichtionisierende Strahlung

Wenn die elektrische Ausrüstung einer Strahlung ausgesetzt sein kann (z. B. Mikrowellen, UV, Laser, Röntgenstrahlung), müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um Ausfälle zu vermeiden, die zu einer Gefährdungssituation führen können.

⁵) „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

⁶) „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

4.4.5 Vibration, Schock und Stoß

Unerwünschte Folgen durch Vibration, Schock und Stoß (einschließlich solcher, die von der Maschine und ihrer zugehörigen Ausrüstung sowie von der physikalischen Umgebung erzeugt werden) müssen durch die Auswahl geeigneter elektrischer Ausrüstung, durch getrennte Anordnung von der Maschine oder durch Verwendung von schwingungsdämpfenden Befestigungen vermieden werden.

4.5 Transport und Lagerung

Die Bedingungen für Temperatur und Luftfeuchte während des Transports und bei der Lagerung sind vom Hersteller festzulegen. Es wird empfohlen, die elektrische Ausrüstung so auszulegen oder geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, so dass sie gegen Auswirkungen der Transport- und Lagerungstemperaturen in einem Bereich von -25 °C bis $+55\text{ °C}$ und kurzzeitig für maximal 24 h bis $+70\text{ °C}$ geschützt ist. Es müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um Beschädigung durch Feuchtigkeit, Vibration und Schock zu verhindern.

ANMERKUNG Elektrische Ausrüstung, die anfällig gegen Beschädigungen durch tiefe Temperaturen ist, schließt PVC-isolierte Kabel mit ein.

4.6 Handhabungsvorrichtungen

Schwere und sperrige elektrische Ausrüstung, die für den Transport von der Maschine abgebaut werden muss oder die unabhängig von der Maschine ist, muss mit geeigneten Vorrichtungen zum Hantieren mit Hebezeugen, z. B. manueller Handhabungstechnik, versehen sein.

4.7 Errichtung

Die elektrische Ausrüstung muss nach den Angaben des Lieferanten der elektrischen Ausrüstung errichtet werden.

5 Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten

5.1 Netzanschlüsse

Wo praktisch möglich wird empfohlen, die elektrische Ausrüstung einer Maschine an eine einzige Energieversorgung anzuschließen. Wo eine andere Versorgung für bestimmte Teile der Ausrüstung (z. B. elektronische Ausrüstung, die mit einer anderen Spannung arbeitet) erforderlich ist, sollte diese Versorgung, soweit praktisch möglich, von Einrichtungen (z. B. Transformatoren, Umrichter) erfolgen, die Bestandteil der elektrischen Ausrüstung der Maschine sind. Für große komplexe maschinelle Anlagen mit einer Anzahl weit auseinander stehender Maschinen die koordiniert zusammenarbeiten, kann die Notwendigkeit für mehr als eine Versorgung bestehen, abhängig von den Verhältnissen der Versorgung auf der Anlage (siehe 5.3.1).

Außer wenn die Maschine für den Anschluss an die Versorgung mit einem Stecker ausgerüstet ist (siehe 5.3.2 e), wird empfohlen, dass die Zuleitungen an die Netz-Trenneinrichtung angeschlossen werden.

Wo ein Neutraleiter benutzt wird, muss dies deutlich in der technischen Dokumentation der Maschine, wie zum Beispiel im Installationsplan und im Stromlaufplan, angegeben sein. Es muss eine getrennte, isolierte Klemme, bezeichnet mit „N“ nach 16.1, für den Neutraleiter vorgesehen werden.

Es darf weder eine Verbindung zwischen dem Neutraleiter und dem Schutzleitersystem innerhalb der elektrischen Ausrüstung bestehen, noch darf eine PEN-Klemme vorgesehen sein.

Ausnahme: In TN-C-Systemen darf am Netzanschlusspunkt der Maschine eine Verbindung zwischen der Klemme für den Neutraleiter und der PE-Klemme hergestellt werden.

Alle Klemmen am Netzanschlusspunkt müssen deutlich nach IEC 60445 und 16.1 gekennzeichnet sein. Für die Kennzeichnung der externen Schutzleiterklemme siehe 5.2.

ANMERKUNG Klemmenkennzeichnung an der Ausrüstung U, V, W – Leiterkennzeichnung und Leiterklemmen gekennzeichnet mit L1, L2, L3.

5.2 Klemme für den Anschluss an das externe Schutzerdungs-System

Abhängig von der Netzform der Versorgung, muss für jeden Netzanschluss in der Nähe der zugehörigen Klemmen für die Phasenleiter, eine Klemme vorgesehen werden, zum Anschluss der Maschine an das externe Schutzerdungs-System oder an den externen Schutzleiter.

Die Klemme muss so dimensioniert sein, dass sie den Anschluss eines externen Schutzleiters aus Kupfer mit einem Querschnitt nach Tabelle 1 ermöglicht.

Tabelle 1 – Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters aus Kupfer

Querschnitt der Phasenleiter aus Kupfer für den Netzanschluss der Ausrüstung $S \text{ mm}^2$	Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters aus Kupfer $S_p \text{ mm}^2$
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Wird ein externer Schutzleiter aus einem anderen Material als Kupfer verwendet, muss die Klemmengröße entsprechend gewählt werden (siehe auch 8.2.2).

An jedem Netzanschlusspunkt muss die Klemme für das externe Schutzerdungs-System oder den externen Schutzleiter mit den Buchstaben PE bezeichnet oder beschriftet sein (siehe IEC 60445).

5.3 Netz-Trenneinrichtung

5.3.1 Allgemeines

Eine Netz-Trenneinrichtung muss vorgesehen werden:

- für jeden Netzanschluss zu einer oder mehreren Maschinen;

ANMERKUNG Der Netzanschluss kann direkt an die Maschine oder über ein Zuleitungssystem angeschlossen werden. Zuleitungssysteme können Schleifleitungen, Schleifringkörper, flexible Leitungssysteme (aufgetrommelt, als Leitungsgirlande) oder induktive Energieversorgungssysteme einschließen.

- für jede Bordstromversorgung.

Wenn erforderlich, muss die Netz-Trenneinrichtung die elektrische Ausrüstung der Maschine von der Versorgung trennen (z. B. für Arbeiten an der Maschine, einschließlich der elektrischen Ausrüstung).

Wenn zwei oder mehr Netz-Trenneinrichtungen vorgesehen sind, müssen für deren richtige Arbeitsweise auch Schutzverriegelungen vorgesehen werden, um einem gefahrbringenden Zustand vorzubeugen, einschließlich einem Schaden an der Maschine oder dem Produktionsgut.

Wenn zwei oder mehr Netz-Trenneinrichtungen vorhanden sind, dann muss jede von ihnen mit der Aufschrift „Warnhinweis: Risiko des elektrischen Schlages oder der elektrischen Verbrennung. Vor der Instandsetzung sind alle [Anzahl der Einspeisungsstellen] von der elektrischen Energieversorgung zu trennen“.

5.3.2 Arten

Die Netz-Trenneinrichtung muss eine der folgenden Arten sein:

- a) ein Lasttrennschalter, mit oder ohne Sicherungen, nach IEC 60947-3 für Gebrauchskategorie AC-23B oder DC-23B;
- b) ein Trennschalter, mit oder ohne Sicherungen, nach IEC 60947-3, mit einem Hilfskontakt, der auf jeden Fall bewirkt, dass Schaltgeräte die Last vor dem Öffnen der Hauptkontakte des Trenners abschalten;
- c) ein Leistungsschalter – geeignet zum Trennen – nach IEC 60947-2;
- d) eine Stecker/Steckdosen-Kombination für eine Maschine mit einem Bemessungsstrom bis 16 A und einem Bemessungswert der Gesamtleistung bis 3 kW;
- e) ein Stecker und eine Steckdose oder eine Gerätesteckvorrichtung (siehe 3.39) für die Versorgung einer ortsveränderlichen Maschine mit einem flexiblen Kabel (z. B. aufgetrommelt, als Leitungsgirlande) unter den folgenden Bedingungen:
 - es darf nicht möglich sein, einen Stecker und eine Steckdose oder eine Gerätesteckvorrichtung ohne Ausschaltvermögen unter Lastbedingungen zu verbinden oder zu trennen;
 - der Stecker und die Steckdose oder die Gerätesteckvorrichtung müssen so angeschlossen sein, dass das an die Einspeisung angeschlossene Teil mindestens mit IP2X oder IPXXB geschützt ist;
 - wo eine Stecker/Steckdosen-Kombination mit Ausschaltvermögen benutzt wird, muss sie ein Ausschaltvermögen haben, welches mindestens dem Bemessungsstrom der Maschine bei Bemessungsspannung entspricht (siehe auch 14.4.5). Wo eine Stecker/Steckdosen-Kombination für das Trennen unter Überlast (z. B. bei festgebremsten Läufer) benutzt wird, sollte die Bemessung mindestens dem Strom des festgebremsten Läufers entsprechen. Die elektrische Ausrüstung muss außerdem eine Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten der Maschine besitzen.

5.3.3 Anforderungen

Wenn die Netz-Trenneinrichtung einer der ersten drei in 5.3.2 festgelegten Arten entspricht (d. h. ein Lasttrennschalter, ein Trennschalter in Verbindung mit Schaltgeräten oder ein Leistungsschalter), muss sie alle folgenden Anforderungen erfüllen:

- Trennen der elektrischen Ausrüstung von der Versorgung, wobei nur eine AUS- (Trenn-) und eine EIN-Stellung vorhanden ist, gekennzeichnet mit „O“ und „I“ (Symbole IEC 60417-5008 (DB:2002-10⁷) und IEC 60417-5007 (DB:2002-10⁸), siehe 10.2.2);
- eine sichtbare Kontakt-Trennstrecke oder Stellungsanzeige haben, die AUS (getrennt) nicht anzeigen kann, bevor alle Kontakte tatsächlich offen und die Anforderungen für die Trennfunktion erfüllt sind;
- eine äußere Bedienungsvorrichtung (z. B. Handhabe) haben, (**Ausnahme:** kraftbetriebene Schaltgeräte, die nicht von außerhalb des Gehäuses betätigt werden müssen, wenn andere Möglichkeiten vorhanden sind, sie zu öffnen). Wo die äußere Bedienungsvorrichtung nicht für Handlungen im Notfall vorgesehen ist, wird empfohlen, dass sie schwarz oder grau ist (siehe 10.7.4 und 10.8.4);
- mit einer Vorrichtung versehen sein, die es erlaubt sie in der AUS- (Trenn-) Stellung abzuschließen (z. B. durch Vorhängeschlösser). Wenn sie abgeschlossen ist, wird sowohl ein fernbedientes als auch ein Schließen vor Ort verhindert;
- alle aktiven Leiter von ihren Energieversorgungskreisen trennen. Bei TN-Systemen ist es jedoch freigestellt, ob der Neutralleiter getrennt wird oder nicht, ausgenommen in Ländern wo die Trennung des Neutralleiters (wenn verwendet) vorgeschrieben ist;
- das Ausschaltvermögen muss ausreichend sein, den Strom des größten Motors im blockierten Zustand zusammen mit der Summe der üblichen Betriebsströme aller übrigen Motoren und/oder Verbraucher, die gleichzeitig betrieben werden können, abzuschalten.

