

DIN EN 3758



ICS 49.090

Entwurf

Einsprüche bis 2022-11-02
Ersatz für
E DIN EN 3758:1998-04

**Luft- und Raumfahrt –
Schnelles Simplex-Datenübertragungssystem;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 3758:2022**

Aerospace series –
Simplex high speed data transmission system;
German and English version FprEN 3758:2022

Série aérospatiale –
Liaison haut débit unidirectionnelle;
Version allemande et anglaise FprEN 3758 2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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 nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (FprEN 3857:2022) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Elektrotechnik, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-04-09 AA „Avionik“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grund der Verfahrensweise zur Normenerstellung bei ASD-STAN dieser Norm-Entwurf E DIN EN 3758 ausschließlich der formellen Annahme der deutschen Sprachfassung von EN 3758 dienen kann. Im Rahmen dieser Umfrage sind daher ausschließlich redaktionelle Stellungnahmen zur deutschen Übersetzung möglich.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

– Entwurf –

2022-04

FprEN 3758:2022

Titel de: Luft- und Raumfahrt – Schnelles Simplex-Datenübertragungssystem
Titel en: Aerospace series – Simplex high speed data transmission system
Titel fr: Série aérospatiale – Liaison haut débit unidirectionnelle

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Allgemeine Anforderungen.....	7
4.1 Anforderungen an Prüfung und Betrieb	7
4.2 Allgemeine Beschreibung.....	7
4.3 Verbindung.....	8
4.4 Merkmale.....	9
4.4.1 Datenformat.....	9
4.4.2 Bitfolge.....	9
4.5 Übertragungsverfahren	9
4.5.2 Übertragung über die Verbindung	9
4.6 Übertragungsprotokollelemente	11
4.6.2 Nachrichtenrahmen	11
4.7 Nachrichtenformat	16
4.8 Zeitsteuerung	16
4.8.2 Zeitsteuerung der Verbindung	16
4.9 Arbeitsweise der Teilnehmereinrichtung.....	16
4.9.2 Allgemeine Arbeitsweise der <i>Verbindung</i>	16
4.10 Hardwareeigenschaften.....	17
4.10.2 Eigenschaften von Sender, Empfänger und Übertragungsmedien.....	17
4.11 Redundanz der Verbindung.....	30
Anhang A (informativ) Spezifische Implementierungen	31
A.1 LWL-Verbindungskonfigurationen	31
Anhang B (informativ) Datenblätter für LWL-Übertragungsmedien.....	34
B.1 Datenblatt für ein 20-Mbit/s- <i>Verbindungssystem</i> mit Transmissionssternkopplern.....	34
Anhang C (normativ) Implementierung der Rahmenprüfzeichenfolge	37
C.1 Definitionen	37
C.2 Gleichungen zur Erzeugung der Rahmenprüfzeichenfolge	38
C.3 Prüfung der Rahmenprüfzeichenfolge (FCS).....	38
C.4 Ableitung von $U(x)$	38
C.5 Implementierungsbeispiel.....	39
Anhang D (informativ) Blockdiagramm zur Prüfung von Bitfehlerquote und Signalverlauf der LWL-Verbindung	41
Anhang E (informativ) Datenblätter für elektrische Übertragungsmedien	42
E.1 Beispiel für ein Datenblatt für elektrische Übertragungsmedien mit einer Verbindung mit einer einzigen Senke und einer Übertragungsgeschwindigkeit von 20 Mbit/s	42
Anhang F (informativ) Blockdiagramm zur Prüfung der Bitfehlerquote und des Signalverlaufs der elektrischen Verbindung	47
Anhang G (informativ) Stichwortverzeichnis	48

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 3758:2022) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat dieses Dokument die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer von ASD-STAN erhalten, bevor es CEN vorgelegt wurde.

Dieses Dokument ist derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Einleitung

Dieses Dokument enthält Anforderungen an ein System, das aus einer LWL- oder elektrischen Verbindung (Interconnect) zur Datenübertragung aus einer einzigen Datenquelle besteht. Die Verbindung unterscheidet sich dahingehend von der nach EN 3910-001, dass sie über keinen Steuer- oder langsamen (LS, en: low speed) Datenbus verfügt. Sie ist somit nicht mit STANAG 3838 AVS kompatibel. Da es sich um eine Simplex-Verbindung handelt, ist keine Bussteuereinheit (en: bus controller) erforderlich.

Trotz Anwendung dieses Dokuments werden aufgrund einsatzspezifischer Anforderungen an die Luftfahrzeuge und der in dieser Norm eingeräumten Konstruktionsspielräume Unterschiede zwischen den Verbindungen in den verschiedenen Luftfahrzeugen bestehen. Beim Systementwurf muss dieser Tatsache durch entsprechende Auslegung von Hard- und Software Rechnung getragen werden. Konstruktionsspielräume sind notwendig, um spezifische Systeme so flexibel auslegen zu können, dass Steuermechanismen, Systemredundanz, Ausfallverhalten und Datenaustauschverfahren den besonderen Einsatzanforderungen des Luftfahrzeugs genügen.

In diesem Dokument wurden, soweit sinnvoll, Wortlaut und Abschnittsbenummerung aus EN 3910-001 — Überarbeitung 2.0 10.94 (Gründruckfassung ASSC/120/3198-Ausgabe 02) übernommen. Abweichungen vom Text der EN 3910-001 sind kursiv gedruckt, was allerdings nicht unbedingt bedeutet, dass nicht kursiv gesetzter Text im Wortlaut identisch ist.

Die Eigenschaften der Datenübertragungsmedien sind im Hauptteil der Norm in Form von Parametern festgelegt, die Zahlenwerte entsprechend den fakultativen Implementierungskonfigurationen sind in den „Datenblättern für LWL-Übertragungsmedien“ (Anhang B) oder in den „Datenblättern für elektrische Übertragungsmedien“ (Anhang E) angegeben.

1 Anwendungsbereich

Eine Teilnehmereinrichtung überträgt Daten an eine oder mehrere andere Teilnehmereinrichtungen über eine einzige LWL- oder elektrische Verbindung. Das System arbeitet mit 10 Mbit/s oder darüber. Die Eigenschaften einer Implementierung einschließlich Datenübertragungsgeschwindigkeit sind in den Datenblättern von Anhang B und Anhang E angegeben.

Dieses Dokument legt die Übertragungsmedien, die Sende- und Empfangseinrichtungen und die zugehörige Schnittstellen-Elektronik fest. Arbeitsweise und Datenfluss der Verbindung sowie die anzuwendenden optischen, elektrischen und funktionellen Formate werden ebenfalls festgelegt. Dieses Dokument lehnt sich an EN 3910-001 an in Bezug auf Hardware, LWL- und elektrische Übertragungsmedien, Installationstechniken und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Wird in Spezifikationen oder Leistungsbeschreibungen auf dieses Dokument verwiesen, so gelten für die Verbindung und die dazugehörigen Geräte, die entweder für sich oder als Teil eines Systems oder *Untersystems* entwickelt werden, die in diesem Dokument festgelegten Anforderungen je nach Forderung entsprechend der Ausschreibung oder Aufforderung zur Angebotsabgabe.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 3910-001, *Schnelle Datenübertragung unter STANAG 3838-Kontrolle oder dessen faseroptischem Äquivalent*¹

STANAG 3908, *Standardized Avionics Terminology and Abbreviations — AAP-33*²

CCITT Recomm. G.651, Annex B: „Meaning of the terms“ — Annex C: „Fibre tests methods“³

CCITT-CRC, *Cyclic Redundancy Check*³

Die seitens der Auftragnehmer für bestimmte Beschaffungsfunktionen benötigten Exemplare von Spezifikationen, Normen, Zeichnungen und Veröffentlichungen sollten über die Beschaffungsstelle oder nach Weisung des Beschaffungsbeauftragten bezogen werden.

1 Veröffentlicht als ASD-STAN-Norm zum Zeitpunkt der Herausgabe dieser Norm durch die AeroSpace and Defence Industries Association of Europe – Standardization (ASD-STAN), <https://www.asd-stan.org/>.

2 Veröffentlichung durch: NATO EU Mil. — National (US) Mil. North Atlantic Treaty Organization <https://nso.nato.int/nso/nsdd/main/list-promulg>.

3 Veröffentlichung durch: CCITT (Internationaler Beratender Ausschuss für den Telegrafien- und Telefondienst) CH-1211 Genf 20.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Zugangskoppler

Bauelement, das optische oder elektrische Leistung auf mehrere Anschlüsse verteilt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Zugangskoppler sind Stern- und T-Koppler.

3.2

Asynchronbetrieb

Betrieb, bei dem jede Teilnehmereinrichtung über eine unabhängige Taktquelle zur Nachrichtenübermittlung verfügt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Decodierung im Empfänger erfolgt mithilfe der aus der Nachricht gewonnenen Taktinformationen.

3.3

Rundsendeverfahren

Betriebsart eines *Verbindungssystems*, bei der die übermittelten Informationen an alle *an die Verbindung angeschlossenen Teilnehmer* gesendet werden

EN 3910-001, 3.4 bis 3.10: entfällt.

3.11

Richtkoppler

T-Zugangskoppler mit drei Anschlüssen – 1, 2 und 3 – bei dem zwischen den Anschlüssen 1 und 2 geringe Einfügungsdämpfung herrscht, die Anschlüsse 1 und 3 gekoppelt sind, und die Anschlüsse 2 und 3 entkoppelt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Richtkoppler dienen zum Anschluss der Stichleitungen an die elektrischen Medien.

EN 3910-001, 3.12 bis 3.15: entfällt.

