



**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-
Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-
Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30
D-74638 Waldenburg (Württ.)
Germany

Bestell-Nummer:

Version: 1.4

Ausgabedatum: 16.01.2006

gültig für: I.S.1

Zielgruppe:

Eingewiesenes Fachpersonal
(gemäß ElexV, IEC 79-17)

Änderungen und Irrtümer vorbehalten



Betriebsanleitung

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-
Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-
Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einführung	4
2. Projektierung	4
2.1. Allgemein	4
2.2. Explosionsgefährdeter Bereich	5
2.3. Projektierungsbeispiele	6
3. Projektierungsregeln.....	11
3.1. Adressraum der Busprotokolle	11
3.2. Einsatzbedingungen für LWL Koppler	11
3.3. Projektierungsregeln für OZD... ..	12
3.4. Maximaler Abstand zwischen zwei LWL Kopplern	14
3.5. Maximale Anzahl der kaskadierbaren LWL Koppler.....	14
3.6. Glasfaserkabel	15
3.7. Abschlusswiderstände	16
3.8. LWL-Steckverbinder.....	16
4. Installation.....	17
4.1. Für die Installation sind die Projektierungsregeln zu beachten	17
4.2. Kabelverlegung	17
4.3. Anschluss der LWL Steckverbinder	17
5. Inbetriebnahme	18
5.1. Bussegment im sicheren Bereich.....	18
5.2. Bussegment im explosionsgefährdeten Bereich	18
5.3. LWL-Bussegment.....	18
5.4. Überprüfung und Einstellung der Busteilnehmer.....	18
5.5. Inbetriebnahme des Masters.....	19
6. Fehlersuche	19
7. Literaturverzeichnis	20



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

1. Einführung

R. STAHL hat seit 1995 ein eigensicheres Feldbus-System auf der Basis einer RS 485 Schnittstelle eingeführt. Dieses Feldbus System bietet die Möglichkeit mehrere Feldstationen mittels eines Bussystems untereinander und mit einem Leitsystem zu verbinden.

Das Feldbus-System ist von der Prüfstelle PTB zertifiziert für den Einsatz in Zone 1 und 2 sowie Zone 21 und 22. Da das Feldbus-System als eigensicher bescheinigt ist, können die daran angeschlossenen Komponenten ohne weitere Vorsichtsmaßnahmen unter Ex-Bedingung an den Bus zu- oder abgeschaltet werden.

Bei widrigen Umgebungsbedingungen wie EMV, Potentialdifferenzen, Überspannungsschutz oder größere Busausdehnungen kann alternativ zur RS 485 Schnittstelle auch Lichtwellenleiter (LWL) eingesetzt werden.

Dieses Dokument beschreibt die unterschiedlichen Möglichkeiten für den Einsatz von Lichtwellenleiter im sicheren Bereich und explosionsgefährdeten Bereich.

2. Projektierung

2.1. Allgemein

Für den sicheren Bereich sind eine Vielzahl von Produkte verfügbar. Als Auswahlkriterium gilt es zu beachten:

- ⇒ Busprotokoll
- ⇒ Ringstruktur oder Linie
- ⇒ Redundanter oder nicht redundanter Aufbau
- ⇒ Entfernung zwischen 2 Busteilnehmern
- ⇒ Gesamtausdehnung des LWL-Netzes
- ⇒ Faserauswahl (Multimode 50/125 µm oder 62,5/125 µm, Singlemode 9/125 µm)
- ⇒ Stecker, geklebt oder gecrimpt
- ⇒ Aufbau des LWL-Kabels
 - Bündelader, Breakout
 - Innen- oder Aussenverlegung
 - Nagetierschutz
 - Armierung metallisch/nicht metallisch
 - Hybridkabel mit LWL und Kupfer in einem Kabel
- ⇒ Reservefasern mit Stecker

Da LWL-Strecken prinzipbedingt Punkt-zu-Punkt-Verbindungen darstellen ist ein direkter linienförmiger Busaufbau wie bei einem RS 485 Bus nicht möglich. Linienstrukturen sind nur mittels einer Kaskadierung mehrerer elektro-optischer Wandler (Repeater) realisierbar. Durch die Kaskadierung mehrerer Repeater wird die Verfügbarkeit der daran angeschlossenen Busteilnehmer mit steigender Anzahl immer geringer. Ein Ausweg aus diesem Sachverhalt bietet der optische Ring, welcher den Ausfall eines Repeaters oder Faserbruchs toleriert.



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

2.2. Explosionsgefährdeter Bereich

Für LWL-Strecken, die in den explosionsgefährdeten Bereich führen, müssen hierfür zugelassenen Baugruppen verwendet werden.

R. STAHL bietet für die LWL Technik einige Standardlösungen für

- ⇒ den sicheren Bereich
- ⇒ den explosionsgefährdeten Bereich
- ⇒ Innenverlegung
- ⇒ Aussenverlegung.