⁷) „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

⁸) „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

5.3.4 Bedienungsvorrichtung

Die Bedienungsvorrichtung (z. B. ein Griff) der Netz-Trenneinrichtung muss leicht zugänglich und zwischen 0,6 m und 1,9 m oberhalb der Zugangsebene angeordnet sein. Eine Obergrenze von 1,7 m wird empfohlen.

ANMERKUNG Die Betätigungsrichtung ist in IEC 61310-3 festgelegt.

5.3.5 Einbau der Netz-Trenneinrichtung

Der Einbau der Netz-Trenneinrichtung muss einem oder mehreren folgenden Punkte entsprechen:

- a) an oder angrenzend an der Ausrüstung, für die er eine Trenneinrichtung darstellt, in seiner eigenen elektrischen Umhüllung eingebaut sein;
- b) in der Nähe der Oberseite der elektrischen Umhüllung eingebaut sein, für die er eine Trenneinrichtung darstellt;
- c) unterhalb der Oberseite der elektrischen Umhüllung eingebaut sein, für die er eine Trenneinrichtung darstellt, vorausgesetzt, dass die Einspeiseanschlüsse so geschützt sind, dass ein zufälliges Berühren durch Personen verhindert wird und kein Werkzeug von oben darauf fallen kann. Die Einhaltung kann mit einer Sonde von 3 mm Durchmesser und 15 mm Länge nachgewiesen werden, die keine aktiven Teile berühren kann (siehe Prüfsonde 13 nach IEC 61032).

AUSNAHME: Maschinen mit einer Gesamtleistungsaufnahme von 1 492 W (2 PS) oder weniger dürfen unter der Voraussetzung an eine abgesetzt montierte Netz-Trenneinrichtung angeschlossen sein, dass diese Einrichtung leicht erreichbar und nicht weiter als 6 m von der Maschine entfernt ist.

5.3.6 Netz-Trenneinrichtung mit Türverriegelung

Türen für den Zugang zur Netz-Trenneinrichtung müssen so verriegelt sein, dass die Tür nur geöffnet werden kann, wenn die Netz-Trenneinrichtung ausgeschaltet (offen) ist, und dass die Netz-Trenneinrichtung nur dann wieder eingeschaltet werden kann, wenn die Tür geschlossen worden ist.

AUSNAHME 1: Wenn alle anderen Anforderungen erfüllt sind ist, dann ist die Netz-Trenneinrichtung mit Türverriegelung nicht gefordert für Lasten, die:

- fernbedient ausgeschaltet werden oder
- für weniger als 5 kVA bemessen sind oder
- Beleuchtungsstromkreise oder Ausrüstungen mit flexibler Anschlussleitung sind.

AUSNAHME 2: Vom Lieferanten kann eine Sondervorrichtung oder ein spezielles Werkzeug bereitgestellt werden, mit denen Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen die Verriegelungen unter der Voraussetzung aufheben können, dass der Schutz gegen zufälliges Berühren gefährlicher aktiver Teile im Inneren der Umhüllung durch die in 6.5 definierten Maßnahmen vorgesehen ist.

5.4 Zusätzliche Trenneinrichtungen

Wenn zu erwarten ist, dass Arbeiten an Teilen der spannungsfreien und isolierten Ausrüstung durchzuführen sind, während andere Teile der Ausrüstung spannungsführend bleiben, dann ist für jedes Teil, das eine separate Trennung erfordert, eine separate Energietrenneinrichtung vorzusehen.

Derartige Trennvorrichtungen müssen:

- für den vorgesehenen Gebrauch geeignet und zweckdienlich sein;
- sich an geeigneter Stelle befinden;
- leicht zu identifizieren sein, für welchen Teil oder welche(n) Stromkreis(e) der Ausrüstung sie vorgesehen sind (z. B. durch dauerhafte Aufschrift, falls erforderlich).

Es müssen Maßnahmen vorgesehen werden, um das unbefugte, unbeabsichtigte und/oder fehlerhafte Schließen dieser Einrichtungen zu verhindern (z. B. Bereitstellung von Verriegelungen).

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Motoren, die außerhalb der elektrischen Umhüllung der Ausrüstung installiert sind, in dem die Netz-Trenneinrichtung untergebracht ist, müssen Vorrichtungen zur Trennung aller nichtgeerdeter Leiter innerhalb des Blickfeldes und in einem Abstand vom Motor von nicht mehr als 3 m haben. Diese Trenneinrichtungen müssen die Anforderungen nach 5.3 erfüllen.

5.5 Leitungs- und Steckerverbindungen

Eine Leitungs- und Steckerverbindung, die als Netz-Trenneinrichtung während der Instandhaltung oder Instandsetzung vorgesehen ist, muss so beschaffen sein, dass sie unter ausschließlicher Überwachung der Person gehalten werden kann, die die Instandhaltung oder Instandsetzung durchführt, oder muss mit einer verriegelbaren Einrichtung ausgerüstet sein, mit der der freigeschaltete Zustand sichergestellt bleibt. Wenn eine Leitungs- und Steckerverbindung als Netz-Trenneinrichtung eingesetzt ist, dann muss die Ausrüstung auch mit einer Ein-Aus-Schaltsteuerung ausgerüstet sein.

Wenn die Ausrüstung sowohl über eine Leitung und einen Stecker als auch über eine Möglichkeit zum Festanschluss verfügt, dann müssen alle Anforderungen des Abschnitts 5 für festangeschlossene Trennschalter erfüllt werden.

6 Schutz gegen elektrischen Schlag

6.1 Allgemeines

Die elektrische Ausrüstung muss den Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag vorsehen:

- gegen direktes Berühren;
- bei indirektem Berühren.

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass ein Teil des Schutzes von Elektrofachkräften durch ihr Training und aufgrund ihrer Ausbildung vorgesehen wird.

Die empfohlenen Maßnahmen für diesen Schutz werden in 6.2, 6.3, 6.4 und 6.5 angegeben.

Elektrofachkräfte und unterwiesene Personen sind diejenigen, die ein entsprechendes technisches Training und die Erfahrung haben, um sich der Gefährdungen bewusst zu sein, denen sie ausgesetzt sind. Elektrofachkräfte und unterwiesene Personen sind gegen unbeabsichtigte und unerwartete Gefährdungen zu schützen.

Personal für Instandhaltung und Instandsetzung müssen gegen elektrischen Schlag in einer Weise geschützt werden, die ihrem Training und ihrer Erfahrung entspricht und mit denen die Anforderungen an den Schutz nach 6.5 erfüllt werden.

6.2 Schutz gegen direktes Berühren

6.2.1 Allgemeines

Für jeden Stromkreis oder jeden Teil der elektrischen Ausrüstung müssen entweder die Maßnahmen nach 6.2.2 oder 6.2.3 und wo zutreffend nach 6.2.4 angewendet werden.

AUSNAHME: Wo diese Maßnahmen nicht geeignet sind, dürfen andere Maßnahmen zum Schutz gegen direktes Berühren angewendet werden (z. B. Benutzung von Abdeckungen, Schutz durch Abstand, Benutzung von Hindernissen, Anwendung von Konstruktions- oder Installationstechniken, die einen Zugang verhindern) wie sie in IEC 60364-4-41 festgelegt sind (siehe auch 6.2.5 und 6.2.6).

Wenn Ausrüstungen so angeordnet sind, dass sie der allgemeinen Öffentlichkeit einschließlich Kinder zugänglich sind, dann müssen Maßnahmen entweder nach 6.2.2 mit einem Mindestschutzgrad gegen direktes Berühren nach IP 4X bzw. IP XXD (siehe IEC 60529) oder nach 6.2.3 angewendet werden.

6.2.2 Schutz durch Umhüllungen (Gehäuse)

Das Öffnen einer Umhüllung, die nicht die einer Netz-Trenneinrichtung ist (siehe 5.3.6), welche gefährliche aktive Teile enthält (z. B. das Öffnen von Türen, Deckeln, Abdeckungen u. ä.), darf nur unter einer der folgenden Bedingungen möglich sein:

- a) Für den Zugang durch Elektrofachkräfte oder unterwiesene Personen ist die Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs notwendig.

Elektrofachkräfte und unterwiesene Personen sind durch die in 6.5 festgelegten Maßnahmen gegen das unbeabsichtigte Berühren von gefährlichen aktiven Teilen zu schützen, die sich im Inneren der Umhüllung befinden.

- b) Die Abschaltung gefährlicher aktiver Teile, die sich im Inneren der Umhüllung befinden, bevor die Umhüllung geöffnet werden kann. Dies wird entweder mit einer mechanischen und/oder elektrischen Verriegelung erreicht, so dass die Tür nur geöffnet werden kann, wenn die gefährdende Versorgung abgeschaltet ist und erst bei geschlossener Tür wieder eingeschaltet werden kann. Wird eine elektrische Verriegelung angewendet, so muss sie alle Anforderungen nach Abschnitt 9 an einen Schutzverriegelungskreis erfüllen.

AUSNAHME 1: Vom Lieferanten kann eine Sondervorrichtung oder ein spezielles Werkzeug bereitgestellt werden, mit denen Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen die Verriegelungen unter der Voraussetzung aufheben können, dass der Schutz gegen zufälliges Berühren gefährlicher aktiver Teile im Inneren der Umhüllung durch die in 6.5 festgelegten Maßnahmen vorgesehen ist.

Alle gefährlich aktiven Teile, die nicht abgeschaltet werden, sind mit einem Warnsymbol nach 17.2 zu kennzeichnen (siehe auch 14.2.4 zur Kennzeichnung von Leitern durch Farben), ausgenommen für:

- Teile, die nur aufgrund der Verbindung zu Verriegelungskreisen spannungsführend sein können und die nach ihrer Farbe nach 14.2.4 als gefährlich aktiv gekennzeichnet sind und
- die Einspeiseklemmen der Netz-Trenneinrichtung, wenn sie in einer separaten Umhüllung montiert ist.

