

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	12
1 Anwendungsbereich	15
2 Normative Verweisungen	15
3 Begriffe und Abkürzungen	17
3.1 Begriffe	17
3.2 Abkürzungen.....	28
3.3 Vereinbarungen für Installationsprofile.....	30
4 Planung der Installation	30
4.1 Einführung	30
4.2 Planungsanforderungen	33
4.3 Leistungsfähigkeit des Netzes.....	36
4.4 Auswahl und Anwendung von Verkabelungskomponenten	41
4.5 Dokumentation der Verkabelungsplanung	65
4.6 Überprüfung der Verkabelungsplanungs-Spezifikation.....	66
5 Ausführung der Installation.....	66
5.1 Allgemeine Anforderungen	66
5.2 Kabelinstallation	66
5.3 Montage von Steckverbindern.....	74
5.4 Montage des Abschlusswiderstandes	75
5.5 Gerätemontage.....	76
5.6 Kennzeichnungen und Beschriftungen.....	76
5.7 Erdung und Potentialausgleich der Betriebsmittel, der Geräte und der geschirmten Verkabelung.....	76
5.8 Dokumentation des Verkabelungs-Istzustandes.....	82
6 Überprüfung der Installation und Abnahmeprüfung der Installation.....	82
6.1 Einführung	82
6.2 Überprüfung der Installation	83
6.3 Abnahmeprüfung der Installation	89
7 Systemverwaltung der Installation.....	94
7.1 Allgemeines	94
7.2 Tätigkeitsfelder der Systemverwaltung	95
7.3 Grundsätze der Systemverwaltung	95
7.4 Arbeitsabläufe.....	95
7.5 Kennzeichnung der Einbauorte	96
7.6 Kennzeichnung der Verkabelungskomponenten.....	96
7.7 Dokumentation	97
7.8 Besondere Anforderungen an die Systemverwaltung.....	97

	Seite
8	97
8.1	97
8.2	98
8.3	100
8.4	106
Anhang A (informativ) Einführung in die anwendungsneutrale Verkabelung von Industrieanlagen.....	107
Anhang B (informativ) Die Beschreibungsmethodik MICE	108
B.1	108
B.2	108
B.3	109
B.3.1	109
B.3.2	110
B.4	111
B.5	113
Anhang C (informativ) Netztopologien	116
C.1	116
C.2	116
C.3	116
C.4	116
C.5	116
C.5.1	116
C.5.2	116
C.5.3	116
C.6	117
C.7	117
Anhang D (informativ) Tabelle der Steckverbinder	118
Anhang E (informativ) Stromversorgungsnetz im Hinblick auf elektromagnetische Störungen – TNC-C- und TN-S-Netze	124
Anhang F (informativ) Umrechnungstabelle mm ² in AWG.....	126
Anhang G (informativ) Checkliste zur Überprüfung der Kabelinstallation	127
G.1	127
G.2	127
G.3	130
Anhang H (informativ) Kontaktbelegung für Steckverbinder und Kabel	132
H.1	132
H.2	132
H.2.1	132
H.2.2	133
H.2.3	133

