



**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-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:** 2.1

**Ausgabedatum:** 11.12.2017

**gültig für:** I.S.1

**Zielgruppe:**

Eingewiesenes Fachpersonal  
(gemäß ElexV, IEC 79-17)

Änderungen und Irrtümer vorbehalten



## Betriebsanleitung

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

<b>Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich</b>
--

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einführung .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Kompatibilität.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Definitionen.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Projektierung .....</b>	<b>6</b>
4.1. Sicherer Bereich.....	6
4.2. Explosionsgefährdeter Bereich .....	6
4.3. Update einer RS 485 Exi Installation auf PNO RS 485 IS.....	11
4.4. Verwendbare Komponenten .....	12
4.5. Buslänge RS 485, RS 485-IS und RS 485 Ex i .....	12
4.6. Erweiterung der Netzstruktur .....	13
4.7. Adressraum der Busprotokolle .....	13
4.8. Anzahl der Busteilnehmer eines RS 485 Segments.....	13
4.9. Anzahl der Busteilnehmer eines eigensicheren RS 485-IS oder RS 485 Ex i Bussegments .....	13
4.10. Feldbuskabel.....	14
4.11. Nachweis der Eigensicherheit einer Feldbusinstallation .....	14
4.12. Maximale Anzahl von in Reihe geschalteten Repeatern .....	19
4.13. Sub D-Steckverbinder für den Feldbus .....	20
4.14. Zusätzliche Abschlusswiderstände für den RS 485 Ex i Feldbus nach R.STAHL Spezifikation bei Verwendung eines Feldbus-Trennübertragers 9373/21 oder 9372/.. .....	21
4.15. Erdung des leitenden Schirms eines eigensicheren Feldbusses .....	22
4.16. Ausführung einer sicheren Trennung des Feldbuskabelschirms.....	23
<b>5. Installation.....</b>	<b>24</b>
5.1. Für die Installation sind die Projektierungsregeln zu beachten .....	24
5.2. Kabelverlegung .....	24
5.3. Anschluss der Sub D-Steckverbinder und Profibuskabel .....	24
5.4. Einbauort und Anschluss der Feldbus-Trennübertrager.....	26
5.5. Messung des Profibuskabels .....	26
<b>6. Inbetriebnahme .....</b>	<b>27</b>
6.1. Bussegment im sicheren Bereich.....	27
6.2. Bussegment im explosionsgefährdeten Bereich .....	27
6.3. Überprüfung, respektive Einstellung der Busteilnehmer .....	28
6.4. Inbetriebnahme des Masters.....	28
<b>7. Fehlersuche .....</b>	<b>29</b>
7.1. Fehlersuche mit einfachen Messgeräten, Vorgehensweise .....	30



## Betriebsanleitung

**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**



# Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

## 1. Einführung

Bereits 1997 hat die R. STAHL Schaltgeräte GmbH mit der VOS200 ein eigensicheres Remote I/O System auf den Markt gebracht.

Zur Ankopplung von VOS200 an Automatisierungssysteme wurde eine von R. STAHL entwickelte eigensichere Variante des PROFIBUS DP verwendet. Damit wurden im Ex-Bereich erstmalig Übertragungsraten von bis 1,5 Mbit/s möglich, was wesentlich über die bei PROFIBUS PA im Ex i Segment verwendeten 31,75 kBit/s hinausgeht.

Die bei VOS200 verwendete Übertragungstechnik wird auch im Nachfolger, dem Remote - I/O System I.S.1 verwendet. Auf Grund der Ex - Zulassung dürfen an ein solches Ex i Bussegment jedoch nur hierfür zugelassene Komponenten von R. STAHL angeschlossen werden.

In Zusammenarbeit weiterer Hersteller wurde unter dem Dach der PNO (PROFIBUS Nutzer Organisation) die bestehende Lösung weiterentwickelt. Die neue Spezifikation mit Namen RS 485-IS wurde Mitte 2003 als Profibusrichtlinie mit dem Titel:

**„Profibus RS 485-IS User and Installation Guideline; Nummer 2262 Rev. 1.1 von Juni 2003“**

freigegeben. Basierend auf dieser Richtlinie wird es möglich Geräte unterschiedlicher Hersteller gemeinsam an einem eigensicheren Bussegment zu betreiben.

## 2. Kompatibilität

Komponenten entsprechend der bisherigen RS 485 Ex i Spezifikation nach R. STAHL und Komponenten gemäß RS485-IS Spezifikation sind **nicht** in einem Bussegment mischbar, da sich funktionale Kenndaten unterscheiden.

Bei der Projektierung eines eigensicheren RS 485 Segmentes ist festzulegen, nach welcher der beiden Spezifikationen ein Segment aufgebaut wird.

Neue Geräte von R. STAHL entsprechen der RS 485-IS Spezifikation.

## 3. Definitionen

RS 485: Feldbus im sicheren Bereich auf Basis einer Standard RS 485 Schnittstelle

RS 485 Ex i: Eigensicherer Feldbus nach R. STAHL Spezifikation

RS 485-IS: Eigensicherer Feldbus nach PNO(Profibus Nutzer Organisation) Spezifikation



### Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

## 4. Projektierung

### 4.1. Sicherer Bereich

Der Feldbus ist als Linie auszuführen. Den Anfang des Busses bildet im Regelfall eine Anschaltbaugruppe eines Leitsystems oder ein Repeater. Das Ende des Busses bildet ein Abschlusswiderstand oder ein Repeater. Entlang des Busses können die unterschiedlichsten Busteilnehmer angeordnet sein. Dies können sein z.B. das R. STAHL Remote I/O System I.S. 1, das R. STAHL VOS 200 System, R. STAHL HART Multiplexer, Teilnehmer anderer Hersteller, Repeater oder Feldbus-Trennübertrager. In Summe können an ein RS 485 Segment bis zu 32 Teilnehmer angeschlossen werden. Soll eine größere Anzahl von Busteilnehmern mittels einer RS 485-Schnittstelle untereinander verbunden werden, so muss nach 31 Teilnehmern (Busmaster und Repeater gelten als je ein Teilnehmer) ein Repeater in die Linie eingefügt werden. Nach dem Repeater sind weitere 31 Teilnehmer zulässig.

### 4.2. Explosionsgefährdeter Bereich

Innerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs sind einige Einschränkungen zu den oben genannten Aussagen zu beachten.

#### 4.2.1. Bei dem eigensicheren RS 485-IS Bus gemäss PNO Richtlinie ist folgendes festgelegt

1. Die Anzahl der Busteilnehmer ist pro physikalischem Segment auf 32 begrenzt.
2. Die Fortsetzung des eigensicheren Segments mittels eines Repeaters ist mit geeigneten Geräten möglich.
3. Der RS 485-IS wird beidseitig mit angepassten Abschlusswiderständen abgeschlossen (Diese müssen für den Einsatz in Zone 1 zugelassen sein). R. STAHL liefert entsprechende Steckverbinder.
4. Die Busstruktur kann ähnlich wie im sicheren Bereich aufgebaut werden.
5. Das verwendete Buskabel muss ein L/R-Verhältnis  $< 15\mu\text{H}/\text{Ohm}$  und eine Betriebskapazität von  $< 30\text{pF}/\text{m}$  aufweisen.
6. Der sicherheitstechnische Nachweis des eigensicheren Bussegments kann über die L/R Berechnung gemäß EN 60 079-11 geführt werden oder über die Systembescheinigung PTB 04 ATEX 2089, 1. Ergänzung „Eigensicheres Feldbussystem Typ RS 485-IS bzw. RS 485 Ex i“.
7. Es dürfen nur hierfür zugelassene Sub D-Steckverbinder eingesetzt werden. Die Steckverbinder dürfen keine konzentrierten Induktivitäten oder Kapazitäten enthalten. R. STAHL liefert hierzu entsprechende Sub D-Steckverbinder, die die Forderungen erfüllen.

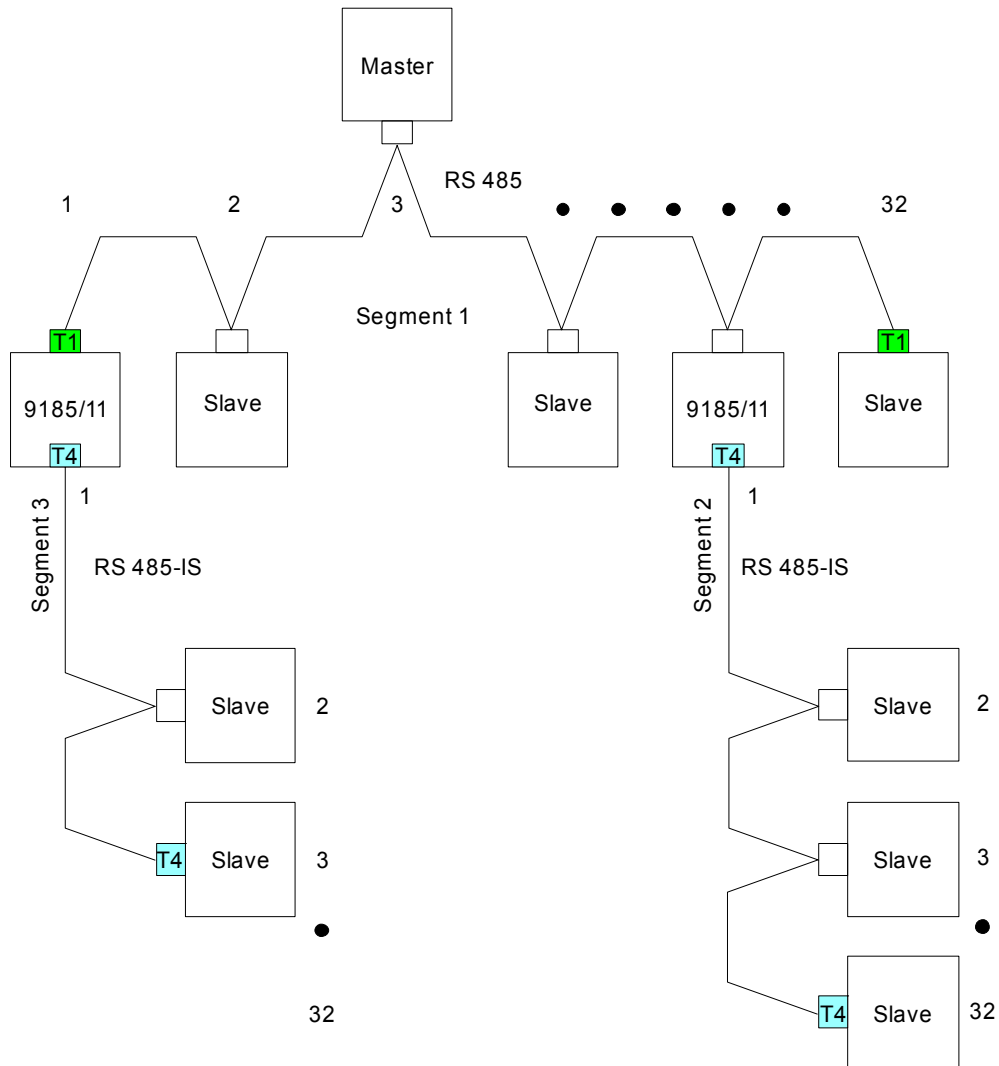
## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.2.2. Bei dem eigensicheren RS 485 Ex i Bus nach R. STAHL Spezifikation ist folgendes festgelegt

