

DIN EN 61158-2

ICS 35.100.10; 35.160

Einsprüche bis 2013-03-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61158-2:2011-09**Entwurf****Industrielle Kommunikationsnetze –
Feldbusse –****Teil 2: Spezifikation und Dienstfestlegungen des Physical Layer
(Bitübertragungsschicht)
(IEC 65C/697/CDV:2012);
Englische Fassung FprEN 61158-2:2012, nur auf CD-ROM**

Industrial communication networks –
Fieldbus specifications –
Part 2: Physical layer specification and service definition
(IEC 65C/697/CDV:2012);
English version FprEN 61158-2:2012, only on CD-ROM

Réseaux de communication industriels –
Spécifications des bus de terrain –
Partie 2: Spécification de couche physique et définition des services
(CEI 65C/697/CDV:2012);
Version anglaise FprEN 61158-2:2012, seulement en CD-ROM

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-12-17 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

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 491 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Englische Fassung des europäischen Dokuments FprEN 61158-2:2012 „Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 2: Spezifikation und Dienstfestlegungen des Physical Layer (Bitübertragungsschicht)“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 65C/697/CDV:2012 „Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition“ unverändert in den Entwurf FprEN 61158-2:2012 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65C „Industrial networks“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 956 „Feldbus“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für den vorliegenden Normentwurf erfüllt.

Da sich die Benutzer des vorliegenden Normentwurfs der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der FprEN 61158-2 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA des vorliegenden Normentwurfs hinzugefügt. Für viele der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Dieser Normentwurf steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Es ist vorgesehen, auch bei der entsprechenden zukünftigen Deutschen Norm auf die deutsche Sprachfassung zu verzichten und diese in der englischsprachigen Fassung zu veröffentlichen.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Erklärung zu Schutzrechten

Die Internationale Elektrotechnische Kommission macht darauf aufmerksam, dass ihr gegenüber erklärt wurde, dass die Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Norm-Inhalt die Anwendung von Patenten erforderlich machen könnte. Nähere Informationen hierzu befinden sich im Abschnitt 0.5 der vorliegenden Norm.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass Bestandteile der vorliegenden Norm Gegenstand von weiteren Patentrechten sein können. Es liegt nicht im Verantwortungsbereich der DKE, einige oder alle dieser Patentrechte zu benennen.

Der Leser der vorliegenden Norm wird jedoch gebeten, ihm bekannte derartige Patentrechte der Geschäftsstelle mitzuteilen und entsprechende Informationen zur Verfügung zu stellen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61158-2:2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Spezifikation für Typ 20 in 3.12, 4.1.11, 4.2.11, 5.12, Abschnitt 34 und Anhang T hinzugefügt;
- b) Spezifikation für Typ 24 in 3.11, 4.2.10, 5.11, 6.9, 9.12, Abschnitt 33 und Anhang S hinzugefügt;
- c) den Inhalt des Abschnitts 17, also die Spezifikation für die funkgestützte Zugangsschnittstelle, entfernt;
- d) den Inhalt des Abschnitts 25, also die Spezifikation für die Busanschaltung mit EIA 232, gestrichen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC 7498 und die folgenden Begriffe.

3.1 Gemeinsame Begriffe

ANMERKUNG Viele Definitionen sind für mehr als einen Protokolltyp üblich; sie werden nicht zwangsläufig von allen Protokolltypen verwendet.

3.1.1

Aktivität

(en: activity)

an den Eingangsanschlüssen eines Feldbus-Gerätes vorhandenes Signal oder Rauschen, dessen Pegel über dem Schwellenwert des Empfängersignalpegels dieses Gerätes liegt

3.1.2

Schutzeinrichtung

(en: barrier)

physikalische Einheit, die den Strom oder die Spannung in einem Gefahrenbereich begrenzt, um die spezifischen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen

3.1.3

Bit

(en: bit)

Dateneinheit, die aus einer 0 oder 1 besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bit ist die kleinste Dateneinheit, die übertragen werden kann.

3.1.4**Bus****(en: bus)**

Bündelleitung und alle Geräte, die daran angeschlossen sind

3.1.5**Schnittstellensteckverbinder der Kabelanlage****(en: cable plant interface connector)****CPIC**

Punkt, an dem Prüf- und Konformitätsmessungen durchgeführt werden und welcher die Schnittstelle zwischen dem Gerät im Netz und der Kabelanlage ist

3.1.6**Datenübermittlungselement****(en: communication element)**

Teil eines Feldbus-Gerätes, welches mit weiteren Elementen Daten über den Bus austauscht

3.1.7**Steckverbinder****(en: connector)**

Kopplungseinrichtung, die zum Verbinden des Mediums eines Kreises oder Datenübermittlungselements mit dem eines anderen Kreises oder Datenübermittlungselements angewendet wird

3.1.8**Koppler****(en: coupler)**

physikalische Schnittstelle zwischen der Bündelleitung und einer Abzweigung oder zwischen Bündelleitung und Gerät

3.1.9**Datenübermittlungseinrichtung****DÜE****(en: Data Communications Equipment, DCE)**

Verkörperung des medien-, modulations- und kodierungsabhängigen Anteils eines an den Feldbus angeschlossenen Geräts, welche innerhalb des Geräts die unteren Teile der Bitübertragungsschicht umfasst

3.1.10**Datenendeinrichtung****DEE****(en: Data Terminal Equipment, DTE)**

Verkörperung des medien-, modulations- und kodierungsabhängigen Anteils eines an den Feldbus angeschlossenen Geräts, welche den obersten Teil der Bitsicherungsschicht und alle höheren Schichten innerhalb des Geräts umfasst

3.1.11**Dezibel (Milliwatt)****dB(mW)****(en: decibel (milliwatt), dB(mW))**

logarithmische Einheit der Leistung, bezogen auf 1 mW (Auch geschrieben als dBm.)

$$P_{dBm} = 10 \log (P_{mW})$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn PmW die gemessene Leistung in mW ist, dann ist PdBm die logarithmisch in dB(mW) oder äquivalent in dBm angegebene Leistung.

3.1.12**Trennzeichen****(en: delimiter)**

Kennzeichen, welches die Teile von Daten trennt und organisiert

3.1.13**Gerät****(en: device)**

an den Feldbus angeschlossene physikalische Instanz, die aus mindestens einem Datenübermittlungselement (dem Netzelement) besteht und die ein Steuerungselement und/oder ein Abschlusselement (Wandler, Schalt- und Stellgerät usw.) enthalten darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gerät darf mehr als einen Knoten enthalten.

3.1.14**eingekoppelte Wirkleistung****(en: effective launch power)**

mit einem Sender in den Kern eines Lichtwellenleiters eingekoppelte Wirkleistung. Diese Leistung wird mit einer Standardprüffaser gemessen, die an den CPIC angeschlossen ist

3.1.15**Wirkleistung****(en: effective power)**

die in dBm angegebene Differenz zwischen der gemessenen absoluten optischen Leistung in Milliwatt am zeitlichen Mittelpunkt des Hi-Pegels zur gemessenen absoluten optischen Leistung in Milliwatt am zeitlichen Mittelpunkt des Lo-Pegels

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Gegensatz zu herkömmlichen Messungen, wie Spitzen- oder Durchschnittsleistung, wird angenommen, dass die Wirkleistung eine genauere Messung der Bedingungen zulässt, durch welche die Empfänger beeinflusst werden. Die Messverfahren für die Wirkleistung sind Gegenstand weiterer Untersuchungen.

3.1.16**Fehler****(en: error)**

Nichtübereinstimmung zwischen einem berechneten, beobachteten oder gemessenen Wert oder Zustand und dem festgelegten oder theoretisch richtigen Wert oder Zustand

3.1.17**Extinktionsverhältnis****(en: extinction ratio)**

Verhältnis der in Milliwatt gemessenen absoluten optischen Leistung am zeitlichen Mittelpunkt des Hi-Pegels zu der in Milliwatt gemessenen absoluten optischen Leistung am zeitlichen Mittelpunkt des Lo-Pegels

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Folgenden wird ein Beispiel für die Berechnung der Wirkleistung und des Extinktionsverhältnisses gegeben. Wenn der Mittelpunkt des Hi-Pegels mit dem Ergebnis 105 µW gemessen wurde und wenn der Mittelpunkt des Lo-Pegels mit dem Ergebnis 5 µW gemessen wurde, dann beträgt die Differenz 100 µW. Die Wirkleistung beträgt $10 \log((100 \mu\text{W}) / 1 \text{ mW}) = -10,0 \text{ dBm}$. Das Extinktionsverhältnis beträgt (105/5), dies entspricht 21 : 1.

3.1.18**Lichtwellenleiter-Kabel****LWL-Kabel****(en: fiber optic cable)**

Kabel, welches einen oder mehrere Lichtwellenleiter enthält und welches mit einem Mantelwerkstoff versehen ist, welches die Handhabung erleichtert und die Lichtwellenleiter schützt

3.1.19**optischer Empfänger****LWL-Empfänger****(en: fiber optic receiver)**

Kombination aus optischen und elektronischen Bauelementen im Datenübermittlungsgerät, die das optische Signal aufnimmt, welches vom Datenübermittlungsgerät über den CPIC empfangen wurde

3.1.20**Betriebsbereich des optischen Empfängers****Betriebsbereich des LWL-Empfängers****(en: fiber optic receiver operating range)**

Bereich der optischen Leistung, der am CPIC vorhanden sein muss, damit die Spezifikationen zur Bitfehlerquote eingehalten werden

3.1.21**optischer Sender****LWL-Sender****(en: fiber optic transmitter)**

Einrichtung, die optische Signale emittiert, welche sich in einem Lichtwellenleiter durch den CPIC ausbreiten

3.1.22**Lichtwellenleiter****LWL****(en: fiber optic waveguide)**

flexible, optisch durchlässige Ader, die zum Transport optischer Signale von einem geografischen Punkt zu einem anderen geografischen Punkt verwendet wird

3.1.23**Rahmen****(en: frame)**

Gruppe von aufeinander folgenden Bit-Zeitschlitzten, in der die Position jedes Bit-Zeitschlitzes durch Bezug auf ein Rahmungssignal genau bestimmt werden kann

3.1.24**Eigensicherheit****(en: intrinsic safety)**

Entwurfsmethodik für eine Schaltung oder Gruppe von Schaltungen, in der unter normalen Betriebsbedingungen und unter festgelegten Fehlerbedingungen jeder Funken oder Wärmeeffekt nicht in der Lage ist, unter festgelegten Prüfbedingungen die Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre zu verursachen

3.1.25**Trennung****(en: isolation)**

physikalische und elektrische Anordnung der Teile eines Signalübertragungssystems, mit der elektrische Störströme innerhalb oder zwischen den Teilen verhindert werden

3.1.26**Dauerbelegung****(en: jabber)**

ununterbrochene Übertragung auf einem Medium aufgrund eines fehlerhaften Gerätes

3.1.27**Jitter****(en: jitter)**

Versatz der 50 %-Übergangspunkte auf den Impulsflanken von ihrer idealen Position, für den alle Ursachen in Frage kommen

3.1.28**Manchester-Codierung****(en: Manchester encoding)**

Verfahren, mit dem getrennte Daten- und Taktsignale zu einem einzigen, selbstsynchronisierenden Datenstrom kombiniert werden können, der für die Übertragung auf einem seriellen Kanal geeignet ist

3.1.29**Medium****(en: medium)**

Kabel, Lichtwellenleiter oder eine andere Einrichtung, mit der Kommunikationssignale zwischen zwei oder mehr Punkten übertragen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Teil von IEC 61158 wird „Medien“ nur als Plural von Medium verwendet.

