

Serie Industrial Ethernet: Die Revolution in der Kommunikationstechnik?



Seit einigen Jahren ist Ethernet auch in der Fertigungsautomatisierung in aller Munde. Es hat einige Zeit gedauert, aber mittlerweile ist die Technologie von mehreren namhaften Herstellern in Serie verfügbar und hat begonnen, ältere Bussysteme abzulösen. Teil 1 dieser Artikelserie zeigte den geschichtlichen Hintergrund der Netzwerktechnologien und ging auf Ethernet als generelles System ein. Teil 2 zeigt den hürdenreichen Weg von Ethernet in maschinenbauliche Anwendungen und stellt die industriellen Ethernet-Varianten der unterschiedlichen Anbieter vor. Diese werden in einem Round-Table Diskussionsforum Gelegenheit erhalten, die zugrunde liegenden Philosophien im Gespräch darzustellen.

Teil 2: Ethernet wird industriell

Während im Bereich der Bürocomputernetzwerke dezentrale Intelligenz Voraussetzung ist und die zu übertragenden Datenmengen die Übertragungsgeschwindigkeit zum wichtigsten Kriterium machten, ticken die Uhren in der industriellen Elektronik anders: Lange Zeit waren zentrale Steuerung und relativ geringe Datenmengen Standard. Dafür ist oft ein starres, exakt vorherbestimmbares Zeitverhalten unverzichtbar. Daher war in der Automatisierungstechnik der Feldbus das bevorzugte Transportmittel für die Daten, bis verteilte Intelligenzen und immer komplexere Sensorik den Umstieg auf schnelle Netze nahe legten.

Digital steuern über Feldbus

Ab Mitte der Achtziger Jahre hatten im Maschinen- und Anlagenbau unterschiedliche Feldbussysteme die bis dahin übliche Parallelverkabelung zur digitalen Verbindung von Messfühlern (Sensoren), Stellgliedern und Antrieben (Aktoren) mit einem zentralen Steuerungsgerät abgelöst. Mit dieser Übertragungstechnik wurde es möglich, die bis dahin erforderliche baumförmige Verdrahtung zu den einzelnen Einheiten durch ein einziges Buskabel zu ersetzen. Da digitale, busfähige Einheiten einfacher zu beherrschen sind als solche mit analoger Signalübertragung, brachte dieser Schritt zudem eine deutliche Beschleunigung der Digitalisierung.

Der Feldbus wurde deshalb so genannt, weil er die Verbindung mit Komponenten herstellt, die sich „im Feld“, also außerhalb des Steuerrechners befinden. Die Bezeichnung dient der Unterscheidung vom internen Prozessorbus. Konstruktiv zumeist auf dem RS-485 Standard zur bitseriellen Datenübertragung aufsetzend, hatte die erste Generation industrieller Feldbusse – für die damalige Aufgabenstellung durchaus ausreichend – teils enge Begrenzungen hinsichtlich der Datenrate, der möglichen Teilnehmeranzahl und der zulässigen Leitungslängen.

Zudem waren viele Feldbussysteme entweder von einzelnen Herstellern oder, häufiger, von Konsortien aus einzelnen Branchen für ihre Zwecke optimiert worden, sodass beim Feldbus eine enorme Vielfalt

besteht. So sind etwa das Local Operating Network (LON) des US-Herstellers Echelon, das Local Control Network (LCN) der deutschen Firma Issendorff und der Europäische Installationsbus (EIB) in der Gebäudetechnik etabliert, der CAN-Bus (Controller Area Network) von Bosch im Automobilbau. In der Industrieautomation fanden unter anderem der Interbus von Phoenix Contact, der mit staatlicher Förderung in Deutschland entwickelte PROFIBUS (Process Field Bus) und die Protokolle DeviceNet von Allen Bradley, CANopen von Bosch und Modicon's Modbus einige Verbreitung. Immer wieder aufkeimende Vereinheitlichungsbestrebungen scheiterten an Schutzinteressen der Hersteller oder an den Grenzen der anwendungsspezifisch gewählten Architekturen.