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

2.3. Projektierungsbeispiele

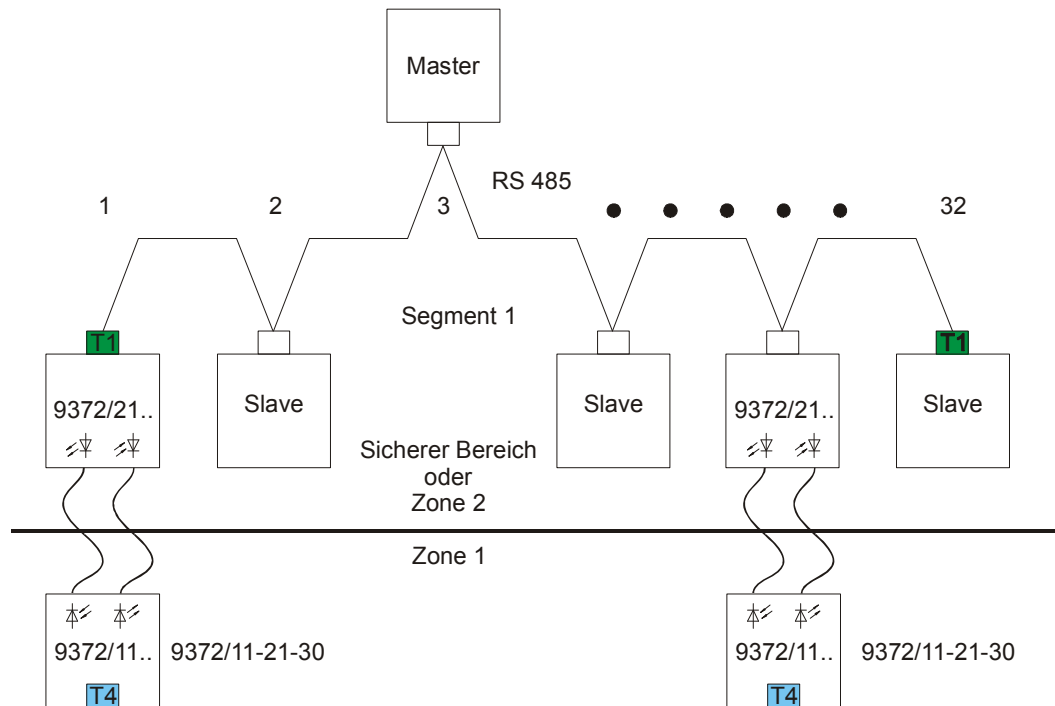
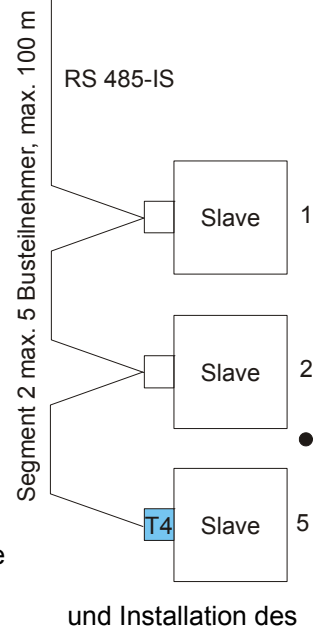


Bild 1 LWL-Punkt-zu-Punkt für Zone 1 mit LWL Feldbus-Trennübertrager Typ 9372/.. und einem eigensicheren Feldbus nach RS 485-IS

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Netzwerks [1], welches um LWL-Strecken in den explosionsgefährdeten Bereich erweitert wurde. Als Protokoll werden UART-Protokolle wie Profibus DP, Modbus, RS 485 HART oder der Servicebus von R. STAHL übertragen.

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokoll begrenzt (siehe Kap. 3.1). Die Anzahl der Busteilnehmer je physikalischem Bussegment beträgt bei RS 485-IS 5 Busteilnehmer. Für Details über die Projektierung RS 485-IS Feldbusses siehe [1].



	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	315 732 0
T4	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485-IS	94 900 02 22 0

