

PROFIBUS
Inbetriebnahmerichtlinie

Guideline
for PROFIBUS

Version 1.23 – *Date September 2022*
Order No.: 8.031

File name: PROFIBUS_Inbetriebnahme_8031_V123_Sep22.docx

Prepared by PI Working Group PG3 "Installation Guides PROFIBUS and PROFINET" in Committee B.

The attention of adopters is directed to the possibility that compliance with or adoption of PI (PROFIBUS&PROFINET International) specifications may require use of an invention covered by patent rights. PI shall not be responsible for identifying patents for which a license may be required by any PI specification, or for conducting legal inquiries into the legal validity or scope of those patents that are brought to its attention. PI specifications are prospective and advisory only. Prospective users are responsible for protecting themselves against liability for infringement of patents.

NOTICE:

The information contained in this document is subject to change without notice. The material in this document details a PI specification in accordance with the license and notices set forth on this page. This document does not represent a commitment to implement any portion of this specification in any company's products.

WHILE THE INFORMATION IN THIS PUBLICATION IS BELIEVED TO BE ACCURATE, PI MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTY OF TITLE OR OWNERSHIP, IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR WARRANTY OF FITNESS FOR PARTICULAR PURPOSE OR USE.

In no event shall PI be liable for errors contained herein or for indirect, incidental, special, consequential, reliance or cover damages, including loss of profits, revenue, data or use, incurred by any user or any third party. Compliance with this specification does not absolve manufacturers of PROFIBUS or PROFINET equipment, from the requirements of safety and regulatory agencies (TÜV, BIA, UL, CSA, etc.).

PROFIBUS® and PROFINET® logos are registered trade marks. The use is restricted to members of PROFIBUS&PROFINET International. More detailed terms for the use can be found on the web page www.profibus.com/Downloads. Please select button "Presentations & logos".

In this specification the following key words (in **bold** text) will be used:

- may:** indicates flexibility of choice with no implied preference.
- should:** indicates flexibility of choice with a strongly preferred implementation.
- shall:** indicates a mandatory requirement. Designers **shall** implement such mandatory requirements to ensure interoperability and to claim conformance with this specification.

Publisher:
PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.
Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe
Germany
Phone : +49 721 986197 0
Fax: +49 721 986197 11
E-mail: info@profibus.com
Web site: www.profibus.com

© No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Revision Log

Version	Datum	Änderungen/History
0.2.2	24.06.04	3. verteilter Entwurf zum Review
0.2.3	20.07.04	Änderungen entsprechend Review am 01.07.04 in Karlsruhe von V 0.2.2
0.2.4	09.08.04	Aufteilung in drei Dokumente (Planung, Montage, Inbetriebnahme)
0.2.5	26.11.04	4. verteilter Entwurf zum Review Kapitel für Lichtwellenleiter eingefügt Kapitel Diagnosetelegramm eingefügt
0.2.6	05.02.05	Änderung entsprechend Reviewbeiträgen
0.2.7	07.06.05	Änderung entsprechend Reviewbeiträgen
0.2.9	20.10.05	WG-Review Version
0.2.10	30.10.05	Änderungen entsprechend Reviewbeiträgen
1.0.0	18.11.05	Offizielle Version erstellt
1.0.1	07.02.06	Änderung des Dokumententitels von Inbetriebnahmeempfehlung in Inbetriebnahmerichtlinie
1.0.2	03.08.11	Changes according to the phone conference on July 13 th 2011
1.0.3		interne Version
1.0.4		Review Version für AK
1.0.5		Interne Version, nicht veröffentlicht
1.0.6		Review Version
1.0.7	21.11.14	Review durch AK Leiter
1.0.8	10.01.14	Review Version
1.0.9	13.05.15	Freigabeversion

1.10 bis 1.20	26.03.19	Interne Version, nicht veröffentlicht, Layout überarbeitet, neues Deckblatt eingefügt, Kapitel „Profibus Planungsrichtlinie“ aus Netzwerkdokumentation hinzugefügt, Symbole erneuert, Abschnitt normative Referenzen aktualisiert
1.21	18.09.2019	Finales Review vor Freigabe.
1.22	31.07.2022	Versionsanhebung wegen Fehlerkorrektur in englischer Version. Copyright auf 2022 aktualisiert, Disclaimer und Telefonnummern aktualisiert
1.23	22.09.2022	Finales Review vor Freigabe

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	10
1.1	VORWORT	11
1.2	SICHERHEITSHINWEISE	12
1.3	AUSSCHLUSS DER HAFTUNG	13
1.4	NORMATIVE REFERENZEN.....	14
1.5	REFERENZIERTE PROFIBUS DOKUMENTE.....	14
1.6	SYMBOLERKLÄRUNG	16
2	EINFACHE PROFIBUS-DIAGNOSE.....	18
2.1	EINFÜHRUNG.....	19
2.2	LEITUNGSTESTER	20
2.3	MESSUNGEN AM LICHTWELLENLEITER	21
2.3.1	<i>Dämpfungsmessung für Lichtwellenleiter</i>	<i>21</i>
2.3.2	<i>OTDR-Messung</i>	<i>23</i>
2.3.3	<i>Nutzung von Lichtwellenleitermessverfahren</i>	<i>23</i>
2.4	KOMMUNIKATIONSSTATISTIK.....	24
3	MONTAGEABNAHME	26
3.1	SICHTPRÜFUNG PROFIBUS-KUPFER- UND LICHTWELLENLEITERKABEL.....	28
3.2	ABNAHMEMESSUNGEN PROFIBUS-RS485	31
3.3	ABNAHMEMESSUNGEN PROFIBUS-MBP (PA).....	36
3.4	ABNAHMEMESSUNGEN LICHTWELLENLEITER	37
3.4.1	<i>Allgemeines.....</i>	<i>37</i>
3.4.2	<i>Messergebnisse Dämpfungsmessung.....</i>	<i>38</i>
4	INBETRIEBNAHME / ABNAHME	39
4.1	BUSPRÜFUNG.....	40

4.2	BUS IN BETRIEB NEHMEN	41
4.2.1	Systemkonfiguration (Schritt 3)	41
4.2.2	Adresseinstellung der PROFIBUS-Teilnehmer überprüfen (Schritt 4).....	45
4.2.3	PROFIBUS-Teilnehmer in Betrieb nehmen (Schritt 5).....	46
4.2.4	Prüfen der Signaleingänge (Schritt 6).....	47
4.2.5	Prüfen der Signalausgänge (Schritt 7).....	48
4.2.6	Abnahmeprotokoll erstellen (Schritt 8).....	49
5	FEHLERSUCHE	50
5.1	EINFÜHRUNG IN DIE FEHLERSUCHE	51
5.2	ÜBERPRÜFUNG DER VERKABELUNGSSTRUKTUR	52
5.3	MESSUNG MIT DEM BUSMONITOR	54
5.4	DAS DIAGNOSETELEGRAMM	56
5.5	OSZILLOSKOPMESSUNGEN	58
5.5.1	Technische Voraussetzungen.....	58
5.5.2	Messhilfsmittel.....	59
5.5.3	Messung PROFIBUS-RS485.....	60
5.5.4	Typische Signalverläufe	65
5.5.5	Messung PROFIBUS-MBP (PA).....	70
5.6	MESSUNGEN LICHTWELLENLEITER.....	74
6	ANHANG.....	75
6.1	INBETRIEBNAHME- / ABNAHMEPROTOKOLLE	76
6.2	MULTIMETERMESSUNGEN (VIELFACH-MESSGERÄT)	81
6.2.1	PROFIBUS-RS485 mit 9-poligen Sub-D-Steckverbinder	82
6.2.2	PROFIBUS-RS485 mit 5- poligen M12-Steckverbindern.....	90
6.2.3	PROFIBUS-MBP (PA) mit 4-poligen M12-Steckverbindern	90
6.3	PROFIBUS DOKUMENTATION	97

6.3.1	<i>Dokumentationsrelevante Informationen PROFIBUS</i>	97
6.3.2	<i>Vorschlag einer Vorwärtsdokumentation bei PROFIBUS</i>	100
6.3.3	<i>Beispiel einer Vorwärtsdokumentation PROFIBUS</i>	103
6.3.4	<i>Schwierigkeiten der Vorwärtsdokumentation im Produktlebenszyklus</i>	116
7	BEGRIFFE / DEFINITIONEN	117
8	STICHWORTVERZEICHNIS	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prinzip Dämpfungsmessung	21
Abbildung 2-2: Prinzip OTDR-Messung.....	23
Abbildung 5-1: Messstecker Oszilloskopmessung	60
Abbildung 5-2: Potentialverschiebung bei Signalen	63
Abbildung 5-3: Ideale Signalform PROFIBUS	64
Abbildung 5-4: Messung PROFIBUS-RS485	65
Abbildung 5-5: Signalverlauf bei zu langen PROFIBUS-Kabeln	66
Abbildung 5-6: Signalverlauf bei nicht angeschlossenem PROFIBUS-Teilnehmer	66
Abbildung 5-7: Zu viel eingelegter Abschlusswiderstand	68
Abbildung 5-8: Fehlender Abschlusswiderstand	69
Abbildung 5-9: Ideale Signalform PROFIBUS-MBP (PA).....	71
Abbildung 5-10: PROFIBUS-MBP (PA) mit fehlerhaftem Busabschluss	72
Abbildung 5-11: Messung PROFIBUS-MBP (PA) (1 Telegramm).....	73
Abbildung 5-12: Prinzip OTDR-Messung.....	74
Abbildung 6-1: PROFIBUS RS485 Kabel mit eingeschalteten Abschlusswiderständen.....	84
Abbildung 6-2: Messhilfsmittel (PROFIBUS RS-485).....	89
Abbildung 6-3: Interessen im Lifecycle einer Anlage.....	100
Abbildung 6-4: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Deckblatt.....	104
Abbildung 6-5: Beispiel Vorwärtsdokumentation Automatisierung von drei Anlagenteilen	107
Abbildung 6-6: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Topologie-Plan (physikalisch).....	108
Abbildung 6-7: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Informationen im Fehlerfall.....	115
Abbildung 6-8: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Beispiel Diagnosezugang.....	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Symbole zur Textstrukturierung	16
Tabelle 2-1: maximale Faserdämpfung Lichtwellenleiter	22
Tabelle 3-1: Checkliste für die visuelle Inspektion von PROFIBUS Kabeln	29
Tabelle 3-2: Checkliste für Abnahmemessungen für PROFIBUS RS-485 Verkabelung	32
Tabelle 3-3: Maximale Faserdämpfung Lichtwellenleiter	38
Tabelle 6-1: Widerstandsmessungen für Schritt 2 (PROFIBUS RS485)	86
Tabelle 6-2: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS RS485)	87
Tabelle 6-3: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS RS485)	87
Tabelle 6-4: typischer Schleifenwiderstand PROFIBUS-MBP (PA)-Kabel	91
Tabelle 6-5: Widerstandsmessungen für Schritt 2 (PROFIBUS MBP (PA))	94
Tabelle 6-6: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS MBP (PA))	95
Tabelle 6-7: Widerstandsmessungen für Schritt 4 (PROFIBUS MBP (PA))	95
Tabelle 6-8: Zusätzliche Informationen zu den Geräten in der Topologie.....	102
Tabelle 6-9: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Vorüberlegung	103
Tabelle 6-10: Informationen im Schriftfeld nach [ISO 7200].....	105
Tabelle 6-11: Vorschlag für das Schriftfeld nach [ISO 7200]	106
Tabelle 6-12: Tabelle 5: Beispiel für das Schriftfeld nach [ISO 7200].....	106
Tabelle 6-13: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS zusätzliche Geräteinformationen.....	109
Tabelle 6-14: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS erweiterte Geräteinformationen.....	111
Tabelle 6-15: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Kabelliste	113
Tabelle 6-16: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Erweiterung der Kabelliste.....	114

1 Einleitung

1.1 Vorwort

Zum PROFIBUS gibt es bereits eine Fülle von Dokumenten. Warum kommt nun auch noch die Inbetriebnahmerichtlinie hinzu? Die Antwort darauf ist recht einfach. Die bisher vorhandenen Dokumente sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten entstanden und haben dadurch einen unterschiedlichen Aufbau. Außerdem enthalten sie umfangreiche Spezifikationen, die sich an Entwickler von PROFIBUS-Komponenten richten. Für den Anwender sind diese Informationen unnötig und verwirren ihn eher, als dass sie ihm helfen.

Die Inbetriebnahmerichtlinie soll, wie der Name schon sagt, bei der Inbetriebnahme von PROFIBUS-Systemen unterstützen. Sie hilft Ihnen dabei, die sachgerechte Montage des PROFIBUS zu überprüfen. Außerdem hilft Ihnen die Inbetriebnahmerichtlinie dabei, eventuelle Fehler zu finden. Daher richtet sich die Inbetriebnahmerichtlinie nicht nur an das Inbetriebnahmepersonal, sondern auch an das Servicepersonal.

Die Darstellung der Informationen wurde möglichst einfach gehalten, um eine gute Verständlichkeit zu erreichen. Für die Durchführung der Inbetriebnahme und der Fehlersuche benötigen Sie aber bereits einige Erfahrungen mit dem PROFIBUS. So sollten Ihnen die Grundlagen der Planung und der Montage von PROFIBUS-Systemen bekannt sein. Außerdem sollten Sie Erfahrungen in der Projektierung von PROFIBUS-Systemen haben.

Auf die Funktionsweise des PROFIBUS wird in der Inbetriebnahmerichtlinie nicht eingegangen. Falls Sie dazu Informationen benötigen, nutzen Sie bitte die entsprechenden Dokumente der PI oder entsprechende Fachliteratur.

Informationen zur Montage von PROFIBUS können Sie der Montagerichtlinie (Order-Nr. 8.021) entnehmen.

Dieses Dokument ersetzt kein vorhandenes Dokument. Die bisherigen Dokumente der PI haben daher weiterhin Gültigkeit.

1.2 Sicherheitshinweise



Die Nutzung der PROFIBUS Inbetriebnahmerichtlinie kann zum Umgang mit gefährlichen Stoffen oder Werkzeugen beziehungsweise zu gefährlichen Arbeiten führen. Aufgrund der vielen verschiedenen Anwendungen des PROFIBUS können aber nicht alle Möglichkeiten oder Sicherheitsanforderungen berücksichtigt werden. Jede Anlage stellt andere Anforderungen. Damit Sie eventuelle Gefahren sachverständig beurteilen können, müssen Sie sich vor Beginn der Arbeiten über die Sicherheitsanforderungen der jeweiligen Anlage informieren. Dabei müssen Sie insbesondere die Gesetze und Regeln des jeweiligen Landes beachten, in dem die Anlage betrieben werden soll. Beachten Sie außerdem allgemeine Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen sowie die Anforderungen des Unternehmens, für das die Anlage gebaut wird.

Berücksichtigen Sie auch die vom Hersteller gelieferten Dokumentationen zu den PROFIBUS-Komponenten.

1.3 Ausschluss der Haftung

Die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (nachfolgend „PNO“) hat in diesem Dokument Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt eingebracht und diese zusammengestellt. Dennoch ist dieses Dokument, basierend auf dem jetzigen Kenntnisstand, nur informierend und wird auf Basis eines Haftungsausschlusses zur Verfügung gestellt. Das Dokument kann in der Zukunft Änderungen, Erweiterungen oder Korrekturen unterliegen, ohne dass ausdrücklich darauf hingewiesen wird.

Dieses Dokument hat keinen normativen Charakter. Es kann in bestimmten Einsatzumgebungen, in bestimmten technischen Konstellationen oder beim Einsatz in bestimmten Ländern sinnvoll sein, von den gegebenen Handlungsempfehlungen abzuweichen. Errichter und Betreiber der Anlage sollten in diesem Fall die Vor- und Nachteile der gemachten Empfehlungen in der konkreten Anwendung abwägen und, sofern als sinnvoll erachtet, gegebenenfalls die Umsetzung einer abweichenden Lösung beschließen.

Der Nutzer darf die Informationen zu keiner Zeit an Dritte vertrieben, vermietet oder in sonstiger Weise überlassen werden.

Eine Haftung der PNO für Sach- und Rechtsmängel der bereitgestellten Informationen, insbesondere für deren Richtigkeit, Fehlerfreiheit, Freiheit von Schutz- und Urheberrechten Dritter, Vollständigkeit und/oder Verwendbarkeit – außer bei Vorsatz, grober Fahrlässigkeit oder Arglist – ausgeschlossen. Im Übrigen ist jegliche Haftung der PNO ausgeschlossen, soweit nicht z.B. wegen Verletzung des Lebens, des Körpers oder Gesundheit, wegen Vorsatzes oder grober Fahrlässigkeit oder wegen der Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird.

Normative Referenzen

DIN EN 61158-1 (2017-09)

Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse für industrielle Kommunikation

IEC 61508-4 (2010)

Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer elektronischer Systemen – Teil 4: Begriffe und Abkürzungen

IEC 61784-1 (2019)

Digitale Datenkommunikation in der Leittechnik – Teil 1: Feldbus-Kommunikationsprofile für die prozess- und fertigungstechnische Automatisierung

1.4 Referenzierte PROFIBUS Dokumente

PROFIBUS Montagerichtlinie (2019-09)

Order No.: 8.021, Version 1.45 – PROFIBUS Guideline

PROFIBUS Planungsrichtlinie (2019-09)

Order No.: 8.011, Version 1.27 – PROFIBUS Guideline

Diagnosis, Alarms and Time Stamping (2004-07)

Order No.: 3.522, Version 1.0 - PROFIBUS Profile Guidelines

PROFIBUS Systembeschreibung (2016-04)

Order No.: 4.331, PROFIBUS Technologie und Anwendung

Funktionspotentialausgleich und Schirmung für PROFIBUS und PROFINET

Order No.: 8.101, Version 3.1, September 2022

1.5 Symbolerklärung

Die Abbildungen in dieser Richtlinie dienen Ihnen als Leser zum besseren Verständnis des Textes. Zusätzlich wurden Symbole zur Textstrukturierung benutzt. Diese Symbole geben Hinweise auf besonders wichtige Textstellen oder fassen Abschnitte zusammen.

Tabelle 1-1: Symbole zur Textstrukturierung

Symbol	Name	Bedeutung
	Tipp	Wird verwendet zur Angabe einer Empfehlung und / oder Zusammenfassung des aktuellen Sachverhalts.
	Wichtig	Wird verwendet für Hinweise, bei deren Nichtbeachtung Störungen im Betriebsfall entstehen können.
	Handlungsanweisung	Wird verwendet für direkte Handlungsanweisung.
	Gefahr	Wird verwendet bei Gefahren für Leben und Sicherheit. Die Beachtung der Anweisung ist äußerst wichtig!

Lediglich zur Hervorhebung der wichtigen Details wurde ein violetter Farbton gewählt. Das nachfolgende Feld zeigt Ihnen die verwendete Farbe.



Für die Darstellung von Potentialausgleich und Erdungskabel wurde die folgende Linienform verwendet.



Des Weiteren wurde für den Anschluss der Erdung das folgende Symbol verwendet.



2 Einfache PROFIBUS-Diagnose

2.1 Einführung

In diesem Kapitel sollen Ihnen einige einfache Diagnosewerkzeuge gezeigt werden. Mit diesen Werkzeugen können Sie die korrekte Installation der PROFIBUS-Kabel prüfen. Diese Prüfungen sind insbesondere wichtig für die Abnahme der Verkabelung. Die Werkzeuge helfen Ihnen aber auch während des Betriebs auftretende Fehler zu finden. Folgende Werkzeuge sollen Ihnen an dieser Stelle vorgestellt werden:

- **Multimeter (Vielfach-Messgerät)**

Das Multimeter kann Ihnen bei der Überprüfung der PROFIBUS-Installation nach der Installation helfen. Der Einsatz eines Multimeters ist allerdings sehr zeitaufwendig. Wesentlich schneller und einfacher erhalten sie die Ergebnisse durch Verwendung eines Leitungstesters.

- **Leitungstester**

Leitungstester sind Geräte, die speziell zur Überprüfung von PROFIBUS-Verkabelungen mit RS485-Schnittstellen entwickelt wurden. Sie beherrschen neben der Überprüfung der Installation weitere Funktionen zum Beispiel die Ermittlung der erreichbaren PROFIBUS-Teilnehmer. Zur Nutzung muss der Anschluss des Leitungstesters an das PROFIBUS-Kabel über einen 9-poligen Sub-D-Steckverbinder möglich sein.

- **Messungen am Lichtwellenleiter**

Das einfachste Prüfverfahren für Lichtwellenleiter ist die Dämpfungsmessung. Mit ihr kann festgestellt werden, wie groß die Helligkeitsverluste von einem Ende des Lichtwellenleiters bis zum anderen Ende sind.

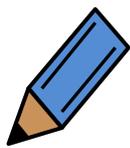
- **Diagnosepuffer/Masterstatistiken**

Der Diagnosepuffer und die Masterstatistiken geben Ihnen erste Anhaltspunkte zur Fehlersuche. Sie sind in den PROFIBUS-Teilnehmern integriert und erfordern keine zusätzlichen Geräte, bis auf das Programmiergerät und entsprechende Projektierungssoftware.

2.2 Leitungstester

Leitungstester wurden entwickelt, um auf einfache Weise PROFIBUS-Installationen überprüfen zu können. Neben der Untersuchung der PROFIBUS-Kabel sind auch einige Messungen an den PROFIBUS-Teilnehmern möglich.

Die auf dem Markt erhältlichen Geräte ähneln sich in ihren Funktionen und deren Umfang. Sie unterscheiden sich jedoch insbesondere in der Bedienung. Aus diesem Grund können die Geräte hier nicht ausführlich beschrieben werden.



Falls Sie genauere Informationen wünschen, befragen Sie den Hersteller. Zur Bedienung lesen Sie auf jeden Fall die Herstelleranweisungen.

Bei Einsatz eines Leitungstesters wird üblicherweise von den beiden Enden eines Segmentes gemessen. Durch diese Messung wird sichergestellt, dass typische Kabelfehler, wie Kurzschlüsse, Unterbrechungen, unterschiedliche Impedanzen und vertauschte Adern erkannt werden. Sollte an zwei Steckverbindern eine Vertauschung von Adern vorliegen, kann dies durch Messung eines jeden einzelnen Steckverbinders eines Segments ermittelt werden. Ein typisches Beispiel für einen solchen Fehler ist, wenn bei einem Steckverbinder die Adern sowohl am ankommenden als auch am abgehenden PROFIBUS-Kabel vertauscht sind.

Sollte Ihnen einmal kein Leitungstester zur Verfügung stehen, können Sie ein paar grundlegende Messungen auch mit Hilfe eines Multimeters vornehmen. Eine Beschreibung zur Vorgehensweise finden Sie im Anhang.

2.3 Messungen am Lichtwellenleiter

2.3.1 Dämpfungsmessung für Lichtwellenleiter

Das einfachste Messverfahren beim Lichtwellenleiter ist die Dämpfungsmessung beziehungsweise das Einfügedämpfungsmessverfahren (Messung nach IEC 60793-1-40B). Das Messverfahren erkennt Verluste in der optischen Faser und/oder deren Verbindungen. Licht wird durch einen Sender in das eine Ende der Faser gesendet. Ein kalibrierter Empfänger misst die empfangene Lichtmenge und zeigt Verluste an. Die Dämpfung oder Einfügedämpfung wird normalerweise in dB angegeben.



Abbildung 2-1: Prinzip Dämpfungsmessung

Wie stark das Signal durch die verschiedenen Fasertypen beim PROFIBUS gedämpft werden darf, können Sie der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Tabelle 2-1: maximale Faserdämpfung Lichtwellenleiter

	Singlemode-Glasfaser	Multimode-Glasfaser	PCF-/HCS ¹ -Faser	Kunststofffaser	
				Standard	erhöht
Typische Wellenlänge	1320 nm	850 nm	660 nm	660 nm	660 nm
Max. Faserdämpfung	5 dB	6 dB	4 dB	6 dB	11,5 dB
<small>*1 PCF und HCS sind Markenbezeichnungen</small>					

Die Messung erfolgt in zwei Schritten. Zuerst muss der Empfänger kalibriert werden. Dazu wird zuerst mit Hilfe einer Referenzfaser gemessen, welche Sendeleistung der Messsender hat. Die Referenzfaser muss in einem sehr guten Zustand sein. Insbesondere die Politur der Anschlüsse muss besonders hochwertig sein. Die Referenzfaser darf maximal für 500 Referenzmessungen genutzt werden. Anschließend müssen die Anschlüsse neu poliert werden. Nach 2 000 Referenzmessungen muss die Referenzfaser ausgetauscht werden. Wurde der Empfänger kalibriert, kann im zweiten Schritt die Messung erfolgen. Die Wellenlänge des verwendeten Testsignals muss zur verwendeten Faser passen. Daher muss das Messsystem an den Fasertyp angepasst sein.



Für die Kalibrierung des Empfängers dürfen nur spezielle Referenzfasern verwendet werden.



Die Messung muss mit dem zum Messempfänger gehörenden Sender ausgeführt werden. Beide Baugruppen sind aufeinander abgestimmt. Das PROFIBUS-Signal muss während der Dämpfungsmessung abgeschaltet sein, um Messverfälschungen zu vermeiden.