1. Die Anzahl der Busteilnehmer ist pro physikalischem Ex i Segment auf 11 (1 Feldbus-Trennübertrager und 10 Busteilnehmer) begrenzt. Eine Erweiterung des Ex i-Stichleitungssegments mittels Feldbus-Trennübertrager ist nicht möglich.
2. Ein Segment des RS 485 Ex i Busses ist immer eine Stichleitung eines RS 485 Segments, getrennt über einen Feldbus-Trennübertrager.
3. Sollen an einem logischen Bussegment mehr als 10 Ex i-Busteilnehmer angeschlossen werden, so sind weitere Feldbus-Trennübertrager parallel an dem RS 485 Segment vorzusehen.
4. Der Feldbus-Trennübertrager bildet immer den Anfang eines RS 485 Ex i Bussegments.
5. Die Abschlusswiderstände in einem RS 485 Ex i Bussegment sind im Feldbus-Trennübertrager und am fernen Ende des Segments anzuschließen.
6. Der Abschlusswiderstand innerhalb des Feldbus-Trennübertragers ist über zusätzliche Widerstände intern mit + und 0 V verbunden.
7. Der Abschlusswiderstand am fernen Ende des Segments besteht aus einem einzelnen Widerstand, nicht wie in einem RS 485 Segment aus 3 Widerständen.
8. Das verwendete Buskabel muss ein L/R-Verhältnis  $< 15\mu\text{H}/\Omega$  und eine Betriebskapazität von  $< 30\text{pF}/\text{m}$  aufweisen.
9. Der sicherheitstechnische Nachweis des eigensicheren Bussegments kann über die L/R Berechnung gemäss EN 60 079-11 geführt werden oder über die Systembescheinigung PTB 04 ATEX 2089, 1. Ergänzung „Eigensicheres Feldbussystem Typ RS 485-IS bzw. RS 485 Ex i“.
10. Es sind nur die von R.STAHL gelieferten Sub D-Steckverbinder zulässig.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.2.3. Projektierungsbeispiele



**Bild 1** RS 485-IS nach PNO Spezifikation mit Feldbus-Trennübertrager 9185

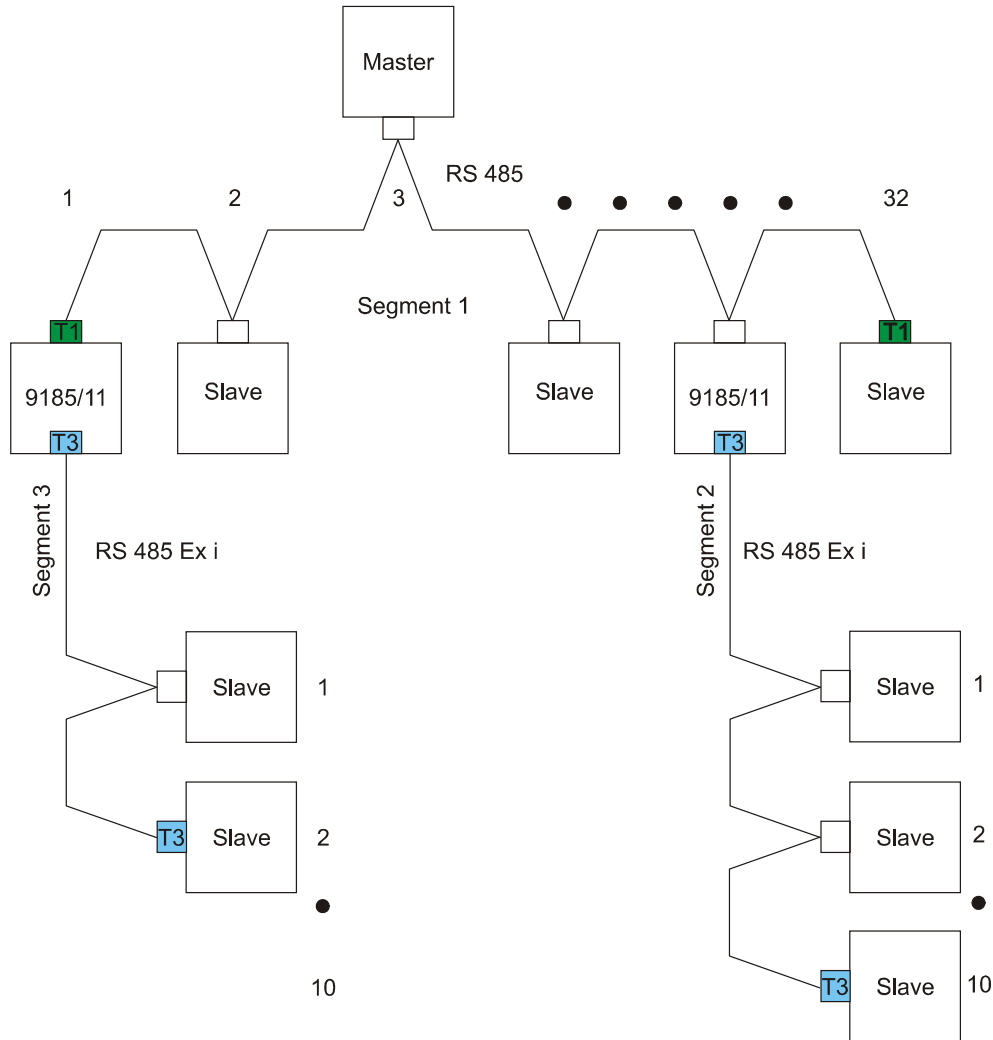
Bild 1 zeigt den eigensicheren RS 485-IS Bus gemäss der PNO Richtlinie 2262. Als Protokoll werden UART-Protokolle wie Profibus DP, Modbus, RS 485 HART oder der Servicebus von R. STAHL übertragen. In diesem Beispiel ist der Feldbus-Trennübertrager 9185/11 auf RS 485-IS eingestellt. Im Gegensatz zu den Bildern 2 und 3 sind bei einer Installation nach RS 485-IS bis zu 32 Busteilnehmer an den eigensicheren Bussegmenten möglich. Der Feldbus-Trennübertrager 9185 ist im Gegensatz zu dem Vorgängermodell 9373/21 ein vollwertiger Repeater und erlaubt eine Kaskadierung mehrerer Geräte (siehe Bild 4).

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokolls begrenzt (siehe 4.7). Durch die RS 485-Schnittstelle ist die Anzahl der Busteilnehmer pro physikalischem Segment auf 32 begrenzt (als Busteilnehmer zählen alle an das Segment angeschlossenen Geräte wie Master, Slave, Repeater, Trennübertrager usw.). Werden in einem Netzwerk mehr als 32 Busteilnehmer eingesetzt, so sind Repeater für weitere physikalische Segmente vorzusehen.

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	105715
T4	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485-IS	94 900 02 22 0



**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**



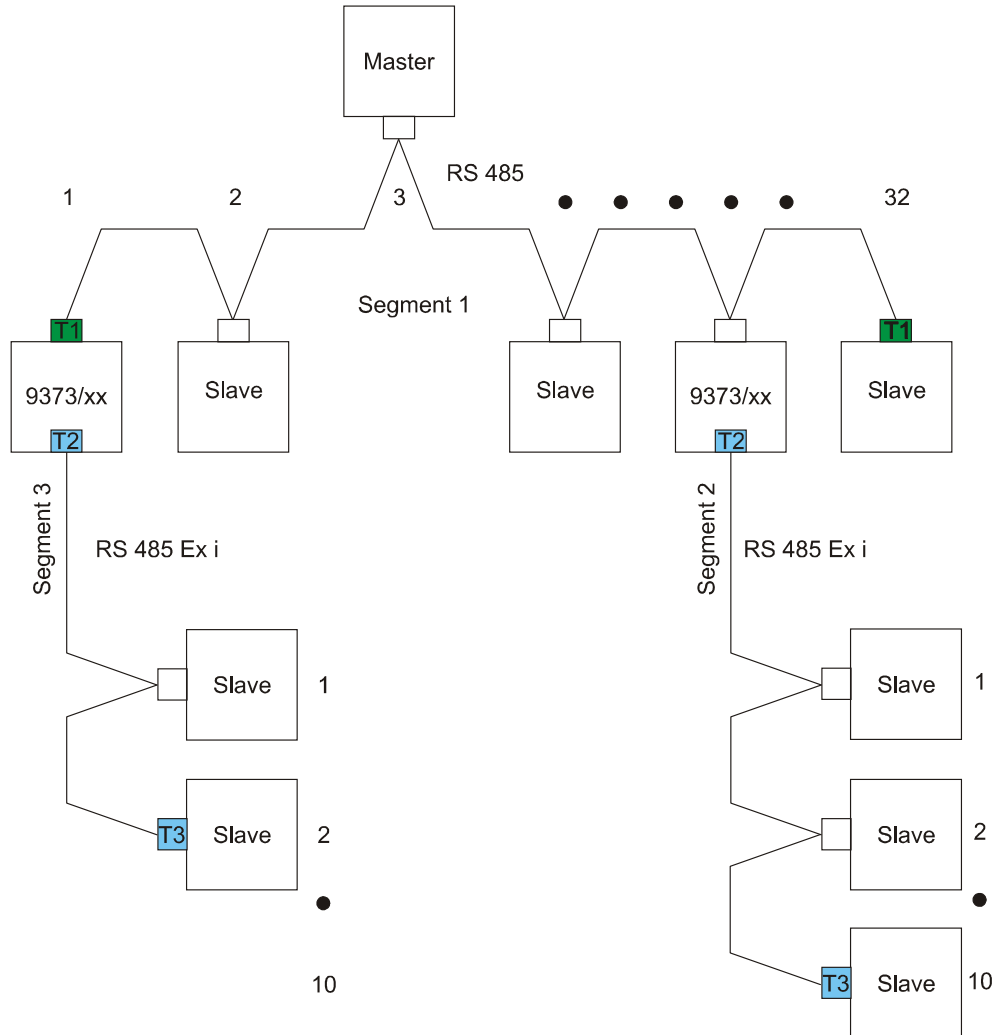
**Bild 2** RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation mit Feldbus-Trennübertrager 9185

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Bussystems mit eigensicheren RS 485 Ex i Segmenten nach R. STAHL Spezifikation und den zu installierenden Busabschlusswiderständen. Als Protokoll werden UART-Protokolle wie Profibus DP, Modbus, RS 485 HART oder der Servicebus von R. STAHL übertragen. In diesem Beispiel ist der Feldbus-Trennübertrager 9185/11 auf RS 485 Ex i eingestellt, entsprechend R. STAHL Spezifikation, zusätzlich ist der Sub D-Steckverbinder Typ 94 900 03 22 0 zu verwenden.