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

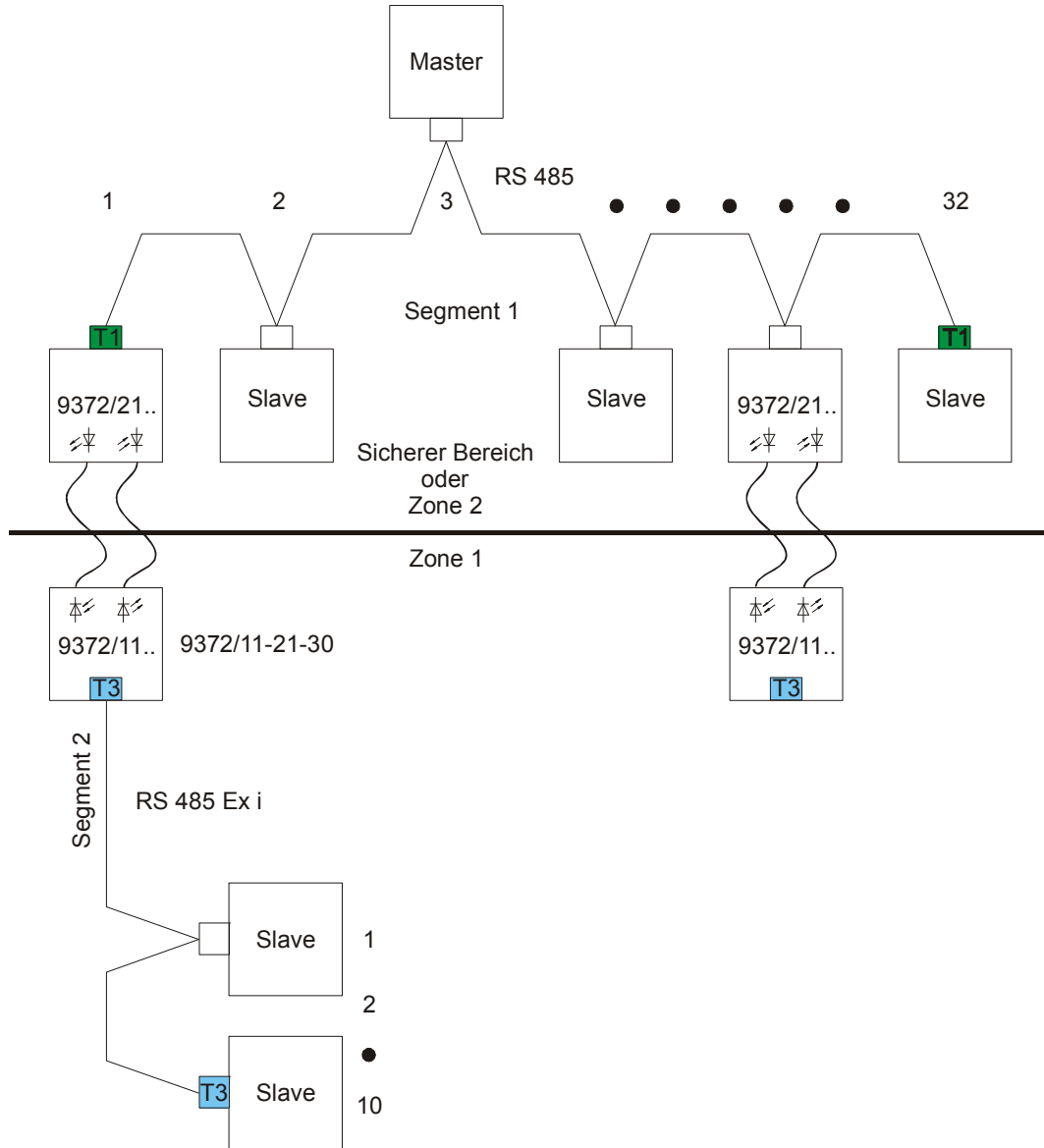


Bild 2 LWL-Punkt-zu-Punkt für Zone 1 mit LWL Feldbus-Trennübertrager Typ 9372/11-21-30 und einem eigensicheren Feldbus nach RS 485-Ex i

zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Netzwerks [1], welches um LWL-Strecken in den explosionsgefährdeten Bereich erweitert wurde. Als Protokoll werden UART-Protokolle wie Profibus DP, Modbus, RS 485 HART oder der Servicebus von R. STAHL übertragen.

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokoll begrenzt (siehe Kap. 3.1). Die Anzahl der Busteilnehmer je physikalischem Bussegment beträgt bei RS 485-Ex i 10 Busteilnehmer. Für Details über die Projektierung und Installation des RS 485-IS Feldbusses siehe [1].

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	315 732 0
T3	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485 Ex i	94 900 03 22 0

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

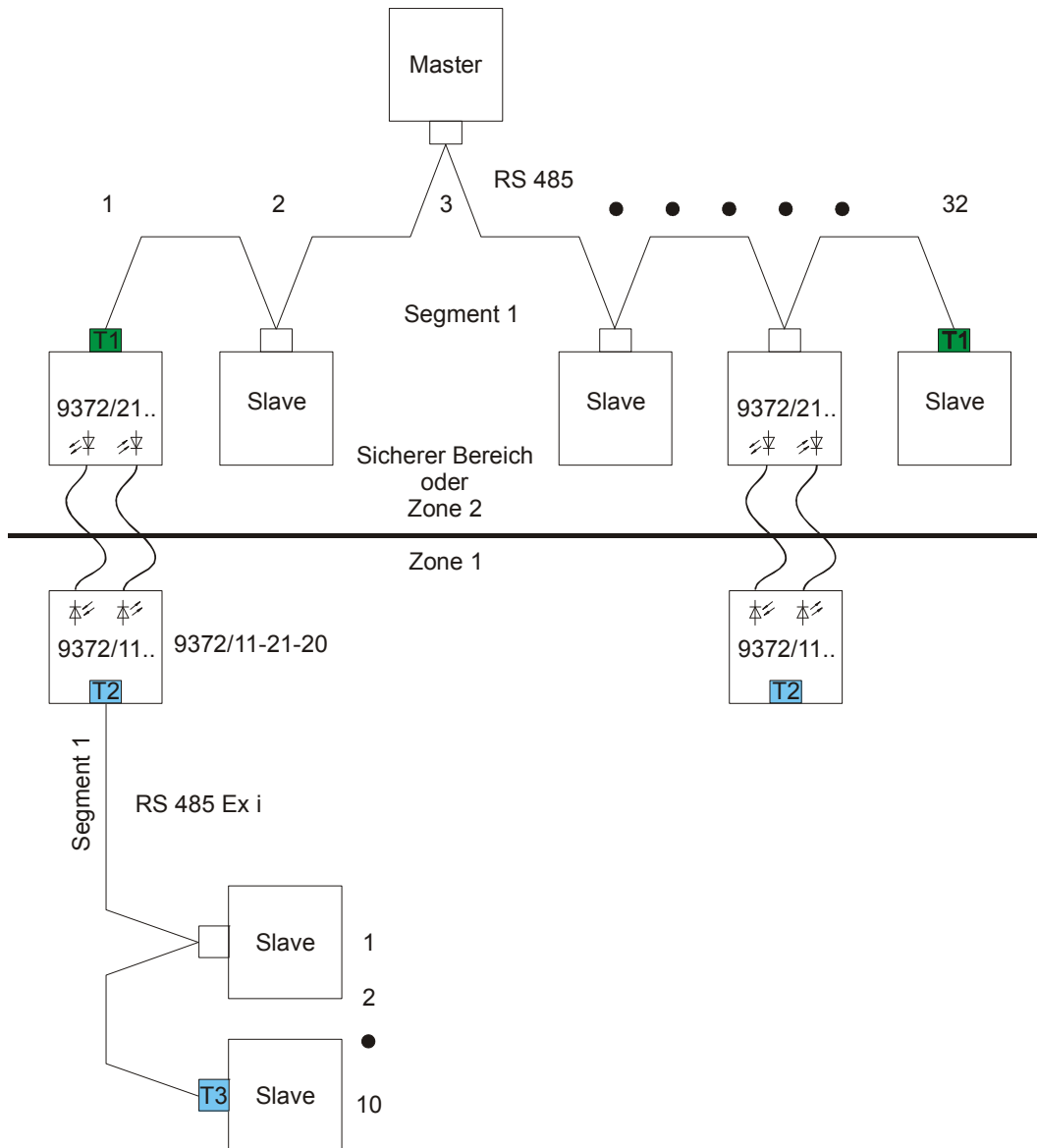


Bild 3 LWL-Punkt-zu-Punkt für Zone 1 mit LWL Feldbus-Trennübertrager Typ 9372/11-21-20 und einem eigensicheren Feldbus nach RS 485-Ex i

