

10 Vergleich der Feldbussysteme

MICHAEL VOLZ

Feldbussysteme sind heute fester Bestandteil jeder komplexen Maschine oder Anlage. Die in diesem Buch vorgestellten Feldbusse werden insbesondere in der Fertigungsautomatisierung eingesetzt. Über die hier vorgestellten Systeme hinaus gibt es eine Vielzahl weitere Systeme, die sich auf Grund ihrer technischen Eigenschaften für andere Bereiche der Automatisierung, wie zum Beispiel für die Prozess- oder Gebäudeautomatisierung, eignen und dort ihren Haupteinsatzbereich gefunden haben.

In der Praxis ist zu beobachten, dass die Auswahl eines Feldbussystems in den seltensten Fällen nach technischen Kriterien erfolgt. Vielmehr bestimmt in der Regel der Typ der eingesetzten speicherprogrammierbaren Steuerung, welcher Feldbus zum Einsatz kommt. Der Hauptgrund ist darin zu suchen, dass jeder der führenden SPS-Hersteller eine bestimmte Feldbustechnologie favorisiert. Diese favorisierte Technologie ist optimal in das Programmier- und Konfigurationstool eingebunden und der SPS-Hersteller macht es den Anwendern besonders einfach, mit diesem Feldbus zu arbeiten. Die bevorzugten Feldbusse führender SPS-Hersteller sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10.1: Führende SPS-Hersteller und ihre favorisierten Feldbussysteme

SPS-Hersteller	favorisierte Feldbustechnologie
Siemens	PROFIBUS
Rockwell Automation	DeviceNet, ControlNet
Mitsubishi Electric	CC-Link
Schneider Electric	Modbus, CANopen
Phoenix Contact	INTERBUS
Bosch Rexroth	SERCOS

Der Vergleich nach technischen Kriterien ist in der Tabelle 10.2 dargestellt. Wesentliche technische Unterschiede bei den hier vorgestellten Feldbussen gibt es bei der erreichbaren Kabellänge, der maximalen Anzahl von Datenbytes je Telegramm sowie beim Funktionsumfang. Alle Feldbusse beherrschen die Grundfunktionen: die schnelle zyklische Übertragung von Eingangs- und Ausgangsdaten. Weitergehende Funktionen wie Diagnose, azyklische Übertragung von Bedarfsdaten, Alarmhandling und Querverkehr zwischen den einzelnen Busteilnehmern sind nicht bei jedem Feldbussystem möglich. Hierzu sei ausdrücklich auf die ausführlichen Beschreibungen der Feldbusse in den vorstehenden Kapiteln verweisen.

Tabelle 10.2: Technischer Vergleich der beschriebenen Feldbussysteme

Anwendungsbereiche	CANopen		CC-Link		ControlNet		DeviceNet		INTERBUS		PROFIBUS	
	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Zellenebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene	Feldebene
Besonderheiten	ideal für kleine Datenmengen und schnelle Synchronisation	hohe Geschwindigkeit, deterministisch, hohe EMV-Immunität	hohe Übertragungsleistung bei gleichbleibenden Buszykluszeiten	hohe Übertragungsleistung bei gleichbleibenden Buszykluszeiten	basiert auf CAN, überträgt zusätzlich 24 Volt im Buskabel	sehr schnelle, gute Diagnose	mehrere Varianten mit abgestufter Funktionalität: DP, DPV1, DPV2, PA					
Reaktionszeiten	mittel	mittel	klein	klein	mittel	klein	mittel					
Topologie	Linie	Linie, Stern, T-Branch	Linie	Linie	Linie	Ring	Linie					
Übertragungsmedium	Kabel (4-adrig, geschirmt, verdrillt)	Kabel (3-adrig, geschirmt, verdrillt) Kabel (5-adrig, geschirmt, verdrillt, inkl. Spannungsversorgung)	Koaxialkabel	Koaxialkabel	Kabel (4-adrig, geschirmt, verdrillt)	Kabel (5-adrig, geschirmt, verdrillt), Lichtwellenleiter	Kabel (2-adrig, geschirmt, verdrillt), Lichtwellenleiter					
Übertragungsverfah- ren (Physical Layer)	CAN	RS-485	Modulation	Modulation	CAN	RS-485, LWL	RS-485, LWL oder IEC 61158-2 (MBP)					
Übliche An- schlussstechniken	Sub-D (9-polig)	Klemme, Sub-D (9-polig)	BNC	BNC	Klemme, Mini- und Micro-Style	Sub-D (9-polig)	Sub-D (9-polig), M12 für IP65					
Max. Teil- nehmerzahl	127	64	99	99	64	256	126					
Max. Ausdeh- nung je Segment	100 m (500 kbit/s), 1.000 m (62,5 kbit/s)	100 m (10 Mbit/s), 1200 m (156 kbit/s)	1.000 m	1.000 m	100 m (500 kbit/s), 1.000 m (62,5 kbit/s)	zwischen 2 Geräten max. 400 m	100 m (12 Mbit/s), 1.200 m (9,6 kbit/s)					
Energieversor- gung der Teilneh- mer über den Bus	optional 24 Volt	optional 24 Volt	nein	nein	ja, 24 Volt	nein	DP: nein, PA: optional					
Einsatz im Exbereich	nein	nein	bedingt	bedingt	nein	nein	DP: nein, PA: ja					