3.16

Schnittstelle zum Übertragungsmedium

MIU, en: media interface unit

Datenübertragungsschnittstelle

Teil der Teilnehmereinrichtung, der den Übergang zum Übertragungsmedium bildet und wo die elektrischen/optischen und die optischen/elektrischen oder elektrischen/elektrischen Umsetzungsvorgänge stattfinden

EN 3910-001, 3.17 bis 3.19: entfällt.

3.20

Protokolldateneinheit

PDU, en: protocol data unit

Teil des Nachrichtenrahmens zwischen Startzeichen und Endzeichen

EN 3910-001, 3.21 bis 3.24: entfällt.

3.25

Stichleitung

Übertragungsleitung, mit der ein Teilnehmerempfänger über einen Richtkoppler an die Medien angeschlossen wird

3.26

Untersystem

Einrichtung oder Funktionseinheit, die die von einem Teilnehmer übermittelten Daten empfängt

3.27

Teilnehmer

Teilnehmereinrichtung

elektrisches und/oder elektro-optisches Gerät, das erforderlich ist, um das Untersystem mit der Verbindung zu verbinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Teilnehmer können als gesonderte LRI-Teile (en: line replaceable items) oder als Teil des Untersystems ausgeführt sein.

3.28

Übertragungsprotokollschnittstelle

Teil der Teilnehmereinrichtung, in dem Übertragungsprotokollfunktionen ausgeführt werden

3.29

Verbindung

wird in diesem Dokument auf eine Verbindung Bezug genommen, muss sie die gesamte Hardware des Signalverteilerkanals umfassen, einschließlich der Anschlusselemente der Kabel, Zugangskoppler, Steckverbinder usw., die zur Einrichtung eines einzigen Datenübertragungsweges an alle Teilnehmer erforderlich sind

3.30

Richtungsbetrieb

Simplex

Betriebsart eines Datenübertragungssystems in eine Richtung über eine einzige Verbindung

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Anforderungen an Prüfung und Betrieb

Alle hier festgelegten Anforderungen müssen den für die einzelnen Geräte festgelegten Bedingungen entsprechen.

4.2 Allgemeine Beschreibung

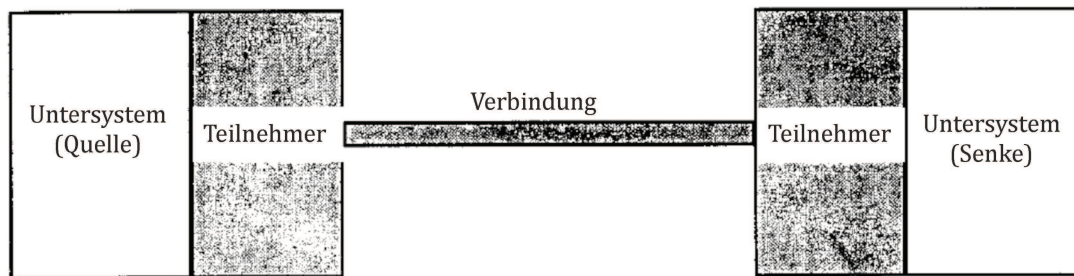
Das schnelle Simplex-Datenübertragungssystem wird von mehreren Teilnehmern gebildet, die über eine Verbindung miteinander verbunden sind. Wie aus dem Funktionsblockdiagramm (Bild 1) ersichtlich, kann nur ein Teilnehmer über die Verbindung Daten senden und einer oder mehrere können empfangen.

Sofern der einzige Sender nur mit einem Empfänger verbunden ist, kann der Übertragungsweg der Verbindung nur aus einem einzigen LWL- oder Koaxialkabel bestehen. Sind mehrere Empfangseinrichtungen erforderlich, wird das Signal über einen oder mehrere Zugangskoppler als Teil der Verbindung verteilt.

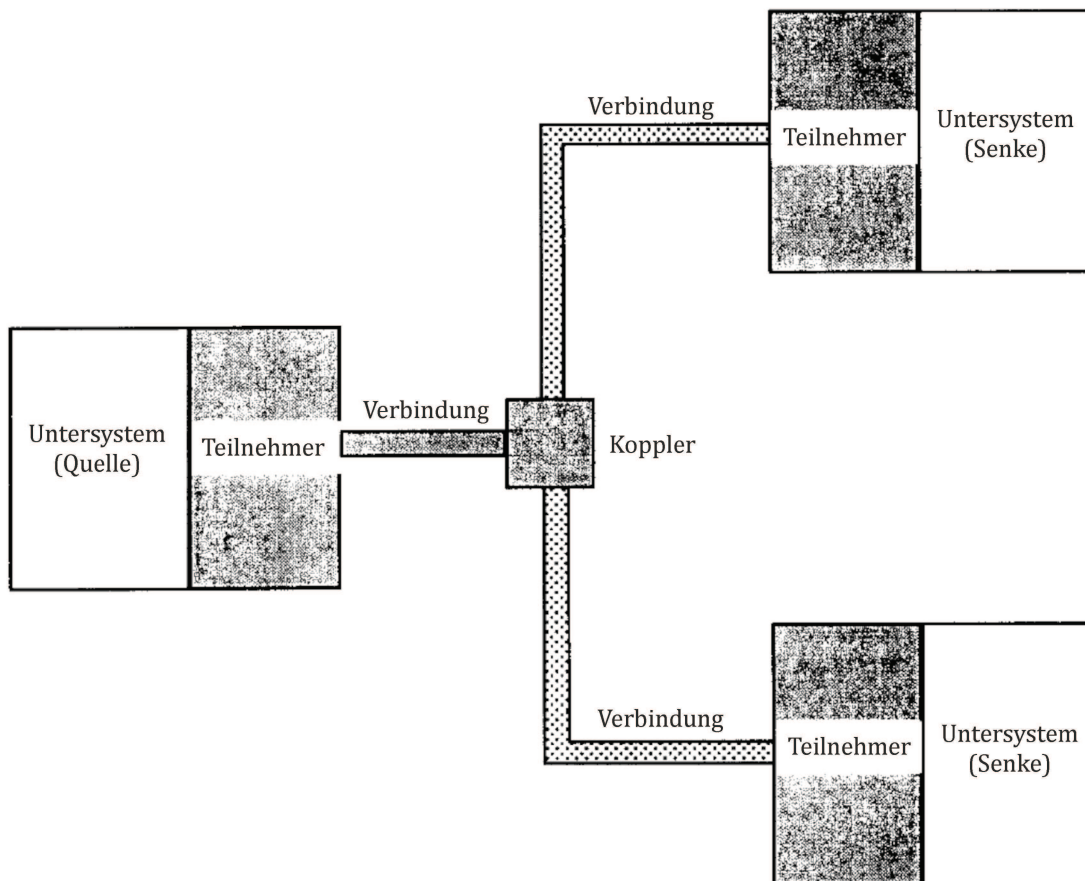
4.3 Verbindung

Die Betriebsart des über die Verbindung verbundenen Teilnehmers muss asynchron sein, und die Übertragungen müssen im Richtungsbetrieb (Simplex) erfolgen. Der Systembetrieb wird über die einzige Sendeeinrichtung gesteuert. Die Zeitsteuerung der Nachrichtenrahmen erfolgt über das Untersystem der Datenquelle. Der Sender wird von allen Empfängern gesehen. Die Teilnehmer nehmen den Nachrichtenrahmen entsprechend der darin enthaltenen Adressinformation an.

Die über die Verbindung übertragenen Informationen müssen aus Nachrichtenrahmen entsprechend diesem Dokument bestehen.



a) Eine Quelle an eine Senke



b) Eine Quelle an mehrere Senken

Bild 1 — Funktionsblockdiagramm des schnellen Simplex-Datenübertragungssystems

EN 3910-001, Bild 2: entfällt.

4.4 Merkmale

4.4.1 Datenformat

Digitaldaten können unter der Voraussetzung, dass die gewählte Art mit den in diesem Dokument festgelegten Nachrichten- und Wortformaten kompatibel ist, in jeder beliebigen Art übertragen werden. Ungenutzte Bitpositionen eines Wortes müssen als logische Nullen übertragen werden, wenn in diesem Dokument nichts anderes festgelegt ist.

4.4.2 Bitfolge

Das höchstwertige Bit muss zuerst übertragen werden; im Anschluss daran folgen im Datenwort die niedrigerwertigen Bits in absteigender Wertigkeitsfolge. Die Anzahl der für die Angabe von Größen erforderlichen Bits muss der geforderten Auflösung oder Genauigkeit entsprechen. Bei der Übertragung von Größen mit mehrfacher Genauigkeit (Größen mit einer Genauigkeit oder Auflösung, für die mehr als 16 Bits benötigt werden) müssen die höchstwertigen Bits zuerst übertragen werden; im Anschluss daran folgt das Wort oder folgen die Wörter mit den niedrigerwertigen Bits in numerisch absteigender Reihenfolge. Es ist zulässig, mehrere Größenangaben in ein einzelnes Datenwort zu packen.

4.5 Übertragungsverfahren

EN 3910-001, 4.5.1: entfällt.

4.5.2 Übertragung über die Verbindung

4.5.2.1 Modulation

Die Signale sind im Digitalpulsmodulationsverfahren seriell über die Verbindung zu übertragen.

4.5.2.2 Codierung der Daten

4.5.2.2.1 Optische Codierung

Die Codierung der Daten erfolgt zweiphasig im Manchester-II-Verfahren. Eine logische Eins muss als ein codiertes 1/0-Signal übertragen werden (d. h. ein Lichtimpuls gefolgt von einem L-Signal [en: low level] oder AUS-Zustand). Eine logische Null muss als ein codiertes 0/1-Signal übertragen werden (d. h. ein Lichtimpuls mit vorangestelltem L-Signal [en: low level] oder AUS-Zustand). Ein Zustandsübergang erfolgt in der Mitte jeder Bitdauer (siehe Bild 2).