3.1.30**Netzwerk****(en: network)**

alle Medien, Steckverbinder, Repeater, Router, Gateways und zugehörige Knoten-Datenübermittlungselemente, durch die eine bestimmte Gruppe von datenübermittelnden Geräten verbunden ist

3.1.31**Knoten****(en: node)**

Endpunkt eines Zweiges in einem Netzwerk oder ein Punkt, an dem sich ein Zweig oder mehrere Zweige treffen

3.1.32**aktiver LWL-Sternverteiler****(en: optical active star)**

aktives Bauelement, in dem das Signal von einer Eingangsfasern empfangen, verstärkt und an eine größere Anzahl von LWL-Ausgangsfasern zurückgesendet wird. Resynchronisierung des empfangenen Signals ist freigestellt

3.1.33**optische Abfallzeit****(en: optical fall time)**

Dauer, die ein Impuls braucht, um von 90 % der Wirkleistung auf 10 % der Wirkleistung zu fallen, festgelegt als prozentualer Anteil des Nennwerts der Bitzeit

3.1.34**passiver LWL-Sternverteiler****(en: optical passive star)**

passives Bauelement, in dem die Signale von den Eingangsfasern kombiniert und anschließend unter den LWL-Ausgangsfasern aufgeteilt werden

3.1.35**optische Anstiegszeit****(en: optical rise time)**

Dauer, die ein Impuls braucht, um von 10 % der Wirkleistung auf 90 % der Wirkleistung zu steigen, festgelegt als prozentualer Anteil des Nennwerts der Bitzeit

3.1.36**Scheitelwert der Emissionswellenlänge****(en: peak emission wavelength)** λ_p

Wellenlänge, bei der die abgestrahlte Lichtstärke am größten ist

3.1.37**Empfänger****(en: receiver)**

Empfangsschaltung eines Datenübermittlungselements

3.1.38**Repeater****(en: repeater)**

aktives, auf der Bitübertragungsschicht arbeitendes Bauelement mit zwei Anschlüssen für ein vorgegebenes Medium, das alle Signale empfängt und erneut sendet, um die Entfernung zu vergrößern und die Anzahl der Geräte zu erhöhen, an die gültige Signale übertragen werden können

3.1.39**Segment****(en: segment)**

Abschnitt des Bündelkabels eines Feldbusses, der mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Aufbau des Feldbus-Netzwerks werden die Segmente innerhalb einer logischen Verknüpfung durch Repeater und durch Brücken verbunden.

3.1.40**getrennt versorgtes Gerät****(en: separately powered device)**

Gerät, welches seine Betriebsversorgung nicht über die Feldbus-Signalleiter erhält

3.1.41**Schirm****(en: shield)**

geerdete metallene Umhüllung zur Begrenzung des elektrischen Feldes auf das Kabelinnere und/oder zum Schutz des Kabels vor äußeren elektrischen Beeinflussungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Metallmäntel, Bewehrungen und geerdete konzentrische Leiter können auch als Schirme dienen.

3.1.42**Abzweigung****(en: spur)**

Abzweigleitung (z. B. eine Verknüpfung zu einer größeren an einem Punkt auf ihrer Trasse), der ein Endstromkreis ist

ANMERKUNG In der englischen Fassung dieser Norm wird auch die alternative Benennung „drop cable“ verwendet.

3.1.43**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

Widerstand, der Leiterpaare an beiden Enden eines Drahtmedium-Segments verbindet, um zu verhindern, dass an den Enden des Kabels Reflexionen auftreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Typ 2 wird der Abschlusswiderstand in einen BNC- oder TNC-Stecker eingebaut.

3.1.44**Sendeempfänger****(en: transceiver)**

Kombination aus einer Sende- und Empfangseinrichtung in einem gemeinsamen Gehäuse, die für Senden und Empfangen gleiche Schaltungskomponenten verwenden

[IEEE Std 100-1996, modifiziert für Nicht-Funksendebetrieb]

Anmerkung 1 zum Begriff: Je nach Typ und Realisierung kann eine Medium-Anschlusseinheit der Sendempfangen sein oder kann den Sendempfangen enthalten.

3.1.45**Sender****(en: transmitter)**

Sendesaltung einer Datenübermittlungselements

3.1.46

Bündelleitung

(en: trunk)

Hauptleitung der Datenübermittlung, die die zentrale Einspeisung für eine Anzahl anderer Leitungen (Abzweigungen) darstellt

3.1.47

typische Halbwertswellenlänge

(en: typical half-intensity wavelength)

$\Delta\lambda$

Bereich der Wellenlänge der spektralen Verteilung, in der die Strahlstärke nicht kleiner als die Hälfte der maximalen Strahlstärke ist

3.2 Typ 1: Begriffe

3.2.1

Aktivität

(en: activity)

[siehe 3.1.1]

3.2.2

Schutzeinrichtung

(en: barrier)

[siehe 3.1.2]

3.2.3

Bus

(en: bus)

[siehe 3.1.4]

3.2.4

Schnittstellensteckverbinder der Kabelanlage

(en: cable plant interface connector)

CPIC

[siehe 3.1.5]

3.2.5

Datenübermittlungselement

(en: communication element)

[siehe 3.1.6]

3.2.6

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.2.7

Koppler

(en: coupler)

[siehe 3.1.8]

3.2.8

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.2.9**Datenendeinrichtung****DEE****(en: Data Terminal Equipment, DTE)**

[siehe 3.1.10]

3.2.10**dBm****(en: dBm)**

[siehe 3.1.11]

3.2.11**Trennzeichen****(en: delimiter)**

[siehe 3.1.12]

3.2.12**Gerät****(en: device)**

[siehe 3.1.13]

3.2.13**eingekoppelte Wirkleistung****(en: effective launch power)**

[siehe 3.1.14]

3.2.14**Wirkleistung****(en: effective power)**

[siehe 3.1.15]

3.2.15**Lichtwellenleiter-Kabel****LWL-Kabel****(en: fiber optic cable)**

[siehe 3.1.18]

3.2.16**optischer Empfänger****LWL-Empfänger****(en: fiber optic receiver)**

[siehe 3.1.19]

3.2.17**Betriebsbereich des optischen Empfängers****Betriebsbereich des LWL-Empfängers****(en: fiber optic receiver operating range)**

[siehe 3.1.20]

3.2.18**optischer Sender****LWL-Sender****(en: fiber optic transmitter)**

[siehe 3.1.21]

3.2.19**Lichtwellenleiter****LWL****(en: fiber optic waveguide)**

[siehe 3.1.22]

3.2.20

Rahmen

(en: frame)

[siehe 3.1.23]

3.2.21

Eigensicherheit

(en: intrinsic safety)

[siehe 3.1.24]

3.2.22

Trennung

(en: isolation)

[siehe 3.1.25]

3.2.23

Dauerbelegung

(en: jabber)

[siehe 3.1.26]

3.2.24

Manchester-Codierung

(en: Manchester encoding)

[siehe 3.1.28]

3.2.25

Medium

(en: medium)

[siehe 3.1.29]

3.2.26

Netzwerk

(en: network)

[siehe 3.1.30]

3.2.27

Knoten

(en: node)

[siehe 3.1.31]

3.2.28

optische Abfallzeit

(en: optical fall time)

[siehe 3.1.33]

3.2.29

optische Anstiegszeit

(en: optical rise time)

[siehe 3.1.35]

3.2.30

Scheitelwert der Emissionswellenlänge

(en: peak emission wavelength)

λ_p

[siehe 3.1.36]

3.2.31

Repeater

(en: repeater)

[siehe 3.1.38]

3.2.32**Segment****(en: segment)**

[siehe 3.1.39]

3.2.33**getrennt versorgtes Gerät****(en: separately powered device)**

[siehe 3.1.40]

3.2.34**Schirm****(en: shield)**

[siehe 3.1.41]

3.2.35**Abzweigung****(en: spur)**

[siehe 3.1.42]

3.2.36**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

[siehe 3.1.43]

3.2.37**Sendeempfänger****(en: transceiver)**

[siehe 3.1.44]

3.2.38**Sender****(en: transmitter)**

[siehe 3.1.45]

3.2.39**Bündelleitung****(en: trunk)**

[siehe 3.1.46]

3.3 Typ 2: Begriffe**3.3.1****Aktivität****(en: activity)**

[siehe 3.1.1]

3.3.2**Bit****(en: bit)**

[siehe 3.1.3]

3.3.3**Austastung oder Austastzeit****(en: blanking or blanking time)**

erforderliche Dauer nach einer Übermittlung, bevor ein Knoten wieder empfangen darf

3.3.4

Bus

(en: bus)

[siehe 3.1.4]

3.3.5

Datenübermittlungselement

(en: communication element)

[siehe 3.1.6]

3.3.6

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.3.7

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.3.8

dBm

(en: dBm)

[siehe 3.1.11]

3.3.9

Trennzeichen

(en: delimiter)

[siehe 3.1.12]

3.3.10

Gerät

(en: device)

[siehe 3.1.13]

3.3.11

Endezeichen

(en: end delimiter)

eindeutige Symbolfolge, die das Ende eines Rahmens angibt

3.3.12

Endknoten

(en: end node)

erzeugender oder verbrauchender Knoten

3.3.13

Fehler

(en: error)

[siehe 3.1.16]

3.3.14

Rahmen

(en: frame)

[siehe 3.1.23]

3.3.15

Trennung

(en: isolation)

[siehe 3.1.25]

3.3.16**Dauerbelegung****(en: jabber)**

[siehe 3.1.26]

3.3.17**Manchester-Codierung****(en: Manchester encoding)**

[siehe 3.1.28]

3.3.18**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.3.19**M_Zeichen****(en: M_symbol)**

Darstellung der MAC-Datenbits, die von der Bitübertragungsschicht zu codieren und zu übermitteln ist

3.3.20**MAC-Rahmen****(en: MAC frame)**

auf dem Medium übertragene Zusammenstellung von M_Zeichen, die eine Präambel, ein Startzeichen, Daten, CRC und ein Endezeichen enthält

3.3.21**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.3.22**Netzzugangspunkt****(en: network access port)**

Variante der Bitübertragungsschicht, die einen temporären Knoten zulässt, der durch Verbindung zum NAP eines permanenten Knotens mit der Teilstrecke zu verbinden ist

3.3.23**Knoten****(en: node)**

[siehe 3.1.31]

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Knoten ist außerdem eine Verbindung zu einer Teilstrecke, die eine einzelne M_ID erfordert.