Verteilte Intelligenz verbinden

Begünstigt durch steigende Rechenleistung industrieller Steuerungs- und vor allem Regelungssysteme und die fortschreitende Miniaturisierung der Elektronik stieg die Zahl der abzufragenden bzw. anzusteuern Sensoren und Aktuatoren in Maschinen, Anlagen oder Gebäuden rapide an. Dazu kam der Automatisierungsdruck, der den Betrieb mehrerer Maschinen oder Anlagenteile als Teile eines weitgehend automatisierten Gesamtwerks nahe legte.

Konsequent weiter gedacht, sind Steuerungssysteme im Hinblick auf eine gesamtwirtschaftliche Optimierung der Prozesse in einem Unternehmen nicht isoliert zu betrachten. Programm- und Datenverbin-

dungen zu anderen Computersystemen sind für den komfortablen Betrieb und die ortsunabhängige Softwarewartung ebenso vorteilhaft wie für die Interaktion mit logistischen, materialwirtschaftlichen oder buchhalterischen Systemen.

In beiden Fällen stoßen reine Bussysteme an ihre Grenzen. Sowohl zur internen Verbindung sehr komplexer Strukturen mit hohem Datendurchsatz als auch zur Anbindung externer, PC-basierter Systeme, bieten sich wegen der Größe der realisierbaren Strukturen, wegen der höheren Übertragungsrate und wegen der Fähigkeit zur Verbindung auch gleichberechtigter Rechner Netzwerke, wie man sie aus der PC-Welt kennt, an.

In Bereichen, wo dieses Umstiegserfordernis relativ früh auftrat, kam es ab Ende der Achtziger Jahre zur Übernahme des ARCnet Protokolls in industrielle Anwendungen. Das hatte mehrere Gründe: Die Komponenten waren handlich und preiswert, das Zeitverhalten des Token-Passing Verfahrens war für industrielle Anwendungen ausreichend starr und die erzielbaren Datenraten lagen deutlich über denen der meisten Feldbussysteme, selbst wenn keine Koax- oder LWL-Verkabelung gewählt, sondern das Protokoll auf ganz normaler RS-485 Verkabelung gefahren wurde. Tatsächlich gibt es kaum einen namhaften Hersteller von industrieller Elektronik, der nicht auch Komponenten mit ARCnet-Anschluss in seinem Programm hatte oder hat.

↳ Fortsetzung Seite 68

Serie Industrial Ethernet: Die Revolution in der Kommunikationstechnik?

Ethernet als Marktentscheidung

Trotz der in Teil 1 beschriebenen systemimmanenten Schwächen konnte Ethernet Anfang der Neunziger Jahre dank starker Rücken-deckung durch die Computerindustrie die Schlacht um die Büro-computernetzwerke für sich entscheiden und sich als Standard etablieren. Die dadurch erzielten ungeheuren Stückzahlen sorgten für eine sehr preiswerte Verfügbarkeit der benötigten Halbleiter und Anschaltkomponenten. Auch die Verkabelung wurde durch den Umstieg auf Vierdrahtleitungen mit den bekannten RJ-45 Steckern leistbarer. In der zweiten Hälfte der Neunziger Jahre hatte Ethernet dank intelligenter Netzwerkhardware eine Stabilität erreicht, die eine systemseitige Berücksichtigung des tatsächlichen Datenverkehrs im Netzwerk überflüssig machte.

Weiter steigende Datenmengen und die Einsicht, dass sich der Ethernet-Standard durchgesetzt hatte und in Massenanwendungen auf Sicht alle anderen Netzwerktechnologien verdrängen würde, führten dazu, dass Steuerungshersteller ab Ende der Neunziger Jahre bestrebt waren, diese Technologie für die Vernetzung von Geräten für die industrielle Fertigung oder die Anlagenleittechnik nutzbar zu machen. Auch legte der permanente Kostendruck die Verwendung der als Massenware sehr preiswerten Komponenten nahe.

Dazu kommt, dass Firmen in ihren Börobereichen üblicherweise bereits über ein flächendeckendes Netzwerk auf Ethernet-Basis verfügen, sodass die Einbeziehung von Maschinen oder Anlagen in das vorhandene LAN zur übergeordneten Steuerung und Kontrolle oder zur Datenauswertung ohne zusätzliche Technik möglich wird.