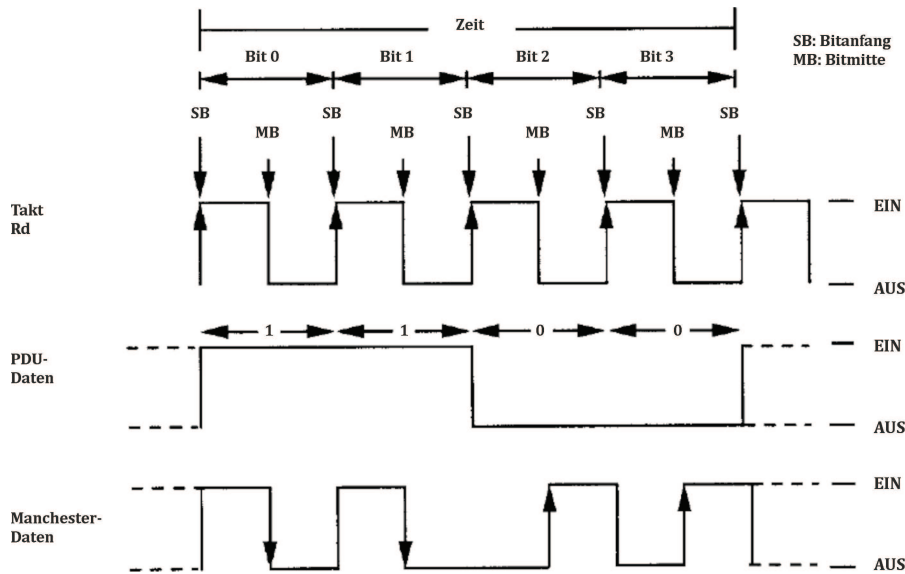


Bild 2 — Datencodierung bei LWL-Übertragung

4.5.2.2.2 Elektrische Codierung

Die Daten müssen bipolar über ein Wechselstrom-Übertragungsmedium ohne Gleichstromanteil übertragen werden. Die Codierung der Daten erfolgt nach Bild 3.

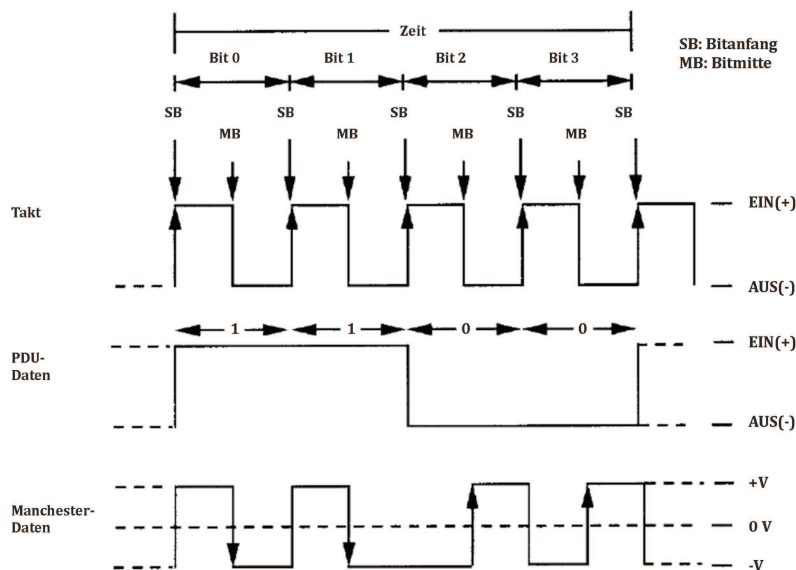


Bild 3 — Datencodierung bei elektrischer Übertragung

4.5.2.3 Auf der Verbindung

Die Übertragungsgeschwindigkeit der Verbindung muss R_d Megabit je Sekunde (Mbit/s) betragen. Die Bitsolldauer muss T_0 Nanosekunden betragen ($T_0 = 1\,000/R_d$).

Die kombinierte Genauigkeit und Langzeitstabilität von R_d müssen R_{its} Prozent und die Kurzzeitstabilität muss mindestens R_{sts} Prozent betragen. Die Werte von R_{sts} und R_{its} sollten in den Systemimplementierungsunterlagen festgelegt sein.

Aufgrund des Codierverfahrens muss die Schrittgeschwindigkeit bei kontinuierlicher Übertragung über LWL- oder elektrische Medien $R_s = 2R_d$ MBaud und die Mindestdauer zwischen idealen Signalzustandsübergängen T_m Nanosekunden ($T_m = 1\,000/R_s$) betragen.

4.5.2.4 HS-Wortlänge

Die über das Übertragungsmedium gesendeten Wörter müssen eine Länge von 16 Bit haben (siehe Bild 4).

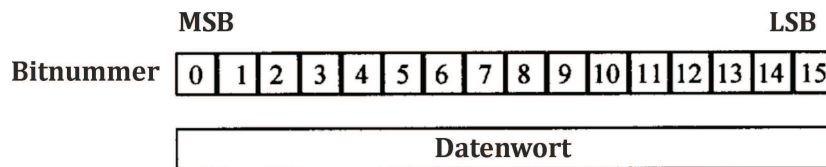


Bild 4 — Wortlänge bei Übertragungsmedium

4.6 Übertragungsprotokollelemente

Zur Informationsübertragung über die Verbindung sind die in den nachfolgenden Abschnitten definierten Nachrichtenrahmen zu verwenden. Die Auslösung der über die Verbindung zu übertragenden Nachrichtenrahmen wird von dem Quellen-Untersystem gesteuert.

EN 3910-001, 4.6.1: entfällt.

EN 3910-001, Bild 6 bis Bild 8: entfällt.

EN 3910-001, Tabelle 1: entfällt.

4.6.2 Nachrichtenrahmen

In diesem Abschnitt wird das erforderliche Protokoll für Datenübertragung über die Verbindung definiert. Der Nachrichtenrahmen besteht aus Einheiten (Rahmeneinheiten), die in Felder unterteilt sind. Bild 5 zeigt den Aufbau eines Nachrichtenrahmens.

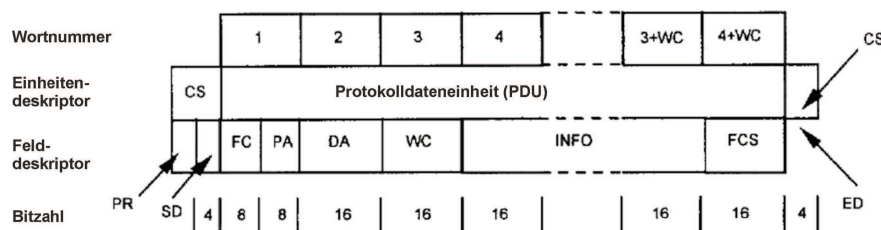


Bild 5 — Nachrichtenrahmen, Einheiten und Felder

4.6.2.1 Zeichensatz

Der Nachrichtenrahmen ist in Form von Zeichen fester Länge zu übertragen. Der Zeichensatz besteht aus

- Steuerzeichen und
- Datenzeichen.

4.6.2.1.1 Steuerzeichen (CS, en: control symbols)

Drei Steuerzeichen dienen zur Festlegung der Übertragungsgrenzen:

- PR — Präambel (en: preamble);
- SD — Startzeichen (en: start delimiter);
- ED — Endzeichen (en: end delimiter).

Bild 6 zeigt den Steuerzeichensatz für LWL-Übertragungen. Bild 7 zeigt den Steuerzeichensatz für elektrische (bipolare) Übertragungen.