3.3.24**Nicht-Datensymbol****(en: non-data symbol)**

Manchester-codiertes Signal der Bitübertragungsschicht, das für Trennzeichen verwendet wird und keine Daten trägt

3.3.25**optischer Isolator****(en: optical isolators, optos)**

Bauteile, die sich im Sendeempfänger der Bitübertragungsschicht eines Knotens befinden, und Strom in Licht und anschließend wieder in ein elektrisches Signal wandeln

3.3.26

permanenter Knoten

(en: **permanent node**)

Knoten, dessen Verbindung zum Netzwerk keinen Netzzugangspunkt (NAP) der Bitübertragungsschichtvariante verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Knoten darf wahlweise einen Netzzugangspunkt (NAP) der Bitübertragungsschichtvariante unterstützen, um die Verbindung temporärer Knoten mit dem Netzwerk zu ermöglichen.

3.3.27

redundantes Medium

(en: **redundant media**)

mehr als ein Medium, um Ausfälle bei der Datenübermittlung zu minimieren

3.3.28

Repeater

(en: **repeater**)

[siehe 3.1.38]

3.3.29

Segment

(en: **segment**)

[siehe 3.1.39]

3.3.30

Schirm

(en: **shield**)

[siehe 3.1.41]

3.3.31

Zeitfenster

(en: **slot time**)

erforderliche maximale Dauer für den Empfang einer erwarteten Übermittlung

Anmerkung 1 zum Begriff: Während des implizierten Tokendurchlaufs wartet jeder Knoten für ein Zeitfenster auf jeden fehlenden Knoten.

3.3.32

Abzweigung

(en: **spur**)

[siehe 3.1.42]

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist Bestandteil von Netzwerkanzapfungen.

3.3.33

Startzeichen

(en: **start delimiter**)

eindeutige Symbolfolge, die den Beginn eines Rahmens angibt

3.3.34

Anzapfung

(en: **tap**)

Anschlusspunkt von einem Knoten oder Abzweigung zum Bündelkabel

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Anzapfung lässt die einfache Beseitigung eines Knoten zu, ohne die Verknüpfung zu unterbrechen.

3.3.35**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

[siehe 3.1.43]

3.3.36**Tool****(en: tool)**

mit dem Anwender in Interaktion tretendes ausführbares Softwareprogramm, um bestimmte Funktionen auszuführen

3.3.37**Sendeempfänger****(en: transceiver)**

[siehe 3.1.44]

3.3.38**transienter Knoten****(en: transient node)**

Knoten, der nur zeitweilig mit dem NAP des Bitsicherungsschichtmediums, welcher mit dem NAP eines permanenten Knotens verbunden ist, mit dem Netz verbunden werden soll

3.3.39**Sender****(en: transmitter)**

[siehe 3.1.45]

3.3.40**Bündelleitung****(en: trunk)**

[siehe 3.1.46]

3.3.41**Bündelkabel****(en: trunk cable)**

Bus oder zentraler Teil eines Kabelsystems

3.3.42**Abschnitt des Bündelkabels****(en: trunk-cable section)**

Länge des Bündelkabels zwischen zwei beliebigen Abgriffen

3.4 Typ 3: Begriffe**3.4.1****Aktivität****(en: activity)**

[siehe 3.1.1]

3.4.2**Schutzeinrichtung****(en: barrier)**

[siehe 3.1.2]

3.4.3**Bitzeit****(en: bit time)**

Dauer für die Übertragung eines Bits

3.4.4

Bus

(en: bus)

[siehe 3.1.4]

3.4.5

Datenübermittlungselement

(en: communication element)

[siehe 3.1.6]

3.4.6

Bestätigung (Dienstelement)

(en: confirmation (primitive))

[ISO/IEC 10731]

3.4.7

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.4.8

Koppler

(en: coupler)

[siehe 3.1.8]

3.4.9

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.4.10

Datenendeinrichtung

DEE

(en: Data Terminal Equipment, DTE)

[siehe 3.1.10]

3.4.11

dBm

(en: dBm)

[siehe 3.1.11]

3.4.12

Gerät

(en: device)

[siehe 3.1.13]

3.4.13

DL-Instanz

(en: DL-entity)

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.2.1.11, modifiziert – „(N)“ ersetzt durch „DL“ für „Data Link Layer“]

3.4.14

Lichtwellenleiter-Kabel

LWL-Kabel

(en: fiber optic cable, FOC)

[siehe 3.1.18]

3.4.15**Rahmen****(en: frame)**

[siehe 3.1.23]

3.4.16**Anzeige (Dienstelement)****(en: indication (primitive))**

[ISO/IEC 10731]

3.4.17**Eigensicherheit****(en: intrinsic safety)**

[siehe 3.1.24]

3.4.18**Trennung****(en: isolation)**

[siehe 3.1.25]

3.4.19**Dauerbelegung****(en: jabber)**

[siehe 3.1.26]

3.4.20**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.4.21**(N)-Instanz****(en: (N)-entity)**

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.2.1.11]

3.4.22**(N)-Dienst****(en: (N)-service)**

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.2.1.5]

3.4.23**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.4.24**Knoten****(en: node)**

[siehe 3.1.31]

3.4.25**Ph-Instanz****(en: Ph-entity)**

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.2.1.11]

3.4.26**Ph-Dienst****(en: Ph-service)**

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.2.1.5, modifiziert – „(N)“ ersetzt durch „Ph“ für „Physical Layer“]

3.4.27

Repeater

(en: repeater)

[siehe 3.1.38]

3.4.28

Anforderung (Dienstelement)

(en: request (primitive))

[QUELLE: ISO/IEC 10731:1994]

3.4.29

Rücksetzen

(en: reset)

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1:1994, 5.8.1.17]

3.4.30

Segment

(en: segment)

[siehe 3.1.39]

3.4.31

getrennt versorgtes Gerät

(en: separately powered device)

[siehe 3.1.40]

3.4.32

Schirm

(en: shield)

[siehe 3.1.41]

3.4.33

Abzweigung

(en: spur)

[siehe 3.1.42]

3.4.34

Station

(en: station)

Knoten

3.4.35

Abschlusswiderstand

(en: terminator)

[siehe 3.1.43]

3.4.36

Sendeempfänger

(en: transceiver)

[siehe 3.1.44]

3.4.37

Sender

(en: transmitter)

[siehe 3.1.45]

3.4.38

Bündelleitung

(en: trunk)

[siehe 3.1.46]

3.5 Typ 4: Begriffe

3.5.1

Aktivität

(en: activity)

[siehe 3.1.1]

3.5.2

Bus

(en: bus)

[siehe 3.1.4]

3.5.3

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.5.4

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.5.5

Datenendeinrichtung

DEE

(en: Data Terminal Equipment, DTE)

[siehe 3.1.10]

3.5.6

Gerät

(en: device)

[siehe 3.1.13]

3.5.7

Freizustandszähler

(en: idle counter)

Zähler zur Messung der Anzahl von Bitperioden, an denen der Signalpegel auf der physikalischen Verknüpfung der Hi-Pegel für die Normalklassen- und Einfachklassengeräte in der Halbduplex-Betriebsart ist

3.5.8

Trennung

(en: isolation)

[siehe 3.1.25]

3.5.9

Medium

(en: medium)

[siehe 3.1.29]

3.5.10

Netzwerk

(en: network)

[siehe 3.1.30]

3.5.11

Normalklassengerät

(en: normal class device)

Gerät, welches die Datenübermittlung auslöst und auf Anforderungen antwortet und welches als ein Server (Antworteinrichtung) und als ein Client (Anforderer) agieren kann (wird auch als Partner (en: peer) bezeichnet)

3.5.12

Schild

(en: shield)

[siehe 3.1.41]

3.5.13

Einfachklassengerät

(en: simple class device)

Gerät, welches auf Anforderungen von Normalklassengeräten antwortet und nur als ein Server oder eine Antworteinrichtung arbeitet

3.5.14

Sender

(en: transmitter)

[siehe 3.1.45]

3.6 Typ 6: Dieser Abschnitt wurde entfernt.

ANMERKUNG Abschnitt 3.6 dient in dieser Ausgabe als Platzhalter, um den Bruch zu bestehenden nationalen und multinationalen Normen und Schriftstücken von Vereinigungen, die sich auf die Abschnittsnummerierung der vorigen Ausgabe beziehen, so gering wie möglich zu halten.