Die Anzahl der Busteilnehmer, die an ein Netzwerk angeschlossen werden können, wird durch den Adressraum des verwendeten Busprotokolls begrenzt (siehe 4.7). Durch die RS 485-Schnittstelle ist die Anzahl der Busteilnehmer pro physikalischem Segment auf 32 (11 Ex i) begrenzt (als Busteilnehmer zählen alle an das Segment angeschlossenen Geräte wie Master, Slave, Repeater, Trennübertrager usw.). Werden in einem Netzwerk mehr als 32 Busteilnehmer eingesetzt, so sind Repeater oder Trennübertrager für weitere physikalische Segmente vorzusehen. Das Segment 1 ist über 2 Feldbus-Trennübertrager Typ 9185/11 um 2 eigensichere physikalische Segmente (2 und 3) erweitert. Die maximale Anzahl der Busteilnehmern in einem eigensicheren Segment nach R.STAHL Spezifikation beträgt 11.

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, nicht Ex und Zone 2	105715
T3	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485 Ex i	94 900 03 22 0

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich



**Bild 3** RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation mit Feldbus-Trennübertrager 9373

Bild 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines RS 485 Bussystems mit eigensicheren RS 485 Ex i Segmenten nach R. STAHL Spezifikation und den zu installierenden Busabschlusswiderständen bei Verwendung von Feldbus Trennübertragern Typ 9373/xx. 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 Busprotokolls begrenzt (siehe 4.7). Durch die RS 485-Schnittstelle ist die Anzahl der Busteilnehmer pro physikalischem Segment auf 32 (11 Ex i) begrenzt (als Busteilnehmer zählen alle an das Segment angeschlossenen Geräte wie Master, Slave, Repeater, Trennübertrager usw.). Werden in einem Netzwerk mehr als 32 Busteilnehmer eingesetzt, so sind Repeater oder Trennübertrager für weitere physikalische Segmente vorzusehen. In Bild 3 ist das Segment 1 über 2 Feldbus-Trennübertrager um 2 physikalische Segmente (2 und 3) erweitert. Die maximale Anzahl der Busteilnehmern in einem eigensicheren Segment nach R.STAHL Spezifikation beträgt 11.

	Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer
T1	Sub D-Steckverbinder Standard RS 485 nicht Ex und Zone 2	105715
T2	Interner Busabschlusswiderstand + 470 Ohm an Klemmen	
T3	Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485 Ex i	94 900 03 22 0

**Nicht für Neuinstallationen verwenden!**

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.3. Update einer RS 485 Ex i Installation auf PNO RS 485 IS

Soll eine vorhandene Installation nach RS 485 Ex i (Stahl Spezifikation) mit CPMs 9440/12 und 9373/21 durch neue CPM 9440/22 auf RS 485 IS aufgerüstet werden müssen die folgenden Punkte beachtet werden.

1. Bei der Schnittstelle zum Automatisierungssystem (Profibus, Modbus) müssen immer alle Komponenten für den Betrieb nach RS 485 IS ausgetauscht werden.
  - a. Feldbus-Trennübertrager 9185/11-35-10
    - i. DIP Schalter PNO auf ON stellen
    - ii. Sub D-Steckverbinder für Zone 1 gerade Ausführung STAHL Typ 94 900 02 22 0 oder Sub D Steckverbinder für Zone 1, abgewickelte Ausführung Best. Nr. 201805
  - b. CPM austauschen in 9440/22... und Sockel in 9490/11-12
    - i. Sub D-Steckverbinder für Zone 1 gerade Ausführung STAHL Typ 94 900 02 22 0
  - c. Das Profibuskabel Typ A kann weiter verwendet werden.
2. Bei der Schnittstelle für den Servicebus können die Komponenten partiell ausgetauscht werden um einen sukzessiven Übergang von RS 485 Ex i auf RS 485 IS zu ermöglichen. Oftmals wurden IS1 Stationen an unterschiedliche Leitsysteme über separate RS 485 Schnittstellen angekoppelt. Diese IS1 können über den Servicebus physikalisch mit dem gleichen RS485 Bus verbunden sein. Sollen nicht alle CPM einer Installation zur selben Zeit ausgetauscht werden, so ergibt sich am Servicebus eine Mischinstallation aus 9440/12 (RS 485 Ex i) und neu 9440/22 (RS 485 IS). Hierbei müssen die folgenden Regeln berücksichtigt werden.
  - a. Feldbus-Trennübertrager 9185/11-35-10
    - i. DIP-Schalter PNO auf OFF stellen
    - ii. Sub D-Steckverbinder für Zone 1 gerade Ausführung STAHL Typ 94 900 02 22 0 oder Sub D Steckverbinder für Zone 1, abgewickelte Ausführung Best. Nr. 201805
  - b. Austausch der CPM und Sockel beginnend vom Ende des RS 485 Busses(vom Leitsystem abgewandte Seite).
  - c. Parallel zu den CPM werden die Sub D-Steckverbinder für Zone 1 gerade Ausführung STAHL Typ 94 900 02 22 0 ausgewechselt.
  - d. Der letzte Sub-D Stecker (Busabschlußwiderstand) bleibt bis zur vollständigen Umrüstung bei RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation, 120 Ohm Best. Nr. 94 900 03 22 0.
  - e. Nachdem der Bus komplett umgerüstet ist muss der letzte Sub-D Stecker ebenfalls ausgewechselt werden in Typ 94 900 02 22 0.  
Der DIP-Schalter PNO am 9185/11-35-10 ist anschließend auf ON zu stellen.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.4. Verwendbare Komponenten

Eigensicheres RS 485 Bussegment	
<b>gemäß RS485-IS (PNO Spezifikation)</b>	<b>gemäß RS 485 Ex i (R. Stahl Spezifikation)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es dürfen nur Geräte gemäß 'PROFIBUS RS485 IS' Spezifikation an ein Bussegment angeschaltet werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es dürfen nur Geräte gemäß 'R. Stahl Spezifikation RS 485 Ex i' an ein Bussegment angeschaltet werden.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Mischung von Geräten mit unterschiedlicher Spezifikation ist nicht zulässig, es sei denn dies ist ausdrücklich erlaubt.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPM Typ 9440/22</li> <li>• Feldbus-Trennübertrager Typ 9185/11</li> <li>• Feldbus-Trennübertrager LWL Typ 9372/11-21-30 *1)</li> <li>• Sub D-Steckverbinder für RS 485-IS Best. Nr. 94 900 02 22 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CPM Typ 9440/12</li> <li>• Feldbus-Trennübertrager Typ 9373/21</li> <li>• Feldbus-Trennübertrager LWL Typ 9372/11-21-30</li> <li>• Feldbus-Trennübertrager LWL Typ 9372/11-21-20</li> <li>• Sub D-Steckverbinder für RS 485 Ex i Best. Nr. 94 900 03 22 0</li> </ul>
<p><b>Achtung!</b> Standard PROFIBUS Stecker dürfen in einem eigensicheren Bussegment <b>nicht</b> verwendet werden.</p>	

\*1) Länge des eigensicheren Busses maximal 100 m bei maximal 5 Busteilnehmern. Abschlusswiderstand am 9372 einschalten und im Sub D-Steckverbinder ausschalten.

### 4.5. Buslänge RS 485, RS 485-IS und RS 485 Ex i

Übertragungsgeschwindigkeit	Max. Summe der Längen der Stichleitungen je Segment *1)	Max. Länge eines Bussegments bei Verwendung von Standard PROFIBUS Kabel (Typ A) siehe Kap. 3.7
9,6 bis 93,75 kBit/s	96 m	1200 m
187,5 kBit/s	75 m	1000 m
500 kBit/s	30 m	400 m
1,5 MBit/s	10 m	200 m

\*1) Stichleitungen entlang des Busses sollten vermieden werden. Stichleitungen sind meist implizit vorhanden (z.B. die internen Anschlussleitungen vom Sub D-Steckverbinder zum Chip betragen gewöhnlich bis zu 20 cm je Gerät), diese sind Teil der Stichleitungslänge. Der minimale Abstand zwischen zwei Busteilnehmern sollte im Mittel 2 m nicht unterschreiten, um eine Häufung der Anschlusskapazitäten an einem Ort zu vermeiden. Sind Stichleitungen/Abzweige notwendig so sollten diese mittels eines Repeaters physikalisch vom durchgehenden Bussegment abgetrennt werden, um Störungen durch Fehlanpassungen zu vermeiden.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.6. Erweiterung der Netzstruktur

Wird bei einer gegebenen Übertragungsgeschwindigkeit die maximale Segmentlänge überschritten muss das Bussegment mittels eines Repeaters erweitert werden oder die geplante Übertragungsgeschwindigkeit entsprechend reduziert werden.

### 4.7. 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 fortlaufen vergeben werden z. B. 1 bis 10, 11 bis 20, 21 bis 30,....

### 4.8. Anzahl der Busteilnehmer eines RS 485 Segments

Pro Bussegment dürfen 32 Teilnehmer angeschlossen werden. Als Teilnehmer zählen alle physikalischen Busanschlüsse, die an dem jeweiligen Bussegment angeschlossen sind wie Master, Slaves, Repeater und Trennübertrager.