- c) Das Öffnen ohne die Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs und ohne Abschalten der aktiven Teile darf nur möglich sein, wenn alle gefährlich aktiven Teile mindestens nach dem Schutzgrad IP2X oder IPXXB (siehe IEC 60529) gegen direktes Berühren geschützt sind. Wo dieser Schutz abnehmbar ist, muss dafür entweder ein Werkzeug erforderlich sein, oder alle durch sie geschützten aktiven Teile müssen automatisch abgeschaltet werden, wenn der Schutz entfernt wird.

6.2.3 Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile mit Schutz durch Isolierung müssen vollständig mit einer Isolierung umhüllt werden, die nur durch Zerstören entfernt werden kann. Eine solche Isolierung muss gegen die mechanischen, chemischen, elektrischen und thermischen Beanspruchungen widerstandsfähig sein, denen sie unter üblichen Betriebsbedingungen ausgesetzt sein kann.

ANMERKUNG Ein Farbanstrich, Firnis, Lack und Ähnliches wird für sich allein im Allgemeinen nicht als ausreichender Schutz gegen elektrischen Schlag unter üblichen Betriebsbedingungen angesehen.

6.2.4 Schutz gegen Restspannungen

Aktive Teile, die nach dem Ausschalten der Versorgung eine Restspannung von mehr als 60 V aufweisen, müssen innerhalb einer Zeit von 5 s nach Ausschalten der Versorgung auf 60 V oder weniger entladen werden, vorausgesetzt, dass diese Entladerate nicht die ordnungsgemäße Funktion der Ausrüstung stört. Bauteile, die eine gespeicherte Ladung von 60 µC oder weniger haben, sind von dieser Anforderung ausgenommen. Wo diese definierte Entladerate die ordnungsgemäße Funktion der Ausrüstung beeinflusst, muss ein dauerhafter Warnhinweis an einer leicht sichtbaren Stelle auf oder unmittelbar neben dem Gehäuse, das die Kapazitäten enthält, angebracht werden. Er muss auf die Gefährdung hinweisen und den Zeitverzug angeben, der notwendig ist, bis das Gehäuse geöffnet werden darf.

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

Wenn das Ziehen von Steckern oder ähnlichen Geräten zum Freilegen von Leitern (z. B. Steckerstifte) führt, darf die Entladezeit 1 s nicht überschreiten. Anderenfalls müssen solche Leiter gegen direktes Berühren mindestens nach dem Schutzgrad IP2X oder IPXXB geschützt werden. Falls weder eine Entladezeit von 1 s noch ein Schutz von mindestens IP2X oder IPXXB erreicht werden kann (z. B. bei abklappbaren Stromabnehmern von Schleifleitungen oder Schleifringkörpern, siehe 12.7.4), müssen zusätzliche Schalteinrichtungen oder eine angemessene Warneinrichtungen (z. B. ein Warnhinweis nach 16.1) vorgesehen werden.

Die Entladerate am Ausgang der USV wird von dem Zeitpunkt an gemessen, an dem die USV ausgeschaltet wird, vorausgesetzt, dass alle anderen Vorkehrungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag erfüllt sind.

AUSNAHME: Wenn zum Öffnen der Umhüllung ein Werkzeug notwendig ist, um den Kondensator zu erreichen und die Ausrüstung ist mit einer Kennzeichnung für die Festlegung der Entladedauer versehen, dann darf diese 5 min nicht überschreiten.

6.3 Schutz bei indirektem Berühren

6.3.1 Allgemeines

Der Schutz bei indirektem Berühren (siehe 3.29) ist vorgesehen zur Verhütung von gefahrbringenden Situationen im Fall eines Isolationsfehlers zwischen aktiven Teilen und Körpern.

Für jeden Stromkreis oder jeden Teil der elektrischen Ausrüstung muss mindestens eine der Maßnahmen von 6.3.2 bis 6.3.3 angewendet werden:

- Maßnahmen, die das Auftreten einer Berührungsspannung verhindern (6.3.2) oder
- automatische Abschaltung der Versorgung bevor die Berührungszeit mit einer Berührungsspannung gefährbringend werden kann (6.3.3).

ANMERKUNG 1 Das Risiko von schädlichen physiologischen Einwirkungen einer Berührungsspannung ist abhängig von der Höhe der Berührungsspannung und der möglichen Einwirkdauer.

ANMERKUNG 2 Für Schutzklassen der Ausrüstung und Schutzvorkehrungen siehe IEC 61140.

6.3.2 Maßnahmen, die das Auftreten einer Berührungsspannung verhindern

6.3.2.1 Allgemeines

Maßnahmen, die das Auftreten einer Berührungsspannung verhindern, beinhalten Folgendes:

- Verwendung von Geräten der Schutzklasse II oder mit gleichwertiger Isolierung;
- Schutztrennung.

6.3.2.2 Schutz durch Verwendung von Geräten der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung

Diese Maßnahme ist vorgesehen, um das Auftreten von Berührungsspannungen an den zugänglichen Teilen, durch einen Fehler in der Basisisolierung, zu verhindern.

Dieser Schutz wird durch eine oder mehrere der folgenden Möglichkeiten bereitgestellt:

- Geräte oder Vorrichtungen der Schutzklasse II (doppelte Isolierung, verstärkte Isolierung oder gleichwertige Isolierung nach IEC 61140);
- schutzisolierte Schaltgeräte oder Schaltgerätekombinationen nach IEC 60439-1;
- zusätzliche oder verstärkte Isolierung nach IEC 60364-4-41, 413.2.

6.3.2.3 Schutztrennung

Schutztrennung eines einzelnen Stromkreises ist vorgesehen um einer Berührungsspannung durch die Berührung mit Körpern vorzubeugen, die durch einen Fehler in der Basisisolierung von aktiven Teilen dieses Stromkreises spannungsführend werden können.

Für diese Schutzmaßnahme gelten die Anforderungen nach IEC 60364-4-41, 413.5.

6.3.3 Schutz durch automatische Abschaltung der Einspeisung

Diese Maßnahme besteht aus der Unterbrechung eines oder mehrerer Netzleiter durch das automatische Ansprechen einer Schutzeinrichtung im Fehlerfall. Die automatische Abschaltung eines beliebigen Stromkreises, die durch das Auftreten eines Isolationsfehlers ausgelöst wurde, kann dazu verwendet werden, den Kontakt mit einer gefährlichen Spannung zu verhindern, wenn der Erdschlussstrom 6 mA überschreitet.

Diese Maßnahmen erfordern eine Koordination zwischen:

- der Art der Versorgung und dem Erdungssystem;
- den Impedanzwerten der verschiedenen Teile des Schutzleitersystems;
- der Charakteristik der Schutzeinrichtungen welche den (die) Isolationsfehler erkennen.

Automatische Abschaltung der Versorgung eines beliebigen Stromkreises, ausgelöst durch einen Isolationsfehler, ist dazu bestimmt einen gefährbringenden Zustand durch eine Berührungsspannung zu verhindern.

Diese Schutzmaßnahme umfasst beides:

- Schutzpotentialausgleich der Körper (siehe 8.2.3);
- und entweder:
 - a) Überstromschutzeinrichtungen für die automatische Abschaltung der Versorgung bei Erkennung eines Isolationsfehlers in einem TN-System, oder
 - b) Fehlerstromschutzschalter um die automatische Abschaltung der Versorgung einzuleiten bei Erkennung eines Isolationsfehlers von einem aktiven Teil zu Körpern oder zur Erde in einem TT-System oder
 - c) Erdschlussüberwachungen oder Fehlerstromschutzschalter, um eine automatische Abschaltung eines IT-Systems einzuleiten. Ausgenommen, wo eine Schutzeinrichtung vorgesehen ist, um die Versorgung beim ersten Erdschluss zu unterbrechen, muss eine Isolationsüberwachung vorgesehen werden, um das Auftreten eines ersten Fehlers von einem aktiven Teil zu Körpern oder Erde anzuzeigen. Diese Erdschlussüberwachung muss ein akustisches und/oder optisches Signal einleiten, welches so lange andauert wie der Fehler besteht.

Wo automatische Abschaltung nach a) vorgesehen ist und eine Abschaltung innerhalb der in A.1 spezifizierten Zeit nicht sichergestellt werden kann, muss soweit notwendig, ein zusätzlicher Potentialausgleich vorgesehen werden, um die Anforderungen von A.3 zu erfüllen.

6.4 Schutz durch PELV

6.4.1 Allgemeine Anforderungen

Die Anwendung von PELV (Schutzkleinspannung) dient dem Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag bei indirektem Berühren und nicht großflächigem direkten Berühren (siehe 8.2.5).

PELV-Stromkreise müssen allen folgenden Bedingungen genügen:

- a) Die Nennspannung darf nicht größer sein als:
 - 25 V effektive Wechselspannung oder 60 V überschwingungsfreie Gleichspannung, wenn die Ausrüstung üblicherweise in trockenen Räumen verwendet wird und wenn nicht damit zu rechnen ist, dass der menschliche Körper großflächig mit aktiven Teilen in Berührung kommt oder
 - 6 V effektive Wechselspannung oder 15 V überschwingungsfreie Gleichspannung in allen anderen Fällen;

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

ANMERKUNG Als überschwingungsfrei ist vereinbarungsgemäß definiert, ein sinusförmiger Wechselspannungsanteil von nicht mehr als 10 % effektiv.

- eine Seite des Stromkreises oder ein Punkt der Energiequelle dieses Stromkreises muss an das Schutzleitersystem angeschlossen werden;
- aktive Teile von PELV-Stromkreisen müssen von anderen aktiven Stromkreisen elektrisch getrennt werden. Die elektrische Trennung darf nicht geringer sein als es bei einem Sicherheitstrenntransformator zwischen der Primär- und Sekundärwicklung gefordert ist (siehe IEC 61558-1 und IEC 61558-2-6);
- die Leiter jedes PELV-Stromkreises müssen räumlich von allen anderen Stromkreisen getrennt werden. Falls diese Anforderung nicht praktikabel ist, müssen die Vorkehrungen für die Isolierung nach 13.1.3 angewandt werden;
- Stecker und Steckdosen für PELV-Stromkreise müssen Folgendem genügen:
 - i) Stecker dürfen nicht in Steckdosen anderer Spannungssysteme eingesteckt werden können;
 - ii) Steckdosen dürfen Stecker anderer Spannungssysteme nicht aufnehmen können.