Bild 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Netzwerks [1], welches um LWL-Strecken in den explosionsgefährdeten Bereich erweitert wurde. Als Protokoll werden UART-Protokolle wie Profibus DP, Modbus, RS 485 HART oder der Servicebus von R. STAHL übertragen.

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokoll begrenzt (siehe Kap. 3.1). Die Anzahl der Busteilnehmer je physikalischem Bussegment beträgt bei RS 485-Ex i 10 Busteilnehmer. Für Details über die Projektierung und Installation des RS 485-IS Feldbusses siehe [1].

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	315 732 0
T2	Interner Busabschlusswiderstand + 470 Ohm an Klemmen [1]	
T3	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485 Ex i	94 900 03 22 0

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

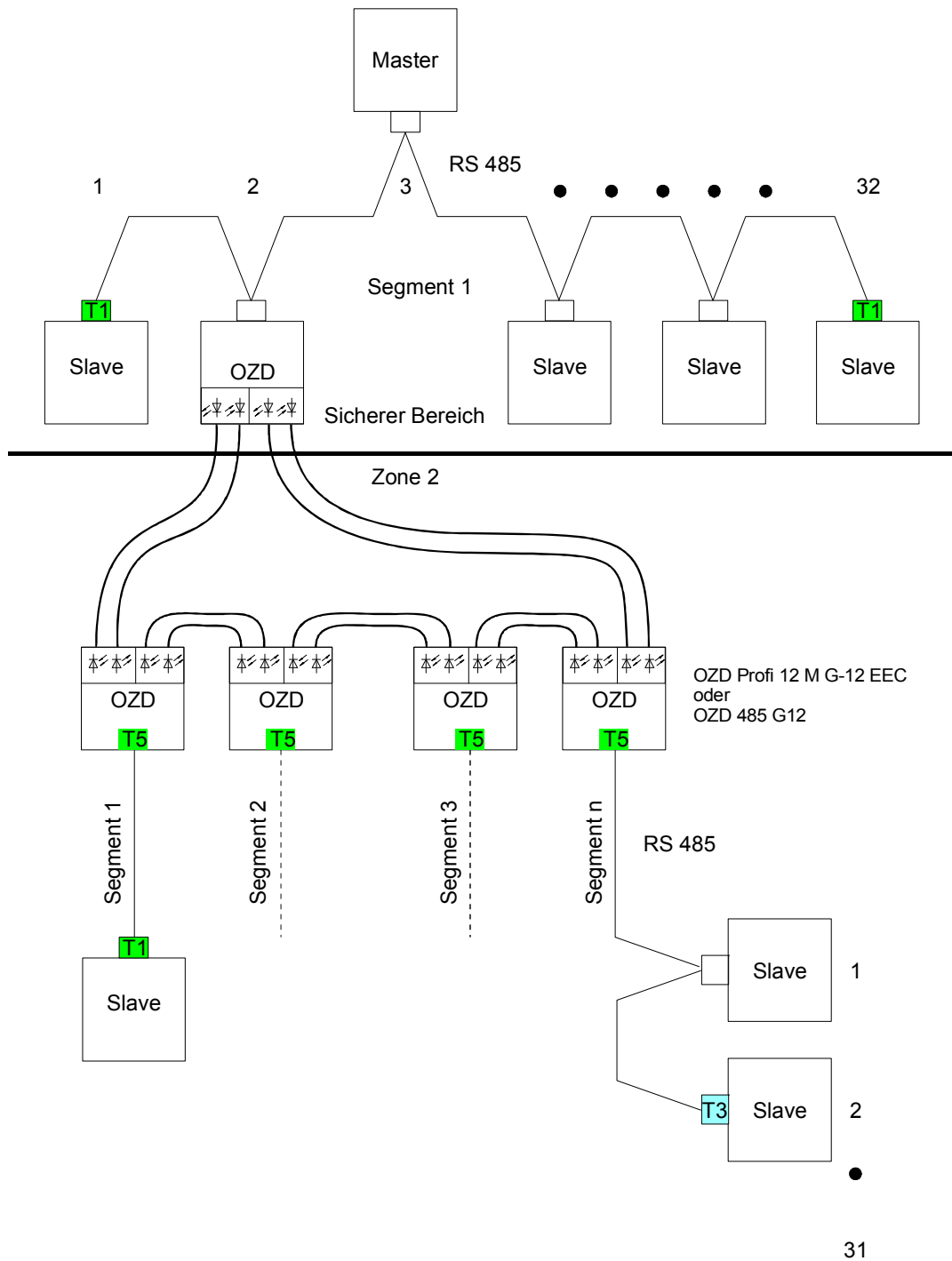


Bild 4 LWL-Ring mit OZD.. für Zone 2 oder den sicheren Bereich

Bild 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Netzwerks [1], welches um LWL-Strecken in den explosionsgefährdeten Bereich erweitert wurde. Das übertragbare Protokoll hängt vom verwendeten Typ des OZD ab.

