

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung.....	13
1 Anwendungsbereich	16
2 Normative Verweisungen.....	17
3 Begriffe.....	19
4 Allgemeine Anforderungen	28
4.1 Allgemeine Betrachtungen.....	28
4.2 Auswahl der Ausrüstung.....	29
4.2.1 Allgemeines	29
4.2.2 Auswahl der Leistungsschütze	29
4.2.3 Elektrische Ausrüstung gemäß Reihe IEC 60439	29
4.3 Elektrische Versorgung.....	29
4.3.1 Allgemeines	29
4.3.2 Wechselstromversorgungen	30
4.3.3 Gleichstromversorgungen.....	30
4.3.4 Bordstromversorgung	31
4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen	31
4.4.1 Allgemeines	31
4.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	31
4.4.3 Umgebungstemperatur der Luft.....	32
4.4.4 Luftfeuchte	32
4.4.5 Höhenlage.....	32
4.4.6 Verschmutzungen	33
4.4.7 Ionisierende und nichtionisierende Strahlung.....	33
4.4.8 Vibration, Schock und Aufprall.....	33
4.5 Transport und Lagerung	33
4.6 Handhabungsvorrichtungen.....	33
4.7 Errichtung.....	33
5 Netzanschlüsse und Einrichtungen zum Trennen und Ausschalten	33
5.1 Netzanschlüsse.....	33
5.2 Klemme für den Anschluss an das externe Schutzerdungssystem	34
5.3 Einrichtungen zum Trennen und Schalten der Einspeisung	34
5.3.1 Allgemeines	34
5.3.2 Arten	35
5.3.3 Anforderungen	36
5.3.4 Bedienungsvorrichtung	37
5.3.5 Netzanschlusschalter.....	37

5.3.6	Kran-Trennschalter	38
5.3.7	Kranschalter	39
5.3.8	Sonderstromkreise	40
5.4	Ausschalteinrichtungen zur Verhinderung von unerwartetem Anlauf	40
5.5	Einrichtungen zum Trennen (Freischalten) der elektrischen Ausrüstung	41
5.6	Schutz vor unbefugtem, unbeabsichtigtem und/oder irrtümlichem Schließen	42
6	Schutz gegen elektrischen Schlag	42
6.1	Allgemeines	42
6.2	Schutz gegen direktes Berühren	42
6.2.1	Allgemeines	42
6.2.2	Schutz durch Gehäuse	43
6.2.3	Schutz durch Isolierung aktiver Teile	44
6.2.4	Schutz gegen Restspannungen	44
6.2.5	Schutz durch Abdeckungen	44
6.2.6	Schutz durch Abstand oder durch Hindernisse	44
6.3	Schutz bei indirektem Berühren	45
6.3.1	Allgemeines	45
6.3.2	Verhinderung des Auftretens einer gefahrbringenden Berührungsspannung	45
6.3.3	Schutz durch automatische Abschaltung der Einspeisung	45
6.4	Schutz durch PELV	46
6.4.1	Allgemeine Anforderungen	46
6.4.2	Stromquellen für PELV	47
7	Schutz der Ausrüstung	47
7.1	Allgemeines	47
7.2	Überstromschutz	47
7.2.1	Allgemeines	47
7.2.2	Netzanschlussleitung	48
7.2.3	Hauptstromkreise	48
7.2.4	Steuerstromkreise	48
7.2.5	Steckdosenstromkreise und ihre zugehörigen Leiter	48
7.2.6	Beleuchtungsstromkreise	48
7.2.7	Transformatoren	49
7.2.8	Anordnung von Überstromschutzeinrichtungen	49
7.2.9	Überstromschutzeinrichtungen	49
7.2.10	Bemessungs- und Einstellwerte der Überstromschutzeinrichtungen	49
7.3	Schutz von Motoren gegen unzulässige Erwärmung	50
7.3.1	Allgemeines	50
7.3.2	Überlastschutz	50