	Seite
H.2.4 8-polige modulare Steckverbinder, gekreuzte Anschlussleitungen.....	134
H.2.5 Direkte Umsetzung einer Steckverbinderfamilie auf eine andere	135
H.2.6 Gekreuzte Umsetzung einer Steckverbinderfamilie auf eine andere	136
Anhang I (informativ) Anleitung zum Anschluss von Kabeln	137
I.1 Einführung	137
I.2 Anleitung zum Anschluss geschirmter, verdrellter Kabel an 8-polige Modularsteckverbinder.....	137
I.3 Anleitung zum Anschluss ungeschirmter, verdrellter Kabel an 8-polige Modularsteckverbinder	139
I.4 Anleitung zum Anschluss von M12-4 D-kodierten Steckverbindern	140
I.5 Anleitung zum Anschluss von Lichtwellenleiterkabeln	143
Anhang J (informativ) Empfehlungen zur Leistungscharakteristik von Wanddurchführungen und von Übertragungstrecken mit mehr als 4 Steckverbindungen.....	144
J.1 Einführung	144
J.2 Empfehlungen	144
Anhang K (informativ) Prüfen der Datenübertragung in Feldbussen	146
K.1 Hintergrund.....	146
K.2 Erlaubte Fehlerraten für Steuerungssysteme.....	146
K.2.1 Bit-Fehler	146
K.2.2 Burst-Fehler	146
K.3 Testen der Übertragungstrecke	147
K.4 Prüfen von Kabelparametern.....	147
K.4.1 Allgemeines	147
K.4.2 Prüfen anwendungsneutraler Verkabelung	148
K.4.3 Prüfen der Feldbusverkabelung	148
K.5 Prüfen der Datenübertragungsrate für Feldbusse.....	148
K.5.1 Allgemeines	148
K.5.2 Feldbusprüfung.....	148
K.5.3 Planung der Prüfungen der Datenübertragungsrate für Feldbusse	148
K.5.4 Formular für den Prüfbericht.....	149
K.5.5 Akzeptierte Werte der Leistungsfähigkeit für Feldbusse.....	149
Anhang L (informativ) Verantwortlichkeit bei der Installation von Kommunikationsnetzen.....	150
L.1 Einführung	150
L.2 Verantwortlichkeiten für die Installationsarbeiten	150
L.3 Verantwortlichkeitstabelle für die Installationsarbeit.....	150
Anhang M (informativ) Handelsnamen der Kommunikationsprofile	151
Anhang N (informativ) Messtechnische Überprüfungen.....	153
N.1 Allgemeines	153
N.2 Messungen des Gleichstromwiderstands.....	153
N.2.1 Zweck der Prüfung	153
N.2.2 Annahmen	153

	Seite
N.2.3 Messungen	153
N.2.4 Berechnungen.....	155
N.2.5 Messergebnisse.....	155
Literaturhinweise	159
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	162
Bilder	
Bild 1 – Lebenszyklus der Installation eines industriellen Netzes.....	13
Bild 2 – Netzinstallation: Beziehungen zwischen den europäischen Normen	14
Bild 3 – Struktur einer anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung mit Anschluss an eine Automatisierungszelle.....	30
Bild 4 – Anschluss einer Automatisierungszelle an eine anwendungsneutrale Kommunikationsverkabelung.....	31
Bild 5 – Automatisierungszellen	31
Bild 6 – Externe Anbindungen einer Automatisierungszelle	32
Bild 7 – Wie man den Umweltbedingungen gerecht wird	35
Bild 8 – Wie Verbesserung, Isolation und Trennung zusammenarbeiten.....	35
Bild 9 – Grundsätzliche physikalische Topologien passiver Netze.....	36
Bild 10 – Grundsätzliche physikalische Topologien aktiver Netze.....	37
Bild 11 – Beispiel einer Kombination von grundsätzlichen Topologien	37
Bild 12 – Basis-Referenzimplementierung.....	48
Bild 13 – Erweiterte Referenzimplementierung.....	49
Bild 14 – Auswahl der Verfahren zu Erdung und Potentialausgleich.....	56
Bild 15 – Ausführung der Erdung beim vermaschten Potentialausgleich	58
Bild 16 – Ausführung der Erdung beim sternförmigen Potentialausgleich	59
Bild 17 – Schematische Darstellung eines Feldgerätes mit direkter Erdung.....	60
Bild 18 – Schematische Darstellung eines Feldgerätes mit Erdung über einen parallelen RC- Schaltkreis	60
Bild 19 – Aufstecken eines Kantenschutzes	68
Bild 20 – Nutzung einer Abrollvorrichtung und Vermeidung von Schleifen	69
Bild 21 – Vermeidung von Verdrehen	69
Bild 22 – Sicherstellen, dass der kleinste zulässige Biegeradius nicht unterschritten wird.....	70
Bild 23 – Nicht an einzelnen Adern ziehen	70
Bild 24 – Verwendung von Kabelschellen mit großer (breiter) Oberfläche.....	70
Bild 25 – Kabelverschraubung mit Knickschutz	71
Bild 26 – Spiralrohr.....	71
Bild 27 – Getrennte Kabelführungen.....	74
Bild 28 – Oberflächenvorbereitung für elektromechanische Erdungs- und Potentialausgleichsverbindungen.....	77
Bild 29 – Einsatz flexibler Potentialausgleichsbänder an beweglichen Kabelführungen.....	78
Bild 30 – Beispiel einer isolierten Sammelschiene	79