3.7 Typ 8: Begriffe

3.7.1

Aktivität

(en: activity)

[siehe 3.1.1]

3.7.2

Buskoppler

(en: bus coupler)

Gerät, welches den Ring in Segmente unterteilt, indem es den Ring öffnet und einen weiteren Ring an dieser Stelle einbindet Schnittstellensteckverbinder der Kabelanlage (CPIC)

3.7.3

Schnittstellensteckverbinder der Kabelanlage

(en: cable plant interface connector)

CPIC

[siehe 3.1.5]

3.7.4

Datenübermittlungselement

(en: communication element)

[siehe 3.1.6]

3.7.5

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.7.6**dBm****(en: dBm)**

[siehe 3.1.11]

3.7.7**eingekoppelte Wirkleistung****(en: effective launch power)**

[siehe 3.1.14]

3.7.8**Wirkleistung****(en: effective power)**

[siehe 3.1.15]

3.7.9**Lichtwellenleiter-Kabel****LWL-Kabel****(en: fiber optic cable)**

[siehe 3.1.18]

3.7.10**optischer Empfänger****LWL-Empfänger****(en: fiber optic receiver)**

[siehe 3.1.19]

3.7.11**Betriebsbereich des optischen Empfängers****Betriebsbereich des LWL-Empfängers****(en: fiber optic receiver operating range)**

[siehe 3.1.20]

3.7.12**optischer Sender****LWL-Sender****(en: fiber optic transmitter)**

[siehe 3.1.21]

3.7.13**Lichtwellenleiter****LWL****(en: fiber optic waveguide)**

[siehe 3.1.22]

3.7.14**Rahmen****(en: frame)**

[siehe 3.1.23]

3.7.15**ankommende Schnittstelle****(en: incoming interface)**

Schnittstelle zum Empfang von Daten vom vorausgehenden Gerät und zum Senden von Daten, die über eine abgehende Schnittstelle empfangen wurden, an das vorausgehende Gerät

3.7.16**Trennung****(en: isolation)**

[siehe 3.1.25]

3.7.17**lokaler Bus****(en: local bus)**

Ringsegment eines Netzwerks mit anderen Medienspezifikationen, welches über den Buskoppler an einen Fernbus gekoppelt ist

3.7.18**lokales Busgerät****(en: local bus device)**

Gerät, welches als Slave-Station an einem lokalen Bus arbeitet

3.7.19**Master****(en: master)**

Gerät, welches die Datenübertragung auf dem Network steuert und den Medienzugriff der Slave-Stationen durch Senden von Nachrichten veranlasst und welches die Schnittstelle zum Steuerungssystem darstellt

3.7.20**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.7.21**Mindestempfindlichkeit des optischen Empfängers****(en: minimum optical receiver sensitivity)**

erforderlicher Kleinstwert der optischen Leistung am Eingang des optischen Empfängers, mit der für das optische Übertragungssystem eine Bitfehlerquote kleiner als 10^{-9} erreicht wird

3.7.22**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.7.23**optische Abfallzeit****(en: optical fall time)**

[siehe 3.1.33]

3.7.24**optische Anstiegszeit****(en: optical rise time)**

[siehe 3.1.35]

3.7.25**abgehende Schnittstelle****(en: outgoing interface)**

Schnittstelle zum Senden von Daten an die nächste Slave-Station in einer Form, dass die über diese Schnittstelle empfangenen Daten über eine weitere abgehende Schnittstelle zur nächsten Slave-Station oder über eine ankommende Schnittstelle zur vorausgehenden Slave-Station und zurück zur Master-Station gesendet werden

3.7.26**Scheitelwert der Emissionswellenlänge****(en: peak emission wavelength)** **λ_p**

[siehe 3.1.36]

3.7.27**Polymer-Lichtwellenleiter****(en: polymer optical fiber)****POF**

Lichtwellenleiter aus Kunststoff, dessen Nennwerte mit IEC 60793 [LWL-Typ: A4a (980/1000)] kompatibel sind

3.7.28**Plastikmantel-Glasfaser****(en: plastic clad silica fiber)****PCS**

Lichtwellenleiter, der aus einem Glaskern und einem Plastikmantel besteht und dessen Nennwerte mit IEC 60793 [LWL-Typ: A3c (200/230 µm)] kompatibel sind

3.7.29**Fernbus****(en: remote bus)**

Ringsegment eines Netzwerks

3.7.30**Fernbusgerät****(en: remote bus device)**

Gerät, welches als eine Slave-Station an einem Fernbus arbeitet

3.7.31**Fernbusverknüpfung****(en: remote bus link)**

Verbindung von zwei Fernbusgeräten

3.7.32**Ringsegment****(en: ring segment)**

ein Abschnitt eines Netzwerks

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Master-Station stellt das erste Ringsegment dar, weitere Ringsegmente können mit Buskopplern verknüpft werden.

3.7.33**Schirm****(en: shield)**

[siehe 3.1.41]

3.7.34**Slave-Station****(en: slave)**

Gerät, welches nur Zugang zum Medium hat, nachdem es von der vorausgehenden Slave- oder Master-Station dazu veranlasst wurde

3.7.35**spektrale Halbwertsbreite****(en: spectral full width half maximum)** **$\Delta\lambda$**

Bereich der Wellenlänge der spektralen Verteilung, in der die Strahlstärke nicht kleiner als die Hälfte der maximalen Strahlstärke ist

3.7.36**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

[siehe 3.1.43]

3.8 Typ 12: Begriffe

3.8.1

Aktivität

(en: activity)

[siehe 3.1.1]

3.8.2

Bit

(en: bit)

[siehe 3.1.3]

3.8.3

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.8.4

Koppler

(en: coupler)

[siehe 3.1.8]

3.8.5

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.8.6

Datenendeinrichtung

DEE

(en: Data Terminal Equipment, DTE)

[siehe 3.1.10]

3.8.7

Trennzeichen

(en: delimiter)

[siehe 3.1.12]

3.8.8

Gerät

(en: device)

[siehe 3.1.13]

3.8.9

Fehler

(en: error)

[siehe 3.1.16]

3.8.10

Rahmen

(en: frame)

[siehe 3.1.23]

3.8.11

keine Aktivität

(en: idle)

Zeichen auf dem Medium zwischen EOF und SOF

3.8.12**Trennung****(en: isolation)**

[siehe 3.1.25]

3.8.13**Jitter****(en: jitter)**

[siehe 3.1.27]

3.8.14**Manchester-Codierung****(en: Manchester encoding)**

[siehe 3.1.28]

3.8.15**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.8.16**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.8.17**Empfänger****(en: receiver)**

[siehe 3.1.37]

3.8.18**Schirm****(en: shield)**

[siehe 3.1.41]

3.8.19**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

[siehe 3.1.43]

3.9 Typ 16: Begriffe**3.9.1****Dämpfung****(en: attenuation)**

Tatsache, dass die optische Leistung am Empfänger kleiner ist als am Sender

3.9.2**Schutzeinrichtung****(en: barrier)**

[siehe 3.1.2]

3.9.3**Bit****(en: bit)**

[siehe 3.1.3]

3.9.4

Bitstopfen

(en: bit stuffing)

Verfahren, bei dem der Sender automatisch nach fünf logischen Einsen eine Null einfügt, die anschließend vom Empfänger wieder entfernt wird. Diese Null verursacht einen Wechsel in den Signalfanken, und macht es damit dem Empfänger möglich, den Empfangstakt wiederherzustellen

3.9.5

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.9.6

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.9.7

Datenendeinrichtung

DEE

(en: Data Terminal Equipment, DTE)

[siehe 3.1.10]

3.9.8

dBm

(en: dBm)

[siehe 3.1.11]

3.9.9

Trennzeichen

(en: delimiter)

[siehe 3.1.12]

3.9.10

Gerät

(en: device)

[siehe 3.1.13]

3.9.11

Fehler

(en: error)

[siehe 3.1.16]

3.9.12

Lichtwellenleiter-Kabel

LWL-Kabel

(en: fiber optic cable)

[siehe 3.1.18]

3.9.13

Rahmen

(en: frame)

[siehe 3.1.23]

3.9.14

F-SMA-Steckverbinder

(en: F-SMA connector)

Steckverbinder, der die F-SMA-Norm nach IEC 61754-22 erfüllt

3.9.15**Füllsignale****(en: fill signals)**

Reihenfolge aus sieben Einsen, gefolgt von einer Null

3.9.16**Jitter****(en: jitter)**

[siehe 3.1.27]

3.9.17**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.9.18**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.9.19**Knoten****(en: node)**

[siehe 3.1.31]

3.9.20**NRZI-Codierungsverfahren****(en: non-return-to-zero-inverted)****NRZI**

der Signalaustausch erfolgt nur zu regelmäßigen festen Zeitpunkten, die mit dem Sendetaktimpuls der Bitrate synchron sind; ein Flankenwechsel des Signals ist nur einer logischen Null zugeordnet

3.9.21**optische Abfallzeit****(en: optical fall time)**

[siehe 3.1.33]

3.9.22**optische Anstiegszeit****(en: optical rise time)**

[siehe 3.1.35]

3.9.23**Auffüllen****(en: pad)**

Folge von ergänzten Oktetten, mit denen sichergestellt wird, dass das Telegramm für das einwandfreie Funktionieren lang genug ist

3.9.24**Scheitelwert der Emissionswellenlänge****(en: peak emission wavelength)** **λ_p**

[siehe 3.1.36]

3.9.25**Empfänger****(en: receiver)**

[siehe 3.1.37]

3.9.26

Repeater

(en: repeater)

[siehe 3.1.38]

3.9.27

Repeater-Funktion

(en: repeater function)

Funktion, durch die ein Telegramm, welches von einem Knoten empfangen worden ist, nachgetaktet und an den nächsten Knoten im Netzwerk weitergegeben wird und dabei logisch erhalten bleibt

3.9.28

Sender

(en: transmitter)

[siehe 3.1.45]

3.9.29

typische Halbwertswellenlänge

(en: typical half-intensity wavelength)

$\Delta\lambda$

[siehe 3.1.47]

3.9.30

Nullbitfolge

(en: zero bit stream)

Reihenfolge aus NRZI-codierten logischen Nullen, die zu einem regelmäßigen Flankenwechsel des Signals auf der Übertragungsleitung führen (wird nur im Testbetrieb angewendet)

3.10 Typ 18: Begriffe

3.10.1

Aktivität

(en: activity)

[siehe 3.1.1]

3.10.2

Bit

(en: bit)

[siehe 3.1.3]

3.10.3

Bus

(en: bus)

[siehe 3.1.4]

3.10.4

Datenübermittlungselement

(en: communication element)

[siehe 3.1.6]

3.10.5

Steckverbinder

(en: connector)

[siehe 3.1.7]

3.10.6

Datenübermittlungseinrichtung

DÜE

(en: Data Communications Equipment, DCE)

[siehe 3.1.9]

3.10.7**Datenendeinrichtung****DEE****(en: Data Terminal Equipment, DTE)**

[siehe 3.1.10]

3.10.8**Gerät****(en: device)**

[siehe 3.1.13]

3.10.9**Fehler****(en: error)**

[siehe 3.1.16]

3.10.10**Trennung****(en: isolation)**

[siehe 3.1.25]

3.10.11**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.10.12**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.10.13**Knoten****(en: node)**

[siehe 3.1.31]

3.10.14**Empfänger****(en: receiver)**

[siehe 3.1.37]

3.10.15**Segment****(en: segment)**

[siehe 3.1.39]

3.10.16**Schirm****(en: shield)**

[siehe 3.1.41]