Wie schon beschrieben, muss die Politur der Anschlüsse sehr hochwertig sein. Dementsprechend müssen Sie sehr vorsichtig und sorgfältig mit den Referenzfasern umgehen.

2.3.2 OTDR-Messung

Als Messverfahren für den Lichtwellenleiter steht Ihnen neben dem Dämpfungsmessverfahren noch das OTDR-Messverfahren (OTDR = Optical Time Domain Reflectometer) zur Verfügung. Mit diesem Verfahren können Sie fehlerhafte Stellen im Lichtwellenleiter lokalisieren. Dazu sendet das Gerät ein Signal in den Lichtwellenleiter. An Anschlussstellen oder Störstellen werden Teile des Signals reflektiert. Das Gerät misst nun, wie stark der reflektierte Teil des Signals ist, und wie viel Zeit vom Aussenden des Signals bis zum Empfang der Reflektion vergeht. Aus den Messergebnissen lässt sich nun ablesen, wo die Störstelle ist, und welchen Einfluss sie hat.

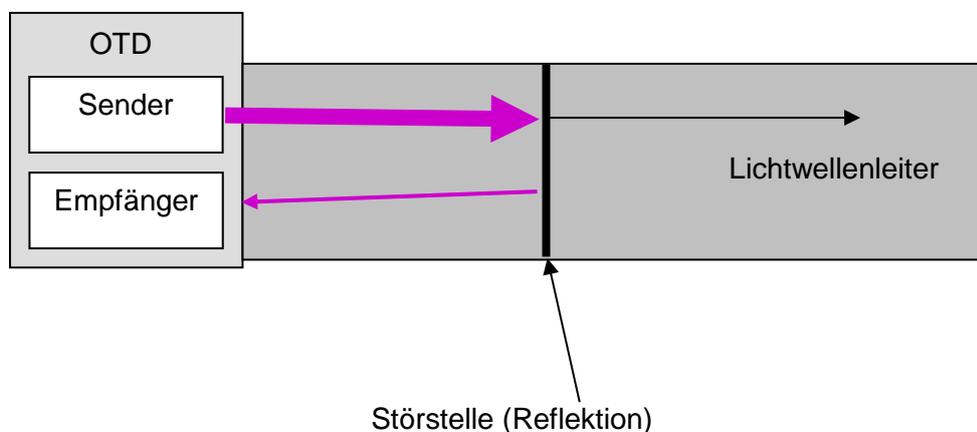


Abbildung 2-2: Prinzip OTDR-Messung

Dieses Verfahren ist besonders anspruchsvoll, da die Ergebnisse nicht im Klartext angezeigt werden. Die Anzeige geschieht normalerweise durch eine grafische Darstellung. Die Beurteilung der Messergebnisse erfolgt durch den Bediener und erfordert daher viel Erfahrung.

2.3.3 Nutzung von Lichtwellenleitermessverfahren

Aufgrund der hohen Kosten und der notwendigen Kenntnisse sollten Sie, wenn Sie nur selten Lichtwellenleiter verarbeiten, auf die Anschaffung der Messgeräte verzichten. Beauftragen Sie stattdessen ein Fachunternehmen mit der Durchführung der Messungen.



Wenn Sie sich trotzdem ein entsprechendes Messsystem kaufen, lassen Sie sich bitte vom Gerätehersteller schulen.

Für weitere Informationen lesen Sie bitte entsprechende Fachliteratur.

2.4 Kommunikationsstatistik

PROFIBUS-Telegramme können durch mehrere Ursachen beschädigt werden:

- Signalreflexionen aufgrund von leitungstechnischen Defekten (Kabelbruch, schlechte Kontaktstellen, defekte Abschlusswiderstände, Stichleitungen, defekte Geräte).
- Zu starke EMV-Belastung im Umfeld der Geräte, bzw. der Leitungen.
- Defekte Geräte.

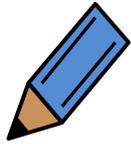
PROFIBUS bietet viele Mechanismen um eine zuverlässige Kommunikation, auch in gestörter Umgebung, zu erreichen. Beschädigte Anfragen, bzw. fehlende Antworten, oder beschädigte Antworten, veranlassen den Busmaster die Übertragung zu wiederholen. Die Anzahl von zulässigen Wiederholungen lässt sich über den Wert „Retry-Limit“ einstellen. Zu beachten ist dabei, dass sich durch die Erhöhung der zulässigen Wiederholungen auch die Zykluszeit erhöht.

So können PROFIBUS-Systeme für eine lange Zeit ohne sichtbare Beeinträchtigung arbeiten, obwohl möglicherweise Telegramme beschädigt wurden. Das Inbetriebnahme-Personal sollte den Anteil defekter Telegramme kennen, um gegebenenfalls Abhilfe zu schaffen.

Einige PROFIBUS-Master besitzen integrierte Zähler, die Statistiken über die Qualität oder Zuverlässigkeit der Kommunikation liefern. Diese Master-Baugruppen liefern Informationen wie viele Telegramme sie gesendet haben und wie viele Telegramme sie wiederholen mussten. Diese Zähler zählen wie viele gültige und wie viele ungültige Telegramme empfangen wurden.

Die Auswertung dieser Zähler kann Ihnen einen wichtigen Anhaltspunkt für den Zustand ihres PROFIBUS-Systems geben. Müssen viele Telegramme wiederholt werden oder werden viele fehlerhafte Telegramme empfangen, weist dies auf Probleme innerhalb des PROFIBUS-Systems hin. Dies kann eine Hilfe bei der Inbetriebnahme sein. Den Zugriff auf die Zähler erhalten Sie oftmals über eine entsprechende Projektierungssoftware im Programmiergerät. Lesen Sie dazu die Dokumentation der Projektierungssoftware.

Sollte der PROFIBUS-Master nicht über diese Zähler verfügen, kann das Aufkommen von Telegrammfehlern auch mit externen Geräten einfach ermittelt werden.



Welche der oben genannten Funktionen der PROFIBUS-Master zur Verfügung stellt, entnehmen Sie bitte der Herstellerbeschreibung.

3 Montageabnahme

Die Montageabnahme findet nach der Fertigstellung der Montage statt. Durch die Montageabnahme kann der Monteur dokumentieren, dass die Montage entsprechend der Planung und den Vorschriften durchgeführt wurde.

Protokollieren Sie deshalb die Ergebnisse der Montageabnahme. Das Protokoll kann dann an das Inbetriebnahmepersonal übergeben werden.

An dieser Stelle wird Ihnen gezeigt, was Sie für die Montageabnahme tun sollten und wie Sie die Ergebnisse dokumentieren. Führen Sie die Prüfung und die Dokumentation für jedes PRO-FIBUS-Segment einzeln durch. Vorlagen für die Dokumentation finden Sie im Anhang.

3.1 Sichtprüfung PROFIBUS-Kupfer- und Lichtwellenleiterkabel

Die Sichtkontrolle sollte immer vor anderen Prüfungen stattfinden. Die Sichtprüfung ermöglicht Ihnen den Nachweis, dass die Installation entsprechend den Installationsrichtlinien durchgeführt wurde. So können in dieser Phase Fehler wie

- beschädigte PROFIBUS-Kabel
- zu kleine Biegeradien
- nicht eingehaltene Mindestabstände

und eventuelle weitere Fehler erkannt werden.

Tabelle 3-1 listet Ihnen eine Reihe von Punkten auf, die während einer Sichtkontrolle geprüft werden sollten. Diese Prüfpunkte sind anzuwenden auf:

- PROFIBUS RS-485
- PROFIBUS MBP (PA) und
- PROFIBUS Lichtwellenleiter

Schritt 13 ist nicht erforderlich für PROFIBUS-MBP (PA)-Segmente. Die Schritte 3, 5, 8, 9, 10, 16 und 17 können für Lichtwellenleiterstrecken übersprungen werden.

Die Schritte 23 bis 26 brauchen Sie nur bei Anlagen ausführen, die in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden. Und die Schritte 27 und 28 sind in Anlagen mit PROFIsafe-Anforderungen auszuführen

Im Anhang wird Ihnen eine Checkliste zur Verfügung gestellt, die Sie für die Sichtprüfung verwenden können.

Tabelle 3-1: Checkliste für die visuelle Inspektion von PROFIBUS Kabeln

1.	Kabel gemäß Plan verlegt?
2.	Kabeltyp entspricht der Planung?
3.	Maximale Stichleitungslänge nicht überschritten?
4.	Steckverbinder entsprechend der Planung verwendet (M12, Sub-D9,...)?
5.	Minimale Kabelabstände eingehalten oder ggf. metallische Trennwände eingefügt?
6.	PROFIBUS-Kabel unbeschädigt?
7.	Biegeradien eingehalten?
8.	Kabelkreuzungen rechtwinkelig ausgeführt?
9.	Jedes Segment verfügt über zwei Abschlusswiderstände, die mit Spannung versorgt werden?
10.	Spannungsversorgung des Abschlusswiderstands garantiert (besonders im Fall von Notaus-Systemen)?
11.	Scharfe Kanten entfernt oder abgedeckt?
12.	Vorkehrungen gegen mechanische Beschädigungen an kritischen Punkten getroffen?
13.	Mindestens ein freier Busanschluss für den Anschluss eines Programmiergerätes vorhanden?
14.	Zugentlastungen eingebaut?
15.	Potentialausgleich gemäß den gültigen Vorschriften hergestellt?
16.	Kabelschirm ist an den PROFIBUS Stationen aufgelegt und mit dem Potentialausgleich verbunden.
17.	Kabelschirm am Schrankeintritt mit dem Potentialausgleich verbunden?
18.	Kabelbahnen mit dem Potentialausgleich verbunden?

Montageabnahme

19.	Unterverteiler in Übereinstimmung mit dem Strukturplan verdrahtet (korrekte Zuordnung von 24 V /230 V)?
20.	Übertragungsrate und PROFIBUS Adressen gemäß Planung eingestellt?
21.	Unbenutzte Kanäle gemäß Herstellerangaben beschaltet?
22.	Korrekte Messbereiche an den E/A-Baugruppen eingestellt (Strom/Spannung)?
Zusätzlich beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Bereich)	
23.	Nur Feldbus-isolierende-Repeater eingesetzt?
24.	Übertragungsgeschwindigkeit beträgt max. 1,5 Mbit/s?
25.	Keine Steckverbinder mit Induktivitäten verbaut (z. B. 110 nH wie für Übertragungsgeschwindigkeiten > 3 Mbit/s benötigt)?
26.	Benutzte Geräte verfügen über eine Ex-Baumusterzulassung?
Zusätzlich beim Einsatz von PROFIsafe Installationen	
27.	Keine Sticheleitungen eingesetzt?
28.	Nur PROFIsafe zertifizierte Geräte eingesetzt?

3.2 Abnahmemessungen PROFIBUS-RS485

Der zweite Teil der Montageabnahme ist die Überprüfung der elektrischen Funktionen des PROFIBUS-Kabels. Benutzen Sie dafür einen Leitungstester.

Dokumentieren Sie, wie bei der Sichtprüfung, die Ergebnisse der Messungen. Als Vorlage steht Ihnen im Anhang ein Montageabnahmeprotokoll zur Verfügung. Das Montageabnahmeprotokoll können Sie dann an das Inbetriebnahmepersonal übergeben.

Die Hersteller der Leitungstester bieten zu ihren Geräten meist auch eine Software an, mit der Sie aus den Messergebnissen mit Hilfe eines PCs automatisch ein Protokoll erstellen können. Falls Ihnen diese Möglichkeit zur Verfügung steht, erleichtert Ihnen dies die Arbeit wesentlich.

Tabelle 3-2 stellt Ihnen eine Checkliste zur Verfügung, in der die durchzuführenden Messungen beschrieben sind.



Die Leitungstester sind im Allgemeinen nicht für den Gebrauch in explosionsgefährdeten Anlagen geeignet.

Tabelle 3-2: Checkliste für Abnahmemessungen für PROFIBUS RS-485 Verkabelung

1.	Verkabelungstest
	Kein Kurzschluss zwischen Datenader A und B? Kein Kurzschluss zwischen Datenader A und Schirm? Kein Kurzschluss zwischen Datenader B und Schirm? Datenader A intakt? Datenader B intakt? Schirm intakt? Datenadern nicht vertauscht? Busabschlüsse lediglich an den Segmentenden eingebaut (maximal 2 Abschlüsse pro Segment)?
2.	Interface Test
	Spannungsversorgung für alle Abschlusswiderstände vorhanden? RS485 Signalpegel ausreichend an allen Stationen? CNTR Signal am Master vorhanden?
3.	Live Liste?
	Alle PROFIBUS Stationen unter ihrer Adresse erreichbar?
4.	Segmentlängenmessung (Kabeltyp A)
	Maximale Segmentlänge bei 9,6 kbit/s bis 93,75 kbit/s: 1 200 m? Maximale Segmentlänge bei 187,5 kbit/s: 1 000 m? Maximale Segmentlänge bei 500 kbit/s: 400 m? Maximale Segmentlänge bei 1,5 Mbit/s: 200 m? Maximale Segmentlänge bei 3 Mbit/s to 12 Mbit/s: 100 m?

5.	Empfohlene minimale Kabellänge zwischen PROFIBUS Geräten eingehalten (siehe PROFIBUS Planungsrichtlinie)
----	---

Beschreibung der Schritte der Abnahmemessung

- Schritt 1: Verdrahtungstest

Überprüfen sie mit Hilfe der im Kapitel 2 beschriebenen Messverfahren, ob die Verdrahtung richtig durchgeführt wurde.

- Schritt 2: Schnittstellentest

Mit Hilfe von Leitungstestern können Sie nicht nur die PROFIBUS-Kabel, sondern auch die PROFIBUS-Schnittstellen der angeschlossenen PROFIBUS-Teilnehmer überprüfen. Folgende Eigenschaften der Schnittstelle werden überprüft:

- PROFIBUS-Signalqualität
- Versorgungsspannung für Abschlusswiderstand
- CNTR-Signal (Nicht alle Leitungstester)



Verbinden Sie dazu das Leitungstester mit dem jeweiligen PROFIBUS-Teilnehmer. Für die genaue Vorgehensweise lesen Sie bitte die Herstellerbeschreibung des Leitungstesters.

Mit einem Multimeter können Sie überprüfen, ob die Versorgungsspannung für einen Abschlusswiderstand vorhanden ist. Die Messung erfolgt zwischen Pin 5 (+5 V) und Pin 6 (Masse) des Sub-D-Steckverbinders.

- Schritt 3: Live List generieren

Überprüfen Sie, ob alle PROFIBUS-Teilnehmer erreicht werden können. Eine entsprechende Funktion wird in der Regel von vielen Leitungstestern zur Verfügung gestellt. Auch einige Programmiergeräte mit entsprechender Software bieten diese Möglichkeit.

- Schritt 4

Überprüfen Sie mit Hilfe der in Kapitel 2 beschriebenen Messverfahren, ob die maximal zulässigen Kabellängen eingehalten wurden.

- Schritt 5: Reflexionstest

Überprüfen Sie mit einem Leitungstester, ob es Reflexionen auf dem PROFIBUS gibt. Diese können zum Beispiel an fehlerhaften Anschlussstellen, durch Stichleitungen oder durch beschädigte PROFIBUS-Kabel entstehen. Falls Sie Erfahrung im Umgang mit einem Oszilloskop besitzen, können Sie auch dieses, wie in Kapitel 5.5 beschrieben, benutzen.

Sollte Ihnen einmal kein Leitungstester zur Verfügung stehen, können Sie für ein paar grundlegende Tests auch ein Multimeter verwenden. Eine Beschreibung dazu finden Sie im Anhang in Kapitel 6.2.

3.3 Abnahmemessungen PROFIBUS-MBP (PA)

Für PROFIBUS-MBP (PA) steht Ihnen eine Messung mit Hilfe eines Multimeters oder eines Installationstesters zur Verfügung. Nutzen Sie dazu die Informationen aus dem Kapitel 6.2.3. Im Anhang finden Sie als Vorlage ein Protokoll für die Abnahmemessungen für PROFIBUS-MBP (PA). Bei einer Abnahmemessung mit Hilfe eines Multimeters muss der Gleichspannungsanteil auf dem PROFIBUS-MBP (PA) gemessen werden. Somit können Sie feststellen, ob die Versorgungsspannung am PROFIBUS-Teilnehmer ausreichend ist. Sie sollte mindestens 9 V betragen und maximal 32 V. Ein typischer Wert ist 19 V. Bei explosionsgefährdeten Anlagen darf die Versorgungsspannung maximal 13,5 V betragen.



PROFIBUS-MBP (PA) wird oft auch in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt. Beachten Sie, dass für explosionsgefährdete Anlagen besondere Vorschriften gelten. Sprechen Sie vor der Abnahmemessung mit dem Anlagenbetreiber, ob eine Abnahmemessung möglich ist und welche Sicherheitsmaßnahmen Sie einhalten müssen.

3.4 Abnahmemessungen Lichtwellenleiter

3.4.1 Allgemeines

Wie gut die Signalübertragung über einen Lichtwellenleiter ist, lässt sich bei der Planung nicht genau berechnen. Das gesendete Signal wird beispielsweise durch Anschlussstellen, Verbindungsstellen aber auch durch den Lichtwellenleiter selbst abgeschwächt. Man spricht hier auch von der Signaldämpfung. Wie stark das Signal tatsächlich gedämpft wird, lässt sich nur durch eine Messung nach der Fertigstellung der Signalübertragungsstrecke feststellen. Außerdem können Sie dadurch feststellen, ob der Lichtwellenleiter bei der Verlegung beschädigt wurde. Als Messverfahren kommt hier das in Kapitel 2.3.1 beschriebene Dämpfungsmessverfahren zum Einsatz.

Die richtige Bedienung der dafür notwendigen Geräte und die Bewertung der Messergebnisse erfordern ein spezielles Fachwissen. Wenn Sie nur selten mit Lichtwellenleiter arbeiten, sollten Sie deshalb ein Fachunternehmen mit den Messungen beauftragen. Aus diesem Grund wird hier nicht näher auf die Messverfahren für Lichtwellenleiter eingegangen. Falls Sie doch beabsichtigen entsprechende Messgeräte zu beschaffen, lassen Sie sich bitte von den Herstellern der Messgeräte über die notwendige Ausstattung beraten.

Bitte beachten Sie, dass neuere Geräte die Signalstärke ankommender Lichtwellenleiter überwachen und entsprechende Diagnoseinformation bereitstellen. Diese für den Betrieb vorgesehene Überwachung ersetzt jedoch keine Abnahmemessung

3.4.2 Messergebnisse Dämpfungsmessung

Hat ein Fachunternehmen die Messungen für Sie durchgeführt, werden Sie von dem Fachunternehmen ein Messprotokoll erhalten. Im Messprotokoll werden Sie einen Messwert finden, der Ihnen zeigt, wie groß die Signaldämpfung der Übertragungsstrecke ist. Die Angabe erfolgt in der Einheit dB. Der angegebene Messwert muss auf jeden Fall kleiner sein, als die maximal zulässige Faserdämpfung, wie in Tabelle 3-3 beschrieben.

Tabelle 3-3: Maximale Faserdämpfung Lichtwellenleiter

	Singlemode-Glasfaser	Multimode-Glasfaser	PCF-/HCS1-Faser	Kunststofffaser	
				Standard	erhöht
Typische Wellenlänge	1 320 nm	850 nm	660 nm	660 nm	660 nm
Max. zulässige Faserdämpfung	5 dB	6 dB	4 dB	6 dB	11,5 dB

*1 PCF und HCS sind Markenbezeichnungen



Welche Dämpfung die verwendete Faser hat entnehmen Sie bitte den Herstellerangaben.

4 Inbetriebnahme / Abnahme

4.1 Busprüfung

Nach der Montage muss der PROFIBUS in Betrieb genommen werden. Dazu sollten Ihnen die Unterlagen über die Montageabnahme vorliegen. Liegen diese vor, ist keine weitere Prüfung der PROFIBUS-Montage notwendig. Liegen Ihnen diese Unterlagen nicht vor, sollten Sie die Montageabnahme, wie in Kapitel 3 beschrieben, zusammen mit dem Monteur durchführen.

4.2 Bus in Betrieb nehmen

Die Inbetriebnahme wird hier in acht Schritte unterteilt.

Schritt 1: Sichtprüfung

Schritt 2: Abnahmemessungen

Schritt 3: Projektierung erstellen

Schritt 4: Adresseinstellung PROFIBUS-Teilnehmer überprüfen

Schritt 5: Master und Slaves in Betrieb nehmen

Schritt 6: Signaleingänge prüfen

Schritt 7: Signalausgänge prüfen

Schritt 8: Abnahmeprotokoll erstellen

Die Schritte 1 und 2 sind Teil der Montageabnahme und sollten bereits abgeschlossen sein. Im folgenden Text werden Ihnen die genannten Schritte 3 bis 8 näher erläutert.

4.2.1 Systemkonfiguration (Schritt 3)

Die Konfiguration von PROFIBUS-Geräten erfordert ein Konfigurationstool. Auf die Erstellung der Systemkonfiguration wird hier nicht näher eingegangen, da die Bedienung der Konfigurations-Software und des Programmiergeräts bei den verschiedenen Herstellern unterschiedlich ist. Bevor Sie mit der Erstellung der Systemkonfiguration beginnen, sollten Sie sich mit der Bedienung des Programmiergeräts und der Systemkonfigurations-Software vertraut machen. An dieser Stelle werden Ihnen lediglich grundlegende Punkte genannt, die Sie beachten müssen.

Übertragungsgeschwindigkeit

Hohe Übertragungsgeschwindigkeiten erlauben kurze Zykluszeiten erfordern jedoch eine strikte Einhaltung der Verkabelungsrichtlinien, da die Anforderung an die Qualität der Verkabelung mit höherer Übertragungsgeschwindigkeit stark ansteigen. Häufig werden Anlagen mit unnötig hohen Übertragungsgeschwindigkeiten betrieben. In der Praxis wird empfohlen die geringste Übertragungsgeschwindigkeit einzustellen, mit der Ihre Anlage ihre Aufgaben erfüllt. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird am PROFIBUS-Master eingestellt. Viele PROFIBUS-Geräte erkennen die Übertragungsgeschwindigkeit automatisch und passen sich dieser an. In Einzelfällen müssen sie die Einstellung manuell vornehmen. Achten Sie darauf, dass Sie in der Projektierung bei allen PROFIBUS-Teilnehmern die Übertragungsgeschwindigkeit richtig einstellen. Bei falsch eingestellter Übertragungsgeschwindigkeit lässt sich keine Kommunikation aufbauen.

Gerätebeschreibungs-Dateien

PROFIBUS-Teilnehmer werden über Gerätebeschreibungs-Dateien in ein Projekt eingebunden. Dabei handelt es sich um eine standardisierte Dateiart, in der die Eigenschaften der PROFIBUS-Teilnehmer beschrieben werden. Die Gerätebeschreibungs-Datei wird im Allgemeinen mit „GSD-Datei“ abgekürzt. GSD steht dabei für „General Station Description“. Die GSD-Datei für ein Gerät enthält standardisierte Informationen über dessen Eigenschaften. GSD-Dateien enthalten oft Klartext der häufig im Konfigurationstool sichtbar ist. Die Sprache des Textes in GSD-Dateien ist nicht festgelegt. Üblicherweise wird Deutsch oder Englisch verwendet. GSD-Versionen in spezifischen Sprachen sind an deren Dateiendung zu erkennen. Folgende Dateitypen sind möglich.

- *.gse für Englisch
- *.gsf für Französisch
- *.gsg für Deutsch
- *.gsi für Italienisch
- *.gsp für Portugiesisch
- *.gss für Spanisch

- Zusätzlich ist auch der allgemeine Dateityp „*.gsd“ möglich, wobei dieser Dateityp in Englisch erstellt ist. Es ist wichtig, dass die richtigen GSD-Dateien in Ihrem PROFIBUS-System verwendet werden. Jedes PROFIBUS-Gerät hat eine individuelle Geräteerkennung (ID). Die Geräteerkennung wird von der PROFIBUS Nutzerorganisation vergeben und ist weltweit einmalig für jeden Gerätetyp. Die GSD-Datei muss zu der Geräteerkennung (ID) des konfigurierten Gerätes passen. Diese Information kann aus der GSD-Datei ausgelesen werden. Der Dateiname kann aus bis zu 8 Zeichen bestehen. An den ersten Zeichen des Dateinamens können Sie erkennen, von welchem Hersteller der PROFIBUS-Teilnehmer stammt. Die letzten vier Zeichen stellen die Geräteerkennung des PROFIBUS-Gerätes in hexadezimaler Schreibweise dar.

Zum Beispiel:

- „SIEM8027.GSD“-Eine GSD-Datei für ein Siemens-Gerät mit der ID 8027
- „WAGOB760.GSE“-Eine englische GSD-Datei für ein WAGO-Gerät mit der ID B760

Wenn Geräte verschiedener Hersteller verwendet werden, müssen die entsprechenden GSD-Dateien in das Konfigurationstool importiert werden. Relativ häufig geschieht dies durch einfaches Kopieren der GSD-Datei in das entsprechende Verzeichnis.