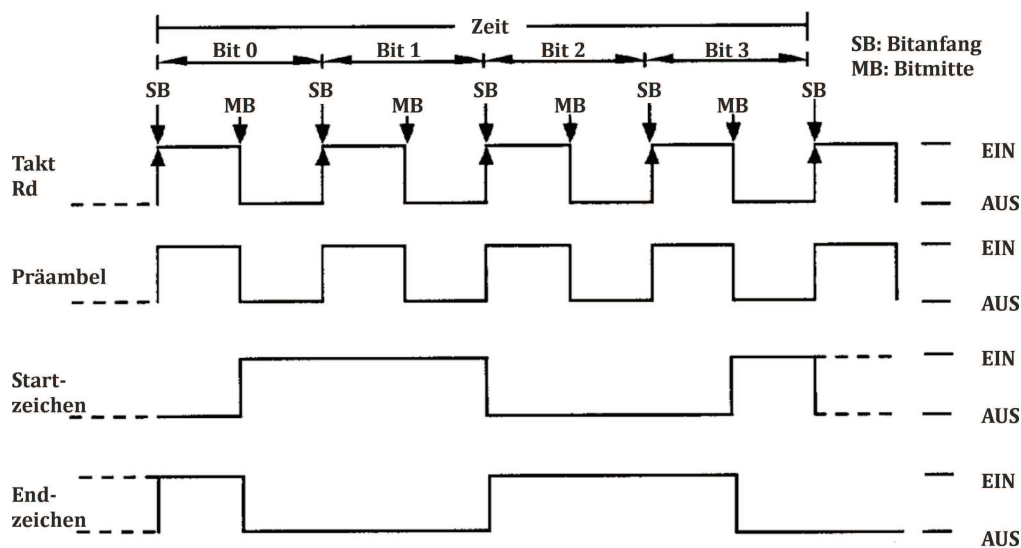


Bild 6 — Steuerzeichensatz für LWL-Übertragungen

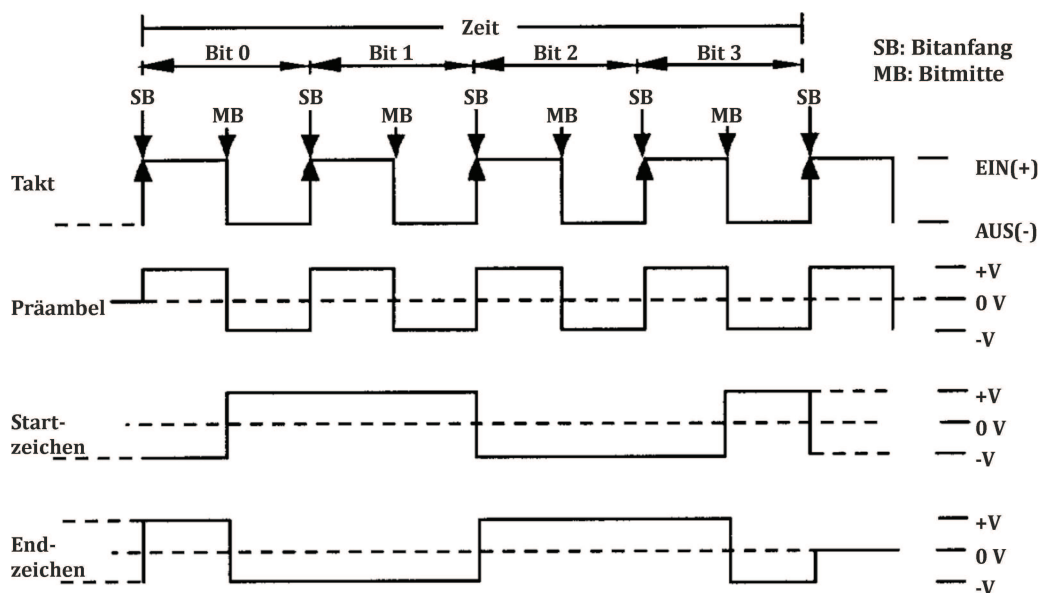


Bild 7 — Steuerzeichensatz für elektrische Übertragungen

4.6.2.1.1.1 Präambel (PR)

Die Präambel (PR) muss jedem übermittelten Nachrichtenrahmen vorangestellt werden. Die PR muss aus einer ganzzahligen Folge binärer Einsen (siehe Bild 6 und Bild 7) bestehen. Die Länge der Präambel muss der Dauer von S_p Bits entsprechen.

Die PR kann vom Empfänger als Folge willkürlicher Datenzeichen gelesen werden, die sich außerhalb der Rahmenbegrenzer (SD, ED) befinden.

Die PR wird von der empfangenden MIU hauptsächlich zur Synchronisierung und Erfassung des Signals (anhand eines festgelegten Bitmusters) verwendet.

4.6.2.1.1.2 Startzeichen (SD)

Der Nachrichtenrahmen muss ein Startzeichen (SD) besitzen, das den Beginn einer Datenübertragungsfolge markiert. Es besteht aus einem Signalmuster mit einer Dauer von 4 Bits, das sich jederzeit von Datenbits unterscheiden lässt. Bild 6 und Bild 7 zeigen die Codierung des SD.

4.6.2.1.1.3 Endzeichen (ED)

Das Endzeichen (ED) markiert das Ende des Rahmens (Übertragungsfolge) und bestimmt die Position der Rahmenprüfzeichenfolge (FCS, en: frame check sequence). Zwischen dem SD und dem ED muss sich eine ganzzahlige Anzahl von Datenwörtern befinden. Alle Bits zwischen dem Startzeichen und dem Endzeichen werden von der Rahmenprüfzeichenfolge erfasst.

Wie das Startzeichen besteht auch das Endzeichen aus einem Signalmuster, das sich jederzeit von Datenbits unterscheiden lässt. Es hat eine Dauer von 4 Bits und wird nach Bild 6 und Bild 7 codiert.

4.6.2.1.2 Datenzeichen

Jedes Datenzeichen steht für ein Bit. Dieses Codiervorgang entspricht dem zweiphasigen Manchester-II-Verfahren nach Bild 2 und Bild 3.

4.6.2.1.2.1 Protokolldateneinheit (PDU, en: protocol data unit)

Nachrichten werden zwischen Teilnehmern mithilfe von Protokolldateneinheiten (PDUs) ausgetauscht. Die PDU des Nachrichtenrahmens befindet sich zwischen dem Startzeichen und dem Endzeichen. Die Anordnung der PDU-Felder ist in den folgenden Abschnitten festgelegt (siehe Bild 8).

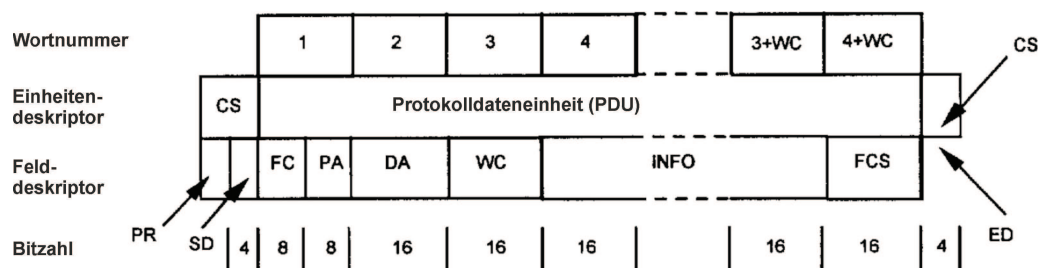


Bild 8 — Protokolldateneinheiten

4.6.2.1.2.1.1 Rahmensteuerung (FC, en: frame control)

Das Feld für die Rahmensteuerung muss aus 8 Bits bestehen, die auf folgende Werte zu setzen sind: 11000000.

4.6.2.1.2.1.2 Physische Adresse (PA, en: physical address)

Das Feld für die physische Adresse (PA) ist ein Feld mit 8 Bits. *Die Verwendung dieses Feldes ist fakultativ und kann zur Identifizierung des Quellen-Untersystems herangezogen werden.* Die drei höchstwertigen Bits dieses Feldes müssen Null sein.

4.6.2.1.2.1.3 Zieladresse (DA, en: destination address)

Wird das Zieladressfeld (DA) verwendet, gibt es entweder eine logische oder eine physische Zieladresse an. Das höchstwertige Bit des Feldes muss anzeigen, welche Adressart die übrigen 15 Bits darstellen (siehe Bild 9).

Bit 0 = 0 ⇒ physische Adressart

Bit 0 = 1 ⇒ logische Adressart

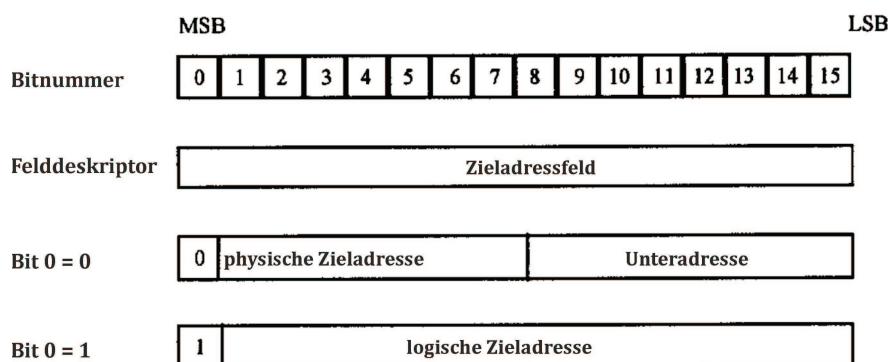


Bild 9 — Zieladressfeld (DA)

Bei physischen Teilnehmeradressen muss das Adressfeld in eine aus 7 Bits bestehende physische Teilnehmeradresse (Bit 1 bis Bit 7) und in eine aus 8 Bits bestehende Unteradresse (Bit 8 bis Bit 15) aufgeteilt werden.

Ein Rahmen ist zu empfangen, wenn Bit 3 bis Bit 7 der physischen Teilnehmeradresse den gleichen Wert wie die physische Adresse des empfangenden Teilnehmers haben. Bit 1 und Bit 2 werden auf Null gesetzt. Durch die Verwendung der Teilnehmeradresse 31 wird eine Rundsendeübertragung angezeigt.

Bit 9 bis Bit 15 müssen ein Unteradressfeld enthalten. Bit 8 wird auf Null gesetzt.

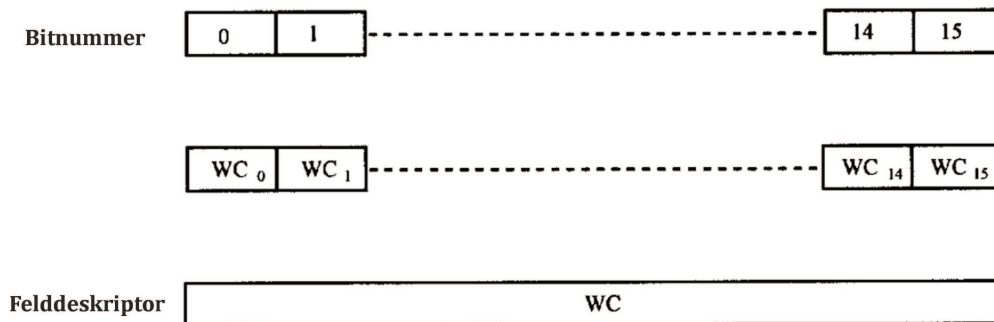
Logische Adressen können für Rundsendungen an alle Teilnehmer oder bestimmte Teilnehmergruppen verwendet werden und werden je nach den angeschlossenen Geräten vergeben.

Wird das Zieladressfeld nicht verwendet, sind alle Bits auf Null zu setzen.

4.6.2.1.2.1.4 Wortzahl (WC, en: word count)

Die Wortzahl muss die Gesamtzahl der 16-Bit-Wörter im Informationsfeld im Bereich 1 bis 4 096 enthalten.