3.10.17**Abzweigung****(en: spur)**

[siehe 3.1.42]

3.10.18**Station****(en: station)**

Netzwerk-Gerät, welches einen Knoten darstellt

3.10.19
Abschlusswiderstand
(en: terminator)
[siehe 3.1.43]

3.10.20
Sendeempfänger
(en: transceiver)
[siehe 3.1.44]

3.10.21
Sender
(en: transmitter)
[siehe 3.1.45]

3.10.22
Bündelleitung
(en: trunk)
[siehe 3.1.46]

3.11 Typ 24: Begriffe

3.11.1
Bit
(en: bit)
[siehe 3.1.3]

3.11.2
Bus
(en: bus)
[siehe 3.1.4]

3.11.3
Datenübermittlungselement
(en: communication element)
[siehe 3.1.6]

3.11.4
Steckverbinder
(en: connector)
[siehe 3.1.7]

3.11.5
Datenübermittlungseinrichtung
DÜE
(en: Data Communications Equipment, DCE)
[siehe 3.1.9]

3.11.6
Trennzeichen
(en: delimiter)
[siehe 3.1.12]

3.11.7
Gerät
(en: device)
[siehe 3.1.13]

3.11.8**Fehler****(en: error)**

[siehe 3.1.16]

3.11.9**Rahmen****(en: frame)**

[siehe 3.1.23]

3.11.10**Trennung****(en: isolation)**

[siehe 3.1.25]

3.11.11**Manchester-Codierung****(en: Manchester encoding)**

[siehe 3.1.28]

3.11.12**Medium****(en: medium)**

[siehe 3.1.29]

3.11.13**Netzwerk****(en: network)**

[siehe 3.1.30]

3.11.14**Knoten****(en: node)**

[siehe 3.1.31]

3.11.15**Repeater****(en: repeater)**

[siehe 3.1.38]

3.11.16**Schirm****(en: shield)**

[siehe 3.1.41]

3.11.17**Abschlusswiderstand****(en: terminator)**

[siehe 3.1.43]

3.11.18**Sendeempfänger****(en: transceiver)**

[siehe 3.1.44]

3.11.19**Sender****(en: transmitter)**

[siehe 3.1.45]

3.12 Typ 20: Begriffe

3.12.1

analoges Signal

(en: analog signal)

Niederfrequenzstrom, überwiegend ein Signal von 4 mA bis 20 mA, das an ein Feldgerät gesendet wird oder von diesem erzeugt wird

3.12.2

Spektrum analoger Signale

(en: analog signal spectrum)

Frequenzen von 0 Hz bis 25 Hz bei Einheitsamplitude, die über 25 Hz um 40 dB je Dekade abfallen

3.12.3

analoger Prüffilter

(en: analog test filter)

zweipoliger Butterworth-Tiefpassfilter mit der Grenzfrequenz von 25 Hz

3.12.4

Schutzeinrichtung

(en: barrier)

physikalische Einheit, die den Strom oder die Spannung in einem Gefahrenbereich begrenzt, um die spezifischen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen

3.12.5

Kabelkapazitätsbelag

(en: cable capacitance per unit length)

Kapazitätsbelag des Kabels, gemessen bei 1 kHz von einem anderem Leiter als dem Schirm zu allen anderen Leitern einschließlich des Schirms

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Netzwerken, die mehrere Kabeltypen oder verschiedene Kaliber umfassen, wird für diesen Wert der höchste Kapazitätswert aller Kabeltypen oder Kaliber verwendet.

3.12.6

Zeichen

(en: character)

die Daten von 8 Bit sowie die Zusatzbits, die von der PhE als eine zusammenhängende Einheit übertragen werden

3.12.7

Zeichenzeit

(en: character time)

Zeitdauer, die für die Übertragung eines Zeichens erforderlich ist

3.12.8

Strommesswiderstand

(en: current sense resistor)

Widerstand, der verwendet wird, um ein analoges Stromsignal in ein Spannungssignal umzuwandeln

3.12.9

Laufzeitverzerrung

(en: delay distortion)

Abweichung der Laufzeitverzögerungen von Sinusschwingungen verschiedener Frequenzen bei der Beobachtung der Zeitverzögerung durch ein Netzwerk oder einen Kreis

3.12.10

Gerät

(en: device)

jede Einheit, die eine Implementierung dieser Norm umfasst

3.12.11**digitales Signal****(en: digital signal)**

Übermittlung von Informationen mithilfe des mit 1200 Bit je Sekunde frequenzmodulierten Signals

3.12.12**digitales Frequenzband****(en: digital frequency band)**

Bereich von Frequenzen von 950 Hz bis 2500 Hz, der für digitale Signale verwendet wird

3.12.13**Spektrum digitaler Signale****(en: digital signal spectrum)**

Frequenzen von 500 Hz bis 10 kHz bei Einheitsamplitude, die unter 500 Hz um 40 dB je Dekade und über 10 kHz um 20 dB je Dekade abfallen

3.12.14**erweitertes Frequenzband****(en: extended frequency band)**

Bereich von Frequenzen von 500 Hz bis 10 kHz

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieses Frequenzband umfasst das digitale Frequenzband und das Sicherheitsband.

3.12.15**Feldgerät****(en: field device)**

physikalische Einheit, die mit dem Prozess oder der Betriebseinrichtung verbunden ist und die über mindestens ein Signalisierungselement verfügt, das mit einem oder mehreren anderen Signalisierungselementen über ein Kabel kommuniziert

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Feldgerät ist direkt mit dem Sensor oder Stellgerät verbunden oder führt eine Prozesssteuerungsfunktion aus und ist direkt mit der in dieser Norm festgelegten Bitübertragungsschicht verbunden. Es kann zusätzlich zu einem digitalen Signal ein analoges Signal erzeugen oder empfangen.

3.12.16**Masse****(en: ground)**

Oberfläche der Erde oder die Leitungen oder Rohre, die damit verbunden sind, oder die Sammelschiene oder die Null-Volt-Schiene, mit der die Schutzeinrichtungen verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Masse kann der Leitung für die Netzwerkstromversorgung entsprechen.

3.12.17**Eigensicherheit****(en: intrinsic safety)**

Entwurfsmethodik für eine Schaltung oder Gruppe von Schaltungen, in der unter normalen Betriebsbedingungen und unter festgelegten Fehlerbedingungen jeder Funken oder Wärmeeffekt nicht in der Lage ist, unter festgelegten Prüfbedingungen die Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre zu verursachen

3.12.18**Übergang****(en: junction)**

jede Verbindung zweier Kabel oder jeder Anschlusspunkt eines anderen Kabels oder eines Feldgerätes zu einem vorhandenen Kabel

3.12.19**Mehrpunktnetzwerk****(en: multi-drop network)**

Netzwerk mit mehr als einem Slave-Gerät, das mit einem einzigen Netzwerk verbunden ist

3.12.20

Netzwerkstromversorgung

(en: network power supply)

Quelle, die ein Netzwerk direkt mit Antriebsenergie versorgt

3.12.21

Netzwerkwiderrstand

(en: network resistance)

Widerstand oder Realteil der Impedanz eines Netzwerkes

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Netzwerkwiderrstand wird als äquivalente Impedanz aller parallel geschalteten Geräte im Netzwerk berechnet. Aus diesem Grund wird er üblicherweise von einem Gerät mit geringem Widerstand bestimmt.

3.12.22

Nicht-Signalisierungselement

(en: non-signaling element)

physikalische Einheit oder Element, die/das kein analoges oder digitales Signal verwendet oder erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Netzwerkstromversorgung ist ein Beispiel für ein Nicht-Signalisierungselement.

3.12.23

Punkt-zu-Punkt-Netzwerk

(en: point-to-point network)

Netzwerk mit nur einem Slave-Gerät und keinem oder einem Master-Gerät

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Punkt-zu-Punkt-Netzwerk benötigt kein Master-Gerät. Diese Situation entsteht z. B. dann, wenn nur ein analoger Regler verwendet wird und das einzige Feldgerät von einem sekundären Master programmiert wurde, der anschließend abgetrennt wurde.

3.12.24

Signalisierungselement

(en: signaling element)

physikalische Einheit oder Element, die/das ein digitales Signal verwendet oder erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit, die nur ein analoges Signal verwendet oder erzeugt, ist nicht Teil dieser Definition; die Einheit, die nur ein digitales Signal, jedoch kein analoges Signal verwendet oder erzeugt, ist Teil dieser Definition.

3.12.25

Stille

(en: silence)

Zustand des Netzwerkes, in dem kein digitales Signal anliegt

3.12.26

Nachrichtenanfang

(en: start of message)

die Präambel der Bitübertragungsschicht-PDU gefolgt von dem Trennzeichen der Sicherungsschicht-PDU ohne Empfangsfehler und ohne Leerstellen zwischen Zeichen

– Leerseite –

CONTENTS

FOREWORD.....	18
0 Introduction	20
1 Scope.....	25
2 Normative references	25
3 Terms and definitions	27
3.1 Common terms and definitions	27
3.2 Type 1: Terms and definitions	32
3.3 Type 2: Terms and definitions	34
3.4 Type 3: Terms and definitions	38
3.5 Type 4: Terms and definitions	40
3.6 Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	42
3.7 Type 8: Terms and definitions	42
3.8 Type 12: Terms and definitions	45
3.9 Type 16: Terms and definitions	46
3.10 Type 18: Terms and definitions	48
3.11 Type 24: Terms and definitions	50
4 Symbols and abbreviations.....	54
4.1 Symbols	54
4.1.1 Type 1: Symbols.....	54
4.1.2 Type 2: Symbols.....	55
4.1.3 Type 3: Symbols.....	56
4.1.4 Type 4: Symbols.....	56
4.1.5 Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	56
4.1.6 Type 8: Symbols.....	56
4.1.7 Type 12: Symbols	57
4.1.8 Type 16: Symbols.....	57
4.1.9 Type 18: Symbols	57
4.1.10 Type 24: Symbols	58
4.1.11 Type 20: symbols	58
4.2 Abbreviations	58
4.2.1 Type 1: Abbreviations	58
4.2.2 Type 2: Abbreviations	59
4.2.3 Type 3: Abbreviations	60
4.2.4 Type 4: Abbreviations	62
4.2.5 Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	62
4.2.6 Type 8: Abbreviations	62
4.2.7 Type 12: Abbreviations	64
4.2.8 Type 16: Abbreviations	64
4.2.9 Type 18: Abbreviations	64
4.2.10 Type 24: Abbreviations	65
4.2.11 Type 20: Abbreviations	65
5 DLL – PhL interface.....	66
5.1 General.....	66
5.2 Type 1: Required services	66
5.3 Type 2: Required services	68
5.4 Type 3: Required services	68