Bitte beachten Sie die Anleitung zu Ihrem Konfigurationstool hinsichtlich des Importes der GSD-Dateien.

Die aktuellen GSD-Dateien der verwendeten PROFIBUS-Teilnehmer sind von den Herstellern erhältlich.



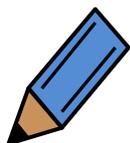
Achten Sie bei der Verwendung der GSD-Dateien besonders darauf, dass die verwendete GSD-Datei-Version zur Version des PROFIBUS-Teilnehmers passt. Ansonsten ist es möglich, dass Ihnen einige Funktionalitäten nicht zur Verfügung stehen.

Adressierung

Ein sehr wichtiger Punkt ist auch die richtige Einstellung der PROFIBUS-Adressen in der Projektierung. Wird eine falsche Adresse eingestellt, ist der PROFIBUS-Teilnehmer für den Master nicht erreichbar. Überprüfen sie deshalb vor der Fertigstellung der Projektierung noch einmal, ob die in der Projektierung verwendeten Adressen mit den geplanten Adressen der PROFIBUS-Teilnehmer übereinstimmen. Vergleichen sie außerdem, ob die an den PROFIBUS-Teilnehmern eingestellten Adressen mit der Projektierung übereinstimmen

Busparameter

Die Busparameter werden verwendet, um Details im Zeitverhalten des PROFIBUS-Zyklus einzustellen. Im Regelfall sind die Standard-Einstellungen für die Busparameter in der Projektierung ausreichend.



Falls Sie die Busparameter ändern müssen, lesen Sie bitte dazu die Herstelleranweisungen zur Projektierungssoftware und zu den verwendeten PROFIBUS-Teilnehmern.

Projekt sichern

Sichern Sie die Projektierung nach der Fertigstellung auf einem Datenträger (USB-Stick, CD) und übergeben Sie diesen bei der Abnahme an den Kunden. Zusätzlich sollten Sie eine Sicherungskopie an einem sicheren Ort aufbewahren. So stehen die Informationen auch in Zukunft, zum Beispiel bei Störungen oder der Wartung noch zur Verfügung.

4.2.2 Adresseinstellung der PROFIBUS-Teilnehmer überprüfen (Schritt 4)

Die Adresseinstellung eines PROFIBUS-Teilnehmers kann je nach Hersteller auf unterschiedliche Art erfolgen:

- Über in das Gerät eingebaute Einstellelemente (DIP-Schalter, Drehschalter)
- Einstellung der Adresse per Konfigurationstool über den PROFIBUS (Einige PROFIBUS-Teilnehmer erfordern ein spezielles Verbindungskabel mit passendem Handheldgerät für die Adresseinstellung)

PROFIBUS-Teilnehmer werden mit einer voreingestellten Adresse ausgeliefert. Dabei handelt es sich im Regelfall um die Adresse 126. Es ist wichtig, dass keinesfalls zwei PROFIBUS-Teilnehmer mit gleicher Adresse im gleichen Netzwerk verwendet werden. Ansonsten ist eine Kommunikation nicht möglich. Daraus folgt, dass entweder die Adressen der Stationen vor Anschluss an den PROFIBUS passend eingestellt werden müssen oder dass die Stationen nacheinander mit dem Bus verbunden werden und die Adressen Zug um Zug eingestellt werden.

Dementsprechend hätten viele PROFIBUS-Teilnehmer, ohne eine Änderung der voreingestellten Adresse, die gleiche Adresse. Überprüfen Sie deshalb vor der Inbetriebnahme der PROFIBUS-Teilnehmer deren Adresse.



Es darf zu jedem Zeitpunkt maximal 1 PROFIBUS-Teilnehmer mit der Adresse 126 an ein Segment angeschlossen sein. Die Adresse muss geändert werden, bevor ein weiterer PROFIBUS-Teilnehmer zum Netzwerk hinzugefügt werden kann.

Falsch eingestellte Adressen sind schwierig zu erkennen, besonders, wenn doppelte Adressen auftreten. Sie sollten deshalb die Adresseinstellungen vor der Inbetriebnahme überprüfen. Für diesen Zweck können Sie die in Kapitel 2.2 beschriebenen Leitungstester verwenden.

4.2.3 PROFIBUS-Teilnehmer in Betrieb nehmen (Schritt 5)

Nachdem Sie das Mastersystem konfiguriert haben, können Sie den PROFIBUS in Betrieb nehmen.



In der Praxis ist es üblich getrennte Spannungsversorgungen für die PROFIBUS-Teilnehmer und deren Leistungsausgänge zu verwenden. Dies ermöglicht es das PROFIBUS-Netzwerk in Betrieb zu nehmen, ohne die Leistungsverbraucher einzuschalten. Aus Sicherheitsgründen sollten die Leistungsverbraucher ausgeschaltet sein, wenn das PROFIBUS-Netzwerk in Betrieb genommen wird.

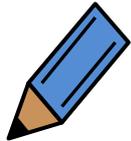
Überprüfen Sie als erstes, ob alle PROFIBUS-Teilnehmer mit Spannung versorgt werden. Welche Versorgungsspannung der jeweilige PROFIBUS-Teilnehmer benötigt, entnehmen Sie bitte der Herstellerbeschreibung. Übertragen Sie nun die Projektierung mit Hilfe der Projektierungssoftware vom Programmiergerät in den Master.

PROFIBUS-Master haben in der Regel vier verschiedene Betriebsmodi:

- Off-line – Keine Kommunikation mit dem PROFIBUS.
- Stop – Keine Interaktion mit den konfigurierten PROFIBUS-Teilnehmern. Jedoch nimmt der Master an der Buskommunikation teil.
- Clear – Der Master tauscht mit den konfigurierten PROFIBUS-Teilnehmern Informationen aus. Jedoch werden alle Ausgänge im sicheren Zustand (normalerweise Aus) gehalten.
- Operate – Volle Kommunikation mit allen konfigurierten PROFIBUS-Teilnehmern, Daten werden von und zu den PROFIBUS-Teilnehmern übertragen. Ausgänge sind aktiv.

Das Umschalten des Masters in den Clear- oder Operate-Modus stellt die Kommunikation zwischen dem Master und den PROFIBUS-Teilnehmern her.

Nach kurzer Zeit sollten alle PROFIBUS-Teilnehmer Betriebsbereitschaft signalisieren. Den Betriebszustand können Sie mit Hilfe des Programmiergeräts über die Projektierungssoftware auslesen. Bei einigen PROFIBUS-Teilnehmern können Sie anhand von LEDs oder einem Display deren Zustand erkennen. Wenn der Master sich im Clear- oder Operate-Modus befindet sollten die PROFIBUS-Teilnehmer keine Busfehler mehr anzeigen. Falls Stationen in diesem Zustand Busfehler anzeigen, sollte eine weitere Überprüfung vorgenommen werden.



Die Bedeutung der Anzeigen an den PROFIBUS-Teilnehmern lesen Sie bitte in der Beschreibung des Herstellers nach.

4.2.4 Prüfen der Signaleingänge (Schritt 6)

Als nächstes müssen Sie die Signaleingänge der Slaves prüfen. Prüfen Sie dazu zuerst die Spannungsversorgung für die Signalgeber. Die Höhe der Versorgungsspannung für die Sensoren finden Sie in der Herstellerbeschreibung.

Nachdem Sie die Spannungsversorgung geprüft haben, können Sie die Signalgeber selbst prüfen. Betätigen Sie den Signalgeber manuell oder simulieren Sie den Vorgang am Signalgeber. Verfolgen Sie das Signal bis zum Master. Dazu stehen Ihnen die LEDs am PROFIBUS-Teilnehmer, an dem der Signalgeber angeschlossen ist und das Peripherieabbild im Master zur Verfügung. Das Peripherieabbild können Sie mit Hilfe des Programmiergeräts und der Projektierungssoftware auslesen. Einige Signalgeber verfügen auch über eine eigene Anzeige.

4.2.5 Prüfen der Signalausgänge (Schritt 7)

Die Signalausgänge können in der gleichen Weise getestet werden. Vor der Aktivierung der Ausgänge ist in jedem Fall zu überprüfen, ob entsprechende Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden.



Gefahr – Die Aktivierung der Signalausgänge kann dazu führen, dass Antriebe anlaufen und dass sich andere Aktuatoren bewegen. Sie müssen entsprechende Sicherheitsvorkehrungen treffen, bevor Sie die Ausgänge aktivieren.

Nachdem Sie überprüft haben, dass Sicherheitsvorkehrungen zum Einschalten der Ausgangsspannung getroffen wurden, können Sie die Spannungsversorgung einschalten. Die Höhe der Versorgungsspannung sollte geprüft werden. Angaben bezüglich der Höhe der Ausgangsspannung finden Sie in den Herstellerbeschreibungen. Nachdem Sie nun wissen, dass die Signaleingänge funktionieren, können Sie die Signalausgänge prüfen.

Steuern Sie jeden Signalausgang über das Konfigurationstool manuell an. Verfolgen Sie das Signal vom Master bis zum Signalausgang. Kontrollieren Sie dazu das Peripherieabbild im Master, die LEDs am Slave und den Ausgang selbst. Das Peripherieabbild der Ausgänge können Sie ebenfalls mit der Projektierungssoftware auslesen. Analoge Signalausgänge können Sie zum Beispiel durch die Messung mit einem Multimeter kontrollieren.



Es kommt vor, dass die Ausgangsspannung abfällt, wenn alle Ausgänge gleichzeitig eingeschaltet sind. Dies kann durch eine zu schwach dimensionierte Spannungsversorgung verursacht werden. Sie sollten die Versorgungsspannung überprüfen, wenn alle Ausgänge sich im Zustand „Ein“ befinden.

4.2.6 Abnahmeprotokoll erstellen (Schritt 8)

Erstellen Sie als letzten Schritt ein Abnahmeprotokoll. Damit können Sie dokumentieren, dass die Abnahme erfolgreich war. Im Anhang finden Sie ein Inbetriebnahme- und Abnahmeprotokoll als Vorlage.

5 Fehlersuche

5.1 Einführung in die Fehlersuche

Das Kapitel Fehlersuche soll Ihnen beim Auffinden von Fehlern in der PROFIBUS-Verkabelung helfen. Die ersten Schritte wurden Ihnen bereits im Kapitel 2 dargestellt. Hier werden Ihnen nun drei weitere Möglichkeiten gezeigt, die allerdings etwas mehr Erfahrung erfordern, als die einfache PROFIBUS-Diagnose. Zur Verfügung stehen Ihnen folgende Möglichkeiten:

- Überprüfung der Verkabelungsstruktur
- Messungen mit einem Busmonitor
- Diagnosetelegrammuntersuchung
- Oszilloskopmessungen
- Messungen Lichtwellenleiter

Weitere Informationen zum Thema Fehlersuche finden Sie im „PROFIBUS Profile Guideline – Part 3: Diagnosis, Alarms and Time Stamping, der PI.

5.2 Überprüfung der Verkabelungsstruktur

Eine Überprüfung der Verkabelungsstruktur sollte einer Ihrer ersten Schritte in der Fehlersuche sein. Hier können sich zum Beispiel Fehler einschleichen, wenn beispielsweise beim Aufbau der Anlage die Führung des PROFIBUS-Kabels verändert wird. Besonders hoch ist das Fehlerpotential bei der Erweiterung oder Änderung einer Anlage. So kann es, zum Beispiel durch das Anfügen weiterer PROFIBUS-Teilnehmer, zur Überschreitung der maximal zulässigen Anzahl von PROFIBUS-Teilnehmern in einem Segment kommen. Außerdem kann es in diesem Zusammenhang auch leicht zu Überschreitungen der maximalen Segmentlängen kommen.

Problematisch sind bei der PROFIBUS-RS485-Übertragungstechnik auch Stichkabel, insbesondere bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten (über 1,5 Mbit/s). Sie wirken sich negativ auf die elektrischen Eigenschaften des Segments aus. Außerdem wirken sie wie Antennen und sind somit anfällig gegenüber EMV-Störungen. Dementsprechend sind Stichkabel möglichst zu vermeiden. Bei PROFIBUS-MBP (PA) sind Stichkabel zulässig, allerdings in einem begrenzten Rahmen.

Überprüfen Sie die Verkabelungsstruktur auf folgende Punkte:

- Wurden bei der Planung die zulässigen Verkabelungsstrukturen eingehalten?
- Wurden bei der Planung die maximal zulässigen Segmentlängen eingehalten?
- Übertragungstechnik RS485: Stichleitungen sollten vermieden werden.
- Übertragungstechnik MBP (PA): Wurde die maximale Anzahl von Stichkabeln und die dazugehörige Stichkabellänge entsprechend der Planung nicht überschritten?
- Wurde der PROFIBUS entsprechend der Planung installiert?
- Wurden eventuelle Änderungen der Installation gegenüber der Planung dokumentiert?
- Wurden an einer bestehenden Anlage Änderungen vorgenommen?
- Wurde bei den Änderungen die Verkabelungsstruktur eingehalten?
- Wurde bei den Änderungen die maximal zulässige Segmentlänge eingehalten?
- Wurden die Änderungen dokumentiert?

Neben der Prüfung der eigentlichen Verkabelung sollten Sie auch die Verkabelung des Potentialausgleichs prüfen. Ein Fehler im Potentialausgleich kann zu Störungen in der

Kommunikation führen. Da Fehler im Potentialausgleich sehr schwer zu finden sind, sollten Sie alle Potentialausgleichsverbindungen überprüfen.

5.3 Messung mit dem Busmonitor

Mit Busmonitoren ist es möglich, den Datenverkehr auf dem PROFIBUS aufzuzeichnen und darzustellen. Sie sind ein sehr wirkungsvolles Mittel, um die laufende Kommunikation der PROFIBUS-Teilnehmer zu beobachten. Viele moderne Busmonitore bieten die Dekodierung von PROFIBUS-Telegrammen, was die Analyse deutlich vereinfacht. Die Analyse der aufgezeichneten Informationen erfordert allerdings viel Erfahrung. Deshalb sollten Sie die Auswertung der Aufzeichnung einem Protokoll-Spezialisten überlassen. Moderne Busmonitore bieten auch die Möglichkeit Kommunikationsstatistiken zu erstellen. Dies ist besonders hilfreich zur Ermittlung sporadischer Fehler.



Zur Bedienung der Busmonitore lesen Sie bitte die Beschreibung des jeweiligen Herstellers.

Ein Busmonitor sollte über die folgenden Funktionen verfügen:

- Erfassung und Anzeige von Telegrammen mit der Möglichkeit auf bestimmte Telegramme oder Bedingungen zu triggern
- Echtzeitbetrieb mit der erforderlichen Übertragungsgeschwindigkeit ohne Telegrammverlust
- Nachträgliches Filtern erfasster Telegramme

Weitere hilfreiche Funktionen sind:

- Übersicht über die aktiven PROFIBUS-Teilnehmer am Bus (Live List)
- Dekodierung von Telegrammen
- Ausgang zum Triggern von Oszilloskopen um die Signalform ausgesuchter Stationen darzustellen
- Kommunikationsstatistik zur Anzeige beschädigter und wiederholter Telegramme

Ein guter Busmonitor kann eine Vielzahl verschiedener Störungen erkennen. Kurse zum zertifizierten PROFIBUS-Experten werden in vielen Ländern angeboten. In solchen Kursen wird die Nutzung von Busmonitoren, die Interpretation von Telegrammen und die Vorgehensweise bei der Fehlersuche vermittelt. Bitte informieren Sie sich auf der Web-Seite www.profibus.com über entsprechende Angebote.

5.4 Das Diagnosetelegramm

Potentielle Fehler sind nicht auf das PROFIBUS Netzwerk beschränkt. So können z. B. Netzteile, E/A-Verkabelung oder Sensor- oder Aktorfehler auftreten. PROFIBUS verfügt über weitreichende Diagnosefunktionen, um auftretende Fehler einzugrenzen. Ein PROFIBUS-Gerät zeigt das Vorliegen einer Diagnoseinformation durch Setzen eines Fehlerbits beim zyklischen Datenaustausch an. Der PROFIBUS-Master fordert daraufhin vom PROFIBUS-Gerät die Diagnoseinformation an und speichert sie für jedes Gerät separat bei sich ab. Die Anzeige der Diagnoseinformation hängt von der jeweiligen Steuerung ab, der der Master zugeordnet ist.

Der Diagnosepuffer eines PROFIBUS-Gerätes besteht aus mehreren Teilen:

- 6 Bytes standardisierte Diagnoseinformation die von jedem PROFIBUS Gerät bereitgestellt wird.
- Eine optionale geräteabhängige Diagnoseinformation, welche herstellerspezifisch ist, aber in der Bedienungsanleitung oder in der GSD-Datei spezifiziert wird.
- Eine optionale modulspezifische Diagnoseinformation, die anzeigt, welche Module des Gerätes Störungen aufweisen. Der Aufbau dieser modulspezifische Diagnoseblock ist, falls vorhanden, im PROFIBUS Standard beschrieben.
- Eine oder mehrere kanalspezifische Diagnoseblöcke, die anzeigen welche der Kanäle eines Moduls eine Störung aufweisen. Diese kanalspezifischen Diagnoseblöcke liefern auch Detailinformationen über den Fehler. Die modulspezifischen Diagnosefunktionen sind im PROFIBUS Standard beschrieben.

Die Standard-PROFIBUS-Diagnoseinformation ist immer in den ersten 6 Bytes des Diagnosetelegramms bzw. Diagnosepuffers verfügbar. Die weiteren Blöcke sind optional. Die Reihenfolge ist nicht festgelegt. So kann z. B. auf die 6 Byte Standard-Diagnoseinformation ein modulspezifischer Block von Diagnoseinformationen folgen, gefolgt von Informationen für verschiedene Kanäle.

Viele PROFIBUS Diagnose Tools sind am Markt verfügbar, die den Inhalt der Diagnosepuffer anzeigen können. Diese Tools können folgende Funktionalitäten umfassen:

- Funktionalität zur Konfiguration eines Masters mit Online-Funktion.
- Klasse-II Master.
- PROFIBUS Busmonitor.

Einige dieser Tools sind in der Lage die Diagnoseinformation zu interpretieren, die im PROFIBUS Standard und den GSD-Dateien des jeweiligen Gerätes beschrieben sind. Die Diagnoseinformation kann auch manuell interpretiert werden. Diese manuelle Auswertung erfordert jedoch eine entsprechende Erfahrung. Kurse mit dem Ziel der Ausbildung zum zertifizierten PROFIBUS-Spezialisten werden in vielen Ländern angeboten. Weitere Informationen zu solchen Kursen finden Sie auf der Webseite www.profibus.com.

Weitere Informationen zum Diagnosetelegramm finden Sie im folgenden Dokument der PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.:

PROFIBUS Profile Guideline – Part 3: Diagnosis, Alarms and Time Stamping, Version 1.0 (July 2004)

5.5 Oszilloskopmessungen



In der Regel werden durch Busmonitormessungen aussagekräftige Ergebnisse erzielt. Nur wenn die Fehlersuche mit dem Busmonitor nicht erfolgreich ist, sollte die Signalform auf dem PROFIBUS mit Hilfe einer Oszilloskopauswertung überprüft werden. Oszilloskopauswertungen am PROFIBUS erfordern eine gewisse Erfahrung. Deshalb sollten die Messungen nur von Experten durchgeführt werden.

Oszilloskopmessungen sind ein sehr wirksames Mittel zur Fehlersuche am PROFIBUS. Mit etwas Übung lassen sich aus den dargestellten Signalen verschiedene Aussagen über Fehler und die Signalqualität ableiten. Dieses Kapitel zeigt Ihnen, welche Eigenschaften das Oszilloskop haben muss, welche Hilfsmittel sinnvoll sind und was Sie mit dem Oszilloskop messen können. Des Weiteren werden Ihnen in einigen Bildern typische Signalverläufe gezeigt.

5.5.1 Technische Voraussetzungen

Folgende Eigenschaften sollte ein Oszilloskop für die Messungen am PROFIBUS haben:

Bauart:	Digitales Oszilloskop mit Speicherfunktion
Bandbreite:	100 MHz
Kanäle:	2, potentialgetrennt gegeneinander und gegen die Gerätemasse (Netzanschluss)
Trigger:	Intern + Extern
Kopplungsart:	DC

Als gut geeignet haben sich akkubetriebene Oszilloskope erwiesen. Durch das handliche Format und die Netzunabhängigkeit besitzen Sie damit eine hohe Beweglichkeit in der Anlage.

Besonders wichtig ist die Potentialtrennung zwischen den beiden Eingangskanälen und gegen die Gerätemasse. Die Trennung der beiden Kanäle sorgt dafür, dass diese keine Auswirkungen aufeinander haben. Genauso wichtig ist, dass auch die beiden Kanäle potentialgetrennt von der Gerätemasse sind. Ist dies nicht der Fall, kann ein beabsichtigter oder unbeabsichtigter Anschluss der Masse eines Kanals an eine spannungsführende Ader zu einem Kurzschluss führen. Bei Messungen am PROFIBUS wird oftmals das Bezugspotential des Kanals mit einer der beiden Datenadern verbunden. Die Messung wäre ohne ein potentialgetrenntes Oszilloskop nicht möglich, da das Signal auf der Datenader auf Masse gezogen würde. Dies muss insbesondere bei Messungen während des Anlagenbetriebs vermieden werden. Der Anschluss des Bezugspotentials an die Datenader würde zum Zusammenbruch der Kommunikation führen. Sie können dies allerdings umgehen, indem Sie beide Signale getrennt messen und dann die Signaldifferenz anzeigen lassen. In diesem Fall ist die Potentialtrennung der beiden Kanäle nicht erforderlich. Gehen Sie dann aber besonders vorsichtig vor, denn beim falschen Anschluss der Messkabel besteht die Gefahr eines Kurzschlusses. Als Alternative bietet sich der Einsatz eines Differenzastkopfs an.

Als weitere sinnvolle Funktion hat sich ein im Oszilloskop integriertes Multimeter erwiesen, so dass Sie ein Gerät einsparen.

Moderne digitale Oszilloskope bieten eine integrierte RS 232-Schnittstelle oder eine USB-Schnittstelle zum Anschluss an den PC. So können Sie mit Hilfe des PCs die durchgeführten Messungen abspeichern und dokumentieren.

5.5.2 Messhilfsmittel

Verwenden Sie als Messhilfsmittel einen 9-poligen Sub-D-Stecker oder einen passenden M12-Abzweig, an dem Sie die Signale abgreifen können. Der folgenden Zeichnung können Sie entnehmen, welche Signale Sie an welchen Pins messen können.

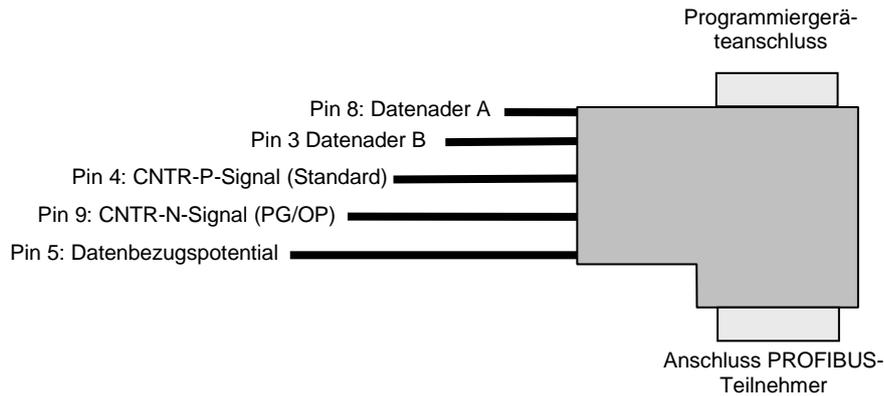


Abbildung 5-1: Messstecker Oszilloskopmessung

Als Grundlage für dieses Messhilfsmittel eignet sich am besten ein PROFIBUS-Stecker mit einem Programmiergerät-Anschluss. Dies ist vor allem dann hilfreich, wenn im PROFIBUS-Aufbau kein Programmiergerät-Anschluss vorgesehen wurde. In diesem Fall können Sie den Messstecker dann zwischen PROFIBUS-Teilnehmer und PROFIBUS-Kabel einsetzen.

Bei einigen PROFIBUS-Teilnehmern, wie Programmiergeräten oder Operation Panels, wird das CNTR-Signal nicht auf dem Standard-Pin 4 hinausgeführt. An diesen PROFIBUS-Teilnehmern wird dann der Pin 9 genutzt. Bei einigen Operation Panels muss das CNTR-Signal zusätzlich freigegeben werden, zum Beispiel durch DIP-Schalter. Lesen Sie dazu am besten die Bedienungsanleitung oder fragen Sie den Hersteller.

5.5.3 Messung PROFIBUS-RS485

Wichtig ist, dass Sie die Messung direkt an der Schnittstelle des jeweiligen PROFIBUS-Teilnehmers durchführen. Falls nur einzelne PROFIBUS-Teilnehmer Fehler anzeigen, ist es am sinnvollsten an diesem Teilnehmer mit der Messung zu beginnen.