### 4.9. Anzahl der Busteilnehmer eines eigensicheren RS 485-IS oder RS 485 Ex i Bussegments

Bei Verwendung eines RS 485-IS Busses nach der PNO Richtlinie sind pro eigensicherem Bussegment 32 Busteilnehmer (Slaves, Repeater, Master, usw..) zugelassen. Wird ein LWL Feldbus Trennübertrager Typ 9372/11-21-30 als Trennstufe verwendet, so sind maximal 5 Busteilnehmer bei maximal 100 m Feldbuslänge zulässig.

Bei Verwendung eines RS 485 Ex i Busses nach R. STAHL Spezifikation sind pro eigensicherem Bussegment funktionstechnisch 10 Busteilnehmer und ein Feldbus-Trennübertrager zugelassen.



## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.10. Feldbuskabel

#### 4.10.1. RS 485-IS nach PNO Spezifikation und RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation

Technische Daten funktionell	
Wellenwiderstand	ca. 150 Ohm (135-165 Ohm)
Schleifenwiderstand	< 110 Ohm/km bei 25 °C
Betriebskapazität	< 30 nF/km
Mantelfarbe und -material	Nach Anforderung des Kunden
Technische Daten sicherheitstechnisch (alle Daten müssen bei einer Umgebungstemperatur von -40 °C bis +70 °C eingehalten werden)	
Schleifenwiderstand	82 Ohm/km bis 372 Ohm/km
L/R-Verhältnis	< 15µH/Ohm
Leitungsbelag C'	≤ 250 nF/km
Litzendrahtdurchmesser*)	≥ 0,1 mm

\*) bei feindrähtigen Litzen ist ein Aufspleisschutz zu verwenden

Die Betriebsinduktivität oder L/R-Verhältnis wird von den Kabelherstellern normalerweise nicht angegeben, da dies für das Betriebsverhalten von untergeordneter Bedeutung ist. Für die sicherheitstechnische Betrachtung des eigensicheren RS 485 Ex i/RS 485-IS Busses ist dieser Parameter notwendig. Die in der Tabelle aufgeführten Werte sind von dem jeweiligen Kabelhersteller zu spezifizieren. Die von R. STAHL gelieferten Kabel entsprechen diesen Werten.

Diese Daten beschreiben das Standard Profibus Kabel Typ A für RS 485. Dieses Kabel ist in den unterschiedlichsten mechanischen Ausführungen verfügbar. Für Innenverlegung, Außenverlegung und Erdverlegung sind die Kabel entsprechend eingefärbt (Violett oder Schwarz). Für eigensichere Stromkreise kommt zur farblichen Kennzeichnung ein hellblaues Kabel zum Einsatz.

#### 4.10.2. Von R. STAHL standardmäßig lieferbare Kabel

Leitung nach Normbezeichnung	Material/Farbe	R. STAHL Bestellnummer
02Y(ST)CY2Y 1x2x0,64/2,55-150 SW, Für Außenverlegung	PE/PVC, Schwarz/Violett	105444
02YS(ST)CY2Y 1x2x0,64/2,55-150 VI, Für Innenverlegung	PVC, Violett	105438
02YS(ST)CY2Y 1x2x0,64/2,55-150 BL, Für Innenverlegung	PVC, Blau	105437
02YS(ST)CHSH 1x2x0,64 flamwidrig, Stahl armiert für offshore Anwendung	Halogen frei, Blau	105400
02YS(ST)CHSH 1x2x0,64 flamwidrig, Stahl armiert für offshore Anwendung	Halogen frei, violett	209430

Die von R. STAHL gelieferten Kabel können für den eigensicheren Feldbus RS 485-IS oder RS 485 Ex i sowie für den Standard RS 485 Feldbus verwendet werden.

### 4.11. Nachweis der Eigensicherheit einer Feldbusinstallation

1. RS 485-IS nach PNO Spezifikation auf Basis Systembescheinigung
2. RS 485 Ex i nach R.STAHL Spezifikation auf Basis Systembescheinigung
3. RS 485-IS nach PNO Spezifikation auf Basis EN 60 079-11, -25



**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**4.11.1. Nachweis der Eigensicherheit einer Feldbusinstallation nach RS 485-IS auf Basis der Systembescheinigung PTB 04 ATEX 2089, 1 Ergänzung**

Entsprechend RS 485-IS dürfen an den Feldbus Teilnehmer mit den Höchstwerten

$U_o = \pm 4,2 \text{ V}$  und  $I_o = \pm 149 \text{ mA}$  mit linearer Quellkennlinie

angeschlossen werden.

Der Summenstrom aller Teilnehmer an dem RS 485-IS Bus darf  $\pm 4,8 \text{ A}$  nicht übersteigen.

Busteilnehmer	$U_o$	$I_o$	$U_i$	$C_i$ und $L_i$
9440/22-01-21	$\pm 3,7 \text{ V}$	$\pm 134 \text{ mA}$	$\pm 4,2 \text{ V}$	0
9440/22-01-11	$\pm 3,7 \text{ V}$	$\pm 134 \text{ mA}$	$\pm 4,2 \text{ V}$	0
9185/11-35-10	$\pm 3,73 \text{ V}$	$\pm 149 \text{ mA}$	$\pm 4,2 \text{ V}$	0

Die sicherheitstechnische Ausgangsspannung aller Busteilnehmer ist  $U_o < I \pm 4,2 \text{ V}$ .

Der Maximalstrom eines der Busteilnehmers beträgt  $149 \text{ mA}$ , daraus ergibt sich die maximale Teilnehmerzahl ( $n$ ) an einem physikalischen Bussegment zu:

$$n = \frac{\sum I}{I_{\text{Max\_teilnehmer}}} = \frac{4,8 \text{ A}}{0,149 \text{ A}} = 32,2 \approx 32 = n$$

Die mögliche Anzahl an Busteilnehmern kann aus funktionellen Gründen kleiner sein als die hier aus sicherheitstechnischen Begrenzungen mögliche siehe Kap. 9.

Als Feldbuskabel muss ein Kabel nach 4.10.1 verwendet werden. Entlang des Feldbusses sind keine konzentrierten Kapazitäten oder Induktivitäten zulässig.

Die von R. STAHL gelieferten Sub D-Steckverbinder Typ 94 900 02 22 0 sind für die Verwendung innerhalb des eigensicheren Feldbussystems RS 485-IS für einen Umgebungstemperaturbereich von  $-40 \text{ °C}$  bis  $+70 \text{ °C}$  zugelassen.

Beim Errichten des Feldbussystems ist eine Mindestlänge des Feldbusses zwischen zwei Busteilnehmern zu beachten:

Teilnehmeranzahl	Feldbuslänge
< 16	> 0 m
> 16	> 1 m

Das Feldbussystem ist mindestens einmal in der Nähe des Feldbusanfangs wie folgt zu kennzeichnen. Das Schild zur Kennzeichnung ist den Sub D-Steckverbindern beigelegt.



## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.11.2. Nachweis der Eigensicherheit einer Feldbusinstallation nach RS 485 Ex i auf Basis der Systembescheinigung PTB 04 ATEX 2089

Entsprechend RS 485 Ex i dürfen an den Feldbus Teilnehmer mit den Höchstwerten

$U_o = \pm 3,75 \text{ V}$  mit linearer Quellkennlinie angeschlossen werden.

Der Summenstrom aller Teilnehmer an dem RS 485 Ex i Bus darf  $\pm 2,25 \text{ A}$  nicht übersteigen.

Busteilnehmer	$U_o$	$I_o$	$U_i$	$C_i$ und $L_i$
9440/12-01-11	$\pm 3,72 \text{ V}$	$\pm 107 \text{ mA}$	$\pm 3,75 \text{ V}$	0
9185/11-35-10	$\pm 3,73 \text{ V}$	$\pm 149 \text{ mA}$	$\pm 4,2 \text{ V}$	0
9372/11-21-20	$\pm 3,72 \text{ V}$	$\pm 184 \text{ mA}$	$\pm 3,75 \text{ V}$	0
9372/11-21-30	$\pm 3,72 \text{ V}$	$\pm 184 \text{ mA}$	$\pm 4,2 \text{ V}$	0

Die sicherheitstechnische Ausgangsspannung aller Busteilnehmer  $U_o < \pm 3,75 \text{ V}$ .

Der Maximalstrom eines der Busteilnehmers beträgt  $184 \text{ mA}$ , daraus ergibt sich die maximale Teilnehmerzahl ( $n$ ) an einem physikalischen Bussegment zu:

$$n = \frac{\sum I}{I_{\text{Max\_teilnehmer}}} = \frac{2,25 \text{ A}}{0,184 \text{ A}} = 12,2 \approx 12 = n$$

Die mögliche Anzahl an Busteilnehmern kann aus funktionellen Gründen kleiner sein als die hier aus sicherheitstechnischen Begrenzungen mögliche (siehe Kap. 4.9).

Als Feldbuskabel muss ein Kabel nach 4.10.1 verwendet werden. Entlang des Feldbusses sind keine konzentrierten Kapazitäten oder Induktivitäten zulässig.

Die von R. STAHL gelieferten Sub D-Steckverbinder Typ 94 900 03 22 0 sind für die Verwendung innerhalb eigensicherer Feldbusssysteme RS 485 Ex i für einen Umgebungstemperaturbereich von  $-40 \text{ °C}$  bis  $+70 \text{ °C}$  zugelassen.

Das Feldbusssystem ist mindestens einmal in der Nähe des Feldbusanfangs wie folgt zu kennzeichnen. Das Schild zur Kennzeichnung ist den Sub D-Steckverbindern beigelegt.





## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.11.3. Nachweis der Eigensicherheit einer Installation gemäss EN 60 079-11 für RS 485-IS und RS 485 Ex i

Entsprechend EN 60 079-11:2012 Kap. 6.2.3 kann das maximale äußere Induktivitäts-Widerstandsverhältnis  $L_o/R_o$  für eine Quelle mit ohmscher Strombegrenzung ausgehend von deren Maximalwerten  $U_o$  und des  $I_o$  bestimmt werden. Die Maximal zulässige Kapazität wird aus den Zündgrenzkurven bestimmt.

Die für den RS 485-IS und RS 485 Ex i Feldbus zugelassenen Busteilnehmer von R. STAHL, wie 9440/22.., 9440/12.., 9185/11.., 9372/11.., sind als Einzelgeräte mit folgenden Maximalwerten nach ATEX bescheinigt.