Gerätetyp	Unterstütztes Protokoll
OZD Profi 12 M G –12 EEC	Profibus DP
OZD 485 G12	Modbus RTU RS 485 HART und Servicebus von R.STAHL



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokoll begrenzt (siehe Kap. 3.1). Die Anzahl der Busteilnehmer je physikalischem Bussegment beträgt bei RS 485 32 Busteilnehmer. Für Details über die Projektierung und Installation des RS 485 Feldbusses siehe [1].

Die Anzahl der im Ring installierbaren OZD hängt vom Typ des OZD, der Datenrate und dem Protokoll ab (siehe Kap. 3).

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	315 732 0
T5	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2, bei OZD Profi 12 ...	315 732 0
T5	Combicon Steckverbinder bei OZD 485 siehe [5]	



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

3. Projektierungsregeln

Die Projektierungsregeln für die RS 485 entnehmen Sie bitte [1], [6].

3.1. Adressraum der Busprotokolle

Protokoll	Software	Adressraum
Profibus DP	----	0 bis 124
Modbus RTU	----	0 bis 127
Servicebus	I.S. Wizard	0 bis 127
HART RS 485	AMS, Emerson	0 bis 127
HART RS 485	Cornerstone ASTEC	0 bis 127
HART RS 485	HART Server, HCF	0 bis 31
HART RS 485	PDM Siemens	0 bis 31
HART RS 485	H-FDCM Honeywell	0 bis 127
HART RS 485	PRM Yokogawa	0 bis 31

Bei der Adressvergabe an die einzelnen Busteilnehmer muss auf die verwendeten Busprotokolle geachtet werden. Wird eine Anlage mit z.B. 20 Profibusnetzwerken und parallel ein Servicebusnetzwerk für HART und Diagnosezwecke geplant so ist eine Abstimmung zwischen den beiden Netzwerken zur Adressvergabe notwendig. Sind je Profibusnetzwerk z.B. 10 Busteilnehmer (I.S. 1Remote I/O) vorhanden so sollten die Adressen nicht je Netzwerk von 1 bis 10 eingestellt werden, da auf dem Servicebus die gleichen Adressen verwendet werden wie am Profibus. Der Servicebus wird normalerweise über mehrere Profibussegmente hinweg installiert, damit treten am Servicebus mehrere I.S. 1 Stationen mit denselben Adressen auf. Um dies zu vermeiden sollten die Adressen fortlaufend vergeben werden z. B. 1 bis 10, 11 bis 20, 21 bis 30,....

3.2. Einsatzbedingungen für LWL Koppler

	Sicher Bereich			Zone 2			Zone 1		
	Gerät	RS485	LWL	Gerät	RS485	LWL	Gerät	RS485	LWL
		5			5			5	
STAHL 9372/21	X	X	Ex i	nA	nA	Ex i	--	--	Ex i
STAHL 9372/11	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i	Ex i
OZD Profi 12 ...	X	X	X	nA	nA	nA	--	--	--
OZD 485 G12	X	X	X	nA	nA	nA	--	--	--

- Gerät: Installation der Geräte in Zone (Schutzart)
- RS 485: Explosionsschutz der RS 485 Schnittstelle (Schutzart)
- LWL: Explosionsschutz der optischen Schnittstelle (Ex i, nicht zündfähig)
- X, Exi, nA: Einsetzbar (mit entsprechend der Schutzart)
- : Nicht einsetzbar

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

3.3. Projektierungsregeln für OZD...

3.3.1. OZD Profi 12 M

Die OZD Profi 12 M werden als optischer Ring installiert. Bei der Installation und Inbetriebnahme ist folgendes zu beachten (siehe [4]):

1. Protokoll nur Profibus DP mit max. 1,5 Mbit/s
2. Die „Min T_{SDR} ist bei allen Slaves auf < 11 Bitzeiten einzustellen
3. Das Retrylimit ist auf mindestens 3 einzustellen
4. Es muss mindestens ein nicht vorhandener Teilnehmer projektiert sein, damit das Ringredundanzmanagement der OZD korrekt arbeitet. Sind Lücken in der Slaveadressierung oder die HSA(Highest Station Address) ist mindestens 1 über der höchsten Slaveadresse ist diese Forderung erfüllt.
5. Schalterstellungen:

S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	1	1	1	1	1	1	0

6. Slotzeit: Die Berechnung erfolgt nach [4] Kap. 6.1 gemäss Tabelle 3b.

$$\text{Slotzeit} = a + (b * \text{Länge}_{LWL}) + (c * \text{Anzahl}_{OZD})$$

Länge_{LWL} ist die Summe aller Glasfaserleitungen im Ring und dem RS 485 Stich. Angabe in km. Anzahl_{OZD} im Ring in Stück. Die Mindestslotzeit beträgt 530 Bitzeiten, ist der errechnete Wert größer so ist dieser zu verwenden..