Folgende Messungen sollten Sie durchführen:

- Datenader B gegen Datenader A

Die Messung der Datensignale Datenader B gegen Datenader A zeigt Ihnen den tatsächlichen Signalverlauf auf dem PROFIBUS. Beim PROFIBUS werden beide Adern zur Datenübertragung genutzt. Auf beiden Adern werden die Signale zeitgleich übertragen. Allerdings wird das Signal auf der Datenader B invertiert zur Datenader A übertragen. Das eigentliche Signal ergibt sich dann aus der Spannungsdifferenz zwischen B und A. Diese

Art der Signalübertragung hat den Vorteil, dass Störungen, die auf beide Datenadern gleichmäßig einwirken, sich nicht auf das eigentliche Datentelegramm auswirken. Durch die Differenzbildung wird die Störung auf der einen Ader von der Störung auf der anderen Ader abgezogen. Dadurch bleibt im eigentlichen Datentelegramm keine Störspannung übrig.

Die Messung lässt sich auf zwei Arten durchführen. Für die erste Möglichkeit benötigen Sie ein Oszilloskop, das die Signale voneinander abziehen kann. Dies dürfte aber bei den meisten digitalen Oszilloskopen möglich sein. Stellen Sie das Oszilloskop wie folgt ein:

Dargestelltes Signal: Spannung B – Spannung A

Falls Sie ein Oszilloskop mit potentialgetrennten Kanälen besitzen, können Sie die Differenzspannung B – A auch direkt messen. Schließen Sie dazu die Masseklemme eines Kanals an die Datenader A an und die Messklemme des gleichen Kanals an die Datenader B an. Diese Messung ist zwar genauer, als die mathematische Bildung der Differenzspannung B-A, sie hat aber auch zwei Nachteile:

1. Sie benötigen auf jeden Fall ein Oszilloskop mit Potentialtrennung.
2. Das Massekabel wirkt wegen seinem Aufbau wie ein Stichkabel, das nur an einer Datenader angeschlossen ist. Dadurch kann es bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten zu Signalverzerrungen kommen. Im Regelfall führt dies nicht zu Problemen. Sie sollten dies aber trotzdem im Auge behalten.

Die Spannungsdifferenz zwischen High- und Low-Pegel, gemessen zwischen B und A, sollte zwischen 4 V und 7 V liegen. Dabei sollte der positive und negative Spannungswert etwa gleich groß sein. Der Unterschied zwischen den beiden Werten liegt in der Praxis bei etwa 0,5 V. Der Ruhepegel sollte ca. 1 V betragen.

Viele PROFIBUS-Teilnehmer liefern das so genannte CNTR-P-Signal. Das CNTR-P-Signal hat während der PROFIBUS-Teilnehmer sendet einen logischen High-Pegel (ca. 3 V bis 5 V). Dieses ist hilfreich, wenn Sie einen bestimmten PROFIBUS-Teilnehmer untersuchen wollen. Benutzen Sie die positive Flanke des CNTR-Signals als Triggersignal für das Oszilloskop. Belegen Sie entweder den externen Triggereingang (Vorteil: zweiter Kanal bleibt frei nutzbar) oder den zweiten Kanal (Vorteil: CNTR-Signal selbst ist sichtbar) des Oszilloskops mit diesem Signal. So können Sie das Senden des jeweiligen PROFIBUS-Teilnehmers beobachten.

Durch das CNTR-Signal können Sie auch die zusammengehörenden Telegramme von Master und Slaves (passiv) erkennen. Das Telegramm des Masters ist nämlich das letzte Telegramm, das vor dem Telegramm des Slaves auf dem PROFIBUS war. Messen Sie direkt am Master, wird das CNTR-Signal zeitgleich mit dem Telegramm gesetzt.

Bei den Messungen an der Datenader A, an der Datenader B und zwischen Datenader B und Datenader A sollten Sie den Eingangsspannungspegel auf mindestens 1 V/Teilung stellen. Eine gröbere Auflösung ist nicht sinnvoll, da sonst Details verloren gehen würden. Bei der Zeitablenkung sollten Sie zunächst eine grobe zeitliche Auflösung wählen. Es sollten mehrere Telegrammpakete zu sehen sein. So können Sie Unsymmetrien im Signal oder EMV-Störungen besser erkennen. Führen Sie dann eine zweite Messung mit einer feineren Zeitauflösung durch, so dass Sie nur ein Bit oder nur einige Bits sehen können. Dadurch können Sie Details in den Flanken erkennen.

- Datenader A gegen Datenmasse messen
- Datenader B gegen Datenmasse messen

Mit den Messungen Datenader A gegen Masse und Datenader B gegen Masse können Sie die Signalqualität auf den einzelnen Adern überprüfen und beispielsweise Fehler wie defekte Bustreiber aufspüren. Dazu müssen Sie die Messungen allerdings direkt an jedem PROFIBUS-Teilnehmer durchführen. Auf Grund des Aufwands sollten Sie diese Messung erst durchführen, wenn Sie bei der Messung B gegen A Fehler festgestellt haben.

Beachten Sie, dass die Datenmassen der einzelnen PROFIBUS-Teilnehmer nicht über das PROFIBUS-Kabel miteinander verbunden sind. Da Sie die einzelnen Messungen der Datenadern gegen die Datenmasse vornehmen müssen, wird Ihnen nur das von dem PROFIBUS-Teilnehmer gesendete Signal richtig angezeigt. Sie können dieses an der gleichzeitigen Sendung des CNTR-Signals durch den PROFIBUS-Teilnehmer erkennen.

Wichtig ist bei den Messungen, dass Sie diese gegen die Datenmasse der Schnittstelle ausführen. Eine Messung gegen die Gerätemasse dürfte in der Regel keinen Erfolg haben, da meist im PROFIBUS-Teilnehmer eine Potentialtrennung vorliegt. Folgende Spannungen sollten Sie an der Schnittstelle messen können:

- Ruhezustand: Datenader A: ca. +2 V
- Ruhezustand: Datenader B: ca. +3 V
- Sendezustand: Minimale Spannung Datenader A: ca. +1 V
- Sendezustand: Maximale Spannung Datenader A: ca. +4 V
- Sendezustand: Minimale Spannung Datenader B: ca. +1 V
- Sendezustand: Maximale Spannung Datenader B: ca. +4 V

Bei neueren Baugruppen kann die maximale Spannung auf den Datenadern durch leistungsfähigere Treiberbausteine auch etwas höher liegen. Die Minimalwerte und Maximalwerte sollten aber auf jeden Fall auf beiden Datenadern ähnlich sein. Ist dies nicht der Fall, könnte einer der beiden Bustreiber defekt sein.



Durch Potentialverschiebungen kann es dazu kommen, dass die Signale auf den Datenadern um einen positiven oder negativen Spannungsanteil verschoben sind. Dies kann zu Störungen im Telegrammverkehr führen. Die Spannung auf den Datenadern darf maximal +12 V oder -7 V betragen. Bei höheren Werten können die Empfänger-Bausteine der PROFIBUS-Teilnehmer zerstört werden.

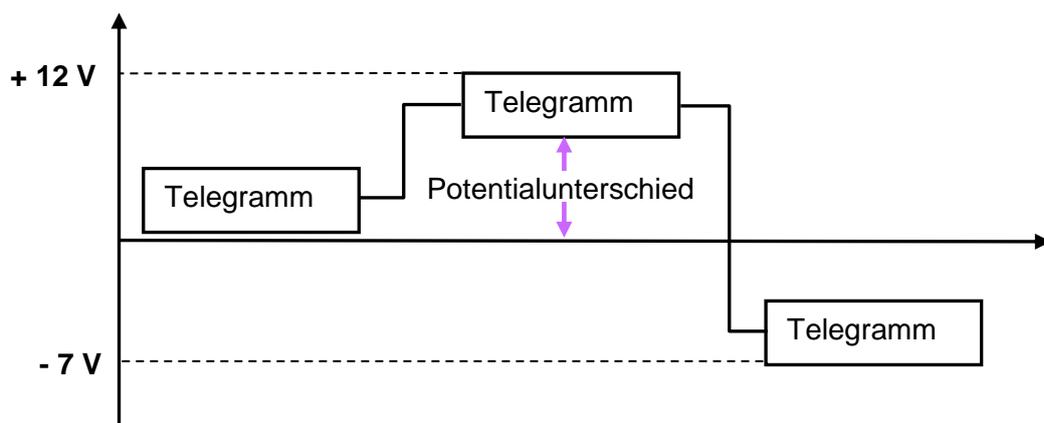


Abbildung 5-2: Potentialverschiebung bei Signalen

Aufgrund von Potentialverschiebungen kann es vorkommen, dass die Signale auf den Datenleitungen durch eine positive oder negative Offsetspannung verschoben werden. Dies kann zu Störungen im Telegrammverkehr führen. Die Spannung an den Datenleitungen kann bis

zu +12 V oder -7 V betragen. Bei höheren Werten können die Baugruppen der PROFIBUS-Stationen zerstört werden.

Die Abbildung 5-3 zeigt Ihnen den idealen Verlauf eines PROFIBUS-Signals.

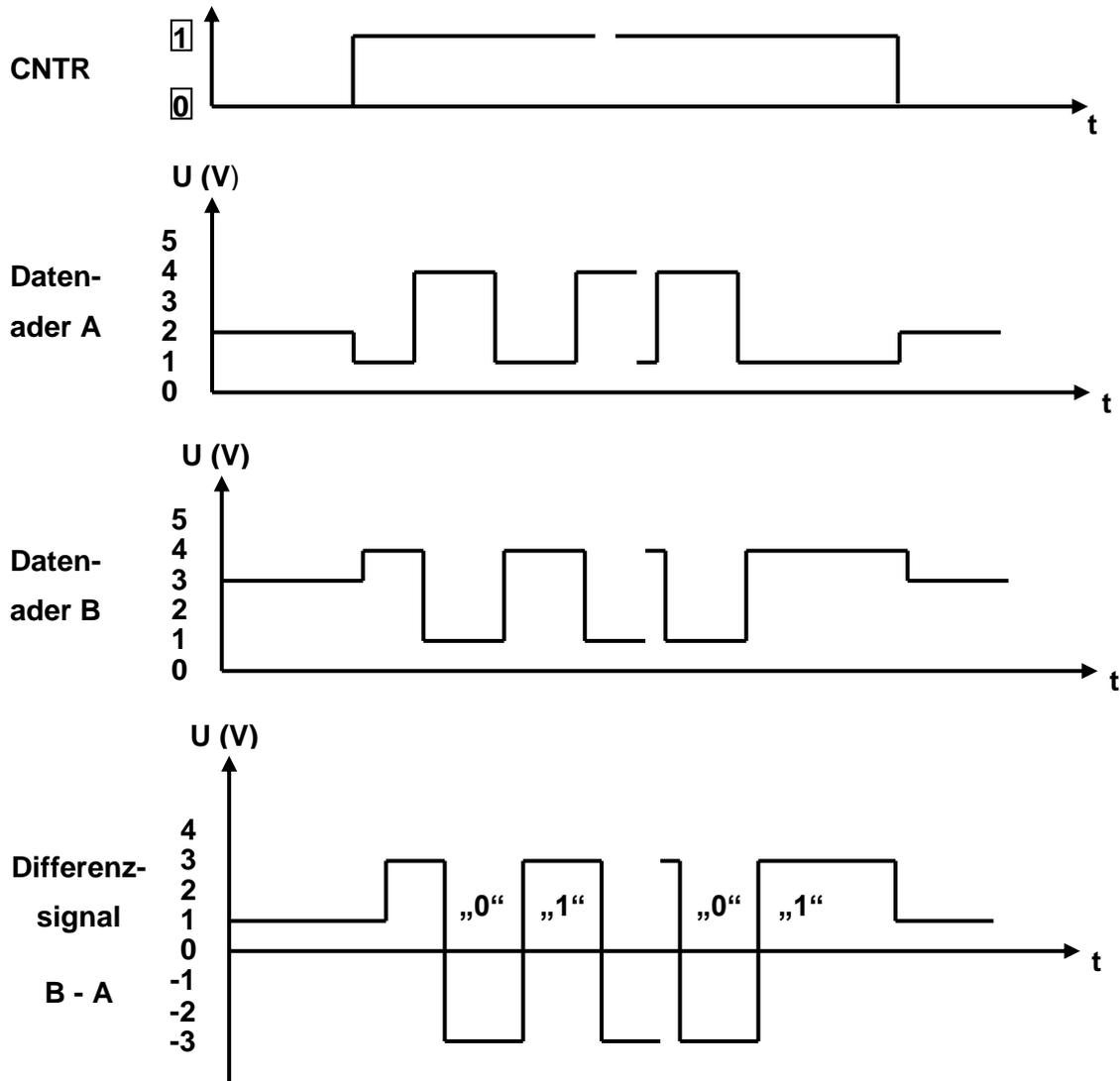


Abbildung 5-3: Ideale Signalform PROFIBUS

Die Abbildung 5-3 zeigt Ihnen, wie schon erwähnt die Idealform des PROFIBUS-Signals in der Praxis wird der Signalverlauf aber nie so ideal aussehen. Die Abbildung 5-4 zeigt Ihnen ein Beispiel wie der Signalverlauf der PROFIBUS-Signale in der Realität aussehen können.

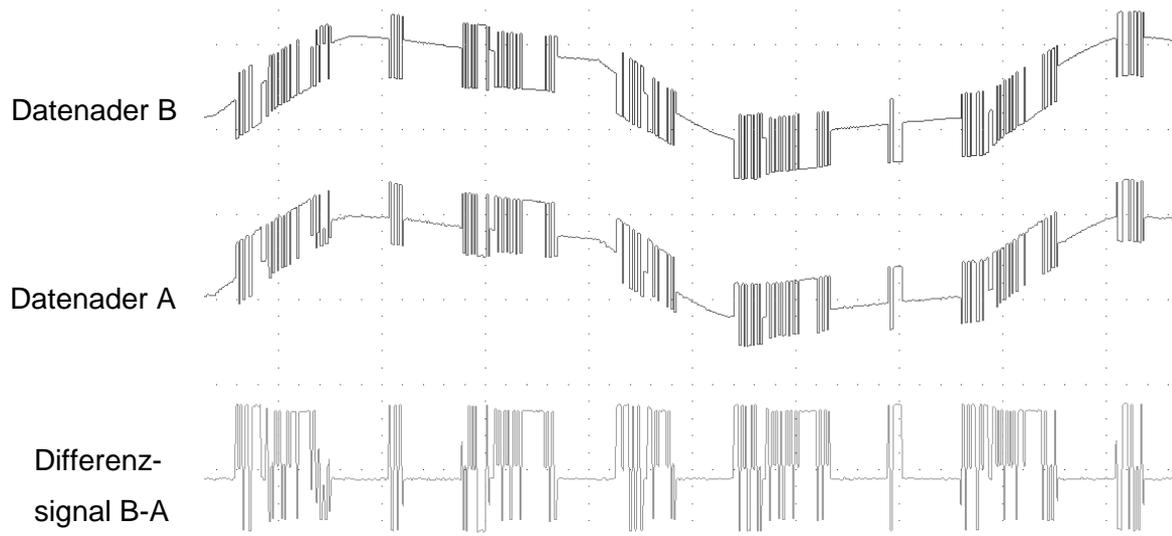


Abbildung 5-4: Messung PROFIBUS-RS485

5.5.4 Typische Signalverläufe

In diesem Kapitel werden Ihnen anhand von einigen Bildern typische Signalverläufe dargestellt. Die gezeigten Bilder stellen immer das resultierende Signal aus der Messung „B-A“ dar.

Zu lange PROFIBUS-Kabel

Zu lange Kabel wirken im Allgemeinen wie ein Kondensator. Sie verändern die Signalform. Das Ergebnis ist, dass bei einem Rechtecksignal die obere Ecke des Signalanstiegs abgerundet wird (e-Funktion). Dieser Effekt ist umso stärker, je länger das PROFIBUS-Kabel ist.

Wird das Signal zu stark verändert, kann es dazu kommen, dass der Empfänger das Signal nicht richtig erkennen kann. Aus diesem Grund sollte das Signal spätestens nach der halben Zeit eines Bits den vollen Pegel erreicht haben. Dies gewährleistet eine gute Störsicherheit auch gegenüber anderen Störungen.

Stellen Sie das Oszilloskop für diese Messung so ein, dass Sie nur ein bis zwei Bits und deren Flanken sehen können.

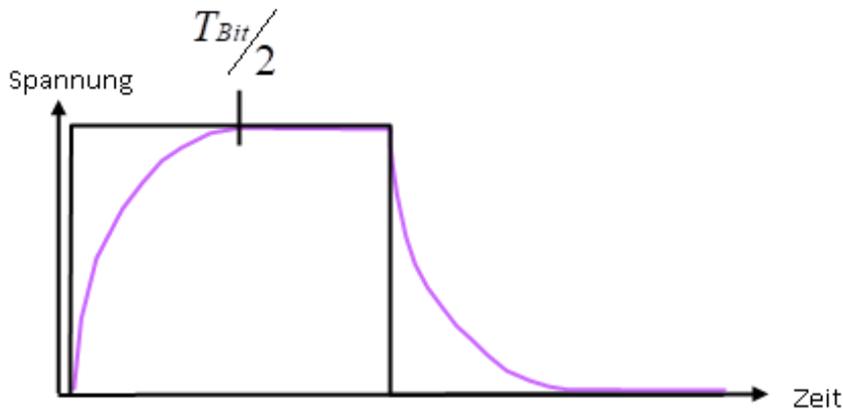


Abbildung 5-5: Signalverlauf bei zu langen PROFIBUS-Kabeln

Nicht angeschlossene PROFIBUS-Stecker

Eine weitere Fehlerquelle sind PROFIBUS-Stecker, die in das PROFIBUS-Kabel eingefügt wurden, aber an keinem PROFIBUS-Teilnehmer angeschlossen sind.

Um bei höheren Übertragungsraten (≥ 3 Mbit/s) und den zulässigen StICKKABELLÄNGEN Signalreflexionen zu vermindern, wurden in die PROFIBUS-Stecker Spulen integriert. Ist nun an einem PROFIBUS-Stecker kein PROFIBUS-Teilnehmer angeschlossen erzeugen die Spulen eine Störung des Signals. Die Störung sollte nicht größer als 0,5 V sein.

Das nachfolgende Bild zeigt Ihnen, wie so eine Störung aussehen könnte.

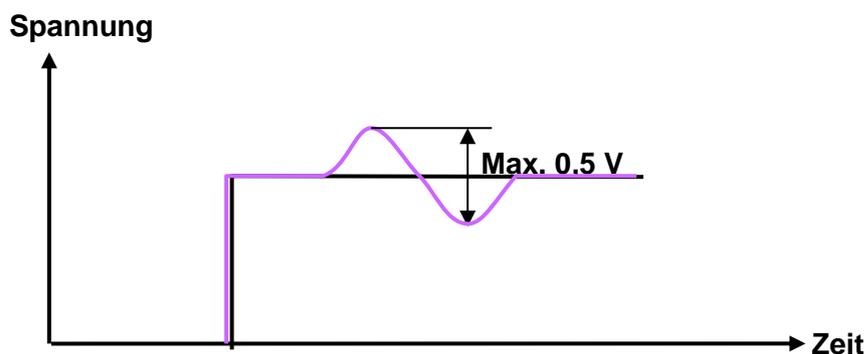


Abbildung 5-6: Signalverlauf bei nicht angeschlossenem PROFIBUS-Teilnehmer

Stellen Sie für diese Messung das Oszilloskop so ein, dass Sie nur ein bis zwei Bits und deren Flanken sehen können.

Fehlerhafter Busabschluss

Beim Busabschluss können zwei Arten von Fehlern auftreten, die beide eine Reflektion des Signals verursachen. Die Stärke der Reflektion ist abhängig vom Fehler.

Der eine Fehler sind zu viel eingelegte Abschlusswiderstände. Dabei wird etwa $\frac{1}{3}$ des Signals reflektiert und um 180° zum ursprünglichen Signal gedreht. Dieses läuft dann auf dem PROFIBUS-Kabel zurück und kann auf das nächste gesendete Telegramm treffen. Am Treffpunkt überlagern sich die beiden Signale. Ist der Signalverlauf der beiden Signale entgegengesetzt, vermindert sich der Pegel. Geht der Signalverlauf in die gleiche Richtung addieren sich die Pegel.

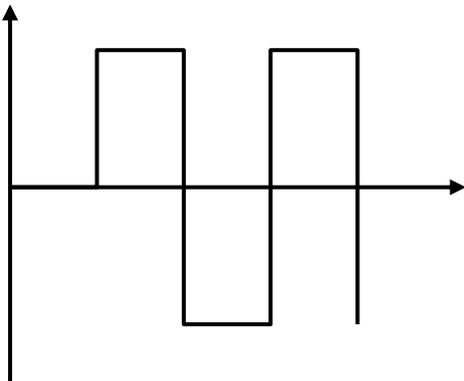
Der andere Fehler ist das Fehlen eines Abschlusswiderstands. In diesem Fall entsteht ebenfalls eine Reflektion. Die Reflektion ist allerdings nicht um 180° zum Ursprungssignal gedreht. Das Signal läuft in voller Höhe zurück. Trifft das reflektierte Signal nun mit einem neuen Datensignal zusammen, kann es dazu kommen, dass sich die beiden Signale gegeneinander auslöschen oder ein Signal mit doppelter Amplitude entsteht. Ein Bruch der beiden Datenadern hat den gleichen Effekt zur Folge.

In der Abbildung 5-7 und in der Abbildung 5-8 werden Ihnen die möglichen Signalverläufe dargestellt.

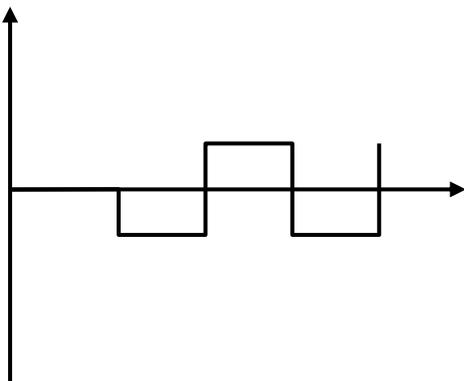
Die Signale zeigen bei der Überlagerung eines Telegramms mit der Reflektion einen treppenförmigen Verlauf. Der Verlauf wird je nach Messort und Kabellänge unterschiedlich sein. Durch die verschiedenen Signalstartzeiten auf dem PROFIBUS-Kabel treffen Telegramm und Reflektion an unterschiedlichen Punkten zusammen.

Zu viel eingelegter Abschlusswiderstand

Ursprungssignal



Reflektion bei zu viel eingelegtem Abschlusswiderstand



Überlagertes Signal (Ursprungssignal + Reflektion) bei zu viel eingelegtem Abschlusswiderstand

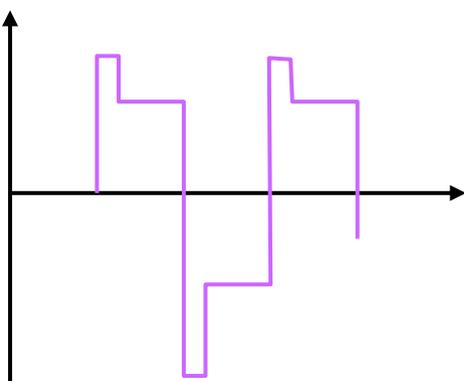
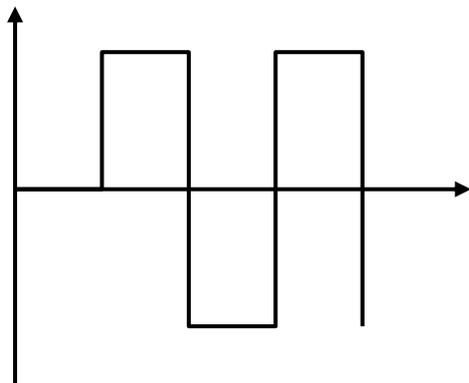


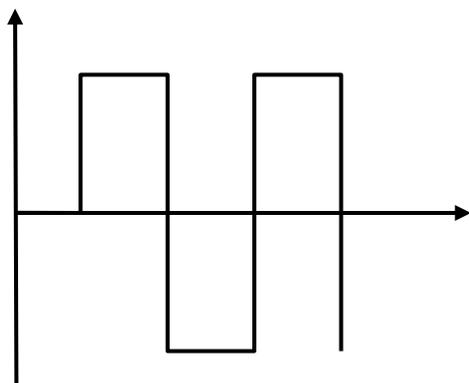
Abbildung 5-7: Zu viel eingelegter Abschlusswiderstand

Fehlender Abschlusswiderstand

Ursprungssignal



Reflektion bei fehlendem Abschlusswiderstand



Überlagertes Signal (Ursprungssignal + Reflektion) bei zu fehlendem Abschlusswiderstand

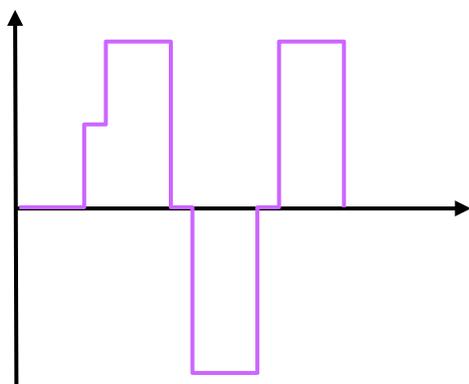


Abbildung 5-8: Fehlender Abschlusswiderstand

5.5.5 Messung PROFIBUS-MBP (PA)

Das Datensignal auf dem PROFIBUS-MBP (PA) wird über die Modulation des Stromes erzeugt. Dadurch ist es möglich, die PROFIBUS-Teilnehmer über zwei Adern mit Energie und Daten zu versorgen.