	Seite
7.3.3	Übertemperaturschutz 50
7.3.4	Schutz durch Strombegrenzung 51
7.4	Schutz gegen anormale Temperaturen 51
7.5	Schutz gegen Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr 51
7.6	Schutz gegen Motorüberdrehzahl..... 51
7.7	Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz..... 52
7.8	Drehfeldüberwachung..... 52
7.9	Schutz gegen Überspannungen durch Schalthandlungen und Blitzschlag..... 52
8	Potentialausgleich..... 53
8.1	Allgemeines 53
8.2	Schutzleitersystem..... 54
8.2.1	Allgemeines 54
8.2.2	Schutzleiter 55
8.2.3	Kontinuität des Schutzleitersystems..... 55
8.2.4	Verbot von Schaltgeräten im Schutzleitersystem..... 56
8.2.5	Teile, die nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden brauchen 56
8.2.6	Schutzleiter-Anschlusspunkte..... 57
8.2.7	Zusätzliche Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich für elektrische Ausrüstung mit Erdableitströmen größer als 10 mA AC oder DC..... 57
8.3	Funktionspotentialausgleich 58
8.4	Maßnahmen, um die Auswirkungen hoher Ableitströme zu begrenzen..... 58
9	Steuerstromkreise und Steuerfunktionen 58
9.1	Steuerstromkreise..... 58
9.1.1	Versorgung von Steuerstromkreisen 58
9.1.2	Steuerspannungen 58
9.1.3	Überstromschutz..... 58
9.2	Steuerfunktionen..... 59
9.2.1	Start-Funktionen 59
9.2.2	Stopp-Funktionen 59
9.2.3	Betriebsarten..... 59
9.2.4	Aufhebung von technischen Schutzmaßnahmen..... 59
9.2.5	Betrieb..... 60
9.2.6	Andere Steuerfunktionen 62
9.2.7	Drahtlose Steuerungen..... 63
9.3	Schutzverriegelungen 66
9.3.1	(Wieder)Schließen oder Rückstellen einer verriegelten Schutzeinrichtung 66
9.3.2	Überschreiten von Betriebsgrenzen 66
9.3.3	Betrieb von Hilfseinrichtungen..... 66

9.3.4	Verriegelung zwischen verschiedenen Betriebsfunktionen und für gegenläufige Bewegungen.....	66
9.3.5	Gegenstrombremsung.....	67
9.4	Steuerfunktionen im Fehlerfall.....	67
9.4.1	Allgemeine Anforderungen.....	67
9.4.2	Maßnahmen zur Risikoverminderung im Fehlerfall.....	68
9.4.3	Schutz gegen fehlerhaften Betrieb durch Erdschlüsse, Spannungsunterbrechungen und Verlust der Durchgängigkeit eines Stromkreises	69
9.4.4	Schutz bei Fehlfunktionen von Drehzahlsteuerungen.....	71
10	Bedienerschnittstelle und auf dem Hebezeug montierte Steuergeräte.....	71
10.1	Allgemeines	71
10.1.1	Allgemeine Anforderungen an Geräte.....	71
10.1.2	Anordnung und Montage.....	71
10.1.3	Schutz.....	72
10.1.4	Wegfühler	72
10.1.5	Tragbare und herabhängende Bedienstationen.....	72
10.2	Drucktaster	72
10.2.1	Farben	72
10.2.2	Kennzeichnung.....	73
10.3	Anzeigeleuchten und Anzeigen.....	74
10.3.1	Allgemeines	74
10.3.2	Farben	74
10.3.3	Blinksignale	75
10.4	Leuchtdrucktaster	75
10.5	Drehbare Steuergeräte.....	75
10.6	Starteinrichtungen	75
10.7	Geräte für NOT-HALT	75
10.7.1	Lage der Geräte für NOT-HALT	75
10.7.2	Arten von NOT-HALT-Geräten.....	76
10.7.3	Farbe der Bedienteile	76
10.7.4	Betätigung des Netzanschlussschalters und des Kran-Trennschalters vor Ort, um NOT-HALT zu bewirken	76
10.8	Geräte für NOT-AUS	76
10.8.1	Lage der Geräte für NOT-AUS.....	76
10.8.2	Arten von NOT-AUS-Geräten.....	77
10.8.3	Farbe der Bedienteile	77
10.8.4	Betätigung des Netzanschlussschalters und des Kran-Trennschalters vor Ort, um NOT-AUS zu bewirken	77
10.9	Geräte zur Steuerungsfreigabe	77
11	Schaltgeräte: Anordnung, Aufbau und Gehäuse.....	78