Datenrate [kBit/s]	a	b	c
1500	2011	30	24
500	771	10	24
187,5	771	3,75	24

7. Berechnung der Slotzeit mit einigen Beispielen

Datenrate [kBit/s]	Anzahl OZD im Ring	LWL-Leitungslänge Gesamt [km]	Slotzeit [Bitzeiten]
1500	10	1	2281
1500	10	20	2851
1500	20	1	2521
1500	20	20	3091
500	10	1	1021
500	10	20	1211
500	20	1	1261
500	20	20	1451
187,5	10	1	1015
187,5	10	20	1086
187,5	20	1	1255
187,5	20	20	1326



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

3.3.2. OZD 485 G12

Die OZD 485 G12 werden als optischer Ring installiert. Bei der Installation und Inbetriebnahme ist folgendes zu beachten (siehe [5]):

1. Unterstützte Protokolle: Modbus RTU, RS 485 HART, R. STAHL Servicebus
2. Anschluss der RS 485 nur an Port 1 mit den Klemmen K1.. (One-Channel-Mode)
3. Wird 2,5 µs lang ein HIGH Signal an der RS 485 Schnittstelle empfangen werden alle anderen im Ring befindlichen OZD 485 die RS 485 Treiber in Tristatestellung bringen. Dies bedeutet, dass eine logische „1“ auf dem Bus nur durch die beiden Abschlusswiderstände gehalten wird. Alle RS 485 Empfänger sind dabei wieder auf Empfang.
4. Der Anschluss der RS 485 Schnittstelle des OZD 485 wird über Klemmen realisiert. Um einen Abschlusswiderstand an den OZD 485 anzuschließen sind 3 Widerstände an den Klemmen unterzuklemmen(siehe [5]).
5. Schalterstellungen

S0	S1 ^{*1)}	S2 ^{*2)}	S3 ^{*2)}	S4	S5	S6	S7
0	0	0 oder 1	0 oder 1	0	0	0	0

*1) Einer der OZD 485 muss der Ringmaster sein => S1 muss 1 sein

*2) Fehlerüberwachung der optischen Ports AUS = 0, EIN = 1

6. Anzahl von OZD 485 in einem redundanten optischen Ring und Ringgröße.

Die Anzahl hängt vom erlaubten Bitjitter ab. Berechnung gemäss [5]. Die maximale Datenrate beträgt 38,4 kBit/s => 1 Bitzeit = 26 µs => Bitjitter zugelassen 5% => 1,3 µs => >48 OZD im Ring.

Die Ringausdehnung wird von der Signallaufzeit in den LWL-Leitungen (ca.5µs/km), RS 485-Leitungen (ca. 5 µs/km) und der Signaldurchlaufzeit der OZD (1,3 µs) bestimmt.

Bei der Berechnung muss der offene Ring zugrunde gelegt werden. Die zulässige Laufzeit im Ring beträgt maximal 0,32 ms.

$$\text{Anzahl OZD} = \frac{\text{Max. Laufzeit im Bus [ms]} - \text{LWL Leitung [km]} * \frac{5 \mu\text{s}}{\text{km}} - \text{RS 485 Leitung [km]} * \frac{5 \mu\text{s}}{\text{km}}}{\text{Laufzeit des Signals durch OZD}}$$

Max. Buslaufzeit [ms]	LWL-Leitungslänge Gesamt [km]	RS 485 Leitungslänge [km]	Anzahl OZD im Ring
0,32	20	0,2	168
0,32	40	0,2	91
0,32	60	0,2	14

Festlegungen:

Maximal 20 OZD 485 im Ring

Maximal 20 km LWL Leitungslänge im Ring

Andere Angaben bedürfen einer Rücksprache mit R. STAHL.

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

3.4. Maximaler Abstand zwischen zwei LWL Kopplern

Baudrate	STAHL 9372/.. [4]	OZD Profi 12 M G-12 oder ECC [5]	OZD Profi 12 M G-12 1300 [5]	OZD 485 G12	OZD 485 G12 -1300
9,6 bis 93,75 kBaud	2000 m	3000 m	10 000 m	2300 m	10 000 m
187,5 kBaud	2000 m	3000 m	10 000 m	2300 m	10 000 m
500 kBaud	2000 m	3000 m	10 000 m	2300 m	10 000 m
1,5 Mbaud	2000 m	3000 m	10 000 m	2300 m	10 000 m

Anmerkung: Den Angaben liegt die Verwendung einer Glasfaser Typ G 50/125 µm zugrunde.

3.5. Maximale Anzahl der kaskadierbaren LWL Koppler

	Max. Anzahl	Bemerkung
STAHL 9372/21	1	Kupfer-Glasfaser-Kupfer
STAHL 9372/11	1	Kupfer-Glasfaser-Kupfer
OZD Profi 12 M ..	20	Für die Projektierung siehe 3.3.1 und [4]
OZD 485 G12 ..	20	Für die Projektierung siehe 3.3.2 und [5]

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

3.6. Glasfaserkabel

R. STAHL verwendet als Standard Glasfaserkabel ein Breakoutkabel mit 3 mm Subkabel zur direkten Steckermontage. Als Fasern werden Glasfaser mit 50/125 µm (Multimode) verwendet. Andere Fasertypen sind im Regelfall verwendbar, wie 62,5/125 µm oder HCS, werden jedoch von R. STAHL nicht verwendet. Es stehen 3 Typen zur Auswahl. Als Alternative für große Strecken stehen Bündeladerkabel mit 2 bis 24 Fasern zur Verfügung. Der Nachteil eines Bündeladerkabels ist die Notwendigkeit einer Spleißbox oder eines Aufteiladapters, die Zusatzkosten (Preis für Gerät und Installationszeit) verursachen. Letztlich kommt es auf die örtlichen Gegebenheiten an welcher Glasfaserkabeltyp zum Einsatz kommt.