Die Messung des Signals ist beim PROFIBUS-MBP (PA) nicht immer ganz einfach. Einige PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer sind aus Sicherheitsgründen gekapselt oder vergossen. Außerdem sind PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer oft direkt oder über einen M12-Steckverbinder angeschlossen. Daher ist eine Messung meist nur an den Klemmen des Signalkopplers oder der PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer möglich. Zur Überprüfung des Signals am PROFIBUS-MBP (PA) sollten Sie zwei Messungen vornehmen. Bei der ersten Messung ermitteln Sie den Gleichspannungsanteil der Signalspannung, mit dem der PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer versorgt wird. Stellen Sie das Oszilloskop dafür auf die Messart „DC“ ein. Stellen Sie die vertikale Teilung (Spannung) so ein, dass Sie das Signal auf ihrem Bildschirm gut erkennen können. Wählen Sie bei der horizontalen Teilung (Zeit) eine sehr grobe Einstellung. Bei dieser Messung ist der Verlauf über eine gewisse Zeit interessanter als die Details.

In nicht explosionsgefährdeten Anlagen darf die Gleichspannung maximal 32 V betragen. Ein typischer Wert ist 19 V. Bei explosionsgefährdeten Anlagen beträgt der maximale Gleichspannungsanteil 13,5 V. Die Spannung, die das Speise-Gerät liefern muss, können Sie in der Gerätebeschreibung nachlesen. Führen Sie die Messung direkt am Speisegerät und wenn möglich an dem am weitesten entfernten PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer durch.

Am Speisegerät, das oftmals im Signalkoppler integriert ist, sollten Sie die oben genannten Spannungen messen. Ist die Spannung geringer, weist dies auf eine defekte Spannungsversorgung oder zu viele Teilnehmer am PROFIBUS-MBP (PA)-Kabel hin. Am PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer müssen Sie mindestens 9 V messen. Eine kleinere Spannung ist für die Versorgung der PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer nicht ausreichend. Ist der Gleichspannungsanteil nur an dem am weitesten entfernten PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmer zu gering, könnte das PROFIBUS-MBP (PA)-Kabel zu lang sein.

Bei der zweiten Messung prüfen Sie den Wechselspannungsanteil. Dies ist das eigentliche Datensignal. Die Differenz zwischen dem maximalen positiven und dem maximalen negativen Wechselspannungsanteil beträgt theoretisch 900 mV. In der Praxis liegt der Wert zwischen 800 mV und 1000 mV. Ein höherer Wert weist auf einen fehlenden Busabschluss hin. Ein niedrigerer Wert dagegen weist auf zu viele Busabschlüsse hin. Stellen Sie das Oszilloskop für die Messung in die Messart AC. Wählen Sie für die vertikale Teilung (Spannung) etwa 200 mV/Teilung. Für die horizontale Teilung (Zeit) sollten Sie etwa 20 μ s/Teilung einstellen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen Ihnen das Signal im Idealfall sowie mit fehlendem und mit zu viel eingelegtem Abschlusswiderstand.

Ideales Signal

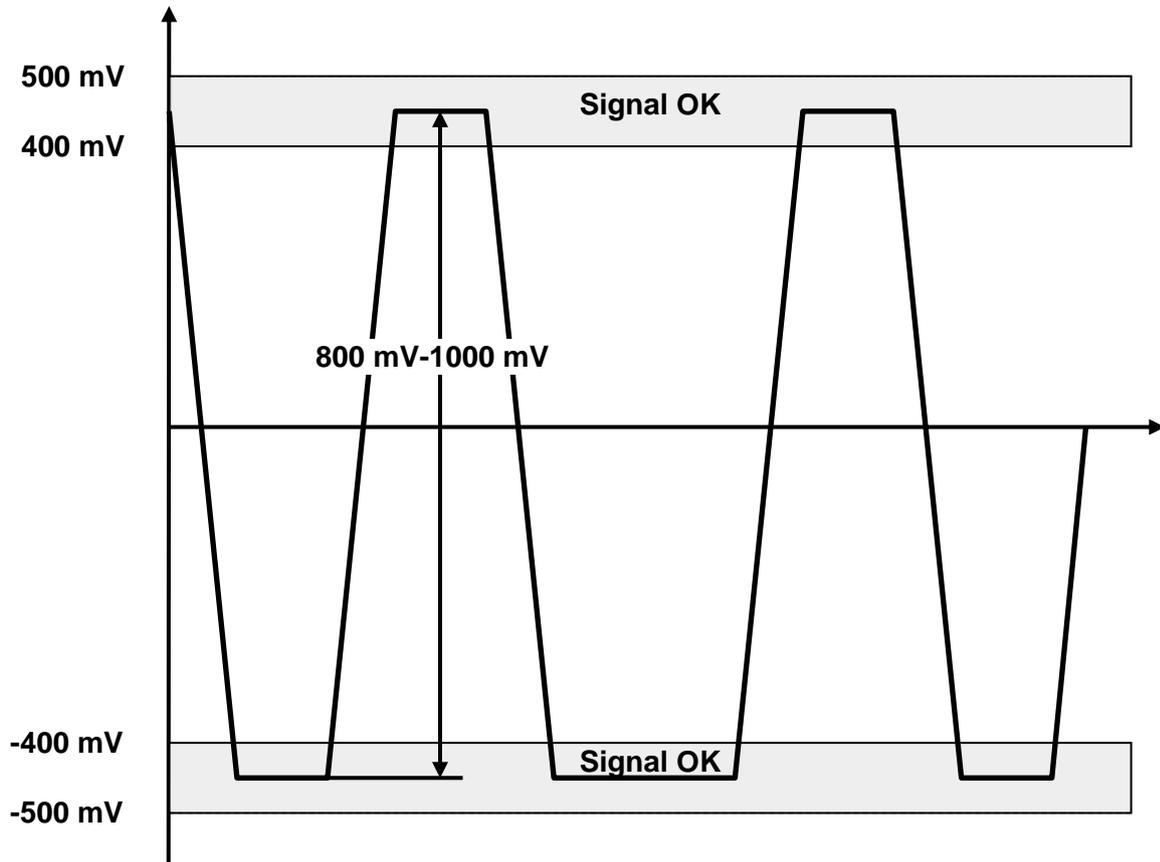


Abbildung 5-9: Ideale Signalform PROFIBUS-MBP (PA)

Fehlender Busabschluss —

Zu viele Busabschlüsse —

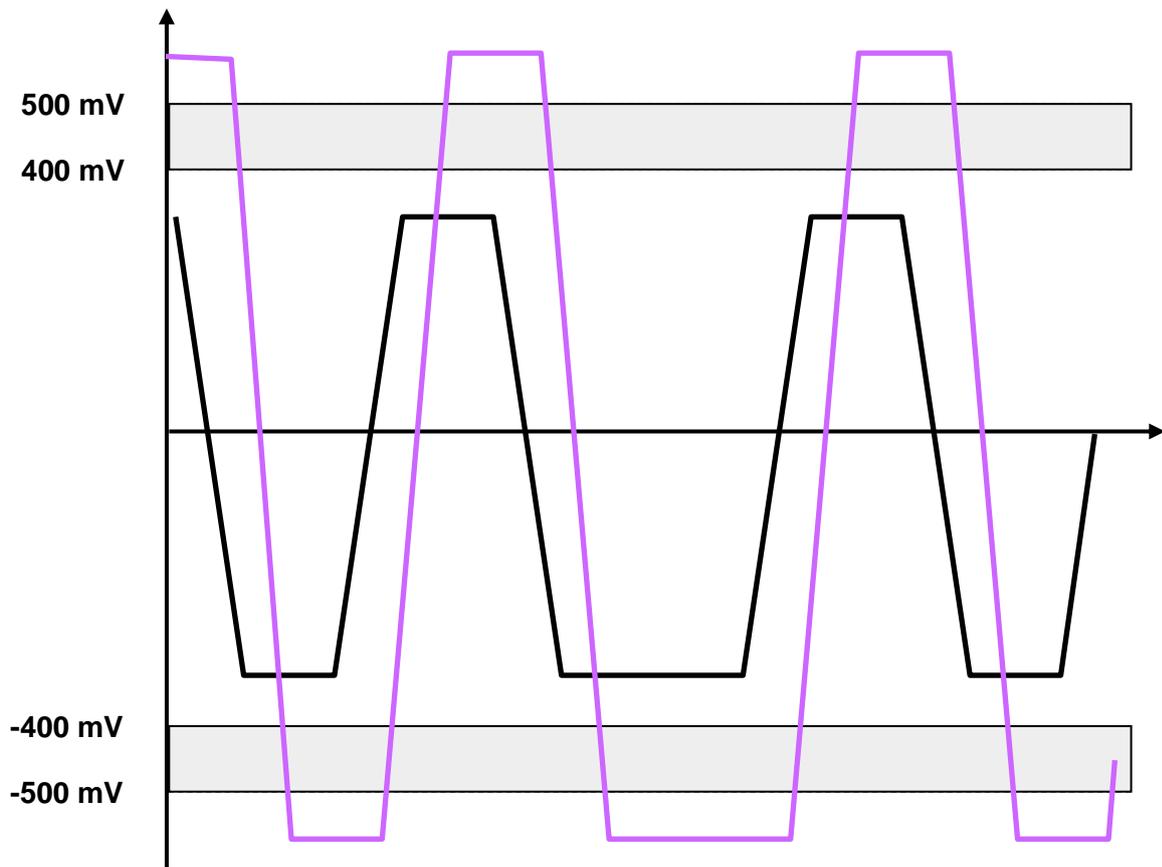


Abbildung 5-10: PROFIBUS-MBP (PA) mit fehlerhaftem Busabschluss

In der Praxis wird Ihnen eine ideale Signalform, wie in Abbildung 5-9 dargestellt nie begegnen. wird Ihnen ein Beispiel gezeigt, wie ein Datentelegramm auf dem PROFIBUS-MBP (PA) in der Wirklichkeit aussehen kann.

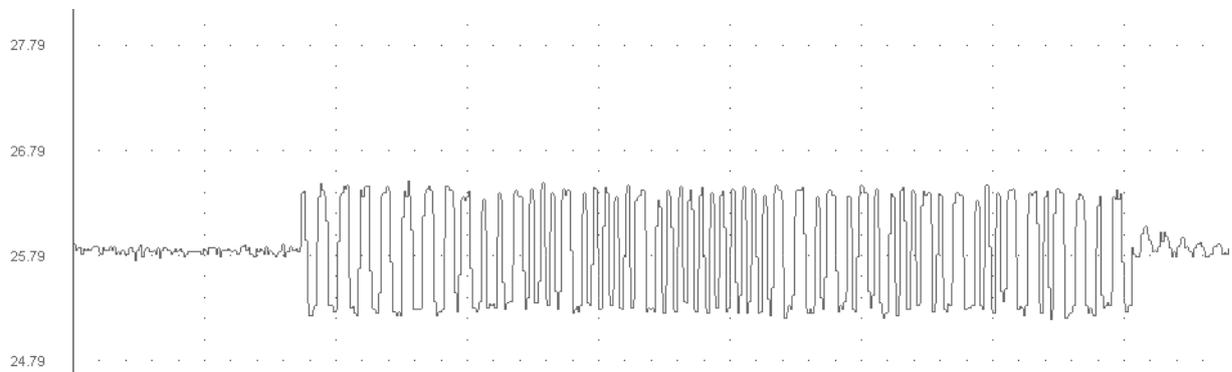


Abbildung 5-11: Messung PROFIBUS-MBP (PA) (1 Telegramm)

5.6 Messungen Lichtwellenleiter

Das OTDR-Messverfahren (OTDR = Optical Time Domain Reflectometer) ist besonders interessant für die Fehlersuche. Anhand der Messergebnisse kann ein Fachmann nicht nur das Vorhandensein eines Fehlers feststellen, sondern auch die Position des Fehlers bestimmen.

Dazu sendet das Gerät ein Signal in den Lichtwellenleiter. An Anschlussstellen oder Störstellen werden Teile des Signals reflektiert (siehe Abbildung 5-12). Das Gerät misst nun, wie stark der reflektierte Teil des Signals ist, und wie viel Zeit vom Aussenden des Signals bis zum Empfang der Reflektion vergeht. Aus den Messergebnissen lässt sich nun ablesen, wo die Störstelle ist, und welchen Einfluss sie hat.

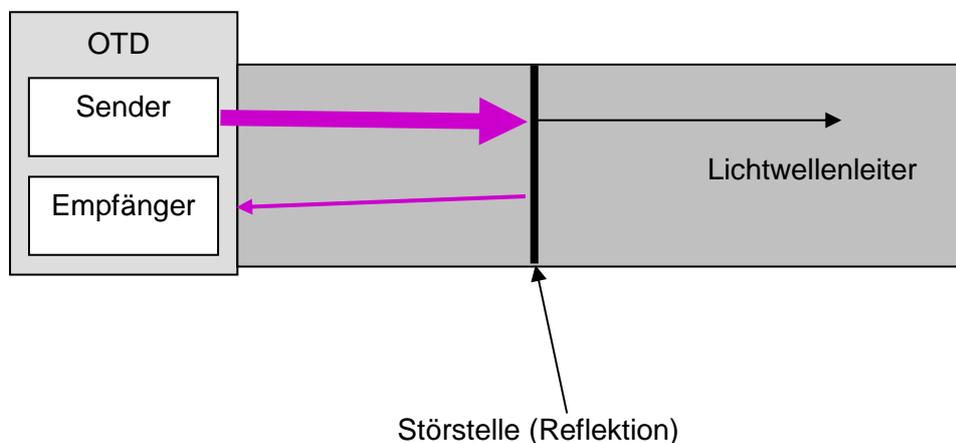


Abbildung 5-12: Prinzip OTDR-Messung

Dieses Verfahren ist besonders anspruchsvoll, da die Ergebnisse normalerweise grafisch dargestellt werden. Die Ergebnisse müssen dann vom Bediener interpretiert werden. Wenden Sie dieses Verfahren nur an, wenn sie Erfahrung damit haben. Überlassen Sie ansonsten die Fehlersuche mit solch einem Gerät auf jeden Fall einem Fachmann. Wenn Sie trotzdem ein OTDR-Messgerät nutzen wollen, sollten Sie beim Hersteller des Geräts eine ausführliche Schulung besuchen.

6 Anhang

6.1 Inbetriebnahme- / Abnahmeprotokolle

Protokoll für die Sichtprüfung PROFIBUS-Verkabelung RS485/MBP (PA)/LWL

Anlage		Segmentname
		Übertragungsgeschwindigkeit
Montageabnahme durchgeführt von		
Bemerkungen		
Sichtprüfung		
OK	Nicht OK	
		1. Kabelverlegung entsprechend Planung ausgeführt?
		2. Kabeltyp entspricht der Planung?
		3. Maximale Stichleitungslänge nicht überschritten? (Nur bei PROFIBUS MBP(PA) relevant). DP lässt keine Stichleitungen zu.
		4. Steckverbinder entsprechend der Planung verwendet (M12, Sub-D9,...)?
		5. Minimale Kabelabstände eingehalten oder ggf. metallische Trennwände eingefügt?
		6. Empfohlene minimale Kabellänge von 1 m zwischen PROFIBUS Geräten eingehalten (siehe PROFIBUS Planungsrichtlinie)
		7. PROFIBUS-Kabel unbeschädigt?
		8. Biegeradien eingehalten?
		9. Kabelkreuzungen rechtwinkelig ausgeführt?
		10. Nur zwei Abschlusswiderstände, jeweils an den Busenden, eingebaut?
		11. Spannungsversorgung des Abschlusswiderstands garantiert (besonders im Fall von Not-Aus-Systemen)?
		12. Scharfe Kanten entfernt oder abgedeckt?
		13. Vorkehrungen gegen mechanische Beschädigungen an kritischen Punkten getroffen?
		14. Mindestens ein freier Busanschluss für den Anschluss eines Programmiergerätes vorhanden?
		15. Zugentlastungen eingebaut?
		16. Potentialausgleich gemäß den gültigen Vorschriften hergestellt?
		17. Kabelschirm ist an den PROFIBUS Stationen aufgelegt und mit dem Potentialausgleich verbunden?
		18. Kabelschirm am Schrankeintritt mit dem Potentialausgleich verbunden?
		19. Kabelbahnen mit dem Potentialausgleich verbunden?
		20. Unterverteiler in Übereinstimmung mit dem Strukturplan verdrahtet(Korrekte Zuordnung von 24 V/230 V)?

Anhang

		21. Übertragungsrate und PROFIBUS Adressen gemäß Planung eingestellt?
		22. Unbenutzte Kanäle gemäß Herstellerangaben beschaltet?
		23. Korrekte Messbereiche an den E/A-Baugruppen eingestellt (Strom/Spannung)?
Zusätzlich beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Bereich)		
		23. Nur Feldbus isolierende Repeater eingesetzt?
		24. Übertragungsgeschwindigkeit beträgt max. 1,5 Mbit/s?
		25. Keine Steckverbinder mit Induktivitäten verbaut (z. B. 110 nH wie für Übertragungsgeschwindigkeiten > 3 Mbit/s benötigt)?
		26. Benutzte Geräte haben eine Ex-Zulassung?
Zusätzlich beim Einsatz von PROFIsafe Installationen		
		27. Keine Stichleitungen eingesetzt?
		28. Nur PROFIsafe zertifizierte Geräte eingesetzt?
Datum	Unterschrift Monteur(in)	Unterschrift Inbetriebnehmer(in)

Protokoll für die Montageabnahmemessung PROFIBUS-Verkabelung RS485

Anlage		Segmentname
		Übertragungsgeschwindigkeit
Montageabnahme durchgeführt von		
Bemerkungen		
Montageabnahmemessung		
OK	Nicht OK	
		1. Verdrahtungstest
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader A und B?
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader A und Schirmung?
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader B und Schirmung?
		Datenader A intakt?
		Datenader B intakt?
		Schirmung ist intakt?
		Datenadern nicht vertauscht?
		Abschlusswiderstände nur an den Kabelenden eingelegt?
		2. Schnittstellentest
		Spannung für Abschlusswiderstand an allen Schnittstellen vorhanden?
		RS485-Signalstärke ausreichend an allen Teilnehmern?
		CNTR-Signal am Master vorhanden?
		3. Live List
		Alle PROFIBUS-Teilnehmer sind unter ihrer Adresse erreichbar?
		4. Segmentlängenmessung (Kabeltyp A)
		maximale Segmentlänge bei 9,6 kbit/s bis 93,75 kbit/s: 1200 m?
		maximale Segmentlänge bei 187,5 kbit/s: 1000 m?
		maximale Segmentlänge bei 500 kbit/s: 400 m?
		maximale Segmentlänge bei 1,5 Mbit/s: 200 m?
		maximale Segmentlänge bei 3 Mbit/s bis 12 Mbit/s: 100 m?
		5. Reflexionstest
		keine Reflexionen vorhanden?
Datum	Unterschrift Monteur(in)	Unterschrift Inbetriebnehmer(in)

Protokoll für die Montageabnahmemessung PROFIBUS-Verkabelung MBP (PA)

Anlage		Segmentname
		Übertragungsgeschwindigkeit
Montageabnahme durchgeführt von		
Bemerkungen		
Montageabnahmemessung		
OK	Nicht OK	
		1. Verdrahtungstest
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader PA + und PA -?
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader PA + und Schirmung?
		Kein Kurzschluss zwischen Datenader PA - und Schirmung?
		Datenader PA + intakt?
		Datenader PA - intakt?
		Schirmung ist nicht unterbrochen?
		Datenadern nicht vertauscht?
		Abschlusswiderstände nur an den Kabelenden eingelegt?
		2. Versorgungsspannung
		Versorgungsspannung ausreichend an allen Teilnehmern (mindestens 9 V)?
		Maximale Versorgungsspannung nicht überschritten (Ex-Anlagen: 13,5 V, Nicht Ex-Anlagen: 32 V)?
Datum	Unterschrift Monteur(in)	Unterschrift Inbetriebnehmer(in)

Protokoll für die Inbetriebnahme/Abnahme PROFIBUS

Anlage		Segmentname	
		Übertragungsgeschwindigkeit	
Montageabnahme durchgeführt von			
Bemerkungen			
Inbetriebnahme/Abnahme			
OK	Nicht OK		
		1. Sichtprüfung (laut Protokoll Sichtprüfung)?	
		2. Abnahmemessung (laut Protokoll Abnahmemessung)?	
		3. Projektierung	
		Projektierung erstellt?	
		Projektierung auf Datenträger gesichert?	
		4. Adresse des PROFIBUS-Teilnehmers richtig eingestellt?	
		5. Master und Slaves in Betrieb genommen	
		Steuerspannung 24 V vorhanden?	
		Projektierung in den Master übertragen?	
		Alle PROFIBUS-Teilnehmer signalisieren Betriebsbereitschaft?	
		6. Prüfen der Signaleingänge	
		24 V Steuerspannung vorhanden?	
		Signaleingänge sprechen an?	
		Peripherieabbild stimmt mit den Signaleingängen überein?	
		7. Prüfen der Signalausgänge	
		Steuerspannung der Signalausgänge vorhanden?	
		Signalausgänge werden angesteuert?	
		Peripherieabbild stimmt mit Ausgängen überein?	
Datum		Unterschrift Inbetriebnehmer(in)	Unterschrift Kunde

6.2 Multimetermessungen (Vielfach-Messgerät)

Ein Multimeter ist wohl das einfachste Werkzeug zur Fehlersuche in einer PROFIBUS-Installation. Mit dem Multimeter können Sie Fehler wie

- Einmaliges Vertauschen der Datenadern
- Unterbrechung einer der beiden Datenadern
- Unterbrechung der Kabelschirmung
- Kurzschluss zwischen den Datenadern
- Kurzschluss zwischen den Datenadern und der Kabelschirmung

finden.

Die nachfolgenden Beschreibungen sollen Ihnen zeigen, welche Hilfsmittel Sie benötigen und wie Sie bei den Messungen vorgehen müssen.

Mit den Messungen können Sie prüfen, ob die Installation korrekt ausgeführt wurde. Neben den genannten Fehlern liefern die Messungen auch Anhaltspunkte über die Längen der PROFIBUS-Kabelsegmente. Sie dienen damit nicht nur der einfachen Diagnose, sondern sind auch hilfreich bei der Montageabnahme. Die Messungen können Sie mit Hilfe der Protokolle im Anhang dokumentieren.

Die Messungen liefern keine 100% genauen Werte, sie geben aber einen Anhaltspunkt. Voraussetzung für die Messungen ist allerdings, dass im gesamten Segment einheitliche Komponenten (PROFIBUS-Kabel, Stecker) verwendet werden.

Bei den Messungen dürfen die PROFIBUS-Komponenten nicht angeschlossen sein.

Das PROFIBUS-Kabel muss spannungsfrei sein. Dies können Sie durch eine Spannungsmessung zwischen dem Schirm und den beiden Datenadern feststellen.

Außerdem dürfen keine Abschlusswiderstände angeschlossen sein.

Falls Sie fest angeschlossene PROFIBUS-Komponenten wie zum Beispiel Repeater in der Anlage haben, müssen Sie diese abklemmen. Messen Sie dann jedes Segment getrennt.

6.2.1 PROFIBUS-RS485 mit 9-poligen Sub-D-Steckverbinder

Ermittlung des Schleifenwiderstandes

Der Schleifenwiderstand ergibt sich durch eine Messung des Widerstandes der beiden Adern im PROFIBUS-Kabel. Der Kabelwiderstand ist abhängig vom Kabelaufbau und ist außerdem temperaturabhängig. In den Datenblättern der Hersteller wird der typische Schleifenwiderstand angegeben. Die Angabe erfolgt normalerweise in Ohm pro km bei einer bestimmten Temperatur. Der Wert entspricht dem Schleifenwiderstand eines 1 km langen PROFIBUS-Kabels.



Ein Kabel für PROFIBUS RS485 vom Typ A hat einen typischen Schleifenwiderstand von 110 Ohm/km bei 20°C. Dieser Wert kann für besondere Kabel zum Beispiel hochflexible Kabel abweichen. Der Kabelwiderstand nimmt typisch mit 0,4% pro Grad Celsius zu.



Benutzen Sie den Schleifenwiderstand, den der Hersteller im Datenblatt angibt.