Im Wortzahlfeld ist 4 096 binär als 0001 0000 0000 0000 darzustellen. Bild 10 zeigt eine Darstellung des Wortzahlfeldes.



Legende

WC₀ = höchstwertiges Bit

WC₁₅ = niedrigstwertiges Bit

Bild 10 — Wortzahlfeld (WC)

4.6.2.1.2.1.5 Informationsfeld (INFO, en: information field)

Das Informationsfeld (INFO) enthält die Daten, die im Nachrichtenrahmen zu übertragen sind. Dieses Feld muss eine ganzzahlige Anzahl von 16-Bit-Wörtern enthalten, die dem im Wortzahlfeld angegebenen Wert entspricht.

Bild 11 zeigt das Format des INFO-Feldes.

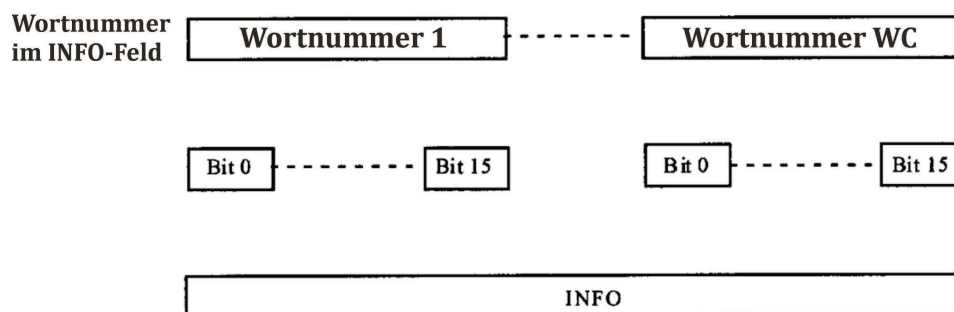


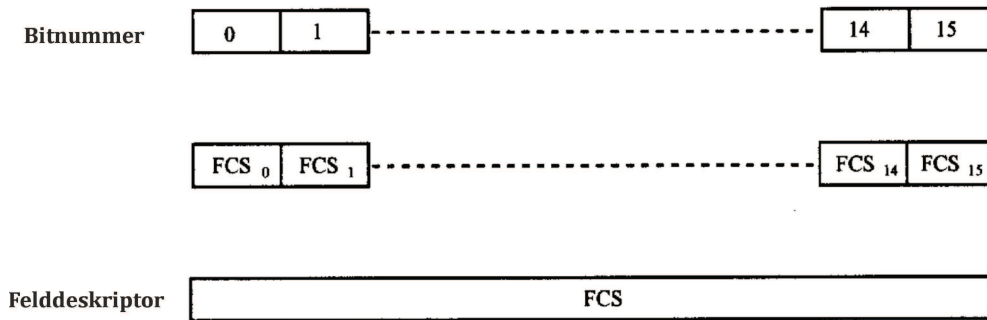
Bild 11 — Informationsfeld (INFO)

4.6.2.1.2.1.6 Rahmenprüfzeichenfolge (FCS, en: frame check sequence)

Das FCS-Feld dient zur Prüfung der Nachricht auf eventuell vorhandene Fehler. Der Teilnehmer, der eine Nachricht sendet, muss die FCS erzeugen und diese in die PDU einfügen. Jeder Teilnehmer, der eine Nachricht empfängt, muss prüfen, ob die FCS korrekt ist. In der FCS müssen die folgenden Felder erfasst sein: FC, PA, DA, WC, INFO und FCS. Der FCS-Generator, G, muss das folgende Generatorpolynom nach CCITT-CRC-16 (Vorwärtsrichtung) verwenden:

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

Das FCS-Feld ist in Bild 12 festgelegt. Die Erzeugung der Rahmenprüfzeichenfolge ist in Anhang C beschrieben.



Legende

FCS_0 = höchstwertiges Bit

FCS_{15} = niedrigstwertiges Bit

Bild 12 — Rahmenprüfzeichenfolge-Feld (FCS)

4.7 Nachrichtenformat

EN 3910-001, Bild 17 bis Bild 20: entfällt.

4.8 Zeitsteuerung

EN 3910-001, 4.8.1: entfällt.

4.8.2 Zeitsteuerung der Verbindung

EN 3910-001, 4.8.2.1 bis 4.8.2.4: entfällt.

EN 3910-001, Bild 21: entfällt.

4.8.2.5 Mindestübertragungszwischenraum

Die Teilnehmereinrichtungen müssen Nachrichten über die *Verbindung* korrekt empfangen, wenn diese durch den Mindestübertragungszwischenraum S_{itg} von der vorangegangenen Nachricht getrennt ist.

S_{itg} wird am Empfangsteilnehmer gemessen und erstreckt sich vom mittleren Signalübergang des Endzeichens des ersten Nachrichtenrahmens bis zum mittleren Signalübergang des Startzeichens des zweiten Nachrichtenrahmens.

4.9 Arbeitsweise der Teilnehmereinrichtung

EN 3910-001, 4.9.1: entfällt.

4.9.2 Allgemeine Arbeitsweise der *Verbindung*

EN 3910-001, 4.9.2.1.1: entfällt.

4.9.2.1.2 Nachrichtenrahmenvalidierung

Die Teilnehmereinrichtung muss sicherstellen, dass alle Nachrichtenrahmen den folgenden Mindestkriterien entsprechen:

- a) auf die Präambel erfolgt ein gültiges Startzeichen;
- b) am Ende eines Nachrichtenrahmens befindet sich ein gültiges Endzeichen;
- c) die Bits zwischen den Start- und Endzeichen sind korrekt nach dem Manchester-II-Verfahren codiert;
- d) die Anzahl der Bits im Informationsfeld ergibt sich aus $WC \cdot 16$;
- e) die Anzahl der Bits in der Protokolldateneinheit des Nachrichtenrahmens entspricht der Anzahl der Bits im Informationsfeld plus (4×16) Bits (siehe Bild 8);
- f) die Prüfung der Rahmenprüfzeichenfolge am Empfangsteilnehmer ist erfolgreich.

Entspricht ein Nachrichtenrahmen den oben genannten Kriterien nicht, muss die Nachricht als ungültig betrachtet werden, und die Daten dürfen nicht verwendet werden.

4.9.2.1.3 Übertragungskontinuität

Die Teilnehmereinrichtung muss prüfen, ob die Nachricht ohne Zwischenraum übertragen wurde. Zeitlich unkorrekt übertragene Daten müssen als Nachrichtenfehler betrachtet werden.

EN 3910-001, 4.9.2.1.4 und 4.9.2.2: entfällt.

EN 3910-001, 4.9.3 und 4.9.4: entfällt.

4.10 Hardwareeigenschaften

EN 3910-001, 4.10.1: entfällt.

4.10.2 Eigenschaften von Sender, Empfänger und Übertragungsmedien

Die allgemeinen Anforderungen an diese Eigenschaften sind in 4.10.2.1 bis 4.10.2.1.4.4 festgelegt. Spezifische Zahlenwerte für diese Größen sind in den Datenblättern von Anhang B am Ende dieses Dokuments angegeben.

4.10.2.1 Eigenschaften der LWL- Verbindung

Die Eigenschaften der *LWL-Verbindung* werden in den folgenden vier Gruppen beschrieben:

- allgemeine Systemeigenschaften;
- Eigenschaften der Sender;
- Eigenschaften der Empfänger;
- Eigenschaften des LWL-Übertragungsmediums.

4.10.2.1.1 Allgemeine Systemeigenschaften des LWL-Systems

In diesem Abschnitt sind die Eigenschaften, die für Sender, Empfänger und Übertragungsmedien gemeinsam gelten und unabhängig von bestimmten Systemausführungen sind, angegeben. Hierzu gehören:

- Konfiguration der *Verbindung*;
- Eingangs-/Ausgangsanschlüsse der Teilnehmereinrichtungen;
- optische Wellenlänge;
- spektrale Bandbreite.

4.10.2.1.1.1 LWL-Verbindung

Die Konfiguration der *Verbindung* ist vom Konstrukteur des Systems festzulegen, muss aber mit den Eigenschaften des Eingangs-/Ausgangsanschlusses der Teilnehmereinrichtung kompatibel sein, die in den Datenblättern festgelegt sind.

4.10.2.1.1.2 Eingangs-/Ausgangsanschlüsse der Teilnehmereinrichtungen des LWL-Systems

Jeder Teilnehmer muss in Übereinstimmung mit der Konfiguration der *LWL-Verbindung* über *einen LWL-Anschluss verfügen, über den seine MIU an die Verbindung angeschlossen ist: einen Ausgangs- oder einen Eingangsanschluss*. Jeder Anschluss muss entsprechend der Festlegung des Systemimplementierungsdokumentes über einen Steckverbinder an das Medium angeschlossen sein.

EN 3910-001, Bild 22 und Bild 23: entfällt.

4.10.2.1.1.3 Lichtwellenlänge im LWL-Übertragungsmedium

Die Sollwellenlänge (Spitzenwellenlänge) der ausgesendeten optischen Strahlung muss zwischen W_1 Nanometer und W_2 Nanometer liegen, wobei W_1 kleiner als W_2 ist. In diesen Werten sind Abweichungen aufgrund unterschiedlicher Sendereigenschaften und Temperaturen berücksichtigt.

4.10.2.1.1.4 Spektrale Bandbreite des LWL-Übertragungsmediums

Die zwischen den 3-dB-Punkten (FWHM) gemessene spektrale Bandbreite muss geringer sein als BW Nanometer. Die 3-dB-Grenzpunkte müssen daher beide zwischen $W_1 - (BW/2)$ und $W_2 + (BW/2)$ liegen.