6.4.2 Stromquellen für PELV

Die Stromquelle für PELV muss eine der Nachfolgenden sein:

- ein Sicherheitstransformator nach IEC 61558-1 oder IEC 61558-2-6;
- eine Stromquelle, die den gleichen Sicherheitsgrad erfüllt wie ein Sicherheitstransformator (z. B. ein Motorgenerator mit gleichwertig getrennten Wicklungen);
- elektrochemische Stromquelle (z. B. eine Batterie) oder eine andere Stromquelle (z. B. ein dieselgetriebener Generator), unabhängig von einem Stromkreis höherer Spannung;
- eine elektronische Energieversorgung entsprechend geeigneter Normen, die Maßnahmen zur Sicherstellung festlegen, dass die Spannung an den Ausgangsklemmen die in 6.4.1 festgelegten Werte selbst im Falle eines internen Fehlers nicht überschreiten kann.

6.4.3 Auslegung zur Verringerung des Risikos der Arbeiten unter Spannung

Die Ausrüstung ist so zu konstruieren, dass die Notwendigkeit der Kalibrierung, Modifizierung, Reparatur, Prüfung, Justierung oder der Instandhaltung im spannungsführenden Zustand und auch die Notwendigkeit von durchzuführenden Arbeiten an Bestandteilen in der Nähe freiliegender gefährlicher spannungsführender Stromkreise so gering wie möglich ist.

In den Bedienungsanleitungen sollten entsprechende Sicherheitsmaßnahmen beschrieben sein (z. B. geeignete persönliche Schutzausrüstung und Abdeckungen).

6.5 Schutz von Elektrofachkräften und unterwiesenen Personen gegen unbeabsichtigtes Berühren gefährlich aktiver Teile

6.5.1 Allgemeines

Das unbeabsichtigte Berühren von Stromkreisen, die keine PELV-Stromkreise sind, muss durch die Konstruktion verhindert werden. Personen dürfen bei der Ausführung manueller Einstellarbeiten keinen unbeabsichtigten elektrischen und mechanischen Gefährdungen ausgesetzt werden. Für Instandhaltung und Instandsetzung muss ein angemessener Zugang vorgesehen werden. Wo der Zugang zur Ausrüstung für das Instandhaltungs- und Instandsetzungspersonal im eingeschalteten Zustand der Ausrüstung notwendig ist, müssen spannungsführende Teile (außer PELV) durch das Vorsehen von Hindernissen oder berührungssichere Klemmen gegen unbeabsichtigtes Berühren geschützt werden. Hindernisse sind anzuwenden, wenn es notwendig ist, Stellen über, unter, um oder in der Nähe von elektrischen Gefährdungen zu erreichen. Sie müssen auch angewendet werden, wenn herunterfallende Gegenstände Kurzschlüsse verursachen könnten oder wo der Ausfall von Armaturen für Flüssigkeiten zu einem Kurzschluss führen könnte.

6.5.2 Hindernisse

Hindernisse, die zum Schutz gegen unbeabsichtigtes Berühren verwendet werden, müssen aus nichtleitendem Werkstoff hergestellt oder geerdete leitende Hindernisse sein. Sie müssen eine solide Bauweise haben, die vorhersehbarem Missbrauch widerstehen kann.

6.5.3 Öffnungen für Prüfsonden

Wenn es für die elektrische Prüfung notwendig ist, sind in den Hindernissen Öffnungen für Prüfsonden vorzusehen. Diese Öffnungen müssen über den Prüfpunkten angeordnet und so ausgelegt sein, dass sie den Schutz gegen das unbeabsichtigte Berühren spannungsführender Teile bieten. Sie sollten auch einen angemessenen Zugang für eine Prüfsonde bieten, wo dies erforderlich ist und sind in der Bedienungsanleitung anzugeben (siehe 17.2).

7 Schutz der Ausrüstung

7.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt im Einzelnen die Maßnahmen zum Schutz der Ausrüstung gegen Einflüsse von:

- Überstrom, einschließlich der Auswirkungen eines Kurzschlusses;
- Überlast und/oder Verlust der Kühlung bei Motoren;
- anormale Temperatur;
- Ausfall oder Absinken der Versorgungsspannung;
- Überdrehzahl von Maschinen/Maschinenelementen;
- Erdschluss/Fehlerstrom;
- falsches Drehfeld;
- Überspannung durch Blitzschlag und Schalthandlungen.

7.2 Überstromschutz

7.2.1 Allgemeines

Überstromschutz muss in allen Stromkreisen vorgesehen werden, die unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen und unter den Bedingungen eines Einzelfehlers mit einer gefährlichen elektrischen Leistung versorgt werden können und in denen der Strom entweder den Bemessungswert eines Bauteils oder die Strombelastbarkeit der Leiter überschreiten kann, je nachdem, welcher der niedrigere Wert ist. Die auszuwählenden Bemessungswerte oder Einstellwerte sind in 7.2.9 angegeben.

7.2.2 Netzüberstromschutz

Im Netz der Ausrüstung ist eine Überstromschutzeinrichtung vorzusehen.

Dieser Überstromschutz muss ein symmetrisches Abschaltvermögen haben, welches nicht kleiner als das in Tabelle 2 festgelegte ist.

Tabelle 2 – Ausschaltvermögen der Netzüberstromschutzeinrichtung

		Versorgungsspannung der Ausrüstung	
		≤ 240 VAC	> 240 VAC
Leistungsaufnahme der Ausrüstung	> 2,4 kVA	10 000 Effektivwert	14 000 Effektivwert
	< 2,4 kVA	5 000 Effektivwert	10 000 Effektivwert

7.2.3 Netzleiter

Der Lieferant der elektrischen Ausrüstung ist nicht verantwortlich für die Bereitstellung der Überstromschutzeinrichtung für die Netzanschlussleiter zur elektrischen Ausrüstung.

Die erforderlichen Daten zur Auswahl der Überstromschutzeinrichtung muss der Lieferant der elektrischen Ausrüstung auf dem Installationsplan angeben (siehe 7.2.11 und 17.4).

7.2.4 Schutz des Neutralleiters

Neutralleiter dürfen nicht abgeschaltet werden, ohne die zugehörigen spannungsführenden Leiter abzuschalten. Ist der Querschnitt des Neutralleiters mindestens gleich oder äquivalent zu dem des Phasenleiters, ist es weder erforderlich eine Überstromerfassung für den Neutralleiter noch eine automatische Abschaltung für diesen Leiter vorzusehen. Bei einem Neutralleiter mit einem kleineren Querschnitt als die zugehörigen Phasenleiter müssen die in IEC 60364, 473.3.2.1 b) beschriebenen Maßnahmen angewendet werden.

Es wird empfohlen, in IT-Systemen keinen Neutralleiter anzuwenden. Wenn jedoch ein Neutralleiter verwendet wird, dann müssen die in IEC 60364, 473.3.2.2 b) beschriebenen Maßnahmen angewendet werden.

7.2.5 Steckdosenstromkreise und ihre zugehörigen Leiter

Stromkreise von Steckdosen für die allgemeine Anwendung, die hauptsächlich zur Versorgung von Instandhaltungsausrüstung bestimmt sind, müssen mit einem Überstromschutz ausgerüstet werden. Überstromschutzeinrichtungen müssen in den nicht geerdeten aktiven Leitern jeder Einspeisung solcher Steckdosen nach 7.2.10 vorgesehen werden.

7.2.6 Beleuchtungsstromkreise

Alle ungeerdeten Leiter von Beleuchtungsstromkreisen müssen gegen die Auswirkungen von Kurzschlüssen durch eigene Überstromschutzeinrichtungen nach 7.2.10 geschützt werden.

7.2.7 Transformatoren

Transformatoren müssen nach den Angaben des Herstellers gegen Überstrom nach 7.2.10 geschützt werden.

7.2.8 Anordnung von Überstromschutzeinrichtungen

Eine Überstromschutzeinrichtung muss dort angeordnet werden, wo eine Reduzierung des Leiterquerschnittes oder eine andere Änderung die Strombelastbarkeit der Leiter vermindert, ausgenommen wo alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- die Strombelastbarkeit des Leiters ist mindestens gleich der, die sich aus der Last ergibt;
- der Teil des Leiters zwischen der Stelle der Verminderung der Strombelastbarkeit und dem Ort der Überstromschutzeinrichtung ist nicht länger als 3 m;
- der Leiter ist so verlegt, dass die Möglichkeit eines Kurzschlusses vermindert ist, z. B. geschützt durch eine Umhüllung oder einen Leitungskanal.

7.2.9 Überstromschutzeinrichtungen

Die Bemessungsabschaltleistung für Kurzschluss muss mindestens ebenso groß sein wie der am Einbauort zu erwartende Fehlerstrom. Wo der Kurzschluss-Strom von der Versorgung zu einer Überstromschutzeinrichtung zusätzliche Stromanteile enthalten kann (z. B. von Motoren, von Kondensatoren zur Blindstromkompensation), müssen diese Stromanteile ebenfalls berücksichtigt werden.

Eine geringere Abschaltleistung ist zulässig, wenn auf der Versorgungsseite eine andere Schutzeinrichtung (z. B. die Überstromschutzeinrichtung für die Netzanschlussleitung (siehe 7.2.2) mit der erforderlichen Abschaltleistung installiert ist. In diesem Fall müssen die Kennwerte der zwei Einrichtungen so aufeinander abgestimmt sein, dass die Durchlassenergie (I^2t) der beiden in Reihe geschalteten Einrichtungen den Wert nicht überschreitet, dem die lastseitige Überstromschutzeinrichtung und die hierdurch geschützten Leiter ohne Beschädigung standhalten können (siehe IEC 60947-2, Anhang A).

ANMERKUNG Die Anwendung von derart aufeinander abgestimmten Überstromschutzeinrichtungen kann zum Ansprechen beider Überstromschutzeinrichtungen führen.

Wo Sicherungen als Überstromschutzeinrichtung vorgesehen sind, muss ein im Anwendungsland üblicherweise erhältlicher Typ gewählt werden, oder es müssen Vereinbarungen über die Lieferung von Ersatzteilen getroffen werden. Überstromschutzeinrichtungen umfassen Sicherungen und Leistungsschalter. Ebenso dürfen elektronische Einrichtungen angewendet werden, die zur Verringerung oder Begrenzung des Stroms in den geschützten Stromkreisen ausgelegt sind.

Leistungsschalter sind den Sicherungen vorzuziehen. In-line-Sicherungen dürfen nicht angewendet werden.

Alle Leistungsschalter müssen eine AUS-Stellung (Trennstellung) und eine EIN-Stellung haben, die deutlich mit „O“ und „I“ zu kennzeichnen ist (Symbole IEC 60417-2-IEC-5008 und IEC 60417-2-IEC-5007, siehe 10.2.2).