	Seite
11.1	Allgemeine Anforderungen 78
11.2	Anordnung und Aufbau 78
11.2.1	Zugänglichkeit und Instandhaltung 78
11.2.2	Räumliche Trennung oder Gruppenbildung 78
11.2.3	Wärmewirkungen 79
11.3	Schutzgrade 79
11.4	Gehäuse, Türen und Öffnungen 80
11.5	Zugang zu Schaltgeräten 81
11.5.1	Allgemeines 81
11.5.2	Zugang zu Gängen 81
11.5.3	Gänge vor Schaltgeräten und Schaltanlagen 81
11.5.4	Einengungen von Gängen und Türen 81
12	Leiter, Kabel und Leitungen 82
12.1	Allgemeine Anforderungen 82
12.2	Leiter 82
12.3	Isolierung 84
12.4	Strombelastbarkeit im Normalbetrieb 84
12.5	Spannungsfall 86
12.6	Flexible Leitungen 86
12.6.1	Allgemeines 86
12.6.2	Mechanische Bemessung 86
12.6.3	Strombelastbarkeit von aufgetrommelten Leitungen 87
12.7	Schleifleitungen und Schleifringkörper 87
12.7.1	Schutz gegen direktes Berühren 87
12.7.2	Schutzleitersystem 89
12.7.3	Schutzleiter-Stromabnehmer 89
12.7.4	Abklappbare Stromabnehmer mit Trennschalterfunktion 89
12.7.5	Luftstrecken 89
12.7.6	Kriechstrecken 89
12.7.7	Schleifleitungsabschnitte 89
12.7.8	Konstruktion und Errichtung der Schleifleitungen und Schleifringkörper 90
13	Verdrahtungstechnik 90
13.1	Anschlüsse und Leitungsverlauf 90
13.1.1	Allgemeine Anforderungen 90
13.1.2	Trassen für Leiter, Kabel und Leitungen 91
13.1.3	Leiter von verschiedenen Stromkreisen 91
13.1.4	Verbindung zwischen dem Aufnehmer und seinem zugeordneten Umformer eines induktiven Energieversorgungssystems 91
13.2	Identifizierung von Leitern 91

13.2.1	Allgemeine Anforderungen	91
13.2.2	Identifizierung des Schutzleiters.....	92
13.2.3	Identifizierung des Neutralleiters	92
13.2.4	Identifizierung durch Farbe.....	92
13.3	Verdrahtung innerhalb von Gehäusen	93
13.4	Verdrahtung außerhalb von Gehäusen	93
13.4.1	Allgemeine Anforderungen.....	93
13.4.2	Äußere Leitungskanäle.....	93
13.4.3	Verbindung zum Hebezeug und zu sich bewegenden Teilen auf dem Hebezeug	94
13.4.4	Verbindung zwischen Geräten auf dem Hebezeug.....	95
13.4.5	Stecker/Steckdosen-Kombinationen	95
13.4.6	Demontage für den Versand	96
13.4.7	Zusätzliche Leiter	96
13.5	Leitungskanäle, Verbindungskästen und andere Kästen.....	97
13.5.1	Allgemeine Anforderungen.....	97
13.5.2	Prozentuale Füllung von Kanälen	97
13.5.3	Starre metallene Elektroinstallationsrohre und deren Verbindungen.....	97
13.5.4	Flexible metallene Elektroinstallationsrohre und deren Verbindungen.....	98
13.5.5	Flexible nichtmetallene Elektroinstallationsrohre und deren Verbindungen	98
13.5.6	Zu öffnende Elektroinstallationskanäle.....	98
13.5.7	Einbauräume in Hebezeugen und zu öffnende Elektroinstallationskanäle.....	98
13.5.8	Anschluss- und sonstige Kästen	98
13.5.9	Motoranschlusskästen.....	98
14	Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung.....	99
14.1	Allgemeine Anforderungen.....	99
14.2	Motorgehäuse.....	99
14.3	Motorabmessungen.....	99
14.4	Motoranordnung und -einbauräume.....	99
14.5	Kriterien für die Motorauswahl.....	99
14.6	Schutzgeräte für mechanische Bremsen	100
14.7	Elektrisch betätigte mechanische Bremsen	100
15	Zubehör und Beleuchtung	100
15.1	Zubehör	100
15.2	Örtliche Beleuchtung auf Hebezeugen und für die Ausrüstung	101
15.2.1	Allgemeines	101
15.2.2	Versorgung.....	101
15.2.3	Schutz.....	101
15.2.4	Leuchten.....	101

