

etz

Elektrotechnik + Automation

Fehlersuche in kupferbasierten Profibus-DP-Netzen

Joachim Kurpat

Die Fehlersuche in kupferbasierten Profibus-DP-Netzen ist eine komplexe und zeitintensive Aufgabe, die ohne intelligente Test-Tools kaum zu bewältigen ist. Besonders bei sporadisch ausfallenden Anlagen, kann sich eine Fehlersuche ohne Hilfsmittel wochenlang hinziehen. Die Erfahrung bisher zeigt dass fast alle Probleme durch Installationsfehler verursacht werden, die mit herkömmlichen Mitteln nur sehr schwer zu lokalisieren sind. Abhilfe schafft ein intelligentes Test-Tool.

Profibus ist von der physikalischen Seite her gesehen ein RS-485-Zweidrahtbus (halbduplex), welcher mit aktiven Abschlusswiderständen an beiden Enden terminiert wird. Aktiv heißt, dass die Abschlusswiderstände mit +5 V vorgespannt werden, was die Stömpfindlichkeit deutlich verringert. Ein typisches Profibussegment besteht aus den in Bild 1 dargestellten Komponenten.

Die wichtigsten Installationsvorschriften sind:

- Zu verwenden ist Kabeltyp A: Wellenwiderstand 150 Ω, Aderquerschnitt $\geq 0,34 \text{ mm}^2$ (Kabeltyp B mit 110 Ω Wellenwiderstand ist veraltet und sollte nicht mehr verwendet werden),
- maximal 32 Teilnehmer pro Segment, weitere Segmente sind über Repeater anzuschließen,
- die Schirmung ist beidseitig aufzulegen und
- bei größeren Anlagen sind niederohmige Potenzialausgleichschienen zu verwenden.

Des Weiteren sind Abstände zu energieführenden- und hochfrequenten Leitungen sowie die maximale Segmentlänge

ohne Repeater zu beachten, die von der verwendeten Baudrate in Tabelle 1 abhängig ist. Weitere Details sind der Installationsvorschrift der Profibus-Nutzerorganisation PNO zu entnehmen.

Am Markt steht eine breite Palette von Installationsprodukten, wie Stecker, Kabeltypen, Buserminals, T-Stücke, Repeater, Installationswerkzeuge usw., zur Verfügung. Die bei der Installation durchzuführenden Arbeiten bestehen hauptsächlich aus der Konfektionierung des Kabels und dem Anschluss an die verwendeten

9,6 kbit/s	1 200 m
19,2 kbit/s	1 200 m
45,45 kbit/s	1 200 m
93,75 kbit/s	1 200 m
187,5 kbit/s	1 000 m
500 kbit/s	400 m
1,5 Mbit/s	200 m
3,0 Mbit/s	100 m
6,0 Mbit/s	100 m
12,0 Mbit/s	100 m

Tabelle 1. Zulässige Profibus-Segmentlängen

Profibusstecker über Schraub-, Feder- oder Schneidklemmtechnik. Auch der direkte Anschluss an z. B. gekapselte DP-Slaves über PG-Verschraubung und Klemmreihe ist üblich.

Diese Installationsart birgt sehr viele Fehlerquellen, die bei einer nachträglichen