	Seite
Bild 31 – Beispiel eines Isolators für die Montage von Hutschienen.....	79
Bild 32 – Schirmerdung über parallele RC-Kombination.....	80
Bild 33 – Direkte Schirmerdung.....	80
Bild 34 – Beispiele für den Anschluss des Schirms.....	81
Bild 35 – Variante 1 einer abgewandelten Schirmerdung.....	81
Bild 36 – Variante 2 einer abgewandelten Schirmerdung.....	82
Bild 37 – Vorgehensweise zur Durchführung der Netzüberprüfung.....	84
Bild 38 – Prüfung der Erdungsverbindungen.....	85
Bild 39 – Kontaktbelegung und Verschaltung der Paare für zwei 8-polige IEC 60603-7- Steckverbinder und 4-polige IEC 60603- auf IEC 61076-2-101-Steckverbinder.....	88
Bild 40 – Zwei Paare im 8-poligen modularen Steckverbinder.....	88
Bild 41 – Vertauschtes, getrenntes und verpoltes Paar.....	88
Bild 42 – Vorgehensweise zur Durchführung der messtechnischen Überprüfung.....	90
Bild 43 – Schematische Darstellung der Übertragungsstrecke.....	91
Bild 44 – Schematische Darstellung der Installationsstrecke.....	91
Bild 45 – Instandhaltung des Kommunikationsnetzes.....	99
Bild 46 – Vorgehensweise bei der Fehlersuche.....	105
Bild 47 – Fehlersuche ohne besondere Werkzeuge.....	106
Bild B.1 – MICE-Klassifizierungen.....	108
Bild B.2 – Beispiele von MICE-Bereichen.....	109
Bild B.3 – Verbesserung, Isolierung und Trennung.....	109
Bild B.4 – Erstes Beispiel für Abhilfemaßnahmen.....	110
Bild B.5 – Zweites Beispiel für Abhilfemaßnahmen.....	111
Bild B.6 – Frequenzbereiche der Störaussendung gewöhnlicher Maschinen in der Industrie.....	111
Bild B.7 – Beispiel von zu wählendem Abstand bei schnellen, transienten elektrischen Störgrößen.....	113
Bild E.1 – Vier-Leiter-Netz (TN-C).....	124
Bild E.2 – Fünf-Leiter-Netz (TN-S).....	125
Bild H.1 – Anschlussleitung M12-4 D-kodiert, direkte Verbindung.....	132
Bild H.2 – Anschlussleitung M12-4 D-kodiert, gekreuzte Verbindung.....	133
Bild H.3 – Anschlussleitung 8-polig modular.....	133
Bild H.4 – Anschlussleitung 8-polig modular gekreuzt.....	134
Bild H.5 – Umsetzung von M12-4 auf 8-polig modular.....	135
Bild H.6 – Gekreuzte Umsetzung von M12 auf 8-polig modular.....	136
Bild I.1 – Absetzen des Kabelmantels.....	137
Bild I.2 – Vorbereitung eines Typ-A-Kabels.....	138
Bild I.3 – 8-poliger modularer Steckverbinder.....	138
Bild I.4 – Einführen der Kabel in den Steckverbinder.....	139
Bild I.5 – Krimpen des Steckverbinders.....	139
Bild I.6 – Vorbereitung eines Kabels für eine Typ-A-Verdrahtung.....	140