Verlegeort	Bild Nr.	Kabeltyp ²⁾	Faseranzahl	Durchmesser [µm]	Subkabeldurch. [mm]	Aussendurch. [mm]	Nagetierschutz nichtmetallisch	Mantel	Bemerkung	Bezeichnung
Innen	Bild 5	Br	4	50/125	2,7	10	-	PVC		04-G50/CWJSTNT-D27
Aussen	Bild 6	Bü	2-24	50/125	-	10	X	PE		KL-A-DQ(ZNS)2Y 1x n ¹⁾ G50/125
Aussen	Bild 7	Br	4	50/125	2,5	13,5	X	PE		KL-AT-V(ZN)HH(ZNS)2Y
Aussen	Bild 8	H	6	50/125	3	19,7	-	PE	4x0,75 mm ² geschirmt + 3x4 mm ²	KL-(YCY/V(ZN)H/Y)2Y-OZ

1) n = Faseranzahl

2) Kabeltyp: Br; Breakout, Bü; Bündelader, H; Hybrid (LWL und Kupfer)

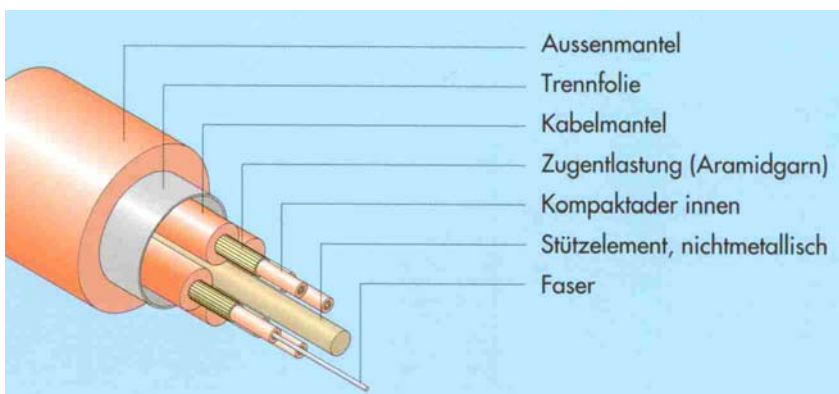


Bild 5 Breakout-Kabel für Innenverlegung

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich



Bild 6 Bündelader



Bild 7 Breakout-Kabel für Aussenverlegung



Bild 8 Hybrid-Kabel

3.7. Abschlusswiderstände

Ein RS 485 Bus muss mit zwei Abschlusswiderständen versehen werden. Die LWL-Koppler bilden im Allgemeinen den Anfang eines Bussegmentes. Bei den R. STAHL LWL-Kopplern und dem OZD Profi.. ist der Abschlusswiderstand im Gerät oder Sub D Steckverbinder zuschaltbar. Beim OZD 485 G12 besteht der Abschlusswiderstand aus 3 Widerständen, welche an den Anschlussklemmen untergeklemmt werden müssen. Siehe [1]

3.8. LWL-Steckverbinder

Alle Geräte verwenden ST-Stecker. Diese sind in den unterschiedlichsten Ausführungen am Markt verfügbar.

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

4. Installation

4.1. Für die Installation sind die Projektierungsregeln zu beachten

Die überwiegende Anzahl der Inbetriebnahmeprobleme bei einer LWL Installation sind auf Installationsfehler zurückzuführen, wie:

- falsche Kabel,
- unsauber angeschlossene Steckverbinder,
- Faserbruch
- Vertausch der Sende- und Empfangsfaser
- Keine Reservefaser eingeplant

Diese Fehler sind für ca. 90 % der Inbetriebnahmeprobleme verantwortlich. Die restlichen 10 % teilen sich in Konfigurationsfehler und Gerätefehler.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, muss während der Installation ein Augenmerk auf das Verlegen der Kabel und den Anschluss der Steckverbinder gelegt werden.

4.2. Kabelverlegung

- Einhaltung der Biegeradien ($> 450 \text{ mm}$) ¹⁾=> nicht um scharfe Ecken ziehen
- Einhaltung der Zugkräfte ($< 500 \text{ N}$) ¹⁾ => nicht zu lange Strecken auf einmal ziehen
- genügend Kabel an den Anschlüssen liegen lassen
- klare Kennzeichnung der Kabel an beiden Enden (Ziel- und Startkennzeichen)

¹⁾ Die Angaben des Kabelherstellers sind zu beachten.

Werden diese grundlegenden Regeln nicht beachtet, ist als Folge ein Faserbruch möglich. Ein Faserbruch tritt teilweise erst nach Wochen oder Jahren auf. Oftmals degenerieren gestresste Fasern über die Zeit hinweg, so dass sich die Dämpfung vergrößert und es zu einem schleichenden Ausfall kommt.

4.3. Anschluss der LWL Steckverbinder

1. die Vorgaben des Herstellers der Stecker sind zu beachten
2. die Spezialwerkzeuge des Herstellers der Stecker sind zu verwenden
3. die Faser darf während der Steckermontage nicht überanspruchet werden
4. Montage der Staubschutzkappe sofort nach der Steckermontage
5. die Kennzeichnung der Buskabel und Einzelfasern muss dauerhaft aufgebracht werden

Info: Wird mit Kabelverlegung ein Subunternehmer beauftragt, so sollten die folgenden Punkte in den Vertrag aufgenommen werden:

1. Kabelkennzeichnung durch den Subunternehmer (wie und wo)
2. Kabelüberlänge an den Enden
3. Messprotokoll der einzelnen LWL Strecken
4. Nur ordnungsgemäße Kabel sollten abgenommen werden



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

5. Inbetriebnahme

Der wichtigste Schritt zur Inbetriebnahme eines LWL Netzwerkes ist die Überprüfung der physikalischen Installation und Messung der LWL Strecken. Wurde dieses nicht durchgeführt, macht es wenig Sinn, mit der Inbetriebnahme fortzufahren.

Bei der Inbetriebnahme gilt es die elektrische und optische Schnittstelle zu unterscheiden. Zuerst gilt es die elektrische Schnittstelle zwischen Master und LWL-Koppler in Betrieb zu nehmen. Anschließend wird die optische Schnittstelle in Betrieb genommen.