Die Betätigungsrichtungen müssen wie folgt sein:

- a) Leistungsschalter, die auf einer vertikalen Ebene befestigt und vertikal ausgerichtet sind, sind so zu befestigen, dass der Betätigungshebel für die EIN-Stellung oben ist.
- b) Leistungsschalter, die auf einer vertikalen Ebene befestigt und horizontal ausgerichtet sind, sind so zu befestigen, dass der Betätigungshebel für die EIN-Stellung rechts ist.
- c) Leistungsschalter, die in zwei horizontal ausgerichteten Reihen angeordnet sind, sind so zu befestigen, dass die Betätigungshebel für die EIN-Stellung zur Mitte zeigen oder deutlich mit Aufschriften für die EIN- und AUS-Stellungen gekennzeichnet sind.
- d) Leistungsschalter, die auf einer horizontalen Oberfläche befestigt sind, sind so zu befestigen, dass der Betätigungshebel für die EIN-Stellung rechts ist.

7.2.10 Bemessungs- und Einstellwerte der Überstromschutzeinrichtungen

Der Bemessungsstrom von Sicherungen oder der Einstellstrom sonstiger Überstromschutzeinrichtungen muss so niedrig wie möglich gewählt werden, jedoch ausreichend für vorhersehbare Überströme (z. B. bei Motoranlauf oder beim Einschalten von Transformatoren). Bei der Auswahl dieser Schutzeinrichtungen muss der Schutz von Steuergeräten gegen Beschädigungen durch Überströme (z. B. gegen Verschweißen von Kontakten der Steuergeräte) berücksichtigt werden.

Der Überstromschutz muss wie folgt begrenzt werden:

- a) Leiter, Steckdosen, Anschlussdosen und Steckverbinder müssen einen Überstromschutz haben, der deren Bemessungswerte nicht überschreitet.
- b) Der Überstromschutz der Geräte und Komponenten sollte 125 % der Strombemessung des Gerätes oder der Komponente nicht überschreiten oder nicht 125 % der maximalen Nennlast überschreiten. Bauelemente auf Leiterplatten mit einer Entflammbarkeitsbemessung von V1 oder besser sind davon ausgenommen, vorausgesetzt, die Rückwandleiterplatte ist so geschützt, dass 125 % ihrer maximalen Nennlast nicht überschritten werden.
- c) Beleuchtungsstromkreise müssen einen Überstromschutz von 125 % ihrer Bemessungswerte und in keinem Fall höher als 15 A haben.
- d) Transformatoren, die bei 50/60 Hz arbeiten, müssen wie folgt geschützt werden:
 - i) Wenn es keinen Sekundärschutz gibt und die Strombemessung der Primärseite nicht mehr als 9 A beträgt, darf der Primärschutz nicht größer als 125 % der Primärbemessung sein.
 - ii) Wenn es keinen Sekundärschutz gibt und die Strombemessung der Primärseite mehr als 2 A und weniger als 9 A beträgt, darf der Primärschutz nicht größer als 167 % der Primärbemessung sein.

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

- iii) Alternativ, wenn der Bemessungswert des Primärstroms ≥ 2 A beträgt, dann muss der Sekundärschutz 125 % des Bemessungswertes sein und der Primärschutz darf nicht höher als 250 % des Bemessungswertes sein.
- iv) Wenn es keinen Sekundärschutz gibt und die Strombemessung der Primärseite kleiner als 2 A ist, dann darf der Primärschutz nicht höher als 300 % des Primärbemessungswertes sein.

Zur Erfüllung dieser Anforderung darf in jedem Fall die entsprechend dem berechneten Wert nächsthöhere Standardgröße der Überstromschutzeinrichtung ausgewählt werden.

7.3 Schutz von Motoren gegen Überhitzung

7.3.1 Allgemeines

Schutz von Motoren gegen unzulässige Erwärmung muss für jeden Motor mit einer Bemessungsleistung über 0,186 kW vorgesehen werden.

Bei Anwendungen wo eine automatische Unterbrechung des Motorbetriebes nicht akzeptabel ist (z. B. bei Feuerlöschpumpen), muss die Erfassungseinrichtung für die Überhitzung ein Warnsignal abgeben, auf welches der Bediener reagieren kann.

Der Schutz von Motoren gegen Überhitzung kann erreicht werden durch:

- Überlastschutz (7.3.2)

ANMERKUNG 1 Überlastschutzeinrichtungen erfassen das Zeit-/Stromverhältnis (I^2t) in einem Stromkreis der seine Bemessungsvolllast überschreitet und leiten angemessene Steuerungsreaktionen ein.

- Übertemperaturschutz (7.3.3) oder

ANMERKUNG 2 Temperaturmesseinrichtungen erfassen die Übertemperatur und leiten angemessene Steuerreaktionen ein.

- Schutz durch Strombegrenzung (7.3.4)

Automatischer Wiederanlauf eines jeden Motors nach dem Ansprechen des Schutzes gegen Überhitzung muss verhindert werden, wo dies eine gefahrbringende Situation oder Schaden an der Maschine verursachen kann.

Die Installation des Motors muss ausgeführt werden, dass eine entsprechende Kühlung für die Aufrechterhaltung der Motorentemperatur innerhalb der Bemessungswerte sorgt.

7.3.2 Überlastschutz

Wo Überlastschutz vorgesehen ist, muss die Erfassung der Überlast(en) in jedem aktiven Leiter, ausgenommen im Neutralleiter, vorgesehen werden. Wo jedoch die Überlasterkennung des Motors nicht für den Überlastschutz der Kabel und Leitungen benutzt wird (siehe auch D.2), darf die Zahl der Erfassungsgeräte für die Überlast auf Wunsch des Betreibers verringert werden. Für Motoren mit einphasigen oder Gleichstrom-Energieversorgungen ist die Erfassung in nur einem ungeerdeten aktiven Leiter erlaubt.

Wo der Überlastschutz durch Ausschalten erreicht wird, muss das Schaltgerät alle aktiven Leiter ausschalten. Das Schalten des Neutralleiters ist für den Überlastschutz nicht notwendig.

Sofern nicht ein Überlastschutz für den Motor durch einen Leistungsumrichter vorgesehen und dieser für den Motor geeignet ist, muss ein gesonderter Überlastschutz vorgesehen werden.

Wo Motoren mit speziellen Betriebsbedingungen, die häufig anlaufen oder bremsen müssen (z. B. Motoren, die für Eilgang genutzt werden, für Fahren gegen Anschlag, für schnellen Drehrichtungswechsel, für Feinbohren), kann es schwierig sein, einen Überlastschutz vorzusehen, der eine vergleichbare Zeitkonstante wie die zu schützende Wicklung hat. Geeignete Schutzeinrichtungen, die für Motoren besonderer Betriebsart ausgelegt sind oder ein Übertemperaturschutz (siehe 7.3.3) können notwendig sein.

Bei Motoren, die nicht überlastet werden können (z. B. Drehmomentmotoren, Bewegungsantriebe, die entweder durch mechanische Lastmessenrichtungen geschützt oder die entsprechend dimensioniert sind), wird kein Überlastschutz gefordert.

7.3.3 Übertemperaturschutz

Die Bereitstellung von Motoren mit Übertemperaturschutz (siehe IEC 60034-11) wird in Situationen empfohlen, wo die Kühlung beeinträchtigt sein kann (z. B. in staubigen Umgebungen). Abhängig vom Motortyp ist ein Schutz des Motors, bei blockiertem Läufer oder Phasenausfall, durch den Übertemperaturschutz nicht immer sichergestellt. Dann sollte ein zusätzlicher Schutz vorgesehen werden.

Übertemperaturschutz wird ebenso für Motoren empfohlen, die nicht überlastet werden können (z. B. Drehmomentmotoren, Bewegungsantriebe, die entweder durch mechanische Überlast-Schutzeinrichtungen geschützt oder entsprechend dimensioniert sind) wo die Möglichkeit einer Übertemperatur besteht (z. B. durch verminderte Kühlung).

7.3.4 Schutz durch Strombegrenzung

Wo in Drehstrommotoren der Schutz gegen die Auswirkungen von unzulässiger Erwärmung durch Strombegrenzung erreicht wird, darf die Zahl der strombegrenzenden Geräte von 3 auf 2 vermindert werden (siehe 7.3.2). Bei Motoren mit einphasiger Wechselstrom- oder Gleichstrom-Energieversorgung ist die Strombegrenzung in nur einem ungeerdeten aktiven Leiter erlaubt.

7.4 Schutz gegen anormale Temperaturen

Widerstandsheizungen oder andere Stromkreise, die in der Lage sind, anormale Temperaturen zu erreichen oder zu erzeugen (z. B. wegen Bemessung für Kurzzeitbetrieb oder Verlust des Kühlmittels) und deshalb zu einem gefahrbringenden Zustand führen können, müssen mit einer geeigneten Erfassungseinrichtung ausgerüstet sein, um einen entsprechenden Steuerbefehl einleiten zu können.

7.5 Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr

Wo eine Unterbrechung der Versorgung oder ein Spannungseinbruch einen gefahrbringenden Zustand, Schaden an der Maschine oder am Arbeitsgut verursachen kann, muss ein Unterspannungsschutz vorgesehen werden, um z. B. die Maschine bei einem vorbestimmten Spannungsniveau abzuschalten.

Wo der Betrieb der Maschine eine Unterbrechung oder einen kurzzeitigen Spannungseinbruch erlaubt, darf ein verzögerter Unterspannungsschutz vorgesehen werden. Das Auslösen dieser Unterspannungsschutzeinrichtung darf die Wirkung irgendeiner Stillsetzsteuerung der Maschine nicht beeinträchtigen.

Bei Spannungswiederkehr oder beim Einschalten der Versorgung muss ein automatischer oder unerwarteter Wiederanlauf der Maschine verhindert sein, wo solch ein Wiederanlauf eine gefahrbringende Situation verursachen kann.

Wo nur ein Teil einer Maschine oder einer Gruppe von Maschinen, die koordiniert zusammenarbeiten von einer Spannungsabsenkung oder Unterbrechung der Versorgung betroffen ist, muss der Unterspannungsschutz angemessene Reaktionen der Steuerung einleiten, um die Koordinierung sicherzustellen.

7.6 Motor-Überdrehzahlschutz

Überdrehzahlschutz muss vorgesehen werden, wo Überdrehzahlen auftreten können und diese möglicherweise einen gefahrbringenden Zustand verursachen könnten, unter Berücksichtigung der Maßnahmen aus 9.3.2. Der Überdrehzahlschutz muss entsprechende Steuerbefehle einleiten und einen automatischen Wiederanlauf verhindern.

Der Überdrehzahlschutz sollte so arbeiten, dass die mechanisch zulässige Geschwindigkeit des Motors oder seiner Last nicht überschritten wird.