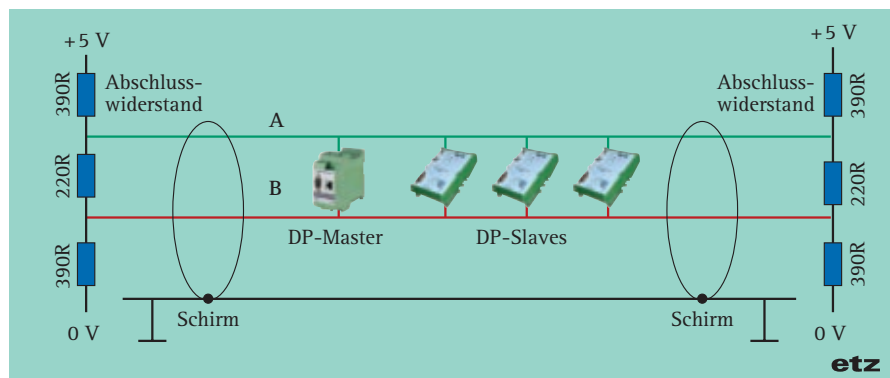


Bild 1. Typisches Profibus-Segment



Bild 2. NetTest II – ein intelligentes Test-Tool

chen Suche, z. B. unter Inbetriebnahmebedingungen an der kompletten Anlage, sehr schwierig zu finden sind.

Abhilfe schafft da das Prüfgerät Net-Test II von Comsoft GmbH in Karlsruhe (Bild 2). Ohne größeren Aufwand lässt sich ein Profibus-Segment systematisch durchtesten, so dass die häufigsten Fehler schon vor der eigentlichen Inbetriebnahme gefunden und behoben werden können. Dabei spielt es keine Rolle, ob die DP-Slaves angeschlossen, abgeklemmt, bestromt oder unbestromt sind. Es muss lediglich dafür gesorgt werden, dass der aktive DP-Master, z. B. die SPS, vom Bus getrennt ist.

Hightech-Leitungsanalyse spürt Installationsfehler auf

Das Messgerät misst den Wellenwiderstand und die Länge des angeschlossenen Segments und untersucht hierbei die Leitung auf typische Installationsfehler

(Bild 3). Die Leitungsmessung erfolgt durch Anschluss am Anfang oder Ende eines jeden Profibus-DP-Segments in drei Schritten:

- **Test ohne Abschluss**

Alle Busabschlüsse müssen ausgeschaltet sein. Bei erfolgreich durchgeführtem Test erscheint im Display: „Kein Fehler, Kabel OK, Impedanz in Ω und die Kabellänge in m“.

- **Test mit einem Abschluss**

Der Busabschluss am entfernten Busende muss eingeschaltet und bestromt sein. Bei erfolgreich durchgeführtem Test erscheint im Display: "Kein Fehler, korrekte Terminierung".

- **Test mit zwei Abschlüssen**

Beide Busabschlüsse müssen eingeschaltet und bestromt sein. Wird der zweite Busabschluss über die SPS (aktiver Profibus-Master) bestromt, kann der im Lieferumfang enthaltenen Bustrenner zur Abtrennung der Signalleitungen verwendet werden. Bei erfolgreich durchgeführtem Test erscheint im Display: „Kein Fehler, korrekte Terminierung“.

Während der Messung kann das Gerät folgende Fehler erkennen und genau lokalisieren:

- Kurzschlüsse zwischen den Signalleitungen A-B mit Entfernungsangabe in m,
- Kurzschlüsse der Signalleitungen zwischen A oder B und dem Schirm mit Entfernungsangabe in m,
- Leitungs- oder Schirmbruch mit Entfernungsangabe in m,
- vertauschte Signalleitungen A-B,
- falsche oder fehlende Busabschlüsse,
- falsche Position der Busabschlüsse,
- unzulässige Leitungslänge,
- falscher Wellenwiderstand der Busleitung,

- falscher Kabeltyp mit Entfernungsangabe in m,
- Reflexionen,
- schlechte Sende- und Empfangspegel,
- unzulässige Stichleitung mit Entfernungsangabe in m.