5.5	Type 4: Required services	72
5.6	Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	73
5.7	Type 8: Required services	74
5.8	Type 12: Required services	81
5.9	Type 16: Required services	83
5.10	Type 18: Required services	85
5.11	Type 24: Required services	86
5.12	Type 20: Required services	87
6	Systems management – PhL interface	89
6.1	General	89
6.2	Type 1: Systems management – PhL interface	90
6.3	Type 3: Systems management – PhL interface	91
6.4	Type 4: Systems management – PhL interface	97
6.5	Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	97
6.6	Type 8: Systems management – PhL interface	98
6.7	Type 12: Systems management – PhL interface	102
6.8	Type 18: Systems management – PhL interface	102
6.9	Type 24: Systems management – PhL interface	103
7	DCE independent sublayer (DIS)	103
7.1	General	103
7.2	Type 1: DIS	103
7.3	Type 3: DIS	104
7.4	Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	104
7.5	Type 8: DIS	104
7.6	Type 12: DIS	106
8	DTE – DCE interface and MIS-specific functions	106
8.1	General	106
8.2	Type 1: DTE – DCE interface	106
8.3	Type 3: DTE – DCE interface	117
8.4	Type 8: MIS – MDS interface	117
8.5	Type 12: DTE – DCE interface	127
9	Medium dependent sublayer (MDS)	127
9.1	General	127
9.2	Type 1: MDS: Wire and optical media	127
9.3	Type 1: MDS: Radio media — <i>This subclause has been removed</i>	130
9.4	Type 2: MDS: Wire and optical media	130
9.5	Type 3: MDS: Wire and optical media	132
9.6	Type 4: MDS: Wire medium	132
9.7	Type 6: <i>This subclause has been removed</i>	137
9.8	Type 8: MDS: Wire and optical media	137
9.9	Type 12: MDS: Wire media	144
9.10	Type 16: MDS: Optical media	146
9.11	Type 18: MDS: Wire media	147
9.12	Type 24: MDS: Twisted-pair wire	148
10	MDS – MAU interface	149
10.1	General	149
10.2	Type 1: MDS – MAU interface: Wire and optical media	149

10.3	Type 1: MDS – MAU interface: Radio signaling— <i>This subclause has been removed</i>	151
10.4	Type 2: MDS – MAU interface: Wire and optical media	151
10.5	Type 3: MDS – MAU interface: Wire and optical media	153
10.6	Type 8: MDS – MAU interface: Wire and optical media	154
10.7	Type 18: MDS – MAU interface: Wire media	156
10.8	Type 24: MDS – MAU interface: Twisted-pair wire medium	157
11	Types 1 and 7: Medium attachment unit: voltage mode, linear-bus-topology 150 Ω twisted-pair wire medium	158
12	Types 1 and 3: Medium attachment unit: 31,25 kbit/s, voltage-mode with low-power option, bus- and tree-topology, 100 Ω wire medium	173
13	Type 1: Medium attachment unit: current mode, twisted-pair wire medium	191
14	Type 1: Medium attachment unit: current mode (1 A), twisted-pair wire medium	201
15	Types 1 and 7: Medium attachment unit: dual-fiber optical media	210
16	Type 1: Medium attachment unit: 31,25 kbit/s, single-fiber optical medium	217
17	Type 1: Medium attachment unit: radio signaling <i>This clause has been removed</i>	220
18	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire medium	222
19	Type 2: Medium attachment unit: 5 Mbit/s, optical medium	233
20	Type 2: Medium attachment unit: network access port (NAP)	238
21	Type 3: Medium attachment unit: synchronous transmission, 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium	241
22	Type 3: Medium attachment unit: asynchronous transmission, wire medium	258
23	Type 3: Medium attachment unit: asynchronous transmission, optical medium	275
24	Type 4: Medium attachment unit: RS-485	284
25	Type 4: <i>This clause has been removed</i>	286
26	Type 6: <i>This clause has been removed</i>	286
27	Type 8: Medium attachment unit: twisted-pair wire medium	287
28	Type 8: Medium attachment unit: optical media	291
29	Type 12: Medium attachment unit: electrical medium	298
30	Type 16: Medium attachment unit: optical fiber medium at 2, 4, 8 and 16 Mbit/s	300
31	Type 18: Medium attachment unit: basic medium	313
32	Type 18: Medium attachment unit: powered medium	317
33	Type 24: Medium attachment unit: twisted-pair wire medium	325
34	Type 20: Medium attachment unit: FSK medium	332
	Annex A (normative) Type 1: Connector specification	351
	Annex B (informative) Types 1 and 3: Cable specifications and trunk and spur lengths for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	359
	Annex C (informative) Types 1 and 7: Optical passive stars	361
	Annex D (informative) Types 1 and 7: Star topology	362
	Annex E (informative) Type 1: Alternate fibers	366
	Annex F (normative) Type 2: Connector specification	367
	Annex G (normative) Type 2: Repeater machine sublayers (RM, RRM) and redundant PhLs	370
	Annex H (informative) Type 2: Reference design examples	381
	Annex I (normative) Type 3: Connector specification	387
	Annex J (normative) Type 3: Redundancy of PhL and medium	394

Annex K (normative) Type 3: Optical network topology	395
Annex L (informative) Type 3: Reference design examples for asynchronous transmission, wire medium, intrinsically safe	404
Annex M (normative) Type 8: Connector specification	406
Annex N (normative) Type 16: Connector specification	411
Annex O (normative) Type 16: Optical network topology	412
Annex P (informative) Type 16: Reference design example	417
Annex Q (normative) Type 18: Connector specification	421
Annex R (normative) Type 18: Media cable specifications	426
Annex S (normative) Type 24: Connector specification	430
Annex T (informative) Type 20: Network topology, cable characteristics and lengths, power distribution through barriers, and shielding and grounding	433
Bibliography	455
Figure 1 – General model of physical layer	21
Figure 2 – Mapping between data units across the DLL – PhL interface	66
Figure 3 – Data service for asynchronous transmission	71
Figure 4 – Interactions for a data sequence of a master: identification cycle	76
Figure 5 – Interactions for a data sequence of a master: data cycle	77
Figure 6 – Interactions for a data sequence of a slave: identification cycle	78
Figure 7 – Interactions for a data sequence of a slave: data cycle	79
Figure 8 – Interactions for a check sequence of a master	80
Figure 9 – Interactions for a check sequence of a slave	81
Figure 10 – Physical layer data service sequences	88
Figure 11 – Reset, Set-value, Get-value	93
Figure 12 – Event service	93
Figure 13 – Interface between PhL and PNM1 in the layer model	98
Figure 14 – Reset, Set-value, Get-value PhL services	99
Figure 15 – Event PhL service	99
Figure 16 – Allocation of the interface number	100
Figure 17 – Configuration of a master	105
Figure 18 – Configuration of a slave with an alternative type of transmission	105
Figure 19 – Configuration of a bus coupler with an alternative type of transmission	105
Figure 20 – DTE/DCE sequencing machines	111
Figure 21 – State transitions with the ID cycle request service	120
Figure 22 – MIS-MDS interface: identification cycle request service	120
Figure 23 – MIS-MDS interface: identification cycle request service	121
Figure 24 – State transitions with the data cycle request service	122
Figure 25 – MIS-MDS interface: data cycle request service	122
Figure 26 – State transitions with the data sequence classification service	123
Figure 27 – Protocol machine for the message transmission service	123
Figure 28 – Protocol machine for the data sequence identification service	125
Figure 29 – Protocol machine for the message receipt service	125
Figure 30 – Protocol data unit (PhPDU)	127

Figure 31 – PhSDU encoding and decoding	128
Figure 32 – Manchester encoding rules	128
Figure 33 – Preamble and delimiters	130
Figure 34 – Manchester coded symbols	131
Figure 35 – PhPDU format, half duplex	132
Figure 36 – PhPDU format, full duplex	134
Figure 37 – Data sequence PhPDU	138
Figure 38 – Structure of the header in a data sequence PhPDU	138
Figure 39 – Check sequence PhPDU	139
Figure 40 – Structure of a headers in a check sequence PhPDU	139
Figure 41 – Structure of the status PhPDU	140
Figure 42 – Structure of the header in a status PhPDU	140
Figure 43 – Structure of the medium activity status PhPDU	141
Figure 44 – Structure of the header in a medium activity status PhPDU	141
Figure 45 – Reset PhPDU	142
Figure 46 – Configuration of a master	143
Figure 47 – Configuration of a slave	143
Figure 48 – Configuration of a bus coupler	143
Figure 49 – Protocol data unit	144
Figure 50 – PhSDU encoding and decoding	144
Figure 51 – Manchester encoding rules	144
Figure 52 – Example of an NRZI-coded signal	147
Figure 53 – Fill signal	147
Figure 54 – Manchester coded symbols	149
Figure 55 – Jitter tolerance	155
Figure 56 – Transmit circuit test configuration	163
Figure 57 – Output waveform	163
Figure 58 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation)	164
Figure 59 – Signal polarity	166
Figure 60 – Receiver sensitivity and noise rejection	167
Figure 61 – Power supply ripple and noise	170
Figure 62 – Fieldbus coupler	172
Figure 63 – Transition from receiving to transmitting	179
Figure 64 – Power supply ripple and noise	183
Figure 65 – Test circuit for single-output power supplies	184
Figure 66 – Test circuit for power distribution through an IS barrier	185
Figure 67 – Test circuit for multiple output supplies with signal coupling	186
Figure 68 – Fieldbus coupler	188
Figure 69 – Protection resistors	188
Figure 70 – Test configuration for current-mode MAU	194
Figure 71 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation)	195
Figure 72 – Noise test circuit for current-mode MAU	197
Figure 73 – Transmitted and received bit cell jitter (zero crossing point deviation)	195