Busteilnehmer	$U_o$	$I_o$	$U_i$	$C_i$ and $L_i$
9440/12-01-11	$\pm 3.72$ V	$\pm 107$ mA	$\pm 3.75$ V	0
9440/22-01-..	$\pm 3.73$ V	$\pm 149$ mA	$\pm 4.2$ V	0
9185/11-35-10	$\pm 3.73$ V	$\pm 149$ mA	$\pm 4.2$ V	0
9372/11-21-20	$\pm 3.72$ V	$\pm 184$ mA	$\pm 3.75$ V	0
9372/11-21-30	$\pm 3.72$ V	$\pm 184$ mA	$\pm 4.2$ V	0

Die sicherheitstechnische Ausgangsspannung aller Busteilnehmer ist  $U_o \leq \pm 3,75$  V. Dies ist sicherheitstechnisch zulässig, da die minimale  $U_i = \pm 3,75$  V beträgt.

Formel für  $L_i = 0$ : 
$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{32 * e * R_i}{9 * U_o^2}$$
 Für IIC beträgt  $e = 40 \mu J$

Die Berechnung erfolgt für 15 Busteilnehmer, dies bedeutet es können 14 I.S. 1 Feldstationen und ein Feldbus-Trennübertrager Typ 9372/11 angeschlossen werden. Die mögliche Anzahl an Busteilnehmern kann aus funktionellen Gründen kleiner sein als die hier aus sicherheitstechnischen Begrenzungen mögliche (siehe Kap. 4.9).

Die Berechnung berücksichtigt die Verwendung von einem 9372/11, dieser kann auch durch einen 9185/11 ersetzt werden. Weiter ist es wegen des gleichen  $I_o$ - Wertes erlaubt, weitere 9185/11 im Tausch gegen eine Feldstation einzusetzen.

Busteilnehmer nach RS 485 Ex i oder RS 485-IS müssen aus funktionellen Gründen an getrennten Feldbussen betrieben werden siehe Kap. 4.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

Für die Berechnung werden zwei Fälle unterschieden:

- a. Alle Busteilnehmer haben die gleiche Polarität:

$$U_o = 3,75 \text{ V}$$

$$I_o = \Sigma I_o = 14 * 149 \text{ mA} + 184 \text{ mA} = 2270 \text{ mA}$$

$$R_i = \frac{U_o}{I_o} = \frac{3,75 \text{ V}}{2270 \text{ mA}} = 1,65 \text{ Ohm}$$

- b. Je die Hälfte aller Busteilnehmer haben positive und negative Polarität:

$$U_o = 2 * 3,75 \text{ V} = 7,5 \text{ V}$$

$$I_o = \Sigma \frac{I_o}{2} = 7 * 149 \text{ mA} + 184 \text{ mA} = 1227 \text{ mA}$$

$$R_i = \frac{U_o}{I_o} = \frac{7,5 \text{ V}}{1227 \text{ mA}} = 6,11 \text{ Ohm}$$

Die Werte eingesetzt in die Formel oben:

Fall	$U_o$	$R_i$	$L_o/R_o$ erlaubt		$L_o/R_o$ Kabel	
a.	3,75 V	1,65 Ohm	16,68 $\mu\text{H}/\text{Ohm}$	>	15 $\mu\text{H}/\text{Ohm}$	OK
b.	7,5 V	6,11 Ohm	15,44 $\mu\text{H}/\text{Ohm}$	>	15 $\mu\text{H}/\text{Ohm}$	OK

Die zulässige Kapazität für  $U_o < 10 \text{ V}$  beträgt 3  $\mu\text{F}$  für IIC. Diese ist bei einer maximalen Feldbus-segmentlänge von 1200 m bei 30 nF/km ausreichend.

Der zulässige Gesamtstrom  $I_o$  für Spannungen  $U_o < 12 \text{ V}$  beträgt 3,33A.  $\Rightarrow I_o_{\text{RS485-IS}} < I_o_{\text{zulässig}}$

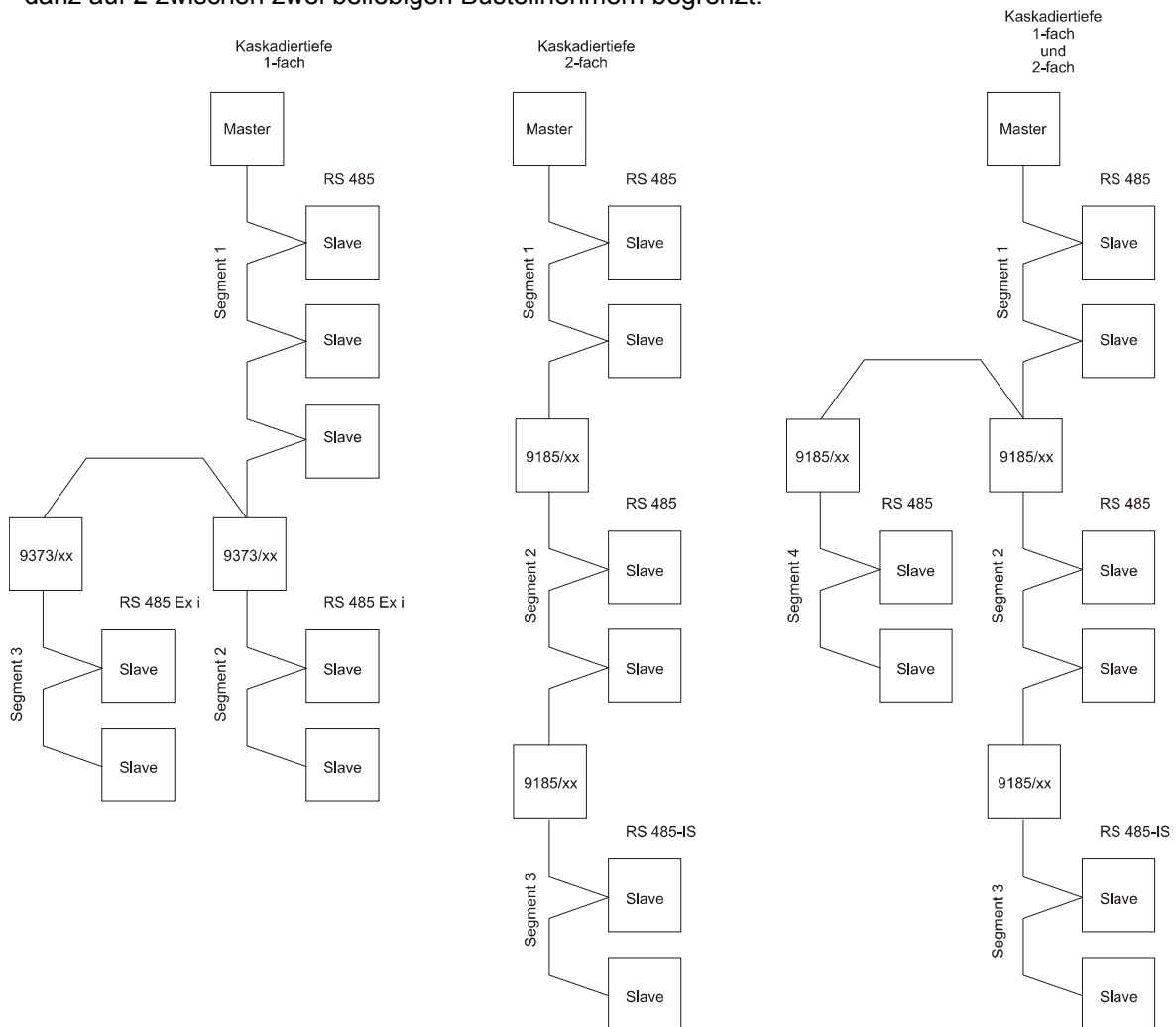
**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**4.12. Maximale Anzahl von in Reihe geschalteten Repeatern**

Die Anzahl der in Reihe schaltbaren Repeater ist herstellerabhängig. Repeater erlauben eine Erweiterung eines Bussegmentes (z.B. bei 1,5 Mbit/s ist die max. Segmentlänge auf 200 m begrenzt, wird ein Repeater eingebaut so erweitert sich das Segment um weitere 200 m).

Die Feldbus-Trennübertrager Typ 9373/21 sind zur Trennung zwischen dem sicheren Bereich und explosionsgefährdeten Bereich vorgesehen. Diese können nicht als Repeater verwendet werden. Wie in Bild 3 dargestellt, wird ein Feldbus-Trennübertrager im sicheren Bereich an ein RS 485 Segment angeschlossen und eröffnet damit jeweils ein RS 485 Ex i Segment. Eine Erweiterung des RS 485 Ex i Segments ist nicht erlaubt.

Die Feldbus-Trennübertrager Typ 9185 erfüllen zusätzlich zur Funktion des 9373/21 noch die Funktion eines Repeaters, dadurch können diese Geräte wie herkömmliche Repeater in einem RS 485 Bussegment zur Erweiterung eines Bussegmentes eingesetzt werden. Die maximale Anzahl von in Reihe geschalteten Feldbus-Trennübertrager Typ 9185 ist ohne Leitungsredundanz auf 4, mit Leitungsredundanz auf 2 zwischen zwei beliebigen Busteilnehmern begrenzt.







**Bild 4:** Die linke Grafik zeigt eine 1-fache Kaskadierung. Zwischen dem Master und einem beliebigen Slave liegt maximal 1 Feldbus-Trennübertrager Typ 9373/21... Bei der mittleren Grafik liegt eine 2-fache Kaskadierung vor. Zwischen dem Master und dem entferntesten Slave sind 2 Feldbus-Trennübertrager Typ 9185/.. angeordnet. Die rechte Grafik zeigt eine Kombination der beiden Anderen.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.13. Sub D-Steckverbinder für den Feldbus

Für das eigensichere Segment eines Feldbusses dürfen nur die von R. STAHL zugelassenen Sub D Stecker verwendet werden. Diese Stecker sind mit einem Anschluss für ein kommendes und ein gehendes Kabel versehen.