Gehen Sie bei der Durchführung der Messung wie folgt vor:

- Schließen Sie das PROFIBUS-Kabel an einem Ende kurz (Brücke zwischen den beiden Adern).
- Messen Sie am anderen Ende zwischen den beiden Adern den Schleifenwiderstand der Strecke.
- Messen sie nun, welchen Widerstand die PROFIBUS-Kabelstrecken in ihrer Anlage haben.

$$\text{Länge in km} = \frac{\text{Gemess. Wert in Ohm}}{R_{S \text{ typ}} \text{ in Ohm / km}}$$

- Mit Hilfe des typischen Schleifenwiderstands können sie nun berechnen, wie lang die jeweilige Kabelstrecke in der Anlage ist. So können sie überprüfen ob die zulässigen Kabellängen eingehalten wurden

Beispiel:

Der Schleifenwiderstand eines Segmentes wird mit 20Ω bei 20°C gemessen. Daraus ergibt sich folgende Rechnung:

$$\frac{20\Omega}{110\Omega/km} = 0,182km = 182m$$

Beachten Sie, dass die Bestimmung der Kabellänge aus dem Schleifenwiderstand relativ ungenau ist. Der Schleifenwiderstand hängt zusätzlich von der Temperatur und von den Übergangswiderständen der Steckverbinder ab. Genauere Ergebnisse liefern Ihnen die In Kapitel 2.2 beschriebenen Leitungstester.

Prüfen des PROFIBUS-Kabels und der Busanschlusstecker

Abbildung 6-1 zeigt die Verdrahtung eines typischen PROFIBUS Kabels für RS485 mit einem 9-poligen-Sub-D-Steckverbinder und Abschlusswiderständen an beiden Enden. Typischerweise sind Abschlusswiderstände in die Steckverbinder integriert. Diese können je nach Bedarf ein- und ausgeschaltet werden. An den beiden Enden des PROFIBUS-Kabels werden die Abschlüsse durch einen Schalter im Steckverbinder aktiviert, alle anderen Abschlüsse müssen ausgeschaltet sein. Bei einigen Geräten können die Abschlusswiderstände auch in die PROFIBUS Geräte eingebaut sein. Darüber hinaus gibt es auch getrennte „aktive Busabschlüsse“, die lediglich die Abschlusswiderstände und ein Netzteil enthalten.

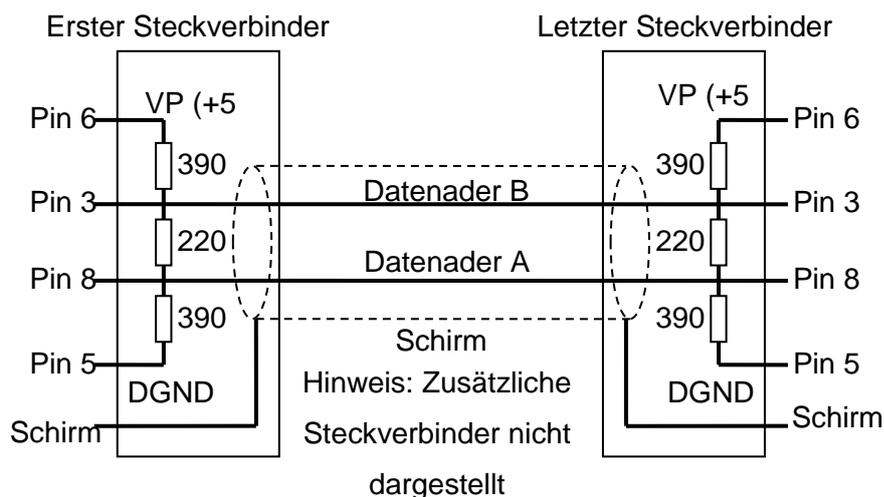


Abbildung 6-1: PROFIBUS RS485 Kabel mit eingeschalteten Abschlusswiderständen

Messungen einer Kabelverbindung können mit einem Multimeter und zwei Steckverbindern an jedem Kabelende durchgeführt werden. Alle PROFIBUS-Teilnehmer müssen vom PROFIBUS-Kabel getrennt werden. Außerdem müssen vor den Messungen alle Abschlusswiderstände entweder abgeschaltet oder abgetrennt sein. Die erforderlichen Testschritte werden im Folgenden beschrieben. Sie müssen für jedes Segment einzeln durchgeführt werden. Schritt 1 prüft, ob das Kabel spannungsfrei ist. Diese Spannung kann möglicherweise von Abschlusswiderständen herrühren, die an Versorgungsspannung liegen. Schritt 2 prüft, ob es Kurzschlüsse zwischen den Datenadern gibt. Die Prüfungen in Schritt 1 und Schritt 2 sollten an jedem Steckverbinder des PROFIBUS-Kabels durchgeführt werden, bevor Schritt 3 ausgeführt wird. Für die Schritt 3 und 4 werden Kurzschlüsse auf einer Seite des PROFIBUS-Kabels geschaltet und auf der gegenüberliegenden Seite des PROFIBUS-Kabels werden entsprechende Messungen durchgeführt. Falls die Kurzschlüsse nicht messbar sind, deutet das auf einen Kabelbruch hin.

Zur Überprüfung des PROFIBUS-Kabels sollten Sie systematisch in den Schritten 1 bis 4 vorgehen. So können Sie das PROFIBUS-Kabel vollständig zu prüfen und sichergehen, dass das PROFIBUS-Kabel keine Verdrahtungsfehler enthält.

Schritt 5 wird verwendet, um die Kabellänge zu ermitteln. Dies geschieht durch Kurzschließen des einen Leitungsendes und durch Messung des Schleifenwiderstandes am gegenüberliegenden Steckverbinder.

Zum Schluss werden die Kurzschlussverbindungen entfernt und die Abschlusswiderstände werden eingeschaltet und wie in Schritt 6 beschrieben geprüft.

- Schritt 1

Schalten Sie Ihr Multimeter auf den Messbereich für Gleichspannung (DC) und prüfen Sie, dass keine Spannung zwischen den Adern und der Schirmung messbar ist. Falls eine Spannung messbar ist, sind entweder noch PROFIBUS-Teilnehmer an das PROFIBUS-Kabel angeschlossen, oder die Abschlusswiderstände sind noch nicht entfernt worden. Stellen Sie sicher, dass das Kabel spannungsfrei ist, bevor Sie mit Schritt 2 fortfahren.

- Schritt 2

Messen Sie an jedem Steckverbinder den Widerstand zwischen allen Anschlusspins. Wenn Sie zwischen allen Pins einen unendlichen Widerstand messen ist dieser Schritt in Ordnung. Wenn Sie einen endlichen Widerstandswert messen, ist entweder noch ein Abschlusswiderstand am PROFIBUS oder es liegt ein Kurzschluss vor. Um die Messung durchzuführen sollten Sie den Schleifenwiderstand des PROFIBUS-Kabels R_{Schleife} abschätzen. Dieser Wert kann durch Multiplikation der Kabellänge mit dem Widerstandbelag des PROFIBUS-Kabels erfolgen. Der typische Schleifenwiderstand eines PROFIBUS RS485-Standardkabels beträgt $110 \Omega/\text{km}$. Die genauen Werte für den typischen Schleifenwiderstand erfahren Sie aus dem Datenblatt des Herstellers.

Für kurze PROFIBUS-Kabel (kürzer als 50 m) kann man annehmen, dass der Schleifenwiderstand annähernd den Wert null hat. Tabelle 6-1 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Resultate und die möglichen Fehler. Kurzschlüsse auf einem PROFIBUS-Kabel sind möglicherweise schwierig zu orten, da das ganze PROFIBUS-Kabel als kurzgeschlossen erscheint, auch wenn der Fehler lediglich in einem einzelnen Steckverbinder auftritt. Zur Lösung dieses Problems kann man so genannte trennende Steckverbinder verwenden. Diese unterbrechen die Verbindung zum abgehenden PROFIBUS-Kabel, sofern der Abschlusswiderstand eingeschaltet wird. Bitte beachten Sie, dass beim Einschalten des Abschlusswiderstandes ein Widerstand von 220Ω zwischen Datenader A und Datenader B geschaltet wird. Wenn keine Kurzschlüsse gemessen wurden und alle Busabschlüsse entfernt wurden, können Sie mit Schritt 3 fortfahren.

Tabelle 6-1: Widerstandsmessungen für Schritt 2 (PROFIBUS RS485)

Messung des Widerstandes zwischen den Anschlusspins		Gemessener Widerstand unendlich	Gemessener Widerstand $\leq R_{\text{Schleife}}$	Gemessener Widerstand $\approx 110 \Omega$	Gemessener Widerstand $\approx 220 \Omega$
Pin 8 (Daten A)	Pin 3 (Daten B)	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen Daten A und B	2 Abschlusswiderstände eingeschaltet.	Ein Abschlusswiderstand eingeschaltet
Pin 8 (Daten A)	Schirm	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen Daten A und Schirm	----	----
Pin 3 (Daten B)	Schirm	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen Daten B und Schirm	----	----

Schritt 3

Für die Durchführung des Schrittes 3 müssen Sie an einem Ende des PROFIBUS-Kabels einen Kurzschluss zwischen Pin 8 (Daten A) und dem Schirm herstellen. Der Kurzschluss sollte am besten an einem der beiden Segmentenden eingelegt werden. Danach werden alle Steckverbinder des Segmentes durchgemessen. Tabelle 6-2 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Ergebnisse und mögliche Fehler.

Tabelle 6-2: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS RS485)

Messung des Widerstandes zwischen den Pins des Steckverbinders		gemessener Widerstand ist unendlich	Gemessener Widerstand $\approx R_{\text{Schleife}}$
Pin 8 (Daten A)	Pin 3 (Daten B)	Kabel in Ordnung	Datenadern A und B vertauscht
Pin 8 (Daten A)	Schirm	Leitungsunterbrechung in Datenleitung A oder im Schirm	Kabel in Ordnung

Schritt 4

Zur Durchführung von Schritt 4 müssen Sie nun einen Kurzschluss zwischen Pin 3 (Datenader B) und dem Schirm des zu testenden Segmentes herstellen. Dies geschieht vorzugsweise am ersten Steckverbinder des Segmentes. Die folgenden Messungen werden dann an allen weiteren Steckverbindern des Segments durchgeführt. Tabelle 6-3 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Fehler sowie die Fehlersymptome.

Tabelle 6-3: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS RS485)

Messung des Widerstandes zwischen den Pins des Steckverbinders		gemessener Widerstand ist unendlich	Gemessener Widerstand $\approx R_{\text{Schleife}}$
Pin 3 (Daten B)	Schirm	Leitungsunterbrechung in Datenleitung B oder im Schirm	Kabel in Ordnung

- Schritt 5

In Schritt 5 wird der Schleifenwiderstand gemessen. Stellen Sie dazu einen Kurzschluss zwischen Pin 3 (Datenleitung B) und Pin 8 (Datenleitung A) her. Dies kann dadurch erfolgen, dass im ersten Steckverbinder des Segments die beiden Pins 3 und 8 miteinander verbunden werden. Nun können sie am letzten Stecker des Segments

$$\text{Länge in km} = \frac{\text{Gemessener Schleifenwiderstand in Ohm}}{\text{Typ. Schleifenwiderstand in Ohm/km}}$$

zwischen Pin 3 und Pin 8 den Schleifenwiderstand messen. Mit Hilfe einer einfachen Rechnung können Sie die Kabellänge berechnen. Dazu muss allerdings der typische Schleifenwiderstand bekannt sein.

Der typische Schleifenwiderstand eines PROFIBUS RS485 Standardkabels beträgt 110 Ω/km. Er kann aber insbesondere bei Spezialkabeln von diesem Wert abweichen.

Den genauen Wert des typischen Schleifenwiderstandes erfahren Sie aus dem Datenblatt des Kabelherstellers.

Beispiel:

Der Schleifenwiderstand eines PROFIBUS RS-485-Segmentes wird mit 20 Ω gemessen. Daraus ergibt sich für ein PROFIBUS RS-485 Standardkabel folgende Rechnung:

$$\frac{20\Omega}{110\Omega/km} = 0,182km = 182m$$

Hinweis:

Falls in Ihrer Installation keine 9-poligen-Sub-D-Steckverbinder verwendet werden, können Sie die Messungen auch direkt an den Kabeladern durchführen.

Messhilfsmittel für 9-polige Sub-D-Steckverbinder

Zur Durchführung der Messungen an einem PROFIBUS Kupferkabel mit 9-poligen-Sub-D-Steckverbindern können Sie sich eine einfache Testhilfe mit zwei 9-poligen Buchsenleisten, einem Schalter mit einem Schließkontakt sowie einem Schalter mit einem Wechselkontakt

und Mittelstellung herstellen. Diese Komponenten können Sie im Elektronik-Fachhandel beziehen.

Abbildung 6-2 zeigt, wie die beiden Buchsenleisten zu verdrahten sind. Eine Buchsenleiste dient zum Anschluss des Multimeters. Über die zweite Buchsenleiste werden die erforderlichen Kurzschlüsse für die Arbeitsschritte 3 und 4 hergestellt.

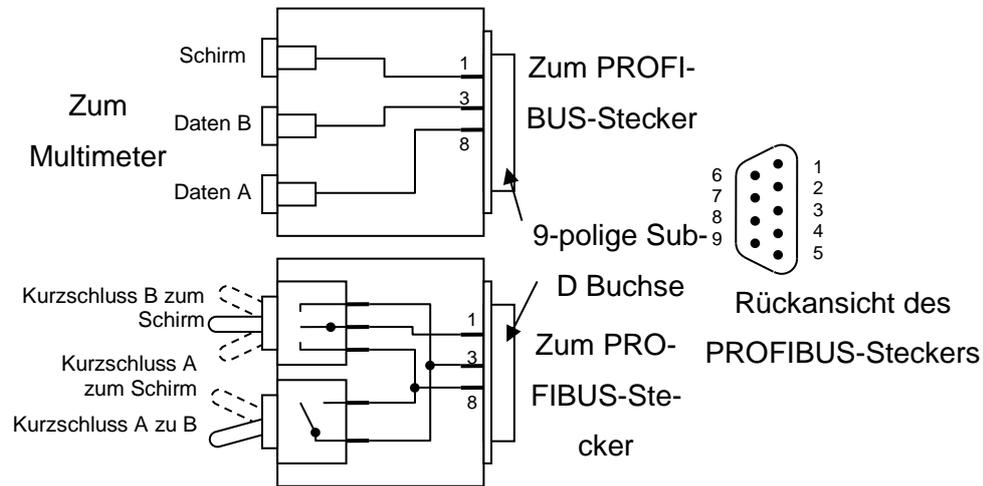


Abbildung 6-2: Messhilfsmittel (PROFIBUS RS-485)

6.2.2 PROFIBUS-RS485 mit 5-poligen M12-Steckverbindern

Die Multimetermessungen für die 5-poligen M12-Steckverbinder läuft ähnlich ab, wie die Messung für die 9-poligen Sub-D-Steckverbinder. Sie müssen lediglich beachten, dass die Datenader A an den Pin 2 und die Datenader B an den Pin 4 angeschlossen ist. Dies gilt natürlich auch für die Anfertigung der Messadapter. Diese können Sie mit Hilfe von zwei passenden M12-Buchsen aufbauen.

6.2.3 PROFIBUS-MBP (PA) mit 4-poligen M12-Steckverbindern

Ermittlung des Schleifenwiderstandes

Die Ermittlung des Schleifenwiderstands wird in der gleichen Art und Weise durchgeführt, wie für die RS485-Verkabelung. Sie messen den Widerstand einer Schleife aus zwei Adern. Schließen sie dazu das PROFIBUS-Kabel an einem Ende kurz und messen sie am anderen Ende den Widerstand.

In den Datenblättern der Hersteller wird der typische Schleifenwiderstand angegeben. Der typische Schleifenwiderstand hat die Einheit Ohm pro km. Der Wert entspricht dem Schleifenwiderstand eines Kabels mit einer Länge von 1 km. Um die Werte nun vergleichen zu können, müssen Sie den gemessenen Wert auf eine Länge von 1 km hochrechnen. Im Gegensatz zum PROFIBUS-RS485-Kabel gibt es für PROFIBUS-MBP (PA) vier Kabeltypen. Benutzen sie bei Neuanlagen beziehungsweise Austausch oder Erweiterung des PROFIBUS-MBP (PA) nur noch die Kabeltypen A oder B. In Altanlagen können Ihnen aber durchaus noch die Kabeltypen C oder D begegnen. Die typischen Schleifenwiderstände finden Sie in der Tabelle 6-4.

Tabelle 6-4: typischer Schleifenwiderstand PROFIBUS-MBP (PA)-Kabel

Kabeltyp	A	B	C	D
Kabelaufbau	Verdrilltes Aderpaar, geschirmt	Ein oder mehrere verdrillte Aderpaare, komplett geschirmt	Mehrere verdrillte Aderpaare, nicht geschirmt	Mehrere nicht verdrillte Aderpaare, nicht geschirmt
Aderquerschnitt	0,8 mm ²	0,32 mm ²	0,13 mm ²	1,25 mm ²
Typischer Schleifenwiderstand in Ohm / km	44 Ohm	112 Ohm	264 Ohm	40 Ohm



Bitte verwenden Sie die in den Datenblättern der Hersteller angegebenen Werte für die Ermittlung der Schleifenwiderstände.



Der Kabelwiderstand nimmt üblicherweise mit 0,4 % pro Grad C zu.

Prüfen des PROFIBUS-MBP (PA)-Kabels und der Busanschlusstecker

Der Test der MBP (PA)-Verkabelung kann in gleicher Art und Weise durchgeführt werden, wie der Test der RS485-Verkabelung (Siehe Kapitel 6.2.1). Allerdings ist der Busabschluss eines PROFIBUS-MBP (PA) Segments abweichend von dem eines PROFIBUS RS485 Segments. Der Busabschluss besteht aus einer Reihenschaltung eines Widerstands und eines Kondensators. Diese Busabschlüsse befinden sich üblicherweise in den Verteilerdosen, manchmal in den PROFIBUS-Geräten. Durch den im Busabschluss vorhandenen Kondensator wird bei den Multimetermessungen ein unendlicher Widerstand gemessen, auch wenn der Abschlusswiderstand eingesetzt ist.

Messungen einer Kabelverbindung können mit einem Multimeter und zwei Steckverbindern an jedem Kabelende durchgeführt werden. Alle PROFIBUS-Teilnehmer müssen vom PROFIBUS-Kabel getrennt werden. Die erforderlichen Testschritte werden im Folgenden beschrieben. Sie sind für jedes PROFIBUS-MBP (PA) Segment einzeln durchzuführen. Schritt 1 prüft, ob das Kabel spannungsfrei ist. Diese Spannung kann möglicherweise von PROFIBUS-MBP (PA)-Teilnehmern herrühren, die noch an das PROFIBUS-Kabel angeschlossen sind. Schritt 2 prüft Kurzschlüsse zwischen den Adern. Die Prüfungen in Schritt 1 und Schritt 2 sollten an jedem Steckverbinder des PROFIBUS-Kabels durchgeführt werden, bevor Schritt 3 ausgeführt wird. Für die Schritte 3 und 4 werden Kurzschlüsse auf einer Seite des PROFIBUS-Kabels geschaltet und auf der gegenüberliegenden Seite des PROFIBUS-Kabels werden entsprechende Messungen durchgeführt. Falls die Kurzschlüsse nicht messbar sind, deutet das auf einen Kabelbruch oder ein falsch angeschlossenes Kabel hin.

Zur Überprüfung des PROFIBUS-Kabels sollten Sie systematisch in den Schritten 1 bis 4 vorgehen, um das PROFIBUS Kabel vollständig zu prüfen und um sicher zu gehen, dass das PROFIBUS-Kabel keine Verdrahtungsfehler enthält.

Schritt 5 wird verwendet, um die Kabellänge zu ermitteln. Dies geschieht durch Kurzschließen des einen Leitungsendes und durch Messung des Schleifenwiderstandes am gegenüberliegenden Steckverbinder.

Zum Schluss werden die Kurzschlussstecker entfernt und die Abschlusswiderstände werden eingeschaltet und wie in Schritt 6 beschrieben geprüft.

- Schritt 1

Schalten Sie Ihr Multimeter auf den Messbereich für Gleichspannung (DC) und prüfen Sie, dass keine Spannung zwischen den Adern (PA+ und PA-) und dem Schirm messbar ist. Falls eine Spannung messbar ist, sind noch PROFIBUS Teilnehmer an das Kabel angeschlossen. Stellen Sie sicher, dass das Kabel spannungsfrei ist, bevor Sie mit Schritt 2 fortfahren.

- Schritt 2

Messen Sie an jedem Steckverbinder den Widerstand zwischen den Anschlusspins. Wenn Sie zwischen allen Pins einen unendlichen Widerstand messen ist dieser Schritt in Ordnung. Wenn Sie einen endlichen Widerstandswert messen, liegt ein Kurzschluss vor. Um die Messung durchzuführen sollte Sie den Schleifenwiderstand des Kabels R_{Schleife} abschätzen. Dieser Wert kann durch Multiplikation der Kabellänge mit dem Widerstandbelag des Kabels erfolgen. Für PROFIBUS MBP (PA) gibt es folgende typische Widerstandsbeläge:

Kabeltyp	A	B	C	D
Typischer Schleifenwiderstand in Ohm / km	44 Ohm	112 Ohm	264 Ohm	40 Ohm

Für kurze Kabel (kürzer als 50 m) kann angenommen werden, dass der Schleifenwiderstand annähernd den Wert null hat. Tabelle 6-5 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Resultate und die möglichen Fehler. Kurzschlüsse auf einem PROFIBUS-Kabel sind möglicherweise schwierig zu orten, da das ganze PROFIBUS-Kabel als kurzgeschlossen erscheint, auch wenn der Fehler lediglich in einem einzelnen Steckverbinder auftritt. Zur Lösung dieses Problems sollten Sie solange Sektionen des PROFIBUS-Kabels abtrennen, bis der Fehler verschwindet. Wenn keine Kurzschlüsse gemessen wurden und alle Busabschlüsse entfernt wurden, können Sie mit Schritt 3 fortfahren.

Tabelle 6-5: Widerstandsmessungen für Schritt 2 (PROFIBUS MBP (PA))

Messe den Widerstand zwischen den Anschlusspins		Gemessener Widerstand unendlich	Gemessener Widerstand $\leq R_{\text{Schleife}}$
Pin 1 (PA+)	Pin 3 (PA-)	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen PA+ und PA-
Pin 1 (PA+)	Schirm	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen PA+ und S
Pin 3 (PA-)	Schirm	Kabel in Ordnung	Kurzschluss zwischen PA- und Schirm

- Schritt 3

Für die Durchführung des Schrittes 3 müssen Sie an einem Ende des PROFIBUS-Kabels einen Kurzschluss zwischen Pin 1 (PA+ Anschluss) und dem Kabelschirm herstellen. Hinweis: der Kabelschirm ist üblicherweise auf die metallische Verschraubung des Steckverbinders aufgelegt. Messen Sie danach alle Steckverbinder des Segmentes durch. Tabelle 6-6 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Ergebnisse und mögliche Fehler.

Hinweis: Viele PA-Geräte erfordern keine Polung des Bussignals und arbeiten auch, wenn die PA+ und die PA- Anschlüsse vertauscht sind.

Tabelle 6-6: Widerstandsmessungen für Schritt 3 (PROFIBUS MBP (PA))

Messung des Widerstandes zwischen den Anschlüssen		Gemessener Widerstand ist unendlich	Gemessener Widerstand $\approx R_{\text{Schleife}}$
Pin 1 (PA+)	Pin 3 (PA-)	Kabel in Ordnung	Datenadern PA+ und PA- vertauscht
Pin 1 (PA+)	Schirm	Unterbrechung im Schirm oder PA+	Kabel in Ordnung

- Schritt 4

Zur Durchführung von Schritt 4 müssen Sie nun einen Kurzschluss zwischen Pin 3 (PA- Anschluss) und dem Schirm des zu testenden Segmentes herstellen. Dies geschieht vorzugsweise am ersten Steckverbinder des Segmentes. Die folgenden Messungen werden dann an allen weiteren Steckverbindern des Segments durchgeführt. Tabelle 6-7 zeigt die durchzuführenden Messungen, die zu erwartenden Fehler sowie die Fehlersymptome.

Tabelle 6-7: Widerstandsmessungen für Schritt 4 (PROFIBUS MBP (PA))

Messung des Widerstandes zwischen den Anschlusspins		Gemessener Widerstand ist unendlich	Gemessener Widerstand $\approx R_{\text{Schleife}}$
Pin 3 (PA-)	Schirm	Unterbrechung in PA- oder Schirm	Kabel in Ordnung

- Schritt 5

In Schritt 5 wird der Schleifenwiderstand indem wir einen Kurzschluss zwischen Pin 1 (PA+) und Pin 3 (PA-) herstellen. Dies kann dadurch erfolgen, dass im ersten Steckverbinder des Segments die beiden Pins 1 und 3 miteinander verbunden werden. Nun können sie am letzten Stecker des Segments zwischen Pin 3 und Pin 8 den Schleifenwiderstand messen. Mit Hilfe einer einfachen Rechnung können Sie nun die Kabellänge berechnen. Dazu muss allerdings der typische Schleifenwiderstand bekannt sein.

$$\text{Länge in km} = \frac{\text{Gemessener Schleifenwiderstand in Ohm}}{\text{Typ. Schleifenwiderstand in Ohm / km}}$$

Die typischen Schleifenwiderstände für PROFIBUS-MBP (PA)-Kabel finden Sie in Tabelle 6-4. Die Werte des vorhandenen PROFIBUS-MBP (PA) Kabels können aber davon abweichen.