11 Industrial Ethernet: Status und Ausblick

MICHAEL VOLZ

Ethernet hat sich in der Automatisierungstechnik heute fest etabliert. Möglich wurde dies durch die enormen technischen Fortschritte wie Fast Ethernet, Switching-Technologie und Full-Duplex-Übertragung. So wurde aus dem Ursprungs-Ethernet ein leistungsfähiges Kommunikationssystem, das eine geradezu magische Anziehungskraft auf Anwender und Hersteller in der Industrie ausübt. Industrial Ethernet ist heute der Oberbegriff für alle Bestrebungen, den Ethernet-Standard gemäß der internationalen Normenreihe IEE 802.xx für die Vernetzung von Geräten in der Automatisierungstechnik nutzbar zu machen. In diesem Zusammenhang spricht man dann auch von Echtzeit-Ethernet.

Der Paradigmenwechsel begann vor mehr als 10 Jahren, als unter der Federführung der IAONA (Industrial Automation Open Networking Alliance) über 100 Firmen und Interessensverbände gemeinsam überlegten, unter welchen Randbedingungen man Ethernet gemäß IEE 802.3 in Verbindung mit den weit verbreiteten TCP/IP-Protokollen als Basis für ein einheitliches Echtzeitprotokoll für die Kommunikation in der Automatisierungstechnik nutzen kann. Schnell wurde klar, dass das kollisionsbehaftete 10-Mbit/s-Ursprungs-Ethernet für die Echtzeitkommunikation wenig geeignet war. Ganz anders Fast Ethernet: Dank konsequentem Einsatz von Switches, Full-Duplex-Übertragung und Nachrichtenpriorisierung war ein kollisionsfreies Übertragungsverfahren gefunden, dass mit einer Geschwindigkeit von 100 Mbit/s alle wesentlichen Anforderungen für die schnelle Echtzeitübertragung in der Automatisierungstechnik erfüllte.

Um die Anforderungen für die industriellen Netzwerke besser zu verstehen, ist ein kurzer Rückblick auf die heute gängige Praxis hilfreich. Industrielle Kommunikationsnetzwerke lassen sich traditionell in drei Kommunikationsebenen strukturieren: Leit-, Steuer- und Aktor-/Sensorebene. Die Leitebene findet man typischerweise nur in großen hochautomatisierten Anlagen, wie beispielsweise im Automobilbau oder der Prozesstechnik. Hier ist der Kommunikationsbedarf zwischen den intelligenten Automatisierungssystemen meist nicht sehr zeitkritisch und es kommt auch bereits seit vielen Jahren Standard-Ethernet in Kombination mit Protokollen der Informationstechnik zum Einsatz. Betrachtet man hingegen die in allen automatisierten Anwendungen zu findende Steuer- und Sensor/Aktorebene, gewinnen die Echtzeiteigenschaften des eingesetzten Kommunikationssystems zunehmend an Bedeutung.