4.10.2.1.2 Eigenschaften des LWL-Übertragungsmediums

Um die Interoperabilität der Systemteilnehmer sicherzustellen, müssen für das LWL-Übertragungsmedium bestimmte Mindesteigenschaften festgelegt werden. Hierzu gehören:

- äußere Merkmale der Lichtwellenleiter;
- numerische Apertur der Lichtwellenleiter (Brechungsindexprofil);
- Moden- und chromatische Signalverzerrung;
- Dämpfung des Übertragungsmediums;
- optische Isolation der Ummantelung.

4.10.2.1.2.1 Äußere Merkmale der Lichtwellenleiter

Die verwendeten Lichtwellenleiter müssen eine Reihe äußerer Merkmale aufweisen, die in den technischen Datenblättern erfasst sind und in Übereinstimmung mit der CCITT-Empfehlung G.651, Anhang B und Anhang C, festgelegt und gemessen wurden.

Folgende äußere Merkmale sind mindestens zu berücksichtigen:

D_{core} : Faserkerndurchmesser;

D_{clad} : Fasermanteldurchmesser;

N_{core} : Unrundheit des Kerns;

N_{clad} : Unrundheit des Mantels;

$E_{\text{co/cl}}$: Exzentrizität Kern/Mantel.

Der Kerndurchmesser und der Kernmittelpunkt des Lichtwellenleiters sind der Durchmesser bzw. der Mittelpunkt des kleinsten Kreises, der die Gesamtheit des Kerns aufnehmen kann. Die Unrundheit des Kerns kann als die Differenz zwischen der längsten und kürzesten Strecke definiert werden, die durch den Kernmittelpunkt führen und die Außenfläche des Kerns an zwei Punkten schneiden.

Mit den gleichen Definitionen können Durchmesser und Unrundheit des Fasermantels beschrieben werden, während der Abstand zwischen Kern- und Mantelmittelpunkt ein Maß für die Exzentrizität Kern/Mantel ist. Die genannten Messungen müssen am gleichen Faserquerschnitt vorgenommen werden.

Faserart und Fasermaterial müssen den Angaben der Datenblätter entsprechen.

4.10.2.1.2.2 Numerische Apertur der Fasern

Die numerische Apertur der Fasern muss den Wert NA_{th} aufweisen. Die numerische Apertur der Fasern ist der Sinus des halben maximalen Öffnungswinkels für Meridionalstrahlen und ihr Wert ist mithilfe der folgenden Gleichung aus dem Brechungsindexprofil abzuleiten:

$$NA_{\text{th}} = \sqrt{n_{\text{co}}^2 - n_{\text{cl}}^2}$$

Dabei ist

n_{co} der Brechungsindex des Kerns;

n_{cl} der Brechungsindex des Mantels.

Der Brechungsindexunterschied der Stufenindexfaser ($n_{\text{co}} - n_{\text{cl}}$) muss den Festlegungen der Datenblätter entsprechen. Er muss für die von W_1 und W_2 festgelegte spektrale Bandbreite gelten.

4.10.2.1.2.3 Moden- und chromatische Signalverzerrung

Die Netto- oder Gesamtverzerrung (Modendispersion und Materialkomponente der chromatischen Dispersion) durch die Komponenten des LWL-Übertragungsmedium darf zwischen *dem Sendeteilnehmer* und einem *Empfangsteilnehmer* nicht über D_{cm} Nanosekunden liegen.

4.10.2.1.2.4 Dämpfung des LWL-Übertragungsmediums

Die Ende-zu-Ende-Mindestdämpfung des LWL-Systems (mit sämtlichen Steckverbindern, LWL-Kabeln, Zugangskopplern und anderen Übertragungskomponenten) muss A_{min} dB und die maximale Dämpfung A_{max} dB betragen; die Messung der Dämpfungswerte muss zwischen den Steckverbindern zweier beliebiger LRI-Teile erfolgen, und zwar in der von W_1 und W_2 festgelegten spektralen Bandbreite.

4.10.2.1.2.5 Optische Isolationswirkung des Fasermantels

Das LWL-Übertragungssystem darf nur eine geringe Empfindlichkeit gegenüber äußeren Lichtquellen (wie Lampen, Sonne, Laser) aufweisen. Insbesondere der Fasermantel muss für eine ausreichende optische Isolation sorgen, so dass auf keinen Empfänger eine Lichtleistung von mehr als R_{iso} dB trifft, wenn das Übertragungssystem oder ein Teil davon einer äußeren Lichtquelle ausgesetzt ist. Die äußere Lichtquelle muss das spektrale Verhalten einer Normlichtquelle haben (Schwarzkörperstrahlung bei 2 856 K).

4.10.2.1.3 Eigenschaften des LWL-Senders

Dieser Abschnitt legt die allgemeinen Eigenschaften des LWL-Ausgangs einer MIU fest. Diese Eigenschaften sind am Ausgangsanschluss der MIU zu bestimmen. Die Leistungsparameter müssen dabei die tatsächlich in den Kern des jeweiligen Lichtwellenleiters eingekoppelte Lichtleistung angeben.

4.10.2.1.3.1 Ausgangsleistung des LWL-Senders

Der Nennwert der Ausgangslichtleistung muss T_{po} dBm im Spektralbereich $W_1 - (BW/2)$ bis $W_2 + (BW/2)$ betragen. Dieser Wert muss die Spitzenlichtleistung darstellen (siehe Bild 13).

4.10.2.1.3.2 Restlichtleistung des LWL-Senders

Bei jedem Signalzeitschlitz, der dem AUS-Zustand der Lichtquelle entspricht, muss die Lichtleistung im Spektralbereich $W_1 - (BW/2)$ bis $W_2 + (BW/2)$ einen Wert unter T_{pr} dBm Spitze erreichen (siehe Bild 13 und Bild 14).

4.10.2.1.3.3 Lecklichtleistung des LWL-Senders

Zwischen den Nachrichten kann der Sender wahlweise ausgeschaltet sein, da es bei der Verbindung nur einen Sender gibt.

4.10.2.1.3.4 Ausgangssignalverlauf des LWL-Senders

Der Sender muss unter Berücksichtigung der entsprechenden Werte aus dem Datenblatt, siehe Anhang B, einen Signalverlauf erzeugen, der in den in Bild 13 gezeigten Grenzen verläuft. Während der Übergänge von 10 % auf 90 % und von 90 % auf 10 % darf es keine Umkehr des Signalverlaufs geben.

Der Durchgang in der Bitmitte und am Bitende darf nur weniger als $\pm T_{\text{dpw}}$ Nanosekunden vom idealen Durchgangspunkt abweichen; dieser Wert wird bezogen auf einen beliebigen Durchgangspunkt innerhalb der vorangehenden Zeitspanne von $T_{\text{m}} \times 100$ ns gemessen. Die Anstiegs- und Abfallzeiten werden zwischen den 10 %- und 90 %-Punkten gemessen und müssen geringer als T_{r} Nanosekunden bzw. T_{f} Nanosekunden sein. Signalverzerrungen durch die gemeinsame Wirkung von Unter-, Über- und Nachschwingen müssen geringer als sein als T_{ous} (siehe Bild 13 und Bild 14).

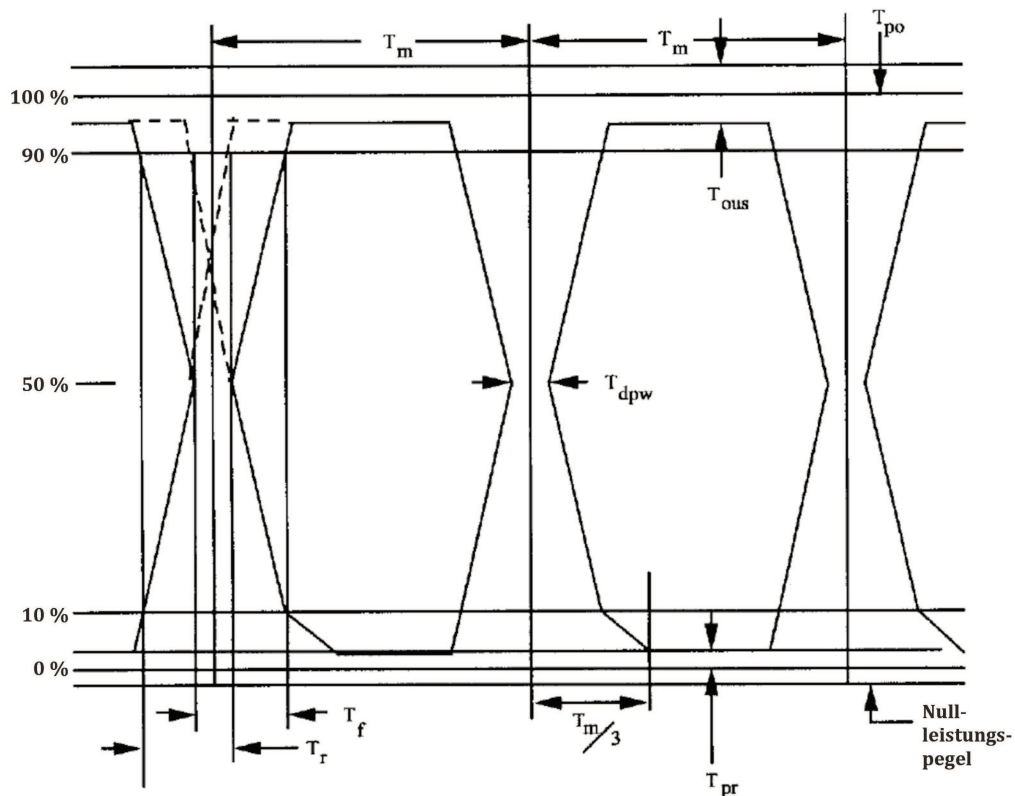


Bild 13 — Signalverlauf des LWL-Senderausgangssignals

4.10.2.1.4 Eigenschaften des LWL-Empfängers

Dieser Abschnitt legt die allgemeinen Eigenschaften des LWL-Empfängers der MIU fest. Die Lichtleistungswerte müssen am Eingangsanschluss der MIU gemessen werden und müssen die Spitzenimpulswerte der vom Faserende abgestrahlten Leistung darstellen.

