

Profibus – Wartung und Instandhaltung von elektrischen Bauteilen

von **Norbert Weiß, Christian Sawatzki**

Profibus (Process Field Bus) ist heute ein Standard in der Feldbus-Kommunikation. In vielen Bereichen der Prozessautomatisierung wird der Profibus eingesetzt und trägt zum wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmen bei. Findet nun bei Service- und Wartungsintervallen auch der Profibus seine Berücksichtigung? Erscheint es überhaupt sinnvoll, elektronische Bauteile zu warten oder kann darauf verzichtet werden? Ist es das Risiko Wert, auf Grund einer evtl. eingesparten Wartung einen Anlagenstillstand zu riskieren? Eine Instandhaltungsstrategie unter Einbeziehung des Profibus wäre eine klügere und wirtschaftlichere Lösung. Dieser Beitrag beschreibt wesentliche Aspekte hierfür.

Profibus – service and maintenance

Profibus (Process Field Bus) is now a standard for fieldbus communication. The Profibus is used in many areas of process automation and contributes to the economic success of companies. Does Profibus now also need to be considered when determining service and maintenance intervals? Does it make any sense to maintain electronic components, or can these be ignored? Is it worth risking the entire system coming to a standstill because of a potential saving made on maintenance? A maintenance strategy that includes the Profibus would be a more intelligent and more economical solution. This article describes the key aspects of such a strategy.

In der Automatisierungstechnik verbindet der Profibus die Steuerung (Master) mit verschiedenen Komponenten der dezentralen Peripherie, Aktoren und Sensoren (Slaves). Die Kommunikation findet im Hochfrequenzbereich (800 kHz bei 1,5 Mbit/s) statt. Physikalische Eigenschaften des gesamten Kommunikationssystems sind kapazitiven und induktiven Einflüssen unterworfen. Gerade von Mitarbeitern der Instandhaltung werden Kenntnisse der verschiedensten Kommunikationssysteme verlangt, da mechanische, hydraulische, elektrische und EDV-Systeme oft eng verzahnt zusammenarbeiten. Die Übergänge sind fließend. Doch wie sieht es mit vermeintlich wartungsarmen Systemen wie zum Beispiel dem Profibus aus? Sind Überprüfungen hier notwendig? Wenn ja, was und warum sollte geprüft werden?

Die Hardwarekomponenten, Übertragungsmedien und Treiberbausteine eines Bussystems unterliegen einem kontinuierlichen Alterungsprozess. Derartige Veränderungen kön-

nen zu sporadischen Ausfällen führen. Es besteht immer die Gefahr, dass eine Maschine oder Anlage zum Stillstand kommt.

Während die Buskommunikation bei einem Qualitätswert > 3.000 noch stabil ist, kommt es im Bereich von 1.000 bis 3.000 schon zu Fehl- und Wiederholtelegrammen (**Bild 1**). Somit können sporadische Ausfälle in diesem Bereich vorkommen. Solange keine permanenten logischen Fehler auftreten, scheint der Profibus, von außen betrachtet, fehlerfrei zu kommunizieren. Es gibt keinerlei Ausfallmeldungen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Statusanzeige am Master wenig hilfreich ist, da diese erst beim Ausfall der Buskommunikation einen Fehler anzeigt.

Was kann überhaupt altern? Die Send- und Empfangstreiber der Teilnehmer können ihre Leistungsfähigkeit verlieren – Kondensatoren verändern ihre Kapazität, Lötstellen korrodieren, Kontakte oxidieren, Leiterplatten werden durch Whiskerbildung geschädigt usw. Wie jede andere elektrische Klemmstelle kann sich auch die des Profibus-

Systems lockern, korrodieren oder durch andere schädliche Außeneinwirkungen verschleißen. Sonneneinstrahlung führt u. a. dazu, dass Profibuskabel verspröden oder durch mechanische Beanspruchung sowie chemische Einwirkung beschädigt werden. Sind Leitungen oberflächlich betrachtet in Ordnung, ist es dennoch möglich, dass sich durch diverse Einflüsse der Wellenwiderstand (Impedanz) verändert. Dies führt zur Verschlechterung der Übertragungsqualität. Bis zu 80 % aller Fehler in einem Profibus-System haben physikalische Ursachen.