Besonders fatal bezüglich sporadischer Fehler in einem Profibus-Netzwerk sind:

- Schirmbrüche,
- Stichleitungen,
- kapazitive Belastungen durch interne Entstörmaßnahmen des DP-Slaves,
- inhomogene Leitungssegmente und
- falsche oder nicht bestromte Abschlusswiderstände

Schirmbrüche sind wesentlich kritischer zu bewerten als Aderbrüche, weil sie sich nicht sofort auf die Funktionalität des Netzes auswirken und so nicht bemerkt werden. Auch eine ohmsche Messung zeigt meistens keinen Fehler an, weil die Bruchstelle des Schirms über die Erdung der Hutschienen elektrisch gebrückt wird, was aber keinesfalls das Problem der unzureichenden Schutzwirkung beseitigt, da der Schirm so nur einseitig aufgelegt ist. Das Messgerät decodiert den Schirmbruch sicher mit einer zusätzlichen Entfernungsangabe in m.

Über Stichleitungen in Profibussegmenten wurde schon viel diskutiert, im Wesentlichen darüber, ob sie erlaubt sind oder nicht. Die RS-485-Norm verbietet Stichleitungen generell, die Profibus-Norm ist nicht ganz so restriktiv. Sie verbietet „Branches = Verzweigungen“, lässt aber „Stubs = Stummel“ zu. Für solche kurzen Stichleitungen wird ein von der Baudrate abhängiger Kapazitätswert definiert, den die Summe aus den Einzelkapazitäten der Stichleitungen nicht überschreiten darf. Hieraus ergibt sich z. B. mit dem Kabeltyp A und bei einer Baudrate von 1,5 Mbit/s eine maximale Summenlänge aller im System befindlichen Stichleitungen von ca. 6 m. Hierbei ist zu beachten, dass jeder DP-Slave bereits ein sehr kurzes Stück Stichleitung (interne Verbindung vom Profibusstecker bis zum RS-485-Treiberbaustein) darstellt, deren Länge nicht bekannt ist, sich aber bei einer größeren Anzahl von Slaves (bis max. 32 pro Segment) addiert. Gerade bei höheren Baudraten muss dies unbedingt in die Berechnung der max. Stichleitungslänge als Schätzwert, z. B. ca. 1 cm bis 2 cm pro DP-Slave, mit einbezogen werden.

Zuverlässige Messtechnik – schnelle und präzise Analyse

Prinzipiell stellt jede zusätzliche Stichleitung ein potenzielles Risiko dar, da sie eine negative Reflexion auf der Busleitung verursacht, die die Datenübertra-