5.1. Bussegment im sicheren Bereich

Für die ordnungsgemäße Funktion des Bussegments ist der Bus an beiden Enden mit aktiven Abschlusswiderständen abzuschließen. Diese Widerstände können in den Sub D-Steckverbindern oder in den Geräten selbst integriert sein.

Moderne Sub D-Steckverbinder mit schaltbarem Abschlusswiderstand trennen bei eingeschaltetem Abschlusswiderstand das gehende Buskabel vom Bus ab.

⇒ Die nachfolgenden Stationen können nicht mehr erreicht werden. Dadurch wird die Eingrenzung eines Busfehlers erleichtert. Siehe [1]

5.2. Bussegment im explosionsgefährdeten Bereich

Für die ordnungsgemäße Funktion des Bussegments ist der Bus am Beginn mit dem aktiven Abschlusswiderstand im Feldbus-Trennübertrager oder Sub D-Steckverbinder abzuschließen. Jeder an das Bussegment angeschlossene CPM ist mit einem von R. STAHL gelieferten Sub D Steckverbinder mit zuschaltbarem Abschlusswiderstand anzuschließen. Der Abschlusswiderstand ist am Ende des Bussegmentes einzuschalten. Wird der Abschlusswiderstand vor dem letzten CPM des Bussegmentes eingeschaltet, so sind alle nachfolgenden CPM von diesem Bussegment abgetrennt. Siehe [1]

5.3. LWL-Bussegment

Für die ordnungsgemäße Funktion des Bussegments sind sauber konfektionierte LWL-Strecken (korrekt angeschlagene Stecker, Fasern in Ordnung) notwendig.

Probleme, die dann noch auftreten sind vertauschte Fasern (TXD-1 muss mit RXD-2 und RXD-1 muss mit TXD-2 verbunden sein). Einstellung der LWL-Koppler wie Baudrate, Dauerlicht auf TXD zum Test, Ringredundanz Master, usw. .

5.4. Überprüfung und Einstellung der Busteilnehmer

Adresse

Konfiguration

Hilfsenergie

Repeater, Feldbus-Trennübertrager (Geschwindigkeitseinstellung), LWL-Koppler

Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

5.5. Inbetriebnahme des Masters

Konfiguration des Busmasters, Speziell Busparameter siehe Kap. 3.3.1 und 3.3.2
Mastertools
Verbindung des Bussegments mit dem Busmaster

Überprüfung, ob der Busmaster alle Busteilnehmer erreichen kann
⇒ welche Qualität wird erreicht, Fehler, Betrag usw.

Ein guter Bus sollte im normalen Betriebszustand keine Fehler zeigen. Treten Fehler auf, so müssen diese beseitigt werden, denn im Laufe der Zeit werden kleine / seltene Fehler zu ernstern Problemen.

6. Fehlersuche

Die Fehlersuche teilt sich in mehrere Gruppen auf:

1. Die logische Suche mit einem Busanalysator, der auf Protokollebene und Datalink-Layerebene eine Analyse durchführt. Dabei wird der Telegrammverkehr aufgezeichnet und dargestellt. Siehe [1]
2. Auf der physikalischen Ebene RS 485 mit einem Oszilloskop. Hier wird festgestellt, wie gut der Aufbau des Bussegmentes ist. Dies wird erforderlich, falls die logische Überprüfung viele zerstörte Telegramme anzeigt. Mit dem Oszilloskop können Busfehler wie Unterbrechung, Kurzschlüsse, Fehlanpassungen, Abzweigungen, Ruhepegel, Sendepiegel einzelner Busteilnehmer angezeigt werden. Siehe [1]
3. Bei den LWL-Strecken ist eine direkte Messung wie bei einer elektrischen Schnittstelle nur mit sehr großem Aufwand möglich.

Daher werden indirekte Messungen durchgeführt wie,

- Dämpfungsmessung der beiden Fasern,
- Messung des Sendepiegels der beteiligten LWL-Koppler,
- Überprüfung ob die Empfänger arbeiten.

- Bei zu hoher Dämpfung ist es sinnvoll ein ODTR Messgerät zu verwenden, um die Stelle der erhöhten Dämpfung zu lokalisieren. Ein ODTR Messgerät ist ein Reflektionsmessgerät, das die an Störstellen zurückgestrahlte Lichtenergie misst und daraus den Ort und die Größe der Störung errechnet. => Bei einem schlecht montierten Stecker kann mit einer Dämpfungsmessung nicht bestimmt werden welcher der beiden Stecker defekt ist => im Zweifel müssen beide Stecker nacheinander getauscht werden. Ein ODTR Messgerät hingegen kann den Fehlerort darstellen => Es wird nur ein Stecker ausgetauscht.
- Das dynamische Verhalten einer LWL Strecke kann nur mittels eines Faserkopplers und einem optischen Tastkopf für ein Oszilloskop überprüft werden. Dies ist aufgrund der hohen Aufwands in der Praxis kaum realisierbar.



Projektierung, Installation und Inbetriebnahme eines Lichtwellenleiter (LWL)-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

7. Literaturverzeichnis

[1]	Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich von R. STAHL
[2]	R. STAHL Betriebsanleitung für 9372/11
[3]	R. STAHL Betriebsanleitung für 9372/21
[4]	Hirschmann Betriebsanleitung für OZD Profi, 943 330-902
[5]	Hirschmann Betriebsanleitung für OZD 485 G12
[6]	Installation Guideline for PROFIBUS-FMS/DP from Profibus User Organisation Installation and wiring recommendations for RS 485 Transmission Version: 1.0 Order No.: 2.111 - Language: German Order No.: 2.112 - Language: English