

Industrielles Ethernet samt Verkabelung ist im Kommen

Abnahme von Ethernet-basierten Feldbussen

Die Begriffe Industrie 4.0 und Industrial Internet of Things (IIoT) sind derzeit in aller Munde. Die Vernetzung von Anlagen und Maschinen sowie die Sammlung von Daten und deren Auswertung sollen Produktionsabläufe optimieren und Ausfallraten senken. Aufgrund dieser Anforderungen steigt der Anteil der Ethernet-basierten Feldbusse wie Profinet, Ethernet IP, Modbus TCP usw. stetig an.



Quelle: Softing IT Networks

1 WireXpert – ein Zertifizierer für Ethernet

Bereits 2017 wurden mehr Ethernet-basierende Anlagen errichtet als alle sonstigen Feldbus-Systeme zusammen. In diesem Kontext wird auch das industrielle M2M-Kommunikationsprotokoll OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) in die Feldbus- und Ethernet-Welt integriert. Die Plattform Industrie 4.0 setzt auf OPC UA als Fundament für den Datenaustausch und die Datenintegration im IIoT. Alle namhaften Feldbusorganisationen sind zwischenzeitlich Kooperationen mit der OPC Foundation eingegangen und arbeiten an der Integration von OPC UA in die Feldbuswelt.

Die angestrebte Vernetzung der Feldebene im Produktionsumfeld (operational technology, OT) und der Informationstechnik (IT) verlangt eine stabile und sichere Kommunikationsinfrastruktur, die nach der Installation jedoch nur durch die Abnahme des gesamten Netzwerkes ermöglicht werden kann. Sie bildet den Grundstein für eine sichere und zuverlässige Kommunikation und ist ein wesentlicher Baustein zeitgemäßer Qualitätssicherung. Im klassischen System von Ethernet in der Büro- und Rechenzentrumswelt ist dies seit langem fester Ausgangspunkt vor der Inbetriebnahme eines jeden Kommunikationsnetzwerkes. Im industriellen Umfeld beginnt diese Arbeitsweise gerade Fuß zu fassen, d. h. zuerst muss die passive Infrastruktur vermessen und erst danach können aktive Komponenten eingeschaltet werden.

Profinet

Ein bei uns sehr verbreiteter Vertreter der modularen Feldbusse ist das bereits erwähnte Profinet. Dieses von Siemens und der Profibus Nutzerorganisation (PNO) entwickelte System ist ein offener Standard für Industrial Ethernet. Es wird eingesetzt bei Lösungen für die Fertigungs- und Prozessautomatisierung, bei Anwendungen im Überwachungsbereich und für das gesamte Spektrum der Antriebssteuerung, bis hin zu Echtzeitregellösungen. Unterhalb des Ethernets, das als Übertragungsprotokoll verwendet wird, befindet sich eine Verkabelungsstruktur mit direkten Verbindungen, die als Stern- bzw. Linienstruktur verschaltet sind.

Die Abnahme einer solchen Anlage ist in einem speziellen Dokument, der „Profinet Inbetriebnahmerrichtlinie“, geregelt. Die aktuelle Version 1.36 stammt vom Dezember 2014. Die Abnahme erfolgt in zwei Schritten. Der erste beinhaltet die messtech-

nische Überprüfung der elektrischen Eigenschaften des Netzwerkes, insbesondere der Verkabelung. Besonders nach der Montage einer Anlage ist eine Vermessung wichtig, da die Verkabelung im industriellen Umfeld hohen Belastungen ausgesetzt ist und sich für das bloße Auge nicht sichtbare Schäden oder Fehler ergeben können. Immer komplexere Fertigungsabläufe gekoppelt mit elektromagnetisch und witterungsbedingt rauen industriellen Umgebungen erfordern eine robuste Kommunikations-Infrastruktur und die Übertragung von hohen Datenraten unter schwierigen Bedingungen. Aus diesem Grund ist die Überprüfung der Übertragungsfähigkeit der Leitungen zwingend notwendig. Es muss sichergestellt sein, dass alle Informationen ungehindert übermittelt werden können und sich keine „Schlaglöcher auf der Datenauto-bahn“ befinden. Die Inbetriebnahmerrichtlinie erläutert die drei existierenden Ebenen der Verkabelungsmessung, beginnend mit einem einfachen Verdrahtungstest ohne Aussage zur



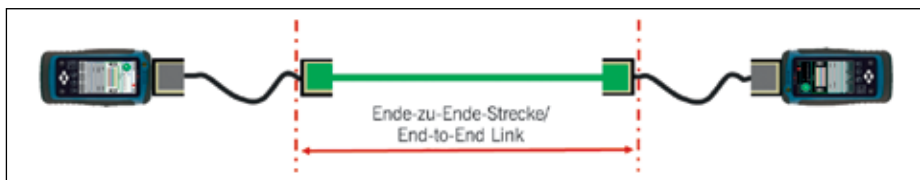
Quelle: Softing IT Networks

2 Zertifizierung und Dokumentation von Verkabelungsstrecken

Autoren

Alfred Huber ist Leiter der Abteilung Technik bei der Softing IT Networks GmbH, Haar.