Ziel der Industrial-Ethernet-Technologie ist es, ein einheitliches Kommunikationssystem zu definieren, das einerseits eine gute Anbindung an die IT-Systeme in der Leitebene und andererseits gute Echtzeiteigenschaften für die Kommunikation der dezentralen Feldgeräte mit den Steuerungen ermöglicht. Dabei ist es wichtig, eine transparente Kommunikation und vor allem eine über alle Ebenen durchgängige Netzinfrastruktur zu definieren. Industrial Ethernet bietet dafür mit seiner anwendungsneutralen Verkabelung eine zukunftsgerechte Lösung.

Industrial Ethernet bietet gegenüber den Feldbussen wichtige Anwendungsvorteile:

- Echtzeitdaten und IT-Daten können quasi zeitgleich über ein gemeinsames Medium übertragen werden.

- Es steht ein großer Adressbereich mit einer fast unbegrenzten Anzahl an Teilnehmern zur Verfügung.
- Durch Kaskadierung von Switches sind große Netzwerkausdehnungen realisierbar.
- Größere Datenmengen können effizient übertragen werden.
- Es ist ein gleichberechtigter Buszugriff für alle Netzwerkteilnehmer möglich.
- Die Kombination verschiedener Übertragungsmedien ist möglich (Kabel, Lichtwellenleiter, Funk).

Die Hoffnung der Anwender, mit Industrial Ethernet ein einheitliches industrielles Kommunikationssystem gefunden zu haben, blieb jedoch ein Wunschtraum. Denn trotz vieler Bemühungen ist es nicht gelungen, ein einheitliches industrielles Anwendungsprotokoll zu definieren, das die Kommunikation von Geräten verschiedener Systeme untereinander ermöglicht. Vielmehr sind – ähnlich wie bei den Feldbussystemen – miteinander konkurrierende Protokollstandards entstanden, die sich meist an den zugrunde liegenden Feldbusstandards orientieren. Einzig bei der Übertragungstechnik (Ebene 1) und dem Buszugriffsprotokoll (Ebene 2) hat sich mit Fast Ethernet ein gemeinsamer Kern herausgebildet, der heute einheitlich bei allen Systemen zur Anwendung kommt.

Tabelle 11.1: Die wichtigsten Industrial-Ethernet-Standards und ihre korrespondierenden Feldbusse

Feldbus	Ethernet-Variante	Interessenverband
PROFIBUS	PROFINET	PI (PNO)
DeviceNet / ControlNet	EtherNet/IP	ODVA
CANopen	EtherCAT / POWERLINK	CiA / ETG / EPSG
SERCOS II	SERCOS III	SERCOS International
CC-Link	CC-Link IE Field	CLPA
Modbus-RTU	Modbus-TCP	Modbus IDA

11.1 Echtzeitverhalten

Ein wichtiges Merkmal der Industrial-Ethernet-Systeme ist deren Fähigkeit, Daten verlässlich und mit kalkulierbaren Übertragungszeiten zu übertragen. Dabei ist nicht nur die reine Übertragungsgeschwindigkeit wichtig, vielmehr sind auch Verzögerungen durch anderen Datenverkehr (Jitter) sowie die Reproduzierbarkeit der Übertragungszeiten (Taktsynchronität) zu berücksichtigen. Das Echtzeitverhalten der Industrial-Ethernet-Systeme für allgemeine Anwendungen in der Automatisierung ist mit dem Zeitverhalten der aus der Office-Welt bekannten IT-Netzwerke gut vergleichbar. Das Verhalten der Systeme mit Echtzeitanpruch ähnelt den klassischen Feldbussystemen. Systeme für Motion-Control-Anwendungen arbeiten taktsynchron. Sie erreichen Zykluszeiten von weniger als 1 ms bei einem Jitter von unter 1 μ m und sind damit prädestiniert für anspruchsvollste Kommunikationsaufgaben, wie sie beispielsweise in Druck- und Fräsmaschinen zu finden sind.