	Seite
16 Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen)	102
16.1 Allgemeines	102
16.2 Warnschilder	102
16.2.1 Gefährdung durch elektrischen Schlag	102
16.2.2 Gefährdung durch heiße Oberflächen	102
16.3 Funktionskennzeichnung	102
16.4 Kennzeichnung der Steuerausrüstung	103
16.5 Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen)	103
17 Dokumentation	103
17.1 Allgemeines	103
17.2 Erforderliche Angaben	104
17.3 Anforderungen an alle Unterlagen	104
17.4 Unterlagen für die Errichtung	105
17.5 Übersichtspläne und Funktionspläne	105
17.6 Stromlaufpläne	106
17.7 Betriebshandbuch	106
17.8 Handbuch für Instandhaltung	106
17.9 Stückliste	106
18 Prüfungen	107
18.1 Allgemeines	107
18.2 Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung	107
18.2.1 Allgemeines	107
18.2.2 Prüfverfahren in TN-Systemen	107
18.2.3 Anwendung der Prüfverfahren in TN-Systemen	108
18.3 Isolationswiderstandsprüfungen	111
18.4 Spannungsprüfungen	111
18.5 Schutz gegen Restspannungen	111
18.6 Funktionsprüfungen	111
18.7 Nachprüfungen	111
Anhang A (normativ) Schutz gegen indirektes Berühren in TN-Systemen	112
Anhang B (informativ) Fragebogen für die elektrische Ausrüstung von Hebezeugen	116
Anhang C (informativ) Strombelastbarkeit und Überstromschutz für Leiter, Kabel und Leitungen in der elektrischen Ausrüstung von Maschinen	120
Anhang D (informativ) Leiterauswahl für Aussetzbetrieb	125
Anhang E (informativ) Erläuterung der Funktionen für Handlungen im Notfall	129
Anhang F (informativ) Vergleich typischer Leiterquerschnitte	130
Literaturhinweise	132
Stichwortverzeichnis	135

Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	139
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinien	143
Anhang ZZA (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinie 98/37/EG	143
Anhang ZZB (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinie 2006/42/EG	144

Bilder

Bild 1 – Blockdiagramm von im Verbund arbeitenden Kranen eines typischen Güterumschlagsystems in einem Seehafen	14
Bild 2 – Blockdiagramm eines typischen Krans mit seiner elektrischen Ausrüstung	15
Bild 3 – Beispiele für Energieversorgungssysteme	36
Bild 4 – Beispiel des Potentialausgleichs für die elektrische Ausrüstung eines Hebezeuges	54
Bild 5 – Schutz gegen Fehlfunktionen durch Erdschlüsse – Methode a)	70
Bild 6 – Schutz gegen Fehlfunktionen durch Erdschlüsse – Methode b)	70
Bild 7 – Grenzen des Handbereichs	88
Bild A.1 – Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz	115
Bild C.1 – Methoden der Leiter-, Kabel- und Leitungsverlegung unabhängig von der Anzahl der Leiter/Kabel oder Leitungen	121
Bild C.2 – Kennwerte der Leiter und Schutzgeräte	123
Bild D.1 – Ein Beispiel von Strom und Zeit der Abschnitte des Betriebsspieles eines Hubmotors mit drehzahlveränderbarem Drehstromantrieb	127

Tabellen

Tabelle 1 – Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters aus Kupfer	34
Tabelle 2 – Farbkodierung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung	73
Tabelle 3 – Symbole für Drucktaster	74
Tabelle 4 – Farben für Leuchtmelder und ihre Bedeutung in Bezug auf den Status des Hebezeuges	74
Tabelle 5 – Mindestquerschnitte für Kupferleiter	83
Tabelle 6 – Einteilung der Leiter	83
Tabelle 7 – Beispiel für die Strombelastbarkeit (I_z) von PVC-isolierten Kupferleitern oder -kabeln im Beharrungszustand in einer Umgebungstemperatur der Luft von +40 °C für verschiedene Verlegarten	85
Tabelle 8 – Reduktionsfaktoren für Trommelleitungen	87
Tabelle 9 – Minimal erlaubte Biegeradien für die Zwangsführung von flexiblen Leitungen	95
Tabelle 10 – Anwendung der Prüfverfahren für TN-Systeme	109
Tabelle 11 – Beispiele für die maximale Kabel-/Leitungslänge von jedem Schutzgerät bis zu seiner Last	110
Tabelle A.1 – Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen	112
Tabelle C.1 – Korrekturfaktoren	120
Tabelle C.2 – Reduktionsfaktoren von I_z bei Häufung von Kabeln und Leitungen	122

Tabelle C.3 – Reduktionsfaktoren von I_z für Mehraderkabel/-leitungen bis zu 10 mm ²	122
Tabelle C.4 – Maximal zulässige Leitertemperatur unter Normal- und Kurzschlussbedingungen.....	124
Tabelle D.1 – Korrekturfaktor für ein 10-min-Betriebsspiel.....	126
Tabelle D.2 – Thermische Zeitkonstante von Leitungen	126
Tabelle F.1 – Vergleich von Leitergrößen.....	130