Anton Winkler arbeitet im Vertrieb der Softing Industrial Automation GmbH, Haar.



Quelle: Softing IT Networks

3 Der korrekte Messaufbau für EzE-Strecken und die Bezugsebene für Messungen

Übertragungsfähigkeit mittels Leitungstester (Verifizierer), über den Einsatz von Funktionstestern (Qualifizierer), bis hin zu den eigentlichen Abnahmetestern (Zertifizierer), wie z. B. dem WireXpert Industrial Ethernet von Softing IT Networks (Bild 1). Mit einem Zertifizierer werden Ethernet-Verkabelungen nach den gängigen Standards getestet. Zu beachten ist dabei, dass in der industriellen Verkabelung sogenannte „Ende-zu-Ende“-Strecken zum Einsatz kommen. Das hängt damit zusammen, dass sich die Verkabelungsstrukturen in der Industrie wesentlich von denen in der Büro- und Rechenzentrums Umgebung unterscheiden (Bild 2).

„Ende-zu-Ende“-Strecken

Von Verkabelungen im Büro, in Rechenzentren oder in Wohnungen sind die „Installationsstrecke“ (engl. „Permanent Link“) oder die „Übertragungsstrecke“ (engl. „Channel Link“), bekannt.

Eine „Installationsstrecke“ besteht in der Regel aus einem Verlegekabel mit Buchsen an beiden Kabelenden. Die Strecke beginnt am Verteilerfeld und endet am Telekommunikationsanschluss, sprich der Datendose im Raum. Manchmal enthalten die Installationsstrecken auch passive Zwischenverteiler, sogenannte „Sammelpunkte“ (engl. „Consolidation Point“/CP).

Eine „Übertragungsstrecke“ ist die komplette horizontale Verkabelungsstrecke, inklusive der „Installationsstrecke“, beliebigen Rangierverteilern bzw. den Anschlusskabeln zu den aktiven Komponenten hin auf beiden Seiten der Strecke.

Beide beschriebenen Konfigurationen passen sehr gut zu den o. g. Anwendungsgebieten, allerdings nicht unbedingt für den Einsatz in industrieller Umgebung. Hier ist es oft erforderlich, Maschinen untereinander oder mit Netzwerkgeräten, z. B. Switches, direkt, also ohne zusätzliche Anschlusskabel, zu verbinden.

Für diesen Anwendungsfall wurde die „Ende-zu-Ende“-Strecke geschaffen. Die einfachste EzE-Strecke ist ein mit zwei Steckern abgeschlossenes Verlegekabel. Diese Konfiguration wirkt wie eine Anschlusskabel, hat aber eine Reihe von zusätzlichen Bewertungskri-

terien, die sie von einer Standard-Anschlusskabel unterscheiden. Darüber hinaus kann eine EzE-Strecke mehrere Segmente enthalten. Die wichtigsten Merkmale im Überblick: Eine EzE-Strecke

- hat unterschiedliche Leistungskriterien, anders als eine Anschlusskabel.
- kann aus solidem oder flexiblem Kabel aufgebaut sein. Anschlusskabel bestehen immer aus flexiblem Kabel.
- kann 2 oder 4 Adernpaare enthalten. Anschlusskabel besitzen in der Regel 4 Paare.
- kann eine Gesamtlänge von bis zu 100 m für festes Kabel und bis ca. 70 m für flexibles Kabel annehmen. (die Länge ist kein Pass/Fail-Kriterium, sondern nur informativ. Die Streckenlänge wird nur durch die Einfügedämpfung, die Laufzeit und den Laufzeitunterschied begrenzt)
- kann vom Hersteller vorkonfektioniert geliefert oder vor Ort konfektioniert werden. Die Anschlusskabel werden in den höheren Kategorien nicht mehr selbst gebaut.
- kann bis zu 5 Segmente und 6 Steckverbindungen enthalten.