4.10.2.1.4.1 Empfindlichkeit des LWL-Empfängers

Die Funktion des LWL-Empfängers muss bei einer Empfangslichtleistung von R_{pm} dBm bis zur maximalen Bitfehlerquote R_{ber} sichergestellt sein. Die Empfangsleistung darf kein Mindestpegel des eingeschwungenen H-Lichtsignalzustands sein, den der Empfänger benötigt, um seinem Ausgang ein H-Logiksignal zuführen zu können.

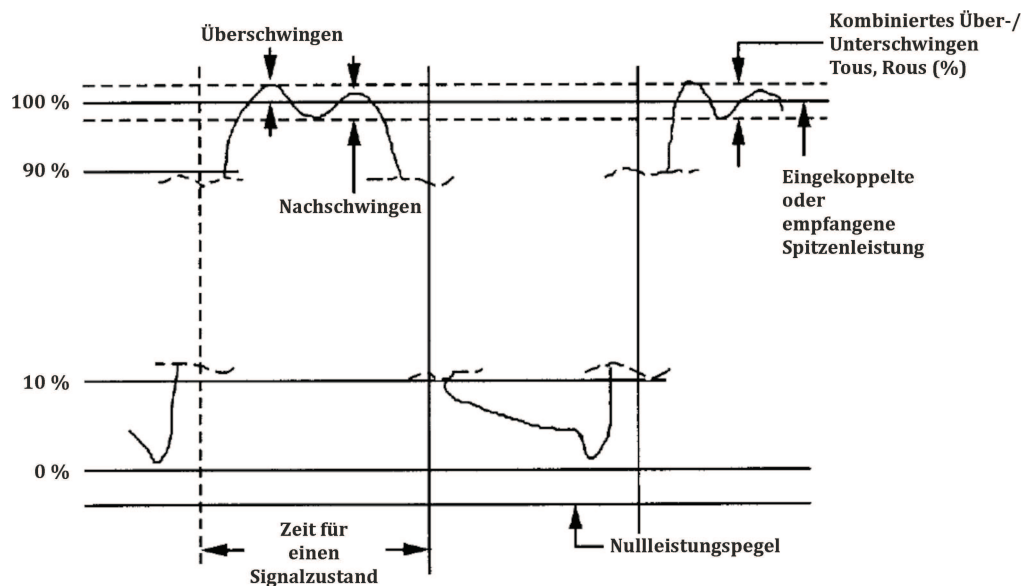


Bild 14 — Über-/Unterschwingen und Restlichtleistung

4.10.2.1.4.2 Arbeitsbereich des LWL-Empfängers

Der LWL-Empfänger muss jedes Eingangssignal verarbeiten können, dessen Lichtleistungspegel (H-Zustand) von R_p dBm zwischen R_{pm} dBm und $(R_{pm} + R_{or})$ dBm liegt. R_{or} muss der in dB angegebene Arbeitsbereich des Empfängers sein. Der Arbeitsbereich R_{or} sollte nicht mit dem Übertragungsdynamikbereich R_{idr} verwechselt oder als Lichtleistungsabstand M zwischen Sender und Empfänger interpretiert werden (siehe Bild 15).

Für die Anwendung dieses Dokuments ist der Übertragungsdynamikbereich R_{idr} der Unterschied in der Empfangsleistung aufeinanderfolgender Nachrichtenrahmen zwischen einem bestimmten Empfänger und den beiden Sendern mit der höchsten und niedrigsten zulässigen Ausgangsleistung bzw. dem höchsten und geringsten Übertragungswegverlust.

Innerhalb des Arbeitsbereichs R_{or} muss der Empfänger einwandfrei funktionieren können, wenn zwischen aufeinanderfolgenden Nachrichtenrahmen, die nach 4.8.2.5 durch den Mindestübertragungs-zwischenraum S_{itg} voneinander getrennt sind, der volle Übertragungsdynamikbereich R_{idr} liegt.

Der Lichtleistungsabstand M ist die Differenz zwischen der Nenn-Spitzenlichtleistung des Senders (H-Signal) und der Mindesteingangslichtleistung des Empfängers:

$$M = (T_{po} + R_{pm}) \text{ dB}$$

M muss zur Bestimmung der erforderlichen Verlusteigenschaften des Bussystems verwendet werden. Näheres hierzu ist Bild 15 zu entnehmen.

Der Empfänger darf keinesfalls durch einen Eingangspegel von bis zu R_{po} dBm in seiner Funktion beeinträchtigt oder auf sonstige Weise beschädigt werden. Unter diesen Bedingungen darf die Erholzeit den Wert von R_{rec} nicht überschreiten.

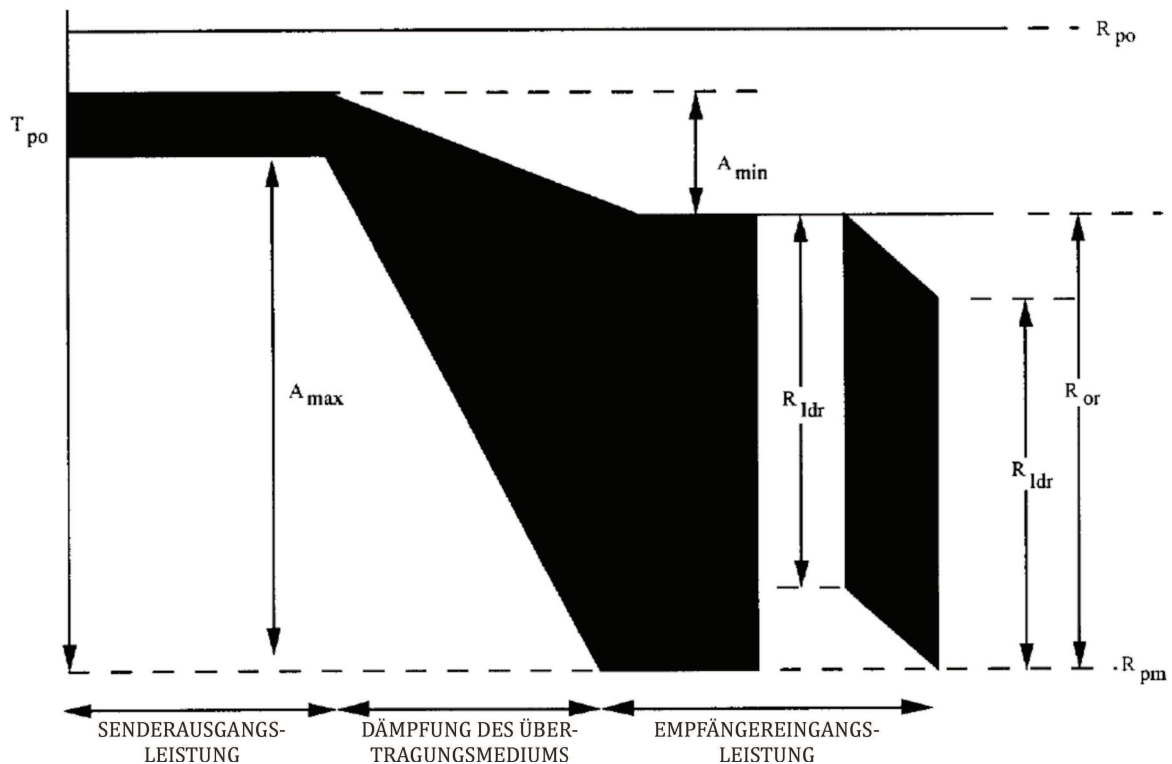


Bild 15 — Lichtleistungspegel

4.10.2.1.4.3 Signalverlauf des LWL-Empfängereingangssignals

Der empfangende Teilnehmer muss unter Berücksichtigung der entsprechenden Werte aus den Datenblättern ein Eingangssignal mit dem in Bild 16 gezeigten Signalverlauf einwandfrei verarbeiten.

Die Durchgänge in der Bitmitte und am Bitende dürfen nur um weniger als $\pm R_{dpw}$ ns vom idealen Durchgangspunkt abweichen; dieser Wert wird bezogen auf einen beliebigen Durchgangspunkt innerhalb der vorangehenden Zeitspanne von $T_m \times 100$ ns gemessen. Die Anstiegs- und Abfallzeiten werden zwischen den 10 %- und 90 %-Punkten gemessen und müssen geringer als R_r Nanosekunden bzw. R_f Nanosekunden sein. Signalverzerrungen durch die gemeinsame Wirkung von Unter-, Über- und Nachschwingen müssen geringer als R_{ous} sein (siehe Bild 14).

4.10.2.1.4.4 Bitfehlerquote des LWL-Empfängers

Die Gesamtbitfehlerquote muss geringer sein als R_{ber} . Diese Fehlerquote darf bei den ungünstigsten Signalverläufen nach 4.10.2.1.4.3 und Bild 16 nicht überschritten werden, auch nicht bei Lichtleistungen über den gesamten Arbeitsbereich des Empfängers nach 4.10.2.1.4.2.

Diese Fehlerquote darf auch bei Nachrichten nicht überschritten werden, deren Lichtleistungswerte sich um den Übertragungsdynamikbereich R_{idr} unterscheiden, mit einer jeweiligen Abweichung von der Sollübertragungszeit R_d bis zum Höchstwert der Langzeitstabilität R_{its} , und die zeitlich durch den Mindestübertragungszeitraum S_{itg} voneinander getrennt sind.