Die genauen Werte für den typischen Schleifenwiderstand finden Sie im Datenblatt des Kabelherstellers.

Beispiel:

Der Schleifenwiderstand eines PROFIBUS MBP (PA)-Kabels vom Typ A wird mit 5Ω gemessen. Die geschätzte Kabellänge ergibt sich zu

$$\frac{5 \Omega}{44 \Omega / km} = 0,144 km = 144 m$$

Hinweis:

Falls in Ihrer Installation keine 4-poligen-M12-Steckverbinder verwendet werden, können Sie die Messungen auch direkt an den Kabeladern des durchführen.

6.3 PROFIBUS Dokumentation

Dieses Kapitel macht einen Vorschlag für die Dokumentation von PROFINET Netzwerken. Die Hinweise sind als Empfehlungen anzusehen. Abhängig von den Gegebenheiten in der Anlage bzw. im Unternehmen kann von den Vorgaben abgewichen werden.

6.3.1 Dokumentationsrelevante Informationen PROFIBUS

Vor Beginn der Dokumentation sollten die folgenden Aspekte geklärt werden:

- Verantwortlichkeiten
 - Für Erstellung der Netzwerkdokumentation
 - Für Verwaltung der Netzwerkdokumentation
 - Gibt es Anlagenverantwortliche? Gibt es Verantwortlichkeiten für einzelne Anlagenteile?
- Wie und wo soll die Dokumentation verteilt werden?

Das Deckblatt soll alle identifizierenden Informationen enthalten:

- Identifikation der Dokumentation
 - Art des Dokumentes (hier: Netzwerkdokumentation)
 - Identifikationsnummer / -name
 - Ausgabedatum
 - Revisionsindex oder Versionsstand
 - Revisionsdatum
 - Status des Dokumentes (Ist das Dokument ein Entwurf oder eine finale Version?)
 - Spezifische Daten (Kundenname, Anlagenname)
- Informationen zum Ersteller
 - Name der Firma
 - Adresse der Firma
 - Verantwortlicher Autor

Die Netzwerkdokumentation soll vom Überblick des Netzwerkes der Gesamtanlage, über Detailansichten der Netzwerke von Teilanlagen, hin zu gerätespezifischen Angaben erfolgen. Die Übersicht über die Topologie eignet sich aufgrund der visuellen Darstellung für den ersten Einstieg.

- An R&I-Diagramm oder Architektur angelehnt
- Einzeichnen der Busteilnehmer
 - Automatisierungsgeräte
 - Businfrastruktur

- Verkabelung
 - Verdrahtungsreihenfolge muss richtig dargestellt sein
- Anlagen-Verantwortliche notieren
- Bezeichnung / Benennung der Geräte muss enthalten sein
 - Typ / Art des Gerätes (SPS, Repeater, ...)
 - Klare Zuordnung zu Örtlichkeiten schaffen
 - Gebäude(teil) benennen
 - Räumlichkeit benennen
 - Höhenangabe notieren, vereinfacht das Finden der Geräte (z.B. im Hochregallager)
 - Schaltschrank notieren
- Verbindungsklemme der Geräte (Ports) muss bezeichnet sein
- Segmentierungsplan
- Informationen zum Kabel
 - Kabellänge zwischen zwei Teilnehmer
 - Kabel-Typ des verwendeten Kabels (in Kabelliste vorhanden?)
 - Medium muss notiert sein

Weiterführende Informationen sollten aus Gründen der Übersichtlichkeit separat im Anhang zur Topologie aufbewahrt werden.

- Informationen über Produkte
 - Hersteller
 - Laufende Nummer der Geräte
 - Modell- / Typbezeichnung
 - Ersatzteile
 - Seriennummer
 - Bestellnummer
 - Versionsnummer
 - (alternative) Bezugsquelle
 - Referenzbild
 - Datenblätter aufbewahren
 - Funktion des Gerätes beschreiben
 - Zertifikate
 - Genutzte Software- bzw. Firmware-Stände dokumentieren
- Referenzmessung des Netzwerkes dokumentieren
 - Netzwerkauslastung im Normalbetrieb messen und dokumentieren
 - Stellen mit zu erwartenden EMV-Störungen markieren
 - Validierungsreport Physical-Layer (Wie sind die physikalischen Größen bei Inbetriebnahme?)
 - Validierungsreport Communication-Layer (Wie sieht die Daten-Modulierung aus?)

- Validierungsreport Ex-Bereich (Welche Geräte sind im Ex-Bereich eingesetzt?
Sind diese zertifiziert?)
- Gibt es Verzögerungszeiten? Wie lange dauert die Verzögerung?
- Informationen für den Fehlerfall
 - Liste zur Fehlerlokalisierung
 - Beschreibung der eingebauten Diagnosesysteme
 - Zeichnungen und Diagramme
 - Kontaktdaten zur weiteren Hilfe (Hotline / Support)
 - Wer hat die Verantwortlichkeit für die Anlage(nteile)?

Für PROFIBUS-Netzwerke folgende Informationen notwendig:

- Wo sind Abschlusswiderstände eingeschaltet?
- Wo befinden sich Diagnosestecker?
- Geräte-Adressen müssen im Plan an den Teilnehmern notiert sein
- Datenrate (Mbit/s) der Segmente notieren
- Welches Protokoll wird verwendet?
- GSD-Files gesichert? Welche GSD-Files sind verwendet?

6.3.2 Vorschlag einer Vorwärtsdokumentation bei PROFIBUS

Dieses Kapitel soll zur Unterstützung der kompakten Informationen aus dem Kapitel 6.3.1 dienen. Dazu werden die einzelnen Schritte einer Vorwärtsdokumentation textuell erörtert und die Schwierigkeiten beschrieben.

Eine Netzwerkdokumentation besitzt häufig mehr als eine Zielgruppe (Montage, Revision, Betreiber, Fehlersuche, Auditierung). Jedoch kann vereinfacht in zwei Interessensbereiche getrennt werden (vergleiche Abbildung 6-3).

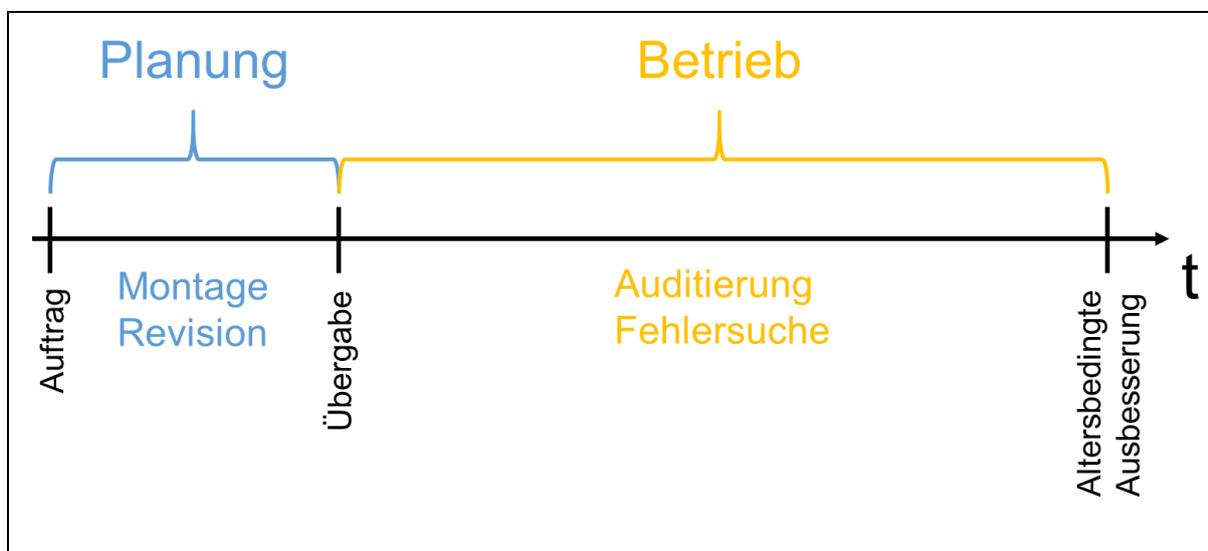


Abbildung 6-3: Interessen im Lifecycle einer Anlage

Da die Montage sowie die Revision meist Stromlaufpläne zur Hilfe nehmen, ist die hauptsächliche Zielgruppe der Netzwerkdokumentation der Betreiber einer Anlage.

Der nächste Schritt legt fest in welchem Format die Netzwerkdokumentation erstellt wird. Es muss klargestellt sein, ob gedruckte Pläne ausgelegt oder die Dokumentation digital erfolgen soll. Bedenken Sie dabei den Zugriffsschutz auf sensible Daten. Digitale Pläne müssen in ein Datei-Format abgespeichert werden, bei dem der Zugriff (lesend und schreibend) und die Lesbarkeit sowie die Integrität der Daten gewährleistet wird. Bitte beachten Sie die Aufbewahrungsdauer. Über diese Zeit muss die Dokumentation zur Verfügung stehen.

Weiterhin müssen die Verantwortlichkeiten für die Erstellung sowie für die Verwaltung der Dokumentation im Betrieb festgesetzt sein. Bei größeren Unternehmen oder Anlagen ist es erforderlich die Verantwortlichen für die betroffene Anlage oder Anlagenteile einzuholen.

Der Anfang einer Vorwärtsdokumentation bildet das Deckblatt. Dieses sollte alle identifizierenden Informationen (Anlage, Ersteller, Verantwortlichkeit) bereitstellen. Die Information zur Revision (Index, Datum) ermöglichen mit dem Versionsstand die eindeutige Bestimmung der Aktualität. Darüber hinaus ist es sinnvoll den Status aufzuführen. Der Ersteller der Dokumentation muss für Rückfragen eindeutig identifizierbar sein.

Es ist ein Inhaltsverzeichnis zu erstellen. Dieses sollte nach dem Deckblatt folgen. Je genauer das Inhaltsverzeichnis gestaltet ist, desto gezielter kann auf die Informationen zugegriffen werden.

Beginnen Sie mit dem Topologie-Plan. Eine Vorlage der Architektur oder eines R&I-Diagramms ist hilfreich. Hier sind alle notwendigen Netzwerkteilnehmer einzuzichnen und fortlaufend zu nummerieren. Vergeben Sie einen eindeutigen Gerätenamen. Der Name setzt sich aus dem Typ oder der Funktion des Teilnehmers zusammen und sollte durch einen Hinweis der Lokalisierung (Gebäude / -teil, Räumlichkeit) ergänzt werden. Eine Höhenangabe ist bei hohen Hallen sinnvoll (z. B. Hochregallager). Neben dem Gerätenamen müssen die Geräte-Adresse sowie der Zustand des Abschlusswiderstandes (ein oder aus) eines jeden Gerätes eingetragen sein. Zu jedem Segment ist die Übertragungsgeschwindigkeit (kbit/s oder Mbit/s) zu dokumentieren.

Es folgt die Verbindung aller Netzwerkteilnehmer. Zeichnen Sie alle Verbindungen in der richtigen Reihenfolge ein. Die Steckverbindung am Gerät ist durch Angabe des Ports des Teilnehmers eindeutig im Plan einzutragen. Es ist sinnvoll jede Verbindung eindeutig zu benennen (Kabelliste vorhanden?) und die verlegte Kabellänge (Ist-Länge) zu notieren.

Alle weiterführenden Informationen sollten sich im Anhang zu der Übersicht befinden, damit die Übersicht bleibt, was sie ist, und zwar übersichtlich. Es bietet sich eine tabellarische Auflistung aller Informationen im Anhang geordnet nach Kategorien (Produkte, Kabel) an.

Jeder Netzwerkteilnehmer sollte durch die in Tabelle 6-8 aufgeführten Informationen näher spezifiziert werden. Darüber hinaus ist es erforderlich die genutzten GSD-Dateien abzuspeichern. Zusätzlich sind alle Datenblätter und Zertifikate aufzubewahren. Es ist hilfreich eine Funktionsbeschreibung des Gerätes abzulegen. Defekte Geräte können durch eine exakte Auflistung der Informationen schnell ausgetauscht werden. Es empfiehlt sich neben den Informationen aus Tabelle 6-8 die Seriennummer, (alternative) Bezugsquellen und ein jeweiliges Bild des Teilnehmers in der Dokumentation aufzubewahren.

Erweitern Sie die Netzwerkdokumentation um die Kalkulation der Netzwerkauslastung sowie die Messung dieser in den einzelnen Segmenten. Darüber hinaus sind Verzögerungszeiten in der Datenkommunikation während der Inbetriebnahme zu notieren. Ebenfalls sind EMV-gefährdete Bereiche zu markieren. Hilfreich ist je ein Validierungsreport zum Physical-Layer und Communication-Layer. Aus diesen soll hervorgehen, ob und in wieweit die physikalischen (Strom, Spannung) und kommunikationstechnischen (Flankenanstiegszeit, Flankenabfallzeit) Vorgaben zum PROFIBUS von der Anlage ursprünglich eingehalten wurden. Bei Bedarf ist ein Validierungsreport zum Ex-Bereich oder entsprechende Zertifikate anzufertigen.

Dokumentieren Sie die eingebauten Diagnosesysteme (Diagnosestecker) und die Kontaktdaten zur weiteren Hilfe wie Fachverantwortliche, -berater oder Hotline und Support.

Tabelle 6-8: Zusätzliche Informationen zu den Geräten in der Topologie

Nr.	Gerätename	Hersteller	Modell / Typ	HW-Version	Firmware	Seriennummer
1	HMI+HA1_1	Hersteller 1	HMI 17	1.3	1.3.1	ABC-12345
2	SPS+HA1_1	Hersteller 2	SPS 5	2.0	2.2	1920-1812-8212-0

6.3.3 Beispiel einer Vorwärtsdokumentation PROFIBUS

Tabelle 6-9 zeigt die Vorüberlegungen.

Tabelle 6-9: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Vorüberlegung

Zielgruppe	Betreiber, Fachkenntnisse vorhanden, Fachsprache ok	
Zielland / Zielsprache	Deutschland / deutsch	
Art der Ausgabe	Print, Pläne zentral verwalten, Zugriff nur durch Gegenzeichnen	
Anzahl der Ausgaben	3 (1 Planung, 1 Betreiber, 1 Sicherung extern)	
Zeitraum der Verfügbarkeit	12 Jahre, durch drei gedruckte Pläne an verschiedenen Orten sichergestellt	
Verantwortlichkeiten	Erstellung	Firma A, Herr Mustermann
	Verwaltung	Firma Betreiber, Frau Musterfrau
	Anlage	Frau Meier (Verwaltung) Herr Schmidt (Halle 1) Frau Schulze (Halle 2)

Abbildung 6-4 zeigt beispielhaft ein mögliches Deckblatt.

<h1 style="margin: 0;">Netzwerkdokumentation</h1> <h2 style="margin: 0;">PROFIBUS</h2>																							
Anlage: ID-Nr.: Ausgabedatum: Status:	Anlagenteile in Halle 1 2508 25.08.2016 Freigabe	Revision:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Index</th> <th style="width: 15%;">Datum</th> <th style="width: 15%;">Bearb.</th> <th style="width: 15%;">Geprüft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Index	Datum	Bearb.	Geprüft	1				2				3				4			
Index	Datum	Bearb.	Geprüft																				
1																							
2																							
3																							
4																							
Kunde:		Kunde GmbH Kundengasse 2 56723 Mühlhausen																					
Erstellt von:		Musterfirma Musterstraße 12 123456 Musterstadt	Verantwortlicher Autor: Hr. M. Mustermann																				

Abbildung 6-4: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Deckblatt

Die Informationen des Deckblattes sollen auf allen weiteren Seiten ebenfalls vorhanden sein. Dazu eignet sich ein Schrifffeld auf jeder Seite. Dieses ist unten rechts anzubringen und beinhaltet alle relevanten Informationen über das Dokument. Tabelle 6-10 fasst die 15 wichtigsten Informationen tabellarisch zusammen. Tabelle 6-11 zeigt den Aufbau des Schrifffeldes nach [ISO 7200] und Tabelle 6-12 zeigt ein Beispiel für das Schrifffeld, wie es im Folgenden auf den Seiten unten rechts durch einen grauen Kasten angedeutet wird.

Tabelle 6-10: Informationen im Schriftfeld nach [ISO 7200]

Nummer	Datenfeld
1	Gesetzlicher Eigentümer des Dokumentes
2	Titel
3	Zusätzlicher Titel
4	Referenznummer
5	Änderungsindex
6	Ausgabedatum der ersten Ausgabe des Dokumentes
7	Sprache
8	Seiten- / Blattzahl
9	Dokumentenart
10	Status des Dokumentes
11	Verantwortliche Abteilung
12	Technische Referenz (Ansprechpartner mit nötigen Kenntnissen)
13	Name des Erstellers
14	Name der genehmigenden Person
15	Klassifikation / Schlüsselwörter

Tabelle 6-11: Vorschlag für das Schriftfeld nach [ISO 7200]

Verantwortl. Abtlg. (11)	Technische Referenz (12)	Erstellt durch (13)	Genehmigt von (14)			(15)
(1)		Dokumentenart (9)		Dokumentenstatus (10)		
		Titel, Zusätzlicher Titel (2), (3)		(4)		
		Änd. (5)	Ausgabedatum (6)	Spr. (7)	Blatt (8)	

Tabelle 6-12: Tabelle 5: Beispiel für das Schriftfeld nach [ISO 7200]

Verantwortl. Abtlg. Plan 2	Technische Referenz Fr. N. Meier	Erstellt durch Hr. M. Mustermann	Genehmigt von Hr. K. Schmidt			
Musterfirma		Dokumentenart Netzwerkdokumentation		Dokumentenstatus Freigegeben		
		Titel, Zusätzlicher Titel PROFIBUS Anlagenteile Halle 1		2508		
		Änd. A	Ausgabedatum 25.08.2016	Spr. De	Blatt 1/5	

Abbildung 6-5 zeigt die zu automatisierende Anlage. Sie besteht aus drei Anlagenteilen in Halle 1 (Verantwortung: Herr Schmidt (0123 – 45678910); Abteilung Plan 2). In der Halle ist bereits ein Schaltschrank eingeplant, sodass dieser auf der Zeichnung durch eine Punkt-Strich-Linie zu erkennen ist.

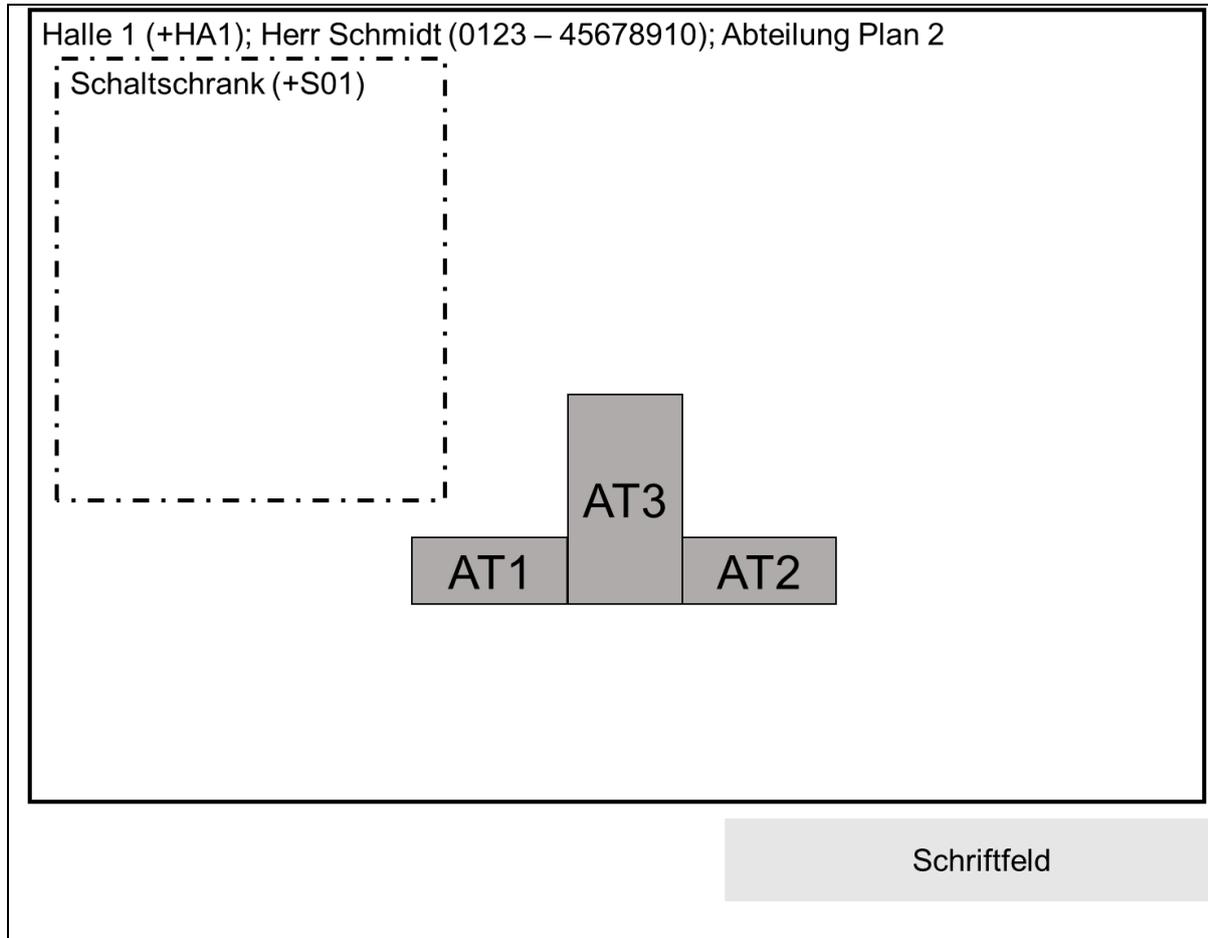


Abbildung 6-5: Beispiel Vorwärtsdokumentation Automatisierung von drei Anlagenteilen

Abbildung 6-6 zeigt die gesetzten Automatisierungsgeräte sowie die benötigte Netzwerkinfrastruktur. Neben einer SPS und drei Remote-IOs sind ebenfalls ein Switch zum Verbinden der Netzwerkteilnehmer sowie ein HMI (Human Machine Interface) zum Visualisieren des Prozesses verbaut.

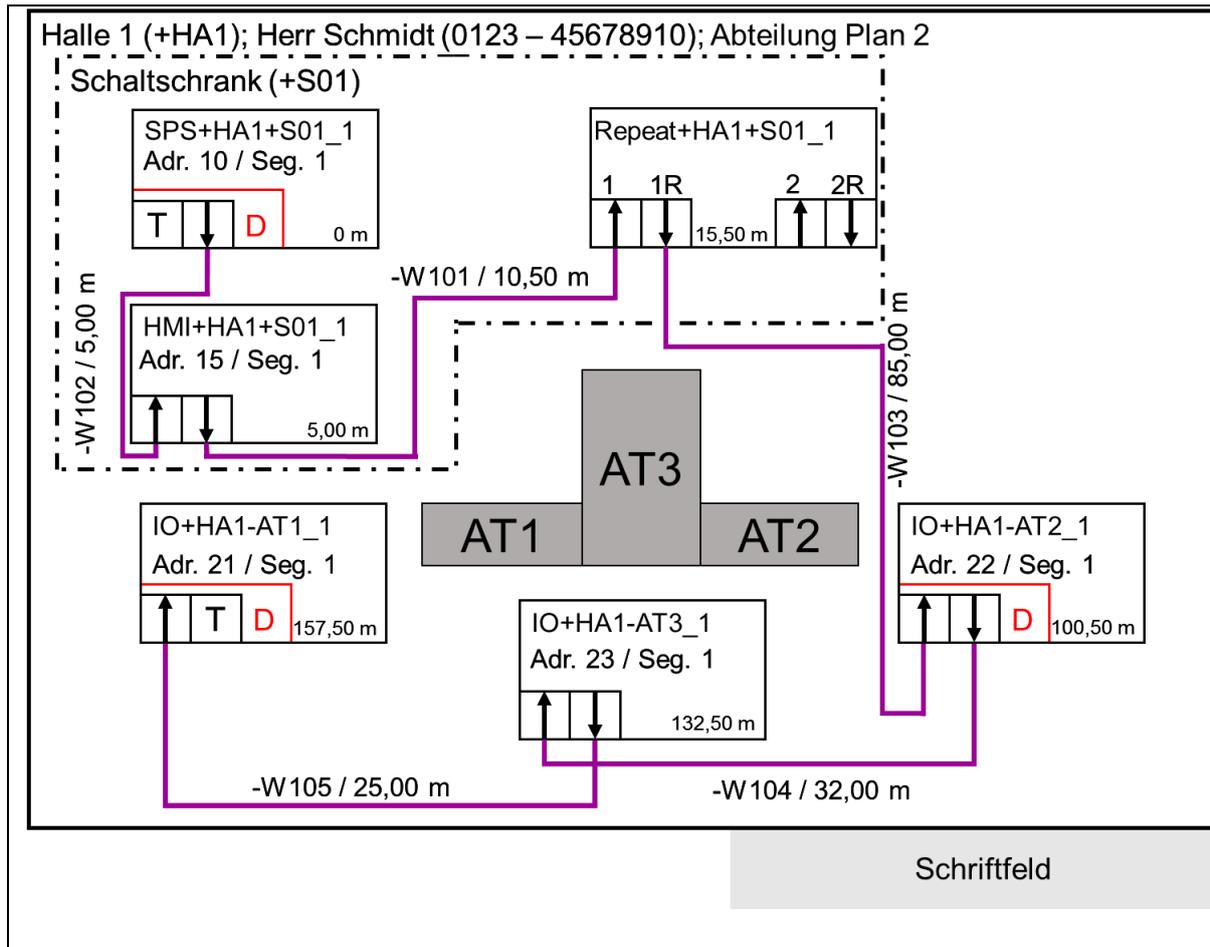


Abbildung 6-6: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Topologie-Plan (physikalisch)

Tabelle 6-13 fasst die weiterführenden Informationen zu den Automatisierungsgeräten und weiteren Netzwerkteilnehmern auf. Tabelle 6-14 ist eine Erweiterung um Informationen für die Wiederbeschaffung. Tabelle 6-15 fasst die wichtigsten Informationen über die Kabel zusammen. Eine Erweiterung der Kabelliste ist in Tabelle 6-16 dargestellt.