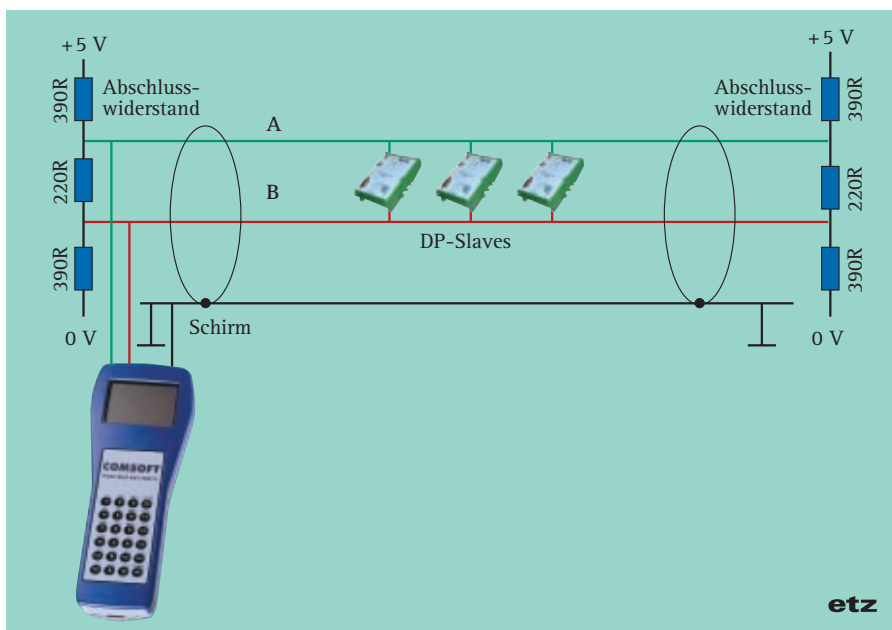


Bild 3. Anschluss des NetTest II an ein Profibus-DP-Netzwerk

gung verfälscht. Unter idealen Bedingungen, d. h. bei keiner oder nur sehr geringer EMV, funktioniert so ein Netzwerk einwandfrei. Aber bei Änderung der herrschenden EMV-Verhältnisse, z. B. nur durch die Erhöhung einer Antriebsleistung in der Anlage, kann dies sehr schnell zu sporadischen Störungen führen, besonders bei Baudraten ab 1,5 Mbit/s. Will man kein Risiko eingehen, vermeidet man Stichleitungen grundsätzlich oder entkoppelt sie über Repeater. Die hierfür anfallenden Mehrkosten stehen in absolut keinem Verhältnis zu einer teuren Fehlersuche an einer bereits laufenden Anlage.

Ältere DP-Slaves können integrierte Entstörmaßnahmen auf den Signaladern beinhalten. Diese Entstörmaßnahmen können entweder parallel zu den Signaladern geschaltete Kapazitäten oder Common Mode Chokes längs der Leitung sein. Derartige Entstörmaßnahmen sind heute nicht mehr zugelassen, solche DP-Slaves bekommen kein Profibuszertifikat von der PNO mehr. Die Entstörmaßnahmen verursachen – ähnlich wie die Stichleitung – negative Reflexionen und führen zur Datenverfälschung auf der Busleitung.

Inhomogene Leitungssegmente verursachen ähnliche Effekte wie Stichleitungen, da sie einen Impedanzwechsel auf der Profibus-Leitung darstellen, was zu negativen Reflexionen führt. Ein typisches Beispiel für inhomogene Leitungs-

segmente ist z. B. bei der Gebäudeautomatisierung die Verwendung von freien Telefonadern für Profibus-DP. Dies zwingt den Betreiber meistens zur Verringerung der Baudrate des Systems auf 9 600 bit/s oder 19 200 bit/s, da mit höheren Baudraten überhaupt keine vernünftige Datenübertragung mehr zu bewerkstelligen ist.

NetTest II decodiert jegliche kapazitive Belastungen der Profibusleitung, die eine negative Reflexion verursachen mit Entfernungsgabe in m. Fehlende Busabschlüsse an den Enden der Busleitung führen zu positiven Reflexionen und somit zur Datenverfälschung auf der Busleitung. Zu viele Busabschlüsse führen ebenfalls zu instabilen Netzwerken, da sie einerseits eine Signaldämpfung bewirken und andererseits zu zusätzlichen positiven Reflexionen führen. Dieser Fehler tritt besonders bei Verwendung von DP-Slaves in gekapselten Gehäusen mit Klemmreihenanschluss und Dip-Schaltern zur Aktivierung des Abschlusswiderstandes auf, da von außen nicht sichtbar ist, ob der Busabschluss aktiviert oder nicht aktiviert ist.

Nicht bestromte Busabschlüsse erhöhen ebenfalls empfindlich die Störanfälligkeit von Profibus-Netzwerken. Wenn sie zusätzlich zu den korrekt installierten Busabschlüssen wirken, stellen sie einen Quasi-Kurzschluss dar, der zur Signal-

```

*****
Messprotokoll über PROFIBUS-Verkabelung
*****
Testfirma
Name : Comsoft
Str. :
Ort :
Tel. :
Mail : http/www.
Bediener Name : User 1
*****
Kunde
Name : Customer 1
Str. : Customer 1 Straße
Ort : Customer 1 Ort
Tel. : Customer 1 Tel
Mail : Customer 1 Net
*****
Anlage      : Area 1
Name        : Segment 2
Eigene Profibus Adresse : 001
Anzahl 12Mbit/s-Stecker im Segment : 013
Anzahl Profibus-Geräte im Segment : 014
Baudrate    : 1,5 Mbaud
Slot Zeit   : 000300
Datum       : 06/03/01
Uhrzeit     : 10:54:21
*****
Analyse Ergebnis für Test ohne Abschluss
Analyse Ergebnis : Kein Fehler!
*****
Unregelmäßigkeit A<->B nicht feststellbar
Unregelmäßigkeit B<->Schirm nicht feststellbar
Unregelmäßigkeit A<->Schirm nicht feststellbar
Abzweig oder Impedanzwechsel nicht feststellbar
Kabelbruch nicht feststellbar