Die Prüfung der Bitfehlerquote muss kontinuierlich so lange durchgeführt werden, bis die Anzahl der von der Teilnehmereinrichtung empfangenen Datenwörter die zur Annahme der Teilnehmereinrichtung erforderliche Anzahl überschreitet bzw. die zur Zurückweisung erforderliche Anzahl unterschreitet, wobei jeweils eine bestimmte Anzahl von Fehlern nach Tabelle 1 zu berücksichtigen ist.



Anzahl der Fehler	Gesamtzahl der empfangenen Wörter $\times R_{\text{ber}}$	
	Zurückweisung (kleiner oder gleich)	Annahme (größer oder gleich)
0	entfällt	4,40
1	entfällt	5,21
2	entfällt	6,02
3	entfällt	6,83
4	entfällt	7,64
5	entfällt	8,45
6	0,45	9,27
7	1,26	10,08
8	2,07	10,89
9	2,88	11,70
10	3,69	12,51
11	4,50	13,32
12	5,31	14,13
13	6,12	14,94
14	6,93	15,75
15	7,74	16,56
16	8,55	17,37
17	9,37	18,19

Anzahl der Fehler	Gesamtzahl der empfangenen Wörter $\times R_{\text{ber}}$	
	Zurückweisung (kleiner oder gleich)	Annahme (größer oder gleich)
18	10,18	19,00
19	10,99	19,81
20	11,80	20,62
21	12,61	21,43
22	13,42	22,24
23	14,23	23,05
24	15,04	23,86
25	15,85	24,67
26	16,66	25,48
27	17,47	26,29
28	18,29	27,11
29	19,10	27,92
30	19,90	28,73
31	20,72	29,54
32	21,53	30,35
33	22,34	31,16
34	23,15	31,97
35	23,96	32,78
36	24,77	33,00
37	33,00	entfällt
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

4.10.2.2 Festlegung des elektrischen Verbindungssystems

Die Eigenschaften des elektrischen Verbindungssystems werden in den folgenden fünf Gruppen beschrieben:

- allgemeine elektrische Eigenschaften;
- Eigenschaften des Übertragungsmediums;
- Richtkopplereigenschaften;
- Eigenschaften der Sender;
- Eigenschaften des Empfängers.

4.10.2.2.1 Elektrische Eigenschaften

4.10.2.2.1.1 Eingangs-/Ausgangsanschlüsse der Teilnehmereinrichtungen

Jede Teilnehmereinrichtung muss mit einem elektrischen Anschluss ausgestattet sein, um ihre MIU an die Verbindung anzuschließen, d. h. mit einem Anschluss für den Senderausgang oder mit einem Anschluss für den Empfängereingang.

4.10.2.2.2 Eigenschaften des Übertragungsmediums

4.10.2.2.2.1 Maximale Anzahl der Teilnehmer

Die maximale Anzahl der an die Verbindung angeschlossenen Teilnehmer muss N_b betragen.

4.10.2.2.2.2 Dämpfung des Übertragungsmediums

4.10.2.2.2.2.1 Gesamtdämpfung des Übertragungsmediums

Die maximale Gesamtdämpfung des Übertragungsmediums (einschließlich Richtkopplern und Kabeln) entlang des Übertragungswegs zwischen dem Sender und einem beliebigen Empfänger muss geringer sein als $M_{\max}$, wenn die Messung bei einer Frequenz erfolgt, die der Datenübertragungsgeschwindigkeit entspricht.

4.10.2.2.2.2.2 Gesamtkabeldämpfung

Die maximale Gesamtkabeldämpfung auf dem Übertragungsweg zwischen dem Sender und einem beliebigen Empfänger muss geringer sein als $C_{\max}$, wenn die Messung bei einer Frequenz erfolgt, die der Datenübertragungsgeschwindigkeit entspricht.

4.10.2.2.2.3 HS-Verbindungskabeleigenschaften

4.10.2.2.2.3.1 Art

Für das elektrische Kabel ist ein Koaxialkabel zu verwenden.

4.10.2.2.2.3.2 Wellenwiderstand

Der Wellenwiderstand des Kabels muss im Frequenzbereich F_r den Wert I_{Imp} haben.

4.10.2.2.2.4 Eigenschaften der HS-Stichleitungen

4.10.2.2.2.4.1 Art

Für die Stichleitungen ist ein Koaxialkabel zu verwenden.

4.10.2.2.2.4.2 Wellenwiderstand

Der Wellenwiderstand der Stichleitung muss im Frequenzbereich F_r den Wert I_{imp} haben.

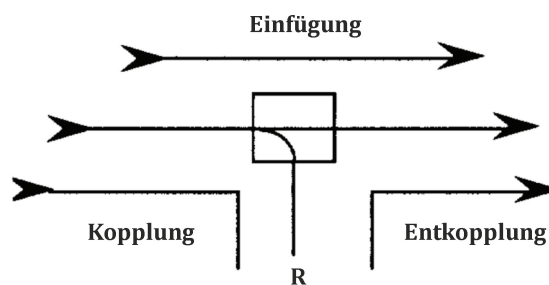
4.10.2.2.2.5 Richtkopplereigenschaften

Die passiven Richtkopplereigenschaften sind wie folgt festgelegt:

- maximale Einfügungsdämpfung: I_{I1} im Frequenzbereich F_{r1} ;
 I_{I2} im Frequenzbereich F_{r2} ;
 I_{I3} im Frequenzbereich F_{r3} ;
- maximale Koppeldämpfung: $C_{I\text{max}}$;
- minimale Koppeldämpfung: $C_{I\text{min}}$;
- Mindestentkopplung: M_i .

$C_{I\text{max}}$, $C_{I\text{min}}$ und M_i sind im Frequenzbereich F_{r4} zu messen.

Das entsprechende Blockdiagramm ist in Bild 17 dargestellt.



R = Empfangsanschluss

Bild 17 — Blockdiagramm für den Richtkoppler

4.10.2.2.2.6 Übertragungsmediumabschluss

Den Abschluss der Übertragungsmedien muss an einem Ende die sendende Teilnehmereinrichtung und am anderen Ende eine Teilnehmereinrichtung mit dem Widerstand $C_{tr} \Omega$ bilden.

4.10.2.2.2.6.1 Abschluss der Sende- und Empfangsleitungen

Den Abschluss der Empfangsleitung muss an einem Ende ein Koaxialkabelanschluss mit dem Widerstand C_{tr} bilden.

4.10.2.2.2.6.2 Stichleitungsabschluss

Der Stichleitungsabschluss muss an einem Ende von einem Richtkoppler und am anderen Ende von einer Teilnehmereinrichtung gebildet werden.

4.10.2.2.2.7 Schirmung

Alle Zugangskoppler und Abschlüsse des Übertragungsmediums müssen sich in geschirmten Gehäusen befinden. Die Verbindung dieser Bauteile muss den Störschutz für das gesamte System sicherstellen.

Gleichzeitig muss die Kabelschirmung am Steckverbinder des Eingangs- oder Ausgangsanschlusses mit dem jeweiligen Gerätegehäuse (Sender- oder Empfänger-Teilnehmereinrichtung) verbunden sein, so dass, wie in Bild 18 gezeigt, Störschutz für das gesamte System besteht.

4.10.2.2.3 Eigenschaften der Teilnehmereinrichtungen

4.10.2.2.3.1 Elektrische Eigenschaften des Senders

Die nachfolgenden Abschnitte legen die allgemeinen Eigenschaften des elektrischen Ausgangs der MIU fest. Diese Eigenschaften sind am Ausgangsanschluss der MIU zu bestimmen.

4.10.2.2.3.1.1 Ausgangsimpedanz des Senders

Die Ausgangsimpedanz des Senders muss im Frequenzbereich TT_{fr} den Wert TT_{oi} haben, wobei dieser Wert gelten muss, wenn der Sender aktiv ist, sich im AUS-Zustand befindet oder ein- oder ausgeschaltet ist. Darüber hinaus muss der Sender so ausgelegt sein, dass reflektierte Signale mit Spannungen bis $0,1 \times TT_{vo}$ seine Funktion nicht beeinträchtigen und reflektierte Signale mit Spannungen bis TT_{vo} keine Schäden am Sender hervorrufen.

4.10.2.2.3.1.2 Senderausgangsspannung

Der Sender muss eine Spitzenausgangsspannung von TT_{vo} erzeugen, die am Ausgangsanschluss mit einem Lastwiderstand von $50 \frac{1}{2}$ gemessen wird.

4.10.2.2.3.1.3 Spitzenwert der Restausgangsspannung des Senders

Der Spitzenwert der Restausgangsspannung des Senders muss geringer sein als TT_{vr} , wenn er mit einem Lastwiderstand von $50 \frac{1}{2}$ gemessen wird. Dieser Wert muss sowohl bei Einschalt- und Ausschaltfunktion als auch bei allen anderen Funktionen, bei denen sich der Sender im AUS-Zustand befindet, einschließlich des Übergangszustands beim Einschalten, aufrechterhalten werden.

4.10.2.2.3.1.4 Signalverlauf des Senderausgangssignals

Die Eigenschaften des Signalverlaufs des Senderausgangssignals müssen innerhalb der folgenden Grenzwerte liegen:

- Die Nulldurchgänge des Signals dürfen nur um bis zu $\pm TT_{zct}$ ns vom idealen Durchgangspunkt abweichen; als Bezugspunkt für die Messung dieses Werts ist ein beliebiger Nulldurchgang in der davorliegenden $10 \times T_m$ -Periode zu wählen.