Ein digitales Feldbusssystem wie Profibus ist also nicht wartungsfrei. Daher gilt auch für Profibus die Aussage der VDI/VDE Richtlinie 2184 [1]: „Jede verschleißbehaftete Betrachtungseinheit innerhalb einer Maschine/Anlage benötigt eine Wartungs- und Instandhaltungsstrategie.“

Die Profibus Nutzer Organisation, kurz PNO, empfiehlt eine wiederkehrende Prüfung zur Aufdeckung von passiven Fehlern [2], d. h. versteckte, funktionshemmende Fehler, die sich in jeder Betrachtungseinheit befinden können. In der Regel ist eine jährliche Prüfung zum Beispiel im Zuge eines geplanten Anlagenstillstands oder einer Revision sinnvoll. Diese sollte die vier nachfolgend aufgeführten wesentlichen Punkte beinhalten:

1. Die visuelle Begutachtung von Verkabelung, Stecker und Schirmung

Hierbei können erste, offensichtliche Fehler erkannt und behoben werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte der Kabelverlegung geschenkt werden. Impedanzänderun-

gen durch beschädigte oder nicht fachgerecht verlegte Profibuskabel gehören neben unsachgemäß abgesetzten Kabelenden und mangelhaften oder gar fehlenden Schirmanschlüssen zu den häufigsten Störungsursachen.

2. Der Leitungstest

Messungen mit „normalen“ Multimetern sind in einem Hochfrequenznetzwerk nur sehr eingeschränkt aussagefähig. Kurzschlüsse oder der Schleifenwiderstand können gemessen werden. Sofern aber Kurzschlüsse, Schirmschlüsse, Leitungs- oder Schirmunterbrechungen genauer lokalisiert werden müssen, ist spezielles Mess-Equipment erforderlich. Darüber hinaus ermittelt der Leitungstester die Leitungslänge, die Leitungsimpedanz und mögliche unerwünschte Reflexionen. Vertauschte Adern, falsche Leitungstypen, fehlende Terminierung und Spannungsversorgungen der Teilnehmer werden ebenfalls erkannt.

So können Schwachstellen ermittelt werden, auf die während der Installationsphase üblicherweise kaum geachtet wird. Die Messung wird pro Segment jeweils am Anfang und am Ende durchgeführt. Hierdurch lassen sich Aussagen darüber treffen, ob und wo auftretende Fehler zu suchen sind. Ein abschließendes Messprotokoll dient als wichtige Information bei Folgeprüfungen, da Veränderungen ersichtlich sind. Eine Leitungsmessung erfolgt nur im Offlinemodus. Für die Instandhaltung bedeutet dies, dass Stillstandzeiten sehr genau mit der Produktionsplanung abzustimmen sind.