Weitere Merkmale von EzE-Strecken:

- Liegen 2 Steckverbinder weniger als 10 cm auseinander, betrachtet man dies als **eine** Steckverbindung; bei mehr als 10 cm Abstand spricht man von 2 Steckverbindungen.
- In einigen Konfigurationen können die Segmente aus Stecker, Kabel und einer Buchse, ähnlich einem Sammelpunkt (SP), bestehen.
- In einigen Konfigurationen können Segmente aus 2 Buchsen und einem zwischenliegenden Kabel, ähnlich einer Installationsstrecke, bestehen.
- Einige EzE-Konfigurationen können Segmente mit Steckern oder Buchsen an den Kabelenden enthalten.

Korrekt Messaufbau für EzE-Strecken

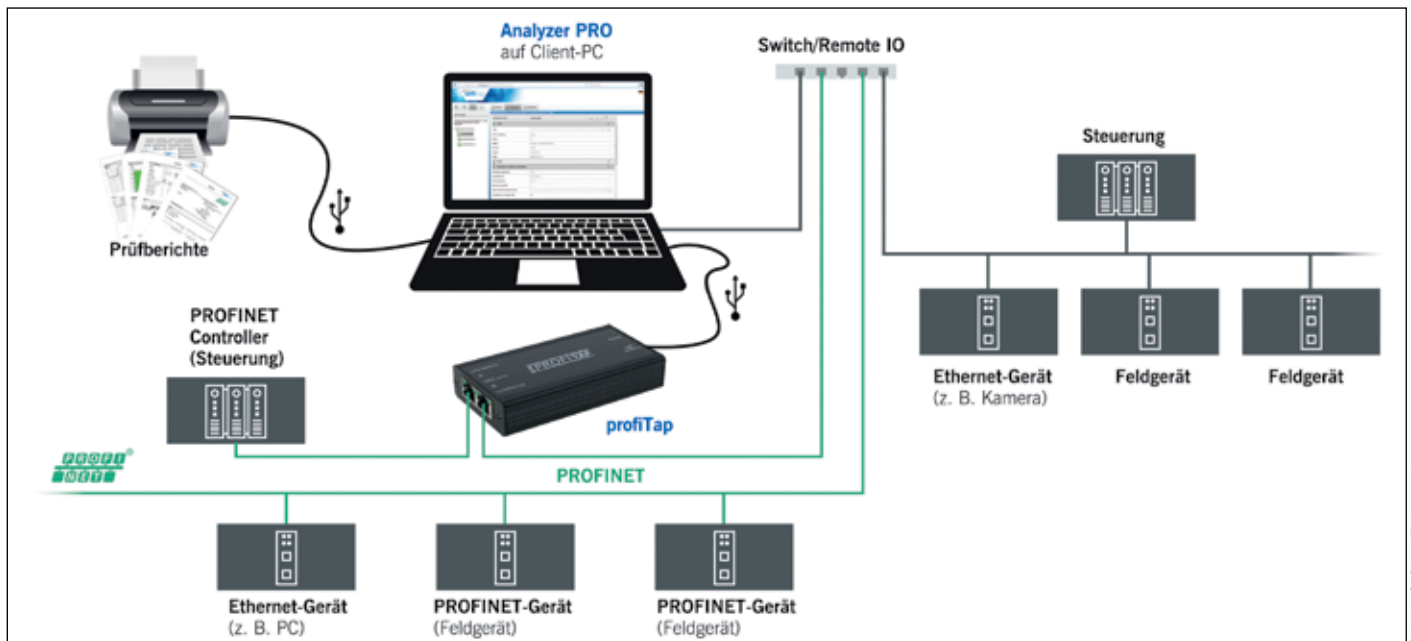
Da die Steckverbinder an den Enden einer EzE-Strecke im Feld konfektionierbar sind, muss sichergestellt werden, dass diese Steck-



Bringt Licht in die Verkabelung

FEATURES:

- ✓ Pass-/Fail-Beurteilung der Verdrahtung
- ✓ 2-paarige/4-paarige Überprüfung
- ✓ Geschirmt/ungeschirmt einstellbar
- ✓ Cross-Over-Kabel selektierbar
- ✓ Großes, übersichtliches und klares Display



Quelle: Softing IT Networks

4 Anwendung des Analyzer Pro: Mobile Diagnose und Abnahmeprüfung industrieller Netze

verbinder auch in der Messung enthalten sind (Bild 3). Die roten Hilfslinien kennzeichnen die Bezugsebenen der Messung und legen fest, welche Streckenteile in der Messung enthalten sein müssen. Wichtig ist, dass die Messgeräteschnittstellen und die Messkabel nicht in die Messung mit einbezogen werden dürfen, hingegen müssen Referenzbuchsen am Ende des Messkabels bei der Messung mit berücksichtigt werden.