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

ANMERKUNG Diese Überwachung kann z. B. aus einem Fliehkraftschalter oder aus einem Geschwindigkeits-Grenzwertmelder bestehen.

7.7 Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz

Zusätzlich zum vorgesehenen Überstromschutz für automatische Abschaltung nach 6.3 kann ein Erdschluss-/Fehlerstromschutz vorgesehen werden, um Schäden an der Ausrüstung zu verringern, die durch Erdschluss-Ströme unterhalb der Ansprechschwelle des Überstromschutzes verursacht werden.

Die Einstellung der Einrichtungen muss so niedrig wie möglich sein, vereinbar mit einem ordnungsgemäßen Arbeiten der Ausrüstung.

7.8 Drehfeldüberwachung

Wo ein falsches Drehfeld der Versorgungsspannung einen gefährbringenden Zustand oder eine Beschädigung der Maschine verursachen kann, muss ein Schutz vorgesehen werden.

ANMERKUNG: Voraussetzungen, welche zu einem falschen Drehfeld führen können, schließen ein:

- eine Maschine, die von einer Versorgung auf eine andere umgestellt wird;
- eine fahrbare Maschine mit Anschlussmöglichkeiten für eine externe Energieversorgung.

7.9 Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen

Schutzeinrichtungen können zum Schutz gegen die Auswirkungen von Überspannungen durch Blitzschlag oder durch Schalthandlungen vorgesehen werden.

Wo vorgesehen:

- müssen Einrichtungen für die Unterdrückung der Überspannungen durch Blitzschlag an den Eingangsklemmen der Netz-Trenneinrichtung angeschlossen werden.
- müssen Einrichtungen für die Unterdrückung der Überspannungen durch Schalthandlungen an den Klemmen jeder Ausrüstung angeschlossen werden, die einen solchen Schutz erfordern.

7.10 Elektrolytkondensatoren

Wo es möglich ist, sollten Kondensatoren, deren Durchmesser größer als 25,4 mm (1,0 Zoll) ist oder die mehr als 4 Joule speichern können, selbstentlüftend oder durch gleichwertige Mittel gegen Bersten geschützt sein. In einem Abstand von 5,1 mm (0,2 Zoll) vom Überdruckventil des Kondensators darf sich kein Hindernis befinden.

Kondensatoren sollten Behältereigenschaften innerhalb des Kondensators selbst haben oder derartig geschützt sein, dass Dämpfe oder Trümmerstücke für Personen nicht gefährlich werden können.

Die Anschlüsse von Kondensatoren sollten isoliert oder gegen den Kurzschluss durch Werkzeuge geschützt werden. Lack und Vergussmassen sind als Schutz nicht zuverlässig.

8 Potentialausgleich

8.1 Allgemeines

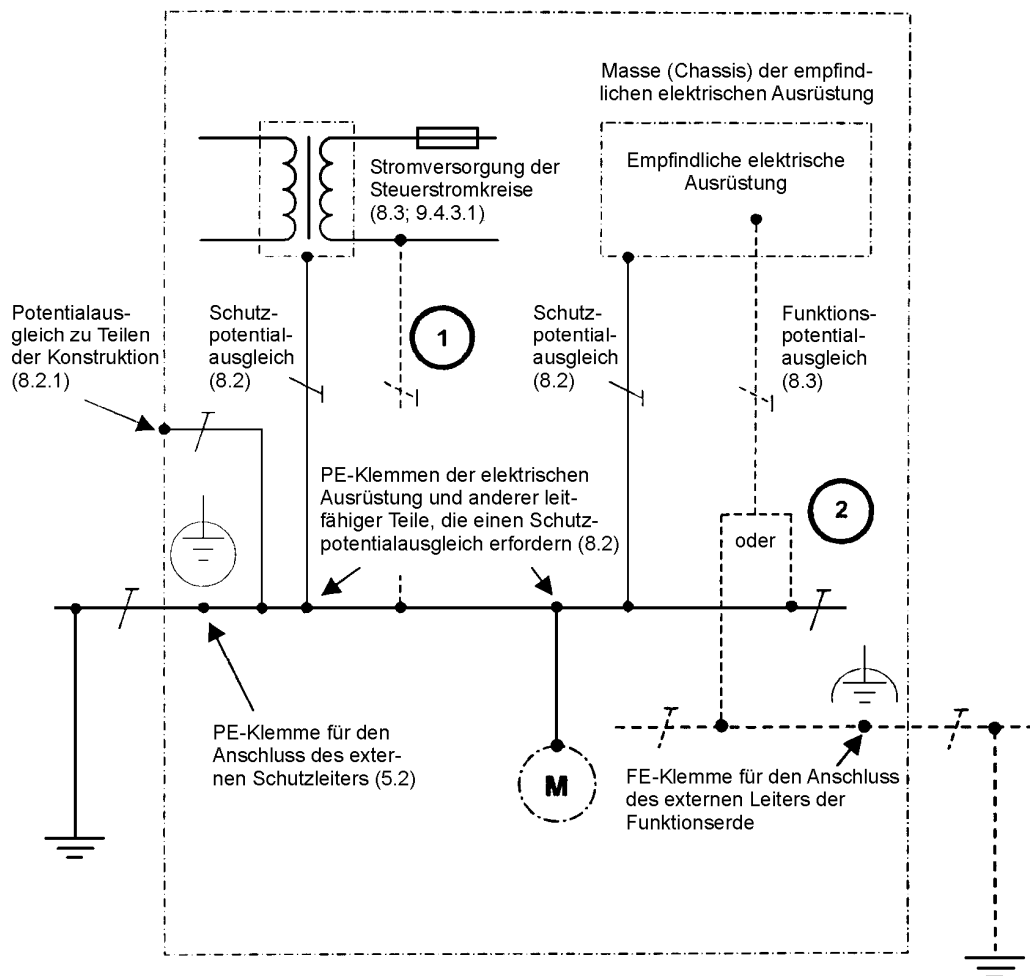
Dieser Abschnitt sieht Anforderungen für beides, Schutzpotentialausgleich und Funktionspotentialausgleich, vor. Bild 1 stellt diese Konzepte dar.

Der Schutzpotentialausgleich ist eine grundlegende Vorsorge für den Schutz im Fehlerfall. Er ermöglicht den Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag bei indirektem Berühren (siehe 6.3.3 und 8.2).

Das Ziel des Funktionspotentialausgleiches (siehe 8.3) ist die Verminderung:

- der Auswirkungen eines Isolationsfehlers, der den Betrieb der Maschine beeinflussen könnte;
- der Auswirkungen von elektrischen Störungen auf empfindliche elektrische Ausrüstung, die den Betrieb der Maschine beeinflussen könnten.

Normalerweise wird Funktionspotentialausgleich durch eine Verbindung zum Schutzleitersystem erreicht. Wo jedoch der Pegel der elektrischen Störungen auf dem Schutzleitersystem nicht ausreichend niedrig für ein ordnungsgemäßes Funktionieren der elektrischen Ausrüstung ist, kann es notwendig sein das Funktionspotentialausgleichssystem an einen gesonderten Erdleiter für funktionale Erdung anzuschließen (siehe Bild 4).



----- Optionale Verbindungen:

1

Funktionspotentialausgleich (8.3)
einschließlich Schutzpotentialausgleich (8.2)

2

Ausschließlich Funktionspotentialausgleich (8.3)
entweder zum Schutzleiter oder zum Leiter der Funktionserde

ANMERKUNG Der Leiter für Funktionserdung wurde früher „fremdspannungsarmer Erdleiter“ genannt und die „FE“-Klemme war mit „TE“ bezeichnet (siehe IEC 60445).

Bild 1 – Beispiel des Potentialausgleichs für die elektrische Ausrüstung einer Maschine

8.2 Schutzleitersystem

8.2.1 Allgemeines

Das Schutzleitersystem besteht aus:

- PE-Klemme(n) (siehe 5.2);
- den Schutzleitern in der Ausrüstung der Maschine einschließlich von Gleitkontakten, wo sie Teil des Schutzleiterkreises sind;
- den Körpern und den leitfähigen Konstruktionsteilen der elektrischen Ausrüstung;
- solchen fremden leitfähigen Teilen, die Bestandteil der Maschinenstruktur sind.

Alle Teile des Schutzleitersystems müssen so ausgelegt sein, dass sie in der Lage sind, den höchsten thermischen und mechanischen Beanspruchungen durch Erdschlussströme standzuhalten, die in dem jeweiligen Teil des Schutzleitersystems fließen könnten.

Wo die Leitfähigkeit von Konstruktionsteilen der elektrischen Ausrüstung oder der Maschine kleiner ist als die des kleinsten Schutzleiters für den Anschluss der Körper, muss ein zusätzlicher Ausgleichsleiter vorgesehen werden. Dieser zusätzliche Ausgleichsleiter muss mindestens den halben Querschnitt des zugehörigen Schutzleiters haben.

Falls ein IT-Netz verwendet wird, muss die Maschinenstruktur Teil des Schutzleitersystems sein und zwar in Verbindung mit einer Isolationsüberwachung. Bei sehr großen Ausrüstungen kann dies mit der Einbeziehung eines Erdschlussüberwachungssystems verbunden sein.

Leitfähige Konstruktionsteile der Ausrüstung die 6.3.2.2 entsprechen, brauchen nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden. Fremde leitfähige Teile der Maschinenstruktur brauchen nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden wo die gesamte bereitgestellte Ausrüstung 6.3.2.2 entspricht.

Berührbare leitfähige Teile der Ausrüstung nach 6.3.2.3 dürfen nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden.

8.2.2 Schutzleiter

Schutzleiter müssen nach 13.2.2 identifizierbar sein.

Kupferleiter sind vorzuziehen. Wo ein anderer Leiterwerkstoff als Kupfer verwendet wird, darf sein elektrischer Widerstand je Längeneinheit nicht den des zulässigen Kupferleiters überschreiten und ein derartiger Leiter muss einen Querschnitt von mindestens 16 mm² haben.

Der Querschnitt von Schutzleitern muss nach den Anforderungen von

- IEC 60364-5-54, 543 oder
- IEC 60439-1, 7.4.3.1.7

bestimmt werden, je nachdem, was zutrifft.

Diese Anforderung ist in den meisten Fällen erfüllt, wenn das Verhältnis der Querschnitte der jeweils zusammengehörigen Außenleiter und Schutzleiter zu einem Teil der Ausrüstung mit Tabelle 1 übereinstimmt (siehe 5.2).

Siehe auch 8.2.8.

8.2.3 Durchgehende Verbindung des Schutzleitersystems

Alle Körper der elektrischen Ausrüstung müssen nach 8.2.1 mit dem Schutzleitersystem verbunden sein.