Zur Synchronizität gezwungen

Um das für Büroumgebungen entwickelten System industrietauglich zu machen, bestand zunächst die Notwendigkeit, an industrielle Umgebungsbedingungen angepasste Switches, Hubs und Medienkonverter zu schaffen. Dazu gehören Hutschienenbefestigung, Spannungsversorgung (meist 24 V=), erweiterter Betriebstemperaturbereich, erhöhte Schutzart (Staub, Spritzwasser, etc.), Rüttelfestigkeit und vielfach auch besondere Vorkehrungen zur Ausfallsicherheit. Das betrifft auch die Steckverbinder, weshalb nicht generell die aus der PC-Welt bekannten RJ-45 Stecker verwendet werden, sondern daneben wesentlich robustere Standards (FM45, M12) etabliert wurden.

Die größere Herausforderung an die Entwickler von Industrial Ethernet war, besonders bei vielachsigen Maschinen, ein determinierbares Echtzeitverhalten sicherzustellen, und das mit isochronen Zykluszeiten unter einer Millisekunde. Standard-Ethernet erfüllt diese Kriterien nicht, da es innerhalb seiner allgemein hohen Über-

tragungsbandbreite im Wesentlichen kein berechenbares Zeitverhalten hat. Daher mussten für industrielle Anwendungen über den physikalischen Ethernet-Layer gelegte Protokolle zur Steuerung der Kommunikation zwischen den einzelnen Geräten innerhalb der Maschine entwickelt werden, die zumeist auch Abweichungen von der Ethernet-Hardware erforderlich machte.

Kampf der Systeme

Wie bei den Feldbussystemen der ersten Generation entstand auch hier durch die unterschiedlichen ersten Einsatzbereiche und durch die unterschiedlichen Philosophien der entwickelnden Unternehmen eine Fülle verschiedener, mehr oder weniger stark vom Ethernet-Standard abweichender Systeme. Manche sind im Grunde lediglich Portierungen existierender Feldbusprotokolle auf Ethernet-Übertragungstechnik, andere können tatsächlich als neue Netzwerkbetriebssysteme betrachtet werden und verlangen ein gewisses Umdenken bei den Konstrukteuren von Maschinen und Automatisierungssystemen.

Zur Zeit tobt der Kampf der Systeme, denn im Gegensatz zu den Feldbussystemen, wo eine universelle Einsetzbarkeit an Performancekriterien scheitern musste, kann sich hier eine Entwicklung wie seinerzeit bei den Büronetzwerken abzeichnen, wo sich letztlich Ethernet gegen alle anderen Systeme durchsetzte.

Hier ein kurzer Systemüberblick, aus Gründen der journalistischen Ausgewogenheit in alphabetischer Reihenfolge:

EtherCAT

EtherCAT ist ein von der Beckhoff Automation GmbH initiiertes Ethernet-basierter Feldbus, der als offener Standard propagiert wird. Die klassische Sternstruktur von Ethernet über Hubs und Switches wird durch eine einfache Linientopologie ersetzt, die jedoch Abzweige oder Stichleitungen unterstützt. Die Kommunikationssteuerung übernimmt ein Master, der auf vorhandenen Ethernet-Controllern implementiert werden kann. Für Slave Geräte werden spezielle EtherCAT Slave Controller Chips benötigt. Info: EtherCAT Technology Group www.ethercat.org

EtherNet/IP

EtherNet/IP von Allen-Bradley (gehört zu Rockwell Automation) entstand aus DeviceNet durch Aufsetzen des bereits früher veröffentlichten Applikationsprotokolls CIP (Common Industrial Protocol) auf Ethernet. EtherNet/IP ist als standardkonformes Ethernet nicht für „harte“ Realtime-Anwendungen geeignet, genügt jedoch