Tabelle 6-13: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS zusätzliche Geräteinformationen

Nr.	Gerätename	Adresse	Segment	Firmware	GSD gesichert?	Port	Kabel	Gerät
1	SPS+HA1+S01_1	10	1	2.2	10.5, Server am 31.08.2016	IN	T	-
						OUT	-W102	HMI+HA1+S01_1
2	HMI+HA1+S01_1	15	1	2.1	8.4, Server am 02.09.2016	IN	-W102	SPS+HA1+S01_1
						OUT	-W101	Repeat+HA1+S01_1
3	Repeat+HA1+S01_1		1	1.3.1	1.1, Server am 02.09.2016	1 IN	-W101	HMI+HA1+S01_1
						1R OUT	-W103	IO+HA1-AT2_1
						2 IN	-	-
						2R OUT	-	-
4	IO+HA1-AT1_1	21	1	2.5	1.3, Server am 02.09.2016	IN	-W105	IO+HA1-AT3_1
						OUT	T	-
5	IO+HA1-AT2_1	22	1	2.5	1.3, Server am 02.09.2016	IN	-W103	Repeat+HA1+S01_1
						OUT	-W104	IO+HA1-AT3_1

Anhang

6	IO+HA1-AT3_1	23	1	2.5	1.3, am 02.09.2016	Server	IN	-W104	IO+HA1-AT2_1
							OUT	-W105	IO+HA1-AT1_1

Tabelle 6-14: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS erweiterte Geräteinformationen

Nr.	Gerätename	Hersteller	Modell	HW- / FW-Version	Seriennummer	(alternative) Bezugsquelle Bestellnummer
1	SPS+HA1+S01_1	Hersteller 1	SPS 5	2.0 / 2.1	1920-1812-8212-0	Anbieter x 1855215
2	HMI+HA1+S01_1	Hersteller 1	HMI 17	2.5 / 2.5.1	1231-3017-0111-5	Anbieter x 6532978
3	Repeat+HA1+S01_1	Hersteller 2	Repeater 2	1.3 / 1.3	ABC-12345	Anbieter x 1582649
4	IO+HA1-AT1_1	Hersteller 3	IO S2	2.0 / 2.2	14-93-15	Anbieter x 4561286

Anhang

5	IO+HA1-AT2_1	Hersteller 3	IO S2	2.0 / 2.2	14-93-15	Anbieter x 4561286
6	IO+HA1-AT3_1	Hersteller 3	IO S2	2.0 / 2.2	14-93-15	Anbieter x 4561286

Tabelle 6-15: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Kabelliste

Name	Verbindung	Anschluss 1		Anschluss 2		Ist-Länge / m	Medium	Typ / Art
		Gerät	Port	Gerät	Port			
-W101	Sub-D	HMI+HA1+S01_1	OUT	Repeat+HA1+S01_1	1 IN	10,50	Cu	A
-W102	Sub-D	SPS+HA1+S01_1	OUT	HMI+HA1+S01_1	IN	5,00	Cu	A
-W103	Sub-D	Repeat+HA1+S01_1	1R OUT	IO+HA1-AT2	IN	85,00	Cu	A
-W104	M12	IO+HA1-AT2_1	OUT	IO+HA1-AT3	IN	32,00	Cu	A
-W105	M12	IO+HA1-AT3_1	OUT	IO+HA1-AT1	IN	25,00	Cu	A

Tabelle 6-16: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Erweiterung der Kabelliste

Name	Leitung		Steckverbindung	
	Hersteller	Bestellnummer	Hersteller	Bestellnummer
-W101	Hersteller A	PBK1050A	Hersteller A	PBS3
-W102	Hersteller A	PBK1050A	Hersteller A	PBS3
-W103	Hersteller A	PBK1050A	Hersteller A	PBS3
-W104	Hersteller A	PBK1050A	Hersteller B	M12PB5
-W105	Hersteller A	PBK1050A	Hersteller B	M12PB5

Notieren Sie übersichtlich den Normalbetrieb der Anlage (vergleiche Abbildung 6-7). Ausführliche Checklisten zur Sichtprüfung, Montageabnahmemessung und Inbetriebnahme sind in der PROFIBUS-Inbetriebnahmerichtlinie [PBI2019] im Anhang aufgeführt.

Abbildung 6-8 zeigt eine mögliche Markierung des Diagnosezugangs auf.

Segment: ____		
Protokoll: DP-V____		
Eingestellte Übertragungsgeschwindigkeit: _____ kbit/s		
EMV-Störungen zu erwarten?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ja, wo: _____

Verzögerungen in der Kommunikation?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> Ja:
Sichtprüfung?	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
Abnahmemessung?	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
Projektierung?	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
Adresseinstellung?	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
Prüfung Signaleingänge	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
Prüfung Signalausgänge	<input type="checkbox"/> i. O.	<input type="checkbox"/> n. i. O.
		Schriftfeld

Abbildung 6-7: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Informationen im Fehlerfall

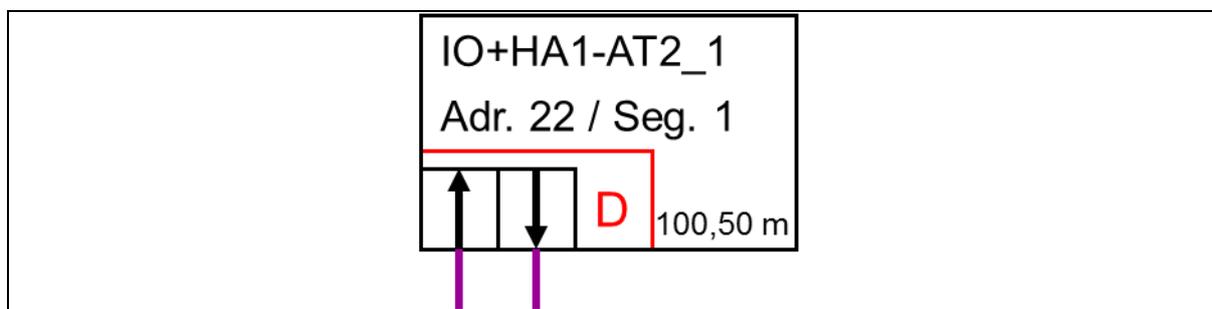


Abbildung 6-8: Beispiel Vorwärtsdokumentation PROFIBUS Beispiel Diagnosezugang

Bewahren Sie alle Datenblätter und Handbücher der verwendeten Geräte auf. Erstellen Sie darüber hinaus eine eigene Funktionsbeschreibung der Anlage, um ein schnelles Einarbeiten zu gewährleisten.

6.3.4 Schwierigkeiten der Vorwärtsdokumentation im Produktlebenszyklus

Bereits bei der Montage oder Inbetriebnahme treten häufig Abweichungen auf. Diese sollten in einer Revision beseitigt werden. Durch die vielen manuellen Eingriffe durch verschiedene Mitarbeiter entsteht jedoch ein hohes Fehlerrisiko. Nach der Übergabe an den Betreiber verschwinden meist die Verantwortung und das Wissen einer guten Netzwerkdokumentation. Mitarbeiter versuchen im Fehlerfall die Fehler selbst zu beheben. Dabei gehen kleinste Änderungen der Anlage jedoch verloren, da sie häufig im Affekt geschehen.

Eine Vorwärtsdokumentation weist im Lebenszyklus einer Anlage viele Eintragungen auf. Diese verringern die Qualität der Netzwerkdokumentation. Die Netzwerkdokumentation wird unübersichtlich, schwer verständlich oder fehlerhaft. Oftmals fehlt es an aktuellen Netzwerkdokumentationen, der Zugang ist verwehrt oder die Dokumentationen fehlen.

Aufgrund dieser Nachteile ist im Betrieb von einer Vorwärtsdokumentation abzusehen. Es ist für den Einsatz der Fehlersuche sinnvoller eine aktuelle Netzwerkdokumentation vor Ort zu erstellen. Die zeitlichen Kapazitäten können dadurch durch eine standardisierte Rückwärtsdokumentation minimiert werden.

7 Begriffe / Definitionen

Abschlusswiderstand

IEC 61158-2: Ein Widerstand, der Aderpaare am Ende des Kabels verbindet, um Reflektionen, die an den Kabelenden auftreten, zu vermeiden. Idealerweise sollte er so groß sein, wie der Wellenwiderstand des Kabels.

Adresse (Stationsadresse)

Beim PROFIBUS die Adresse eines Kommunikations-Teilnehmers (Master oder Slave). Der zulässige Adressbereich ist 0 bis 127, mit

- 126 bestimmt für den Gebrauch der voreingestellten Adressierung eines neuen Slaves
- 127 bestimmt für das Senden von Broadcast-Nachrichten an alle PROFIBUS-Teilnehmer.

Das höchstwertige Bit der Adresse wird benutzt, um ein Datentelegramm ohne DSAP (Destination Service Access Point = NIL) oder SSAP (Source Service Access Point) im Adressfeld zu übertragen.

Antrieb

Ein Antrieb ist eine elektronische Leistungsbaugruppe, welche genutzt wird, um die Geschwindigkeit, das Drehmoment, die Position etc. von einem Wechselstrom- oder Gleichstrommotor zu steuern.

Die PI unterstützt zwei Applikations-Profile für Antriebe.

Buszyklus

Für die Berechnung von Buszyklus- und System-Reaktionszeiten sind folgende Zeiten definiert:

Asynchrone Kommunikation

- Token transfer Period (T_{TP})
- Message transfer Period (T_{MP})
- System reaction time (T_{SR})
- Isochronous cycle time (T_{CT})

Weitere Details und Berechnungsformeln siehe IEC 61158-4

Data Link Service Access Point (DLSAP)

IEC 61158-3: Ein Data Link Service Access Point bezeichnet den Kommunikationszugangspunkt für eine Datenverbindung.

Daten

IEC-Vokabeln: Rückinterpretierbare Darstellung von Informationen in einer formalen Art, geeignet für Kommunikation, Interpretation oder automatisierte Prozesse.

Dezentrale Peripherie (DP)

Der Begriff „Dezentrale Peripherie“ und die Abkürzung „DP“ stehen für den einfachen, schnellen, zyklischen und deterministischen Austausch von Ein- /Ausgangsdaten zwischen einem Busmaster und seinen dazugehörenden Slaves.

Diagnose

Erkennung und Bestimmung der Ursache einer fehlerhaften oder unerwarteten Reaktion von einem PROFIBUS DP-Gerät. PROFIBUS stellt Hilfsmittel zur Verfügung, um digitale

Informationen in vom Menschen nutzbare Informationen mit hilfreichen Anweisungstexten oder Grafiken umzuwandeln.

DIN

Deutsches Institut für Normung (www.din.de)

DP-Master

IEC 61158-5: Innerhalb des PROFIBUS DP ein Feldbus-Gerät, das ein Master Klasse 1 oder Master Klasse 2 sein kann.

Ein Master Klasse 1 ist ein steuerndes Gerät, welches mehrere DP-Slaves steuert.

Anmerkung: Dieser ist normalerweise in einem programmierbaren Controller oder einen Prozess-Controller untergebracht

Ein Master Klasse 2 ist ein steuerndes Gerät, welches Konfigurationsdaten und Diagnose-daten verwaltet (z. B. Programmiergeräte).

DP-Slave

61158-5: Ein Feldgerät, das einem DP-Master Klasse 1 zugeordnet ist und zyklische Eingangs-/Ausgangsdatenaustausch liefert/erhält. Zusätzlich können azyklische Funktionen und Alarme übertragen werden.

Eigensicherheit (IS)

Eine Schutzart, in welcher ein Anteil des elektrischen Systems nur eigensichere Komponenten (Apparaturen, Stromkreise und Verdrahtung) enthält, welche in der umgebenden Atmosphäre nicht fähig sind eine Zündung zu erzeugen. Kein Einzelgerät oder keine Verdrahtung ist eigensicher von selbst (ausgenommen batterieversorgte Geräte wie Pager, Sender-Empfänger, Gasdetektoren, etc., welche speziell als eigensichere Geräte

entworfen wurden). Es ist nur eigensicher, wenn es für den Betrieb in eigensicheren Systemen dimensioniert ist. Diese Schutzart wird durch den Buchstaben „I“ gekennzeichnet.

EN (Europäische Norm)

Europäischer Standard/Norm anerkannt und angewandt von allen Europäischen Ländern. Viele der IEC-Standards wurden als EN-Norm übernommen.

Gefährdung

IEC 61508-4: Potentielle Gefahrenquelle. Der Begriff umfasst Gefahren für Personen, die innerhalb einer kurzen Zeit entstehen (z. B. Feuer und Explosionen) und außerdem solche, die einen Langzeiteffekt auf die Gesundheit einer Person haben (z. B. Abfälle von einer giftigen Substanz).

Glasfaser / Lichtwellenleiter

In industriellen Umgebungen kann es passieren, dass eine übliche Busphysik in Kupfer-technik durch Störungen zu Problemen führen kann. Dieses Problem kann durch den Einsatz von Glasfasertechnik (siehe auch „optische Übertragungstechnik“) gelöst werden.

Herstellerkennung

Die PI bietet eine Referenzliste im Internet, die die Herstellerkennung, den dazugehörigen Firmennamen und weitere nützliche Informationen enthält. Diese Liste ist teilweise koordiniert mit der Referenzliste der Hart Association.

IEC

Internationale elektrotechnische Kommission (Sitz in Genf, CH)

Inbetriebnahme

Der systematische Prozess um ein Feldbusnetzwerk, die angeschlossenen Geräte und die dazugehörigen Teile einer Maschine oder Anlage in Betrieb zu setzen. Die Schritte enthalten die Konfiguration, Parametrierung, Programmierung, Fehlersuche auf verschiedenen Systemstufen, wie PROFIBUS-Diagnosen, Systemdiagnosen, Programmbeobachtung usw. Die Projektierungssysteme führen zu diesen Schritten. Die Inbetriebnahme ist beendet, wenn das System entsprechend der Planung und den Anforderungen des Kunden arbeitet und wenn die Systemdokumentation fertiggestellt ist.

Kommunikation

Im Fall von PROFIBUS der elektronische Transfer von digitalen Daten von einem Netzwerkteilnehmer zu einem anderen.

Optische Übertragung

IEC 61158-2: Übertragungsphysik mit den folgenden Eigenschaften:

- Lichtwellenleiter hergestellt aus Quarz (Glas) oder Kunststoff
- Große Entfernungen, unabhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit
- Unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen
- Galvanische Trennung zwischen den verbundenen Stationen
- Stern, Ring, Linie und gemischte Verkabelungsstrukturen
- Verbindung zu elektrischen Netzwerksegmenten möglich
- Übertragungsgeschwindigkeiten: 9,6/ 19,2/ 45,45/ 93,75 / 187,5/ 500 kbit/s, 1,5/ 3/ 12 Mbit

Mögliche Lichtwellenleiter

- Multi-Mode-Glasfaser
- Single-Mode-Glasfaser
- Plastikfaser

- HCS-Faser

PROFIBUS

IEC 61784-1: Kommunikationsnetzwerk entsprechend der Kommunikationsprofilfamilie 3 (CPF 3), einschließlich Applikationsprofile und Systemintegrationsaspekte, wie Interfaces, Sprachen für Projektierungswerkzeuge und HMI.

PROFIBUS ist ein offenes, digitales Kommunikationssystem mit einem weiten Feld von Applikationen, besonders für Fabrik- und Prozessautomatisierung. PROFIBUS ist geeignet für schnelle, zeitkritische Applikationen und komplexe Kommunikationsvorgänge.

PROFIBUS-Kabel

Medium zur digitalen Datenübertragung, ausgeführt als Kupferkabel oder Lichtwellenleiterkabel

PROFIBUS-Komponenten

Bezeichnet alle Komponenten, aus denen ein PROFIBUS-Netzwerk besteht (z. B. Kabel, Steckverbinder, Master/Slave-Anschaltungen, Repeater, etc.)

PROFIBUS-MBP (PA)

Bezeichnet die Übertragungstechnik PROFIBUS Manchester coded & Bus powered. PROFIBUS-MBP (PA) wird für die synchrone Datenübertragung verwendet.

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PI)

PROFIBUS & PROFINET International hat die PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PI Germany) damit beauftragt Komitees (C), Arbeitsgruppen (WG) und Projektgruppen (PG) einzurichten, um den offenen und herstellerunabhängigen Standard PROFIBUS zu definieren und zu pflegen. Die PI wurde 1989 gegründet. Die PI ist eine nicht nach Gewinn strebende Organisation mit dem Hauptsitz in Karlsruhe, Deutschland. Mitglieder von PROFIBUS &

PROFINET International haben die Berechtigung sich an den Technischen Komitees und den Arbeitsgruppen der PI zu beteiligen. Ein Mitglied kann eine aktive Rolle in der Pflege und der Weiterentwicklung des PROFIBUS übernehmen. Dies garantiert die Offenheit und Herstellerunabhängigkeit der PROFIBUS-Technologie. Weitere Informationen finden sie unter <http://www.profibus.com/pi-organization>.

PROFIBUS PA

Steht für „PROFIBUS für Prozessautomatisierung“. Dies ist ein Applikationsprofil basierend auf PROFIBUS DP unabhängig von der Physik (RS485, optisch, MBP (PA)). Die Anforderungen für die kontinuierliche Herstellung werden innerhalb des Applikationsprofils „PA-Geräte“ abgedeckt.

RS485

Bezeichnet die Standardübertragungstechnik für den PROFIBUS, der mit einer Datenübertragungstechnik nach dem RS485-Standard arbeitet. PROFIBUS-RS485 wird für die asynchrone Datenübertragung verwendet.

RS485-IS

Bezeichnet eine PROFIBUS-Übertragungstechnik, die nach dem RS485-Standard arbeitet. IS steht dabei für Intrinsic Safety (Eigensicherheit). Die Technik ist damit in explosionsgefährdeten Bereichen einsetzbar.

PROFIBUS-Teilnehmer

Gerät, das über das PROFIBUS-Kabel mit anderen Geräten kommuniziert (Master, Slave)

PROFIsafe

Kommunikationstechnologie speziell angepasst an die Anforderungen von sicherheitsgerichteten, verteilter, diskreter und kontinuierlicher Herstellung.

Im Einsatzbereich von PROFIBUS wird „PROFIsafe“ für Applikationen des PROFIBUS in der Fabrik und Prozessautomatisierung zusammen mit der korrespondierenden PROFIsafe-Technologie für alle Übertragungstechniken (z. B. RS485, MBP (PA), optisch) genutzt.

Hinweis: Ein PROFIsafe-Slave muss so realisiert sein, dass er mit der IEC 61508 oder abgeleiteten Standards übereinstimmt. Die Implementierung einer sicheren Kommunikation ist nicht ausreichend für die funktionelle Sicherheit.

Die PI pflegt die folgenden „PROFIsafe“-Spezifikationen

- PROFIsafe – Profile for safety technology, Order Nr.: 3.092
- PROFIsafe Policy, Order Nr.: 2.282
- PROFIsafe – Requirements for Installation, Immunity and electrical safety, Order Nr.: 2.232
- PROFIsafe – Test Specification for safety related PROFIBUS DP-Slaves, Order Nr.: 2.242

Programmiergerät

Passend zur Größe der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) gibt es viele Arten von Programmiergeräten und / oder Software, die vom Hersteller vertrieben wird.

- Einzelbefehl-Programmiergeräte: Dieses Programmiergerät ist nützlich für kleine Änderungen in einem bestehenden Programm
- Spezifische Computerhardware und -software vom Hersteller für spezielle Programmiersprachen, wie „Ladder Logik“, enthalten spezielle Funktionen für die Automatisierungsapplikationen oder für die industrielle Umgebung. Diese Programmiergeräte werden zu Projektierungswerkzeugen erweitert und ermöglichen daher alle Inbetriebnahmeschritte.
- PC- kompatible Software, um einen normalen Standard-PC oder ein Notebook als Programmiergerät nutzen zu können. Um dieses System zu einem

Projektierungswerkzeug zu komplettieren wird spezielle Hardware benötigt, zum Beispiel ein PROFIBUS-Interface.

Schnittstelle

Genereller Begriff für jede Verbindung und Interaktion zwischen Hardware, Software und dem Benutzer.

8 Stichwortverzeichnis

Einfache PROFIBUS-Diagnose	18	Signalform PROFIBUS-RS 485	65
4-polige M12-Steckverbinder PROFIBUS-MBP	90	Typische Signalverläufe PROFIBUS-RS 485	65
5-polige M12-Steckverbinder PROFIBUS-RS 485	90	Überprüfung der Verkabelungsstruktur	52
9-polige Sub-D-Steckverbinder	82	Zu lange PROFIBUS-Kabel PROFIBUS-RS 485	65
Einführung	19	Inbetriebnahme / Abnahme	39
Handheldgeräte	20	Abnahmeprotokoll <i>Siehe Anhang</i>	
Lichtwellenleiter	21	Abnahmeprotokoll erstellen	49
Multimeter	81	Adresseinstellung überprüfen	45
PROFIBUS-Kabel MBP	91	Bus in Betrieb nehmen	41
Prüfen PROFIBUS-Kabel RS 485	83	PROFIBUS-Teilnehmer in Betrieb nehmen	46
Schleifenwiderstand PROFIBUS RS 485	82	Projektierung erstellen	41
Schleifenwiderstand PROFIBUS-MBP	90	Prüfen der Signalausgänge	48
Vielfach-Messgerät	81	Prüfen der Signaleingänge	47
Zähler und Diagnosepuffer	24	Lichtwellenleiter	21
Fehlersuche	50	Abnahmemessungen	37
Busmonitor	54	Dämpfungsmessung	21
Einführung	51	Einfügemessverfahren	21
Fehlerhafter Busabschluss	67	Messergebnisse Dämpfungsmessung	38
Nicht angeschlossene PROFIBUS-Stecker	66	Notwendigkeit der Abnahmemessungen	37
Oszilloskop-Messhilfsmittel	59	Pegelbudget	22
Oszilloskopmessungen	58	Montageabnahme	26
Oszilloskopmessungen PROFIBUS-MBP	70	Abnahmemessungen Lichtwellenleiter	38
Oszilloskopmessungen PROFIBUS-RS 485	60	Abnahmemessungen PROFIBUS-MBP	36
Oszilloskop-Technische Voraussetzungen	58	Abnahmemessung PROFIBUS-RS 485	31
Signalform PROFIBUS-MBP	71	Sichtprüfung	28

Adressen

PROFIBUS Competence Center

Die PI Competence Center (PICC) sind Ansprechpartner bei Problemen mit dem PROFIBUS. In den PI Competence Centern sitzen Spezialisten, die Ihnen bei Problemen mit dem PROFIBUS weiterhelfen. Außerdem führen die PI Competence Center Schulungen durch und entwickeln neue Komponenten für den PROFIBUS. PI Competence Center finden Sie in vielen Ländern der Welt. Die aktuellen Adressen finden Sie im Internet unter www.profibus.com im Bereich Support.

© Copyright by:

PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)
PROFIBUS & PROFINET International (PI)
Haid-und-Neu-Str. 7 • 76131 Karlsruhe • Germany
Phone +49 721 986197 0 • Fax +49 721 986197 0
E-mail info@profibus.com
www.profibus.com • www.profinet.com

KHN