```

```

*****
Analyse Ergebnis für Test mit 1 Abschluss
Analyse Ergebnis : Kein Fehler!
*****
Unregelmäßigkeit B<->Schirm nicht feststellbar
Unregelmäßigkeit A<->Schirm nicht feststellbar
korrekte Terminierung
*****
Analyse Ergebnis für Test mit 2 Abschl.
Analyse Ergebnis : Kein Fehler!
*****
Unregelmäßigkeit B<->Schirm nicht feststellbar
Unregelmäßigkeit A<->Schirm nicht feststellbar
korrekte Terminierung
*****
Erkannte Slaves im Segment
PB Adr. : Pegel: Status: Ident.: [Name:]
-----
002    4,3 V OK    0xAAAA
003    4,9 V OK    0xF013
004    5,4 V OK    0x7510
005    4,6 V OK    0xAAAB
006    4,3 V OK    0x00C4
007    4,7 V OK    0x000C
008    5,0 V OK    0x9510
009    5,7 V OK    0x00C4
Sollwertbereich für Pegelmessung : 2,5 V<x<7,2 V
*****
Profibus Baudrate Erkennung
Baudrate: 1,5 Mbaud
Pegel : 6,0 V Status : OK
Sollwertbereich für Pegelmessung : 2,5 V<x<7,2 V
*****
Protokollende
Bediener Name      Kunde
-----

```

Bild 4. Messprotokoll



COMSOFT

wir schaffen Verbindungen.

www.comsoft.de

- PROFIBUS Test-Tools
NetTEST II zur hightech
PROFIBUS Leitungsanalyse
- PROFIBUS PC-Interfaces
für PCs und HP-Workstations
ISA/PCI/CompactPCI
- PROFIBUS Gateways
RS485/IEC 1158-2/Ethernet
zur schnellen Integration in Ihr
PROFIBUS-DP Netzwerk
- OPC Server
PROFIBUS DP/DPV1 mit
integriertem Konfigurations-Tool

Comsoft GmbH | Wachhausstr. 5a | 76227 Karlsruhe
Telefon 0721 - 94 97 - 0 | Telefax 0721 - 94 97 - 129
Internet www.comsoft.de | Email info@comsoft.de

dämpfung sowie zu positiven Reflexionen auf der Busleitung führt. Die Ursache für unbestromte Busabschlüsse kann z. B. ein vom DP-Slave abgezogener Stecker mit aktiviertem Abschlusswiderstand oder eine falsche Dip-Schaltereinstellung an gekapselten DP-Slaves sein.

Falsch konfigurierte Abschlusswiderstände sind die häufigste Ursache für nicht funktionierende oder sporadisch ausfallende Profibusnetzwerke.

Der Tester decodiert sicher jede nicht korrekte Konfiguration der Busabschlüsse und ermöglicht so eine rasche Einkreisung des Fehlers.

Hilfreiche Analysefunktionen

Über die Leitungsmessung hinaus generiert das Messgerät die Liveliste der betriebsbereiten DP-Slaves, zeigt deren Identnummer an und beurteilt den Sendepiegel der RS-485-Schnittstelle. Im laufenden Betrieb mit der SPS können Send- und Empfangspegel auf unzulässige Werte oder Reflexionen analysiert sowie die tatsächliche Baudrate angezeigt werden. Alle Ergebnisse werden in einem detaillierten Messprotokoll (Bild 4) festgehalten, das als Abnahmeprotokoll zur Übergabe der Anlage oder für Dokumentationszwecke dienen kann. Bis zu 20 detaillierte Messprotokolle können gespeichert und bei Bedarf – ohne zusätzliche Software – über einen Standard-PC ausgedruckt werden.