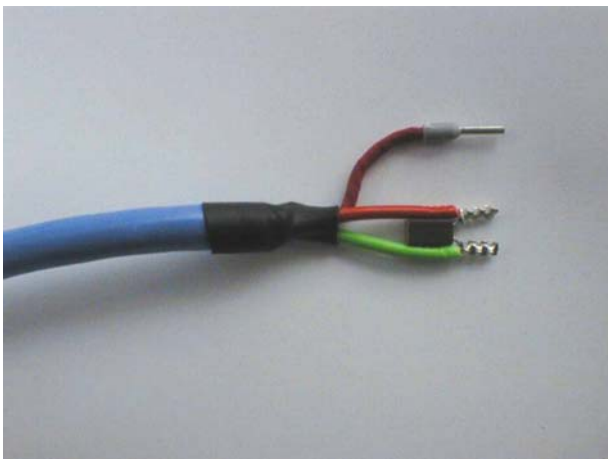
Bei R. STAHL sind die Abschlusswiderstände in den Sub D-Steckverbindern integriert. Dazu verfügen die von R. STAHL gelieferten Geräte parallel zu den zwei Datenleitungspins über zwei Spannungsversorgungspins zur Speisung des Abschlusswiderstands. Der Abschlusswiderstand ist über einen Schalter im Sub D-Steckverbinder zuschaltbar. Bei eingeschaltetem Busabschluss ist das gehende Buskabel vom Feldbus abgetrennt. Der Sub D-Steckverbinder typ ist abhängig von den verwendeten Busteilnehmern und der Busspezifikation und wird in Kap. 4.2.3 und 4.4 beschrieben.

Beschreibung, Busabschlusswiderstand	Bestellnummer	
Sub D-Steckverbinder Standard RS 485, sicheren Bereich und Zone 2	105715	
Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation, 120 Ohm	94 900 03 22 0	
Sub D-Steckverbinder für Zone 1 CPM, nach RS 485-IS nach PNO Spezifikation, 200 Ohm	94 900 02 22 0	
Sub D Steckverbinder für Zone 1, abgewinkelte Ausführung nach RS 485-IS	201805	

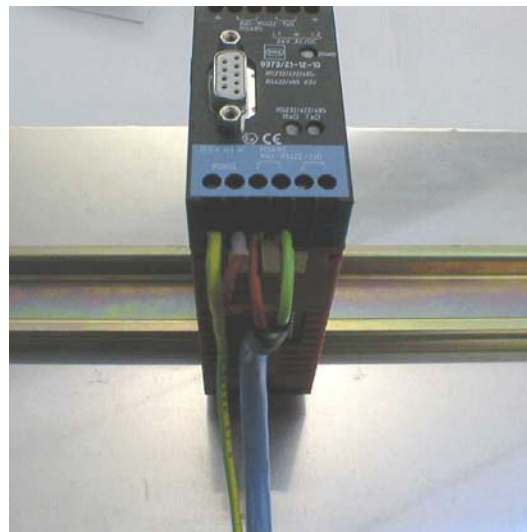
**Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich**

**4.14. Zusätzliche Abschlusswiderstände für den RS 485 Ex i Feldbus nach R.STAHL Spezifikation bei Verwendung eines Feldbus-Trennübertragers 9373/21 oder 9372/..**

Als Abschlusswiderstand des RS 485 Ex i Feldbussegments wird der im Feldbus-Trennübertrager eingebaute gespeiste Abschlusswiderstand um einen externen 470 Ohm Widerstand ergänzt Bild 5 und Bild 6 (Dieser Widerstand wird mit Crimphülsen zusammen mit den Adern des Feldbuskabels am Feldbus-Trennübertrager untergeklemt. Ein von R. STAHL gelieferter Sub D-Stecker mit integriertem zuschaltbaren Abschlusswiderstand mit 120 Ohm wird am Busende verwendet.



**Bild 5** externer 470 Ohm Widerstand



**Bild 6** Unterklemmen des externen Widerstands

RS 485 Ex i, 470 Ohm Widerstand zum Anschluss an die Klemmen 9373/21 und 9372/..	Best. Nr. 642 716 0
--	---------------------

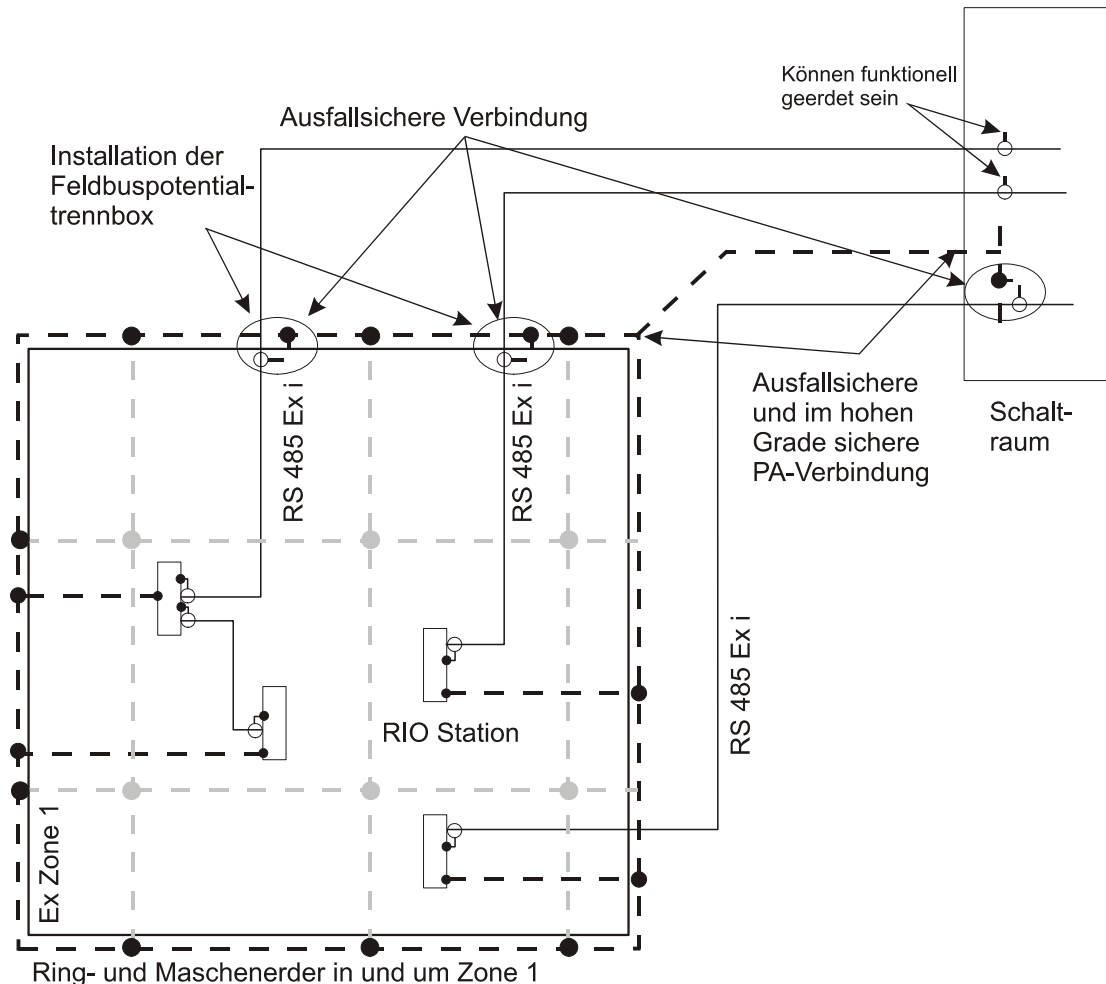
## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 4.15. Erdung des leitenden Schirms eines eigensicheren Feldbusses

Der von R. STAHL gewählte Feldbusaufbau erfolgt nach EN 60 079-14:2008 12.2.2.3 Abschn. b). Dies betrifft im Wesentlichen die Möglichkeit, den Schirm des Feldbusses an unterschiedlichen Stellen zu erden.

Auszug aus EN 60 079-14:2008 12.2.2.3 Abschn. b

*Wenn die Installation so erfolgt und erhalten wird, dass in hohem Grade sichergestellt ist, dass zwischen jedem Ende des Stromkreises (d. h. zwischen dem explosionsgefährdeten und dem nichtexplosionsgefährdeten Bereich) ein Potentialausgleich besteht, dann dürfen, falls gewünscht, Kabel- und Leitungsschirme an beiden Enden des Kabels und der Leitung und, falls erforderlich, an Zwischenstellen an Erde angeschlossen sein.*



**Bild 7** Erdung eines leitenden Schirms

Bild 7 zeigt einen möglichen Aufbau eines Systems gemäss der Forderung von EN 60 079-14:2008 12.2.2.3 Abschn. b).

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

1. Der Schirm des RS 485-IS bzw. RS 485 Ex i-Busses muss am Übergang zwischen dem sicheren Bereich und der Zone 1 ausfallsicher mit PA verbunden sein.
2. Der PA-Leiter wird ausfallsicher und mit ausreichendem Querschnitt in den Schaltraum geführt. Dadurch kann eine ausfallsichere Anbindung des Schirms im Schaltraum realisiert werden.

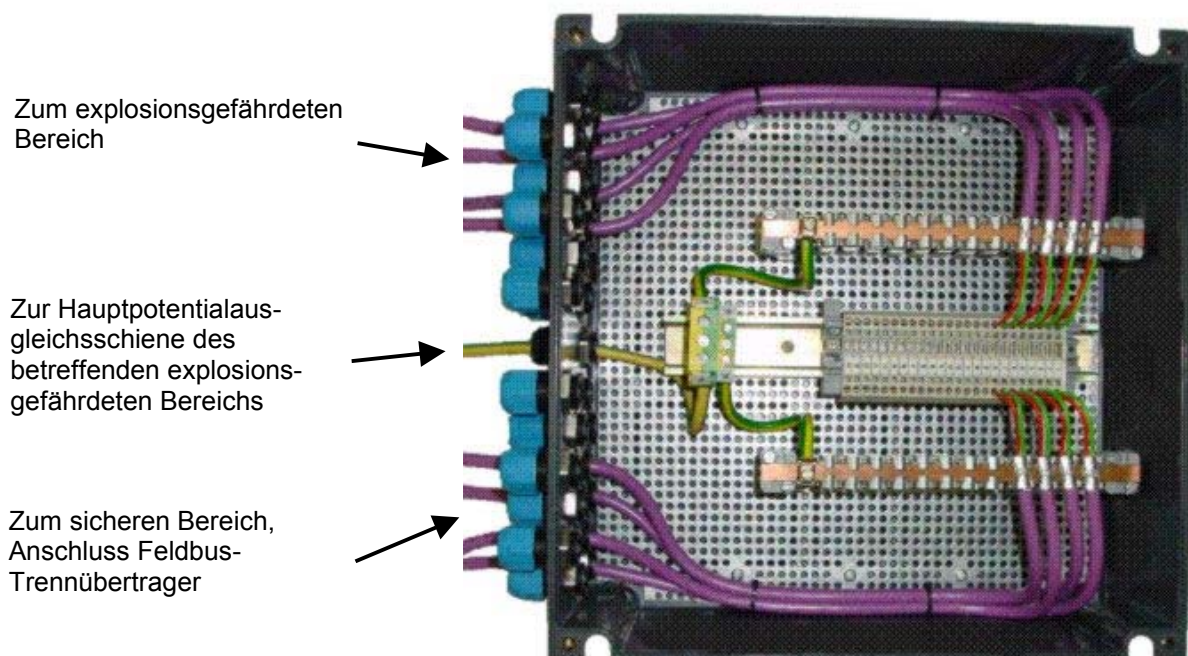
Durch die ausfallsichere PA-Verbindung des leitenden Schirms vor dem explosionsgefährdeten Bereich wird erreicht, dass keine zündfähigen Ströme oder Spannungen in den explosionsgefährdeten Bereich eingetragen werden.

Innerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs sorgt das Potentialausgleichssystem für eine gleichbleibend gute Erdverbindung aller installierten Systeme. Die einzelnen I.S. 1 Feldgehäuse sind entsprechend den gültigen Vorschriften in den Potentialausgleich einzubeziehen. Der Querschnitt des Erdleiters richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten wie, Querschnitt der Hilfsenergieversorgung und umgebende metallische Konstruktionsteile.

Der leitende Schirm des kommenden und gehenden Feldbuskabels wird über geeignete Klemmen (in der Regel eine Ex e Klemme) mit der im I.S. 1 Feldgehäuse vorhandenen Schirmschiene verbunden. Die Schirmschiene selbst ist mit dem Potentialausgleichssystem verbunden.

Bestehen Zweifel über die Wirksamkeit des Potentialausgleichssystems, so ist parallel zum Feldbuskabel ein Potentialausgleichsleiter mit ausreichendem Querschnitt zu verlegen. Ziel des Potentialausgleichsleiters ist es einen Stromfluss auf dem Schirm zu vermeiden oder zu begrenzen.

### 4.16. Ausführung einer sicheren Trennung des Feldbuskabelschirms



**Bild 8** Beispiel einer Feldbuspotentialtrennbox

Die Feldbuspotentialtrennbox sorgt für eine saubere und sichere Anbindung des Feldbuskabelschirms an den Potentialausgleich des zugehörigen explosionsgefährdeten Bereichs. Der Potentialausgleichsanschluss wird an die Hauptpotentialausgleichsschiene des zugehörigen explosionsgefährdeten Bereichs geführt.



## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 5. Installation

#### 5.1. Für die Installation sind die Projektierungsregeln zu beachten

Die überwiegende Anzahl der Inbetriebnahmeprobleme bei einem RS 485-Bussystem, wie Profibus DP oder Modbus sind Installationsfehler wie:

falsche Feldbuskabel,  
unsauber angeschlossene Steckverbinder,  
Leitungsbruch oder Kurzschluss und  
nicht vorhandene oder zu viele Abschlusswiderstände.

- 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 besonderes Augenmerk auf das Verlegen der Feldbuskabel und den Anschluss der Steckverbinder gelegt werden.

#### 5.2. Kabelverlegung

- Einhaltung der Biegeradien ( $> 150$  mm siehe Herstellerangaben)  
=> nicht um scharfe Ecken ziehen
- Einhaltung der Zugkräfte ( $< 500$  N siehe Herstellerangaben)  
=> nicht zu lange Strecken auf einmal ziehen
- genügend Kabel an den Anschlussenden liegen lassen
- klare Kennzeichnung der Kabel an beiden Enden (Ziel- und Startkennzeichen)

Werden diese grundlegenden Dinge nicht beachtet, ist als Folge ein Adernbruch oder Schirmbruch möglich. Diese Fehler können sofort oder erst nach Wochen oder Monaten auftreten.

- Die Busleitungen sollten so verlegt werden, dass diese nicht in direkter Nachbarschaft zu Energiekabeln (speziell Frequenzumrichter) geführt werden. Wird das Feldbuskabel in den explosionsgefährdeten Bereich geführt, so muss die Verlegung entsprechend den aktuell gültigen Errichtungsbestimmungen (EN 60 079-14) erfolgen.

Anmerkung: Wird ein Subunternehmer mit der Kabelverlegung 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. Messung des Schleifenwiderstands A und B, A und Schirm
4. Isolation zwischen A und B, A und Schirm und B und Schirm
5. Protokollierung der Messergebnisse
6. Nur ordnungsgemäße Kabel sollten abgenommen werden.

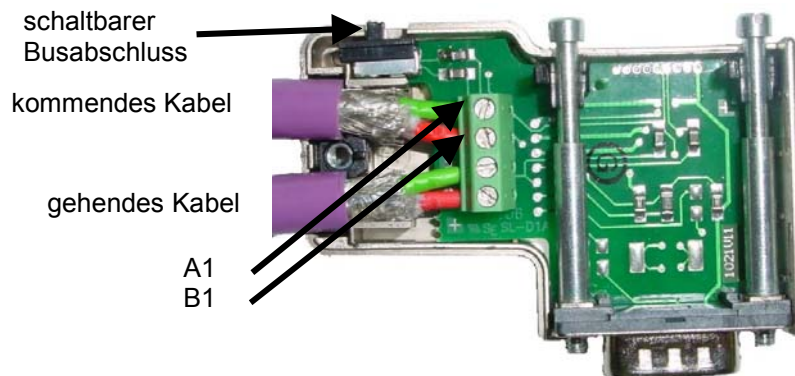
#### 5.3. Anschluss der Sub D-Steckverbinder und Profibuskabel

- Sauberes Absetzen des Profibuskabels für eine sichere Kontaktierung des Schirms und eine ausreichende Zugentlastung des Feldbuskabels
- Einführen des Profibuskabels an der richtigen Stelle im Sub D-Steckverbinder (das kommende Kabel muss beim Stecker im kommenden Port angeschlossen werden, das gehende Kabel muss am gehenden Port angeschlossen werden).
- Abschlusswiderstände (falls im Steckverbinder vorhanden) sollten abgeschaltet werden.



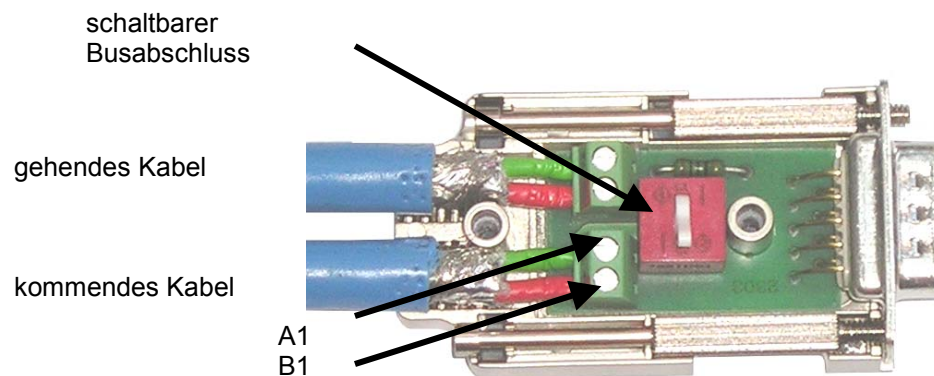
## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

- Die Kennzeichnung der Buskabel muss dauerhaft aufgebracht werden.
1. Bild 9 Zone 2 und sicherer Bereich Sub D-Steckverbinder. Die Einführung der kommenden und gehenden Kabel ist gegenüber dem Zone 1 Stecker vertauscht. Die grüne Ader auf „A1“ und die rote Ader auf „B1“ für das kommende Kabel sowie auf „A2“ und „B2“ für das gehende Kabel.



**Bild 9**

2. Bild 10 Zone 1 Sub D-Steckverbinder. Die Stecker sollten so wie im Bild gezeigt angeschlossen werden. Die grüne Ader auf „A1“ und die rote Ader auf „B1“ für das kommende Kabel sowie auf „A2“ und „B2“ für das gehende Kabel.



**Bild 10**



### Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

#### 5.4. Einbauort und Anschluss der Feldbus-Trennübertrager

- Der Feldbus-Trennübertrager kann im Schaltraum oder in einem Feldgehäuse in der Nähe des explosionsgefährdeten Bereichs oder in der Zone 2 installiert werden. Eine Ausnahme bilden die Feldbus-Trennübertrager für LWL(Lichtwellenleiter) Typen 9186/12-11-11. Diese werden normalerweise in einer I.S. 1 Feldstation in der Zone 1 installiert.

#### 5.5. Messung des Profibuskabels

Nach der Installation ist es notwendig, die Qualität der Installation zu prüfen. Hierzu gibt es drei Wege:

1. Messung mit einem Multimeter und Überprüfen der Widerstandswerte. Dieses Verfahren deckt Kurzschlüsse und Unterbrechungen auf und gibt Auskunft über die Kabellänge.
2. Die Verwendung eines Profibus-Testgerätes, wie z.B. Nettetst. Dieses Gerät gibt Aufschluss über Kurzschlüsse, Unterbrechungen, Kabelimpedanz, Störstellen, Vertauschung der Signaladern A und B, Leitungslänge, Sendepiegel der Busteilnehmer.
3. Die Messung mittels TDR (Time Domain Reflection). Zur Messung wird ein Signalgenerator ( Profibus- oder Modbusmaster) zur Flankenerzeugung verwendet. Die Auswertung der Messung erfolgt mit einem Oszilloskop. Diese Methode ermöglicht die beste Diagnose, ist jedoch kompliziert und erfordert große Erfahrung beim Interpretieren der Messergebnisse.

Nettest ist nur für Profibus anwendbar. Soll Modbus über den RS 485-Bus übertragen werden, so kann die Messung mit dem Multimeter durchgeführt werden. Für ein Profibus-Netzwerk ist Nettetst jedoch ein hervorragendes Messgerät, welches alle Messungen dokumentiert und auf einen PC überträgt. Dies ist speziell bei der Validierung einer Installation hilfreich.