Figure 74 – Power supply harmonic distortion and noise	208
Figure 75 – Optical wave shape template	213
Figure 76 – Components of 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire PhL variant	222
Figure 77 – Coaxial wire MAU block diagram	223
Figure 78 – Coaxial wire MAU transmitter	223
Figure 79 – Coaxial wire MAU receiver operation	224
Figure 80 – Coaxial wire MAU transmit mask	225
Figure 81 – Coaxial wire MAU receive mask	226
Figure 82 – Transformer symbol	227
Figure 83 – 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire topology example	229
Figure 84 – Coaxial wire medium topology limits	230
Figure 85 – Coaxial wire medium tap electrical characteristics	231
Figure 86 – MAU block diagram 5 Mbit/s, optical fiber medium	234
Figure 87 – NAP reference model	238
Figure 88 – Example of transient and permanent nodes	239
Figure 89 – NAP transceiver	240
Figure 90 – NAP cable	241
Figure 91 – Circuit diagram of the principle of measuring impedance	246
Figure 92 – Definition of CMRR	247
Figure 93 – Block circuit diagram of the principle of measuring CMRR	247
Figure 94 – Power supply ripple and noise	250
Figure 95 – Output characteristic curve of a power supply of the category EEx ib	257
Figure 96 – Output characteristic curve of a power supply of the category EEx ia	257
Figure 97 – Repeater in linear bus topology	260
Figure 98 – Repeater in tree topology	260
Figure 99 – Example for a connector with integrated inductance	262
Figure 100 – Interconnecting wiring	262
Figure 101 – Bus terminator	263
Figure 102 – Linear structure of an intrinsically safe segment	265
Figure 103 – Topology example extended by repeaters	266
Figure 104 – Bus terminator	268
Figure 105 – Waveform of the differential voltage	269
Figure 106 – Test set-up for the measurement of the idle level for devices with an integrated termination resistor	271
Figure 107 – Test set-up for the measurement of the idle level for devices with a connectable termination resistor	271
Figure 108 – Test set-up for measurement of the transmission levels	272
Figure 109 – Test set-up for the measurement of the receiving levels	272
Figure 110 – Fieldbus model for intrinsic safety	273
Figure 111 – Communication device model for intrinsic safety	273
Figure 112 – Connection to the optical network	276
Figure 113 – Principle structure of optical networking	277
Figure 114 – Definition of the standard optical link	277
Figure 115 – Signal template for the optical transmitter	282

Figure 116 – Recommended interface circuit	286
Figure 117 – MAU of an outgoing interface	287
Figure 118 – MAU of an incoming interface.....	287
Figure 119 – Remote bus link	288
Figure 120 – Interface to the transmission medium	288
Figure 121 – Wiring	291
Figure 122 – Terminal resistor network	291
Figure 123 – Fiber optic remote bus cable	292
Figure 124 – Optical fiber remote bus link.....	292
Figure 125 – Optical wave shape template optical MAU	294
Figure 126 – Optical transmission line	300
Figure 127 – Optical signal envelope	302
Figure 128 – Display of jitter (J_{noise}).....	303
Figure 129 – Input-output performance of a slave	305
Figure 130 – Functions of a master connection	308
Figure 131 – Valid transmitting signals during the transition from fill signal to telegram delimiters	310
Figure 132 – Valid transmitting signals during the transition from telegram delimiter to fill signal	311
Figure 133 – Functions of a slave connection	312
Figure 134 – Network with two slaves	313
Figure 135 – Minimum interconnecting wiring.....	314
Figure 136 – Dedicated cable topology	315
Figure 137 – T-branch topology	315
Figure 138 – Communication element isolation	317
Figure 139 – Communication element and I/O isolation.....	317
Figure 140 – Minimum interconnecting wiring.....	318
Figure 141 – Flat cable topology	319
Figure 142 – Dedicated cable topology	319
Figure 143 – T-branch topology	319
Figure 144 – Type 18-PhL-P power distribution.....	322
Figure 145 – Type 18-PhL-P power distribution.....	322
Figure 146 – Type 18-PhL-P power supply filtering and protection	323
Figure 147 – Communication element isolation	324
Figure 148 – Communication element and i/o isolation	324
Figure 149 – PhL-P power supply circuit	325
Figure 150 – Expanded type-24 network using repeater.....	326
Figure 151 – Connector with inductor.....	326
Figure 152 – Cable structure.....	327
Figure 153 – Interconnecting wiring	328
Figure 154 – Bus terminator.....	328
Figure 155 – Eye pattern	330
Figure 156 – Transformer symbol	330
Figure 157 – Recommended MAU circuit	331

Figure 158 – Phase-continuous Frequency-Shift-Keying	332
Figure 159 – PhPDU Structure.....	332
Figure 160 – Character format	333
Figure 161 – Transmit test configuration	338
Figure 162 – Transmit waveform.....	339
Figure 163 – Carrier start time	340
Figure 164 – Carrier stop time	341
Figure 165 – Carrier decay time.....	341
Figure 166 – Digital signal spectrum	341
Figure 167 – Digital receiver interference.....	342
Figure 168 – Analog signal spectrum	343
Figure 169 – Output during silence	346
Figure 170 – Network power supply ripple.....	346
Figure 171 – Barrier test circuit A	348
Figure 172 – Barrier test circuit B	348
Figure 173 – Barrier test circuit C	349
Figure A.1 – Internal fieldbus connector.....	351
Figure A.2 – Contact designations for the external connector for harsh industrial environments	353
Figure A.3 – External fieldbus connector keyways, keys, and bayonet pins and grooves.....	353
Figure A.4 – External fieldbus connector intermateability dimensions.....	354
Figure A.5 – External fieldbus connector contact arrangement.....	355
Figure A.6 – Contact designations for the external connector for typical industrial environments	356
Figure A.7 – External fixed (device) side connector for typical industrial environments: dimensions	356
Figure A.8 – External free (cable) side connector for typical industrial environments: dimensions	357
Figure A.9 – Optical connector for typical industrial environments (FC connector)	357
Figure A.10 – Optical connector for typical industrial environments (ST connector).....	358
Figure C.1 – Example of an optical passive reflective star	361
Figure C.2 – Example of an optical passive transmissive star.....	361
Figure D.1 – Example of star topology with 31,25 kbit/s, single fiber mode, optical MAU.....	362
Figure D.2 – Multi-star topology with an optical MAU	362
Figure D.3 – Example of mixture between wire and optical media for 31,25 kbit/s	364
Figure D.4 – Example of mixture between wire and optical media	365
Figure F.1 – Pin connector for short range optical medium.....	368
Figure F.2 – Crimp ring for short range optical medium.....	368
Figure G.1 – PhL repeater device reference model	370
Figure G.2 – Reference model for redundancy.....	373
Figure G.3 – Block diagram showing redundant coaxial medium and NAP	374
Figure G.4 – Block diagram showing ring repeaters	375
Figure G.5 – Segmentation query	376
Figure G.6 – Segmentation response	376

Figure G.7 – Main switch state machine.....	378
Figure G.8 – Port 1 sees network activity first.....	379
Figure G.9 – Port 2 sees network activity first.....	380
Figure H.1 – Coaxial wire MAU RXDATA detector.....	382
Figure H.2 – Coaxial wire MAU RXCARRIER detection.....	383
Figure H.3 – Redundant coaxial wire MAU transceiver.....	383
Figure H.4 – Single channel coaxial wire MAU transceiver.....	384
Figure H.5 – Coaxial wire medium tap.....	385
Figure H.6 – Non-isolated NAP transceiver.....	386
Figure H.7 – Isolated NAP transceiver.....	386
Figure I.1 – Schematic of the station coupler.....	387
Figure I.2 – Pin assignment of the male and female connectors IEC 60947-5-2 (A coding).....	388
Figure I.3 – Connector pinout, front view of male and back view of female respectively.....	389
Figure I.4 – Connector pinout, front view of female M12 connector.....	391
Figure I.5 – Connector pinout, front view of male M12 connector.....	391
Figure I.6 – M12 Tee.....	392
Figure I.7 – M12 Bus termination.....	393
Figure J.1 – Redundancy of PhL MAU and Medium.....	394
Figure K.1 – Optical MAU in a network with echo.....	395
Figure K.2 – Optical MAU in a network without echo.....	396
Figure K.3 – Optical MAU with echo via internal electrical feedback of the receive signal.....	396
Figure K.4 – Optical MAU without echo function.....	396
Figure K.5 – Optical network with star topology.....	397
Figure K.6 – Optical network with ring topology.....	398
Figure K.7 – Optical network with bus topology.....	398
Figure K.8 – Tree structure built from a combination of star structures.....	399
Figure K.9 – Application example for an ANSI TIA/EIA-485-A / fiber optic converter.....	399
Figure L.1 – Bus termination integrated in the communication device.....	404
Figure L.2 – Bus termination in the connector.....	405
Figure L.3 – External bus termination.....	405
Figure M.1 – Outgoing interface 9-position female subminiature D connector at the device.....	406
Figure M.2 – Incoming interface 9-position male subminiature D connector at the device.....	406
Figure M.3 – Terminal connector at the device.....	406
Figure M.4 – Ferrule of an optical F-SMA connector for polymer optical fiber (980/1 000 µm).....	407
Figure M.5 – Type 8 fiber optic hybrid connector housing.....	408
Figure M.6 – Type 8 fiber optic hybrid connector assignment.....	409
Figure O.1 – Topology.....	412
Figure O.2 – Structure of a single-core cable (example).....	415
Figure O.3 – Optical power levels.....	416
Figure P.1 – Example of an implemented DPLL.....	418

Figure P.2 – DPLL status diagram	419
Figure P.3 – DPLL timing	419
Figure Q.1 – PhL-P device connector r-a	421
Figure Q.2 – PhL-P device connector straight	422
Figure Q.3 – PhL-P flat cable connector and terminal cover – body and connector	422
Figure Q.4 – PhL-P flat cable connector and terminal cover – terminal cover	423
Figure Q.5 – Type 18-PhL-P round cable connector body	423
Figure Q.6 – Type 18-PhL-P round cable connector terminal cover	424
Figure Q.7 – Type 18-PhL-P round cable alternate connector and body	424
Figure Q.8 – Type 18-PhL-P round cable alternate connector terminal cover	425
Figure R.1 – PhL-B cable cross section twisted drain	426
Figure R.2 – PhL-B cable cross section non-twisted drain	427
Figure R.3 – PhL-P flat cable cross section - with key	428
Figure R.4 – PhL-P flat cable cross section - without key	428
Figure R.5 – PhL-P flat cable polarity marking	428
Figure R.6 – Round cable – preferred; cross section	429
Figure R.7 – Round cable – alternate; cross-section	429
Figure S.1 – Type 24-1 device connector dimensions (1row)	430
Figure S.2 – Type 24-1 device connector dimensions (2rows)	431
Figure S.3 – Type 24-1 cable connector dimensions	431
Figure S.4 – Type 24-2 device connector dimensions	432
Figure S.5 – Type 24-2 cable connector dimensions	432
Figure T.1 – Point-to-point current input network	433
Figure T.2 – Point-to-point current output network	434
Figure T.3 – Multi-drop network	435
Figure T.4 – Multi-drop network with analog signaling	436
Figure T.5 – Series connected network 1	437
Figure T.6 – Series connected network 2	438
Figure T.7 – Cable length for single slave device network	440
Figure T.8 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$	441
Figure T.9 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$	441
Figure T.10 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$	442
Figure T.11 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000$	442
Figure T.12 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$, 100 Ω series resistance	443
Figure T.13 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$, 200 Ω series resistance	443
Figure T.14 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$, 300 Ω series resistance	444
Figure T.15 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=1\ 000$, 400 Ω series resistance	444
Figure T.16 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$, 100 Ω series resistance	445
Figure T.17 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$, 200 Ω series resistance	445
Figure T.18 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$, 300 Ω series resistance	446
Figure T.19 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=2\ 000$, 400 Ω series resistance	446
Figure T.20 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5000$, 100 Ω series resistance	447
Figure T.21 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000$, 200 Ω series resistance	447