Einfach bedienbarer Inbetriebnahme-Modus

Mit der integrierten DP-Master-Funktionalität (DP-Mono-Master Klasse 1, bis 12 Mbit/s) ermöglicht NetTest II die mobile Inbetriebnahme von DP-Slaves. Ohne SPS kann das gesamte Profibus-Netzwerk in Betrieb genommen werden, d. h.,

die I/O-Daten der angeschlossenen DP-Slaves können visualisiert und modifiziert werden.

Der leicht bedienbare Inbetriebnahme-Modus ermöglicht es auch dem unerfahrenen Profibusnutzer die angeschlossenen DP-Slaves auf ihre Funktion zu prüfen. Das Gerät initialisiert und konfiguriert den ausgewählten DP-Slave und nimmt ihn in den zyklischen Betrieb auf. Durch die Definition von Daten-Tags für I/O-Daten mit unterschiedlichen Formaten (vom digitalen I/O-bit bis zum mehrstelligen Analogwert) wird der Zugriff auf die Prozessdaten der DP-Slaves stark vereinfacht. Die Profibus-Diagnosedaten werden detailliert in einer nach Norm aufgeschlüsselten Form Geräte-, Modul- und Kanal-spezifisch angezeigt. Ein effektives Austesten der angeschlossenen Sensorik/Aktorik wird somit ermöglicht.

Die einzelnen DP-Slaves können direkt mit dem Gerät konfiguriert werden. Darüber hinaus verfügt es über eine automatische DP-Slave-Identifikation/Konfiguration, so dass die entsprechende GSD-Datei des jeweiligen Herstellers nicht zwingend notwendig ist. Dies ist natürlich nur gültig für selbstkonfigurierende DP-Slaves, die aber heute die Regel sind. Das ist jedoch auch per PC mit Hilfe des im Lieferumfang enthaltenen Comsoft-Profibus-Konfigurators möglich. Unter Verwendung von GSD-Dateien kann hier bequem ein Profibusnetzwerk konfiguriert und mit dem mitgeliefertem Kabel über die COM-Schnittstelle zum Tester übertragen werden.

Der Experten-Modus ermöglicht – neben der zyklischen Inbetriebnahme der DP-Slaves – die gezielte Einzelausführung sämtlicher Profibus-DP-Dienste inklusive der Modifikation der zugehörigen



Bild 5. Kompletter Testkoffer mit Ladestation, Ersatzakku und diversen Adapterkabeln zum Anschluss von NetTest II an den PC und Profibus

Parameter. So kann z. B. an DP-Slaves ohne externe Einstellmöglichkeit der Profibusadresse diese sehr einfach über das Gerät eingestellt werden.

NetTest II (Bild 5) wird ständig weiterentwickelt. Die nächste Version wird erweiterte Analysefunktionen für Messungen am laufenden Bus enthalten. Hierzu gehören z. B. die Generierung von Fehlerstatistiken und die Online-Pegelmessung mit den angeschlossenen DP-Slaves. ■

Joachim Kurpat ist als Department Manager ICP verantwortlich für das Produktmanagement und den Vertrieb im Bereich Industrial Communication Products bei der Comsoft GmbH in Karlsruhe.
E-Mail: joachim.kurpat@comsoft.de



COMSOFT

www.comsoft.de

Comsoft GmbH

Wachhausstr. 5a
76227 Karlsruhe

Tel. 0721 - 94 97 - 0
Fax: 0721 - 94 97 - 129

Internet: www.comsoft.de
E-Mail: info@comsoft.de