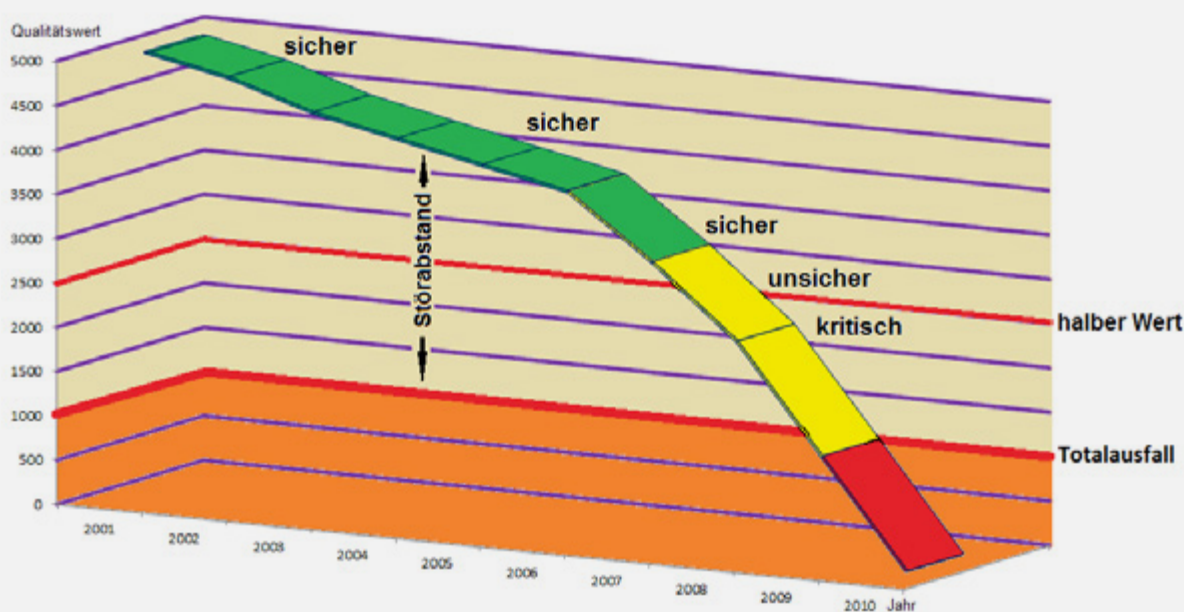


Bild 1: Möglicher Rückgang der Signalqualität im Laufe von 10 Jahren

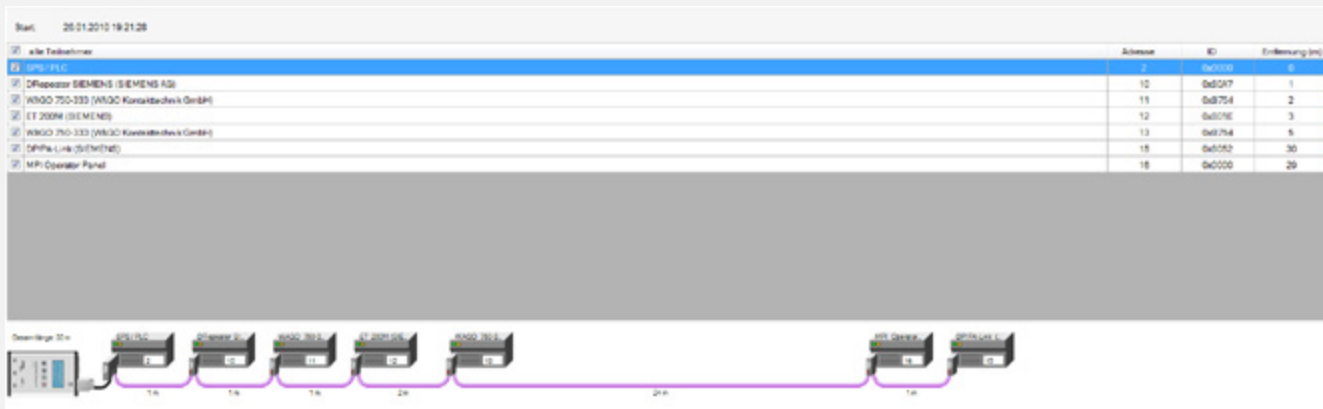


Bild 2: Bustopologie

3. Die Signaldiagnose

Profibus ist als Feldbussystem in industrietypischer EMV-belasteter Umgebung aufgrund seiner hohen Fehlertoleranz hervorragend geeignet. Zur Datenübertragung

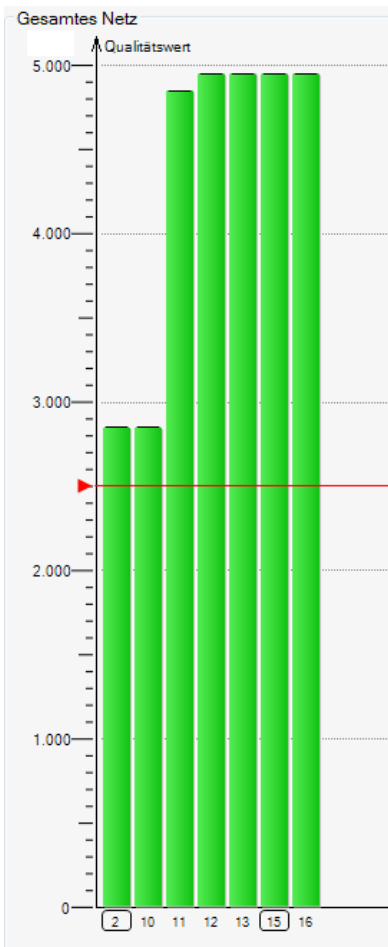


Bild 3: Qualitätswerte mit Slave Adresse

im Profibus-Netzwerk wird ein Differenzspannungssignal verwendet. Da induktive und kapazitive Störquellen sowohl auf die positive als auch auf die negative Flanke gleichermaßen einwirken, ändert sich die Spannungsdifferenz nicht. Nur differenzspannungsverringende Oberwellenanteile, sogenannte Unterschwinger, sind für die Qualitätsbestimmung relevant. Zur Bestimmung der Segmenttopologie (Bild 2) und Signalqualität (Bild 3) kommt ein spezielles auf den Profibus abgestimmtes Diagnosemessgerät zum Einsatz.