	Seite
Bild I.7 – Teile eines M12-Steckverbinders.....	141
Bild I.8 – Kabelvorbereitung	141
Bild I.9 – Kabeleinführung, Mutter und Hülle des Steckers auf dem Kabel	141
Bild I.10 – Vorbereitung der Leiter	141
Bild I.11 – Kabelmantel entfernen.....	141
Bild I.12 – Vorbereitung des Schirms.....	142
Bild I.13 – Vorbereitung der Adern.....	142
Bild I.14 – Montage der Adern im Stecker	142
Bild I.15 – Zusammenbau des Steckers	142
Bild I.16 – Verschrauben des Steckers.....	143
Bild N.1 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zu Ader	153
Bild N.2 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zum Schirm	154
Bild N.3 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zum Schirm	154
Bild N.4 – Widerstandsmessung zum Auffinden von Kurzschlüssen	154
Bild N.5 – Widerstandsmessung zwischen Ader 1 und Ader 2.....	154
Bild N.6 – Prüfung des Gleichstromwiderstands eines Kabels.....	156
Bild N.7 – Schlussfolgerungen hinsichtlich Unterbrechungen und Kurzschlüssen.....	157
Bild N.8 – Bestimmung des Wertes für den Abschlusswiderstand	158
Tabellen	
Tabelle 1 – Grundsätzliche Netzkenngroße einer nicht-Ethernet-basierten symmetrischen Verkabelung	38
Tabelle 2 – Netzkenngroßen für Ethernet-basierte symmetrische Verkabelung	39
Tabelle 3 – Netzkenngroßen für Lichtwellenleiterverbindungen.....	40
Tabelle 4 – Informationen zu Kupferkabeln: festverlegte Kabel	42
Tabelle 5 – Informationen zu Kupferkabeln: Anschlussleitungen	43
Tabelle 6 – Informationen zu Lichtwellenleitern.....	44
Tabelle 7 – Steckverbinder für Ethernet-basierte Kommunikationsprofile mit symmetrischem Kupferkabel	46
Tabelle 8 – Steckverbinder für nicht-Ethernet-basierte Kommunikationsprofile mit Kupferkabel.....	46
Tabelle 9 – Steckverbinder für Lichtwellenleiter	46
Tabelle 10 – Gleichungen für die Basis-Referenzimplementierung.....	48
Tabelle 11 – Gleichungen für die erweiterte Referenzimplementierung.....	50
Tabelle 12 – Korrekturfaktor Z für Betriebstemperaturen oberhalb 20°C	50
Tabelle 13 – Querschnitt und Länge von Ausgleichs- und Erdungsleitern.....	55
Tabelle 14 – Querschnitt von Potentialausgleichsleitern	57
Tabelle 15 – Oberflächenschutz von Potentialausgleichsleitern	57
Tabelle 16 – Arten von Stromkreisen und Abstände	64
Tabelle 17 – Parameter für symmetrische Kabel.....	67
Tabelle 18 – Parameter für Glas-Lichtwellenleiter	67
Tabelle 19 – Parameter für POF-Lichtwellenleiter	67

	Seite
Tabelle 20 – Parameter für Polymermantel (hard-clad-silica)-Lichtwellenleiter	68
Tabelle 21 – Typische Probleme in einem Netz mit symmetrischer Verkabelung	102
Tabelle 22 – Typische Probleme eines Netzes mit Lichtwellenleitern.....	103
Tabelle B.1 – Beispiel 1 für angestrebte MICE-Umgebung	110
Tabelle B.2 – Beispiel 2 für angestrebte MICE-Umgebung	110
Tabelle B.3 – Beziehung zwischen störaussendenden Geräten und der „E“-Klassifizierung	112
Tabelle B.4 – Kopplungsmechanismus für jedes störaussendende Gerät.....	113
Tabelle B.5 – MICE-Festlegung.....	114
Tabelle D.1 – Vereinbarungen zum Farbcode in der Tabelle der Steckverbinder	118
Tabelle D.2 – Tabelle der Steckverbinder	119
Tabelle F.1 – Angenäherte Umrechnung für übliche Kabelquerschnitte	126
Tabelle G.1 – Checkliste zur Überprüfung der Installation von Kupferkabeln.....	127
Tabelle G.2 – Checkliste für Messungen an Erdung und Potentialausgleich.....	128
Tabelle G.3 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.1 und Tabelle G.2.....	129
Tabelle G.4 – Checkliste für besondere Prüfungen bei nicht-Ethernet-basierten Kommunikationsprofilen	129
Tabelle G.5 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.4.....	129
Tabelle G.6 – Checkliste zur Überprüfung von Lichtwellenleiterübertragungsstrecken.....	130
Tabelle G.7 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.6.....	131
Tabelle H.1 – Kontaktbelegung für M12-4 D-kodierte Steckverbinder	132
Tabelle H.2 – Kontaktbelegung für gekreuzte M12-M12-Steckverbindung.....	133
Tabelle H.3 – Kontaktbelegung für 8-polig modulare Steckverbinder	134
Tabelle H.4 – Kontaktbelegung für 8-polig modulare Steckverbinder (gekreuztes Kabel).....	135
Tabelle H.5 – Kontaktbelegung für Umsetzer.....	136
Tabelle H.6 – Kontaktbelegung für Umsetzer M12-4 auf 8-polig modular	136
Tabelle J.1 – Anforderungen an die Übertragung bei mehr als 4 Steckverbindungen in einer Übertragungsstrecke	145
Tabelle M.1 – Handelsnamen von Kommunikationsprofilen (CP) und Kommunikationsprofilfamilien (CPF)	151