AUSNAHME: Siehe 8.2.5.

Wo ein Teil aus irgendeinem Grund entfernt wird (z. B. routinemäßige Instandhaltung), darf das Schutzleitersystem für die verbleibenden Teile nicht unterbrochen werden.

Verbindungs- und Anschlusspunkte müssen so ausgelegt sein, dass ihre Strombelastbarkeit nicht durch mechanische, chemische oder elektrochemische Einflüsse beeinträchtigt wird. Bei Verwendung von Gehäusen und Leitern aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen sollte die Möglichkeit der elektrolytischen Korrosion besonders beachtet werden.

Flexible oder starre metallische Leitungskanäle und metallische Kabelmäntel dürfen nicht als Schutzleiter benutzt werden. Trotzdem müssen solche metallischen Leitungskanäle und Metallmäntel aller Verbindungskabel (z. B. Kabelarmierung, Bleimantel) mit dem Schutzleitersystem verbunden werden.

Wo elektrische Ausrüstungen an Deckeln, Türen oder Abdeckplatten angebracht sind, muss die Durchgängigkeit des Schutzleitersystems sichergestellt sein, und die Verwendung eines Schutzleiters wird empfohlen (siehe 8.2.2). Andernfalls müssen Befestigungen, Scharniere oder Gleitkontakte benutzt werden, die für einen niedrigen Widerstand ausgelegt sind (siehe 18.2.2, Prüfung 1).

Die Durchgängigkeit des Schutzleiters in Kabeln und Leitungen, welche Beschädigungen ausgesetzt sind (z. B. Leitungstrossen), muss durch angemessene Maßnahmen sichergestellt werden (z. B. Überwachungen).

Für Anforderungen an die Durchgängigkeit des Schutzleiters bei der Benutzung von Schleifleitungen und Schleifringkörpern siehe 12.7.2.

8.2.4 Ausschluss von Schaltgeräten im Schutzleitersystem

Das Schutzleitersystem darf weder ein Schaltgerät, noch eine Überstromschutzeinrichtung enthalten (z. B. Schalter, Sicherung).

Es dürfen keine Mittel zur Unterbrechung des Schutzleiters vorgesehen werden, ausgenommen unter einer der folgenden Gegebenheiten:

- a) Verbindungen zu Prüf- und Messzwecken, die nur mit Benutzung eines Werkzeuges geöffnet werden können und die in einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte angeordnet sind.
- b) Chassis, die für den Normalbetrieb potentialfrei sein sollen, sind zulässig, wenn die Zugänglichkeit innerhalb der Umhüllungen nur erreicht werden kann, nachdem die Chassis über ausfallsichere automatische Einrichtungen mit Schutz Erde verbunden werden.
- c) Wo die Durchgängigkeit des Schutzleitersystems durch Mittel wie abklappbare Stromabnehmer oder Stecker/Steckdosen-Kombinationen unterbrochen werden kann, muss das Schutzleitersystem durch einen beim Öffnen nacheilenden und beim Schließen voreilenden Kontakt unterbrochen werden. Dies gilt ebenso für entfernbar oder herausziehbar Steckeinheiten (siehe auch 13.4.5).

8.2.5 Teile, die nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden brauchen

Es ist nicht notwendig, berührbare leitende Teile an das Schutzleitersystem anzuschließen, wo diese Teile so angebracht sind, dass sie keine Gefährdung darstellen, weil:

- sie nicht großflächig berührt oder mit der Hand umfasst werden können und weil sie kleine Abmessungen haben (weniger als ungefähr 50 mm × 50 mm) oder
- sie so angeordnet sind, dass entweder eine Berührung mit aktiven Teilen oder ein Isolationsfehler unwahrscheinlich ist.

Dies betrifft kleine Teile, wie Schrauben, Nieten und Typenschilder und Teile innerhalb von Gehäusen, ungeachtet ihrer Größe (z. B. Elektromagnete von Schützen oder Relais sowie mechanische Teile von Geräten) (siehe auch IEC 60364-4-41, 410.3.3.5).

8.2.6 Schutzleiter-Anschlusspunkte

Alle Schutzleiter müssen nach 13.1.1 angeschlossen werden. Die Anschlusspunkte für Schutzleiter dürfen keine andere Funktion haben und sind nicht dazu bestimmt, um z. B. Geräte oder Teile zu befestigen oder zu verbinden.

Jeder Schutzleiter-Anschlusspunkt muss als solcher durch Verwendung des Symbols IEC 60417-5019 (DB:2002-10⁹⁾) gekennzeichnet oder beschriftet sein



oder mit den Buchstaben PE, das graphische Symbol wird bevorzugt, oder durch Anwendung der Zweifarbenkombination GRÜN-GELB, oder durch eine beliebige Kombination dieser Möglichkeiten.

8.2.7 Fahrbare Maschinen

Auf fahrbaren Maschinen mit eigener Energieversorgung müssen die Schutzleiter, die leitfähigen Konstruktionsteile der elektrischen Ausrüstung und solche fremden leitfähigen Teile, die Bestandteil der Maschinenstruktur sind, zum Schutz gegen elektrischen Schlag an eine Schutzleiterklemme angeschlossen werden. Wo eine fahrbare Maschine ebenso dafür vorbereitet ist, an einen externen Netzanschluss angeschlossen zu werden, muss diese Schutzleiterklemme auch der Anschlusspunkt für den externen Schutzleiter sein.

ANMERKUNG Wenn eine eigene elektrische Energieversorgung innerhalb von stationären, fahrbaren oder beweglichen Teilen der Ausrüstung enthalten ist und wenn keine externe Versorgung angeschlossen ist (z. B. wenn ein eingebautes Batterieladegerät nicht angeschlossen ist), gibt es keine Notwendigkeit, diese Ausrüstungen an einen externen Schutzleiter anzuschließen.

8.2.8 Zusätzliche Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich für elektrische Ausrüstung mit Erdableitströmen größer als AC 10 mA oder DC 10 mA

ANMERKUNG 1 Erdableitstrom ist definiert als „Strom, der von den aktiven Teilen der Installation zur Erde fließt, ohne dass ein Isolationsfehler vorliegt“ (IEV 442-01-24). Dieser Strom darf einen kapazitiven Anteil haben, einschließlich dem aus der absichtlichen Anwendung von Kondensatoren.

ANMERKUNG 2 Die meisten elektrischen Antriebssysteme für regelbare Drehzahl welche die entsprechenden Teile von IEC 61800 erfüllen, haben einen Erdableitstrom größer als AC 3,5 mA. Ein Verfahren zur Messung des Berührungstromes ist als Typprüfung in IEC 61800-5-1 angegeben, um den Erdableitstrom eines elektrischen Antriebssystems für regelbare Drehzahl zu bestimmen.

Wo elektrische Ausrüstung in jeder Einspeisung einen Erdableitstrom (z. B. elektrische Antriebssysteme für regelbare Drehzahl oder Ausrüstung für Informationstechnologie) von mehr als AC 10 mA oder DC 10 mA hat, muss eine oder mehrere der folgenden Bedingungen für das Schutzleitersystem erfüllt werden:

- a) der Schutzleiter muss einen Mindestquerschnitt von 10 mm² Cu oder 16 mm² Al über seine gesamte Länge haben;
- b) Wo der Schutzleiter einen Querschnitt von weniger als 10 mm² Cu oder 16 mm² Al hat, muss ein zweiter Schutzleiter mit mindestens demselben Querschnitt bis zu dem Punkt vorgesehen werden, wo der Schutzleiter einen Querschnitt von nicht weniger als 10 mm² Cu oder 16 mm² Al aufweist;

ANMERKUNG 3 Dies kann erfordern, dass die elektrische Ausrüstung einen getrennten Anschluss für einen zweiten Schutzleiter aufweist.

- c) Automatische Abschaltung der Versorgung bei Verlust der Durchgängigkeit des Schutzleiters.

Um Schwierigkeiten durch elektromagnetische Störungen vorzubeugen, gelten die Anforderungen von 4.4.2 ebenso für die Installation des doppelten Schutzleiters.

⁹⁾ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

Zusätzlich muss ein Warnschild in der Nähe des PE-Anschlusses vorgesehen werden und wo notwendig, auf dem Typenschild der elektrischen Ausrüstung. Die unter 17.2 a) zur Verfügung gestellte Information muss Informationen über den Ableitstrom und den Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters enthalten.

8.3 Funktionspotentialausgleich

Schutz gegen Betriebsstörungen als Folge von Isolationsfehlern kann durch Verbindung an einen gemeinsamen Leiter nach 9.4.3.1 erreicht werden.

Für Empfehlungen bezüglich Funktionspotentialausgleich um Betriebsstörungen durch elektromagnetische Störungen zu verhindern, siehe 4.4.2.

8.4 Maßnahmen um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen

Die Auswirkungen eines hohen Ableitstromes kann auf die Ausrüstung, die den hohen Ableitstrom erzeugt, eingeschränkt werden, durch Anschluss dieser Ausrüstung an einen fest zugeordneten Transformator mit getrennten Wicklungen. Das Schutzleitersystem muss an die Körper der Ausrüstung und zusätzlich an die Sekundärwicklung des Transformators angeschlossen werden. Der (die) Schutzleiter zwischen der Ausrüstung und der Sekundärwicklung des Transformators muss (müssen) einer oder mehreren der in 8.2.8 beschriebenen Anordnungen entsprechen.

9 Steuerstromkreise, NOT-AUS-Stromkreise und Schutzverriegelungskreise

9.1 Steuerstromkreise

9.1.1 Versorgung von Steuerstromkreisen

Es wird empfohlen, soweit es realisierbar ist, die Stromkreise von Netzteilen oder Transformatoren mit getrennten Wicklungen versorgen zu lassen.

ANMERKUNG Damit werden Ströme unter Fehler- und Überspannungsbedingungen begrenzt und können eine bessere EMV-Filterung bieten.

Sicherheitsstromkreise sollten für die Verwendung von ungefährlichen Spannungen und ungefährliche Leistungspegel ausgelegt werden, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Sicherheitskreises vereinbar sind.

9.1.2 Aus einer Wechselstromversorgung abgeleitete Gleichstromkreise

Wo Gleichspannungs-Stromkreise, die von einer Wechselstromquelle gespeist werden, an das Schutzleitersystem angeschlossen sind (siehe 8.2.1), müssen diese von einer getrennten Wicklung des Transformator versorgt werden.

ANMERKUNG Schaltnetzgeräte, die mit einem Transformator mit getrennten Wicklungen nach IEC 61558-2-17 ausgerüstet sind, entsprechen dieser Anforderung.