Zur Beurteilung der Ergebnisse dieser Messungen sollte ein Topologieplan des Profibus-Netzwerkes vorhanden sein. Dieser gehört zu

einer kompletten Elektrodokumentation. Der Topologieplan sollte schon im Zuge der Schaltplanerstellung generiert werden. Die anlagenseitige sowie schaltschrankinterne Verkabelung sollte gemäß der Dokumentation ausgeführt sein. Ist kein Topologieplan vorhanden, sollte dieser bei der ersten Überprüfung erstellt und der Elektrodokumentation beigelegt werden.

3.1 Ermittlung der Bustopologie

Die Topologiemessung muss an den Messpunkten Busanfang und Busende jeweils das gleiche Ergebnis in Bezug auf Kabellänge, Wellenwiderstand (typ. 150 Ω) und Anzahl der Teilnehmer liefern. Zwischen den Teilnehmern darf die Kabellänge 1 m nicht unterschreiten. Die Gesamtkabellänge muss zur eingestellten Übertragungsraten passen (z. B. 1,5 Mbit/s < 200 m). Pro Segment des Profibus-Netzwerkes dürfen nicht mehr als 32 Teilnehmer vorhanden sein. Sind es mehr, muss mit einem Repeater ein neues Segment eingefügt werden.

Soll bei einer Überprüfung des Bussystems der Topologieplan mit erstellt werden, so muss hierzu der Busmaster abgeschaltet werden. Eine Abstimmung mit der Produktionsplanung ist essenziell, um Stillstandzeiten der Anlage optimal zu nutzen.

3.2 Ermittlung der Qualitätswerte an Busanfang und Busende

Die Analyse der Signalqualität (Bild 3) kann pro Teilnehmer erfolgen und sollte mindestens den halben Maximalwert erreichen. Der Qualitätswert ist analog zum Störabstand (Bild 1). Mit dieser Messung erhält der Instandhalter einen ersten Eindruck über den Zustand des Profibus-Netzwerkes. Allgemein gilt: Je höher der Wert, umso sicherer die Übertragungsqualität und damit die Verfügbarkeit. Diese und folgende Messungen sind im Online-Betrieb möglich. Ein



Bild 4: Signalverlauf im Oszilloskop

Abschalten der Anlage ist nicht notwendig. Daher eignen sich diese Messungen auch zur Fehleranalyse im laufenden Betrieb. Für derartige Messungen wird empfohlen, aktive Messleitungen zu verwenden.

3.3 Ermittlung des Signalverlaufs an Busanfang und Busende

Der Signalverlauf (**Bild 4**) aller Teilnehmer wird in einem Messprotokoll erfasst. Somit kann auf Teilnehmerebene eine genaue Signalanalyse erfolgen. Flankensteilheit, Unterschwinger und Pegel können betrachtet werden. Sowohl die Anzahl der Fehl- und Wiederholtelegramme als auch die Messzeit werden angezeigt und dokumentiert. Sie geben Auskunft über den Gesamtzustand des Profibus-Systems. Nun kann durch geeignete Maßnahmen dieses verbessert werden.

Nach Abschluss der Prüfungen wird ein detailliertes Messprotokoll erstellt, das die Ergebnisse aller Messungen wiedergibt. Aufgrund wiederholter Prüfungen bildet sich eine Historie, durch die präventive Maßnahmen abgeleitet werden können.

4. Die Schirmdiagnose

Zur Bewertung der Schirmqualität werden spezielle Zangenamperemeter verwendet.

4.1 Schirmstrommessung

Die Schirmung ist ein unverzichtbarer Teil der Verkabelung. Schirmströme beeinflussen die Datenkommunikation. Bis zum jetzigen Zeitpunkt existieren seitens der PNO keine Bewertungen, was die Höhe der zulässigen Schirmströme angeht. Daher gilt der Grundsatz, dass die Schirmströme so klein wie möglich

sein sollten. Laut PNO sind 150 mA die maximal zulässige Schirmstrombelastbarkeit. Übersteigt der Schirmstrom 150 mA, besteht die Gefahr der Erwärmung von Schirmkontaktstellen und der Überlastung der stromableitenden Geräte. Bei zu hohen Schirmströmen sind geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Potenzialausgleichs einzuleiten.

4.2 Maschenwiderstandsmessung

Für eine gute Schirmwirkung sind niedrige Schirmschleifen- und Potenzialausgleichsimpedanzen extrem wichtig. Die Impedanz sollte beim Schirm 0,3 Ω und beim Potenzialausgleich 0,1 Ω nicht überschreiten.

INSTANDHALTUNGSSTRATEGIE

Wie jede Instandhaltung braucht auch die Überprüfung des Profibus-Netzwerkes eine an den jeweiligen Betrieb angepasste Strategie.