↳ Fortsetzung Seite 70

Teil 2: Ethernet wird industriell



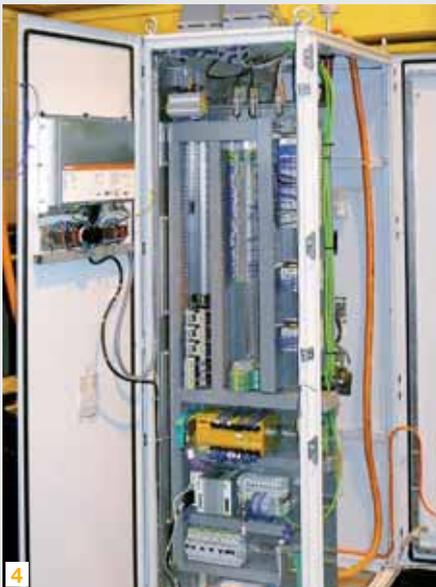
1



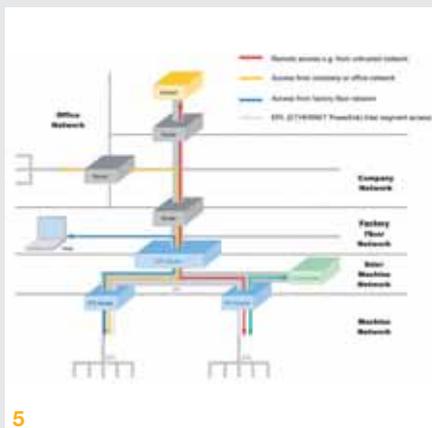
2



3



4



5



6



7

1 Industrial Ethernet wird vorrangig in Maschinen mit hoher Dichte an Sensoren und Aktuatoren angewendet. Diese Apparatur wird mit SERCOS-3 gesteuert. Bild: Bosch Rexroth

2 Auch in weit verzweigten Anlagen wie dieser Flaschenabfüllung bewährt sich Industrial Ethernet. Hier handelt es sich um PROFINET. Bild: Siemens

3 In der Laborgießmaschine A999 von Winkler und Dünnebieber Süßwarenmaschinen GmbH aus Rengsdorf/ Deutschland kommuniziert eine ControlLogix-Steuerung mit Kinetix-Servoantrieben und E/As per EtherNet/IP-Netzwerk. Bild: HBI Helga Bailey GmbH

4 EtherCAT Anwendung in einer Bruderer Stanzpresse. Bild: EtherCAT Technology Group

5 Total vernetzt: Mit Industrial Ethernet wird nicht nur die Gesamtanlage, sondern jeder Teil ein separater Knoten im Gesamtnetzwerk, sowohl hausintern als auch über das Internet. Darstellung der Datenverkehrsströme am Beispiel Ethernet Powerlink. Bild: EPSG

6 Wo Geschwindigkeit zählt, spielt Industrial Ethernet seine Stärken gegenüber Feldbussystemen aus, wie bei dieser steuerungsstechnisch auf VARAN umgerüsteten Paketsortiermaschine. Bild: Aandrijftechniek/Paul Quaedvlieg

7 Modularität und strukturierter Aufbau mit geringem Verkabelungsaufwand charakterisieren Industrial Ethernet. Durch die großzügigen Verbindungsmöglichkeiten können die Steuerungskomponenten in kompakten, dezentralen Einheiten zusammengefasst werden, wie hier im Fall von Modbus TCP. Bild: Schneider Electric

Serie Industrial Ethernet: Die Revolution in der Kommunikationstechnik?

mit einer typischen Zykluszeit von 10ms Softwarerealtimianforderungen für industrielle I/O's. Für harte Echtzeitanforderungen gibt es mit CIPSync bzw. MotionSync Protokollerweiterungen für EtherNet/IP. Info: Open DeviceNet Vendors Association www.ethernetip.de

Ethernet Powerlink

Ethernet Powerlink wurde ursprünglich von Bernecker und Rainer entwickelt und erlaubt, um Kollisionen und Zeitverzögerungen zu vermeiden, innerhalb eines Segments statt Switches nur Hubs, was zu Stern- bzw. Baumstrukturen führt. Das Echtzeit-Segment wird mittels eines speziellen Routers vom Rest des Ethernet-Netzwerkes getrennt. Master- und Slaveimplementierungen können mit herkömmlichen Ethernet-Controllern durchgeführt werden. Der kollisionsfreie Netzwerkzugriff erfolgt über ein vom Managing Node gesteuertes Zeitschlitzverfahren, bei dem Senderechte für die einzelnen Controlled Nodes vergeben werden. Zwischen dem zyklischen Datenverkehr können Standard Ethernet Frames durchgeleitet werden, etwa zur Konfiguration der einzelnen Knoten.