Da moderne Messgeräte in der Lage sind, sowohl die Amplitude, als auch die Phasenlage der Hochfrequenzparameter zu messen, ist es möglich, die Einflüsse der Testadapter-Schnittstellen und der Messkabel aus den Messungen herauszurechnen.

Um genaue und wiederholbare Messungen zu erzielen, fordert die zugrundeliegende Norm IEC 14 763-4 die Verwendung von Referenzbuchsen, die sich am Übergang der zu testenden Strecke befinden.

Sind alle Strecken auf die Einhaltung der elektrischen Eigenschaften getestet, kann die nächste Ebene der Abnahme beginnen.

Aktive Inbetriebnahme

Im zweiten Schritt muss erfasst werden, ob die aktiven Geräte im Netzwerk so konfiguriert sind, wie es von der Planung vorgesehen ist. Eine nicht plangemäße Umsetzung kann während der Laufzeit zu unvorhergesehenen Problemen hinsichtlich Betriebsfestigkeit, Wartung und sogar OT-Security führen. Darum ermittelt eine mobile Abnahmesoftware an der laufenden Anlage alle relevanten Informationen gemäß Profinet-Inbetriebnahme-

richtlinie wie z. B. die Netzwerklast an allen Ports, I&M-Daten aller verbauten Komponenten, Linientiefe, Telegrammfehler und die Dämpfungsreserve (bei LWL). Für einen umfangreichen Überblick wird zudem die komplette Topologie ausgelesen und grafisch mit Detailinformationen z. B. über angeschlossene Ports, Kabellängen und den Leitungszustand, dargestellt (Bild 4). Die Abbildung des Zustandes der einzelnen Teilnehmer sowie des gesamten Netzwerkes erfolgt mittels Ampelfarben. Detailinformationen über mögliche Fehler findet der Anwender als Klartext in der Diagnoseliste. Zusätzlich verfügen entsprechende Programme über eine integrierte Abnahmefunktion, die die Vorgaben der deutschen Schlüsselindustrien sowie der Profibus Nutzerorganisation e.V. erfüllt.

Mithilfe einer Firmware Whitelist der Devices werden die Firmwarestände sowie das eingestellte Gateway und die Subnetzmaske im Abnahmebericht auf Richtigkeit geprüft. Darüber hinaus werden das Namens-Präfix und die Namenslänge der angeschlossenen Teilnehmer kontrolliert. Ein wichtiges Kriterium ist die portgranulare Netzwerklast, d. h. um Störungen der Datenkommunikation zu vermeiden, muss bei der Abnahme die Einhaltung der zulässigen Grenzwerte an jedem Port geprüft werden. Bei verbauten Lichtwellenleitern wird zusätzlich die Länge und die Dämpfungsreserve von Umsetzern ausgelesen und im Bericht nach den Vorgaben längenabhängig bewertet. Ebenso muss auf Bandbreite, Duplexart, verlorene und verworfene Telegrammpakete und die sogenannte Linientiefe geachtet werden. Die erlaubte

Linientiefe ist abhängig von der eingestellten Aktualisierungszeit der Teilnehmer. Diese kann mittels eines Test Access Points TAP genauso ermittelt werden wie der Telegrammjitter und das Lastverhältnis von Profinet- zu TCP/IP-Paketen. Für Langzeitabnahmen von Anlagen können auch die Monitoring-Agenten in die Anlage eingebaut und entsprechend ausgelesen werden.

Fazit

Offensichtlich ist die Inbetriebnahme von industriellen Netzwerken mittlerweile ein umfangreicher mehrstufiger Prozess geworden, der an den Anwender hohe Anforderungen stellt. Hilfestellung bei der Abarbeitung der zahlreichen Kriterien bieten speziell auf diese Anforderungen zugeschnittene Werkzeuge, wie Zertifizierungsmessgeräte für die Verkabelungsstruktur und Abnahmesoftware für die Inbetriebnahme der aktiven Komponenten. ■

© 2019

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen auf Datenträgern jeglicher Art sind verboten.

HUSS-MEDIEN GmbH
Am Friedrichshain 22, 10407 Berlin
Tel.: 030-42151-378
Fax: 030-42151-251
Internet: www.elektropraktiker.de