Weit verbreitet ist die ereignisorientierte Störungsbeseitigung der Profibus-Steuerung. Das bedeutet häufig, dass Anlagen unerwartet zum Stillstand kommen. Die Behebung ist oftmals zeit- und kostenintensiv.

Daher empfiehlt sich die zyklische, vorbeugende Wartung einer Anlage. In diesem Fall werden feste Wartungszeiten eingeplant. Durch die Regelmäßigkeit der Überprüfung lassen sich ggf. negative Tendenzen frühzeitig erkennen. Bei dem Einsatz vieler Profibus-Netzwerke bedeutet dies unter Umständen einen hohen personellen Zeitaufwand.

Die Permanentmessung im Profibus-Netzwerk ist eine weitere Form der Wartung. Hierbei werden besondere Teilnehmer in die Topologie des Profibus-Netzwerkes eingebracht, welche das Netz permanent überwachen. Gemäß der relativ flexiblen Parametrierung dieser Diagnosegeräte lassen sich Meldungen

und Signalisierungen einstellen. Der Vorteil dieser Wartung liegt darin, dass sie nach den Erfordernissen des tatsächlichen Systemzustands erfolgt.

FAZIT

Ein Profibus-System sollte regelmäßig gewartet und instand gehalten werden. Ein Ausfall zur falschen Zeit kann unter Umständen sehr hohe Folgekosten nach sich ziehen. Aus diesem Grund sollte bereits bei der Planung von Neuanlagen eine geeignete Instandhaltungsstrategie erarbeitet werden. Entsprechende Vorgaben zum Aufbau, der Installation der Anlage und deren Abnahme sollten in dem Lastenheft von Anfang an Berücksichtigung finden.

LITERATUR

- [1] VDI/VDE Richtlinie 2184
- [2] PNO Profibus Technische Richtlinie

AUTOREN



Norbert Weiß
 Elster GmbH
 Wuppertal
 Tel.: 0202/60908-69
 norbert.weiss@elster.com



Christian Sawatzki
 Elster GmbH
 Lotte
 Tel.: 0541/1214-254
 christian.sawatzki@elster.com

Normen-Handbuch Industriebrenner

Gasbrenner | Ölbrenner | Komponenten

Dieses Handbuch bietet Brenner- und Anlagenherstellern eine Sammlung der relevanten Normen für die Brennertechnik. Komponentenherstellern erläutert es die Produkthanforderungen im industriellen Einsatz.

Hrsg.: F. Beneke
 1. Auflage 2012, ca. 944 Seiten, Broschur

www.vulkan-verlag.de



Jetzt bestellen!

WISSEN FÜR DIE ZUKUNFT

Vulkan Verlag

Bestellung per Fax: +49 201 82002-34 oder abtrennen und im Fensterumschlag einsenden

Ja, ich bestelle gegen Rechnung 3 Wochen zur Ansicht

___ Ex. **Normen-Handbuch Industriebrenner**
 1. Auflage 2012 – ISBN: 978-3-8027-2968-3
 für € 240,- (zzgl. Versand)

Antwort
Vulkan-Verlag GmbH
Versandbuchhandlung
Postfach 10 39 62
45039 Essen



 Firma/Institution

 Vorname, Name des Empfängers

 Straße/Postfach, Nr.

 Land, PLZ, Ort

 Telefon

 Telefax

 E-Mail

 Branche/Wirtschaftszweig

X _____
 Ort, Datum, Unterschrift

PAINDB2014

Widerrufsrecht: Sie können Ihre Vertragserklärung innerhalb von zwei Wochen ohne Angabe von Gründen in Textform (z.B. Brief, Fax, E-Mail) oder durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt nach Erhalt dieser Belehrung in Textform. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache an die Vulkan-Verlag GmbH, Versandbuchhandlung, Friedrich-Ebert-Straße 55, 45127 Essen.

Nutzung personenbezogener Daten: Für die Auftragsabwicklung und zur Pflege der laufenden Kommunikation werden personenbezogene Daten erfasst und gespeichert. Mit dieser Anforderung erkläre ich mich damit einverstanden, dass ich vom DIV Deutscher Industrieverlag oder vom Vulkan-Verlag per Post, per Telefon, per Telefax, per E-Mail, nicht über interessante, fachspezifische Medien und Informationsangebote informiert und beworben werde. Diese Erklärung kann ich mit Wirkung für die Zukunft jederzeit widerrufen.