Ethernet Powerlink benutzt als Applikationsschicht das CANopen – Protokoll.

Info: ETHERNET Powerlink Standardization Group (EPG) www.ethernet-powerlink.org

Modbus/TCP

Modbus/TCP von Schneider Electric wurde ursprünglich von Modicon entwickelt und ist ein Multi-Master Netzwerk für industrielle Steuerungsaufgaben. Es basiert auf einem Token-Passing-Verfahren und ist nichts anderes als die Abbildung von Modbus auf TCP/IP als Übertragungsmedium. Broadcast-Funktionen werden über eine sogenannte Globale Datenbasis realisiert. Alle Baugruppen arbeiten sowohl als Client als auch als Server als sogenannte

Host based Network Adapter. Info: Schneider Electric Alliance www.alliance.schneider-electric.com

PROFINET

Von PROFINET (Siemens) existieren zwei Versionen: PROFINET CBA (Component Based Automation) zur Vernetzung verteilter Anlagen und PROFINET IO (Input Output) zur Integration von dezentraler Peripherie mittels zentraler Steuerung. Der Datenaustausch erfolgt zwischen IO-Controllern und IO-Devices in drei Leistungsstufen: Parametrier- und Konfigurationsdaten sowie zeitunkritische Diagnose- oder Nutzdaten werden über TCP/IP bzw. UDP/IP übertragen. Für die Übertragung von zeitkritischen Prozessdaten steht ein Echtzeitkanal (RT) zur Verfügung. Er wird als Software auf Basis vorhandener Ethernet Controller realisiert. Für Motion Control-Anwendungen wird eine Isochrone Realtime- Kommunikation (IRT) angeboten.

Info: PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. www.profibus.com

SERCOS III

SERCOS (SErial Realtime COmmunication System) III ist die Ethernet-Variante der vom Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie und dem Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken ursprünglich auf Basis eines Glasfaserrings entwickelten digitalen Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Steuerungen und Antrieben. Als Topologie ist Ring- und Linienstruktur möglich. Im Gegensatz zum Standard-Ethernet werden die Ethernet-Frames von den Slaves im Durchlauf bearbeitet. Ein Slave fügt seine Daten in das durchgeleitete Telegramm ein. In einem optionalen IP-Kanal können beliebige Ethernet-Frames übertragen werden.

Info: SERCOS International e.V. www.sercos.de

VARAN

Das von Sigmatek entwickelte VARAN (Versatile Automation Random Access Network) ist die Weiterentwicklung des DIAS-Busses auf Ethernet-Basis und umfasst nicht nur Paketformate und Protokolle, sondern auch die Festlegungen für Kabeltypen und Stecker und die physikalische Signalisierung. Nach dem Master-Slave Prinzip aufgebaut, arbeitet VARAN ähnlich wie ARCnet mit „hart“ eingestellten oder vom Master zugewiesenen Netzwerkadressen. Um den Betrieb mit geringem Softwareoverhead zu ermöglichen, ist der Bus in Hardware realisiert, zur Anschaltung sind eigene ICs erforderlich. Die Koordination des gesamten Datenverkehrs übernimmt der Bus-Manager, für den sich das Netzwerk wie ein großer Adressraum darstellt. In der VARAN-Logik werden keine Telegramme gesendet, sondern Daten unterschiedlicher Länge auf eine Adresse geschrieben oder von dort gelesen. Standard-Ethernet Datagramme werden zerlegt und ebenso behandelt.

Info: VARAN-BUS-NUTZERORGANISATION www.varan-bus.com

Konfrontation der Argumente

Bei dieser Vielfalt ist es nicht leicht, den Überblick über die Stärken der einzelnen Systeme für den eigenen Anwendungsbereich zu behalten. Darum...

Im nächsten Magazin

Eine Möglichkeit, sich aus erster Hand zu informieren, bietet die von x-technik während der Fachmesse SMART Automation veranstaltete Round-Table Diskussion „Industrial Ethernet“ mit Vertretern aller namhafter Hersteller bzw. Nutzerorganisationen, über die wir im nächsten Heft berichten werden.