9.1.3 Start-Funktionen

Start-Funktionen müssen durch Erregen des entsprechenden Kreises erfolgen (siehe 9.2.5.2).

9.1.4 Stopp-Funktionen

Es gibt folgende drei Kategorien von Stopp-Funktionen:

- Stopp-Kategorie 0: Stillsetzen durch sofortiges Unterbrechen der Energiezufuhr zu den Maschinen-Antriebs-elementen (d. h. ein ungesteuertes Stillsetzen, siehe 3.71);

– Entwurf –

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

- Stopp-Kategorie 1: ein gesteuertes Stillsetzen (siehe 3.12), wobei die Energiezufuhr zu den Maschinen-Antriebsselementen beibehalten wird, um das Stillsetzen zu erzielen. Die Energiezufuhr wird erst dann unterbrochen, wenn der Stillstand erreicht ist;
- Stopp-Kategorie 2: ein gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energiezufuhr zu den Maschinen-Antriebsselementen beibehalten wird.

9.1.5 Betriebsarten

Jede Maschine kann eine oder mehrere Betriebsarten haben, die von der Art der Maschine und ihrer Anwendung bestimmt werden. Wenn durch eine Betriebsartenwahl eine gefährbringende Situation entstehen kann, muss eine unbefugte und/oder unbeabsichtigte Auswahl durch geeignete Mittel eingeschränkt werden (z. B. Schlüsselschalter, Zugangscode).

ANMERKUNG Die Anwendung dieser Mittel soll dazu dienen, den Zugang auf Elektrofachkräfte und unterwiesene Personen einzugrenzen und um zufällige Auswahl zu verhindern.

Die Betriebsartenwahl allein darf keinen Maschinenbetrieb auslösen. Dazu muss eine getrennte Betätigung der Startsteuerung erforderlich sein.

Für jede spezielle Betriebsart müssen die entsprechenden Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen erfüllt sein.

Eine Anzeige der gewählten Betriebsart muss vorgesehen werden (z. B. die Stellung eines Betriebsartenwahlschalters, eine Anzeigelampe, eine Bildschirm-Darstellung an der Benutzerschnittstelle).

9.1.6 Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen

Wo es notwendig ist, Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen aufzuheben (z. B. für Einricht- oder Instandhaltungsarbeiten), muss Schutz sichergestellt werden durch:

- Außer Funktion setzen aller anderen Betriebsarten (Steuerungsarten) und
- anderen zutreffende Mittel (siehe 4.11.9 in ISO 12100-2:2003), die z. B. von den Folgenden eine oder mehrere einschließen können:
 - Auslösen einer Bewegung durch Befehlsschalter mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) (hold-to-run) oder durch ähnliche Steuergeräte;
 - eine tragbare Bedienstation mit einem NOT-HALT-Gerät und wo angebracht, eine Zustimmungseinrichtung. Wo eine tragbare Bedienstation in Gebrauch ist, darf die Einleitung einer Bewegung nur von dieser Bedienstation aus möglich sein;
 - Begrenzung der Bewegungsgeschwindigkeit oder der Bewegungskraft;
 - Begrenzung des Bewegungsbereiches.

9.2 NOT-AUS

9.2.1 Allgemeines

Ausrüstungen müssen über einen NOT-AUS-Stromkreis verfügen, der bei Aktivierung die Ausrüstung in einen sicheren Stillsetzungszustand versetzt, ohne dabei zusätzliche Gefährdungen zu erzeugen.

AUSNAHME: Kein NOT-AUS-Stromkreis ist erforderlich für einphasige Ausrüstungen, die über eine Stecker/Steckdosen-Kombination mit einer Spannung kleiner als 250 V gegen Erde versorgt werden und die eine Leistungsaufnahme von nicht mehr als 2,4 kVA haben und nur elektrische Gefährdungen aufweisen.

ANMERKUNG 1 Ein sicherer Stillsetzungszustand umfasst die Abschaltung der Quellen mit gefährlicher Energie und die Beseitigung oder sachgemäße Aufnahme von gefährlichen Produktionsstoffen. Diese gefährlichen Energien und Stoffe umfassen und sind nicht begrenzt auf derartige, die elektrische, chemische, mechanische und Strahlungsgefährdungen verursachen können.

ANMERKUNG 2 NOT-AUS kann die Anforderungen an die NOT-HALT-Funktion erfüllen. Bei einigen Anwendungen kann es erforderlich sein, zusätzlich zum NOT-AUS noch NOT-HALT für Bewegungen vorzusehen.

9.2.2 Abzuschaltende Stromkreise

Die Aktivierung des NOT-AUS-Stromkreises muss alle gefährlichen Spannungen und alle gefährlichen Leistungen über 240 VA in der Ausrüstung abschalten, ausgenommen die Spannung und Leistung, die für die Funktion des NOT-AUS-Stromkreises und für das Rücksetzen nach einer NOT-AUS-Stillsetzung notwendig und in der elektrischen Hauptumhüllung enthalten sind.

AUSNAHME: Sicherheitsgerichtete Geräte (wie Brandbekämpfungsanlagen) und Computersysteme, die Datenerfassung ausführen, müssen vom NOT-AUS-Stromkreis nicht abgeschaltet werden.

9.2.3 Anforderungen an NOT-AUS-Stromkreise

Der NOT-AUS-Stromkreis:

- a) darf keine Bedienungselemente enthalten, mit denen er aufgehoben oder übergangen werden kann;
- b) darf keine Systeme wieder anschalten, die eine Gefährdungssituation beim Zurücksetzen des NOT-AUS-Gerätes erzeugen können;
- c) muss die Ausrüstung durch Abschalten der Steuerkomponenten stillsetzen;
- d) muss selbsteinrastend sein;
- e) muss nach 9.3.2 ausgelegt und seine Komponenten nach 4.2 ausgewählt sein.

9.2.4 Andere Betätigungen als NOT-AUS

9.2.4.1 Allgemeines

Die notwendigen Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen (z. B. Verriegelungen (siehe 9.3)) für sicheren Betrieb müssen vorgesehen werden.

Maßnahmen müssen ergriffen werden, um nach jedem Anhalten der Maschine eine unbeabsichtigte oder unerwartete Bewegung der Maschine zu verhindern (z. B. durch die Aufhebung eines gesperrten Zustandes, Fehler in der Energieversorgung, Batteriewechsel, Verlust von Steuersignalen bei kabellosen Steuerungen).

Wo eine Maschine mehr als eine Bedienstation hat, müssen Maßnahmen vorgesehen werden, um sicherzustellen, dass die Einleitung von Kommandos von verschiedenen Bedienstationen nicht zu einer Gefährdungssituation führt.

9.2.4.2 Start

Der Start eines Betriebes darf nur möglich sein, wenn alle entsprechenden Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen in der richtigen Stellung und betriebsbereit sind, ausgenommen für die in 9.2.4 beschriebenen Gegebenheiten.

An Maschinen, an denen für bestimmte Arbeitsgänge keine Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen angewendet werden können, muss die Handsteuerung solcher Arbeitsgänge, soweit anwendbar, durch Steuergeräte mit selbsttätiger Rückstellung und/oder Zustimmungseinrichtungen, erfolgen.

Es müssen geeignete Verriegelungskreise vorgesehen werden, um eine einwandfreie Anlauffolge sicherzustellen.

Im Fall von Maschinen, die mehr als eine Bedienstation erfordern, um einen Start einzuleiten, muss jede Bedienstation eine gesonderte, manuell betätigte Starteinrichtung haben. Die Bedingungen um einen Anlauf einzuleiten müssen sein:

- alle erforderlichen Bedingungen für den Maschinenbetrieb müssen erfüllt sein und
- alle Starteinrichtungen müssen in Ruhestellung (AUS) sein, dann

E DIN IEC 60204-33 (VDE 0113-33):2006-11

- müssen alle Starteinrichtungen gleichzeitig betätigt werden (siehe 3.6).

9.2.4.3 Stopp

Stoppfunktionen der Stopp-Kategorie 0 und/oder Stopp-Kategorie 1 und/oder Stopp-Kategorie 2 müssen vorgesehen werden, wie sie auf Grund der funktionalen Erfordernissen der Ausrüstung angegeben sind (siehe 4.1).

Stoppfunktionen müssen zugehörige Startfunktionen aufheben (siehe 9.2.5.2).

Das Rücksetzen der Stoppfunktion darf keine Gefährdungssituation verursachen.

Wo mehr als eine Bedienstation vorgesehen ist, müssen Stoppkommandos von jeder Bedienstation wirksam sein, soweit dies die Risikobeurteilung der Maschine erfordert.

9.2.5 Andere Steuerfunktionen

9.2.5.1 Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter)

Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung müssen eine ständige Betätigung der (des) Steuergeräte(s) erfordern, um einen Betrieb zu erreichen.

ANMERKUNG Die Funktion einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung kann auch mit Geräten für Zweihandschaltung realisiert werden.

9.2.5.2 Zweihandschaltung

In ISO 13851 sind drei Arten der Zweihandschaltung festgelegt, deren Auswahl von der Risikobeurteilung abhängt. Sie müssen die folgenden Merkmale aufweisen:

Typ I: Dieser Typ erfordert:

- die Bereitstellung von zwei Bediengeräten und deren gleichzeitige Betätigung durch beide Hände;
- dauernde gleichzeitige Betätigung während der gefahrbringenden Situation;
- die Beendigung des Maschinenbetriebes beim Loslassen entweder eines oder beider Bediengeräte, wenn die gefahrbringenden Situationen immer noch vorhanden sind.

Eine Typ-I-Zweihandsteuerung wird als nicht geeignet angesehen für die Einleitung von gefahrbringenden Arbeitsgängen.

Typ II: Eine Typ-I-Steuerung, die das Loslassen beider Bediengeräte erfordert, bevor ein Maschinenbetrieb wieder gestartet werden kann.

Typ III: Eine Typ-II-Steuerung, die eine gleichzeitige Betätigung der Bediengeräte wie folgt erfordert:

- es muss notwendig sein, die Bediengeräte innerhalb einer bestimmten Zeitspanne von nicht mehr als 0,5 s zueinander zu betätigen;
- wenn diese Zeitspanne überschritten wird, müssen beide Bediengeräte losgelassen werden, bevor ein Maschinenbetrieb erneut eingeleitet werden kann.

9.2.5.3 Freigabesteuerung

Freigabesteuerung (siehe auch 10.9) ist eine manuell aktivierte Verriegelungsfunktion der Steuerung, die:

- 1) wenn sie betätigt wird, es erlaubt mit einer separaten Startsteuerung einen Maschinenbetrieb einzuleiten und
- 2) wenn sie nicht betätigt wird
 - i) eine Stoppfunktion einleitet und