Bei dem RS 485 Ex i oder RS 485-IS Segment kann Nettetst nur zur Messung der Kabellänge, Impedanz und Abzweigungen eingesetzt werden. Die weitergehenden Messungen, die von Nettetst durchgeführt werden, sind auf eine Standard RS 485 Schnittstelle ausgelegt und können somit nicht verwendet werden.



## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 6. Inbetriebnahme

Der wichtigste Schritt zur Inbetriebnahme eines RS 485-Netzwerks ist die Überprüfung der physikalischen Installation und Messung des Busses. Wurde dieses nicht durchgeführt, macht es wenig Sinn, mit der Inbetriebnahme fortzufahren.

#### 6.1. 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 schaltbaren Abschlusswiderständen trennen bei eingeschaltetem Abschlusswiderstand das gehende Buskabel vom Bus ab.

- Ein unzulässiger mehrfacher Abschluss des Busses ist nicht möglich.
- Einfachere Fehlersuche durch Auf- bzw. Abtrennen von Teilsegmenten.

#### 6.2. Bussegment im explosionsgefährdeten Bereich

Siehe auch Kap. 4.13 und 4.14 für Bestellhinweise

##### RS 485-IS nach PNO Spezifikation

Für die ordnungsgemäße Funktion des Bussegments ist der Bus am Beginn mit einem aktiven Abschlusswiderstand abzuschließen.

- Beim 9185 wird der Abschlusswiderstand im Sub D-Steckverbinder Typ 94 900 02 22 0 zugeschaltet zusätzlich sind die Dipschalter an der Frontseite SCAN und RS2 auf OFF, PNO auf ON zu stellen.

Am Ende des Bussegmentes wird der Abschlusswiderstand im Steckverbinder Typ 94 900 02 22 0 zugeschaltet.

##### RS 485 Ex i nach R. STAHL Spezifikation

Bei Verwendung eines Feldbus Trennübertragers Typ 9373/21.. ist für die ordnungsgemäße Funktion des Bussegments der Bus am Feldbus-Trennübertrager mit 470 Ohm parallel zu dem aktiven Abschlusswiderstand im Feldbus Trennübertrager abzuschließen.

Bei Verwendung eines Feldbus Trennübertragers Typ 9185 ist der Sub D\_Steckverbinder Typ 94 900 03 22 0 am Feldbus Trennübertrager zu verwenden.

Die Dipschalter an der Frontseite SCAN und RS2 auf OFF und PNO auf ON stellen (siehe Betriebsanleitung 9185).

Am Ende des Bussegments ist das Bussegment mit einem von R. STAHL gelieferten Sub D-Steckverbinder Typ 94 900 03 22 0 abzuschließen.



### Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

#### 6.3. Überprüfung, respektive Einstellung der Busteilnehmer

Adresse  
Konfiguration (GSD, Parametrierung, usw.)  
Hilfsenergie  
Repeater, Feldbus-Trennübertrager (Geschwindigkeitseinstellung)

#### 6.4. Inbetriebnahme des Masters

Konfiguration des Busmasters  
Mastertools (ComProfibus)  
Verbindung des Bussegments mit dem Busmaster

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

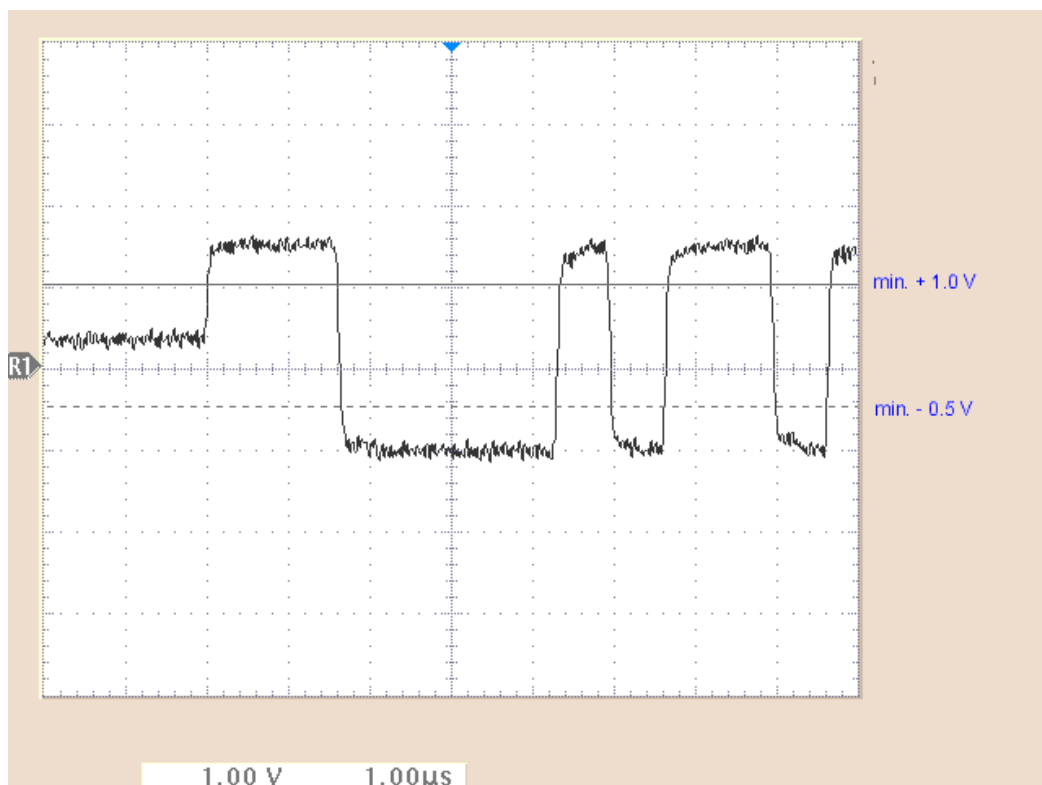
**Ein guter Bus sollte im normalen Betriebszustand keine Fehler zeigen. Treten Fehler auf, so müssen diese beseitigt werden, denn im Laufe der Zeit werden kleine / seltene Fehler zu ernststen Problemen.**

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 7. Fehlersuche

Die Fehlersuche teilt sich in zwei Gruppen:

- Die logische Suche mit einem Busanalysator, der auf Protokollebene und Datalink-Layerebene eine Analyse durchführt. Dabei wird der Telegrammverkehr aufgezeichnet und dargestellt. Zu beachten ist, dass die Busanalysatoren teilweise Fehler anzeigen z.B. defekte Telegramme und der Profibusmaster ohne Fehler läuft (Speziell Profibusanalyser mit Siemens ASPC 2 Chip in Monitor Mode sind hiervon betroffen). Dies führt dazu, dass hierbei ein eigentlich stabiler Bus durch den Profibusanalyser schlecht getestet wird. Für Modbus oder den Servciebus eignet sich ein Serialanalyser.
- Auf der physikalischen Ebene mit einem Oszilloskop. Hier wird festgestellt, wie gut der Aufbau des Bussegments ist. Dies wird erforderlich, falls die logische Überprüfung viele zerstörte Telegramme anzeigt. Mit dem Oszilloskop können Busfehler wie Unterbrechung, Kurzschlüsse, Fehlanschlüssen, Abzweigungen, Ruhepegel, Sendepiegel einzelner Busteilnehmer angezeigt werden.



**Bild 11** Minimale Sendepiegel auf dem RS 485 Ex i Bus entsprechend R. STAHL Spezifikation. Der Pegel sollte über + 1 V und unter – 0,5 V liegen. Der Ruhepegel liegt bei ca. 0.2 bis 0.3 V bei einem richtig abgeschlossenen Bus.

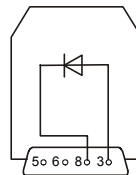
Die zulässige Signalform und Hinweise zur Fehlersuche für die RS 485-IS ist in „Profibus RS 485-IS User and Installation Guideline; Nummer 2262 Rev. 1.1 von Juni 2003“ beschrieben.

## Projektierung, Installation und Inbetriebnahme des RS 485 Feldbus-Systems von R. STAHL für den sicheren und explosionsgefährdeten Bereich

### 7.1. Fehlersuche mit einfachen Messgeräten, Vorgehensweise

1. Beschaffung der Dokumentation der Bustopologie
  - mit Platzierung der einzelnen Busteilnehmer
  - sowie Leitungslängen
2. Feststellen des Fehlerverhaltens
  - Auftreten der Fehler
  - sporadisch => Wackelkontakt (lose Adern, Schirmung)
  - reproduzierbar => Umgebungseinflüsse (Temperatur; Feuchtigkeit), Projektierungsfehler (Kabel, Länge, Leitsystem)

Das Fehlerverhalten lässt Rückschlüsse auf die Art der Fehlerursache zu.
3. Einstellung/Überprüfung der Teilnehmer (Busadresse, Abschlusswiderstände, Erdung (Schirm))
4. Prüfen, ob das richtige Kabel verwendet wurde (Messung des Schleifenwiderstands, Aufdruck)
5. Prüfen, ob alle Stecker sauber und richtig angeschlossen sind (Absetzen des Kabels)
6. Sind die Adern angeschlossen (Schrauben angezogen, oder Ader nur untergesteckt, Adernbruch, Kurzschlüsse)?
7. Schalten der Abschlusswiderstände => Wie verhält sich der Bus (Indikator RxD und TxD LED am Feldbus--Trennübertrager)?
8. Teilweise Abschaltung von Feldstationen über die Profibusstecker, um Fehler einzugrenzen
9. Test Sub D-Buchse zum Auffinden von vertauschten Adern.
10. Die Testbuchse wird beim Master (Busanfang) auf das Buskabel aufgesteckt. Anschließend misst man, beginnend an dem ersten Sub D-Stecker nach dem Busanfang, mit einem Multimeter den Widerstandswert ( $\infty$  oder 1...10 kOhm) je nach Polarität.
11. Bei der Messung müssen alle Busabschlusswiderstände ausgeschaltet werden.



Wird von einem Stecker zum nächsten eine Ader vertauscht, wird bei polaritätsrichtiger Messung ein Widerstandswert je nach Multimeter zwischen 1...10 kOhm gemessen. Der Pin 3 ist B +, dies ist die positive Ader. Pin 8 ist A -, dies ist die negative Ader.

=> Stecker prüfen.

Nach Abarbeiten der Punkte 1 bis 8 sollte der Feldbus in 90 % aller Fälle arbeiten. Falls nicht ist der Einsatz entsprechender Messgeräte angezeigt. Hierfür bedarf es einer gründlichen Kenntnis des Feldbusses und seines Verhaltens bei Fehlern.