Figure T.22 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000, 300\ \Omega$ series resistance	448
Figure T.23 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=5\ 000, 400\ \Omega$ series resistance	448
Figure T.24 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000, 100\ \Omega$ series resistance	449
Figure T.25 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000, 200\ \Omega$ series resistance	449
Figure T.26 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000, 300\ \Omega$ series resistance	450
Figure T.27 – Cable capacitance for $C_{cbl}/R_{cbl}=10\ 000, 400\ \Omega$ series resistance	450
Figure T.28 – Network power supply connections	453
Figure T.29 – Grounding and shielding	454
Table 1 – Data encoding rules	69
Table 2 – Ph-STATUS indication truth table	70
Table 3 – Jabber indications	70
Table 4 – Primitives and parameters in DLL-PhL interface	86
Table 5 – PH-START primitives and parameters	88
Table 6 – PH-DATA primitives and parameters.....	89
Table 7 – Parameter names and values for Ph-SET-VALUE request	90
Table 8 – Parameter names for Ph-EVENT indication	91
Table 9 – Summary of Ph-management services and primitives	93
Table 10 – Reset primitives and parameters	94
Table 11 – Values of PhM-Status for the Reset service.....	94
Table 12 – Set value primitives and parameters.....	94
Table 13 – Mandatory PhE-variables	95
Table 14 – Permissible values of PhE-variables.....	95
Table 15 – Values of PhM-Status for the set-value service.....	95
Table 16 – Get value primitives and parameters	96
Table 17 – Current values of PhE-variables	96
Table 18 – Values of PhM-Status for the get value service.....	96
Table 19 – Event primitive and parameters	97
Table 20 – New values of PhE-variables	97
Table 21 – Parameter names and values for management.....	97
Table 22 – PH-RESET	99
Table 23 – Ph-SET-VALUE	100
Table 24 – PhL variables	100
Table 25 – Ph-GET-VALUE	101
Table 26 – Ph-EVENT	102
Table 27 – PhL events	102
Table 28 – Parameter names and values for Ph-SET-VALUE request.....	103
Table 29 – Signals at DTE – DCE interface.....	108
Table 30 – Signal levels for an exposed DTE – DCE interface	108
Table 31 – MDS bus reset	118
Table 32 – Signals at the MIS-MDS interface.....	119
Table 33 – Manchester encoding rules.....	128
Table 34 – MDS timing characteristics	131

Table 35 – MDS data encoding rules	131
Table 36 – SL bit and TxSL signal assignment.....	138
Table 37 – SL bit and RxSL signal assignment	138
Table 38 – SL bit and TxSL signal assignment.....	139
Table 39 – SL bit and RxSL signal assignment	140
Table 40 – SL bit and TxSL signal assignment.....	140
Table 41 – SL bit and RxSL signal assignment	140
Table 42 – Coding and decoding rules	141
Table 43 – Decoding rules for the idle states	142
Table 44 – Coding rules for the reset PhPDU.....	142
Table 45 – Decoding rules of the reset PhPDU	142
Table 46 – Manchester encoding rules.....	145
Table 47 – MDS timing characteristics	148
Table 48 – MDS data encoding rules	149
Table 49 – Minimum services at MDS – MAU interface	150
Table 50 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface	151
Table 51 – MDS-MAU interface definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire	152
Table 52 – MDS-MAU interface 5 Mbit/s, optical fiber medium	153
Table 53 – Services of the MDS-MAU interface.....	154
Table 54 – Minimum services at MAU interface.....	156
Table 55 – Signal levels for an exposed MAU interface.....	157
Table 56 – Minimum services of the MDS-MAU interface	157
Table 57 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface ($V_{DD}=5V$)	158
Table 58 – Bit-rate-dependent quantities of voltage-mode networks.....	159
Table 59 – MAU transmit level specification summary.....	162
Table 60 – MAU transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s operation	162
Table 61 – MAU transmit timing specification summary for ≥ 1 Mbit/s operation.....	162
Table 62 – MAU receive circuit specification summary	166
Table 63 – Network powered device characteristics	169
Table 64 – Network power supply requirements	169
Table 65 – Test cable attenuation limits	171
Table 66 – Recommended color coding of cables in North America	173
Table 67 – MAU transmit level specification summary.....	177
Table 68 – MAU transmit timing specification summary.....	177
Table 69 – MAU receive circuit specification summary.....	179
Table 70 – Network powered device characteristics	182
Table 71 – Network power supply requirements	182
Table 72 – Type 3 cable color specification.....	190
Table 73 – MAU transmit level specification summary.....	194
Table 74 – MAU transmit timing specification summary.....	194
Table 75 – Receive circuit specification summary	196
Table 76 – Network power supply requirements	198
Table 77 – Transmit level specification summary for current-mode MAU.....	204

Table 78 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU	204
Table 79 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU	206
Table 80 – Network power supply requirements	207
Table 81 – Bit-rate-dependent quantities of high-speed (≥ 1 Mbit/s) dual-fiber networks	210
Table 82 – Transmit level and spectral specification summary	212
Table 83 – Transmit timing specification summary	212
Table 84 – Receive circuit specification summary	213
Table 85 – Transmit and receive level and spectral specifications for an optical active star 216	
Table 86 – Timing characteristics of an optical active star	217
Table 87 – Transmit level and spectral specification summary	218
Table 88 – Transmit and receive level and spectral specifications for an optical active star 220	
Table 89 – Transmit control line definitions 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire	223
Table 90 – Receiver data output definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire	224
Table 91 – Receiver carrier output definitions: 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire	224
Table 92 – Coaxial wire medium interface – transmit specifications	225
Table 93 – Coaxial wire medium interface – receive	226
Table 94 – Coaxial wire medium interface – general	227
Table 95 – 5 Mbit/s, voltage-mode, coaxial wire transformer electrical specifications	228
Table 96 – Coaxial spur cable specifications	232
Table 97 – Coaxial trunk cable specifications	232
Table 98 – Transmit control line definitions 5 Mbit/s, optical fiber medium	234
Table 99 – Fiber medium interface 5,0 Mbit/s, optical	234
Table 100 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, short range	235
Table 101 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, medium range	236
Table 102 – Fiber signal specification 5 Mbit/s, optical medium, long range	237
Table 103 – NAP requirements	239
Table 104 – Mixing devices from different categories	242
Table 105 – Input Impedances of bus interfaces and power supplies	245
Table 106 – Required CMRR	248
Table 107 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	249
Table 108 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	249
Table 109 – Electrical characteristics of fieldbus interfaces	254
Table 110 – Electrical characteristics of power supplies	255
Table 111 – Characteristics for non intrinsic safety	259
Table 112 – Characteristics using repeaters	259
Table 113 – Cable specifications	261
Table 114 – Maximum cable length for the different transmission speeds	261
Table 115 – Characteristics for intrinsic safety	264
Table 116 – Cable specification (function- and safety-related)	267
Table 117 – Maximum cable length for the different transmission speeds	267

Table 118 – Electrical characteristics of the intrinsically safe interface	270
Table 119 – Maximum safety values	274
Table 120 – Characteristic features	275
Table 121 – Characteristics of optical transmitters for multi-mode glass fiber.....	278
Table 122 – Characteristics of optical transmitters for single-mode glass fiber.....	279
Table 123 – Characteristics of optical transmitters for plastic fiber	279
Table 124 – Characteristics of optical transmitters for 200/230 µm glass fiber	279
Table 125 – Characteristics of optical receivers for multi-mode glass fiber.....	280
Table 126 – Characteristics of optical receivers for single-mode glass fiber	280
Table 127 – Characteristics of optical receivers for plastic fiber	280
Table 128 – Characteristics of optical receivers for 200/230 µm glass fiber.....	281
Table 129 – Permissible signal distortion at the electrical input of the optical transmitter	281
Table 130 – Permissible signal distortion due to the optical transmitter.....	282
Table 131 – Permissible signal distortion due to the optical receiver.....	283
Table 132 – Permissible signal influence due to internal electronic circuits of a coupling component.....	283
Table 133 – Maximum chaining of standard optical links without retiming	284
Table 134 – Services of the MDS-MAU interface, RS-485, Type 4	285
Table 135 – Bit rate dependent quantities twisted pair wire medium MAU	287
Table 136 – Incoming interface signals	289
Table 137 – Outgoing interface signals	289
Table 138 – Remote bus cable characteristics	290
Table 139 – Bit rate dependent quantities optical MAU	292
Table 140 – Remote bus fiber optic cable length.....	293
Table 141 – Encoding rules	293
Table 142 – Transmit level and spectral specification summary for an optical MAU.....	293
Table 143 – Optical MAU receive circuit specification summary	295
Table 144 – Specification of the fiber optic waveguide	295
Table 145 – Specification of the single fiber.....	296
Table 146 – Specification of the cable sheath and mechanical properties of the cable	296
Table 147 – Recommended further material properties of the cable	296
Table 148 – Specification of the fiber optic waveguide	297
Table 149 – Specification of the single fiber.....	297
Table 150 – Specification of the cable sheath and mechanical properties of the cable	297
Table 151 – Specification of the standard test fiber for an optical MAU	298
Table 152 – Transmission rate support	303
Table 153 – Transmission data parameters.....	304
Table 154 – Possible slave input signals.....	306
Table 155 – Possible slave output signals.....	306
Table 156 – Valid slave output signals	307
Table 157 – Specifications of the clock adjustment times.....	307
Table 158 – Optical signal delay in a slave	307
Table 159 – Basic functions of the connection	308